

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Оренбургский государственный университет»

# **ПРОГРЕССИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ**

Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции  
с международным участием  
20 – 22 ноября 2024 г.

Рекомендовано учёным советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет»

Оренбург  
2025

УДК 629.3(063)  
ББК 39.3  
П 78

Рецензент – д-р техн. наук, профессор А.П. Фот.

Редакционная коллегия: д-р техн. наук, доцент В.И. Рассоха (*отв. редактор*), канд. техн. наук С.В. Булатов (*отв. секретарь*), д-р техн. наук, профессор Н.Н. Якунин, канд. техн. наук, доцент Д.А. Дрючин.

**П 78 Прогрессивные технологии в транспортных системах** [Электронный ресурс] : материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием / под редакцией В.И. Рассохи; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2025. – 492 с.

ISBN 978-5-7410-3345-6

В сборнике представлены оригинальные тексты докладов на XIX Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Прогрессивные технологии в транспортных системах», проходившей в ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет» 20 – 22 ноября 2024 г.

Тематика докладов охватывает следующие области решаемых проблем: организационно-правовое и нормативно-техническоерегулирование на транспорте; совершенствование технического обслуживания и ремонта транспортных средств; управление техническим состоянием транспортных средств; безопасная эксплуатация автомобильного транспорта; энерго- и ресурсосберегающие технологии в автотранспортном комплексе.

Материалы сборника предназначены для научных работников и практических специалистов, работающих в различных отраслях экономики, а так же могут успешно использоваться в учебном процессе высшего, послевузовского и дополнительного профессионального образования.

УДК 629.3(063)  
ББК 39.3

ISBN 978-5-7410-3345-6

© Авторы, 2025  
© ОГУ, 2025

## УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Развитие транспортного комплекса имеет стратегическое значение для экономики регионов и формирования инновационного пути развития, улучшения качества жизни населения. Современные социально-экономические и политические условия требуют своевременной и оперативной реализации приоритетных путей развития транспортной отрасли, уточнения сферы ответственности государства и роли других ответственных участников социально-экономического процесса.

Важнейшую роль в развитии транспортного комплекса играет научное обеспечение. Согласно положениям Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 г. развитие научного обеспечения транспортного комплекса России в ближайшие годы будет осуществляться по следующим основным направлениям:

- организация и проведение работ по научно-методическому обеспечению транспортного комплекса;
- создание инфраструктуры научно-внедренческого обеспечения транспортного комплекса;
- подготовка и привлечение кадров для научных исследований в транспортном комплексе, разработки и внедрения инновационных транспортных технологий (прежде всего за счет развития транспортного научно-образовательного комплекса);
- содействие развитию эффективных научных школ транспортного комплекса.

Геополитическое положение Оренбуржья как приграничного региона России предполагает повышенное внимание к вопросам развития транспортной инфраструктуры. В Оренбургском государственном университете (ОГУ) в настоящее время сформировалась научно-педагогическая школа высококвалифицированных ученых и специалистов, которая проводит научно-исследовательские работы в области эксплуатации автомобильного транспорта, решает задачи транспортной стратегии инновационного развития региона, внедряет в образовательный процесс инновационные технологии. Ученые сотрудничают с научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями, техническими университетами, транспортными и сервисными предприятиями России и зарубежья.

В ОГУ активно ведется работа по подготовке научных кадров транспортной отрасли. По специальности 2.9.5 (ранее – 05.22.10) Эксплуатация автомобильного транспорта функционирует диссертационный совет, за время работы которого по указанной специальности защищены 125 диссертаций, из которых 8 – на соискание ученой степени доктора технических наук.

Университетом накоплен значительный опыт в проведении тринадцати международных (в 1993, 1995, 1997, 2009, 2011, 2013, 2015, 2017, 2019, 2020, 2021, 2022 и 2023 годах) и шести Российских (в 1999, 2001, 2003, 2005, 2007 и 2024 годах) научно-практических конференций, посвященных развитию и

внедрению прогрессивных технологий в транспортных системах. По результатам названных конференций опубликовано в целом более полутора тысяч статей. В конференциях очно и заочно в разные годы принимали участие ученые из Федеративной Республики Германия, Греческой Республики, Республики Ирак, Итальянской Республики, Королевства Швеции, Объединенных Арабских Эмиратов, Республики Беларусь, Республики Казахстан, Республики Молдова, Республики Таджикистан, Республики Узбекистан, Украины. Что же касается географии Российской Федерации, то в конференции в разные годы принимали участие ученые из более, чем 90 городов нашей страны: от Белгорода на западе до Владивостока и Хабаровска на востоке, от Архангельска и Нефтеюганска на севере до Махачкалы на юге.

Целью конференции является решение научных и практических проблем инновационного развития транспортных систем за счет совершенствования конструкции, технологий изготовления и ремонта транспортных средств, технологии грузовых и пассажирских перевозок, безопасности движения и других инновационных направлений, связанных с повышением эффективности транспортного обслуживания и минимизации затрат всех видов ресурсов.

Результаты работы конференции представлены в виде сборника материалов, направленных на развитие транспортной отрасли. Теоретические и практические разработки, представленные на конференции, войдут в комплекс методического обеспечения при подготовке специалистов, бакалавров, магистров и аспирантов соответствующих специальностей и направлений подготовки.

Выражаем благодарность:

– **Сильянову Валентину Васильевичу**, д-ру техн. наук, профессору, Президенту Международной ассоциации автомобильного и дорожного образования (МААДО) (г. Москва), **Галкину Александру Геннадьевичу**, д-ру техн. наук, профессору, ректору Уральского государственного университета путей сообщения, председателю Уральского отделения Российской академии транспорта (г. Екатеринбург) и **Ризаевой Юлии Николаевне**, д-ру техн. наук, доценту, председателю комиссии по вопросам цифровой и низкоуглеродной трансформации отрасли, ускоренному внедрению новых технологий Общественного совета при Министерстве транспорта Российской Федерации; профессору кафедры метрологии и стандартизации МИРЭА – Российского технологического университета (г. Москва), – за методическую поддержку конференции;

– членам организационного и программного комитетов конференции – за подготовку конференции;

– всем авторам научных трудов, вошедших в сборник, – за предоставленные материалы.

**Оргкомитет конференции**

## ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Авдеев Д.А.<sup>1</sup>, Фот А.П.<sup>2</sup>, Хасанов И.Х.<sup>2</sup>, Долженков Ю.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. Решение проблем инженерных сетей при проектировании и строительстве автотранспортных предприятий является особенно важным, так как внутрипроизводственные коммуникации напрямую влияют на качество и безопасность здания, а также его эксплуатационные характеристики. От эффективного функционирования инженерных коммуникаций будет зависеть работа производственно-технической базы и всего автотранспортного предприятия в целом. Для оценки уровня технологичности проектных решений производственно-технической базы предприятия предлагается использование разработанных аналитических зависимостей, учитывающих списочное число и тип подвижного состава, наличие прицепного состава, среднесуточного пробега, условий хранения, категорий условий эксплуатации, климатического района, структуры смешанного парка подвижного состава, уровня технологического оснащения инженерными коммуникациями и др.

Ключевые слова: автотранспортное предприятие, инженерные сети, внутрипроизводственные коммуникации, производственно-техническая база.

Анализ известных источников информации, например, [1-11] и ряда других, посвящённых вопросам строительства (в частности, и автотранспортных предприятий) позволил установить основные проблемы при реализации проектов инженерных коммуникаций.

Решение проблем инженерных сетей в строительстве является весьма важным, так как инженерные сети напрямую влияют на качество и безопасность здания, а также его эксплуатационные характеристики. Некоторые из ключевых проблем по направлениям приведены далее:

- проектирование и расчет: неправильное проектирование инженерных систем может привести к недостаточной производительности или даже авариям; *ошибки в расчетах могут вызвать несовпадение между потребностями здания и возможностями систем;*

- качество материалов: использование некачественных или неподходящих материалов может сократить срок службы инженерных систем; *необходимо обеспечивать проверки сертификатов и соответствия товаров нормам;*

- сложности с учетом специфики здания: учёт архитектурных особенностей и планировочных решений может быть затруднён, особенно в исторических зданиях или при реконструкции; *необходимо учитывать специфические требования к шумоизоляции, виброизоляции и другим*

*параметрам;*

- монтаж и установка: некачественный монтаж инженерных систем может привести к утечкам, сбоям в работе и необходимости ремонта; *проблема обостряется нехваткой квалифицированных специалистов для выполнения сложных монтажных работ.*

- производительность и эксплуатация: необходимо обеспечить эффективность работы систем на этапе эксплуатации, что может потребовать дополнительного оборудования или регулировки; *часто возникают проблемы с поддержанием параметров систем (например, температурного режима, давления и т.д.);*

- энергоэффективность: стремление к снижению энергозатрат требует применения более современных и сложных инженерных решений; *необходимо учитывать влияние внешних факторов и изменение климата на производительность систем;*

- согласования и нормативы: процесс согласования проектов с различными инстанциями может быть длительным и трудоемким; *необходимо обеспечивать соответствие проектных решений действующим строительным нормам и стандартам;*

- модернизация и обновление: разработка решений по модернизации старых систем без значительных затрат и вмешательства в существующую инфраструктуру; *важно планировать обновления систем, чтобы не нарушить общую функциональность здания;*

- управление и мониторинг: отсутствие систем автоматизированного контроля и управления зачастую приводит к неэффективному использованию ресурсов; *необходимо внедрять системы мониторинга для оперативного выявления и устранения неисправностей.*

Важнейшим аспектом эффективного функционирования инженерных систем является интеграция современных технологий, например, BIM (информационное моделирование зданий). Такой подход позволяет заранее выявлять потенциальные проблемы на этапе проектирования и значительно ускоряет процесс согласования с контролирующими инстанциями. Кроме того, использование цифровых двойников зданий облегчает мониторинг технического состояния систем в процессе эксплуатации.

Внедрение системы автоматизированного управления позволяет оперативно реагировать на изменения в работе инженерных систем, поддерживая их производительность и предотвращая серьезные повреждения. Такой контроль может включать автоматическое регулирование температуры, давления и других параметров, что, в свою очередь, способствует повышению энергоэффективности.

Чрезвычайно важно акцентировать внимание на постоянном обучении специалистов, чтобы они были в курсе последних технологий и методик. Повышение квалификации кадров играет решающую роль в успешной реализации сложных проектов, особенно в условиях постоянно меняющихся норм и требований.

При этом важно, чтобы все участники процесса (проектировщики,

строители, эксплуатационники и даже заказчики) взаимодействовали на всех этапах: от предварительного анализа и проектирования до строительства, ввода в эксплуатацию и дальнейшего обслуживания. Такой подход позволяет:

- учитывать специфику объекта и требования к нему, понять требования к эксплуатации, обеспечить обратную связь о реальных условиях работы систем;
- минимизировать ошибки, выявить потенциальные проблемы на ранних этапах строительства, снизить риски ошибок и перерасход бюджета;
- более рационально использовать ресурсы и время, поскольку участники строительства могут совместно разрабатывать решения, которые удовлетворяют всем требованиям к объекту;
- учитывать мнение всех сторон и создавать системы, которые будут более надежными и соответствующими стандартам;
- лучше контролировать сроки выполнения работ и соответствия установленным графикам благодаря четкой координации между различными участниками процесса строительства.

Комплексный подход способствует не только повышению качества и долговечности построенных объектов, но и повышению общей эффективности процесса управления проектами в области инженерных сетей, способствует развитию культуры сотрудничества всех участников проекта, создает атмосферу доверия и открытости, в которой каждый может вносить свои идеи и предложения, позволяет находить инновационные решения, которые могли бы быть упущены при работе в изолированных командах, даёт возможность обсуждать и вносить коррективы на каждом этапе строительства, что позволяет более эффективно справляться с изменениями и неожиданностями в процессе строительства объекта.

В итоге будут создаваться более устойчивые и адаптивные системы инженерных сетей, учитывающие влияние различных внешних факторов, например, климатических условий и новых технологий, современные объекты транспортной инфраструктуры.

Успешная реализация проектов в области инженерных сетей требует не просто технических знаний, но и умения работать в команде, взаимодействовать и слушать друг друга. Такой подход не только повышает качество конечного продукта, но и создает положительный опыт для всех участников, закладывая основу для успешного сотрудничества в будущих проектах.

В дальнейшем для анализа производственно-технической базы автотранспортного предприятия, выбора путей развития и совершенствования, определения необходимости и целесообразности проведения технического перевооружения или других мероприятий, необходимо определить нормативные удельные технико-экономические показатели и сравнить их с фактическими значениями [12].

Нормативные значения приведенных удельных технико-экономических показателей для данного предприятия определяются умножением удельного показателя для эталонных условий на соответствующие параметры (коэффициенты), учитывающие: списочное число подвижного состава; тип

подвижного состава; наличие прицепного состава; среднесуточный пробег; условия хранения; категорию условий эксплуатации; климатический район; структуру смешанного парка подвижного состава, уровень технологического оснащения инженерными коммуникациями и др.

Нормативные удельные показатели для определённых условий эксплуатации подвижного состава предприятия рассчитываются по приведенным в таблице 1 аналитическим зависимостям.

Удельное число производственных рабочих на 1 млн. км. пробега определяются по формуле:

$$P_{уд}^н = P_{уд}^{эт} \prod_{i=1}^n k_i, \quad (1)$$

где:  $P_{уд}^{эт}$  – соответственно число постов и рабочих для эталонных условий;

$k_i$  – параметры (коэффициенты), учитывающие: списочное число подвижного состава; тип подвижного состава; наличие прицепного состава; среднесуточный пробег; условия хранения; категорию условий эксплуатации; климатический район; структуру смешанного парка подвижного состава, уровень технологического оснащения инженерными коммуникациями и др.;

$n$  – количество параметров (коэффициентов), влияющих на уровень технологического совершенства производственно-технической базы предприятия автомобильного транспорта.

Аналогичным образом, при оценке уровня технологического совершенства производственно-технической базы предприятия автомобильного транспорта, рассчитываются остальные технико-экономические показатели, представленные в таблице 1.

Таблица 1 – Удельные технико-экономические показатели смешанного АТП [4-8]

| Показатели  | Численные значения для эталонных условий | Аналитическая зависимость для определения нормативных значений |
|---|--|--|
| Численность производственных рабочих на 1 млн. км. пробега, чел             | 3,88                                     | $P_{уд}^н = P_{уд}^{эт} \prod_{i=1}^n k_i$                     |
| Число рабочих постов на 1 млн. км. пробега, ед.                             | 0,98                                     | $X_{уд}^н = x_{уд}^{эт} \prod_{i=1}^n K_i$                     |
| Площадь производственно-складских помещений на 1 автомобиль, м <sup>2</sup> | 14                                       | $S_{уд.пр}^н = S_{уд.пр}^{эт} \prod_{i=1}^n K_i$               |



Продолжение таблицы 1

|   |     |  |
|---|-----|--|
| Площадь вспомогательных помещений на 1 автомобиль, м <sup>2</sup> | 8,1 | $S_{уд.вс}^н = S_{уд.вс}^{эт} \prod_{i=1}^n K_i$ |
| Площадь стоянки на 1 автомобиль, м <sup>2</sup>                   | 34  | $S_{уд.ст}^н = S_{уд.ст}^{эт} \prod_{i=1}^n K_i$ |
| Площадь территории на 1 автомобиль, м <sup>2</sup>                | 106 | $S_{уд.т}^н = S_{уд.т}^{эт} \prod_{i=1}^n K_i$   |

Результаты расчёта нормативных технико-экономических показателей, аналитические зависимости для определения которых показаны в таблице 1, сравниваются с фактическими данными автотранспортного предприятия, полученными на основе анализа генерального плана предприятия и сведений, предоставляемых планово-экономическим отделом организации. Анализ численных значений показателей производственно-технической базы автотранспортного предприятия позволит выявить уровень технологичности произведённых инженерно-проектировочных мероприятий для устранения недостатков в будущем при решении новых строительных задач.

#### Список использованных источников

1. Шуваев М.А. Проблемы повышения конкурентоспособности строительных предприятий // Экономические науки. 2011 г., № 12.
2. Полтава А.В. Инновации в лизинге строительного оборудования и техники. Сборник трудов международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию Института экономики и финансов, 2015 г. С. П-132-П-133.
3. Добрин А.Ю. Основы государственно-частного партнерства в транспортном строительстве [Текст] / Б.А. Волков, А.Ю. Добрин // Международная научно-практическая конференция «Современные проблемы управления экономикой транспортного комплекса России: конкурентоспособность, инновации и экономический суверенитет». – Москва. – 2015. – С. 85-86.
4. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование АТП и СТО [Текст] / Г.М. Напольский. - М.: Транспорт, 1985, – 231 с.
5. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта (ОНТП-01-86) [Текст]: – М.: Машиностроение, 1986. – 129 с.
6. Епишкин, В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей: учеб.-метод. пособие по выполнению курсового проектирования по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта» [Текст] / В.Е. Епишкин, А.П. Караченцев, В.Г. Остапец. – Тольятти.: Изд-во ТГУ, 2012. – 195 с.

7. Карташов, В.П. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий [Текст] / В.П. Карташов. – М.: Транспорт, 1981. – 276 с.
8. Масуев, М.А. Проектирование предприятий автомобильного транспорта [Текст] / М.А. Масуев. - М.: Академия, 2007. – 215 с.
9. Грибут, И.Э. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей: Учебник [Текст] / И.Э. Грибут [и др.]; под ред. В.С. Шуплякова, Ю.П. Свириденко. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, 2008. – 480 с.
10. Марков, О.Д. Станции технического обслуживания автомобилей [Текст] / О.Д. Марков. – К.: Кондор, 2008. – 536 с.
11. Бойко Н. И. Транспортно-грузовые системы и склады: учеб. пособие / Н. И. Бойко, С. П. Чередниченко. - Ростов н/Д: Феникс, 2007. - 399 с.
12. Хасанов, И.Х. Анализ развития производственно-технической базы автотранспортного предприятия: Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVI международной научно-практической конференции, 11-13 ноября 2021 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». / Хасанов И.Х., Рассоха В.И., Марков Д.А., Алтухов А.А., Марышев Д.В. – Электрон. дан. – Оренбург: ОГУ, 2021. – С. 546-551.

#### References

1. Shuvaev M.A. Problems of increasing the competitiveness of construction enterprises // Economic sciences. 2011, No. 12.
2. Poltava A.V. Innovations in leasing of construction equipment and machinery. Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 85th anniversary of the Institute of Economics and Finance, 2015, pp. II-132-II-133.
3. Dobrin A.Yu. Fundamentals of public-private partnership in transport construction [Text] / B.A. Volkov, A.Yu. Dobrin // International Scientific and practical conference "Modern problems of economic management of the Russian transport complex: competitiveness, innovation and economic sovereignty". – Moscow. -2015. – pp. 85-86.
4. Napolsky, G.M. Technological design of ATP and SRT [Text] / G.M. Napolsky. - М.: Transport, 1985, – 231 p.
5. All-Union norms of technological design of automobile transport enterprises (ОНТР-01–86) [Text]: - М.: Mechanical Engineering, 1986. – 129 p.
6. Epishkin, V.E. Design of car maintenance stations: textbook.- the method. handbook on the implementation of course design in the discipline "Designing enterprises of motor transport" [Text] / V.E. Epishkin, A.P. Karachentsev, V.G. Ostapets. – Tolyatti.: Publishing House of TSU, 2012. – 195 p.
7. Kartashov, V.P. Technological design of motor transport enterprises [Text] / V.P. Kartashov. – М.: Transport, 1981. – 276 p.
8. Masuev, M.A. Designing enterprises of automobile transport [Text] / M.A. Masuev. - М.: Academy, 2007. – 215 p.

9. Gribut, I.E. Auto repair: car service stations: Textbook [Text] / I.E. Gribut [et al.]; edited by V.S. Shuplyakova, Yu.P. Sviridenko. – M.: Alfa-M: INFRA-M, 2008. – 480 p.

10. Markov, O.D. Car maintenance stations [Text] / O.D. Markov. – K.: Kondor, 2008. – 536 p.

11. Boyko N. I. Transport and cargo systems and warehouses: textbook. the manual / N. I. Boyko, S. P. Cherednichenko. - Rostov n/A: Phoenix, 2007. - 399 p.

12. Khasanov, I.H. Analysis of the development of the production and technical base of a motor transport enterprise: Progressive technologies in transport systems: materials of the XVI International scientific and practical conference, November 11-13, 2021, Orenburg / Moscow Institute of Science and Higher Education. education grew. Federation, Federal State budget. educated. the institution is higher. education "Orenburg State University". / Khasanov I.H., Rassokha V.I., Markov D.A., Altukhov A.A., Maryshev D.V. – Electron. dan. Orenburg: OSU, 2021. pp. 546-551.

## COMMON PROBLEMS OF ENGINEERING NETWORKS IN CONSTRUCTION MOTOR TRANSPORT COMPANIES

Avdeev D.A.<sup>1</sup>, Fot A.P.<sup>2</sup>, Khasanov I.H.<sup>2</sup>, Dolzhenkov Yu.V.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research Moscow State University of Civil Engineering", Moscow

<sup>2</sup>Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Orenburg State University», Orenburg

Annotation. Solving the problems of engineering networks in the design and construction of motor transport enterprises is especially important, since in-house communications directly affect the quality and safety of the building, as well as its operational characteristics. The work of the production and technical base and the entire motor transport enterprise as a whole will depend on the effective functioning of engineering communications. To assess the level of manufacturability of design solutions for the production and technical base of the enterprise, it is proposed to use the developed analytical dependencies, taking into account the number and type of rolling stock, the presence of a trailer train, average daily mileage, storage conditions, category of operating conditions, climatic region, structure of a mixed fleet of rolling stock, the level of technological equipment with engineering communications, etc.

Keywords: motor transport enterprise, engineering networks, in-house communications, production and technical base.

## **ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ МУЛЬТИМАРШРУТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ПАССАЖИРСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ РЕГУЛЯРНОГО СООБЩЕНИЯ**

**Аземша С.А.**

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Аннотация. В настоящее время планирование выпуска маршрутных транспортных средств (МТС) регулярного сообщения производится в рамках одного маршрута и ориентировано, в основном, на удовлетворение пикового спроса. В остальные характерные периоды уменьшается частота движения МТС, снижается степень использования их вместимости, что приводит к снижению качества обслуживания пассажиров и росту себестоимости транспортных услуг.

Представляется возможным улучшить описанную ситуацию расширением планирования выпуска МТС с по-маршрутного уровня, до уровня всей маршрутной сети рассматриваемой территориальной единицы (например, городские и пригородные перевозки в заданном городе) – т.е. мультимаршрутным планированием.

Цель исследования – обосновать целесообразность мультимаршрутного метода организации работы МТС, а также сформулировать математическую постановку такой задачи и ее ограничений.

Задачи исследования:

- 1 Формулирование проблемы.
- 2 Описание мультимаршрутного метода организации работы МТС.
- 3 Обоснование целесообразности применения мультимаршрутного метода организации работы МТС.
- 4 Формулировка целевой функции и ограничений.

Объектом исследования данной работы является система организации работы МТС регулярного сообщения в городах Республики Беларусь.

Методы исследования:

- сравнительный анализ – осуществляется сравнение традиционных методов планирования с предложенным мультимаршрутным методом организации работы МТС.

- моделирование – разработана математическая модель на основе теории графов, которая описывает систему рейсов МТС на городских маршрутах, пассажиропотоки, парк МТС и их взаимодействие. Непланарный, взвешенный, ориентированный граф  $G(V, D, A, B)$  используется для представления рейсов МТС и их связей. Каждая вершина графа соответствует рейсу, а дуги отражают активности между ними.

Полученные результаты показывают целесообразность применения мультимаршрутного метода организации работы МТС и являются теоретической основой для будущей практической реализации такого метода на конкретном объекте.

Ключевые слова. Мультимаршрутный метод, пассажиронапряженность, маршрутное транспортное средство, метод организации работы, граф, дуга, узел, пассажир.

В настоящее время на предприятиях пассажирского транспорта регулярного сообщения особо остро стоит проблема низкой окупаемости работы. Значения этого показателя не превышают 70% [1]. На практике проблему низкой окупаемости работы МТС решают отменой рейсов, объединением маршрутов, увеличением интервалов движения что негативным образом сказывается на качестве предоставляемых пассажирам услуг, и приводит к негативным последствиям [2]. Именно поэтому подобный подход к решению проблемы низкой окупаемости работы МТС не является оправданным и должен быть заменен иными, более наукоемкими и инновационными решениями.

Для разработки таких решений:

1 Произведен анализ технологии организации пассажирских перевозок в регулярном городском сообщении. Установлено, что МТС конкретной вместимости назначаются на маршруты, устанавливается расписание работы на них на основании обследований пассажиропотоков многолетней давности. Корректировки вносятся лишь на основании жалоб пассажиров, что приводит к далеко не всегда обоснованному увеличению количества выполняемых рейсов; решения заказчика перевозок об оптимизации выполняемой работы, что приводит к уменьшению количества маршрутов, выполняемых на них рейсах. В обоих случаях решения принимаются ситуационно, без надлежащего изучения всей системы, в том числе пассажиропотоков.

2 Установлено, что при выполнении городских перевозок пассажиров в регулярном сообщении имеется существенная неравномерность пассажиропотока на маршруте *по часам суток*. На практике эта проблема решается уменьшением интервала движения в периоды спада пассажиропотока. Также показано наличие колебаний *суточного пассажиропотока* в населенном пункте по дням недели и сезонам года [3]. Такая проблема решается наличием различного расписания (иногда и маршрутов) в летнее / зимнее время, выходные/рабочие дни. Тем не менее, несмотря на подобные решения, даже внутри таких периодов работы есть существенная неравномерность пассажиропотока, которая, например, в выходные дни зимнего периода года варьируется в 7 раз [3, рис. 8]. И более того, имеется неравномерность пассажиронапряженности на одном и том же рейсе *по дням недели в течение года* [4]. Так показано, что на одном и том же рейсе данный показатель в течении года меняется в 4 раза [4, рис. 4]. Эта проблема на практике решается только при наличии обращений пассажиров с просьбой уменьшить интервал движения – в случаях нехватки МТС. В тех же случаях, когда имеется избыток провозных возможностей ситуация остается неизменной, поскольку оператор (перевозчик) не контролирует фактические значения пассажиропотока и его колебания вследствие отсутствия необходимых для этого инструментов.

3 Показано наличие низкой степени использования вместимости МТС. Так средние значения коэффициента пассажиронапряженности не превышают

0,35 [5, рис. 3, с] и значительных по времени необязательных простоев МТС на конечных пунктах [6, стр. 6], что обусловлено описанной выше неравномерностью пассажиропотоков.

Для повышения эффективности работы пассажирского транспорта в таких условиях предложено использование МТС динамической вместимости [7] и интеллектуальная система прогнозирования пассажиронапряженности [8, рис. 7].

Вместе с тем, следует понимать, что существующая в настоящее время система распределения парка МТС опирается на по-маршрутное планирование, в рамках которого МТС работают на одном маршруте. Вся маршрутная сеть, как единая система не рассматривается. В работе [6] предложен секторальный метод планирования выпуска МТС, который подразумевает укрупнение маршрутов в сектора, которые хоть и являются более крупными единицами планирования, чем отдельные маршруты, но как единая система все маршруты все-еще не рассматриваются. Очевидно, что при существующем по-маршрутном планировании работы МТС можно найти локальные минимумы для каждого маршрута, а для секторального метода – локальные минимумы для каждого сектора. Но, поскольку все маршруты (или все сектора) являются частью единой маршрутной системы, то сумма локальных минимумов затрат, достигаемых в рамках оптимизации распределения МТС внутри маршрута (сектора) не будет гарантированно являться глобальным минимумом для всей маршрутной сети. Поэтому предлагается мультимаршрутный метод организации работы МТС, предусматривающий составление расписания для всей маршрутной сети с возможностью работы МТС в течение дня на разных маршрутах.

Для постановки задачи мультимаршрутной организации работы МТС представим все рейсы в виде непланарного, взвешенного, ориентированного, атрибутированного графа  $G(V, D, A, B)$ , где  $V$  – вершины графа,  $D$  – дуги,  $A(v)$  – атрибуты вершины  $v$ ,  $B(d)$  – атрибуты дуги  $d$  (Рисунок 1). Каждая вершина представляет собой рейс МТС в регулярном городском сообщении. Множество вершин  $V$  делится на три подмножества ( $V=V_1 \cup V_2 \cup V_3$ ):

- $V_1 = \{V_1, V_2, \dots, V_N\}$  – множество возможных порожних ездов МТС с автопарка на начальный пункт, где  $N$  – общее количество рейсов за сутки. Эти вершины являются истоками;

- $V_2 = \{V_{N+1}, V_{N+2}, \dots, V_{2N}\}$  – множество ездов МТС с пассажирами по установленным регулярным маршрутам.

- $V_3 = \{V_{2N+1}, V_{2N+2}, \dots, V_{3N}\}$  – множество возможных порожних ездов МТС с конечного пункта последнего рейса до автопарка. Эти вершины являются стоками.

Каждая вершина  $v \in V$  ассоциирована с набором следующих атрибутов:

$$A(v) = \{v, m, H_v, K_v, t_{Hv}, t_{Kv}, P_v\}, \quad (1)$$

где  $v$  – номер вершины графа (рейса),  $v = 1 \dots 3N$ ;

$m$  – номер маршрута, на котором выполняется рейс  $m = \{m_1, m_2 \dots m_M\}$ , где  $M$  – количество регулярных маршрутов работы автобусов.

$H_v$  – начальный пункт при выполнении рейса  $v$ ,  $H_v \in H$  для  $\forall v \in (V_2 + V_3)$ ;  
 $H_v = АТП$  для  $\forall v \in V_1$ , где  $H$  – множество начальных остановочных пунктов;

$K_v$  – конечный пункт при выполнении рейса  $v$ ;  $K_v \in K$  для  $\forall v \in (V_1 + V_2)$ ;  
 $K_v = \text{АТП}$  для  $\forall v \in V_3$ , где  $K$  – множество конечных остановочных пунктов;  
 $t_{nv}$  – время начала рейса  $v$  (время отправления от остановочного пункта  $H_v$ ),  $t_{nv} \geq t_{n(v-1)}$ ;  
 $t_{kv}$  – время окончания рейса  $v$  (время прибытия на остановочный пункт  $K_v$ ),  
 $\Pi_v$  – пассажиронапряженность (максимальная наполненность) при выполнении рейса  $v$ .

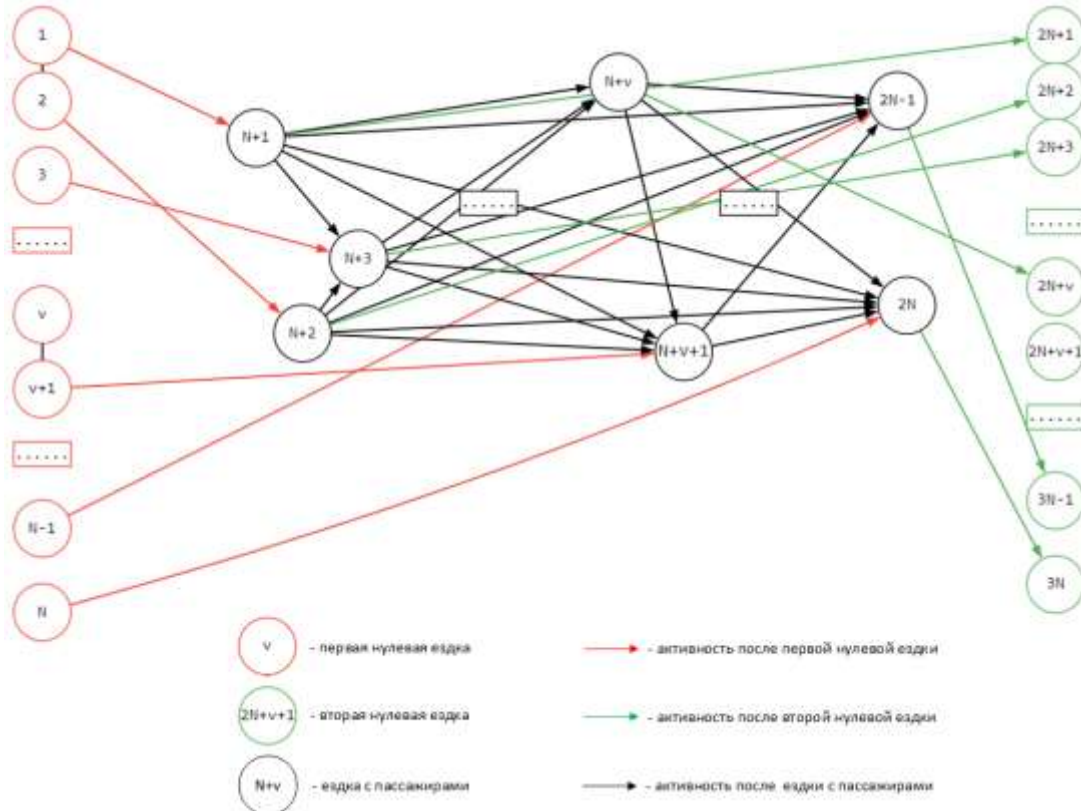


Рисунок 1 – Постановка задачи мультимаршрутной организации работы МТС регулярного сообщения

Каждая дуга представляет собой оценку активности МТС между вершинами  $v$  и  $u$ , т.е. показывает действия водителя МТС выполнившего рейс  $v$  и собирающегося выполнять рейс  $u$ . Каждая дуга  $d(v, u) \in D$  ассоциирована с набором следующих атрибутов:

$$B(d) = \{v, u, t_{\text{ожд}(v,u)}, t_{\text{двд}(v,u)}\}, \quad (2)$$

где  $v$  – номер вершины графа (рейса), из которой выходит дуга  $d(v, u) \in D$ ,  $v \in (V_1 + V_2)$ ;

$u$  – номер вершины графа (рейса), в которую входит дуга  $d(v, u) \in D$ ,  $u \in (V_2 + V_3)$ ;

$t_{\text{ожд}(v,u)}$  – продолжительности активности, связанной с ожиданием начала рейса  $u$  после окончания выполнения рейса  $v$ , мин.

$t_{\text{двд}(v,u)}$  – продолжительности активности, связанной с порожним побегом из  $K_v$  в  $H_u$ , мин.

Дано также множество МТС, которые могут быть задействованы для выполнения ездов:

$$T = \{t_1, t_2, \dots, t_B\}, \quad (3)$$

где  $t_b$  – номер МТС,  $b=1, 2, \dots, B$   
 $B$  – общее количество МТС.

Для каждого МТС  $t_b$  известна его вместимость  $C(t_b)$ ,  $C: T \rightarrow N$ .

Необходимо найти такое множество простых цепей  $P_i = (v_{i,0}, e_{i,1}, v_{i,1}, e_{i,2}, v_{i,2}, \dots, e_{i,k_i}, v_{i,k_i})$  графа  $G$  (Рисунок 2), таких что будет обеспечено выполнение всех имеющихся ездов с минимальными затратами на их осуществление.

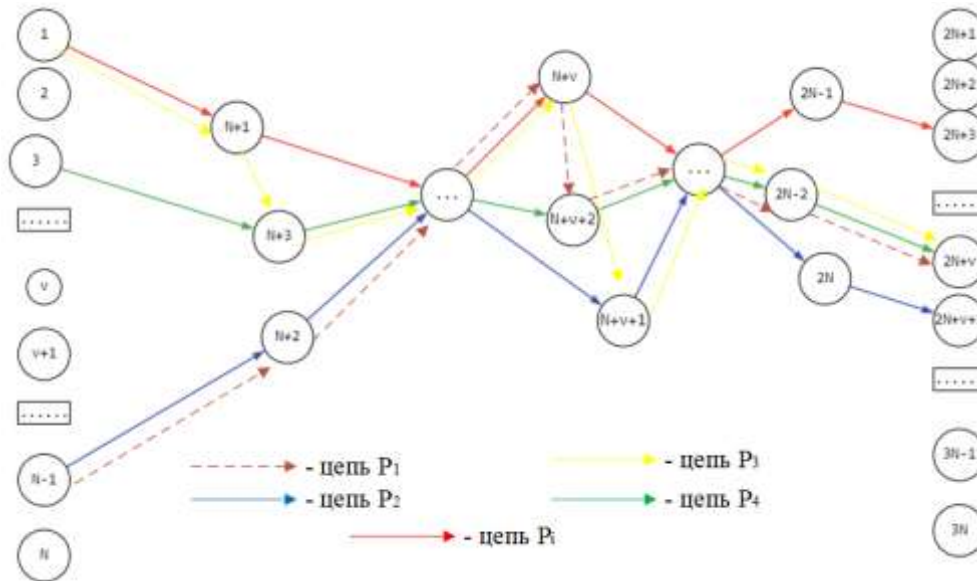


Рисунок 2 – Цепи графа

Целевая функция будет выглядеть следующим образом:

$$\sum_{i=1}^Z \sum_{b=1}^B \left[ (t_{kv_{i,0}} - t_{nv_{i,0}}) t_b x_{i,b,0} + \sum_{j=1}^{k_i-1} (K_{прb} t_{ожд(v_{i,j}, v_{i,j+1})} + t_{од(v_{i,j}, v_{i,j+1})} + t_{kv_{i,j}} - t_{nv_{i,j+1}}) t_b x_{i,b,j} \right] \rightarrow \min, \quad (4)$$

где  $Z$  – количество простых цепей в графе  $G$ ;

$k_i$  – количество дуг в цепи  $i$ .  $P_i = (v_{i,0}, e_{i,1}, v_{i,1}, e_{i,2}, v_{i,2}, \dots, e_{i,k_i}, v_{i,k_i})$  графа  $G$ ;

$K_{прb}$  – коэффициент приведения себестоимости часа простоя к часу в движении  $b$ -го ПТС.  $K_{прb} = f(C(t_b))$ ,  $b=1, 2, \dots, B$ ;  $B$  – общее количество ПТС.

$$K_{прb} = \frac{8,15 + 0,03C(t_b)}{13,35 + 0,09C(t_b)};$$

$x_{i,b,j} = 1$  если для вершины  $j$  цепи  $P_i$  назначается транспортное средство  $b$  пассажировместимостью  $C(t_b)$ ,  $x_{i,b,j} = 0$  – в противном случае.

При этом для целевой функции (4) имеются следующие ограничения:

1 Каждая цепь начинается в истоке ( $v_{i,0} \in V_1, \forall P_i, i \in 1 \dots Z$ ):

$$\sum_{b=1}^B \sum_{v \in V_1} x_{ib0} = 1, \forall i \in [1 \dots Z], \quad (5)$$

2 Каждая цепь заканчивается в стоке ( $v_{i,k_i} \in V_3, \forall P_i, i \in 1 \dots Z$ ):

$$\sum_{b=1}^B \sum_{v \in V_3} x_{ibk_i} = 1, \forall i \in [1 \dots Z], \quad (6)$$



3 Каждый исток может быть использован максимум один раз:

$$\sum_{i=1}^Z \sum_{b=1}^B x_{i,b,0} \leq 1, \forall v \in V_1, \quad (7)$$

4 Каждый сток может быть использован максимум один раз:

$$\sum_{i=1}^Z \sum_{b=1}^B \sum_{j=0}^{k_i} x_{i,b,j} \leq 1, \forall v \in V_3, \quad (8)$$

5 Каждая вершина  $v_{i,j} \in V_2$ , должна быть только в одной цепи:

$$\sum_{i=1}^Z \sum_{b=1}^B x_{i,b,j} = 1, \forall v_{i,j} \in V_2, \quad (9)$$

7 В каждой цепи будут только те вершины, на которое МТС успевает ( $t_{\text{ожд}}(v_{i,j}, v_{i,j+1}) \geq 0, \forall i \in 1 \dots Z, j \in 1 \dots k_i - 1$ ):

$$x_{ibj} x_{ib(j+1)} \left( t_{kv_{ij}} + t_{\text{двд}}(v_{ij}, v_{i(j+1)}) + t_{\text{ожд}}(v_{ij}, v_{i(j+1)}) - t_{\text{нв}}(v_{i(j+1)}) \right) \leq 0, \forall i, j, b, \quad (10)$$

8 Вместимость МТС, назначенного на цепь, будет не меньше максимальной пассажиронапряженности этой цепи ( $C(t_b) \geq \max(P_i), \forall i \in 1 \dots Z$ ):

$$\sum_{b=1}^B C(t_b) x_{i,b,j} \geq P_{\max}(P_i), \forall i = \{1, 2, \dots, Z\}, \quad (11)$$

где  $P_{\max}(P_i)$  – максимальная пассажиронапряженность в цепи  $P_i$ , пасс.

9 На всю цепь назначено одно и тоже МТС:

$$\sum_{b=1}^B x_{i,b,j} = \sum_{b=1}^B x_{i,b,k}, \forall j, k \in \{0, 1, \dots, k_i\}, \forall i \in \{1, 2, \dots, Z\}, \quad (12)$$

10 Рабочее время водителя на  $i$ -й цепи удовлетворяет требованиям действующего законодательства:

$$T_i \in T_3, \forall i \in \{1, 2, \dots, Z\}, \quad (13)$$

где  $T_i$  – режим труда и отдыха водителя на  $i$ -й цепи (продолжительность рабочего дня, наличие и продолжительность обеденных перерывов и отстоев на конечных пунктах и т.д.);

$T_3$  – режимы труда и отдыха, соответствующие требованиям законодательства.

#### Список использованных источников

1. Аземша, С. А. Статистическое исследование окупаемости работы городского пассажирского транспорта регулярного сообщения / С. А. Аземша, Д. В. Капский // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2020. – № 11. – С. 70-77. – EDN MNBVRI.

2. Аземша, С. А. Обоснование направления развития пассажирского транспорта в Республике Беларусь / С. А. Аземша, В. М. Морозов // Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. – 2022. – № 3. – С. 78-84. – EDN FLNNLY.

3. Аземша, С. А., Янкович, С. Ю., Петров, А. И. (2023). Оценка потенциала повышения окупаемости работы городского пассажирского транспорта ежедневным прогнозированием пассажиронапряженности. Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки, (2), 41-49. <https://doi.org/10.52928/2070-1616-2023-48-2-41-49>

4. Аземша, С. А., Янкович С. Ю. Оценка эффективности ежесуточного управления парком модульных пассажирских транспортных средств на городских регулярных маршрутах. (2024). Недропользование и

транспортные системы, 14(1), 4-17. <https://doi.org/10.18503/SMTS-2024-14-1-4-17>

5. Azemsha Siarhei. The Study of Public Transport Occupancy Rate Patterns in Belarusian cities / S. Azemsha, D. Kapski // International Journal of Engineering Inventions e-ISSN: 2278-7461, p-ISSN: 2319-6491 Volume 11, Issue 12 [December. 2022] PP: 128-134 <https://ijeijournal.com/papers/Vol11-Issue12/1112128134.pdf>

6. Семченков, С.С. Организация пассажирских перевозок автотранспортом посредством секторального метода работы водителей : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.10 / С.С. Семченков ; Белорусский национальный технический университет. – Минск., 2023. – 26 с.

7. Аземша, С. А. Дорожный пассажирский транспорт динамической вместимости: история появления и перспективы развития / С. А. Аземша // Техничко-технологические проблемы сервиса. – 2024. – № 3(69). – С. 28-50. – EDN LYGXBC.

8. Аземша С.А. Совершенствование технологии работы городского пассажирского транспорта регулярного сообщения. Научный рецензируемый журнал "Вестник СибАДИ". 2024;21(3):396-411. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-3-396-411>. EDN: FIDYXY.

#### References

1. Azemsha, S. A. Statistical study of the payback of urban passenger transportation of regular traffic / S. A. Azemsha, D. V. Kapsky // Bulletin of Polotsk State University. Series B. Industry. Applied sciences. - 2020. - № 11. - С. 70-77. - EDN MHBJRI.

2. Azemsha, S. A. Justification of the direction of passenger transport development in the Republic of Belarus / S. A. Azemsha, V. M. Morozov // Bulletin of the Polotsk State University. Series B. Industry. Applied sciences. - 2022. - № 3. - С. 78-84. - EDN FLNNLY.

3. Azemsha, S. A., Yankovich, S. Y., Petrov, A. I. (2023). Estimation of the potential to increase the payback of urban passenger transport operation by daily forecasting of passenger load. Bulletin of Polotsk State University. Series B. Industry. Applied Sciences, (2), 41-49. <https://doi.org/10.52928/2070-1616-2023-48-2-41-49>

4. Azemsha, S. A.; Yankovich, S. Y. Estimation of the efficiency of daily management of the fleet of modular passenger vehicles on urban regular routes. (2024). Subsoil Use and Transportation Systems, 14(1), 4-17. <https://doi.org/10.18503/SMTS-2024-14-1-4-17>

5. Azemsha Siarhei. The Study of Public Transport Occupancy Rate Patterns in Belarusian cities / S. Azemsha, D. Kapski // International Journal of Engineering Inventions e-ISSN: 2278-7461, p-ISSN: 2319-6491 Volume 11, Issue 12 [December. 2022] PP: 128-134 <https://ijeijournal.com/papers/Vol11-Issue12/1112128134.pdf>

6. Semchenkov, S.S. Organization of passenger transportation by auto-transport by means of the sectoral method of drivers' work : author's abstract of disc. ... Cand. technical sciences : 05.22.10 / S.S. Semchenkov ; Belarusian National Technical University. - Minsk., 2023. - 26 с.

7. Azemsha, S. A. Road passenger transportation of dynamic capacity: history of appearance and prospects of development / S. A. Azemsha // Techno-technological problems of service. - 2024. - № 3(69). - C. 28-50. - EDN LYGXBC.

8. Azemsha S.A. Perfection of technology of work of city passenger transport of regular message. Scientific peer-reviewed journal "Vestnik SibADI". 2024;21(3):396-411. <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2024-21-3-396-411>. EDN: FIDYXY.

## JUSTIFICATION OF THE PURPOSE AND SETTING THE CHALLENGE OF MULTIMARSHRUT ORGANIZATION OF PUBLIC TRANSPORTATION WORK

Azemsha S.A.  
Belarusian State University of Transport, Gomel.

Annotation. Nowadays, the planning of regular route vehicles (RRVs) is carried out within the framework of one route and is mainly oriented to satisfy the peak demand. In other characteristic periods the frequency of MTS movement decreases, the degree of their capacity utilization decreases, which leads to a decrease in the quality of passenger service and an increase in the cost of transportation services.

It seems possible to improve the described situation by expanding the planning of MTS output from the route level to the level of the entire route network of the territorial unit under consideration (e.g., urban and suburban transportation in a given city) - i.e., multiroute planning.

The aim of the study is to justify the feasibility of the multiroute method of organizing the work of MTS, as well as to formulate a mathematical formulation of such a problem and its limitations.

Objectives of the research:

- 1 Formulation of the problem.
- 2 Description of the multiroute method of organization of MTS work.
- 3 Justification of expediency of application of the multiroute method of organization of MTS work.
- 4 Formulation of the target function and constraints.

The object of research of this work is the system of organization of work of MTS of regular communication in the cities of the Republic of Belarus.

Methods of research:

- comparative analysis - traditional planning methods are compared with the proposed multiroute method of organizing MTS work.

- Modeling - a mathematical model based on graph theory is developed, which describes the system of MTS flights on urban routes, passenger flows, MTS fleet and their interaction. A non-planar, weighted, oriented graph  $G(V, D, A, B)$  is used to represent MTS flights and their connections. Each vertex of the graph corresponds to a flight, and the arcs reflect the activities between them.

The obtained results show the expediency of the application of the multiroute method of organizing the MTS work and are a theoretical basis for the future practical implementation of such a method at a specific object.

Keywords. Multiroute method, passenger load, route vehicle, method of work organization, graph, arc, node, passenger.

УДК 519.711.3

## **АНАЛИЗ МЕТОДА ЭВОЛЮЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**

**Архирейский Р.А.**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

**Аннотация.** Эволюционное моделирование является методом использования эволюционной теории для решения проблем прогнозирования и поиска оптимальных решений. На основе данной теории с шестидесятих годов прошлого века возникают различные методы реализации. Проведен анализ различных методик эволюционного моделирования, показаны основные шаги алгоритмов их реализации.

**Ключевые слова:** генетические алгоритмы, генетическое программирование, дифференциальная эволюция, интерпретация данных, моделирование, мониторинг, нейрогенезис, прогнозирование, управление, эволюционное программирование, эволюционные стратегии, эволюционное моделирование, эволюция популяции.

Каждый организм обладает специфическим набором генетического материала. Эволюция – естественный процесс изменения особи или процесса. Эволюция происходит благодаря передачи следующему поколению свойств наиболее приспособленной части поколения. В ходе передачи генов свойства генов могут изменяться или возникать мутации, такие изменения позволяют находить новые комбинации или способы выживания организма.

Эволюционное моделирование – это перевод эволюционной теории в машинный язык. Использование этой технологии позволяет решать проблемы управления и поиска оптимальных путей решений, на основе этих вычислений могут строиться множество систем помощи принятия решений. «Достаточно задать требования к выходным секвенциям, и мы рано или поздно получим программу, которая будет делать то, что нам угодно. ...похоже на эволюцию первичной протоклетки в высших позвоночных – только ускоренную в миллиарды раз» [1].

Для успешного моделирования эволюции социально-экономических систем необходим комплексный подход, включающий как традиционные математические модели, так и нестандартные методы, например, учитывающие пространственную организацию системы (клеточные автоматы, фракталы). Важно также учитывать структуру и иерархию подсистем, а также опыт и

интуицию, которые могут быть ценными источниками информации. Эффективным инструментом для реализации эволюционного моделирования являются генетические алгоритмы, позволяющие эффективно исследовать различные варианты развития системы.

Эволюционное моделирование имитирует процесс естественного отбора, где с каждым поколением меняются варианты решений, чтобы лучше адаптироваться к внешним условиям. Ключевая цель – найти оптимальное решение для заданной задачи, выраженной в виде целевой функции.

В отличие от традиционных методов оптимизации, эволюционный поиск не требует строгих предположений о структуре задачи и позволяет находить решения в более широком классе проблем. Это делает эволюционное моделирование ценным инструментом для решения сложных задач, где классические методы оказываются ограниченными.

Существует множество устоявшихся областей эволюционного моделирования [2], в рамках данной работы подробно будут описаны только моделирование общих закономерностей эволюции (эволюционные методы или эволюционные алгоритмы).

Эволюционные алгоритмы, работающие в условиях существенной и неизбежной неопределенности, непрерывно анализируют окружающую среду и чередуют этапы адаптации с выбором приемлемых решений [3, 4].

Первично сформированы три главных метода эволюционных алгоритмов:

#### 1. Генетические алгоритмы.

Этот алгоритм моделирует естественный процесс эволюции популяции, используя принципы генетики и естественного отбора. Его применяют для решения различных задач, таких как оптимизация (в том числе многокритериальная), поиск оптимальных решений и управление сложными системами.

Шаги выполнения генетического алгоритма:

##### 1) Выбор исходной популяции.

Генерация случайной выборки из заданного числа особей, представленных в виде двоичных кодов фиксированной длины;

##### 2) Оценка приспособленности хромосом в популяции.

Определение уровня приспособленности каждой хромосомы в популяции, что равнозначно оценке приспособленности каждой особи в популяции;

##### 3) Проверка выполнения условий алгоритма.

В зависимости от поставленной задачи, алгоритм может завершиться уже на первом шаге, либо продолжить работу до тех пор, пока не будет найдена более приспособленная особь;

##### 4) Селекция.

Отбор хромосом, которые будут участвовать в создании следующего поколения популяции;

5) Применение генетических операторов.

Формирование популяции на основе выбранных хромосом;

6) Формирование новой популяции.

Формирование пар среди прошлой популяции и скрещивание;

7) Выбор «наилучшей» хромосомы.

Финальный шаг, где выбирается особь, наиболее эффективно удовлетворяющая заданным условиям.

2. Эволюционные стратегии.

Эволюционные стратегии, вдохновленные естественной эволюцией, формируют группу решений и улучшают их с помощью "мутаций" и "отбора".

Отличительной чертой эволюционных стратегий является использование вещественных чисел для представления решений. Это позволяет более гибко и точно работать с пространством решений, в отличие от классического генетического алгоритма, который использует двоичные коды.

Кроме того, эволюционные стратегии отличаются механизмом отбора. Вместо того, чтобы просто выбирать "лучших", они создают промежуточную популяцию с измененным размером, а затем уменьшают ее до исходного размера, удаляя менее приспособленные особи.

Еще одним отличием является то, что параметры эволюционного процесса в эволюционных стратегиях динамичны и меняются в ходе эволюции.

3. Эволюционное программирование

Аналог генетического программирования, но структура программы постоянна, изменяются только числовые значения, данное направление развивалось в контексте распознавания грамматики неизвестного языка. Особый интерес эволюционное программирование получило после развития численной оптимизации [5].

Все эти методы имеют общие черты: сначала создается группа исходных решений, затем она подвергается отбору и модификации с помощью генетических операций, что в конечном итоге позволяет находить более эффективные решения [6].

Данные методы дали основу для эволюционного моделирования во второй части прошлого века, на их основе в современной науке сформированы следующие методы:

- Генетическое программирование.

Генетическое программирование, являющееся расширением стандартных генетических алгоритмов, позволяет автоматически создавать компьютерные программы. В этом методе популяция состоит из закодированных программ, которые "эволюционируют" путем скрещивания и мутации, чтобы найти оптимальное решение – программу, наиболее эффективно решающую поставленную задачу. Качество программы определяется специальной функцией приспособленности;

- Программирование экспрессии генов.

В одном из подходов генетического программирования, программа представляется в виде древовидной структуры, которая затем преобразуется в линейный код. Этот код определен однозначно, не допуская различных интерпретаций.

Классические генетические алгоритмы имеют определенные недостатки, такие как преждевременная сходимость к не оптимальному решению, необходимость настройки параметров, оптимальное значение которых трудно определить.

Для решения этих проблем был предложен подход с использованием дополнительной, независимо эволюционирующей популяции, сохранением "лучшей" особи и автоматизированным поиском оптимальных параметров с минимальными вычислительными затратами [7];

- Дифференциальная эволюция.

Особенностью алгоритмов дифференциальной эволюции является использование различий между индивидами (значениями аргумента целевой функции), реализованное линейным оператором, называемым «дифференциацией» [8].

Генетические алгоритмы и дифференциальная эволюция - это два различных алгоритма эволюционной оптимизации с разными подходами к решению задач оптимизации.

В генетических алгоритмах особи в популяции обычно представлены в виде двоичных или целых строк, для создания последующих поколений, дифференциальная эволюция, с другой стороны, этот метод использует векторы с действительными числами, применяя специальную стратегию "дифференциальной мутации", которая комбинирует существующие векторы для создания новых вариантов.

Обновление популяции в этой методе происходит постепенное, заменяя особей в зависимости от их производительности по сравнению с экспериментальными векторами [5].

#### Список использованных источников

1. Пелевин В. iPhuck 10. – Litres, 2017
2. Фогель Л., Оуэнс А., Уолш М. Искусственный интеллект и эволюционное моделирование. -М.: Мир, 1969. -230 с.
3. Букатова И.Л. Эволюционное моделирование и его приложения. – М.: Наука, 1979
4. Букатова И. Л., Шаров А. М. Эвоинформатика: теория и практика эволюционного моделирования. – Наука, 1991
5. Ерохин, Д. А. Исследование эффективности алгоритма дифференциальной эволюции в зависимости от выбора схемы мутации / Д. А. Ерохин // Решетневские чтения. – 2018. – Т. 2. – С. 9-10. – EDN YTFNPV
6. Руденко, О. Г. Об одной модификации алгоритма программирования с экспрессией генов в задаче аппроксимации функции / О. Г. Руденко, С. В. Мирошниченко // Вестник Херсонского национального технического университета. – 2013. – № 1(46). – С. 90-94. – EDN RLYPMP

7. Пантелеев, А. В. Применение метода дифференциальной эволюции для оптимизации параметров аэрокосмических систем / А. В. Пантелеев, И. Ф. Дмитраков // Труды МАИ. – 2010. – № 37. – С. 7. – EDN MLMQSZ

8. Дагим Силисши Алгоритм дифференциальной эволюции //Электронный журнал Baeldung.com URL <https://www.baeldung.com/cs/differential-evolution-algorithm>

#### References

1. Pelevin V. iPhuck 10. - Litres, 2017

2. Fogel L., Owens A., Walsh M. Artificial Intelligence and Evolutionary Modeling. - Moscow: Mir, 1969. -230 p.

3. Bukatova I. L. Evolutionary modeling and its applications. - Moscow: Science, 1979

4. Bukatova I. L., Sharov A. M. Evoinformatics: theory and practice of evolutionary modeling. – Science, 1991

5. Dagim Silisshi Algorithm of differential evolution // Electronic journal Baeldung.com URL <https://www.baeldung.com/cs/differential-evolution-algorithm>

6. Erokhin, D. A. Study of the efficiency of the differential evolution algorithm depending on the choice of the mutation scheme / D. A. Erokhin // Reshetnevskie readings. – 2018. – Vol. 2. – Pp. 9-10. – EDN YTFNPV

7. Rudenko, O. G. On one modification of the programming algorithm with gene expression in the problem of function approximation / O. G. Rudenko, S. V. Miroshnichenko // Bulletin of the Kherson National Technical University. - 2013. - No. 1 (46). - P. 90-94. - EDN RLYPMP

8. Panteleev, A. V. Application of the method of differential evolution for optimization of parameters of aerospace systems / A. V. Panteleev, I. F. Dmitrakov // Proceedings of MAI. - 2010. - No. 37. - P. 7. - EDN MLMQSZ

#### ANALYSIS OF THE METHOD OF EVOLUTIONARY MODELING

Arhireqskiq R.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orenburg State University»

Abstract. Evolutionary modeling is a method of using evolutionary theory to solve problems of forecasting and finding optimal solutions. Based on this theory, various methods of implementation have emerged since the sixties of the last century. An analysis of various methods of evolutionary modeling is carried out, the main steps of the algorithms for their implementation are shown.

Keywords: genetic algorithms, genetic programming, differential evolution, data interpretation, modeling, monitoring, neurogenesis, forecasting, control, evolutionary programming, evolutionary strategies, evolutionary modeling, population evolution.



## ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ В РЕЖИМЕ КОНВОЯ

Асфур Х.М.А., Горяев Н.К.

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск

Аннотация. Транспортные системы во многом определяют качество жизни городского населения. Одной из тенденций, характерной для большинства городских территорий, является значительное обострение транспортных проблем, произошедшее за последние десятилетия. В этой связи, исследование, направленное на повышение производительности городского пассажирского транспорта, в том числе, за счёт увеличения пропускной способности городской транспортной инфраструктуры, является актуальным. Исходя из актуальности рассматриваемой тематики и подходов, обеспечивающих повышение производительности пассажирских транспортных систем при минимальном объёме инвестиционных вложений, сформулирована цель исследования: повышение пропускной способности остановочных пунктов в режиме конвоя. В качестве одного из перспективных направлений развития предложенного подхода является расширение области его применения за счёт разработки дополнения, обеспечивающего его реализацию для случая движения пассажирских транспортных средств в общем потоке вне выделенной полосы.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, пропускная способность, время обслуживания, транспортные средства, остановочный пункт.

**Введение.** В крупнейших городах России и развивающихся стран в связи с возрастающими темпами роста автомобилизации возникла серьезная проблема в транспортной системе [1]. Существует множество стратегий ускорения автобусов общественного транспорта на маршрутах путем создания отдельных полос, двойных полос, нескольких посадочных площадок на остановках или иногда синхронизации светофоров [2]. Одним из важных способов улучшения работы автобусных остановок является работа в режиме конвоя. Это означает, что автобусы едут в группе с наименьшими возможными интервалами между собой и проезд остановок также осуществляется группой [1]. Работа в режиме конвоя изучалась в Бразилии как один из эффективных способов увеличения пропускной способности выделенной полосы с большими объемами движения автобусов, которые часто используют более одной полосы для обгона [3]. Пропускная способность системы общественного транспорта состоит из физических компонентов, изображенных на рисунке 1.



Рисунок 1 – Эскиз физических элементов системы общественного транспорта

**Цель исследования:** повышение эффективности работы городского пассажирского транспорта общего пользования путем формирования групп автобусов.

**Обзор литературы по теме исследования.** Согласно Szász et al [4], на автобусной полосе без светофоров один автобус может проезжать заданную точку каждые 3,5 с, что означает пропускную способность 1030 автобусов в час. При наличии светофоров вышеуказанная пропускная способность должна быть уменьшена на отношение эффективного зеленого цвета к общему времени цикла светофора. Например, если время зеленого света равно 50% времени цикла, можно получить пропускную способность 515 автобусов в час, что выше, чем нормальный поток автобусов практически в любом коридоре. Следовательно, если бы светофоры были единственной точкой остановки автобусов, одной полосы для автобусов было бы достаточно.

Однако фактически критическими точками автобусных полос являются промежуточные автобусные остановки. Например, если четыре пассажира садятся в каждый автобус со скоростью 3 секунды на пассажира, то каждый автобус останавливается на 12 секунд, входя в автобус, открывая и закрывая двери и покидая автобусную остановку, то максимальная пропускная способность будет составлять 150 автобусов в час, может быть достигнута, если только предпринимаются некоторые действия. Эксперимент был проведен в Бразилии с использованием конвоев на автобусных остановках (EVTU, 1982). Работа конвоя состоит в том, что автобусы передвигаются аналогично поезду, но без физического соединения [6].

### Теоретическая часть

В режиме конвоя Автобусы едут группой с короткими интервалами между ними и останавливаются все вместе на автобусной остановке в том порядке, в котором они едут. Автобусы в определенные пункты назначения останавливаются на определенных стоянках, поэтому пассажиры знают, где ждать на платформе [7]. В результате посадка/высадка пассажиров происходит одновременно для всех останавливающихся автобусов [5]. Поскольку это параллельный процесс, время обслуживания пассажиров для всех автобусов является минимальным, а не суммой, как было бы в последовательном случае. При этой форме работы эмпирическое выражение для пропускной способности автобусной остановки было дано Szász et al [4]:

$$Q_c = \frac{3600 - \beta_b \cdot B \left( \frac{3}{2+N} \right)}{4 + \frac{8}{N}} \quad (1)$$

где  $Q_c$  – пропускная способность автобусной остановки в режиме конвоя (автобусов/час);  $N$  – среднее количество автобусов в колонне (автобусе);  $\beta_b$  — время посадки на одного пассажира (сек/пасс), а  $B$  – потребность в посадке/высадке на автобусной остановке (пасс/час).

Чтобы сделать применение системы сопровождения более понятным, некоторые эксплуатационные характеристики этой системы приняты для целей этого примера. Их можно резюмировать следующим образом [7, 8]:

- система представляет собой отдельный путь для маршруток, автобусов и троллейбусов;
- высадка и посадка пассажиров производится только на остановке;
- между остановками и светофорами нет пересечений;
- $g/c = 0,5$  – зеленый коэффициент светофора на перекрестках;
- $c_v = 0,9$  – практическая степень насыщения для дорог или перекрестков, а  $0,6$  – для остановок [8].
- $t_c = 15$  с – время оформления на остановках;
- $\beta b = 3,5$  сек/пасс – время посадки/высадки одного пассажира;
- $N = 2,43$  – эффективное количество остановочных мест на остановках [9].

Применяя уравнение (1) с учетом эксплуатационных характеристик этой системы, было обнаружено, что каждому автобусу требуется  $12$  с для прибытия и отправления. Из этого времени четыре секунды соответствуют минимальному интервалу между последовательными автобусами и не могут быть уменьшены. Остальные восемь секунд соответствуют потерянному времени на торможение автобуса при въезде на остановку, открытие и закрытие дверей и ускорение при выезде с остановочной площадки. В конвое эти процессы предполагаются одновременными, поэтому это время делится на размер конвоя [6]. Влияние скорости движения транспортных средств общего пользования и продолжительности зеленого сигнала светофора на формирование их транспортного потока во многом зависит от характеристик дорожной сети, в частности от расположения остановочных пунктов [1]. Аналогичным образом, в режиме конвоя пассажиры могут садиться во все автобусы одновременно, поэтому общее количество посадок на автобусной остановке следует разделить на размер  $N$  конвоя. Однако выяснилось, что этот номер не одинаков для всех автобусов, и некоторым автобусам приходится ждать отправления автобуса с наибольшим спросом. Поэтому для учета этого было введено эффективное число автобусов в конвое, равное  $3/(2+N)$ . Уравнение (1) также можно понимать как пропускную способность хорошо организованной остановки с  $N$  линейно смежными местами остановки. С этой точки зрения считается, что транспортные средства прибывают и отправляются в соответствии с правилами въезда и выезда *FIFO* (первый пришёл – первый ушёл). Предполагается, что время занятости места остановки одинаково для каждого транспортного

средства, потребность в посадке равномерно распределяется в течение каждого часа, и автобусы прибывают с минимальным интервалом между ними.

В таких условиях пропускная способность остановки  $Q_c$  является линейно убывающей функцией почасовой потребности в посадке  $B$  [4]. Наклон функции задается временем посадки на одного пассажира  $\beta_b$  как единственной поведенческой переменной. На рисунке 2 показан пример такого изменения вместимости автобусных остановок для конвоя из 3 автобусов с тремя разными временами посадки на одного пассажира [5].

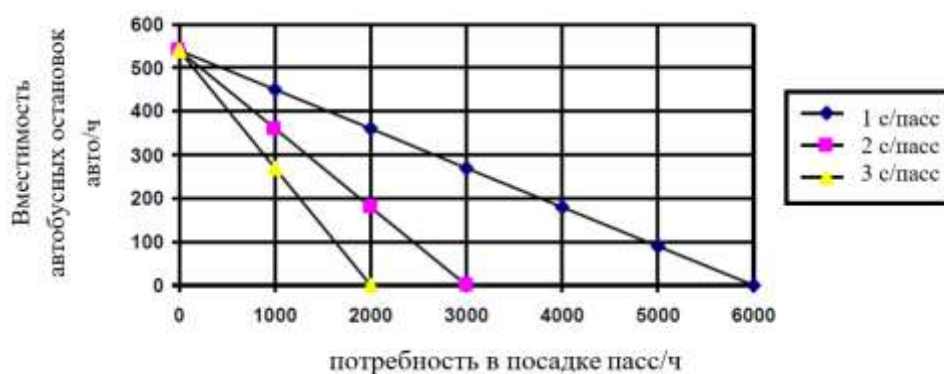


Рисунок 2 – Пропускная способность автобусных остановок для конвоя

Формула пропускной способности остановки может быть применена для автобусного конвоя любого размера. В частности, если конвой состоит только из одного автобуса ( $N=1$ ), формула должна воспроизводить вместимость одноместной автобусной остановки. В этом случае формула считает, что каждый автобус тратит около 12 с на прибытие и отправление плюс  $\beta_b$  секунд на каждого сажающегося пассажира.

Чтобы объяснить модель, упомянутые выше данные можно ввести в уравнение (1), подставив значения  $\beta_b = 2$  с/пасс,  $B = 390$  (пасс/ч) и  $N=1$ . Эти данные будут обозначать абсолютную пропускную способность, равную 235 автобусов/час, по сравнению с 55 автобусов/час пропускной способности автобусных остановок, рассчитанной по модели HCM [11]:

$$Q_N = N_{eb} \cdot B_{bb} = \frac{3600(g/c)}{t_c + t_d(g/c) + Z_\alpha c_v t_d} \quad (2)$$

где  $Q_N$  – пропускная способность остановочного пункта, ед/ч;  $N_{eb}$  – количество остановочных мест на остановочной армии;  $B_{bb}$  – максимальное количество автобусов на машино-место в час, (пропускную способность одного ОП), ед/ч;  $g/c$  – собрал время зеленого света на цикл работы светофорного объекта или отношение времени зеленого сигнала к общему циклу времени; (для остановочной точки при нерегулируемом перекрестке,  $g/c = 1$ );  $t_c$  – время освобождения (убытия) с остановочного пункта ( $t_c$  может составлять 9-20 с), с;  $t_d$  – время затраченное на обслуживание пассажиров на остановочной службе (посадка и высадка), с;  $c_v$  – коэффициент вариации времени обслуживания пассажиров при остановочной заболеваемости ( $c_v$  может в среднем для  $t_d$  составлять 0,6 сек);  $Z_\alpha$  – коэффициент вероятности отказа в отказе на

обслуживание (рекомендуемый  $Z_\alpha$  на отказ может составлять 1,04–1,44 ).

### Результаты исследования

Используя арифметическую программу для расчета теоретических значений оценочной пропускной способности автобусных остановок ( $Q_N$ ) линейных автобусных остановок в режиме онлайн в соответствии с моделью НСМ, можно отметить, что значение  $Q_N$  будет уменьшаться при увеличении времени пребывания  $t_d$  (рисунок 3).

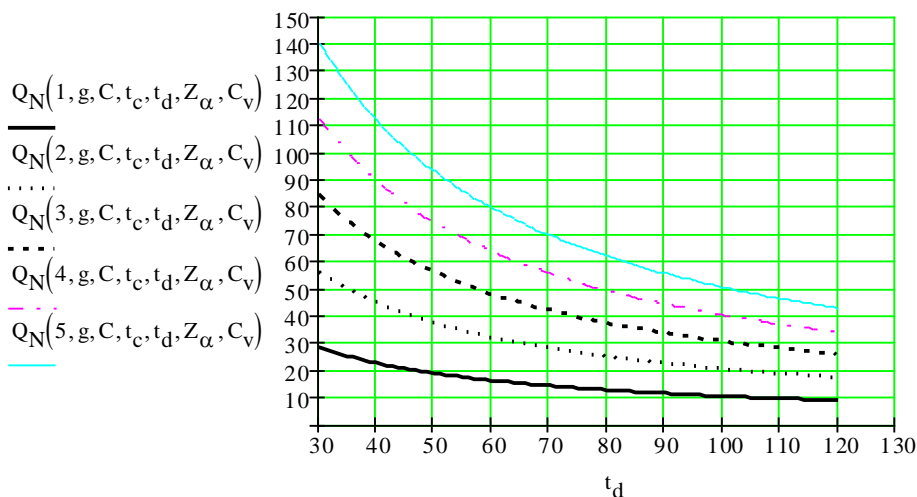


Рисунок 3 – Теоретические значения оценки пропускной способности

Для иллюстрации эффекта увеличения остановочных мест в остановочных пунктах на рисунке 4 были построены теоретические значения расчетной вместимости автобусных остановок  $Q_N$  в зависимости от различного количества остановочных мест в остановочных пунктах,  $N_b$ .

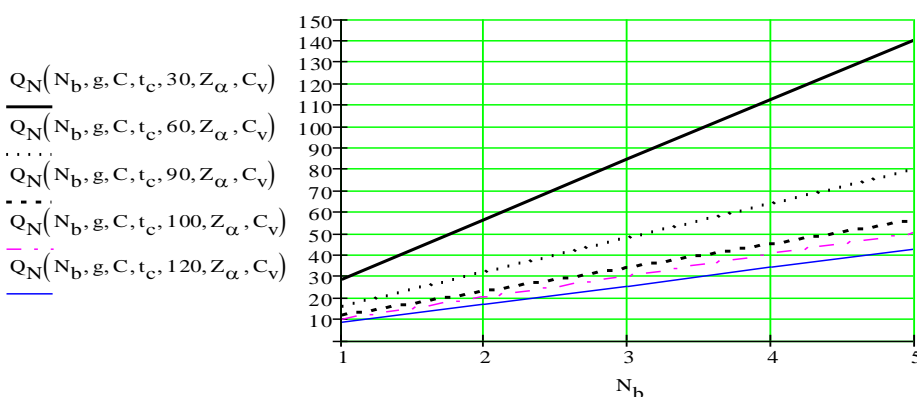


Рисунок 4 – Теоретические значения расчетной вместимости

В реальной ситуации эти данные уже должны были быть собраны и помещены в электронную таблицу для проведения статического анализа этих данных [12]. Большинство программ для моделирования спроса могут оценивать эффективность автобусных остановок по количеству посадок и высадок или другим факторам, но лучше иметь реальные данные, чтобы

приблизить состояние к фактической ситуации [7]. Поэтому, используя результаты модели НСМ получаем результаты, представленные на рисунке 3. В результатах отмечено, что при увеличении количества причалов вместимость будет увеличиваться, но в процентном отношении эффективность не удваивается. С другой стороны, есть лучшее ограничение на количество остановочных мест, после чего любое увеличение количества мест приводит к маневрированию между автобусами, и возникают заторы, что приводит к увеличению времени в пути.

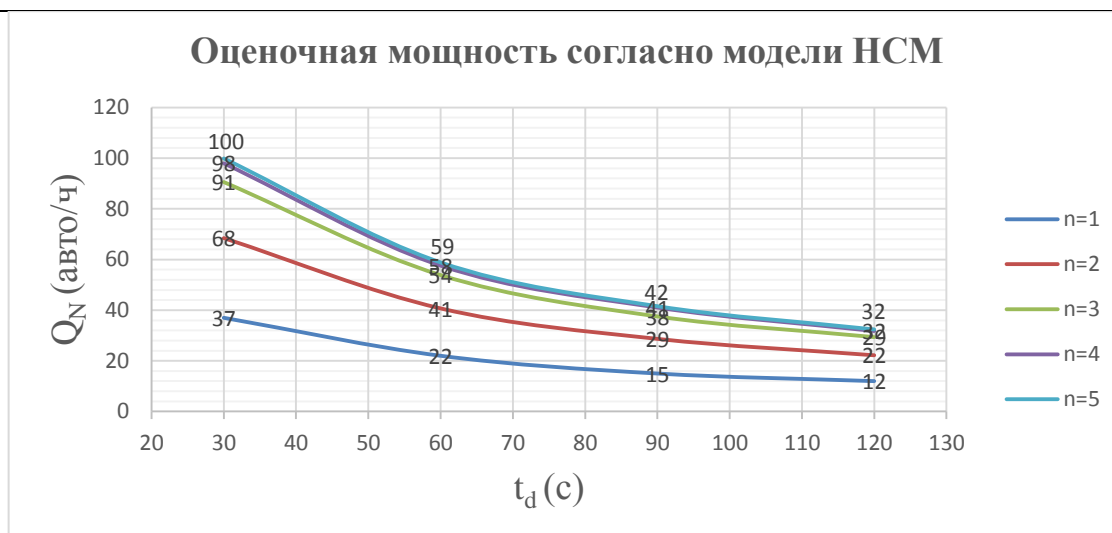


Рисунок 5— Оценочная пропускная способность остановок согласно модели НСМ в реальной ситуации

### Заключение

Согласно модели НСМ [11], не рекомендуется иметь более 3-х мест в остановочных пунктах. Данные о снижении эффективности работы остановочных пунктов при различном количестве остановочных мест на нем представлены на рисунке 5.

В результате модели для оценки вместимости автобусной остановки в режиме конвоя, хотя и являются иллюстративными, в данном случае не дают хороших результатов. Причина может быть в постоянных 12 секундах, которые формула предполагает для каждого автобуса, обслуживаемого на остановочном пункте. Похоже, что формула пропускной способности для конвоя имеет тенденцию завышать пропускную способность обычной автобусной остановки.

С другой стороны, путем сравнения результатов, полученных при использовании модели (Szász et al.) и модели НСМ, можно определить:

1. эффективность использования остановочных пунктов может быть повышена при использовании системы конвоя, если эти остановки имеют возможность приема трех автобусов вместе в виде системы конвоя;

2. из-за того, что автобусы прибывают в одно и то же время к остановкам в системе конвоя, время ожидания будет меньше, чем прибытие отдельного автобуса.

Поэтому с помощью простых экспериментов было продемонстрировано, что эта модель способна ответить на некоторые важные вопросы о работе автобусных остановок. В частности, влияние моделей прибытия автобусов и пассажиров, препятствий для выезда с остановки и предельного времени посадки являются важными факторами для автобусных перевозок в режиме конвоя.

#### Список использованных источников

1. Averyanov, YI, Asfoor, HMA, & Golenyaev, NS (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. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 666, No. 4, p. 042085). IOP Publishing.
2. Freeman, J. (2013). *Kittelson and Associates*. Inc. "Technical Memorandum—Transit Signal Priority Implementation on International Drive: TSP Evaluation Summary Draft.
3. Fernandez, R., & Planzer, R. (2002). On the capacity of bus transit systems. *Transport reviews*, 22(3), 267-293.
4. Szasz, P. Á., de Carvalho Montans, L., & Ferreira, E. O. (1978). *COMONOR: ordained bus convoy* (No. 9). Companhia de Engenharia de Tráfego.
5. Romea, G., & Estrada, M. (2021). Analysis of an autonomous driving modular bus system. *Transportation research procedia*, 58, 181-188.
6. Averyanov Yu.I., Asfoor H.M.A., Golenyaev N.S. Theoretical Rationale of the Speed Mode of Public Transport for Non-stop Passage at a Signal-Controlled Crossing. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2021, vol. 15, no. 1, pp. 182–188. (In Russ.). DOI: 10.14529/em210119
7. Asfoor, H. M. A., & Averyanov, Y. I. (2021, October). Bus Stop Points for Urban Passenger Transport and the Factors That Influence Their Capacity. In 2021 International Conference on Advance of Sustainable Engineering and its Application (ICASEA) (pp. 137-140). IEEE.
8. Gibson, J., & Fernández, R. (1995). Recomendaciones para el diseño de paraderos de buses de alta capacidad. *Apuntes de ingeniería*, 18(1), 35-50.
9. Jacques, K. S., & Levinson, H. S. (1997). *Operational analysis of bus lanes on arterials* (Vol. 26). Transportation Research Board.
10. Daganzo, C. F. (2010). Structure of competitive transit networks. *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(4), 434-446.
11. Highway capacity manual (2000). Washington, DC, 2(1).
12. Germani, E., & Szasz, P. A. (1980, September). COMONOR-A bus convoy system. In 30th IEEE Vehicular Technology Conference (Vol. 30, pp. 413-417). IEEE.

#### References

1. Averyanov, YI, Asfoor, HMA, & Golenyaev, NS (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. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 666, No. 4, p. 042085). IOP Publishing.

2. Freeman, J. (2013). *Kittelson and Associates*. Inc. "Technical Memorandum—Transit Signal Priority Implementation on International Drive: TSP Evaluation Summary Draft.

3. Fernandez, R., & Planzer, R. (2002). On the capacity of bus transit systems. *Transport reviews*, 22(3), 267-293.

4. Szasz, P. Á., de Carvalho Montans, L., & Ferreira, E. O. (1978). *COMONOR: ordained bus convoy* (No. 9). Companhia de Engenharia de Tráfego.

5. Romea, G., & Estrada, M. (2021). Analysis of an autonomous driving modular bus system. *Transportation research procedia*, 58, 181-188.

6. Averyanov Yu.I., Asfoor H.M.A., Golenyaev N.S. Theoretical Rationale of the Speed Mode of Public Transport for Non-stop Passage at a Signal-Controlled Crossing. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Economics and Management*, 2021, vol. 15, no. 1, pp. 182–188. (In Russ.). DOI: 10.14529/em210119

7. Asfoor, H. M. A., & Averyanov, Y. I. (2021, October). Bus Stop Points for Urban Passenger Transport and the Factors That Influence Their Capacity. In 2021 International Conference on Advance of Sustainable Engineering and its Application (ICASEA) (pp. 137-140). IEEE.

8. Gibson, J., & Fernández, R. (1995). Recomendaciones para el diseño de paraderos de buses de alta capacidad. *Apuntes de ingeniería*, 18(1), 35-50.

9. Jacques, K. S., & Levinson, H. S. (1997). *Operational analysis of bus lanes on arterials* (Vol. 26). Transportation Research Board.

10. Daganzo, C. F. (2010). Structure of competitive transit networks. *Transportation Research Part B: Methodological*, 44(4), 434-446.

11. Highway capacity manual (2000). Washington, DC, 2(1).

12. Germani, E., & Szasz, P. A. (1980, September). COMONOR-A bus convoy system. In 30th IEEE Vehicular Technology Conference (Vol. 30, pp. 413-417). IEEE.

## INCREASING THE CAPACITY OF BUS STOPPING POINTS BY CONVOY SYSTEM

H.M.A. Asfoor, N.K. Goryaev  
South Ural State University, Chelyabinsk

**Abstract.** Transport systems largely determine the quality of life of the urban population. One of the trends characteristics of most urban areas is a significant aggravation of transport problems that has occurred over the past decades. In this regard, a study aimed at increasing the productivity of urban passenger transport, including by increasing the capacity of the urban transport infrastructure, is relevant. Based on the relevance of the topic under consideration and approaches that ensure increased productivity of passenger transport systems with a minimum amount of



investment, the goal of the study is formulated: increasing the capacity of stopping points in convoy mode. One of the promising areas for the development of the proposed approach is to expand the scope of its application by developing an add-on that ensures its implementation in the case of movement of passenger vehicles in the general flow outside the dedicated lane.

Keywords: urban passenger transport, capacity, dwell time, public transport, bus stopping point.

УДК 519.6: 656.13

## **К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ**

**Ахромешин А. В., Пышный В. А.**

ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет», г. Тула

Аннотация. Целью настоящего исследования является изучение перераспределения перемещений населения и оценка влияния загрузки улично-дорожной сети города при вводе в эксплуатацию новых участков улично-дорожной сети. На примере города Тула, произведены расчеты для двух случаев, связанных со строительством моста через реку Упа между ул. Курковая и ул. Мосина. Выполнено формирование прогнозной модели и сравнение ее показателей с базовыми, позволившее оценить на макроуровне перераспределение транспортных потоков, а также обобщенные характеристики выполненной транспортной работы и временных затрат. Транспортная модель охватывает не отдельно взятые городские округа соединяемые мостовым сооружением, а всю территорию города. Определено сокращение длин перемещений для части корреспонденций, при этом этот сдвиг охватывает порядка 5% корреспонденций.

Ключевые слова: транспортная система, транспортная модель, корреспонденция, дорога, население.

Исторически сложившаяся планировка городов [1-2] и их обустройство возле водоемов определяет основу транспортных корреспонденций. Как правило, города состоят из обособленных территорий, связанных между собой ограниченным количеством мостов и путепроводов [3-4]. Данные условия ведут к последующим ограничениям развития транспортных связей внутри городов.

Кратное увеличение мостов и путепроводов позволило бы решить большинство транспортных задач. Но потребуется значительное количество инвестиций, окупаемость которых можно поставить под сомнение. Таким образом, перед градостроителями и транспортными инженерами встает основной вопрос: как при ограниченном (минимальном) бюджете и в каком месте построить новую транспортную связь для максимального повышения эффективности функционирования транспортной системы (ТС).

Эффективность ТС может быть определена различными параметрами, включая время движения, загруженность дорог, уровень шума, загрязнения воздуха и другие факторы. Однако, важно понимать, что эффективность транспортной системы не должна оцениваться только с точки зрения экономической выгоды или минимизации затрат. Необходимо учитывать социальное и экологическое воздействие, а также влияние на качество жизни горожан.

Вот несколько параметров, которые могут определить эффективность функционирования транспортной системы:

1. Время движения. Скорость и продолжительность перемещения от одного пункта до другого являются ключевыми показателями эффективности. Чем быстрее и удобнее добраться до нужного места, тем выше эффективность транспортной системы.

2. Загруженность дорог. Уровень пробок и заторов на дорогах также влияет на эффективность. Высокая загруженность снижает скорость движения и увеличивает время в пути, что делает систему менее эффективной.

3. Комфортность и безопасность. Эти аспекты важны для оценки качества обслуживания пассажиров. Чем комфортабельнее и безопаснее транспортная система, тем больше людей будут ею пользоваться.

4. Экологическая чистота. Транспортные средства должны соответствовать экологическим стандартам, чтобы минимизировать вредное воздействие на окружающую среду. Это включает использование альтернативных источников энергии и сокращение выбросов загрязняющих веществ.

5. Социально-экономические последствия. Транспортная система должна способствовать развитию экономики и улучшению социальной среды, а не наоборот. Например, наличие доступного общественного транспорта способствует равномерному распределению населения и уменьшает разрыв между богатыми и бедными районами.

Таким образом, эффективность транспортной системы зависит от множества факторов, и каждый город должен находить баланс между этими параметрами, исходя из своих конкретных условий и приоритетов.

Цель данной публикации – провести расчеты загрузки улично-дорожной сети для базового и прогнозного варианта: до строительства мостового сооружения и после ввода в эксплуатацию этого строения, изучить влияние ввода в эксплуатацию нового мостового сооружения на уровне городской транспортной системы.

Исторически улично-дорожная сеть г. Тула развивалась в радиально-кольцевой форме. Единственное «кольцо», объединяющее все городские районы магистральными улицами: ул. Советская – ул. Пролетарская – ул. Демидовская плотина, проходит в границах исторической застройки. Город разделен реками Тулица и Упа на 3 части. На территории города имеется 5 мостов через р. Упу и 2 через р. Тулица, полноценная окружная дорога для транзитного транспорта отсутствует, что сильно нагружает транспортную систему [4-5].

Улично-дорожная сеть города Тулы практически не претерпевала изменений в части расширения в последние 30 лет. Было построено несколько новых дорог и улиц, но большинство из них являются небольшими проездами или связующими путями между уже существующими магистралями. Основные объекты:

Восточный обход с мостовым сооружением и путепроводом объединивший Центральный и Пролетарский округа, длина 3,2 км.

Новый участок ул. Хворостухина, связь внутрирайонного значения, длина 1 км.

Мостовое сооружение между ул. Курковая и ул. Мосина обеспечивающее межрайонную и транзитную связь северной части города с центральной, длина 1,5 км.

Рассмотрим на примере введения в эксплуатацию нового мостового сооружения развитие транспортной системы г. Тулы. В рамках проведения проектных и изыскательских работ перед принятием решения о строительстве были проведены социологические и модельные исследования. Формирование прогнозной модели и сравнение ее показателей с базовыми позволило оценить на макроуровне перераспределение транспортных потоков, а также обобщенные характеристики выполненной транспортной работы и временных затрат.

Используемая модель сформирована с использованием отечественного программно-аналитического комплекса на основе стандартной четырехшаговой схемы [7] и дополнительно откалибрована на участке улично-дорожной сети по актуальным данным интенсивности транспортных потоков в соответствующих сечениях.

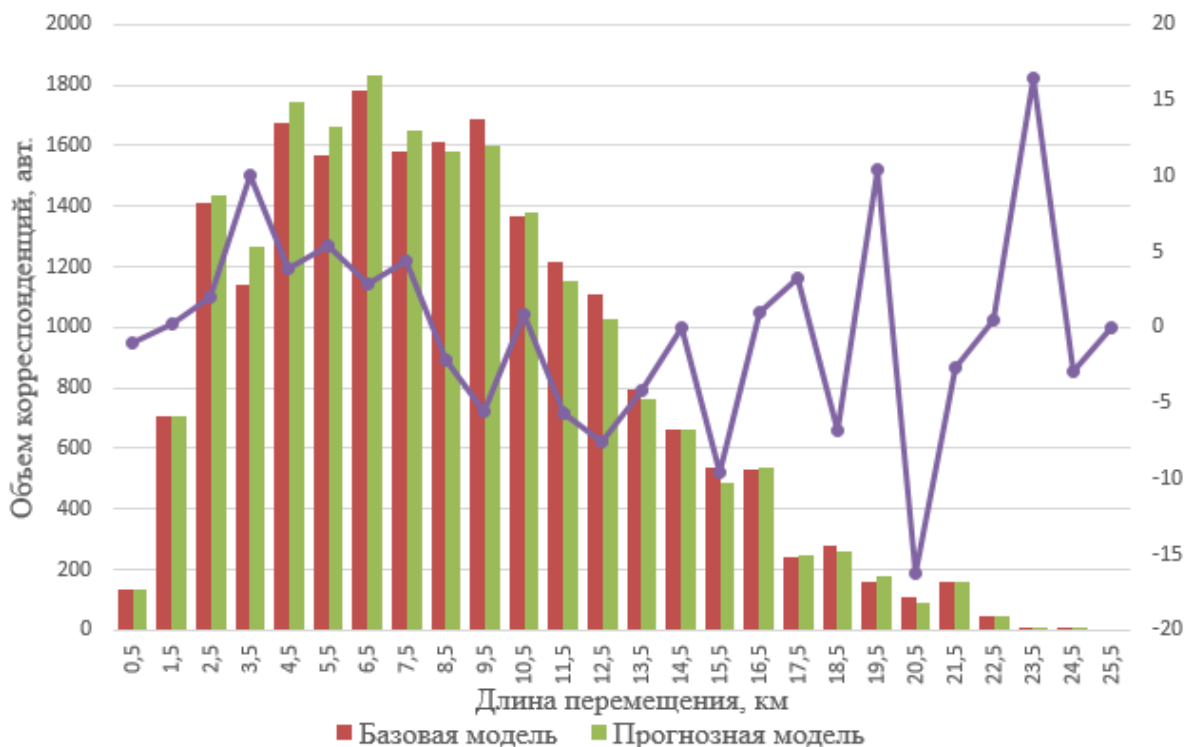


Рисунок 1 – Гистограмма распределения корреспонденций по длине перемещения

Результаты модельных расчетов показывают, что происходит перераспределение транспортных потоков: часть транзитных и пригородных транспортных потоков, направляющихся в город с северо-западного направления, отдает предпочтение новой связи, а также крупные спальные районы Зареченского округа получили возможность выбора оптимального маршрута движения, что значительно разгрузило основное магистральное «кольцо».

На рисунке 1 представлена гистограмма распределения корреспонденций по длинам перемещений для обоих вариантов расчета, а также дополнительной линией выделена разница между данными. Наблюдается сокращение длин перемещений для части корреспонденций, при этом этот сдвиг охватывает порядка 5% корреспонденций. Данный показатель является достаточно значимым поскольку транспортная модель охватывает не отдельно взятые городские округа соединяемые мостовым сооружением, а всю территорию города.

В заключении можно выразить мнение, что несмотря на высокие удельные экономические затраты при строительстве мостовых сооружений, очевидна их польза для функционирования всей транспортной сети города. При вводе новых сооружений данного типа сокращается длина и время поездок по сети, растет комфорт поездок.

#### Список использованных источников

1. Веретенников Д. Б. Структурно-планировочная реорганизация современных городов. – 2015.
2. Сычѳв И. С. Оценка форм территориально-пространственного развития жилой среды исторически сложившегося города : дис. – Моск. гос. строит. ун-т, 2014.
3. Пастух О. А. Этапы градостроительного развития Тулы в XVI-XX вв //Вестник гражданских инженеров. – 2015. – №. 6. – С. 30-36.
4. Сторчак Ю. А. Мосты в истории формирования транспортных сообщений в городах //Вестник МГСУ. – 2008. – №. 4. – С. 48-60.
5. Кашинцева Л. В., Никихин А. С. Проблемы совершенствования транспортной системы г. Тулы // Социально-экономические и экологические проблемы горной промышленности, строительства и энергетики. – 2015. – С. 337-337.
6. Пастух О. А. Проектные концепции и реалии развития исторической территории Тулы //Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2015. – №. 4 (34). – С. 47-55.
7. Агуреев, И. Е. Моделирование загрузки улично-дорожной сети / И. Е. Агуреев, В. И. Швецов, В. А. Пышный // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2013. – № 6-2. – С. 127-139.

## References

1. Veretennikov D. B. Strukturno-planirovochnaya reorganizatsiya sovremennykh gorodov. – 2015.
2. Sychyov I. S. Ocenka form territorial'no-prostranstvennogo razvitiya zhiloy sredy istoricheskii slozhivshegosya goroda : dis. – Mosk. gos. stroit. un-t, 2014.
3. Pastuh O. A. Etapy gradostroitel'nogo razvitiya Tuly v XVI-XX vv //Vestnik grazhdanskikh inzhenerov. – 2015. – №. 6. – S. 30-36.
4. Storchak Yu. A. Mosty v istorii formirovaniya transportnykh soobshchenij v gorodakh //Vestnik MGSU. – 2008. – №. 4. – S. 48-60.
5. Kashinceva L. V., Nikihin A. S. Problemy sovershenstvovaniya transportnoj sistemy g. Tuly // Social'no-ekonomicheskie i ekologicheskie problemy gornoj promyshlennosti, stroitel'stva i energetiki. – 2015. – S. 337-337.
6. Pastuh O. A. Proektnye koncepcii i realii razvitiya istoricheskoy territorii Tuly //Izvestiya Kazanskogo gosudarstvennogo arhitekturno-stroitel'nogo universiteta. – 2015. – №. 4 (34). – S. 47-55.
7. Agureev, I. E. Modeling of the traffic network load / I. E. Agureev, V. I. Shvetsov, V. A. Pyshny // Proceedings of Tula State University. Technical sciences. - 2013. – No. 6-2. – pp. 127-139.

## ON THE ISSUE OF THE DEVELOPMENT OF URBAN TRANSPORT SYSTEMS

Akhromeshin, A.V. Pyshny V. A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tula State University", Tula

Abstract: the purpose of this study is to study the redistribution of population movements and to assess the impact of loading the city's road network during the commissioning of new sections of the road network. Using the example of the city of Tula, calculations were made for two cases related to the construction of a bridge over the Upa River between Kurkova Street and Mosina Street. The formation of a predictive model and comparison of its indicators with the basic ones were performed, which made it possible to assess at the macro level the redistribution of traffic flows, as well as generalized characteristics of the performed transport work and time costs. The transport model does not cover individual urban districts connected by a bridge structure, but the entire territory of the city. A reduction in the travel lengths for part of the correspondence has been determined, while this shift covers about 5% of the correspondence.

Keywords: transport system, transport model, correspondence, road, population.

## **АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ ИТ ПРОЕКТОВ В ОБЛАСТИ ПАССАЖИРСКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

**Баландина Т.Л., Штукатурова Е.С., Янучков М.Р.**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. С развитием технологий и увеличением потребностей населения в качественных транспортных услугах, ИТ проекты в области пассажирских автомобильных перевозок становятся все более актуальными. Анализ реализации ИТ-проектов в данной сфере позволяет глубже понять, как технологии влияют на эффективность работы транспортных компаний, какие инновации становятся стандартом, и как меняется пользовательский опыт. В этой статье мы рассмотрим ключевые аспекты, касающиеся разработки и внедрения ИТ-решений в области пассажирских автомобильных перевозок, их влияние на отрасль и перспективы дальнейшего развития. Мы проанализируем и сравним, как современные технологии, такие как мобильные приложения, диспетчеризация, и электронные платёжные системы, способствуют созданию более удобных, безопасных и доступных услуг для пассажиров.

Ключевые слова: ИТ проекты, мобильные приложения, диспетчеризация, пассажирские перевозки.

В последние годы сфера пассажирских автомобильных перевозок претерпела значительные изменения благодаря внедрению современных ИТ-технологий. Эти изменения не только упростили процесс заказа такси, но и значительно повысили его безопасность и эффективность. Одним из наиболее заметных примеров является использование мобильных приложений, таких как Uber, Яндекс.Такси и Volt, которые предлагают пользователям интуитивно понятный интерфейс и интеграцию с GPS-системами. Это позволяет минимизировать время ожидания и сделать поездки более комфортными.

Кроме того, важным аспектом ИТ-проектов в этой области являются системы аналитики и предсказания спроса. Алгоритмы машинного обучения и искусственного интеллекта обрабатывают огромные объемы данных о пассажиропотоке, что позволяет транспортным компаниям не только оптимизировать маршруты, но и предугадывать пики спроса. Например, в часы пик или во время крупных мероприятий, таких как концерты или спортивные события, компании могут заранее увеличивать количество доступных автомобилей в нужных районах, что значительно сокращает время ожидания для пассажиров. Также стоит отметить, что современные приложения позволяют пользователям отслеживать местоположение своих водителей в реальном времени, что добавляет дополнительный уровень безопасности. Пассажиры могут делиться своим маршрутом с друзьями или родственниками, что особенно актуально для женщин, путешествующих в одиночку.

В некоторых странах внедряются функции экстренной помощи, которые позволяют водителям и пассажирам быстро связаться с службами безопасности в случае необходимости. Дополнительно, IT-технологии способствуют улучшению взаимодействия между пассажирами и водителями. Системы отзывов и рейтингов помогают поддерживать высокий уровень сервиса, так как пользователи могут оценивать качество поездки и оставлять комментарии. Это создает здоровую конкурентную среду, в которой водители стремятся предоставлять лучший сервис, чтобы получать положительные оценки и, соответственно, больше заказов.

Не менее важным является и влияние IT на управление транспортными средствами. Системы мониторинга состояния автомобилей и GPS-навигаторы помогают водителям избегать пробок и выбирать наиболее быстрые маршруты. Это, в свою очередь, снижает расход топлива и уменьшает углеродный след, что делает перевозки более экологичными. Таким образом, информационные технологии играют ключевую роль в трансформации пассажирских автомобильных перевозок, обеспечивая более эффективные, удобные и безопасные решения как для пользователей, так и для операторов.

Основные аспекты влияния IT-проектов в области пассажирских автомобильных перевозок представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные аспекты влияния IT-проектов в области пассажирских автомобильных перевозок

| Аспект<br>1                         | Преимущества<br>2   | Недостатки<br>3   |
|-------------------------------------|---|---|
| Улучшение качества обслуживания     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Удобство заказа и отслеживания услуг;</li> <li>-Повышение удовлетворенности клиентов;</li> <li>-Быстрая реакция на отзывы и пожелания</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Зависимость от технологий и их исправности;</li> <li>-Возможные проблемы с доступом к интернету у пользователей</li> </ul>       |
| Оптимизация процессов               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Сокращение времени ожидания;</li> <li>- Повышение эффективности использования ресурсов;</li> <li>-Уменьшение числа ошибок в бронировании и оплате</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Необходимость инвестиций в технологии;</li> <li>- Сложности в интеграции с существующими системами</li> </ul>                    |
| Анализ данных и предсказание спроса | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Улучшение планирования маршрутов;</li> <li>- Повышение рентабельности;</li> <li>- Возможность адаптации к изменяющимся условиям рынка</li> </ul>             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Необходимость в квалифицированных специалистах для анализа данных;</li> <li>- Риски неправильной интерпретации данных</li> </ul> |
| Инновационные платежные решения     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Удобство и безопасность при оплате;</li> <li>- Ускорение процесса расчетов;</li> <li>- Повышение доверия клиентов</li> </ul>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Риски киберугроз и мошенничества;</li> <li>- Необходимость постоянного обновления систем безопасности</li> </ul>                 |

Продолжение таблицы 1

| 1                               | 2   | 3   |
|---------------------------------|---|---|
| Безопасность и защита данных    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Повышение безопасности пассажиров;</li> <li>- Защита конфиденциальности данных пользователей</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Риски утечки данных;</li> <li>- Необходимость соблюдения законодательных норм по защите данных</li> </ul>  |
| Экологические инициативы        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Снижение углеродного следа;</li> <li>- Поддержка устойчивого развития;</li> <li>- Привлечение экологически сознательных клиентов</li> </ul>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Высокие первоначальные затраты на внедрение экологически чистых технологий;</li> <li>- Ограниченная инфраструктура для электромобилей</li> </ul> |
| Адаптация к изменениям на рынке | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Гибкость в предложении новых услуг;</li> <li>- Возможность быстро реагировать на изменения в спросе;</li> <li>- Конкурентные преимущества</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Необходимость постоянного мониторинга рынка и адаптации технологий;</li> <li>- Риски, связанные с быстрой устареванием технологий</li> </ul>     |

Эта таблица предоставляет сбалансированный взгляд на преимущества и недостатки внедрения IT-решений в пассажирские перевозки.

Также важна интеграция современных технологий, таких как системы диспетчеризации, мобильные приложения и электронные платёжные системы. Эти инструменты позволяют не только улучшить качество обслуживания, но и существенно повысить оперативность компаний.

Рассмотрим уровень диспетчеризации в таких городах, как Санкт-Петербург, Москва, Оренбург, Казань и Уфа. Полученные данные представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Уровень диспетчеризации в городах России.

| Город           | Основные технологии диспетчеризации                        | Программное обеспечение       | Интеграция с другими системами | Реализация в общественном транспорте | Применение в такси и каршеринге | Потребности пользователей                   | Перспективы развития                   |
|-----------------|--|-------------------------------|--------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|---|--|
| 1               | 2  | 3                             | 4                              | 5                                    | 6                               | 7   | 8                                      |
| Санкт-Петербург | GPS-мониторинг, системы автоматизированной диспетчеризации | "Ситилайт", "Город 812"       | Да                             | Да                                   | Да                              | Удобство, скорость, информативность         | Развитие AI, улучшение интеграции      |
| Москва          | GPS, системы управления движением, аналитика               | "Яндекс.Такси", "Мосгортранс" | Да                             | Да                                   | Да                              | Информация в реальном времени, безопасность | Инновации в аналитике, новые алгоритмы |



Продолжение таблицы 2

| 1        | 2  | 3                                       | 4          | 5          | 6          | 7                                   | 8   |
|----------|--|---|------------|------------|------------|-------------------------------------|---|
| Оренбург | GPS, базовые системы диспетчеризации           | Местные разработки                      | Ограничена | Начинается | Ограничено | Доступность, простота использования | Улучшение технологий, интеграция с новыми системами |
| Казань   | GPS, системы мониторинга, мобильные приложения | "Транспорт Казани", "Электронный билет" | Да         | Да         | Да         | Удобство, безопасность данных       | Рост популярности IT, новые технологии              |
| Уфа      | GPS, базовые системы диспетчеризации           | Местные разработки                      | Ограничена | Ограничена | Да         | Удобство, доступность               | Интеграция с другими системами                      |

В целом, анализ современных технологий диспетчеризации в Санкт-Петербурге, Москве, Оренбурге, Казани и Уфе показывает, что крупные города, такие как Санкт-Петербург и Москва, активно внедряют современные решения с высоким уровнем автоматизации и интеграции. В то же время, в таких городах, как Оренбург и Уфа, существует необходимость в улучшении технологий, чтобы соответствовать современным требованиям пользователей и повысить качество пассажирских перевозок. Казань демонстрирует активное развитие технологий и интеграцию с мобильными приложениями, что является положительным примером для других городов.

Анализ современных технологий и мобильных приложений в области пассажирских автомобильных перевозок представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Анализ современных технологий и мобильности приложений в городах России

| Город           | Используемые технологии                                  | Основные мобильные приложения            | Преимущества   | Недостатки/Проблемы   |
|-----------------|--|--|--|---|
| 1               | 2  | 3  | 4  | 5   |
| Санкт-Петербург | GPS-мониторинг, автоматизированные диспетчерские системы | "Яндекс.Такси", "Ситимобил", "Город 812" | Высокая степень автоматизации, удобство, интеграция с общественным транспортом | Конкуренция между сервисами, необходимость постоянного обновления |

Продолжение таблицы 3

| 1        | 2   | 3   | 4  | 5   |
|----------|---|---|--|---|
| Москва   | GPS, системы управления движением, аналитика данных | "Яндекс. Такси", "Городской транспорт", "Мосгортранс" | Широкая доступность услуг, интеграция с гос. системой, возможность онлайн-оплаты | Высокая нагрузка на транспортную систему, проблемы с пробками               |
| Оренбург | Базовые системы диспетчеризации                     | "Такси Оренбург", "Городской транспорт"               | Низкая стоимость услуг, возможность заказа такси                                 | Ограниченная функциональность приложений, необходимость модернизации        |
| Казань   | GPS, системы мониторинга, мобильные приложения      | "Такси Казань", "Транспорт Казани"                    | Хорошая интеграция с общественным транспортом, удобство для пользователей        | Ограниченные возможности по сравнению с крупными городами                   |
| Уфа      | Базовые технологии, недостаток автоматизации        | "Такси Уфа", "Городской транспорт Уфы"                | Низкая стоимость услуг, возможность заказа такси                                 | Ограниченная функциональность приложений, недостаток современных технологий |

Таблица 4, показывает анализ современных технологий и электронных платёжных систем в области пассажирских автомобильных перевозок в городах Санкт-Петербурге, Москве, Оренбурге, Казани и Уфе.

Таблица 4 – Анализ современных технологий и электронных платёжных систем в разных городах России

| Город           | Используемые технологии                                  | Электронные платёжные системы                       | Преимущества   | Недостатки/Проблемы   |
|-----------------|--|---|--|---|
| 1               | 2  | 3   | 4  | 5   |
| Санкт-Петербург | GPS-мониторинг, автоматизированные диспетчерские системы | "Яндекс. Такси", "Ситимобил", Apple Pay, Google Pay | Удобство оплаты, интеграция с мобильными приложениями, высокая степень автоматизации | Конкуренция между сервисами, необходимость постоянного обновления |

Продолжение таблицы 4

| 1        | 2   | 3  | 4  | 5   |
|----------|---|--|--|---|
| Москва   | GPS, системы управления движением, аналитика данных | "Яндекс.Такси", "Городской транспорт", "Мосгортранс", банковские карты | Широкая доступность услуг, многообразие способов оплаты, возможность онлайн-оплаты | Проблемы с пробками, высокая нагрузка на транспортную систему                     |
| Оренбург | Базовые системы диспетчеризации                     | "Такси Оренбург", наличные, банковские карты                           | Низкая стоимость услуг, возможность выбора способа оплаты                          | Ограниченная функциональность приложений, недостаток современных платёжных систем |
| Казань   | GPS, системы мониторинга, мобильные приложения      | "Такси Казань", наличные, банковские карты, Apple Pay                  | Хорошая интеграция с общественным транспортом, удобство для пользователей          | Ограниченные возможности по сравнению с крупными городами                         |
| Уфа      | Базовые технологии, недостаток автоматизации        | "Такси Уфа", наличные, банковские карты                                | Низкая стоимость услуг, возможность выбора способа оплаты                          | Ограниченная функциональность приложений, недостаток современных технологий       |

В таблицах 3,4 рассмотрены интеграция современных технологий, таких как, мобильные приложения и электронные платёжные системы. Мы видим, что в крупных городах, таких как Санкт-Петербург и Москва, активно используются современные технологии, электронные платёжные системы, мобильные приложения что обеспечивает высокий уровень удобства и доступности услуг, а также высокий уровень обслуживания. В меньших городах, таких как Оренбург и Уфа, наблюдается необходимость в модернизации технологий и внедрении более современных платёжных решений для повышения качества и удобства обслуживания. Казань демонстрирует положительные примеры интеграции технологий, но также нуждается в улучшении функциональности платёжных систем и приложений

Анализ реализации IT-проектов в области пассажирских автомобильных перевозок в таких городах, как Санкт-Петербург, Москва, Оренбург, Казань и Уфа, требует рассмотрения нескольких ключевых аспектов представленных в таблице 5, включая текущее состояние рынка, внедрение технологий, взаимодействие с государственными структурами, а также потребности и предпочтения пользователей.

Таблица 5 – Анализ реализации IT-проектов в разных городах России

| Город           | Основные IT-решения                     | Внедрение мобильных приложений | Системы мониторинга | Электронные билеты | Взаимодействие с госструктурами   | Потребности пользователей             | Перспективы развития                    |
|-----------------|---|--------------------------------|---------------------|--------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---|
| Санкт-Петербург | Такси, каршеринг, навигационные системы | Да                             | Да                  | Да                 | Активное сотрудничество           | Удобство, доступность, безопасность   | Искусственный интеллект, новые стартапы |
| Москва          | Такси, каршеринг, приложения для метро  | Да                             | Да                  | Да                 | Поддержка модернизации транспорта | Информационная прозрачность, скорость | Конкуренция, улучшение качества услуг   |
| Оренбург        | Маршрутные такси, приложения для такси  | Ограничено                     | Начинается          | В процессе         | Слабое взаимодействие             | Доступность, простота использования   | Развитие IT-решений, интеграция систем  |
| Казань          | Электронные билеты, каршеринг           | Да                             | Да                  | Да                 | Поддержка местных властей         | Удобство, безопасность данных         | Рост популярности IT, новые технологии  |
| Уфа             | Такси, приложения для оплаты проезда    | Да                             | Ограничено          | В процессе         | Слабое взаимодействие             | Удобство, доступность                 | Интеграция с другими системами          |

Из таблицы мы видим, что в г. Оренбург в отличие от других городов только начинается активное внедрение IT-проектов в области пассажирских автомобильных перевозок представлены. IT проекты в области пассажирских автомобильных перевозок представляют собой важный шаг к улучшению качества транспортных услуг. Несмотря на существующие вызовы, использование современных технологий может значительно повысить безопасность, эффективность и комфорт перевозок. Важно продолжать инвестировать в развитие этих технологий и искать новые решения для удовлетворения потребностей пассажиров.

#### Список использованных источников

1. Аникеев, Е. А. Информационные технологии на транспорте : учебное пособие / Е. А. Аникеев. – Воронеж : Воронежский государственный

лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2019. – 124 с. – EDN BXNBTW.

2. Власов, В. М. Информационные технологии на автомобильном транспорте: учебник / В. М. Власов и др. . М.: Академия, 2014. 256 с.

3. Горев, А. Э. Информационные технологии в управлении логистическими системами / А. Э. Горев ; А.Э. Горев ; М-во образования Рос. Федерации. С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб. : СПбГАСУ, 2004. – 193 с. – ISBN 5-9227-0018-9. – EDN QQDMFR.

4. Горев, А. Э. Информационные технологии на транспорте : Учебник / А. Э. Горев. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 289 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-10636-7. – EDN BGIKRO.

5. Гуськов, А. А. Методика информационно-технологической оценки работы общественного пассажирского транспорта / А. А. Гуськов, Н. Ю. Залукаева, М. А. Севостьянов // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2022. – Т. 19, № 5(87). – С. 654-665. – DOI 10.26518/2071-7296-2022-19-5-654-665. – EDN ICLCBT.

#### References

1 Anikeev, E. A. Information technologies in transport: a textbook/E. A. Anikeev. - Voronezh: Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov, 2019. – 124 с. – EDN BXNBTW.

2 Vlasov, V. M. Information technologies in road transport: textbook/V. M. Vlasov and others. M.: Academy, 2014. 256 s.

3 Gorev, A. E. Information Technology in Logistics Systems Management/A. E. Gorev; A.E. Gorev; M-formation Ros. Federations. S.-Peterb. state. architectural-construction. un-t. - St. Petersburg: SPbGASU, 2004. - 193 p. - ISBN 5-9227-0018-9. – EDN QQDMFR.

4 Gorev, A. E. Information Technology in Transport: Textbook/A. E. Gorev. - 2nd ed., Per. And add. - Moscow: Yurayt Publishing House, 2020. - 289 p. - (Higher education). – ISBN 978-5-534-10636-7. – EDN BGIKRO.

5 Guskov, A. A. Methodology for information and technological assessment of the work of public passenger transport/A. A. Guskov, N. Yu. Zalukaeva, M. A. Sevostyanov//Bulletin of the Siberian State Automobile and Road University. – 2022. - T. 19, NO. 5 (87). - S. 654-665. – DOI 10.26518/2071-7296-2022-19-5-654-665. – EDN ICLCBT.

#### ANALYSIS OF IMPLEMENTATION OF IT PROJECTS IN THE FIELD OF PASSENGER ROAD TRANSPORTATION

T.L. Balandina, E.S. Shtukaturova, M.R. Yanuchkov  
FSBEI HE "Orenburg State University," Orenburg

Abstract. With the development of technologies and an increase in the needs of the population for high-quality transport services, IT projects in the field of passenger road transportation are becoming more and more relevant. Analysis of the

implementation of IT projects in this area allows you to better understand how technologies affect the efficiency of transport companies, what innovations are becoming the standard, and how the user experience is changing. In this article, we will consider key aspects related to the development and implementation of IT solutions in the field of passenger road transportation, their impact on the industry and prospects for further development. We will analyze and compare how modern technologies, such as mobile applications, dispatch, and electronic payment systems, contribute to the creation of more convenient, secure and affordable services for passengers.

Keywords: IT projects, mobile applications, dispatching, passenger transportation.

УДК 629.331

## **НАГРУЖЕННОСТЬ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ С НЕСИНХРОННЫМИ ШАРНИРАМИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОМПЛЕКСА ФАКТОРОВ**

**Барыкин А.Ю., Галиев Р.М., Нуретдинов Д.И.**

Набережночелнинский институт ФГАОУ ВО «Казанский федеральный университет», г. Набережные Челны

Аннотация. В работе рассмотрены условия эксплуатации карданной передачи с шарнирами неравных угловых скоростей, применяемой в трансмиссии автомобилей. Приведены результаты исследования нагруженности карданной передачи в зимних условиях. Предложена аналитическая зависимость, отражающая связь нагруженности карданной передачи с внешними факторами воздействия.

Ключевые слова: автомобиль, карданная передача, несинхронный шарнир, нагруженность, условия эксплуатации, температура воздуха.

На современных автомобилях в приводе ведущих средних и задних мостов обычно применяются карданные передачи открытого типа с шарнирами неравных угловых скоростей. При необходимости предусматривается крепление трубы карданного вала на промежуточных опорах. Надёжность работы такой передачи в значительной мере зависит от условий нагружения. Отказы и неисправности деталей карданных передач представляют существенную проблему технической эксплуатации [1].

В отличие от других агрегатов и узлов автомобиля, работающих в условиях тепловой подготовки и последующего поддержания рационального температурного режима [2], карданная передача подвержена воздействию разнообразных внешних факторов, что влияет на её долговечность и безотказность [3, 4]. Так как карданная передача работает во взаимодействии с подрессоренной и неподрессоренной массами автомобиля, то помимо передаваемых крутящих моментов на детали воздействуют динамические

реакции от опорной поверхности. Взаимное положение карданных валов постоянно изменяется, что служит причиной переменных нагрузок. В зимнее время возрастает динамическое нагружение деталей вследствие уменьшения упругости шин и элементов подвески. Воздействие низких температур ухудшает условия смазки подшипников, что влияет на их работоспособность [5].

Крестовина карданного шарнира подвержена нагрузкам изгиба, растяжения и смятия, при неудовлетворительной работе игольчатых подшипников и малых углах наклона валов возможно бринеллирование шипов. Вилка карданного шарнира (рис.1) нагружается изгибными и крутящими моментами. При наличии промежуточной опоры таковая воспринимает аналогичные виды нагрузок. В определённых условиях детали карданной передачи подвержены вибрации. Такая ситуация может возникнуть при движении по дороге с определённой величиной микропрофиля, при которой вертикальные колебания не гасятся в полной мере шинами, так как воздействие холодного воздуха, как отмечено выше, снижает их упругость. Необходимо учитывать, что карданная передача также склонна к возникновению крутильных колебаний в трансмиссии.

Воздействие названных нагрузок может стать причиной неисправностей и отказов из-за снижения надёжности конструкции механизма. Это связано со следующими эксплуатационными факторами.

Во-первых, прочность металлических деталей может заметно снизиться вследствие хладноломкости металлов, возникающей в условиях эксплуатации автомобиля при низких температурах и заметной подвижности окружающего воздуха. Динамические реакции опорной поверхности, свойственные, как отмечено выше, режимам зимней эксплуатации, весьма способствуют этому.

Во-вторых, размеры деталей при значительном охлаждении уменьшаются, хотя и в малой степени, но такое изменение может стать критичным для некоторых точных подвижных и неподвижных соединений, например, привести к возникновению зазора между торцами шипов крестовины и днищами стаканчиков подшипников. В этом случае усиливается дисбаланс трубы карданной передачи, что создаёт дополнительную нагрузку на узел.



Рисунок 1 – Вилка карданного шарнира автомобиля КАМАЗ

В-третьих, низкая температура консистентного смазочного материала приводит к ухудшению условий смазки и снижению КПД передачи [6, 7]. При неудовлетворительной смазке и значительных передаваемых моментах происходит ускорение износа деталей. Для нескольких карданных шарниров в схемах трансмиссий, характерных для грузовых полноприводных автомобилей, суммарные потери на трение окажутся достаточно заметными.

В-четвёртых, продолжительная передача крутящих моментов, сопровождаемая изменениями углов между входными и выходными валами (при движении по неровной дороге, пересечённой местности и т. п.) может стать причиной местного нагрева деталей. При этом внешние части деталей шарниров остаются под воздействием холодного атмосферного воздуха, что создаёт температурные градиенты, способствующие концентрации напряжений в деталях шарниров.

В-пятых, значительное охлаждение радиальных и торцовых резиновых уплотнений карданных шарниров и промежуточных опор может привести к потере упругих свойств и нарушению герметичности. Применение специальных марок морозостойкой резины позволяет снизить отрицательный эффект, однако возникающие при переменном характере нагружения перепады температур могут сократить срок службы уплотнений.

Исследование перечисленных эксплуатационных факторов описано в работах [3, 4, 6], где заложены принципы математической модели рабочих процессов карданной передачи в реальных условиях эксплуатации, предложены зависимости для определения основных видов нагрузок и рассмотрены критерии влияния окружающей среды на долговечность и безотказность деталей.

Вопросы обеспечения работоспособности и безотказности узлов трансмиссии, снижения энергетических потерь, рассматривались также в работах [8-10]. Результаты исследований рабочих процессов узлов трансмиссии, приведённые в данных работах, подтверждают целесообразность комплексного подхода к изучению нагруженности автомобильных деталей.

При оценке факторов, оказывающих влияние на надёжность эксплуатации карданной передачи с шарнирами неравных угловых скоростей, необходимо рассматривать естественно-техническую систему «автомобиль – дорога – окружающая среда» и учитывать влияние внутриэлементных и межэлементных связей. В частности, следует принимать во внимание динамику передаваемого крутящего момента при изменении углов наклона валов и в условиях низких температур атмосферного воздуха.

Несинхронность работы ведущего и ведомого валов карданной передачи для определённого значения угла между их осями является причиной угловой деформации, обусловленной величиной угловой жесткости соответствующего вала. При этом угловая жесткость материала вала зависит от условий эксплуатации, прежде всего от рабочей температуры детали. Соответственно изменяются и условия нагружения остальных деталей карданной передачи.

Дополнительный момент, возникающий при неравномерном вращении выходного вала карданной передачи в условиях низких температур, может быть



определён по зависимости:

$$M_{\text{доп}} = \Delta\alpha \cdot C_{\text{вед}} \cdot (1 + \beta_{\text{ст}}T),$$

где  $\Delta\alpha$  – разность углов поворота ведомого и ведущего валов, град.;  $C_{\text{вед}}$  – угловая жесткость ведомого вала в нормальных условиях, Н\*м/град.;  $\beta_{\text{ст}}$  – коэффициент, учитывающий влияние окружающей среды на угловую жесткость материала вала,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ ;  $T$  – температура атмосферного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$ .

Системная оценка нагруженности карданных передач позволяет достоверно определить уровень безотказности и долговечности деталей, установить целесообразность конструктивных мероприятий по снижению уровня неравномерности работы. Учёт дорожных условий и воздействия окружающей среды должен осуществляться на стадии проектирования изделий, исходя из опыта эксплуатации в соответствующих регионах.

#### Список использованных источников

1 Техническая эксплуатация автомобилей: учебник для вузов / Е. С. Кузнецов [и др.]. – 3-е изд., – Москва: Наука, 2001. – 535 с. – Текст: непосредственный.

2 Ковриков, И.Т. Оценка эффективности средства тепловой подготовки автомобильного двигателя к холодному пуску / И. Т. Ковриков, Р. Ф. Калимуллин, А. В. Казаков. – Текст: непосредственный // Автомобильная промышленность, 2018. – № 1. – С. 28-30.

3 Барыкин, А. Ю. Эксплуатация карданной передачи грузового автомобиля в зимних условиях / А. Ю. Барыкин, М. М. Мухаметдинов, Р. Х. Тахавиев [и др.]. – Текст: непосредственный // Эффективность технической эксплуатации и автосервиса транспортных и технологических машин: Сборник научных статей по материалам III Международной научной конференции. – Саратов, 14 апреля 2017 г. – Саратов: ГАУ ДПО «СОИРО», 2017. – С. 99-102.

4 Барыкин, А. Ю. Системный анализ нагруженности фланцевого соединения карданной передачи / А. Ю. Барыкин, Р. М. Галиев, В. М. Нигметзянова [и др.]. – Текст: непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья. – 2022. – № 10. – С. 30-32.

5 Разяпов, М. М. Анализ влияния низкотемпературных условий на агрегаты трансмиссии и подшипники автотракторной техники / М. М. Разяпов, Р. А. Байгильдин. – Текст: непосредственный // Наука молодых – инновационному развитию АПК: Материалы XVI Национальной научно-практической конференции молодых ученых. – Уфа: Башкирский государственный аграрный университет, 2023. – С. 159-166.

6 Барыкин, А. Ю. Выбор конструктивных параметров при моделировании работы карданной передачи / А. Ю. Барыкин, Р. М. Галиев, Р. Ф. Илдарханов [и др.]. – Текст: непосредственный // Научно-технический вестник Поволжья, 2021. – № 4. – С. 103-106.

7 Лиховидов, Д. В. Особенности эксплуатации узлов трансмиссии в условиях низких температур / Д. В. Лиховидов, А. Ю. Щепелев, З. С. Овчинников. – Текст: непосредственный // Современные научные разработки. Инновационный аспект. Сборник статей международной научной конференции. – Санкт-Петербург: МИПИ им. Ломоносова, 2022. – С. 41-43.

8 Хуснетдинов, Ш. С. Влияние природно-климатических условий на работоспособность узлов трансмиссии грузового автомобиля / Ш. С. Хуснетдинов. – Текст: непосредственный // Проблемы формирования единого пространства экономического и социального развития стран СНГ (СНГ-2021). Материалы ежегодной Международной научно-практической конференции. В 2-х томах. – Тюмень: ТИУ, 2022. – С. 414-418.

9 Хуснетдинов, Ш. С. К вопросу достижения безотказности узлов трансмиссии в сложных условиях эксплуатации / Ш. С. Хуснетдинов. – Текст: непосредственный // Организация и безопасность дорожного движения. материалы XIV Национальной научно-практической конференции с международным участием. – Тюмень: ТИУ, 2021. – С. 141-145.

10 Хуснетдинов, Ш. С. К вопросу снижения энергетических затрат при зимней эксплуатации подвижного состава автомобильного транспорта / Ш. С. Хуснетдинов, Д. И. Батталов. – Текст: непосредственный // Энергосбережение и инновационные технологии в топливно-энергетическом комплексе. Материалы Национальной с международным участием научно-практической конференции студентов, аспирантов, учёных и специалистов. В 2-х томах. – Тюмень: ТИУ, 2022. – С. 140-142.

#### References

1 Technical operation of cars: textbook for universities / E.S. Kuznetsov [et al.]. – 3rd ed., – М.: Nauka, 2001. – 535 p. – Text: direct.

2 Kovrikov, I.T. Evaluation of the effectiveness of a means of thermal preparation of an automobile engine for cold start / I. T. Kovrikov, R. F. Kalimullin, A.V. Kazakov. – Text: direct // Automotive industry, 2018. – No. 1. – pp. 28-30.

3 Barykin, A. Yu. Operation of the gimbal transmission of a truck in winter conditions / A. Yu. Barykin, M. M. Mukhametdinov, R. H. Takhaviev [et al.]. – Text: direct // Efficiency of technical operation and car service of transport and technological machines: A collection of scientific articles based on the materials of the III International Scientific Conference. – Saratov, April 14, 2017 – Saratov: GAU DPO "SOIRO", 2017. – pp. 99-102.

4 Barykin, A. Yu. System analysis of the load of the flange connection of the cardan transmission / A. Yu. Barykin, R. M. Galeev, V. M. Nigmatzyanova [et al.]. – Text: direct // Scientific and technical Bulletin of the Volga region. - 2022. – No. 10. – pp. 30-32.

5 Razyapov, M. M. Analysis of the influence of low-temperature conditions on transmission units and bearings of automotive equipment / M. M. Razyapov, R. A. Baigildin. – Text: direct // Science of the young – innovative development of agriculture: Materials of the XVI National Scientific and practical Conference of young scientists. Ufa: Bashkir State Agrarian University, 2023. pp. 159-166.

6 Barykin, A. Yu. The choice of design parameters in modeling the operation of a cardan transmission / A. Yu. Barykin, R. M. Galiev, R. F. Ildarkhanov [et al.]. – Text: direct // Scientific and Technical Bulletin of the Volga region, 2021. - No. 4. – pp. 103-106.

7 Likhovidov, D. V. Features of operation of transmission units at low temperatures / D. V. Likhovidov, A. Yu. Shepelev, Z. S. Ovchinnikov. – Text: direct // Modern scientific developments. The innovative aspect. Collection of articles of the international scientific conference. St. Petersburg: Lomonosov Moscow State Institute of Technology, 2022. – pp. 41-43.

8 Khusnutdinov, S. S. The influence of natural and climatic conditions on the performance of transmission units of a truck / S. S. Khusnetdinov. – Text: direct // Problems of forming a single space for economic and social development of the CIS countries (CIS-2021). Materials of the annual International Scientific and Practical Conference. In 2 volumes. – Tyumen: TIU, 2022. – pp. 414-418.

9 Khusnutdinov, S. S. On the issue of achieving reliability of transmission units in difficult operating conditions / S. S. Khusnetdinov. – Text: direct // Organization and safety of road traffic. materials of the XIV National Scientific and Practical Conference with international participation. – Tyumen: TIU, 2021. – pp. 141-145.

10 Khusnutdinov, S. S. On the issue of reducing energy costs during winter operation of rolling stock of motor transport / S. S. Khusnetdinov, D. I. Battalov. – Text: direct // Energy saving and innovative technologies in the fuel and energy complex. Materials of the National Scientific and Practical Conference of students, postgraduates, scientists and specialists with international participation. In 2 volumes. – Tyumen: TIU, 2022. – pp. 140-142.

## THE LOAD OF A GIMBAL TRANSMISSION WITH NON-SYNCHRONOUS HINGES UNDER THE INFLUENCE OF A COMPLEX OF FACTORS

Barykin A.Yu., Galiev R.M., Nuretdinov D.I.

Naberezhnye Chelny Institute of the Kazan Federal University, Naberezhnye Chelny

Annotation. The paper considers the operating conditions of a gimbal transmission with hinges of unequal angular velocities used in the transmission of cars. The results of a study of the load of the gimbal transmission in winter conditions are presented. An analytical dependence is proposed reflecting the relationship between the load of the gimbal transmission and external factors of influence.

Keywords: car, gimbal transmission, non-synchronous hinge, load, operating conditions, air temperature.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ВОДИТЕЛЮ ПАССАЖИРСКОГО АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ПО СФОРМИРОВАННОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ СКОРОСТЬ АВТОБУСА**

**Бебинов С.Е., Трофимова Л.С.**

ФГБОУ ВО «Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ)», г. Омск

**Аннотация.** Решается проблема количественной оценки профессиональной квалификации водителей пассажирских автомобильных предприятий. Цель данного исследования заключается в определении значений эксплуатационной скорости, достаточных для подтверждения соответствия водителей установленным профессиональным и квалификационным требованиям, обеспечивающим выполнение муниципального контракта на перевозку пассажиров и багажа. Изучалась эксплуатационная скорость автобусов среднего класса (ПАЗ 4230) Муниципального предприятия № 8 г. Омска. В результате исследования получены значения доверительного интервала значений эксплуатационной скорости и количества оценочных баллов. С использованием функции нечетких множеств определены коэффициенты, достаточные для подтверждения соответствия водителей профессиональным и квалификационным требованиям. Полученные результаты рекомендуются к практическому применению при проведении стажировок и аттестации водителей в предприятиях пассажирского автомобильного транспорта г. Омска.

**Ключевые слова:** аттестация водителей, коэффициент соответствия водителей профессиональным и квалификационным требованиям, стажировка водителей, эксплуатационная скорость.

**Введение.** Производительность подвижного состава при выполнении пассажирских перевозок муниципальным автомобильным транспортом обеспечивается персоналом, соответствующим установленным профессиональным и квалификационным требованиям утвержденным приказом Министерства транспорта РФ от 31.06. 2020 г. № 282. Однако, в настоящее время отсутствуют единые методические рекомендации количественной оценки профессионального соответствия водителей пассажирского автомобильного транспорта, осуществляющих перевозки по муниципальным маршрутам. Имеющиеся нормативные и правовые требования, представленные в приказах Министерства просвещения РФ от 08.11.2021 г. № 808 и МВД РФ от 20.02.2021 г. № 80, определяют критерии соблюдения правил дорожного движения, но не применимы для определения трудовой эффективности персонала.

**Обзор литературы.** Анализ научных трудов показал, что одним из интегральных показателей транспортного процесса является эксплуатационная скорость автобуса [1, 2]. Результаты проведенных ранее исследований свидетельствуют, что этот показатель определяется несколькими группами факторов. Конструктивные особенности транспортного средства [3], определяемые имеющимися эксплуатационными качествами, техническим состоянием и размерностью автобуса. Организационные факторы [1], обуславливающие схему маршрута, количество и обустройство промежуточных остановочных пунктов, график движения. Условия движения подвижного состава [4, 5], связанные с характеристиками транспортных потоков на маршруте, временем суток, климатическими условиями, особенностями инфраструктуры, показателями пассажиропотока [6].

Отдельной группой факторов служат характеристики, отражающие различные аспекты работы водителя [7, 8] (положительные, отрицательные и центробежные ускорения, техническая скорость движения, продолжительность задержек на промежуточных и конечных остановочных пунктах, продолжительность ремонта автобуса в наряде, стиль вождения, взаимодействие с другими участниками дорожного движения), которые необходимо учитывать для оценки соответствия водителя профессиональным и квалификационным требованиям.

В проведенных ранее исследованиях авторами разработана модель, определяющая уровень профессиональных навыков работников пассажирского автомобильного транспорта, необходимых для выполнения муниципального контракта на перевозку пассажиров и багажа (1) [9]:

$$P_{i,c,x,j} = Q_{i,c,x,j} \cdot \prod_{y=1}^Y (K_{k,x,i} f(N_{k,x,i})) \cdot D_j \cdot C_j; \quad (1)$$

где  $P_{i,c,x,j}$  – результат выполнения  $i$ -х требований  $c$ -м работником  $x$ -й группы персонала автомобильного транспорта по  $j$ -му контракту, руб.;

$Q_{i,c,x,j}$  – выполнение работы автобуса, участвующего в  $j$ -м контракте, достигнутая при выполнении  $i$ -х требований  $c$ -м работником  $x$ -й группы персонала автомобильного транспорта, км;

$D_j$  – период выполнения  $j$ -го контракта, дни;

$K_{k,x,i}$  – коэффициент, соответствующий оценке, полученной за сформированность профессиональных навыков  $k$ -й группы у  $x$ -й группы персонала для выполнения  $i$ -х требований муниципального контракта на перевозку пассажиров и багажа;

$N_{k,x,i}$  – количество баллов, полученных за сформированность профессиональных навыков  $k$ -й группы у  $x$ -й группы персонала для выполнения  $i$ -х требований муниципального контракта на перевозку пассажиров и багажа;

$C_j$  – стоимость выполнения  $j$ -го муниципального контракта на выполнение работ, связанных с осуществлением регулярных перевозок пассажиров и

багажа автобусами, руб.;  $y$  – группа профессиональных навыков;  $Y$  – количество групп профессиональных навыков.

В предлагаемой модели количество баллов, определяющее сформированность профессиональных навыков назначается через измеряемые технико-эксплуатационные показатели работы автобуса, в число которых входит эксплуатационная скорость движения.

Цель данного исследования заключается в определении значений эксплуатационной скорости, достаточных для подтверждения соответствия водителей установленным профессиональным и квалификационным требованиям, обеспечивающим выполнение муниципального контракта на перевозку пассажиров и багажа.

**Исходные данные для исследования.** Изучение эксплуатационной скорости автобусов среднего класса (ПАЗ 4230) Муниципального предприятия № 8 г. Омска, выполняющих регулярные перевозки по маршрутам в соответствии с условиями муниципального контракта на перевозку пассажиров и багажа, проводилось в ходе натурных наблюдений за работой в наряде. Измеряемый показатель определялся с учетом времени, затраченного на следование автобуса по маршруту в прямом и обратном направлениях, простоя на промежуточных и конечных пунктах и пройденного расстояния. Для контроля полученных значений эксплуатационной скорости движения использовалось мобильное приложение «Speedometer».

Соответствие водителей квалификационным и профессиональным требованиям, оценивалось количеством баллов  $N_{э}$  тактических навыков вождения автобуса в транспортном потоке [10], достаточных для выполнения требований муниципального контракта на перевозку пассажиров и багажа, которые определялись через значения эксплуатационной скорости автобуса  $V_{э}$ . Измеряемые значения эксплуатационной скорости, имели вероятностный характер и для разных условий эксплуатации под влиянием внешней среды, принимали интервальные значения. Влияние факторов неопределенности на работу автобусов в условиях маршрута перевозок пассажиров и багажа учитывалось применением вероятностных методов статистического исследования.

Плотность распределения полученных эмпирических значений представлена гистограммой распределения частот вариационного ряда показателей эксплуатационной скорости подвижного состава (рисунок 1).

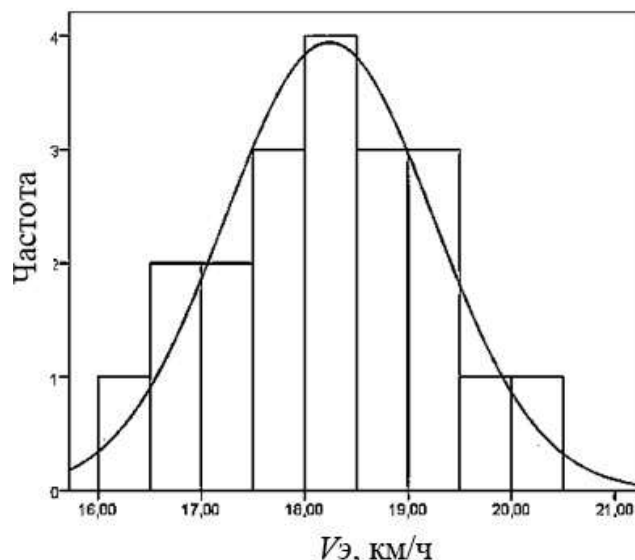


Рисунок 1 – Гистограмма распределения частот вариационного ряда значений эксплуатационной скорости

**Результаты.** В результате обработки полученных экспериментальных данных методами математической статистики составлен вариационный ряд значений эксплуатационной скорости, определено количество интервалов и установлены их границы (таблица 1).

Таблица 1 – Статистическая таблица поинтервальных значений эксплуатационной скорости

| Границы интервалов, (км/ч)<br>( $Vэ$ ) $a$<br>( $Vэ$ ) $b$                                     | Интервалы |        |        |        |
|--|-----------|--------|--------|--------|
|  |           | 16,41  | 17,36  | 18,31  |
|  | 17,36     | 18,31  | 19,26  | 20,21  |
| Середины интервалов,<br>(км/ч)   | 16,885    | 17,835 | 18,785 | 19,735 |
| Опытные числа попадания в интервал, $m(Vэ)$ , ед.  | 4         | 7      | 6      | 4      |
| Статистические поинтервальные частоты $p(Vэ)$  | 0,190     | 0,333  | 0,286  | 0,190  |
| Теоретические поинтервальные частоты $p(Vэ)'$  | 0,102     | 0,357  | 0,3865 | 0,131  |
| Теоретические числа попадания в интервал, $m(Vэ)'$ , ед.                                       | 2,142     | 7,497  | 8,1165 | 2,751  |
| $M(Vэ) = 18,29$ км/ч; $D(Vэ) = 0,91$ км/ч; $\bar{D}(Vэ) = 0,96$ км/ч; $\sigma(Vэ) = 0,98$ км/ч |           |        |        |        |

Выполнен расчет статистических характеристик эксплуатационной скорости. Определены середины интервалов, число вариантов  $m(Vэ)$ , попавших в

интервал, статистические поинтервальные частоты  $p(Vэ)$ .

Полуширина доверительного интервала математического ожидания значений эксплуатационной скорости определялась по формуле (2).

$$\delta_{V_э} = \frac{\bar{\sigma}}{\sqrt{a}} \cdot S^{-1}(P_d; a). \quad (2)$$

$$\delta_{V_э} = \frac{0,98}{\sqrt{20}} \cdot 2,086 = 0,45 \text{ км/ч.}$$

$$V_{э.\sigma} = 17,84 \text{ км/ч;}$$

$$V_{э+\sigma} = 18,73 \text{ км/ч.}$$

Для проверки гипотезы о принадлежности эмпирических значений эксплуатационной скорости к нормальному закону по критерию Пирсона использовалась функция Лапласа для вычисления теоретических поинтервальных частот.

Ранее проведенными исследованиями установлено, что количество баллов оценки тактических навыков, обеспечивающих эксплуатационную скорость подвижного состава для выполнения требований муниципального контракта на перевозку пассажиров и багажа, которое может получить водитель, имеет вероятностный характер и может изменяться от минимального до максимального уровня.

Коэффициент, соответствующий количеству баллов, полученных за сформированность тактических навыков вождения автобуса в транспортном потоке, обеспечивающих эксплуатационную скорость подвижного состава для выполнения требований муниципального контракта на перевозку пассажиров и багажа, определяется функцией нечеткого множества  $\mu_A(Nэ)$  (рисунок 2).

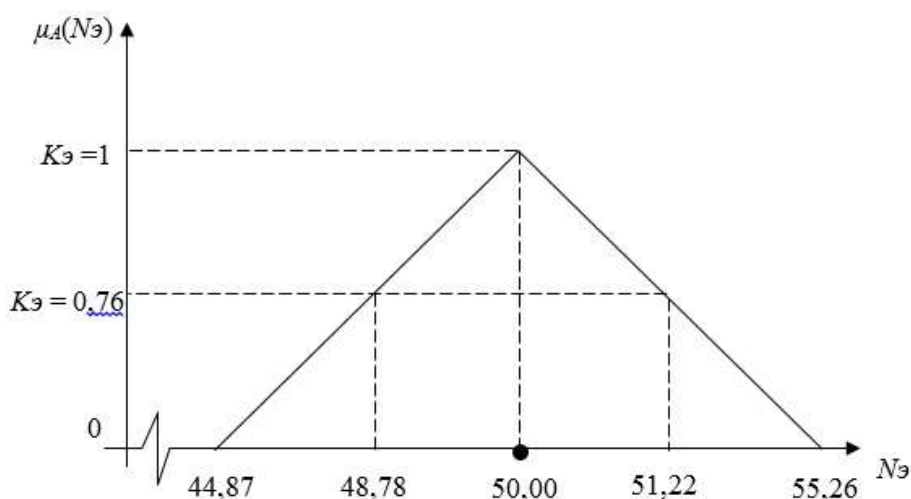


Рисунок 2 – Профиль количества баллов тактических навыков вождения автобуса ПАЗ 4230 на муниципальных маршрутах г. Омска, обеспечивающих эксплуатационную скорость подвижного состава



Значение  $N_{\varepsilon}$ , соответствующее математическому ожиданию составляет 50 баллов. Количество баллов, соответствующих нижней ( $N_{\varepsilon-\sigma}$ ) и верхней ( $N_{\varepsilon+\sigma}$ ) границам доверительного интервала определялось по формулам (3, 4).

$$(N_{\varepsilon-\sigma}) = \frac{(V_{\varepsilon-\sigma}) \cdot 50}{M(V_{\varepsilon})}. \quad (3)$$

$$(N_{\varepsilon+\sigma}) = \frac{(V_{\varepsilon+\sigma}) \cdot 50}{M(V_{\varepsilon})}. \quad (4)$$

$$N_{\varepsilon-\sigma} = \frac{17,84 \cdot 50}{18,29} = 48,78 \text{ балла.}$$

$$N_{\varepsilon+\sigma} = \frac{18,73 \cdot 50}{18,29} = 51,22 \text{ балла.}$$

Результаты проведенных расчетов коэффициента соответствия водителей профессиональным и квалификационным требованиям представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения функции нечеткого множества, отвечающие количеству баллов, полученных за обеспечение эксплуатационной скорости подвижного состава

| Значение функции нечеткого множества | Количество баллов | Эксплуатационная скорость, км/ч |
|--------------------------------------|-------------------|---------------------------------|
| 0                                    | 44,87             | 16,41                           |
| 0,76                                 | 48,78             | 17,84                           |
| 1,00                                 | 50,00             | 18,29                           |
| 0,76                                 | 51,22             | 18,73                           |
| 0                                    | 55,26             | 20,21                           |

### Выводы.

1. Результаты проведенного исследования свидетельствуют, что тактические навыки вождения автобуса в транспортном потоке обеспечивают значения эксплуатационной скорости подвижного состава, достаточные для подтверждения соответствия водителей установленным профессиональным и квалификационным требованиям, обеспечивающим выполнение условий муниципального контракта на перевозку пассажиров и багажа.

2. Значения, которые принимает показатель эксплуатационной скорости автобуса и соответствующие баллы имеют вероятностный характер и изменяются от минимального до максимального уровней в зависимости от условий эксплуатации.

3. Коэффициент соответствия водителей профессиональным и квалификационным требованиям определяется функцией нечеткого множества баллов, полученных за сформированность тактических навыков вождения в

транспортном потоке, обеспечивающих эксплуатационную скорость автобуса для выполнения условий муниципального контракта на перевозку пассажиров и багажа.

4. В практике работы полученные результаты исследования предназначены для использования водителями-наставниками, руководящими стажировкой, и членам аттестационных комиссий пассажирских автомобильных предприятий г. Омска для количественной оценки соответствия водителей профессиональным и квалификационным требованиям при проведении экзамена. Соответствие водителей профессиональным и квалификационным требованиям подтверждается при значении  $K_{э}$  на отрезке  $[0,76; 1]$ .

#### Список использованных источников

1. Соколова, О. А. Пути повышения эксплуатационной скорости наземного городского пассажирского транспорта общего пользования / О. А. Соколова // Системный анализ и логистика. – 2020. – № 1(23). – С. 74-80. – EDN QZBTUT.

2. Якунина, Н. В. Методика определения структуры подвижного состава городского пассажирского автомобильного транспорта на базе укрупненных показателей транспортной подвижности / Н. В. Якунина, Н. Н. Якунин // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2011. – № 4(51). – С. 96-99. – EDN NQSDXB.

3. Гусельников, А. С. Влияние эксплуатационной скорости на параметр потока отказов элементов системы питания двигателей автомобилей КАМАЗ-43118 / А. С. Гусельников // Транспортное машиностроение. – 2024. – № 2(26). – С. 40-48. – DOI 10.30987/2782-5957-2024-2-40-48. – EDN DBLBFD.

4. Майер, А. А. Определение эффективности работы выделенных полос для маршрутных транспортных средств / А. А. Майер, Е. В. Фомин // Автомобильный транспорт: эксплуатация, сервис, подготовка кадров : Сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 175-летию И.Я. Яковлева, Чебоксары, 20–21 апреля 2023 года. – Чебоксары: Чувашский государственный педагогический университет им. И.Я. Яковлева, 2023. – С. 73-78. – EDN PUJTZN.

5. Фомин, Е. В. Оценка факторов, влияющих на скорость движения общественного транспорта / Е. В. Фомин, А. А. Майер // Транспорт и логистика: актуальные вопросы, проектные решения и инновационные достижения : материалы Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 21 октября 2022 года. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2023. – С. 77-81. – EDN CMCUNX.

6. Михневич, И. М. Особенности реализации проектов BRT (Bus Rapid Transit) в условиях устойчивого развития городских агломераций / И. М. Михневич, А. А. Белехов // 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. 305-310. – EDN JFFCOG.

7. Горностаев, А. И. К вопросу обоснования комплексного критерия квалификации водителя как функции динамических параметров движения автомобиля / А. И. Горностаев, К. А. Шевченко, Х. Х. Латыфов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 3. – С. 421-428. – DOI 10.24412/2071-6168-2022-3-421-428. – EDN QWCWWI.

8. Su, J. Vehicle Trajectory-Prediction Method Based on Driver Behavior-Classification and Informer Models / J. Su, M. Li, L. Zhu and all. // World Electric Vehicle Journal. – No.15 (6). – p. 237. DOI: 10.3390/wevj15060237.

9. Бебинов, С. Е. Теоретическое обоснование для разработки показателей совершенствования подготовки и переподготовки персонала пассажирского автомобильного транспорта / С. Е. Бебинов, Л. С. Трофимова // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2024. – Т. 21, № 1(95). – С. 48-61. – DOI 10.26518/2071-7296-2024-21-1-48-61. – EDN QFTVHE.

10. Bebinov, S. Improving the efficiency of driver training with account for infrastructure characteristics of large cities / S. Bebinov, S. Porkhacheva, M. Simul // Transportation Research Procedia : 14, Saint Petersburg, 21–24 октября 2020 года. – Saint Petersburg, 2020. – pp. 44-51. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.006. – EDN DHZZES.

#### References

1. Sokolova, O. A. Ways to increase the operating speed of public ground urban passenger transport / O. A. Sokolova // Systems analysis and logistics. - 2020. - No. 1 (23). - pp. 74-80. - EDN QZBTUT.

2. Yakunina, N. V. Methodology for determining the structure of the rolling stock of urban passenger automobile transport based on aggregated indicators of transport mobility / N. V. Yakunina, N. N. Yakunin // Bulletin of the Irkutsk State Technical University. - 2011. - No. 4 (51). - pp. 96-99. - EDN NQSDXB.

3. Guselnikov, A. S. Influence of operating speed on the failure rate parameter of the fuel system elements of KAMAZ-43118 vehicles / A. S. Guselnikov // Transport engineering. - 2024. - No. 2 (26). - pp. 40-48. - DOI 10.30987 / 2782-5957-2024-2-40-48. - EDN DBLBFD.

4. Mayer, A. A. Determining the efficiency of dedicated lanes for route vehicles / A. A. Mayer, E. V. Fomin // Automobile transport: operation, service, personnel training: Collection of scientific articles based on the materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation, dedicated to the 175th anniversary of I. Ya. Yakovlev, Cheboksary, April 20-21, 2023. – Cheboksary: Chuvashia State Pedagogical University named after I. Ya. Yakovlev, 2023. – pp. 73-78. – EDN PUJTZN.

5. Fomin, E. V. Assessment of factors influencing the speed of public transport / E. V. Fomin, A. A. Mayer // Transport and logistics: topical issues, design solutions

and innovative achievements: materials of the All-Russian scientific and practical conference, Krasnoyarsk, October 21, 2022. – Krasnoyarsk: Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Siberian State University of Science and Technology named after Academician M.F. Reshetnev», 2023. – pp. 77-81. – EDN CMCUHX.

6. Mikhnevich, I. M. Features of the implementation of BRT (Bus Rapid Transit) projects in the context of sustainable development of urban agglomerations / I. M. Mikhnevich, A. A. Belekhov // 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 Highway University (SibADI), 2023. - pp. 305-310. - EDN JFFCOG.

7. Gornostaev, A. I. On the issue of substantiating a comprehensive criterion for driver qualifications as a function of the dynamic parameters of vehicle movement / A. I. Gornostaev, K. A. Shevchenko, H. H. Latyfov // Bulletin of Tula State University. Technical sciences. – 2022. – No. 3. – pp. 421-428. – DOI 10.24412/2071-6168-2022-3-421-428. – EDN QWCWWI.

8. Su, J. Vehicle Trajectory-Prediction Method Based on Driver Behavior-Classification and Informer Models / J. Su, M. Li, L. Zhu and all. // World Electric Vehicle Journal. – No.15 (6). – p. 237. DOI: 10.3390/wevj15060237.

9. Bebinov, S. E. Theoretical justification for the development of indicators for improving the training and retraining of passenger road transport personnel / S. E. Bebinov, L. S. Trofimova // Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway University. – 2024. – T. 21, No. 1(95). – pp. 48-61. – DOI 10.26518/2071-7296-2024-21-1-48-61. – EDN QFTVHE.

10. Bebinov, S. Improving the efficiency of driver training with accounting for infrastructure characteristics of large cities / S. Bebinov, S. Porkhacheva, M. Simul // Transportation Research Procedia: 14, Saint Petersburg, October 21–24, 2020. – Saint Petersburg, 2020. – pp. 44-51. – DOI 10.1016/j.trpro.2020.10.006. – EDN DHZZES.

## DETERMINING THE REQUIREMENTS TO A PASSENGER TRANSPORT DRIVER IN TERMS OF DEVELOPMENT OF PROFESSIONAL SKILLS THAT ENSURE THE OPERATING SPEED OF A BUS

Bebinov S.E., Trofimova L.S.

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «The Siberian State Automobile and Highway University», Omsk, Russia

Annotation. The problem of quantitative assessment of professional qualification of drivers of passenger automobile enterprises is solved. The purpose of this study is to determine the values of operating speed sufficient to confirm the compliance of drivers with the established professional and qualification requirements ensuring the fulfillment of the municipal contract for the transportation of passengers and baggage. The operating speed of medium-class buses (PAZ 4230)

of Municipal Enterprise № 8 of Omsk was studied. As a result of the study, the values of the confidence interval of the operating speed and the number of assessment points were obtained. Using the fuzzy set function, the coefficients sufficient to confirm the compliance of drivers with professional and qualification requirements were determined. The obtained results are recommended for practical application during internships and certification of drivers in passenger automobile transport enterprises of Omsk.

Key words: driver certification, driver compliance rate with professional and qualification requirements, driver training, operating speed.

УДК 656.1

## **ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ВДОЛЬ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ**

**Бояршинов М. Г., Щукин Ю. А.**

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,  
г. Пермь

Аннотация. Целью исследования является изучение натуральных количественных характеристик функционирования парковочной территории, расположенной вдоль проезжей части: количества парковочных сессий, заполняемости парковочного пространства, распределения продолжительностей хранения, интенсивностей въезда и выезда автомобилей, оборачиваемости парковочных мест и проч. Объект исследования – парковка вдоль проезжей части. Предмет исследования – особенности функционирования парковочного пространства такого типа. Рассматривается, в отличие от известных публикаций, эволюция ключевых показателей парковки вдоль проезжей части, то есть зависимость их от времени (квартала) года. Наблюдения велись непрерывно в течение недели как весной (апрель), так и летом (июль), осенью (октябрь) и зимой (февраль). Данные для исследования получены с использованием стационарного измерительного программно-технического комплекса «Азимут ДТ», контролирующего движение автотранспортных средств по парковочной территории непрерывно в течение всего периода наблюдения.

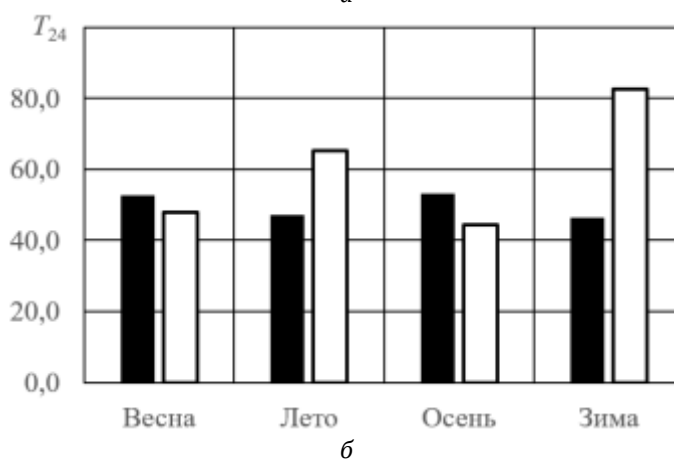
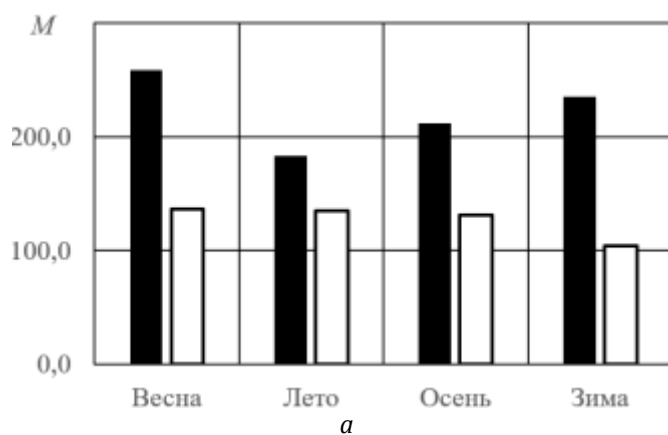
Ключевые слова: парковочное пространство, длительность стоянки, загруженность парковочного пространства.

Проблематика парковочных мест остается актуальной в городских районах, большое внимание уделяется продолжительности размещения транспортных средств. Во многих публикациях последних лет, как в России [1, 2, 3, 4, 5], так и за рубежом [3,6,7] представлены исследования в области функционирования парковочного пространства.

В [8] описывается информационная модель, которая учитывает количественные параметры, характеризующие работу парковочных мест, а также были описаны функциональные требования и выходные данные программной информационной системы.

В [9] рассматривается модельная структура оценки спроса на парковку на улице для городского коммерческого транспорта в США с использованием общедоступных данных. Предложено разделение на виды деятельности, представлен анализ самых загруженных объектов парковочной инфраструктуры, вблизи которых расположены почтовые отделения. Установлено, что перенос 30 % погрузочно-разгрузочного процесса и доставок грузов на нерабочее время, является наиболее эффективным, с потенциалом сокращения потребностей в парковочных местах в течение дня на 30 %.

Объект исследования. Рассматривается парковочное пространство, расположенное вдоль проезжей части города Пермь, рассчитанное на размещение в штатном режиме 30 автомобилей. Наблюдение выполнялось весной (апрель), летом (июль), осенью (октябрь) 2023 года и зимой (февраль) 2024 года в течение одной недели каждого месяца.



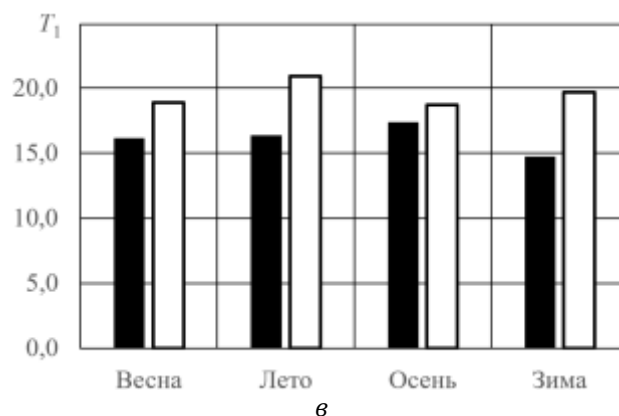


Рисунок 1 – Средние значения количества  $M$  парковочных сессий ( $a$ ), продолжительностей  $T_{24}$  размещения транспортных средств в течение суток ( $b$ ) и продолжительностей  $T_1$  размещения автомобилей менее 1 часа ( $в$ ); осреднение по рабочим (с понедельника по субботу, ■) и нерабочим дням (воскресенье, □) по соответствующим месяцам

Парковочное пространство находится в зоне фиксации комплекса измерительного программно-технического (КИПТ) «Азимут ДТ», стационарно размещенного для контроля времени въезда автомобиля на территорию парковки и выезда с нее. Процент безошибочного распознавания государственных регистрационных знаков транспортных средств в светлое время суток составляет не менее 95% от общего количества автомобилей, проходящих через зону контроля; в темное время суток – не менее 90% общего из количества автомобилей. Данные КИПТ «Азимут ДТ» поступают непрерывно в режиме реального времени, что позволяет получать достоверные сведения о характеристиках функционирования исследуемого парковочного пространства.

На рисунке 1 показаны осредненные количества парковочных сессий (рисунок 1,  $a$ ), продолжительностей парковок в течение суток (рисунок 1,  $b$ ) и продолжительностей размещения автомобилей менее 1 часа (рисунок 1,  $в$ ) в рабочие (с понедельника по субботу) и нерабочие дни (воскресенье) по соответствующим месяцам.

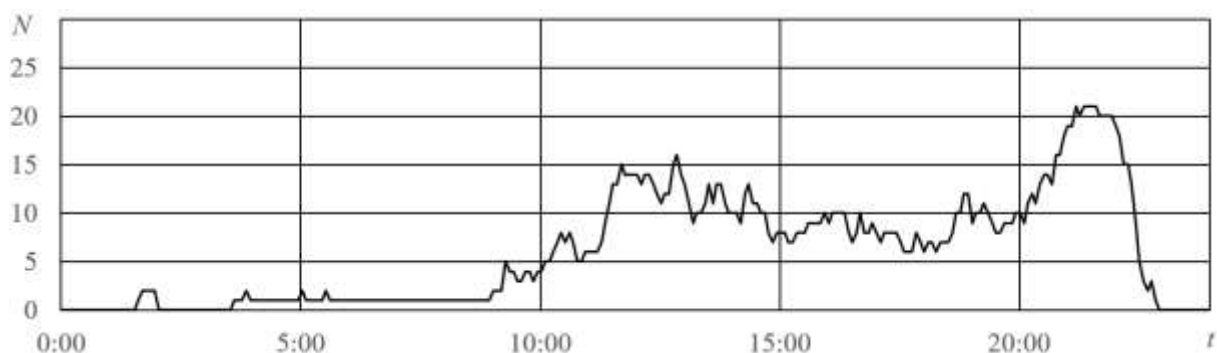


Рисунок 2 – Зависимость от времени  $t$  (час:мин) заполняемости  $K$  (авт) парковочного пространства; рабочий день (среда), июль 2023 года

В выбранный произвольно рабочий день наблюдения (среда, октябрь 2023 года) на территории парковки вдоль проезжей части зафиксировано 205 парковочных сессий (таблица 1). Максимальное количество автомобилей, одновременно находившихся на территории парковки в течение суток, зафиксировано равным 25. Среднесуточное время нахождения транспортных средств на рассматриваемом объекте составило 56,8 мин. Среднее время размещения транспортных средств при продолжительности не более 60 мин составило 17,4 мин.

Кривая заполняемости рассматриваемого объекта парковочного пространства имеет две выраженные области осциллирующих значений количества занятых парковочных мест (рисунок 2):

– с 12:10 до 14:25 – это интервал окончания учебных занятий 1-й смены (12:45 и 13:30) и начала занятий 2-й смены (14:00); в этот интервал времени заполненность парковочного пространства достигает 83% (25 автомобилей);

– с 17:15 до 19:00 – это время окончания учебных занятий 2-й смены (18:10 и 18:55), заполненность парковочного пространства достигает 73% (22 автомобиля).

Из данных, представленных на рисунке 1, *a*, следует, что количество парковочных сессий летом (июль) существенно ниже, чем в остальные сезоны года, и это обусловлено каникулами школьников. Как и следовало ожидать, количество парковочных сессий по рабочим дням существенно выше, чем в нерабочие дни. Летом заполненность парковочного пространства не превышает 80%, тогда как в другие кварталы она достигает 100% (как правило, в пятницу и субботу).

В таблице 1 представлены значения  $G$  по данным наблюдения для ЦМТ «образовательное учреждение (школа)» в зависимости от месяца наблюдения. Приведенные данные свидетельствуют о зависимости удельной генерации корреспонденций от квартала года. В рабочие дни максимальное значение  $G$  достигается весной, минимальное – летом. Для выходных дней удельная генерация корреспонденций в течение года изменяется незначительно. Ее среднее значение за весь период наблюдений составило  $G=0,0595$  корр/м<sup>2</sup> для рассматриваемого ЦМТ.

Таблица 1 – Удельная генерация корреспонденций  $G$  (корр/м<sup>2</sup>) для центра массового тяготения «образовательное учреждение (школа)» в рабочие и нерабочие дни; данные за 2023 и 2024 годы

|               | Апрель 2023 | Июль 2023 | Октябрь 2023 | Февраль 2024 |
|---------------|-------------|-----------|--------------|--------------|
| Рабочие дни   | 0,0739      | 0,0523    | 0,0604       | 0,0671       |
| Нерабочие дни | 0,0378      | 0,0386    | 0,0374       | 0,0297       |

Согласно [10] требуемое количество парковочных мест для средней школы определено в количестве 0,48 на каждые 100 м<sup>2</sup> площади учебного заведения. В рассмотренном случае, с учетом максимальной заполняемости парковочного пространства  $K_{max} = 30$  (таблица 1), этот показатель оказался равен



$$\frac{K_{max}}{S/100} = \frac{30}{3500/100} = 0,857,$$

что практически вдвое превышает рекомендуемое значение [10].

Обработка значительного объема данных, полученных с использованием комплексов измерительных программно-технических, об использовании парковочного пространства вдоль проезжей части, расположенного возле образовательного учреждения, позволило исследовать количественные характеристики продолжительности размещения автомобилей на территории рассматриваемого объекта в течение суток, распределения количества автомобилей по продолжительности нахождения транспортных средств на территории рассматриваемого объекта, изменение заполняемости парковочного пространства в рабочие и нерабочие дни, интенсивности въезда автомобилей на территорию рассматриваемого объекта и выезда с него, а также некоторые другие характеристики.

Установлено, что практически все измеренные показатели функционирования рассмотренного парковочного пространства зависят от времени (квартала) года, что необходимо учитывать при проектировании, размещении, планировании и организации функционирования парковочных пространств.

Удельная генерация корреспонденций и необходимое число парковочных мест вблизи центров массового тяготения чувствительны к особенностям городской территории и существенно различаются по регионам страны. Показатели, полученные для урбанизированных территорий других стран, уникальны и неприменимы для практического использования на территории России.

Целесообразно распространить методику изучения и опыт получения характеристик парковочного пространства на исследование показателей функционирования других типов объектов парковочной инфраструктуры, плоскостных, и многоуровневых парковок, расположенных вблизи центров массового тяготения иного назначения и структуры.

#### Список использованных источников

1. Мартынова, Е.С. К вопросу об организации парковочных мест в городе Саратове [Текст] / Е.С. Мартынова, В.Н. Басков, А.В. Игнатов, А.А. Кучапина // Повышение надежности и безопасности транспортных сооружений и коммуникаций: материалы 3-й Междунар. науч.-практ. конф. – Саратов, 2017.
2. Сапожкова Н.В., Барышников В.А., Федина М.А., Кубахова А.С. Внедрение платного парковочного пространства на улично-дорожной сети г. Волгограда с целью разгрузки полосы общественного транспорта // Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. – 2019. – № 3 (76). – С. 81-91. – EDN: FXVOQC.

3. K. Cheung and P. Varaiya. Traffic surveillance by wireless sensor network: Final report. Technical report, 2007. Technical Report UCBITS-PRR-2007-4, University of California, Berkeley
4. Казимиров А.О. Бурков Д.Г. Прогнозирование интенсивности транспортных и пешеходных потоков к центрам массового тяготения на примере супермаркетов г. Иркутска // Вестник ИрГТУ. – 2018. – Т. 22 (2). – С. 209-216. – DOI: 10.21285/1814-3520-2018-2-209-216. – EDN: YRRIBQ.
5. Щукин Ю.А. Бояршинов М.Г. Артеменко Д.В. Закономерности использования парковочного пространства // Транспорт Российской Федерации. – 2023. – №3-4 (106-107). – С. 44-50. – EDN: SLAKFT.
6. Y. Geng and C. G. Cassandras. Dynamic resource allocation in urban settings: A “smart parking” approach. IEEE Multi-Conference on Systems and Control, 2011. To appear
7. Gomari S., Knoth C., Antoniou C. Cluster analysis of parking behaviour: A case study in Munich // Transportation Research Procedia. 23rd EURO Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2020, 16-18 September 2020, Paphos, Cyprus. – 2021. – Vol 52. – Pp. 485-492. (In Eng.).
8. Diana G. Ramirez-Rios, Lokesh Kumar Kalahasthi, José Holguín-Veras On-street parking for freight, services, and e-commerce traffic in US cities: A simulation model incorporating demand and duration. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 169, 2023, 103590, ISSN 0965-8564, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103590>.
9. Joshua Schmid, Xiaokun (Cara) Wang, Alison Conway, Commercial vehicle parking duration in New York City and its implications for planning, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 116, 2018, Pages 580-590, ISSN 0965-8564, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.06.018>.
10. Зедгенизов А.В., Базан А.В. Методика оценки потребного числа мест для парковки возле центров массового тяготения на урбанизированных территориях // Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2020. – Т. 17. – №1 (71). – С. 72-83. – DOI: 10.26518/2071-7296-2020-17-1-72-83. – EDN: GHXJBZ.

#### References

1. Martynova, E.S. On the organization of parking spaces in the city of Saratov [Text] / E.S. Martynova, V.N. Baskov, A.V. Ignatov, A.A. Kuchapina // Improving the reliability and safety of transport facilities and communications: Proc. 3rd Int. scientific-practical. conf. - Saratov, 2017.
2. Sapozhkova N.V., Baryshnikov V.A., Fedina M.A., Kubakhova A.S. Implementation of paid parking space on the street and road network of Volgograd in order to relieve public transport lanes // Bulletin of the Volgograd State University of Architecture and Civil Engineering. Series: Construction and Architecture. - 2019. - No. 3 (76). - P. 81-91. - EDN: FXVOQC.
3. K. Cheung and P. Varaiya. Traffic surveillance by wireless sensor network: Final report. Technical report, 2007. Technical Report UCBITS-PRR-2007-4, University of California, Berkeley

4. Kazimirov A.O. Burkov D.G. Forecasting the intensity of traffic and pedestrian flows to the centers of mass attraction using the example of Irkutsk supermarkets // Bulletin of IrSTU. - 2018. - Vol. 22 (2). - P. 209-216. - DOI: 10.21285/1814-3520-2018-2-209-216. - EDN: YRRIBQ.

5. Shchukin Yu.A. Boyarshinov M.G. Artemenko D.V. Patterns of use of parking space // Transport of the Russian Federation. – 2023. – No. 3-4 (106-107). – P. 44-50. – EDN: SLAKFT.

6. Y. Geng and C. G. Cassandras. Dynamic resource allocation in urban settings: A “smart parking” approach. IEEE Multi-Conference on Systems and Control, 2011. To appear

7. Gomari S., Knoth C., Antoniou C. Cluster analysis of parking behavior: A case study in Munich // Transportation Research Procedia. 23rd EURO Working Group on Transportation Meeting, EWGT 2020, 16-18 September 2020, Paphos, Cyprus. – 2021. – Vol 52. – Pp. 485-492. (In Eng.).

8. Diana G. Ramirez-Rios, Lokesh Kumar Kalahasthi, José Holguín-Veras On-street parking for freight, services, and e-commerce traffic in US cities: A simulation model incorporating demand and duration. Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 169, 2023, 103590, ISSN 0965-8564, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2023.103590>.

9. Joshua Schmid, Xiaokun (Cara) Wang, Alison Conway, Commercial vehicle parking duration in New York City and its implications for planning, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 116, 2018, Pages 580–590, ISSN 0965-8564, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.06.018>.

10. Zedgenizov A.V., Bazan A.V. Methodology for assessing the required number of parking spaces near centers of mass attraction in urbanized areas // Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway University. - 2020. - Vol. 17. - No. 1 (71). - P. 72-83. – DOI: 10.26518/2071-7296-2020-17-1-72-83. – EDN: GHXJBZ.

## FUNCTIONING OF PARKING SPACE ALONG THE ROADWAY

Boyarshinov M. G., Shchukin Yu. A.

Perm National Research Polytechnic University, Perm

Abstract: The aim of the study is to examine the natural quantitative characteristics of the functioning of the parking area located along the roadway: the number of parking sessions, occupancy of the parking space, distribution of storage periods, vehicle entry and exit rates, turnover of parking spaces, etc. The object of the study is parking along the roadway. The subject of the study is the features of the functioning of this type of parking space. In contrast to known publications, the evolution of key indicators of parking along the roadway is considered, i.e. their dependence on the time (quarter) of the year. Observations were conducted continuously for a week both in spring (April) and summer (July), autumn (October) and winter (February). The data for the study were obtained using the stationary measuring software and hardware complex "Azimut DT", which monitors the

movement of vehicles along the parking area continuously during the entire observation period.

Key words: parking space, parking duration, parking space occupancy.

УДК 656.13.07

## **АНАЛИЗ РЫНКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В РОССИИ НА 2024 ГОД**

**Булатов С.В.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аннотация. В статье проведён анализ рынка грузовых автомобилей в России, сравниваются такие показатели, как доля новых грузовых автомобилей по отношению к общему числу, распределение производителей новых грузовых автомобилей, распределение продаж грузовых автомобилей по маркам, а также средняя стоимость новых грузовых автомобилей в период с 2021 г. по 2024 г. В целом, ситуация на рынке грузовых автомобилей, как новых, так и подержанных, стабилизируется в сравнении с двумя годами ранее. Сработали такие факторы, как эффективная логистика, своевременное импортозамещение и умение работать в условиях финансовой ограниченности.

Ключевые слова: грузовой автомобиль, рынок, распределение, производитель, компания.

Ситуация на рынке грузовых автомобилей за последние два года аналогична тому, что происходит на рынке автомобилей из легкового сегмента – это уход практически всех европейских (Volvo, Scania), японских (Isuzu) марок и импорт автомобилей китайских производителей [1-4]

Данное положение подтверждает анализ рынка грузовых автомобилей, который показал, что в 2022 г. продажи резко сократились, а в 2023 г. наоборот возросли (свыше 144 тыс. автомобилей).

По итогам 2023 г. в категории легких грузовых автомобилей российские производители занимают свыше 80% (лидеры ГАЗ и Sollers). В категории тяжелой техники за российскими производителями меньше трети рынка, тогда как производители из Китая занимают уже около 60%.

Что касается моделей, то КамАЗ-43118 и 65115 были абсолютными лидерами продаж в 2022 г. Модель 43118 стал самой продаваемой на рынке в 2022 г. – 8456 ед. В 2023 г. – 6481 ед.

В 2024 г. в период с января по октябрь доля КамАЗа прибавлялась, а у производителей из Китая – снижалась. Однако самой продаваемой моделью остался Sitrak С7Н, что объясняется более выгодными условиями лизинга, большим выбором запасных частей (ЗЧ) и соответственно сокращением простоев в ожидании ЗЧ.

На рисунке 1 представлен график доли новых грузовых автомобилей по отношению к общему числу в период с 2021 г. по 2024 г.

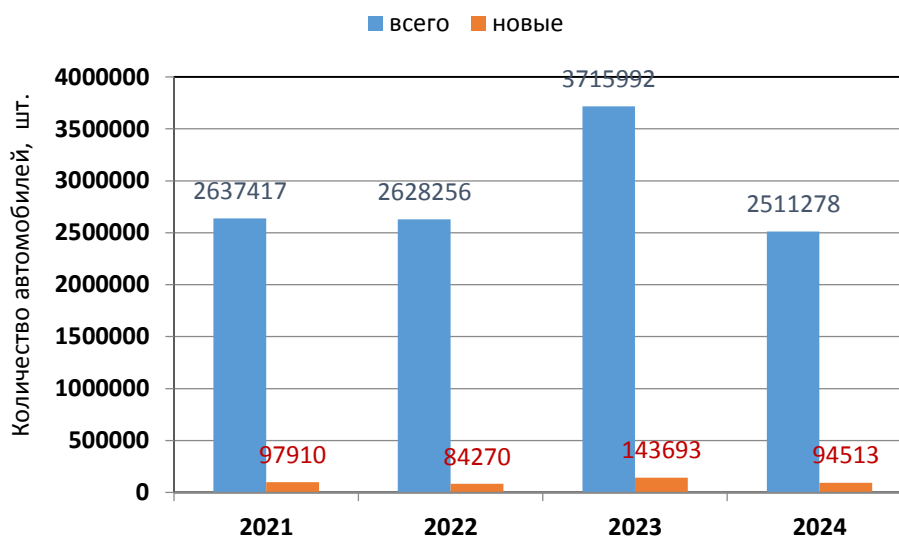


Рисунок 1 – Доля новых грузовых автомобилей по отношению к общему числу в период с 2021 г. по 2024 г.

В 2022 году доля проданных дилерами грузовых автомобилей снизилась к минимальным значениям, а уже на следующий год был установлен рекорд продаж (143693 ед.).

На рисунке 2 показана доля автомобилей на российском рынке по производителям. Лидерство принадлежит Китаю, который за 3 года захватил наш рынок.

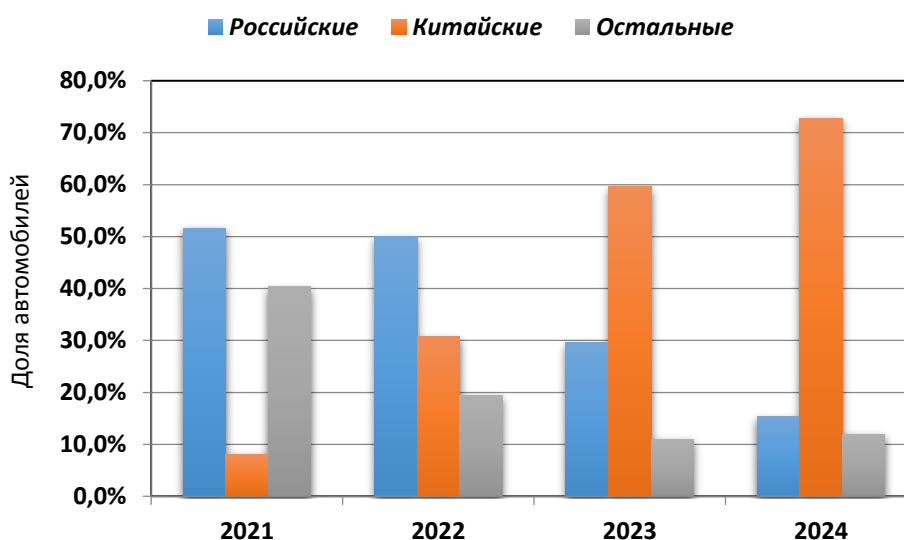


Рисунок 2 – Распределение производителей новых грузовых автомобилей в период с 2021 г. по 2024 г.

На рисунке 3 показано распределение по маркам. Лидерами в 2024 году являются модели марок КамАЗ, Sitrak и Shacman.

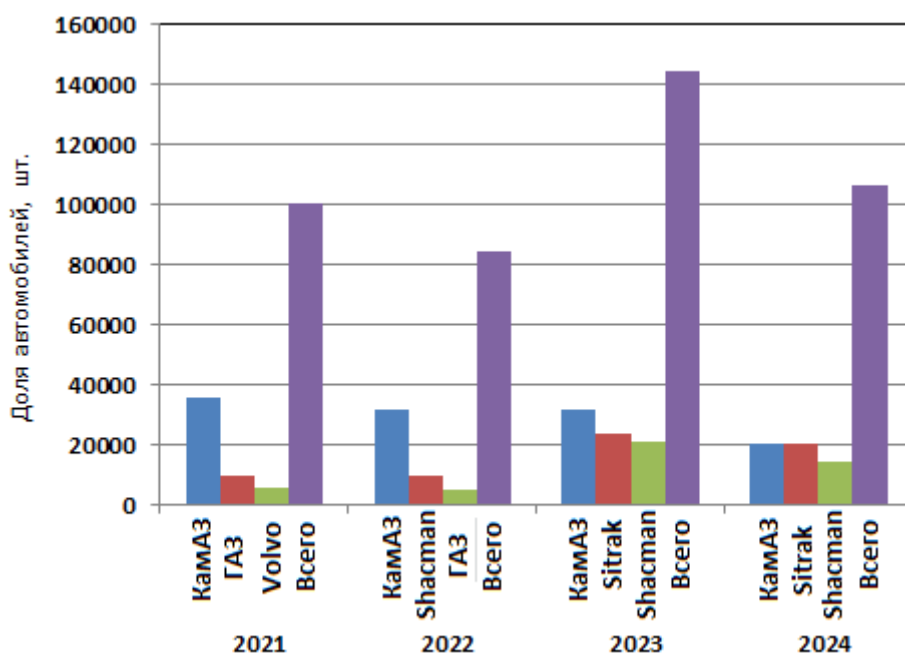


Рисунок 3 – Распределение продаж грузовых автомобилей по маркам в период с 2021 г. по 2024 г.

На рисунке 4 показан график роста средней стоимости новых грузовых автомобилей.

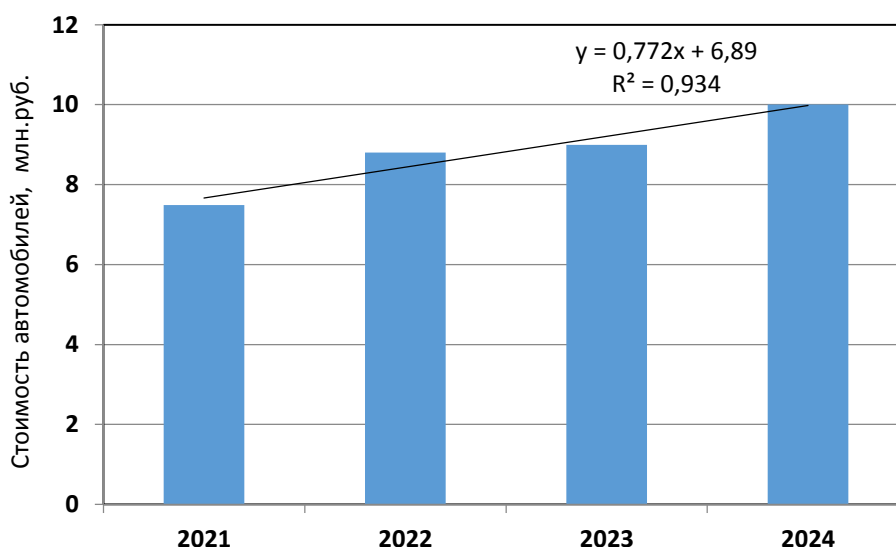


Рисунок 4 – Средняя стоимость новых грузовых автомобилей в период с 2021 г. по 2024 г.

Несмотря на ежегодный рост средней стоимости новых грузовых автомобилей, а разница в стоимости автомобилей 2024 года в сравнении с 2021 годом составляет около 30%, ситуация на рынке грузовых автомобилей, как новых, так и подержанных, не должна вызывать опасений.

Ближайшие перспективы рынка на 2025 год:

- цены на автомобили и запасные части продолжают свой рост;
- замещение возрастных автомобилей;

- увеличение производства гибридных грузовых автомобилей.

#### Список использованных источников

1. За рулем [Электронный ресурс]: Многопредмет. журн. / ОАО «За рулем» // ред. М.А. Кадаков. – Москва: ОАО «За рулем». – №6. – 2024. – Режим доступа: <http://www.zr.rll>. – Дата обращения: 09.11.2024 г.
2. Автомобильный рынок России 2021 г. Комплексное исследование российского автомобильного рынка по состоянию на начало 2021 года. – М.: Автостат, 2021. – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>
3. Автомобильный рынок России 2022 г. Комплексное исследование российского автомобильного рынка по состоянию на начало 2022 года. – М.: Автостат, 2022. Режим доступа: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>
4. Автомобильный рынок России 2023 г. Комплексное исследование российского автомобильного рынка по состоянию на начало 2023 года. – М.: Автостат, 2023. Режим доступа: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>

#### References

1. Behind the wheel [Electronic resource]: Multi-subject. journal. / JSC "Behind the wheel" // ed. M.A. Kadakov. – Moscow: JSC "Behind the wheel". – No.6. – 2024. – Access mode: <http://www.zr.rll> . – Date of application: 11/09/2024.
2. The automotive market of Russia 2021. A comprehensive study of the Russian automotive market as of the beginning of 2021. – Moscow: Autostat, 2021. – Access mode: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>
3. The automotive market of Russia 2022. A comprehensive study of the Russian automotive market as of the beginning of 2022. Moscow: Autostat, 2022. Access mode: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>
4. The Russian automobile market in 2023. A comprehensive study of the Russian automobile market as of the beginning of 2023. Moscow: Autostat, 2023. Access mode: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>

#### ANALYSIS OF THE TRUCK MARKET IN RUSSIA FOR 2024

Bulatov S.V.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Orenburg state University, Orenburg

Annotation. The article analyzes the truck market in Russia, compares such indicators as the share of new trucks relative to the total number, the distribution of manufacturers of new trucks, the distribution of truck sales by brand, as well as the average cost of new trucks in the period from 2021 to 2024. In general, the situation in the truck market, both new and used, is stabilizing compared to two years earlier. Factors such as efficient logistics, timely import substitution and the ability to work in conditions of financial constraints have worked.

Keywords: truck, market, distribution, manufacturer, company.

## СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БРАКОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Булатов С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аннотация. В статье представлен проведенный анализ бракованных запасных частей для легковых автомобилей, а именно детали тормозной системы. Рассматриваются причины появления большого количества брака, на что следует обратить внимание при выборе запасных частей, а также прогноз ситуации на рынке на ближайший период. Экспериментальные исследования проводились на одном из крупнейших автотранспортных предприятий города Оренбурга, авторемонтном предприятии и станциях технического обслуживания автомобилей. Статистика собиралась с нескольких магазинов и рынков по продажам запасных частей также личный опыт приобретения деталей на маркетплейсах.

Ключевые слова: запасная часть, автомобиль, тормозная система, брак, качество, тормозные колодки и диски.

Ситуация на рынке запасных частей (ЗЧ) остается неоднозначной [1-3]. Анализ рынка ЗЧ выявил около 40% «серого» импорта сомнительного качества. Большую часть бракованных ЗЧ ввозят из стран Юго-Восточной Азии. Доля бракованных ЗЧ достигает критических значений, даже в категории элементов, влияющих на безопасность (тормозная система, рулевое управление). На рисунке 1 представлены наименования ЗЧ по количеству брака в исследуемой выборке.

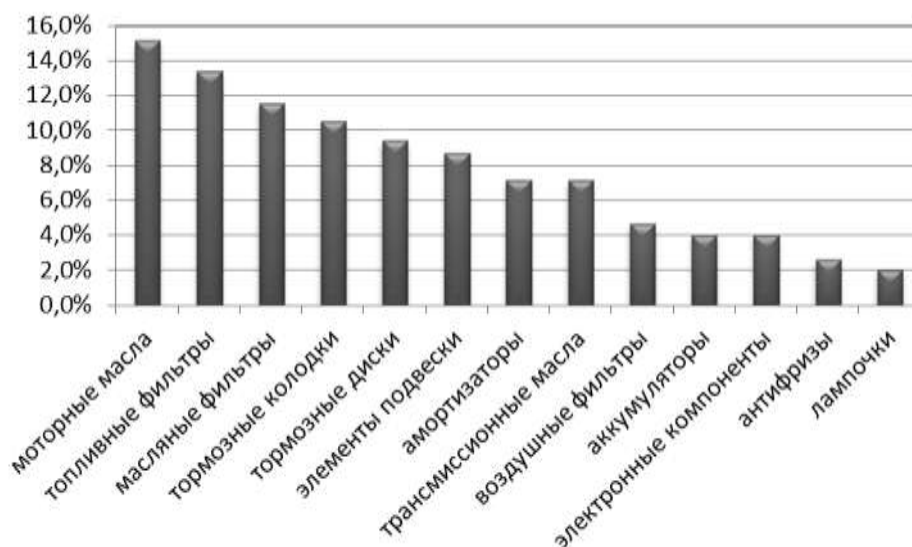


Рисунок 1 – Доля ЗЧ по количеству брака в исследуемой выборке



Тормозные колодки и диски занимают одни из первых позиций, что настораживает. Риск возникновения аварийных ситуаций вырастает в несколько раз.

В 2020 году АО «АвтоВАЗ» отозвал автомобили (причиной отзыва стала неисправность обратного клапана вакуумного усилителя). У других автопроизводителей также случаются внештатные ситуации.

Более 60% деталей покупатели приобретают самостоятельно. 23% из них не являются профессионалами и не разбираются в качестве и особенностях деталей при выборе, и поэтому отличить подделку от качественных ЗЧ не могут.

При выборе любых деталей для автомобилей следует обращать внимание на такие признаки как:

- упаковка;
- маркировка;
- общее качество материалов;
- комплектность;
- оригинальный номер.

Выбор тормозных колодок следует начинать с визуального осмотра:

- «грубое» производство (криво установленные накладки);
- отсутствие предусмотренных конструкцией скосов или пропилов;
- маркировка;
- разнородные материалы.

На рисунке 2 представлена вероятность приобретения бракованных ЗЧ в зависимости от типа продавца по состоянию на 2024 год.

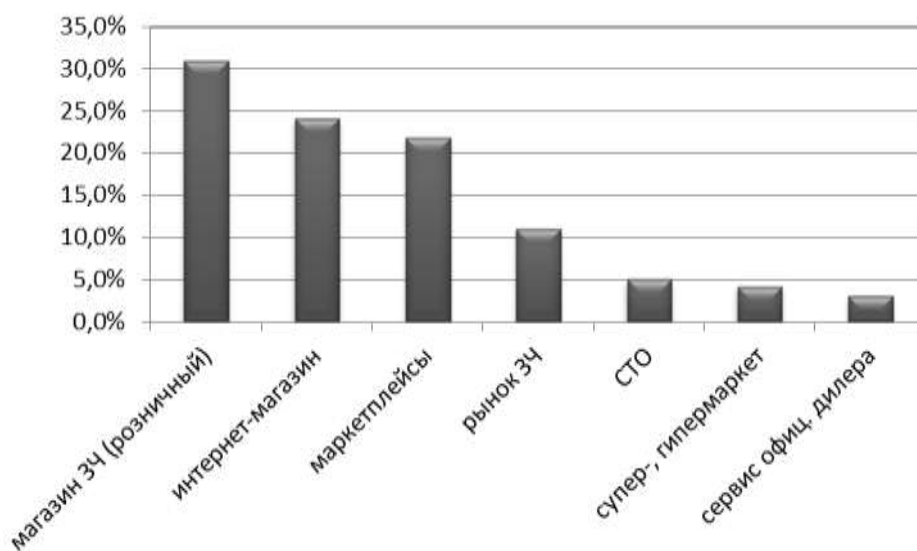


Рисунок 2 – Вероятность приобретения бракованных ЗЧ в зависимости от типа продавца

Проведенный анализ показал, что вероятность приобретения бракованных ЗЧ в розничных магазинах остается самой высокой, далее

следуют интернет-магазины, на третье место поднялись маркетплейсы. Самым надежным продавцом остаются официальные дилеры.

В ближайшее время рынок ЗЧ ожидает повышение цен, сокращение «серого» импорта, следовательно, количество бракованных деталей, а также снижение вероятности аварийных ситуаций.

#### Список использованных источников

1. Автомобильный рынок России 2022 г. Комплексное исследование российского автомобильного рынка по состоянию на начало 2022 года. – М.: Автостат, 2022. – Режим доступа: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>

2. Автомобильный рынок России 2023 г. Комплексное исследование российского автомобильного рынка по состоянию на начало 2023 года. – М.: Автостат, 2023. Режим доступа: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>

3. Автомобильный рынок России 2024 г. Комплексное исследование российского автомобильного рынка по состоянию на начало 2024 года. – М.: Автостат, 2024. Режим доступа: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>

#### References

1. The automotive market of Russia 2022. A comprehensive study of the Russian automotive market as of the beginning of 2022. – Moscow: Autostat, 2022. – Access mode: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>

2. The automotive market of Russia 2023. A comprehensive study of the Russian automotive market as of the beginning of 2023. Moscow: Autostat, 2023. Access mode: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>

3. The Russian automobile market in 2024. A comprehensive study of the Russian automobile market as of the beginning of 2024. Moscow: Autostat, 2024. Access mode: <https://www.autostat.ru/research/product/400/>

## STATISTICAL ANALYSIS OF DEFECTIVE PARTS OF THE PASSENGER CAR BRAKE SYSTEM

Bulatov S.V.

Orenburg state University, Orenburg

Annotation. The article presents the analysis of defective spare parts for passenger cars, namely brake system parts. The reasons for the appearance of a large number of defects are considered, which should be paid attention to when choosing spare parts, as well as the forecast of the market situation for the near future. Experimental studies were conducted at one of the largest motor transport enterprises in the city of Orenburg, an automobile repair plant and car maintenance stations. Statistics were collected from several stores and markets for the sale of spare parts, as well as personal experience of purchasing parts on marketplaces.

Keywords: spare part, car, brake system, defective, quality, brake pads and discs.

## **ВЫБОР МЕТОДА ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ**

**Власов Ю.А., Фукс В.Р., Мусатова Ю.С.**

ФГБОУ ВО «Томский государственный архитектурно-строительный университет», Томск

Аннотация. В материале рассматривается вопрос выбора методов дисперсионного анализа для оценки степени загрязненности моторных масел транспортных машин. Оценены возможности наиболее распространенных методов анализа дисперсной среды. Детально рассмотрены способы анализа дисперсной среды методом седиментометрии. Обоснована возможность оценки степени загрязненности моторных масел на электрофизических принципа.

Ключевые слова: дисперсионный анализ, седиментация, загрязненность, моторное масло.

Комплексному изучению загрязненности моторного масла транспортных машин посвящено большое количество работ [1, 2, 4, 5]. Моторные масла могут содержать загрязнения, возникшие в процессе его производства; загрязнения, образованные за счет контакта с атмосферой; загрязнения, полученные в результате износа трущихся пар или в результате физико-химических изменений и разложений.

Одним из способов оценки степень загрязненности моторных масел являются методы дисперсионного анализа. Моторное масло является дисперсной системой, состоящей из мелких частиц загрязняющих компонентов, равномерно распределенных в объеме масляной среды. Следовательно, оптимизированный выбор метода анализ дисперсионной среды, позволит осуществлять контроль качества моторных масел на стадии его изготовления, хранения или эксплуатации.

Методы дисперсионного анализа нашли широкое применение при оценке степени загрязненности товарных нефтепродуктов [3]. Наиболее распространены такие методы анализа как микроскопический, седиментометрический, диффузионный, фильтрационный и др.

*Микроскопическим методом* можно довольно точно определить размеры отдельных частиц по измерительной шкале в окуляре микроскопа.

Определение размеров отдельных частиц производится путем отсчета числа делений окулярной шкалы на расстоянии, в котором укладывается изображение частицы. Затем умножают это число на цену деления шкалы при данном увеличении. При необходимости отдельно измеряют длину и ширину частиц. Для того чтобы частицы не накладывались друг на друга, концентрация дисперсной фазы должна быть не слишком большой, а для исключения коагуляции в пробы добавляют дистиллированную воду. Подсчеты

рекомендуется проводить на большом числе проб исследуемой дисперсной системы при различных увеличениях.

Основным преимуществом микроскопического метода является возможность непосредственного наблюдения и измерения частиц изучаемой дисперсной среды. Однако существуют недостатки данного метода: невысокая точность результатов измерения частиц полиразмерных фракций, ошибки, вносимые ограничением точности измерения, наличие частиц неправильной формы, загрязнение предметного стекла, коагуляция частиц, большие объемы исследуемого объекта, субъективные факторы наблюдателя. Ошибки, вносимые этими факторами, нередко составляют более 20% от точности измерения. На микроскопические методы измерения частиц и подсчета затрачивается значительное время, и они являются чрезвычайно утомительными и кропотливыми.

Наиболее приемлемы микроскопические методы оценки дисперсного состава как вспомогательные, дающие возможность непосредственного наблюдения за исследуемым объектом.

*Метод фильтрации* по своему принципу метод фильтрации базируется на использовании пористых материалов с размером отверстий, лежащими в некотором интервале, и приемлем для жидкой дисперсной среды. Применяется, как правило, для изучения суспензий, коллоидов и осадков с размерами частиц от 0,1 мкм до 100 мкм.

Основным недостатком фильтрационного анализа является то, что полной дисперсной характеристики коллоидных систем и тонких порошков пока получить крайне сложно [1, 6, 7].

*Метод нефелометрии* основан на законах рассеяния света (закон Рэлея) в дисперсных коллоидных и высокодисперсных системах. Данный метод является относительным, так как базируется на сравнении величины мутности раствора исследуемого с соответствующим эталонным [6].

Рассеяние света в растворах с одинаковыми весовыми концентрациями дисперсной фазы, но с различными размерами частиц, различно. Нахождение функции распределения дисперсных систем данным методом достаточно трудно [7].

*Диффузионный метод* основан на применении законов диффузии к частицам коллоидных растворов и высокомолекулярных соединений. При современном состоянии технического обеспечения диффузионный метод позволяет устанавливать средние размеры коллоидных частиц. Данный метод нашел применение для исследования высокодисперсных систем [4].

*Адсорбционный метод* основан на определении величины предельной адсорбции подходящего вещества на порошке, когда можно судить о величине удельной поверхности этого порошка, суспендированного в соответствующем растворе. Адсорбционные методы позволяют судить не только о размере, но и о структуре частиц. Методы удобно применять при сравнении дисперсности порошков одного и того же материала. Метод обладает основным преимуществом – возможностью применения в широких границах дисперсности. [7].

*Метод скорости растворения* основан на принципе пропорциональности скорости растворения твердого тела, к величине его поверхности. Результаты этого метода сильно зависят от скорости и стандартности перемешивания растворителя и концентрации растворяющего агента. Метод применяется для контроля процессов диспергирования, но не дает количественные данные о характере распределения дисперсных систем [6].

Все вышеперечисленные методы имеют, как правило, специальное значение и применяются чаще всего для исследования коллоидных растворов и реже для грубодисперсных систем, например, для оценки степени загрязненности товарных нефтепродуктов [1].

*Седиментационный (седиментометрический) анализ.* Принцип седиментации состоит в экспериментальном определении скорости оседания частиц дисперсной фазы в полидисперсной среде [6]. Измеряя скорости оседания частиц легко найти средние размеры этих частиц в суспензии, так как скорость оседания пропорциональна квадрату их размеров. Основными и несомненными преимуществами перед вышеизложенными методами является достаточно точное определение размеров частиц в широком интервале дисперсности при сравнительно малой трудоемкости.

Методы седиментометрического анализа грубодисперсных систем нашли широкое научное и прикладное применение в производственной практике [6, 8, 9].

В работе [10] была выдвинута гипотеза о возможности определения дисперсных частиц в моторных маслах под воздействием электрического поля, для чего была внесена корректировка в существующую классификацию способов седиментометрического анализа дисперсных материалов за счет дополнения комбинированного способа (рисунок 1). Комбинированный способ седиментометрического анализа обеспечивает учет свойств и возможностей, как силового, так и гравитационного поля.

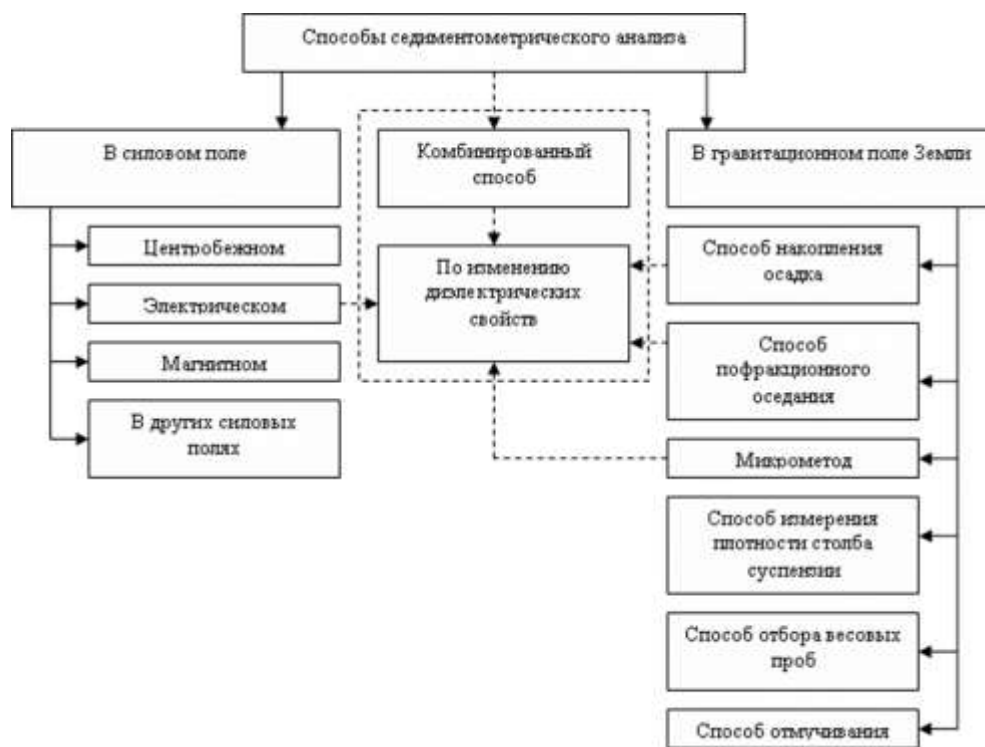
Необходимым условием выбора способа анализа является размер анализируемых частиц.

В настоящее время способы в силовом поле применяются, главным образом, для исследования дисперсных систем с размерами частиц от 0,15 мкм до 4 мкм [8], что не представляет интереса для оценки свойств нефтепродуктов.

Способы в гравитационном поле земного тяготения используются для оценки грубодисперсных систем. Анализ их возможностей позволит критически оценить их соответствие по отношению к выдвинутой гипотезе.

*Способы отмучивания* основаны на отделении дисперсной фазы фракции с размерами частиц меньшими критического значения. Вес дисперсной фазы меняется после разделения столба суспензии на две части путем отстаивания и сливания ее верхнего объема до заданного уровня через строго определенный промежуток времени с начала седиментации. Частицы дисперсной среды после отделения фракции взвешиваются или исследуются под микроскопом.

Способ проведения анализа из-за высокой трудоемкости не нашел широкого применения [8].



— существующие классификационные связи  
 ---- предлагаемые связи комбинированного способа

Рисунок 1 – Способ седиментометрического анализа дисперсных систем

*Способы измерения плотности столба суспензии* основаны на изменении массы выпавших из суспензии частиц от начала оседания и до полного выпадения дисперсной фазы. Исходя из плотностей чистой среды и дисперсной среды суспензии, можно определить концентрацию частиц в суспензии.

Недостатком данного способа является его высокая трудоемкость.

*Способы отбора весовых проб* основаны на последовательном отборе проб на известной глубине суспензии в фиксированный момент времени и определении массы твердой фазы в отобранной пробе после выпаривания или высушивания [11]. Данный способ используют для суспензий с размером частиц не более 50 мкм, так как при определении частиц большего размера быстро растет процент ошибки измерения [8].

Данный способ также достаточно трудоемок.

*Микрометоды* основаны на непосредственном определении скорости оседания частиц при измерении малых концентраций дисперсной фазы при высоте столба суспензии до 1–2 см. Измерение скорости седиментации выполняется с помощью микроскопа по времени прохождения частицей специально отмеченных делений шкалы окуляра.

Микрометод отличается от микроскопического тем, что эквивалентные размеры частиц определяются не путем прямых измерений, а по скорости оседания. Это обстоятельство исключает необходимость многократных измерений частиц неправильной формы в различных направлениях и число измерений частиц по скорости оседания может быть значительно меньшим. По своей сути данный метод является экспрессным, так как значительно сокращает

время на проведение анализов по сравнению с обычными приемами седиментометрирования. Основным достоинством данного метода является тот факт, что процессы оседания частиц дисперсной фазы в малом объеме подчиняются закону Стокса [6], и это позволяет использовать его для разработки новых технических решений седиментационного анализа.

Микрометод целесообразно выбирать для контроля качества нефтепродуктов как способ, выявляющий частицы износа, атмосферной пыли и другие фиксируемые продукты загрязнения.

*Способ пофракционного оседания* основан на том, что из верхнего слоя дисперсной среды в первую очередь выпадают наиболее тяжелые фракции и крупные частицы [12]. Они, пройдя определенный путь, равный высоте столба суспензии, оседают на дне, и по скорости оседания можно всегда определить размер частиц, а по массе осадка определить их концентрацию.

Недостатком такого способа является неравномерное оседание частиц в результате изменения плотности дисперсной среды в верхней части при введении концентрированной суспензии. Данный способ подчиняется закону Стокса, и приемлем для использования в качестве экспресс-анализа при определении дисперсных загрязнений в нефтепродуктах.

*Способ накопления осадка* основан на измерении массы дисперсной фазы, выпадающей из столба суспензии известной высоты, к заданным моментам времени [1]. Предполагается, что к моменту начала анализа полидисперсные частицы в суспензии распределяются равномерно, и что частицы каждого размера оседают в дисперсной среде со своей скоростью в соответствии с их массой.

Процесс накопления осадка монодисперсной фракции протекает по линейной зависимости до окончания процесса седиментации [1]  $m = kt$ , где  $m$  – масса осадка, выпавшая в начальный период седиментации;  $k$  – коэффициент пропорциональности (в графическом выражении угловой коэффициент прямой  $k = tg\alpha$ ) или скорость седиментации;  $t$  – время оседания.

В полидисперсной суспензии накопление осадка выражается функцией  $m = f(t)$ , где приращение массы осадка частиц различных размеров асимптотически приближается к максимальной массе осадка в суспензии. Процесс накопления осадка замедляется при полном выпадении дисперсной фазы. Функцию распределения дисперсной фазы получают графическим дифференцированием функции накопления осадка.

По своей сути метод является аналитическим, но он позволяет определять размеры частиц разных фракций.

Таким образом, для определения дисперсных частиц загрязнения нефтепродуктов методом седиментации наиболее подходящими являются способы пофракционного оседания, накопления осадка и микрометод.

*Комбинированный способ.* Моторное масло, по своей электрофизической сути, является диэлектриком. Если такой диэлектрик, в виде капли моторного масла, поместить в слабое электрическое поле плоского конденсатора, то фиксировать степень загрязненности данного нефтепродукта путем пофракционного оседания частиц за счет гравитационного поля Земли на

обкладках конденсатора можно по изменениям его проводимости и диэлектрической проницаемости. Регистрируемые электрофизические параметры, по мере замыкания обкладок конденсатора, будут пропорциональны концентрации загрязняющих компонентов, с учетом их гранулометрического состава, скорости оседания частиц и толщины слоя исследуемого нефтепродукта [6, 10, 13, 14].

Данный способ имеет малую трудоемкость и его можно применять как экспресс-метод в автотранспортных предприятиях и лабораториях по контролю качества нефтепродуктов.

Следовательно, появляется новая возможность проводить седиментометрический анализ дисперсных систем комбинированным способом и оценивать степень загрязнённости моторных масел транспортных машин за счет изменения параметров электрического поля.

#### Список использованных источников

1. Удлер Э.И. Фильтрация нефтепродуктов. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 1988. – 216 с.
2. Григорьев М.А., Пономарев Н.Н. Износ и долговечность автомобильных двигателей. – М.: Машиностроение, 1976. – 248 с.
3. ГОСТ 17216-2001 Чистота промышленная. Классы чистоты жидкостей. – Москва: Изд-во стандартов, 2001. – 12 с
4. Современные методы очистки и регенерации отработанных смазочных масел: препринт / Б. И. Ковальский, Ю. Н. Безбородов, Л. А. Фельдман, А. В. Юдин, О. Н. Петров. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2011. – 105 с.
5. Полынский, В.Д. Диссертация: Выпускная квалификационная работа. Разработка технологии повышения чистоты моторного топлива при эксплуатации дизельных машин / В.Д. Полынский, 2018. – 89 с. – URL: <https://lib.rucont.ru/efd/681387> (дата обращения: 14.10.2024).
6. Фигуровский Н.А. Седиментометрический анализ / Под ред. П.А. Ребиндера. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1948. – 332 с.
7. Коллоидная химия: Учеб. для университетов и химико-технолог. вузов / Е.Д. Щукин, А.В. Перцов, Е.А. Амелина. – М.: Высш. шк., 2007. – 444 с.
8. Коузов П.А. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей и измельченных материалов. – Л.: Химия, 1987. – 264 с.
9. Пушнин В.П. Изменение дисперсности дизельной сажи при замене сорта топлива и введения присадок / В.П. Пушнин, Д.О. Заонегин // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2013. - №2. – С. 187–189.
10. Власов Ю.А. Электрофизические методы контроля системы «машина – масло» / Ю.А. Власов, Н.Т. Тищенко, В.О. Гильц, О.В. Ляпина // Перспективы развития и безопасность автотранспортного комплекса: материалы I Международной научно-практической конференции. – Новокузнецк: Изд-во фил. КузГТУ, 2011. – С. 66–69.



11. Куц В.П., Слободян С.М. Методика анализа дисперсности пыли и порошков // Вестник ТГАСУ. – 2014. – №2. – С. 103–109.
12. Исследование влияния аэродинамических характеристик пыли пищевых производств на запыленность городских территорий / А.С. Татов, П.А. Сидякин, П.С. Чернов, Ю.В. Коновалова // Фундаментальные исследования. – 2016. – №11. – С. 954–959.
13. Сканава Г.И. Физика диэлектриков (область слабых полей). – М.-Л.: Гос. изд-во техн.-теор. Лит-ры, 1948. – 500 с.
14. Способ диагностики агрегатов машин по параметрам работающего масла / Власов Ю.А., Тищенко Н.Т., Будько Ю.А. и др.: пат. 2473884 Рос. Федерация. № 2011139525/28; заявл. 28.09.2011; опубл. 27.01.2013, Бюл. № 3. – 9.

#### List of used literature

1. Udler E.I. Filtration of petroleum products. Tomsk: Publishing House Vol. unita, 1988 – 216 p.
2. Grigoriev M. A., Ponomarev N.N. Wear and durability of automobile engines. – М.: Mashinostroenie, 1976. – 248 p.
3. GOST 17216-2001 Industrial cleanliness. Classes of purity of liquids. – Moscow: Publishing House of Standards, 2001. – 12 p.
4. Modern methods of purification and regeneration of used lubricating oils: preprint / B. I. Kovalsky, Yu. N. Bezborodov, L. A. Feldman, A.V. Yudin, A. N. Petrov. – Krasnoyarsk: Sib. feder. Univ., 2011. – 105 p.
5. Polynsky, V. D. Dissertation: Final qualification. Development of technology to improve the purity of motor fuel in the operation of diesel vehicles / V. D. Polynsky, 2018. – 89 P. – URL: <https://lib.rucont.ru/efd/681387> (date of application: 10/14/2024).
6. Figurovsky N. A. Sedimentometric analysis / edited by P. A. Rebinder. – М.-Л.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1948. – 332 p.
7. Colloidal chemistry: Studies for universities and chemical technologists. universities / E. D. Shchukin, A.V. Pertsov, E. A. Amelina. - М.: Higher School, 2007. – 444 P.
8. Kouzov P. A. Fundamentals of the analysis of the dispersed composition of industrial saws and crushed materials. – L.: Chemistry, 1987. – 264 p.
9. Pushnin V. P. Change in the dispersion of diesel soot when replacing the fuel grade and introducing additives / V. P. Pushnin, D. O. Zaonegin // Scientific problems of transport in Siberia and the Far East. – 2013. – No. 2. – pp. 187–189.
10. Vlasov Yu. A. Electrophysical methods of control of the "machine–oil" system / Yu. A. Vlasov, N. T. Tishchenko, V. A. Gilts, A.V. Lyapina // Prospects for the development and safety of the motor transport complex: materials and International scientific and Practical Conference. Novokuznetsk: Publishing House of Phil. KuzSTU, 2011. – pp. 66–69.
11. Kutz V. P., Slobodyan S. M. Methods of analyzing the dispersion of dust and powders // Bulletin of TSASU. – 2014. – No. 2. – pp. 103–109.
12. Investigation of the influence of aerodynamic characteristics of food production dust on the dustiness of urban areas / A. S. pape, P. A. Sidyakin, P. S.

Chernov, Yu. V. Konovalova // Fundamental research. – 2016. – No.11. – pp. 954–959.

13. Skanavy G. I. Physics of dielectrics (the field of weak fields). – M.-L.: State Publishing House of Technology. – Theor. Lit., 1948. – 500 P.

14. A method for diagnosing machine assemblies according to the parameters of the working oil / Vlasov Yu. A., Tishchenko n.t., Budko Yu. A. et al.: pat. 2473884 Rus. The Federation. No. 2011139525/28; application 28.09.2011; publ. 27.01.2013, Issue No. 3. – 9.

## THE CHOICE OF THE METHOD OF DISPERSION ANALYSIS FOR ASSESSING THE CONTAMINATION OF MOTOR OILS

Vlasov Yu.A., Fuchs V.R., Musatova Yu.S.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering", Tomsk

**Abstract.** The article considers the issue of choosing methods of dispersion analysis to assess the degree of contamination of motor oils of transport vehicles. The possibilities of the most common methods of analysis of a dispersed medium are evaluated. The methods of analysis of a dispersed medium by sedimentometry are considered in detail. The possibility of assessing the degree of contamination of motor oils based on electrophysical principles is substantiated.

**Keywords:** dispersion analysis, sedimentation, contamination, engine oil.

УДК 656.131, 504.054

## К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА СЕРВИСНО-ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИДОМОВЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

**Вольнов А.С., Третьяк Л.Н.**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

**Аннотация.** В статье показано, что в современных развивающихся городах инженерная защита окружающей природной и социальной среды при формировании устойчивой сервисно-транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий является актуальной задачей. При этом, основное внимание следует уделять экологической безопасности сервисно-транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий в отношении использования энергии, выбросов загрязняющих веществ, физических факторов воздействия на социально-экономическое развитие и здоровье, устойчивости к чрезвычайным ситуациям природного характера и др. В статье приведены основные направления оценки

экологической безопасности сервисно-транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий. Показано, что необходима разработка и внедрение систем мониторинга экологического состояния и воздействия транспортной инфраструктуры, которая бы учитывала шумовое загрязнение, загрязнение атмосферного воздуха, почвенного покрова, сточных и природных вод выбросами из отработавших газов двигателей автомобилей, продуктов изнашивания шин, тормозных механизмов и дорожного покрытия. Предложен перечень контролируемых параметров для оценки качества сервисно-транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий по экологическим показателям. Разработаны предложения по совершенствованию методов и средств контроля экологической безопасности, а также снижению негативного воздействия сервисно-транспортной инфраструктуры.

Ключевые слова: качество сервисно-транспортной инфраструктуры, придомовые урбанизированные территории, экологический мониторинг, стандартизация экологических показателей, количественная оценка, выбросы загрязняющих веществ, отработавшие газы, продукты изнашивания, автомобильные шины, тормозные механизмы, система нейтрализации.

Стремительный рост количества автотранспортных средств (АТС) и перегруженность общественного транспорта привели к сокращению средней скорости перемещения до 20 км/ч и обусловили дополнительное загрязнение придорожной зоны автомобильных дорог. Кроме этого, современные жилые комплексы сформированы без учета реальной потребности в парковочных местах, а массовое развитие мест притяжения транспортных перевозок не учитывает фактической пропускной способности дорог. Требования действующих нормативно-правовых документов (СанПиН 2.2.1./2.1.1.1200-03, СП 42.133330.2016, СП 113.13330.2012, СанПиН 2.1.2.2645-10 и др.) на практике не выполняются, в связи с чем образуются участки с превышением предельно-допустимых концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) вблизи жилых домов, образовательных учреждений, детских площадок [1-4]. Таким образом, дисбалансы территориального развития городов с радиально-кольцевой структурой являются основной причиной экологических проблем сервисно-транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий. Для повышения качества сервисно-транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий требуется комплексная оценка экологической безопасности, которая может быть проведена по нескольким основным направлениям.

1) Анализ потенциального воздействия транспортной инфраструктуры на экосистемы, водные и воздушные ресурсы. Это направление должно включать в себя оценку выбросов ЗВ, шумового загрязнения и возможного влияния на климат.

2) Оценка качества почвы и воды в зоне влияния транспортной инфраструктуры, включая анализ загрязнения, химического состава и физических свойств.

3) Оценка способности транспортных инфраструктуры адаптироваться к изменениям климата, включая анализ рисков, связанных с наводнениями, повышением температуры и другими глобальными изменениями.

4) Анализ энергоэффективности транспортных систем, использование возобновляемых источников энергии и оценка общего воздействия на ресурсы.

5) Оценка роли зелёных насаждений, парковых зон и зеленых крыш в снижении негативного воздействия транспортных инфраструктуры на окружающую среду и улучшении качества жизни жителей.

6) Оценка влияния транспортных инфраструктурных объектов на здоровье и благополучие населения, доступность общественных услуг и качество жизни.

7) Оценка системы управления отходами транспортной инфраструктуры и их утилизации, включая анализ возможности их повторного использования и переработки.

8) Разработка и внедрение системы мониторинга экологического состояния и воздействия транспортной инфраструктуры, что позволит оперативно реагировать на изменения и корректировать действия.

Однако, существующие нормативные документы, регламентирующие требования к выбросам ЗВ от АТС в процессе эксплуатации на придомовых урбанизированных территориях, не учитывают влияния вторичных и третичных продуктов взаимодействия отработавших газов (ОГ) двигателя автомобиля, продуктов изнашивания шин, канцерогенных асфальтовых испарений и промышленного фона загрязнения городов. Проведенный нами комплексный анализ применяемых в настоящее время отечественных и зарубежных методик по оценке выбросов ЗВ АТС, движущихся по автомобильным дорогам, показал невозможность их непосредственного применения для выполнения прогнозов воздействия АТС на здоровье людей, проживающих в современных жилых комплексах.

Решение указанной научной проблемы связано с необходимостью комплексного учета неблагоприятных метеорологических условий, технического состояния и режимов эксплуатации АТС на придомовых урбанизированных территориях, качества применяемого топлива, динамики реального изменения состояния конкретных технических систем двигателей АТС, а также существующей сервисно-транспортной инфраструктуры. Поэтому разработка систем экологического контроля и мониторинга придомовых урбанизированных территорий, учитывающих токсичные составляющие выбросов автотранспорта, рассматривается нами как необходимое требование для повышения качества сервисно-транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий.

При этом необходима разработка новых научных подходов по:

– обоснованию новых показателей и параметров формирования сервисно-транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий, основанных на экологических критериях;

– установлению факторов, лимитирующих уровень экологической безопасности жилых комплексов;

– разработке алгоритмов, математических моделей и методик, необходимых для инвентаризации объектов сервисно-транспортной инфраструктуры жилых комплексов как источников загрязнения и др.;

– совершенствованию метрологического обеспечения измерений состава и концентраций ЗВ на объектах сервисно-транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий.

В настоящее время на территории г. Оренбурга основными экологическими показателями, контролируруемыми на стационарных постах, являются только: концентрации диоксида азота, диоксида серы, оксида азота, оксида углерода, сероводорода, сумма углеводородов. Передвижные экологические посты (ПЭП-1-1) дополнительно определяют концентрации сероводорода, предельных углеводородов  $C_1-C_5$  и предельных углеводородов  $C_1-C_{10}$  на перекрестках автомобильных дорог, причём место и время отбора каждый раз разное, что не позволяет сделать выводов об изменении степени загрязнения приземного слоя атмосферы в «часы пик» при массовом выезде, въезде на придомовые территории.

На основе проведённых исследований [5-8] в качестве экологических показателей при оценке экологической безопасности имеющейся сервисно-транспортной инфраструктуры нами предложены контролируемые параметры (таблица 1), являющиеся индикаторами шумового загрязнения АТС, выбросов ЗВ из ОГ двигателей АТС, продуктов изнашивания шин, тормозных механизмов и дорожного покрытия.

Таблица 1 – Перечень показателей и контролируемых параметров для оценки экологической безопасности сервисно-транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий

| Показатель  | Контролируемый параметр                                     | Методика измерений    | Диапазон измерений              |
|---|---|-----------------------|---------------------------------|
| Качество приземного слоя атмосферы сервисно-транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий (по СанПиН 1.2.3685-21)                      | Ароматические соединения                                    | МУК 4.1.598-96        | 0,001-0,05 мг/м <sup>3</sup>    |
|   | Массовые концентрации предельных углеводородов $C_1-C_5$    | ПНД Ф 13.1:2:3.23-98  | 1-1500 мг/м <sup>3</sup>        |
|   | Массовые концентрации предельных углеводородов $C_6-C_{10}$ | ПНД Ф 13.1:2:3.24-98  | 1-1000 мг/м <sup>3</sup>        |
|   | Массовые концентрации предельных углеводородов $C_1-C_{10}$ | ПНД Ф 13.1:2:3.25-98  | 0,2-1000 мг/м <sup>3</sup>      |
|   | Марганец, никель, медь, цинк, кобальт, хром, железо, магний | РД 52.04.186-89       | 0,01 - 1,5 мкг/м <sup>3</sup>   |
|   | Свинец  |                       | 0,06 - 1,5 мкг/м <sup>3</sup>   |
|   | Углерод (сажа)  |                       | 0,025 - 1 мг/м <sup>3</sup>     |
|   | Акролеин  |                       | 0,013 - 0,190 мг/м <sup>3</sup> |
|   | Формальдегид  |                       | 0,01 - 0,22 мг/м <sup>3</sup>   |
| Качество природной, сточной воды на объектах транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий (качество снежного покрова в зимний период) | Взвешенные вещества   | ПНД Ф 14.1.2:4.110-97 | 3,0-50 мг/л                     |
|   | Формальдегид  | ПНД Ф 14.1.2:4.187-02 | 0,02-0,5 мг/л                   |
|   | Бенз(а)пирен  | ПНД Ф 14.1.2:4.186-02 | 0,002-0,5 мг/л                  |
|   | Бензол  | МУК 4.1.646-96        | 0,005-20 мг/л                   |
|   | Нефтепродукты   | ПНД Ф 14.1:2:4.128-98 | 0,005 - 50 мг/л                 |
|   | Фенолы  | ПНД Ф 14.1:2:4.182-02 | 0,0005-25 мг/л                  |
|   | Кадмий  | ПНД Ф 14.1:2:4.139-98 | 0,005-5 мг/л                    |
|   | Кобальт   |                       | 0,015-20 мг/л                   |
| Медь  | 0,01-100 мг/л   |                       |                                 |

|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
| (по СанПиН 1.2.3685-21)  | Цинк                                      |   | 0,004-500 мг/л                             |
|  | Свинец                                    |   | 0,02-5 мг/л                                |
|  | Никель                                    |   | 0,015-20 мг/л                              |
|  | Марганец                                  |   | 0,01-20 мг/л                               |
|  | Железо                                    |   | 0,01-500 мг/л                              |
| Качество почв на объектах транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий (по СанПиН 1.2.3685-21)                   | Бенз(а)пирен                              | ПНДФ<br>16.1:2:2.1:2.3:3.39-2003<br>(МУК 4.1.1274-03) | 0,005-2,0 млн <sup>-1</sup>                |
|  | Цинк                                      | М-МВИ-80-2008   | 0,5-1,0·10 <sup>3</sup> млн <sup>-1</sup>  |
|  | Свинец                                    |   | 0,5-1,0·10 <sup>3</sup> млн <sup>-1</sup>  |
|  | Кадмий                                    |   | 0,05-1,0·10 <sup>3</sup> млн <sup>-1</sup> |
|  | Хром                                      |   | 0,5-1,0·10 <sup>3</sup> млн <sup>-1</sup>  |
|  | Кобальт                                   |   | 0,5-1,0·10 <sup>3</sup> млн <sup>-1</sup>  |
|  | Никель                                    |   | 0,5-1,0·10 <sup>3</sup> млн <sup>-1</sup>  |
|  | Железо                                    |   | 0,5-5,0·10 <sup>3</sup> млн <sup>-1</sup>  |
|  | Алюминий                                  |   | 5,0-5,0·10 <sup>3</sup> млн <sup>-1</sup>  |
|  | Марганец                                  |   | 0,5-5,0·10 <sup>3</sup> млн <sup>-1</sup>  |
| Нефтепродукты  | ПНД Ф 16.1:2.21-98                        |   | 5 - 20·10 <sup>3</sup> млн <sup>-1</sup>   |
| Качество акустического комфорта на объектах транспортной инфраструктуры придомовых урбанизированных территорий (по СанПиН 1.2.3685-21) | Эквивалентный уровень звука (ЛАэкв.), дБА | МУК 4.3.3722-21                                       | -  |
|  | Максимальный уровень звука (ЛАмакс.), дБА |   |  |

Для повышения мобильности необходимо осуществлять первичный экологический мониторинг по некоторым из этих параметров с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). В качестве дрона можно использовать, например, DJI Matrice 300 RTK с газоанализатором Sniffer4D V2.0 (рисунок 1), который способен распознавать до 9 видов ЗВ за 1 полёт (PM2.5, PM10, SO<sub>2</sub>, CO, NO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, VOC, CH<sub>4</sub>, и др.). БЛА может осуществлять автоматизированный контроль ЗВ, фиксировать координаты и концентрации газов в местах превышения ПДК с экспортом данных (рисунок 2). Дополнительно существует возможность использования мешков отбора проб газа различной вместимости.



Рисунок 1 – Общий вид дрона DJI Matrice 300 RTK с газоанализатором Sniffer4D V2.0



Рисунок 2 – Тепловая карта концентраций газов ЗВ в местах превышения ПДК

Для решения проблем в экологически опасных зонах, выявленных с помощью БПЛА на придомовых урбанизированных территориях, нами разработаны предложения по совершенствованию методов и средств дистанционного контроля с помощью средств видеофиксации и лазерных газоаналитических систем (рисунок 3).

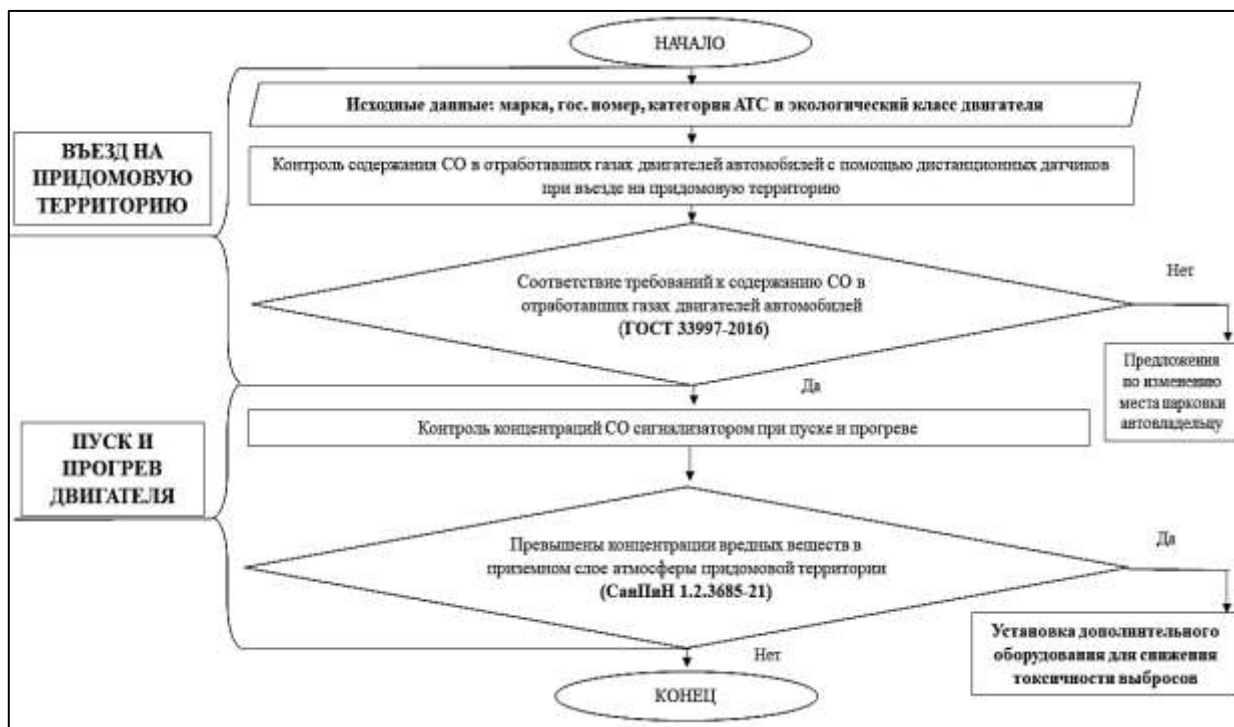
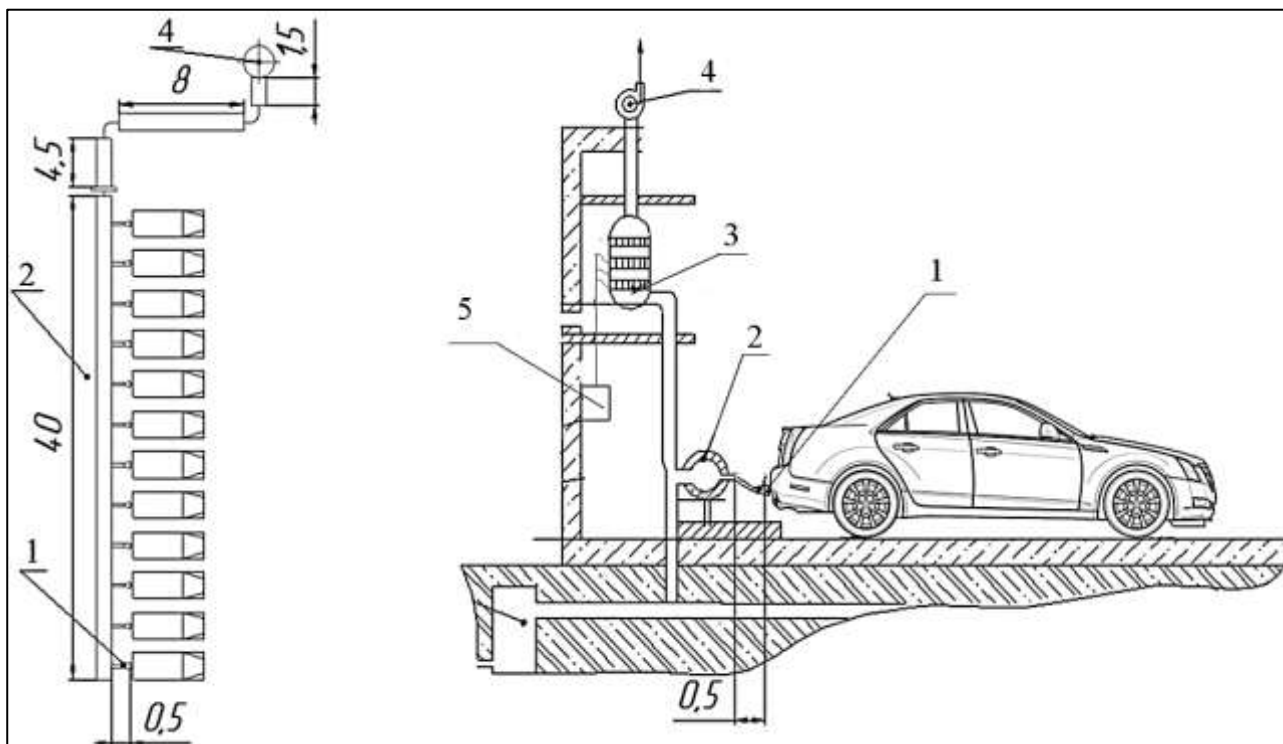


Рисунок 3 – Алгоритм контроля экологической безопасности АТС на придомовых урбанизированных территориях

При превышении концентраций ЗВ нами предлагаются мероприятия по обеспечению нормативных показателей:

- 1) создание зон с ограничением въезда АТС низких экологических классов;
- 2) администрирование зональных ограничений с применением средств фото- и видео фиксации нарушений, радиометок, и иных средств. Фиксация парковок АТС на газонах;
- 3) допуск на придомовую урбанизированную территорию только низкоуглеродного транспорта (прежде всего, электромобилей, автомобилей на природном газе или с гибридным двигателем);
- 4) снижение концентраций ЗВ и шумового загрязнения автотранспорта путём зонирования придомовой урбанизированной территории элементами застройки (шумозащитные экраны), а также защитного озеленения;
- 5) стимулирующие мероприятия, направленные на использование низкоуглеродного транспорта (льготная плата за парковку, ограниченное количество парковочных мест с низким экологическим классом).

Одним из организационно-технических решений описанных выше проблем может быть применение системы утилизации ОГ АТС на придомовых урбанизированных территориях (рисунок 4). Разработанная на кафедре МСиС опытная модель стационарного нейтрализатора (патент РФ 154120) [9] позволит локализовать и полностью «обезвредить» основные токсичные компоненты состава ОГ при любом типе топлива за время «холодного запуска», что существенно снизит токсичное влияния ОГ на здоровье населения. Кроме того, выделяющееся тепло возможно использовать для обогрева помещений хозяйственного назначения в многоквартирных жилых домах.



1 – патрубок; 2 – сборный коллектор; 3 – реактор очистки газов; 4 – вентилятор вытяжки; 5 – пульт управления

Рисунок 4 – Принципиальная схема утилизации ОГ АТС на придомовых урбанизированных территориях

В качестве основного организационно-технического решения нами предлагается вместо существующих гаражных кооперативов создавать сеть многоуровневых парковок, которые бы сосредоточили на своей базе инфраструктуру для автомобильного сервиса. При этом количество, производительность и расположение подобных парковок должны определяться исходя из потребности, доступности и уровня экологической опасности для жителей многоквартирных домов. Как показали собственные результаты моделирования, такие меры позволят сократить выбросы CO – почти в 6 раз, NO<sub>2</sub> – в 1,5 раза, то есть до безопасных концентраций, когда над придомовой территорией будет наблюдаться безопасная зона (без превышения ПДК).



Таким образом, в настоящее время требуются законодательные инициативы по дополнению и изменению нормативных документов по инвентаризации объектов сервисно-транспортной инфраструктуры жилых комплексов как источников загрязнения окружающей среды. Органам местного самоуправления необходимо внедрять комплекс энерго- и ресурсосберегающих, экологически чистых технологий для объектов сервисно-транспортной инфраструктуры жилых комплексов. Для осуществления объективной оценки качества атмосферного воздуха должна быть создана система мониторинга, включающая сеть автоматических постов наблюдений с возможностью измерений в непрерывном круглосуточном режиме концентраций ЗВ, характерных для выбросов АТС.

В перспективе должна быть создана интегрированная система автоматизированного экологического мониторинга с искусственным интеллектом «умная сервисно-транспортная инфраструктура придомовой территории современных жилых комплексов». Также необходимо совершенствование способов предоставления информации, получаемой в результате мониторинга, населению и органам власти, в том числе с использованием геоинформационных систем, БПЛА и распространением данных на мобильные устройства для восприятия показателей загрязнения, отражающего уровень его опасности для здоровья и соответствующих этому уровню рекомендаций для населения по поведению. Актуальными направлениями являются внедрение «экодрайвинга», зон ограниченного доступа АТС низких экологических классов на определенные территории в крупных городах, борьба с «чип-тюнингом» АТС в эксплуатации и др. Развитие этих направлений помогут не только в оценке текущего состояния экологической безопасности, но и в планировании, а также реализации стратегий по минимизации негативного влияния сервисно-транспортной инфраструктуры на окружающую среду.

#### Список использованных источников

1 Филиппов, А. А. Создание сервисно-транспортной инфраструктуры городских многоэтажных застроек по критериям экологической безопасности / А. А. Филиппов, Е. В. Бондаренко, В. И. Рассоха, И. Ф. Сулейманов // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., 18-20 нояб. 2019 г., Оренбург / Минобрнауки России [и др.]. – Электрон. дан. – Оренбург : Полиарт, 2019. – С. 352-356.

2 Филиппов, А. А. Экологическое обоснование размещения автотранспорта на придомовых территориях / А. А. Филиппов, Л. Н. Третьяк, А. С. Вольнов, Е. В. Бондаренко, И. Ф. Сулейманов // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVII междунар. науч.-практ. конф., Оренбург, 17-18 янв. 2022 г. / отв. ред. В. И. Рассоха. – Оренбург : ОГУ, 2022. – С. 572-577.

3 Третьяк, Л. Н. Оценка экологической безопасности автотранспортных потоков по концентрациям дисперсных частиц с учетом их гранулометрического состава (на примере Оренбурга) / Л. Н. Третьяк, А. С. Вольнов // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2020. – № 2. – С. 134-147.

4 Suleimanov, I. F. Justification for the road transport stream parameters on basis of their ecological monitoring [Электронный ресурс] / I. F. Suleimanov, D. A. Kharlyamov, G. V. Mavrin, L. N. Tretyak, N. Z. Sultanov, A. S. Volnov // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences, 2018. – № 5 (5). – С. 4423-4429.

5 Третьяк, Л. Н. Проблемы экологизации автомобильного транспорта / Третьяк Л. Н., Вольнов А. С., Герасимов Е. М. // Проектирование и управление автомобильными дорогами: реформирование учебных программ в Российской Федерации. Разработка и внедрение магистерских программ в России : сб. ст. Междунар. науч.-практ. конф. 9-10 окт. 2014 г., Оренбург / [редкол.: В. И. Рассоха (отв. ред.) и др.]. – Электрон. дан. – Оренбург : Университет, 2014. – С. 103-104.

6 Третьяк, Л. Н. О возможных путях решения проблемы оценки экологической безопасности в местах стоянок и парковок автотранспорта в Оренбурге / Л. Н. Третьяк, А. С. Вольнов, А. В. Стрельников // Региональные проблемы геологии, географии, техносферной и экологической безопасности : сб. ст. Всерос. науч.-практ. конф., 18-20 нояб. 2019 г., Оренбург / Минобрнауки России [и др.]. – Электрон. дан. – Оренбург : Полиарт, 2019. – С. 338-345.

7 Третьяк, Л. Н. Обоснование необходимости нормирования и оценки содержания дисперсных частиц в продуктах изнашивания шин, тормозных механизмов при эксплуатации автотранспортных средств / Л. Н. Третьяк, А. С. Вольнов, К. Ю. Лисицкий // Прогрессивные технологии в транспортных системах : материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф., 11-13 нояб. 2021 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации [и др.] ; отв. ред. В. И. Рассоха, И. Х. Хасанов. – Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2021. – С. 482-490.

8 Третьяк, Л. Н. Разработка предложений по совершенствованию нормативного и метрологического обеспечения комплексной оценки экологической безопасности автотранспортных средств / Л. Н. Третьяк, А. С. Вольнов // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сб. материалов XVIII междунар. науч.-практ. конф., Оренбург, 15-17 нояб. 2023 г. / отв. ред. В. И. Рассоха. – Оренбург: ОГУ, 2023. – С. 435-445.

9 Третьяк, Л. Н. Совершенствование конструкции нейтрализаторов отработавших газов двигателей внутреннего сгорания / Третьяк Л. Н., Бондаренко Е. В., Вольнов А. С. // Автомобильная промышленность, 2018. – № 2. – С. 11-15.

## References

1 Filippov, A. A. Creation of service and transport infrastructure of urban multi-storey buildings based on environmental safety criteria / A. A. Filippov, E. V. Bondarenko, V. I. Rassokha, I. F. Suleimanov // Regional problems of geology, geography, technosphere and environmental safety: Coll. Art. All-Russian scientific and practical conf., November 18-20, 2019, Orenburg / Ministry of Education and Science of Russia [and others]. - Electronic data. - Orenburg: Poliart, 2019. – Pp. 352-356.

2 Filippov, A. A. Environmental justification for the placement of vehicles in residential areas / A. A. Filippov, L. N. Tretyak, A. S. Volnov, E. V. Bondarenko, I. F. Suleimanov // Progressive technologies in transport systems: materials of the XVII international. scientific and practical. conf., Orenburg, January 17-18, 2022 / ed. V. I. Rassokha. – Orenburg: OSU, 2022. – P. 572-577.

3 Tretyak, L. N. Assessment of the environmental safety of road traffic flows based on the concentrations of dispersed particles, taking into account their granulometric composition (using Orenburg as an example) / L. N. Tretyak, A. S. Volnov // Intelligence. Innovations. Investments, 2020. – No. 2. – P. 134-147.

4 Suleimanov, I. F. Justification for the road transport stream parameters on the basis of their ecological monitoring [Electronic resource] / I. F. Suleimanov, D. A. Kharlyamov, G. V. Mavrin, L. N. Tretyak, N. Z. Sultanov, A. S. Volnov // Indo American Journal of Pharmaceutical Sciences, 2018. – No. 5 (5). – P. 4423-4429.

5 Tretyak, L. N. Problems of greening of automobile transport / Tretyak L. N., Volnov A. S., Gerasimov E. M. // Design and management of highways: reforming curricula in the Russian Federation. Development and implementation of master's programs in Russia: Coll. Art. Int. scientific-practical. conf. 9-10 October 2014, Orenburg / [editorial board: V. I. Rassokha (editor's note) et al.]. – Electronic data. – Orenburg: University, 2014. – Pp. 103-104.

6 Tretyak, L. N. On possible ways to solve the problem of assessing environmental safety in parking lots and parking areas of vehicles in Orenburg / L. N. Tretyak, A. S. Volnov, A. V. Strelnikov // Regional problems of geology, geography, technosphere and environmental safety: collection of articles. All-Russian scientific and practical conference, November 18-20, 2019, Orenburg / Ministry of Education and Science of the Russian Federation [et al.]. – Electronic data. – Orenburg: Poliart, 2019. – P. 338-345.

7 Tretyak, L. N. Justification of the need for standardization and assessment of the content of dispersed particles in wear products of tires, brake mechanisms during operation of motor vehicles / L. N. Tretyak, A. S. Volnov, K. Yu. Lisitsky // Progressive technologies in transport systems: materials of the XVI Int. scientific and practical. conf., November 11-13, 2021, Orenburg / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation [and others]; ed. V. I. Rassokha, I. Kh. Khasanov. – Electronic data. – Orenburg: OSU, 2021. – P. 482-490.

8 Tretyak, L. N. Development of proposals for improving the regulatory and metrological support for a comprehensive assessment of the environmental safety of motor vehicles / L. N. Tretyak, A. S. Volnov // Progressive technologies in transport systems: collection of materials of the XVIII international. scientific and practical. conf., Orenburg, November 15-17, 2023 / ed. V. I. Rassokha. – Orenburg: OSU, 2023. – Pp. 435-445.

9 Tretyak, L. N. Improving the design of exhaust gas neutralizers for internal combustion engines / Tretyak L. N., Bondarenko E. V., Volnov A. S. // Automotive industry, 2018. – No. 2. – P. 11-15.

TO THE QUESTION OF IMPROVING THE QUALITY OF SERVICE AND  
TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF HOUSEHOLD URBANIZED  
TERRITORIES BASED ON ENSURING THEIR ENVIRONMENTAL SAFETY

Volnov A.S., Tretyak L.N.

Orenburg State University, Orenburg

**Abstract.** The article shows that in modern developing cities, engineering protection of the natural and social environment in the formation of sustainable service and transport infrastructure of local urbanized territories is an urgent task. At the same time, the main attention should be paid to the environmental safety of the service and transport infrastructure of local urbanized territories in relation to energy use, pollutant emissions, physical factors affecting socio-economic development and health, resistance to natural emergencies, etc. The article presents the main areas of assessing the environmental safety of the service and transport infrastructure of local urbanized territories. It is shown that it is necessary to develop and implement systems for monitoring the environmental condition and impact of transport infrastructure that would take into account noise pollution, pollution of atmospheric air, soil cover, wastewater and natural waters from emissions from exhaust gases of car engines, tire wear products, brake mechanisms and road surfaces. A list of controlled parameters is proposed for assessing the quality of the service and transport infrastructure of local urbanized territories based on environmental indicators. Proposals have been developed to improve methods and means of monitoring environmental safety, as well as to reduce the negative impact of service and transport infrastructure.

**Keywords:** quality of service and transport infrastructure, residential urbanized territories, environmental monitoring, standardization of environmental indicators, quantitative assessment, emissions of pollutants, exhaust gases, wear products, automobile tires, brake mechanisms, neutralization system.

## ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА СЛУЖЕБНОГО РАССЛЕДОВАНИЯ ДТП В НОТАЦИИ BPMN 2.0

Воробьев А.Л.<sup>1</sup>, Лукоянов В.А.<sup>1</sup>, Лукоянов Д.А.<sup>1</sup>, Горбачев С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. В статье представлены результаты разработки модели процесса служебного расследования дорожно-транспортного происшествия с участием подвижного состава транспортного предприятия в нотации BPMN 2.0, выполненное с учетом требований ГОСТ Р ИСО 39001-2014 к такому процессу.

Ключевые слова: СМБДД, служебное расследование дорожно-транспортного происшествия, ландшафт процесс, BPMN 2.0.

Одним из требований ISO 39001 при построении системы менеджмента безопасности дорожного движения (БДД) является внедрение процессного подхода, т.е. деятельность организации в области БДД должна быть представлена в виде совокупности взаимодействующих и взаимосвязанных процессов, объединенных одной целью и политикой. Организация самостоятельно регламентирует в своей внутренней информационной среде выбранную для описания процессов нотацию. В практике описания процессов организации в рамках различных систем менеджмента широкое распространение получили нотации семейства IDEF, BPMN, ARIS, Swimlane диаграммы, а также более простые варианты, такие как блок-схемы, табличное описание и т.п. Ранее в работах авторов [1,2,3] было представлено описание процесса служебного расследования дорожно-транспортных происшествий с использованием нотации IDEF0. Данная нотация описания бизнес-процессов позволяет представить процесс в виде набора взаимосвязанных функциональных блоков, размещенных на декомпозиции процесса в порядке установления функциональных связей. Также на такой модели отображаются в виде стрелок ресурсы (средства реализации процесса), ограничения (управляющие воздействия), входы и выходы.

Однако этот тип диаграммы не обязательно будет отражать последовательность (хронологию) протекания процесса, участников процесса (включая их роль и место), а также границы внутренних подпроцессов. Для этих целей целесообразно применить для описания процесса служебного расследования ДТП в нотации семейства BPMN.

Используя элементы нотации BPMN 2.0 была получена модель процесса, приведенная на рисунках 1 и 2.

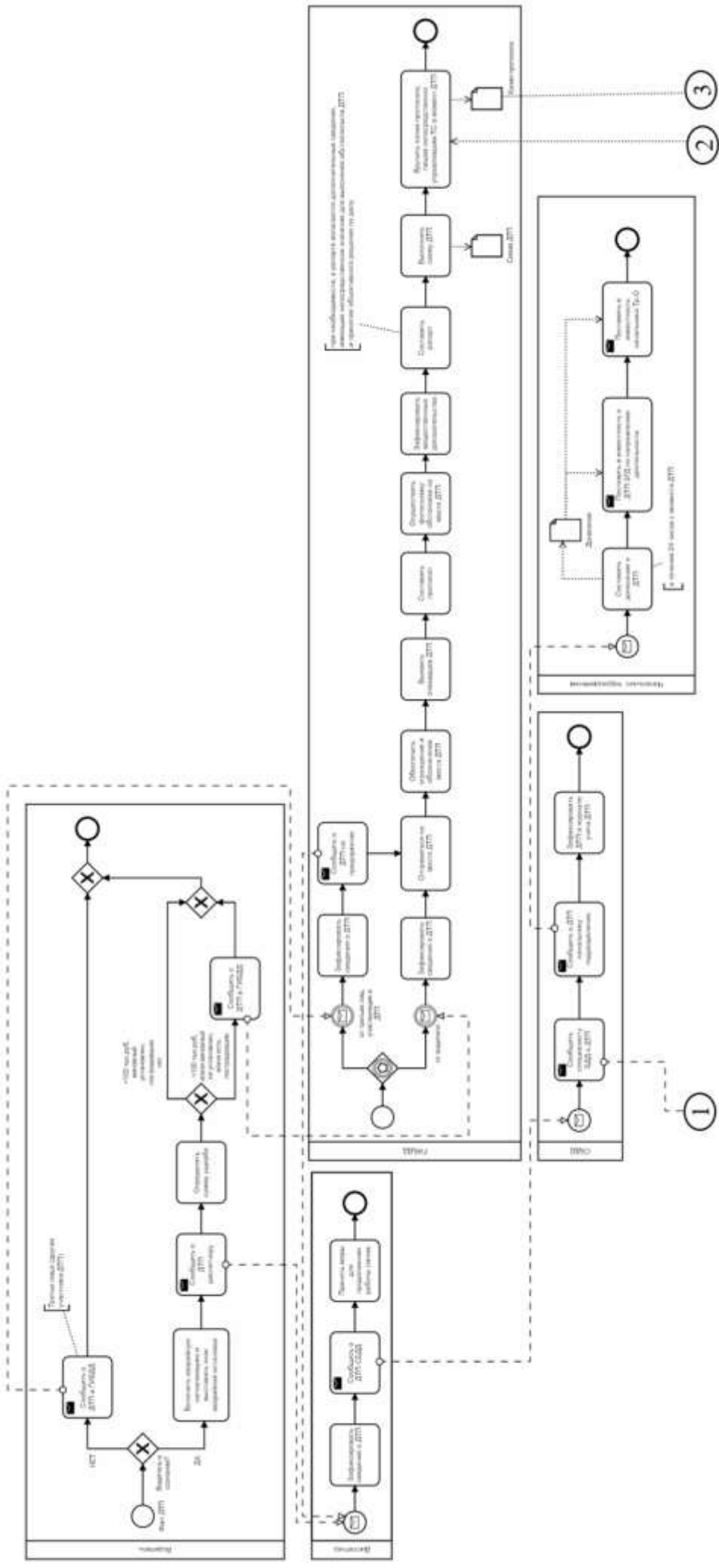


Рисунок 1 – Описание процесса расследования причин ДТД в нотации BPMN 2.0 (часть 1)

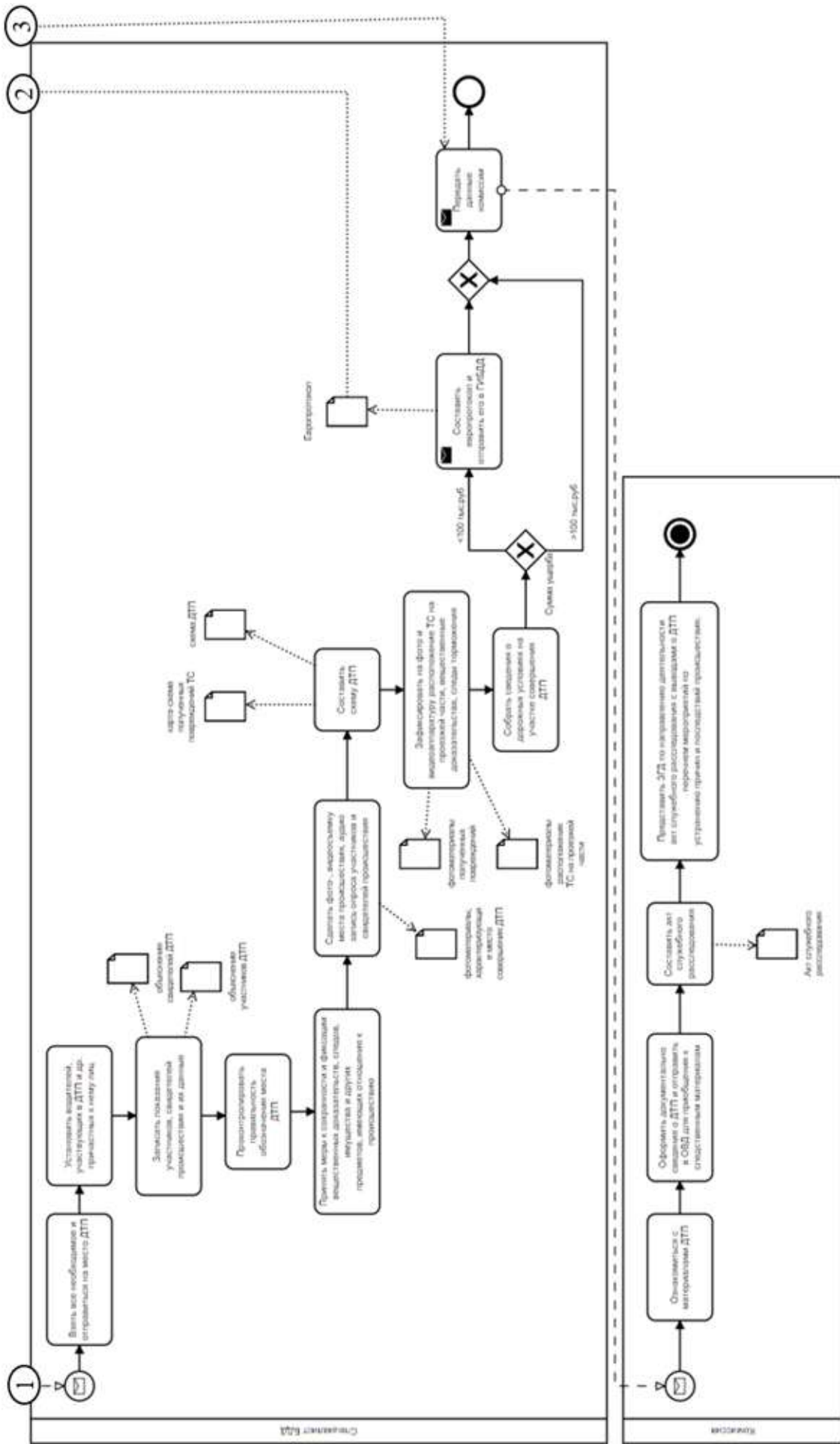


Рисунок 2 – Описание процесса расследования причин ДТП в нотации BPMN 2.0 (часть 2)

Предварительно в ходе описания процесса был определен исчерпывающий перечень участников процесса, выделенный на диаграмме в виде семи дорожек, отображающих функции участников процесса. Получены и распределены по местам возникновения и необходимости перечни, образующихся документов и записей по процессу. Детализирован перечень действий и возможных сценариев протекания процесса с учетом различных обстоятельств ДТП. Обозначены начальные, промежуточные и конечные события процесса служебного расследования ДТП.

Полученная модель процесса расследования ДТП с участием подвижного состава предприятия позволила выделить направления и хронологию создания информационных потоков в ходе протекания подпроцессов, установить этапы, зоны и объемы передачи ответственности между участниками процесса, установить и отобразить логическое выполнение различных сценариев протекания процессов, в зависимости от различных факторов.

Разработанная авторами модель процесса служебного расследования дорожно-транспортного происшествия с участием подвижного состава автотранспортного предприятия позволит детально разработать регламент и рабочие инструкции проведения служебных расследований причин и обстоятельств совершения ДТП.

#### Список использованных источников

1 Лукоянов, В.А. Характеристика процессной модели системы менеджмента безопасности дорожного движения транспортного предприятия / В.А. Лукоянов, В.В. Матвеева, В.В. Беспалов, И.А. Воробьев // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. – 20-22 ноября 2020 г. – ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». - Оренбург. – с. 364-367.

2 Воробьев А.Л. Идентификация и описание отдельных процессов системы менеджмента безопасности дорожного движения/ А.Л. Воробьев, В.А. Лукоянов, Е.А. Майзина, Д.А. Лукоянов, В.В. Беспалов // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. – 15-17 ноября 2023 г. – ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». - Оренбург. – с. 364-367.

3 Воробьев А.Л. Построение ландшафта процесса служебного расследования дорожно-транспортных происшествий / А. Л. Воробьев, В. А. Лукоянов, Е. А. Майзина, С. В. Горбачев // Прогрессивные технологии в транспортных системах : материалы XVII междунар. науч.-практ. конф., Оренбург, 17-18 янв. 2022 г. / отв. ред. В. И. Рассоха. - Оренбург : ОГУ, 2022. - . - С. 85-90.



## References

1. Lukoyanov, V.A. Characteristics of the process model of the road safety management system of a transport enterprise / V.A. Lukoyanov, V.V. Matveeva, V.V. Bepalov, I.A. Vorobyev // Progressive technologies in transport systems: a collection of materials of the XIV International Scientific and Practical Conference. – November 20-22, 2020 – Orenburg State University. - Orenburg. – pp. 364-367.

2. Vorobev A.L. Identification and description of individual processes of the road safety management system / A.L. Vorobev, V.A. Lukoyanov, E.A. Mayzina, D.A. Lukoyanov, V.V Bepalov // Progressive technologies in transport systems: a collection of materials of the XIV International Scientific and Practical Conference. – November 15-17, 2023 – Orenburg State University. - Orenburg. – pp. 364-367.

3. Vorobev A.L. Building a landscape of the process of official investigation of road accidents / A.L. Vorobev, V.A. Lukoyanov, E.A. Mayzina, S.V. Gorbachev // Progressive technologies in transport systems: a collection of materials of the XIV International Scientific and Practical Conference. – January 17-18, 2022 – Orenburg State University. - Orenburg. – pp. 85-90.

### DESCRIPTION OF THE PROCESS OF OFFICIAL INVESTIGATION OF A ROAD ACCIDENT IN BPMN 2.0 NOTATION

Vorobev A.L., Lukoyanov V.A., Lukoyanov D.A. Gorbachev S.V.,  
Orenburg State University

**Abstract.** This article describes the process of official investigation of a road traffic accident involving a transport company's rolling stock in BPMN 2.0 notation, carried out taking into account the requirements for this process of ISO 39001-2014.

**Key words:** road safety management system, accident investigation, process landscape, BPMN 2.0.

УДК 658.562, 331.103

### **АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ДОКУМЕНТИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ МОНИТОРИНГА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПО ГОСТ Р ИСО 39001-2014**

**Воробьев А.Л., Лукоянов В.А., Лукоянов Д.А, Криворотько В.А.**  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

**Аннотация.** В статье представлен анализ структуры документированной информации мониторинга системы менеджмента безопасности дорожного движения (БДД). Рассмотрен традиционный алгоритм мониторинга систем менеджмента, из которого выделены ключевые особенности проведения мониторинга системы менеджмента БДД. Отмечены два аспекта классификации документационного обеспечения процедуры мониторинга СМ

БДД, и приведена его возможная структура.

Ключевые слова: мониторинг, документированная информация, ГОСТ Р ИСО 39001-2014, структура документированной информации.

В соответствии с национальным стандартом на системы менеджмента БДД [1] мониторинг – это определение текущего состояния системы, процесса или действий. Применительно к системе менеджмента БДД (СМБДД) такая процедура может быть условно разделена на две взаимосвязанные составляющие: мониторинг текущих рабочих характеристик безопасности дорожного движения и мониторинг результативности системы менеджмента БДД. В обоих случаях организация должна разработать и внедрить систему оперативного получения информации о текущем состоянии объектов мониторинга.

Однако в первом случае на основе результатов мониторинга текущих рабочих характеристик БДД организация вырабатывает оперативные решения по минимизации рисков и ущерба от нарушений и несоответствий в области безопасности движения. В случае же с мониторингом результативности системы менеджмента БДД, данная процедура позволяет получить объективные свидетельства для выработки управленческих решений различного уровня (стратегических, тактических, оперативных и т.д.).

При это следует отметить, что зачастую данные мониторинга по обоим направлениям могут поступать из одной технической системы. Это связано в первую очередь с тем, что рабочие характеристики БДД и результативность системы менеджмента в данной области очень тесно связаны и описывают одну и ту же часть производственной деятельности организации, но с разных сторон.

Вообще стандарты ИСО в области систем менеджмента имеют сильный акцент на мониторинге и измерении результатов, как части процесса PDCA (планируй, делай, проверяй, исправляй). Подраздел 9.1 ГОСТ Р ИСО 39001-2014 требует от организации контролировать и оценивать ключевые характеристики ее действий, которые отражаются на результатах БДД [2,3].

Как и любая составляющая производственной деятельности организации, мониторинг системы менеджмента БДД должен иметь свою структуру документированной информации, под которой понимается информация, которая требует управления и поддержания со стороны организации и средства, в которых она воплощена. При это в ГОСТе [1] отмечено, что документированная информация может быть в любом формате и в любом качестве, а также из любого источника.

Одним из классификационных признаков структуры документированной информации мониторинга СМ БДД является источник ее происхождения, в соответствии с которым она может быть разделена на внутреннего и внешнего происхождения. В случае с документированной информацией внешнего происхождения ее источником являются стейкхолдеры организации: как правило, такой тип документации содержит требования и нормативы, устанавливаемые в отношении системы управления безопасностью движения, выдвигаемые уполномоченными государственными органами, контролирующими организациями, партнерами и т.п. Примером документированной информации мониторинга СМБДД внешнего происхождения является Федеральный закон от 13.07.2015 г. № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации». Документированная информация внутреннего происхождения разрабатывается непосредственно организацией и используется в границах ее производственной деятельности. Ее содержание может быть различным. Примером документированной информации внутреннего происхождения могут являться стандарты организации, карты процесса, политика организации в области БДД и т.п.

Вторым классификационным признаком документированной информации мониторинга СМБДД является ее место в иерархической структуре системы управления документацией. Всего можно выделить пять уровней, представленных на рисунке 1.

Уровень управления в области БДД со стороны руководства – включает в себя стратегический и регламентирующий уровень документации. В отношении процесса мониторинга СМБДД на стратегическом уровне можно выделить Цели и Политику в области БДД организации, в которых устанавливаются конечные показатели, подлежащие мониторингу, т.е. определяются основные стратегические направления деятельности организации в области БДД. На регламентирующем уровне находится Руководство в области СМБДД – документ, в котором прописаны основные положения области управления БДД и скоординированы ссылки на документированную информацию по всем аспектам в области БДД. Зачастую границы между этими двумя уровнями условны.

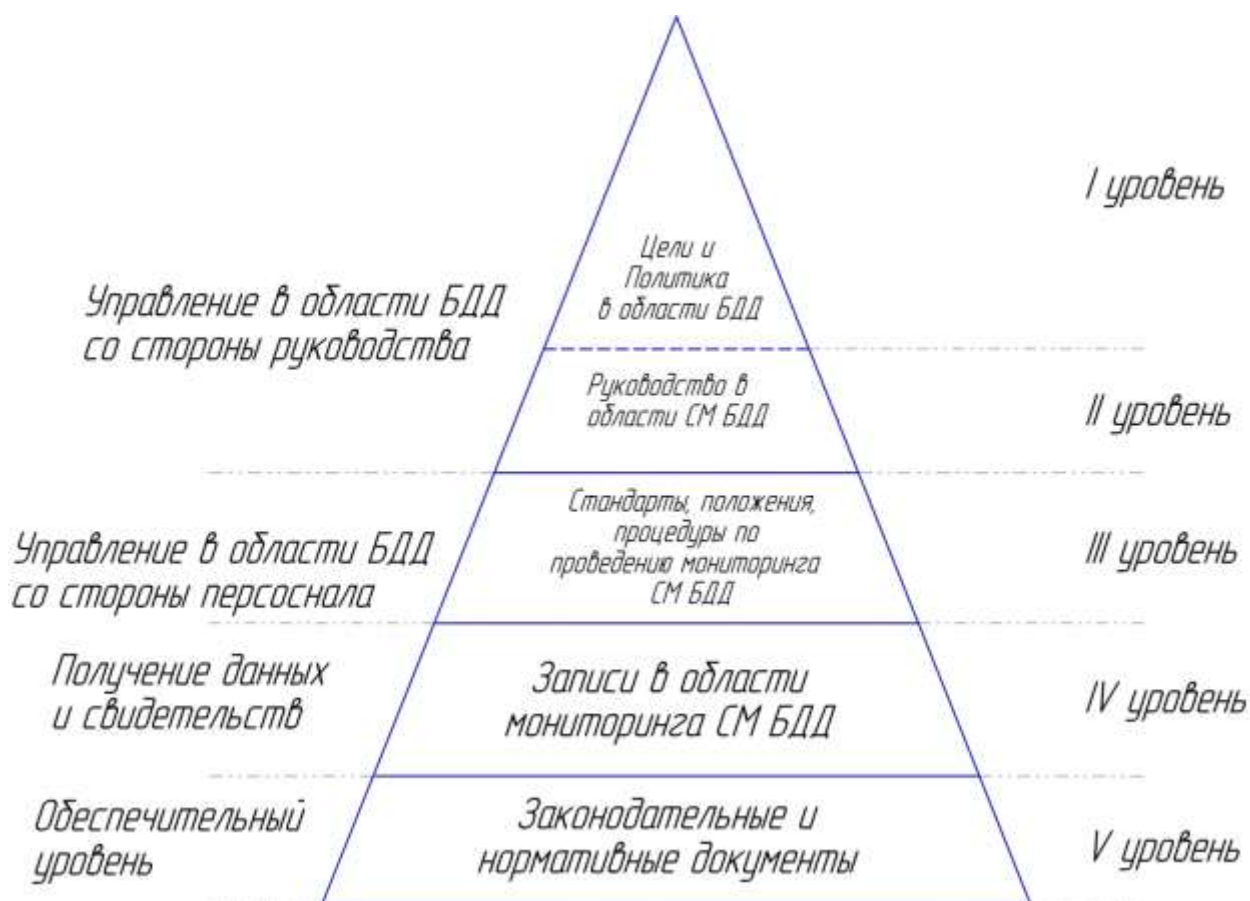


Рисунок 1 – Структура документированной информации мониторинга СМ БДД

Уровень управления в области БДД со стороны персонала: стандарты организации в области мониторинга СМБДД, положения, документированные процедуры, карты процессов, а также другие документы, в которых отражены роль и место персонала организации в проведении мониторинга СМ БДД.

Уровень «Получение данных и свидетельств» включает записи в области мониторинга СМ БДД, в которых отражаются результаты его проведения, обработки и анализа полученной информации, на основе которых разрабатываются мероприятия по совершенствованию системы менеджмента БДД и улучшение показателей в области обеспечения безопасности дорожного движения.

На обеспечительном уровне располагаются нормативные и законодательные документы, в которых отражены требования к процедуре проведения мониторинга СМБДД, оценке результативности мероприятий по повышению безопасности движения, установлены нормативные значения показателей деятельности организации в области безопасности дорожного движения.

Приведенная структура документированной информации мониторинга системы менеджмента БДД позволит обеспечить каждую составляющую данной процедуры документальным сопровождением на всех этапах проведения мониторинга.

#### Список использованных источников

1 ГОСТ Р ИСО 39001 - 2014. Системы менеджмента безопасности дорожного движения (БДД). Требования и руководство по применению. Введ.: 2015–06–01. Москва: Стандартинформ, 2015. – 36 с.

2 Лукоянов, В.А. Характеристика процессной модели системы менеджмента безопасности дорожного движения транспортного предприятия / В.А. Лукоянов, В.В. Матвеева, В.В. Беспалов, И.А. Воробьев // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. – 20-22 ноября 2020 г. – ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». - Оренбург. – с. 364-367.

3 Воробьев А.Л. Идентификация и описание отдельных процессов системы менеджмента безопасности дорожного движения/ А.Л. Воробьев, В.А. Лукоянов, Е.А. Майзина, Д.А. Лукоянов, В.В. Беспалов // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. – 15-17 ноября 2023 г. – ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». - Оренбург. – с. 364-367.

#### References

1 National Standard of Russian Federation 39001 - 2014. Road Safety Management Systems. Requirements and Application Guide. Enacted.: 2015–06–01. Moscow: Standartinform, 2015. – 36 p.

2 Lukoyanov, V.A. Characteristics of the process model of the road safety management system of a transport enterprise / V.A. Lukoyanov, V.V. Matveeva, V.V. Bepalov, I.A. Vorobyev // Progressive technologies in transport systems: a collection of materials of the XIV International Scientific and Practical Conference. – November 20-22, 2020 – Orenburg State University. - Orenburg. – pp. 364-367.

3 Vorobev A.L. Identification and description of individual processes of the road safety management system / A.L. Vorobev, V.A. Lukoyanov, E.A. Mayzina, D.A. Lukoyanov, V.V Bepalov // Progressive technologies in transport systems: a collection of materials of the XIV International Scientific and Practical Conference. – November 15-17, 2023 – Orenburg State University. - Orenburg. – pp. 364-367.

#### ANALYSIS OF THE DOCUMENT INFORMATION STRUCTURE OF ROAD SAFETY MANAGEMENT SYSTEM MONITORING ACCORDING TO ISO 39001-2014

Vorobev A.L. , Lukoyanov V.A., Lukoyanov D.A., Krivorotko V.A.  
Orenburg State University

Abstract. This article analyzes the structure of documented information for monitoring the road safety management system. The standardized principles of monitoring management systems are considered, and the key features of monitoring the road safety management system are highlighted. Two aspects of the classification

of documentation for the procedure for monitoring the road safety management system are highlighted, and its possible structures are given.

Keywords: monitoring, documented information, National Standard ISO 39001-2014, structure of documented information.

УДК 658.51

## **К ВОПРОСУ СТАНДАРТИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА АВТОМОБИЛЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ НА ДОРОГАХ**

**Воробьев А.Л., Лукоянов В.А., Пономарева Д.А., Лукоянов Д.А**  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет»

Аннотация. В статье рассмотрены практические рекомендации по организации рабочего пространства автомобилей технической помощи на дорогах. Проанализирована применимость конкретных инструментов бережливого производства на данном объекте. Предложен вариант новой компоновки рабочего пространства с учетом анализа применяемого технологического оборудования и инструментов при устранении наиболее типичного перечня неисправностей.

Ключевые слова: стандартизация, визуальный стандарт, техническое обслуживание и ремонт, организация рабочего пространства.

С постоянным ростом количества автомобильного транспорта и его роли в развитии экономики возрастает потребность в технической обслуживании и ремонте подвижного состава. Показатели эффективности использования автотранспортных средств являются ключевыми критериями экономической целесообразности работы всего транспортного предприятия. Для обеспечения такой эффективности большинство компаний имеющих автопарк содержат в своей структуре автомобили технической помощи, позволяющие осуществлять определенный перечень работ по техническому обслуживанию и ремонту единиц подвижного состава непосредственно на месте работы автомобиля без заезда в ремонтные мастерские.

Рациональная организация любого рабочего пространства всегда является залогом продуктивности технологических процессов. Работы по организации эффективного использования производственного технологического оборудования являются объектом бережливого производства - концепции организации бизнеса, ориентированной на создание привлекательной ценности для потребителя путем формирования непрерывного потока создания ценности с охватом всех процессов организации и их постоянного совершенствования через вовлечение персонала и устранение всех видов потерь (согласно ГОСТ Р 56020-2020).

Рабочее пространство автомобиля технической помощи на дорогах как объект применения инструментов бережливого производства, характеризуется рядом особенностей, которые могут ограничить использование некоторых из них:

- рабочее пространство автомобиля технической помощи не является процессом, т.е. не содержит конкретного перечня операций и процедур, а лишь ограничивает (номенклатурой оборудования, размерами, условиями и т.д.) перечень и объемы возможных технологических операций в области технического обслуживания и ремонта транспортных средств, и, следовательно, такой инструмент как стандартизация работы в данном случае неприменим;

- по аналогичным причинам, а также в связи со случайным и вероятностным характером возникновения неисправностей транспортных средств, находящихся на линии, невозможно разработать единую карту потока создания ценности для проведения выездного ремонта транспортных средств, а при условии ее разработки, ее применение будет малоэффективно;

- применение метода организации рабочего пространства «5S» в данном случае является более перспективным, т.к. будет включать в себя все этапы реорганизации рабочего пространства автомобиля технической помощи и удаление из пространства ненужных предметов, обоснование номенклатуры перевозимого технологического оборудования, инструментов и оснастки, также их сортировка и позиционирование по местам хранения;

- позиционирование технологического оборудования, инструментов и оснастки в рабочем пространстве автомобиля техпомощи целесообразно провести с применением такого инструмента бережливого производства, как визуализация, реализация которого позволит поддерживать рабочий порядок хранения оснащения автомобилей технической помощи на дорогах;

- инструмент «быстрая переналадка» целесообразнее применить при разработке технологических документов по техническому обслуживанию ремонту транспортных средств, в то время как для организации рабочего пространства автомобилей технической помощи он малоэффективен, т.к. данные транспортные средства постоянно находятся в состоянии оперативной готовности, и единственным меняющимся элементом данной «системы» является перевозимые и требуемые для ремонта неисправных транспортных средств запасные части, агрегаты, узлы и т.д.;

- принципы инструмента «защита от непреднамеренных ошибок», как правило, уже заложены в конструкциях используемого технологического оборудования, инструментов и оснастки, следовательно, отдельно использовать его не имеет смысла;

- инструменты «Всеобщее обслуживание оборудования» и «Канбан» наиболее эффективно планировать и применять уже на стадии эксплуатации автомобилей технической помощи для поддержания высокого уровня их оперативной готовности, что не входит в задачи настоящей статьи, также данные инструменты малоэффективны для объектов с низким уровнем стандартизации, каким, по сути, является рабочее пространство автомобилей технической помощи, т.к. каждая организация индивидуально (исходя из

собственных возможностей и нужд) планирует эксплуатацию и содержание подобных автомобилей.

На основе вышесказанного можно сделать вывод, что наиболее перспективными инструментами бережливого производства для оптимизации работы автомобилей технической помощи являются «организация рабочего пространства (5S)» и «визуализация».

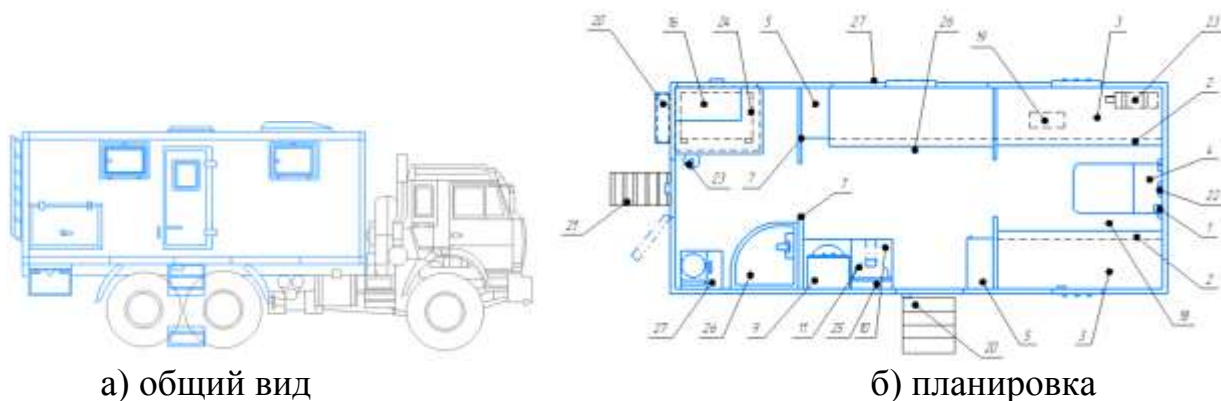
Среди положительных моментов применения визуализации и системы «5S» следует отметить:

- сокращение времени поиска нужного инструмента, оборудования и оснастки;
- повышение качества и производительности технологических процессов;
- непрерывная оптимизация процессов;
- повышение уровня безопасности.

Совместное использование указанных инструментов бережливого производства позволит разработать визуальный стандарт рабочего пространства, который объединит принципы «5S» (сортировка, соблюдение порядка, содержание в частоте, стандартизация, самосовершенствование) с возможностями визуализации данных и информации.

Такой стандарт рабочего пространства будет способствовать повышению эффективности производства путем оптимизации рабочих мест, улучшения порядка и чистоты, стандартизации процессов и обеспечения самодисциплины сотрудников. Визуализация данных позволит наглядно отображать текущее состояние производства, выявлять узкие места и проблемные зоны, а также обеспечивать оперативное принятие решений на основе актуальных данных.

В качестве объекта для применения визуального стандарта выбрано рабочее пространство транспортного средства – грузового автомобиля «КАМАЗ-43118» (рисунок 1).



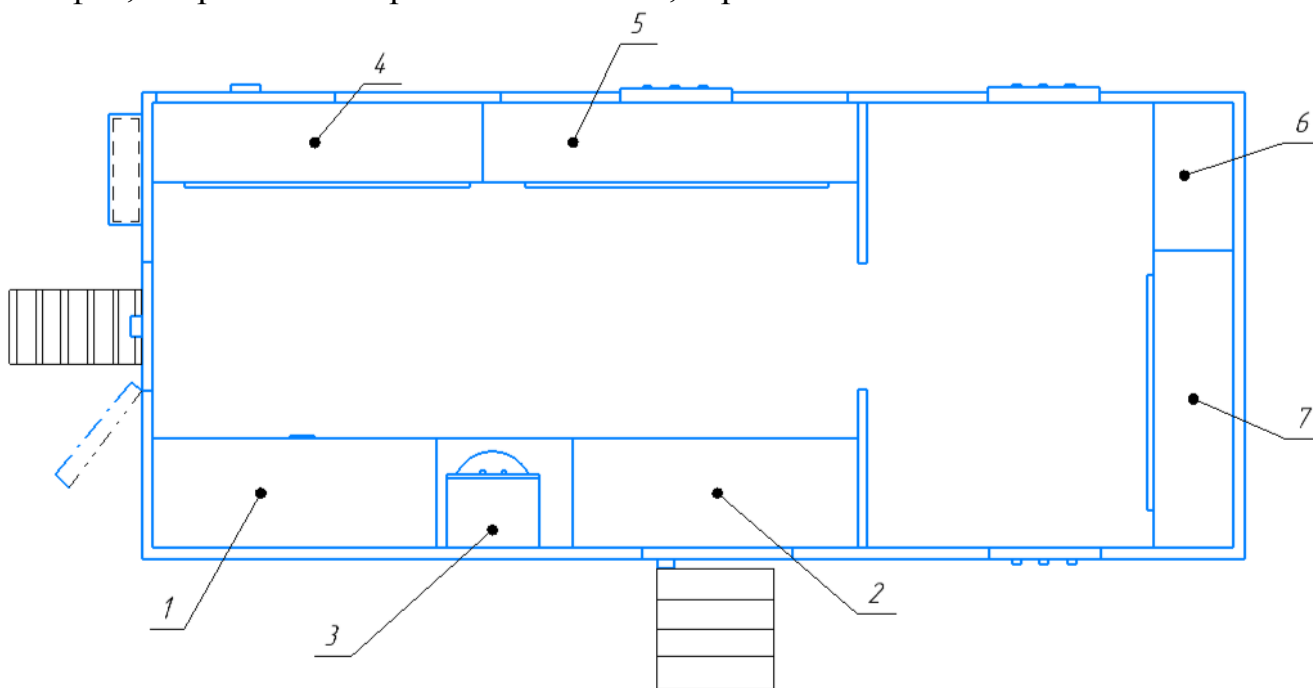
1 - система «умный модуль» (для контроля и согласования работы исполнительных элементов климатического оборудования); 2 – рундуки; 3 - откидные полки; 4 - стол-тумба; 5 - шкаф для одежды 1-секционный; 6 - шкаф для одежды 2-секционный; 7 – вешалка; 8-уголок (стол) кухонный; 9-шкаф для посуды; 10-бак на 100 литров; 11-плита газовая + баллон газовый; 12-стол обеденный; 13-рундук-диван с мягкой спинкой; 14-полка навесная; 15-кондиционер; 16-отопитель; 17-лестница стационарная, боковая; 18-лестница выдвижная, задняя; 19-переговорное устройство; 20-огнетушители; 21-электрогенератор 4 - 6 кВт; 22-эл/вытяжка для плитки; 23-аварийно-вентиляционный люк; 24-ниша для технологического оборудования (расположена под диваном рундуком, доступ через люк с наружной части фургона); 25-окна; 26-оверь боковая; 27-дверь задняя

Рисунок 1 – Транспортно-бытовая машина на базе «КАМАЗ-43118»



Транспортно-бытовая машина ТБМ может эксплуатироваться в составе ремонтного комплекса из передвижных мастерских ПАРМ, МАРС, АРС, ПИК, ремонтных агрегатов АНРВ, АРОК, ПРСМ, ПСК при проведении длительных выездных ремонтных или монтажных работ для обеспечения комфортных условий проживания рабочей бригады, а в условиях зимнего периода - периодического отдыха в теплом помещении. Данный тип транспортного средства уже используется в качестве машины технической помощи на некоторых крупных автотранспортном предприятии.

На основе анализа перечня неисправностей транспортных средств, находящихся на линии, был получен реестр технологического оборудования, инструментов и оснастки, требуемого для производства работ по ремонту автомобилей на месте их непосредственного схода с линии. С учетом необходимого количества и типоразмеров определенного в ходе анализа оборудования, была спроектирована возможная компоновка рабочего пространства с целью использования данного типа транспортного средства в качестве автомобиля технической помощи (рисунок 2). Данная компоновка переориентирована на обеспечение хранения и доставки инструментов к месту поломки транспортного средства, и включает несколько специализированных шкафов, открытых и закрытых стеллажей, верстаков.



1,2 – верстаки; 3 – мойка, 4,5,6,7 – шкафы и стеллажи.

Рисунок 2 – Проект планировки автомобиля технической помощи на дорогах

Для разработки визуального стандарта рабочего пространства автомобиля технической помощи потребуется определить и жестко закрепить места хранения выбранного технологического оборудования и инструментов, и разработать внутренний документ организации, в котором это будет отражено. Такой документ в обязательном порядке должен содержать фотоматериалы рабочего пространства с целью большей информативности.

#### Список использованных источников

1 Воробьев, А.Л. К вопросу об организации рабочего пространства автомобиля технической помощи на основе инструментов бережливого производства / А.Л. Воробьев, В.А. Лукоянов, Д.А. Пономарева, Д.А. Лукоянов // Прогрессивные технологии в транспортных системах: сборник материалов XVIII Международной научно-практической конференции. – 15-17 ноября 2023 г. – ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет». - Оренбург. – С. 89-94.

2 Повышение эффективности работы подразделения за счет внедрения системы непрерывных улучшений [Электронный ресурс]. / – Санкт-Петербург: CYBERLENINKA.RU, 2018-2019. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/>. – 15.10.2024.

3 Аюкасова, Л.К. Основы проектирования станций технического обслуживания летковых автомобилей: Учебное пособие. / Л.К. Аюкасова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2003. – 106 с.

#### References

1. Vorobev A.L. On the issue of organizing the workspace of a technical assistance vehicle based on lean production / A.L. Vorobev, V.A. Lukoyanov, D.A. Ponomareva, D.A. Lukoyanov// Progressive technologies in transport systems: a collection of materials of the XVIII International Scientific and Practical Conference. – November 15-17, 2023 – Orenburg State University. - Orenburg. – pp. 89-94.

2. Improving the efficiency of the department by implementing a continuous improvement system [Electronic resource]. / - St. Petersburg: CYBERLENINKA.RU, 2018-2019. - Access mode: <https://cyberleninka.ru/>. - 10/15/2024.

3. Ayukasova L.K. Fundamentals of Designing Maintenance Stations for Flying Cars: A Tutorial // OK. Ayukasova. – Orenburt: Orenburg State, 2003. – 106 p.

#### ON THE QUESTION OF STANDARDIZATION OF THE WORKING SPACE OF A ROADSIDE ASSISTANCE VEHICLE

Vorobev A.L. , Lukoyanov V.A., Ponomareva D.A., Lukoyanov D.A.  
Orenburg State University

Abstract. This article discusses practical recommendations for standardizing the workspace of roadside assistance vehicles. The applicability of specific lean

manufacturing tools at this facility is analyzed. A project for changing the workspace layout is proposed based on the analysis of the list of faults and the technological equipment and tools used.

Key words: road safety management system, accident investigation, process landscape, BPMN 2.0.

УДК 004.8:656.11

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

**Горбачев Д.В., Фот Н.П., Викторов Д.А., Дусаев И.Д.**  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аннотация. Одним из ключевых вопросов качества жизни населения городов является маршрутизация пассажирских перевозок. Данной тематике посвящено достаточно много публикаций, которые условно можно разделить на две группы: 1) маршрутизация железнодорожный перевозок, перевозки городским рельсовым пассажирским транспортом (трамваи) и перевозки троллейбусами; 2) мониторинг движения пассажирского транспорта. Однако, большая часть городских пассажирских перевозок приходится на автобусы и маршрутные такси. Практика показывает, что маршруты для них разрабатываются не всегда эффективно. Поэтому проводимое исследование является актуальным и имеет целью разработать методический подход применения интеллектуальных алгоритмов для проектирования маршрутов. Для решения данной задачи предлагается использовать метод логико-лингвистического моделирования на основе сетей Петри сложной структуры и методы многомерной оптимизации. Результатом решения является геоинформационный сервис, позволяющий проектировать маршруты пассажирских перевозок городской агломерации.

Ключевые слова: пассажирские перевозки, маршрут, геосервис, моделирование, многомерная оптимизация

### **Введение**

Анализ современного состояния пассажирских перевозок показывает, что исследованиям пассажиропотоков, организации маршрутной сети, оптимизации подвижного состава в городских агломерациях уделяется постоянное внимание исследователей [1-7]. Поэтому перечисленные аспекты являются достаточно актуальными особенно в части разработки подходов к проектированию маршрутов.

В отдельных работах по рассматриваемой тематике авторы уделяют внимание различным методам маршрутизации городского пассажирского транспорта [8, 9]. В частности, анализ публикаций показывает, что можно

выделить семь методов расчёта: нормативный; статистический; гравитационная модель; энтропийные модели; модели самоорганизующихся потоков; метод конкурирующих центров; модель промежуточных возможностей Стоуффера. При этом авторами выделяется два метода маршрутизации [10]:

– построение маршрутных схем для города в целом – методы общей маршрутизации;

– корректировки отдельно взятых маршрутов – методы локальной маршрутизации.

Также при определении маршрутов проводятся оценки и расчеты оптимальной маршрутной схемы [11, 12] по одному из двух критериев:

– оптимизации за счет сокращения затрат времени на поездки;

– уровня пересадочности.

В ряде работ, выполняемых в рамках НИР на кафедре автомобильного транспорта ОГУ делается вывод, что городская маршрутная сеть должна быть проектирована с учетом следующих основных принципов [13, 14]:

1) маршрутная система должна соответствовать пассажиропотокам по направлениям и обеспечивать такое принудительное распределение их по сети, при котором наилучшим образом обеспечивается прямолинейность поездок пассажиров, минимальные число пересадок и затраты времени на передвижения;

2) маршрутная система должна обеспечивать максимально равномерное распределение пассажиропотоков по длине маршрутов, а также по районам движения и видам транспорта;

3) расположение маршрутов должно обеспечивать удобство пересадки пассажирам на транспортные средства других видов городского транспорта;

4) маршруты городских сообщений должны проходить вблизи маршрутов пригородных и междугородных сообщений;

5) маршруты с большим объёмом перевозок пассажиров не должны начинаться и заканчиваться в центре города;

6) совмещение на одной улице более пяти маршрутов не рекомендуется, так как усложняет регулярность движения пяти (число маршрутов зависит от интервала движения имеющихся маршрутов);

7) кольцевые маршруты городского транспорта рекомендуется проектировать в городах с населением свыше 500 тыс. жителей.

Традиционными методами исследования маршрутизации пассажиропотоков при организации городских перевозок являются графовые модели [15-19]. При этом для каждого маршрута строится отдельный граф. Таким образом, формируется достаточно сложное и объемное поле наложений подграфов, затрудняющее анализ пассажиропотоков и снижающее информативность модели для принятия решений.

Технологические решения, встречающиеся в описаниях программных продуктов маршрутизации транспорта, анализа пассажиропотоков, оценки эффективности перевозок, расчета параметров подвижного состава, как правило, ориентированы на традиционные архитектуры [20]. Известные

проекты в этой области созданы агентством дорожной информации РАДАР [21], компанией TransNetIQ [22], ООО «ГИТ» [23], компанией PTV Group [24].

Анализ применяемых методов проектирования маршрутов выделяет применение имитационного моделирования на основе машинно-обученных алгоритмов и искусственного интеллекта [25-31].

Таким образом, проблематика исследования обуславливается следующими основными практическими положениями:

Во-первых, в настоящее время процесс организации перевозок пассажиров в условиях города (городской агломерации), с точки зрения планирования, осуществляется по восходящей иерархии, то есть принятие решения о создании маршрутной микро- или макро-сети происходит по факту создания городской инфраструктуры или на основе анализа пассажиропотока. Сам по себе такой подход является вполне закономерным. Однако он позволяет получить представление только о фактической маршрутизации транспорта, без учета знаний об эффективности процесса движения по маршрутам, а также только ориентируясь на нормативные требования;

Во-вторых, улично-дорожная сеть современных городов – это сложная большая система, имеющая свои (характерные для города) особенности и ограничения. Учет этих особенностей требует разработки такого подхода, который бы позволил комплексировать процесс моделирования улично-дорожной сети;

В-третьих, темпы развития городов на сегодняшний таковы, что новые микрорайоны появляются буквально в течение 5-7 лет. Количество жителей в них от нескольких до десятков тысяч. Причем улично-дорожная сеть развивается практически одновременно со строительством новых районов. А маршрутно-транспортная сеть при этом, существенно отстает. И население, уже проживая в новых районах, вынуждено пользоваться удаленными остановочными пунктами и устаревшими маршрутами, что создает дополнительную социальную напряженность. Таким образом, своевременное прогнозирование и планирование развития маршрутной транспортной сети пассажирских перевозок города позволит оперативно принимать решения об изменении конфигураций и создании новых маршрутов.

Проблемами теории, решаемыми в ходе реализации проекта, являются:

– необходимость разработки метода имитационного моделирования, позволяющего формализовать процедуры движения транспортных средств по маршруту, учет пассажиропотоков, а также оптимизировать ресурсные затраты на перевозки;

– необходимость разработки метода интеллектуального управления городскими пассажирскими перевозками на основе комплексирования и визуализации информации с помощью дашбордов.

### **Постановка задачи**

Основная задача, решаемая в ходе проводимого исследования, направлена на разработку интеллектуальной системы проектирования маршрутов движения городского пассажирского автотранспорта, обоснование системы показателей эффективности и качества системы управления и

разработка алгоритмов анализа и поддержки принятия решений с возможностью визуализации состояния системы пассажирских перевозок.

В данной работе рассматриваются две подзадачи:

- 1) имитационное моделирование маршрутов городских перевозок пассажиров;
- 2) прогнозирование пассажиропотока.

Для решения первой их поставленных задач предлагается использовать информационные сети Петри сложной структуры [32]. Вторая задача решается на основе метода прогнозирования временных рядов и многокритериальной оптимизации.

### Решение задачи

Современные подходы описания и моделирования процессов транспортных перевозок базируются на принципах системного анализа, включающих такие элементы как:

- входные ресурсы: материальные и нематериальные;
- процессы преобразования: технологические и организационные процессы, преобразующие входные ресурсы в конечные продукты;
- выходные продукты: услуги, удовлетворяющие потребности клиентов;
- управление и контроль: механизмы, обеспечивающие эффективное функционирование и совершенствование системы;
- обратная связь: информация, используемая для корректировки и улучшения процессов.

В результате системного анализа процессов проектирования маршрутов пассажирских перевозок выявлены следующие этапы (рисунок 1):

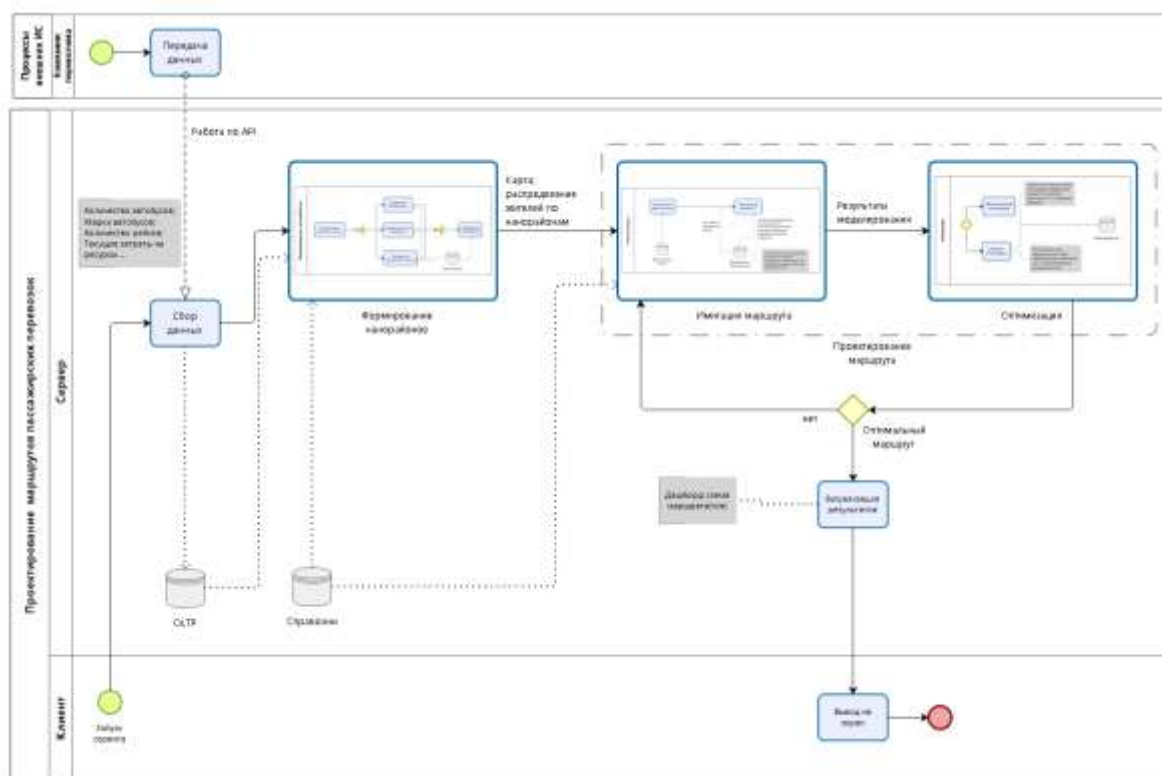


Рисунок 1 – Концепция интеллектуальной системы проектирования маршрутов движения пассажирского транспорта

- сбор данных от участников и организаторов пассажирских перевозок;
- формирование нанорайонов на карте населенного пункта с указанием количества проживающих в них жителей;
- моделирование маршрута: остановки, пассажиропоток, движение транспортного средства; вход/выход пассажиров;
- оптимизация: 1) параметров одного маршрута; 2) схемы маршрутной сети;
- визуализация результатов проектирования.

Основным этапом проектирования является моделирование маршрута и движение по нему пассажирского транспорта. Данная задача может решаться с помощью информационной сети Петри. При этом считается, что маршрут состоит из последовательности остановочных пунктов.

1) Модель сети Петри остановочного пункта,  $C_{OP}$ , представлена на рисунке 2.

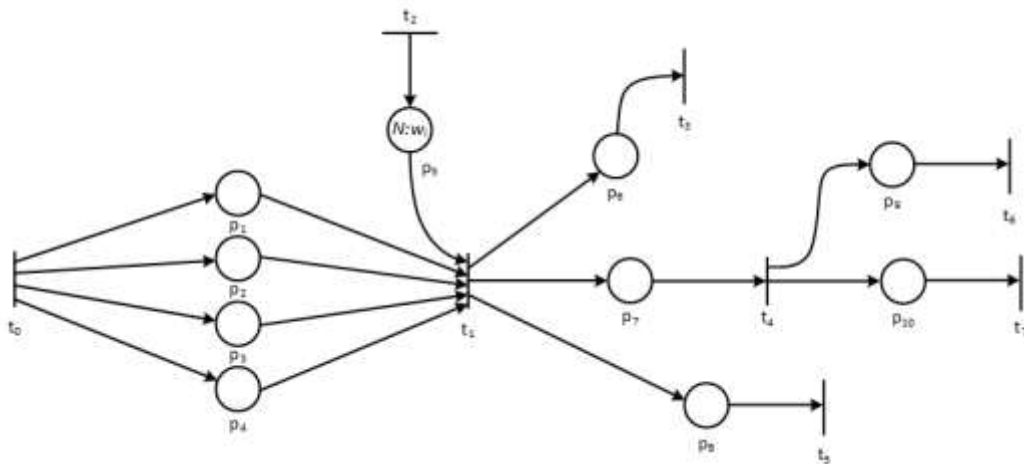


Рисунок 2 – Модель  $C_{OP}$  остановочного пункта пассажирской транспортной сети

Алгоритм работы  $C_{OP}$  описывается на основе (1-5).

$$I(t_1) = \{p_1(w_1); p_2(w_2); p_3(w_3); p_4(w_4); p_5(w_5)\}.$$

$$O(t_0) \Rightarrow \mu[(p_1(w_1 = n_1); (p_2(w_2 = n_2); (p_3(w_3 = n_3); (p_4(w_4 = n_4)] : \left. \begin{array}{l} \{f_1|f^{p_1}: J(\psi_0) \times D_{p_1} = J(\psi_{p_1}(w_1)) \\ \{f_2|f^{p_2}: J(\psi_0) \times D_{p_2} = J(\psi_{p_2}(w_2)) \\ \{f_3|f^{p_3}: J(\psi_0) \times D_{p_3} = J(\psi_{p_3}(w_3)) \\ \{f_4|f^{p_4}: J(\psi_0) \times D_{p_4} = J(\psi_{p_4}(w_4)) \end{array} \right\} \rightarrow I(t_1). \quad (1)$$

$$O(t_2) \Rightarrow \mu[(p_5(w_N = N_W)]; f^{p_5} : J(\psi_W) \times D_{p_5} = J(\psi_{w_1}) \wedge J(\psi_{w_2}) \wedge J(\psi_{w_2}) \wedge J(\psi_{w_3}) \wedge J(\psi_{w_4}) \wedge J(\psi_{w_5})] \rightarrow I(t_1). \quad (2)$$

Функция помечания при срабатывании перехода  $t_l$  имеет вид:

$$\begin{cases} \sigma_1([\mu(p_1(w_1)) \wedge \mu(p_5(w_1))]; t_1) = \mu(p_6(w_1)), \text{ если } \mathcal{J}(\psi_{w_1}) = \emptyset; \\ \sigma_1([\mu(p_2(w_2)) \wedge \mu(p_5(w_2))] \wedge [\mu(p_3(w_3)) \wedge \mu(p_5(w_3))]; t_1) = \\ = \mu(p_7[(w_2) \wedge (w_3)], \text{ если } \mathcal{J}(\psi_{w_2}) = \emptyset \text{ и } \mathcal{J}(\psi_{w_3}) = \emptyset; \\ \sigma_3([\mu(p_4(w_4)) \wedge \mu(p_5(w_4))]; t_1) = \mu(p_8(w_4)), \text{ если } \mathcal{J}(\psi_{w_4}) = \emptyset \end{cases} .(3)$$

$$I(t_3) = \{p_6(w_1)\}.$$

$$I(t_4) = \{p_7[(w_2) \wedge (w_3)]\}.$$

$$I(t_5) = \{p_8(w_4)\}.$$

$$O(t_4) \Rightarrow \mu[(p_7[(w_2) \wedge (w_3)] : \begin{cases} \{f_1 | f^{p_7}: \mathcal{J}(\psi_2) \times \mathcal{D}_{p_9} = \mathcal{J}(\psi_{p_9}(w_2)) \rightarrow I(t_6) \\ \vee \\ \{f_2 | f^{p_7}: \mathcal{J}(\psi_3) \times \mathcal{D}_{p_{10}} = \mathcal{J}(\psi_{p_{10}}(w_3)) \rightarrow I(t_7) \end{cases} \quad (4)$$

$$\sigma_4([\mu(p_7[(w_2) \wedge (w_3)]); t_1) = \begin{cases} \mu(p_9(w_2)), \text{ если } \mathcal{J}(\psi_{w_2}) = \emptyset \\ \mu(p_{10}(w_3)), \text{ если } \mathcal{J}(\psi_3) = \emptyset \end{cases} \quad (5)$$

$$I(t_6) = \{p_9(w_2)\}.$$

$$I(t_7) = \{p_{10}(w_3)\}.$$

Исходные данные, полученные с использованием построенной имитационной модели, могут лечь в основу решения задачи прогнозирования пассажиропотока с помощью методов прогнозирования временных рядов. Пусть  $y_t$  – количество пассажиров в момент времени  $t$ . Цель – построить модель, предсказывающую будущие значения пассажиропотока  $y_{t+h}$ , где  $h$  – это горизонт прогноза.

Модель для временных рядов может быть записана в виде:

$$y_{t+h} = f(y_t, y_{t-1}, \dots, y_{t-p}) + e_t, \quad (6)$$

где  $y_t$  – пассажиропоток в момент времени  $t$ ;  $f(\cdot)$  – функция, описывающая зависимости между предыдущими значениями временного ряда;  $e_t$  – ошибка модели, которая предполагается нормально распределённой с математическим ожиданием 0 и дисперсией  $\sigma^2$ .

Модели временных рядов могут включать такие элементы, как [5]:

1) тренд  $T(t)$ , описывающий долгосрочные изменения пассажиропотока;



2) сезонные колебания  $S(t)$ , отражающие периодические изменения спроса;

3) случайные флуктуации  $\epsilon(t)$ , которые моделируются как белый шум.

Таким образом, общая модель временных рядов может быть представлена как сумма этих компонентов:

$$y_t = T(t) + S(t) + e_t \quad (7)$$

На сегодняшний день, имея небольшое количество данных, например, на основе регулярных маршрутов пассажирского автомобильного транспорта, представляется возможным построение данной модели с выявлением всех составляющих. Однако, для ее качественного описания необходимо большое количество данных, сбор которых на практике является трудоемким процессом, связанным с необходимостью применения дополнительных технических средств (камеры с фиксацией количества человек в автобусе), разработкой баз данных и цифровых инструментов для обработки, аналитики и прогнозирования.

Так, например, на основе имеющихся данных, собранных в зимний период, на первом этапе можно визуально выделить «пиковое» и «ямовое» время для пассажиропотока (рисунок 3).

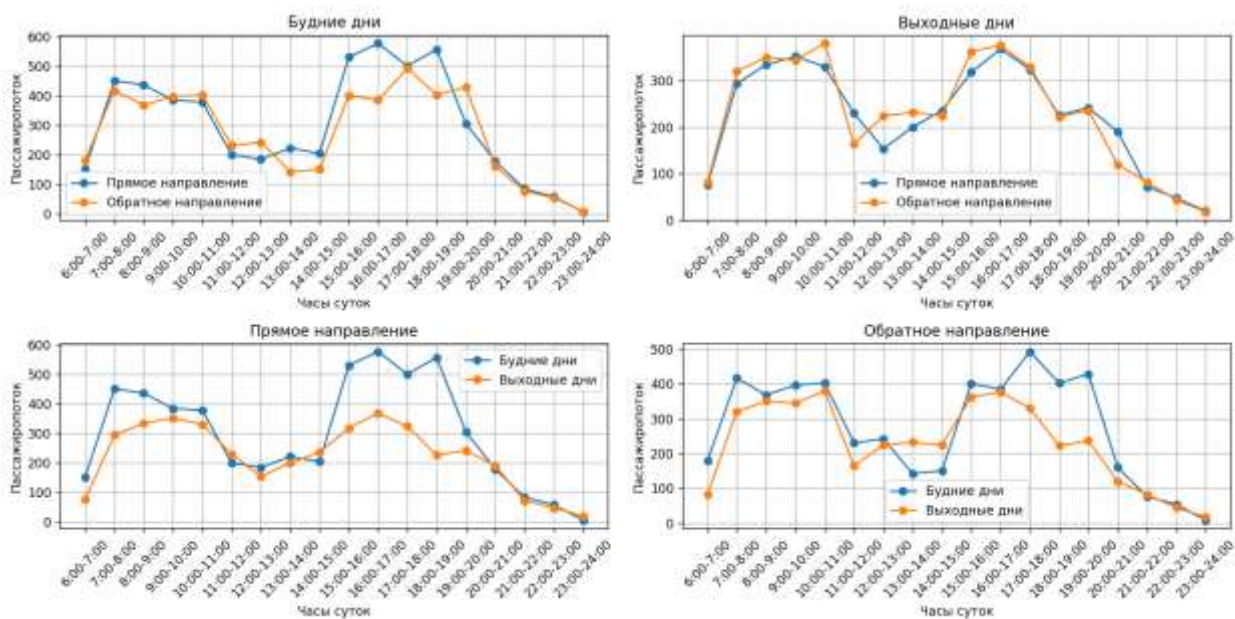


Рисунок 3 – Результаты моделирования трендов пассажиропотоков

Анализ графиков позволил выделить 5 периодов для будних и выходных дней:

1. Будние дни (Прямое направление и обратное направление):

- 1) ранее утреннее время: с 6:00 до 7:00 (152 и 182 пассажиров);
- 2) утреннее время: с 7:00 до 11:00 (368 и 450 пассажиров);
- 3) дневное время: с 11:00 до 15:00 (204 и 242 пассажиров);

- 4) вечернее время: с 15:00 до 20:00 (304 и 576 пассажиров);  
 5) ночное время: после 21:00 (6 и 178 пассажиров).

2. Выходные дни (Прямое направление и обратное направление):

- 1) раннее утреннее время: с 6:00 до 7:00 (76 и 82 пассажиров);  
 2) утреннее время: (294 и 380 пассажиров);  
 3) дневное время: с 11:00 до 15:00 (164 и 236 пассажиров);  
 4) вечернее время: с 15:00 до 20:00 (226 и 376 пассажиров);  
 5) ночное время: после 20:00 (18 и 190 пассажиров).

Таким образом, полученные временные интервалы, легли в основу задачи определения количества транспортных средств на маршруте с учетом временных рамок перевозки пассажиров, количества подвижного состава на маршруте и годовых затрат на его обслуживание, которая была сформулирована следующим образом: для каждого периода времени  $t$  (рано-утренний, утренний, дневной, вечерний, ночной) определены целевые функции  $F_{1,t}$ :

$$F_{1,t} = x_{1,t} + x_{2,t} + x_{3,t} \rightarrow \min, \quad (8)$$

Второй критерий, базирующийся на экономической составляющей, учитывая годовые эксплуатационные расходы на автобусы различной вместимости принял следующий вид:

$$F_{2,t} = 77 \cdot x_{1,t} + 70 \cdot x_{2,t} + 112 \cdot x_{3,t} \rightarrow \min, \quad (9)$$

где  $x_{1,t}$  - количество автобусов вместимостью 19 человек в период  $t$ ,

$x_{2,t}$  - количество автобусов вместимостью 71 человек в период  $t$ ,

$x_{3,t}$  - количество автобусов вместимостью 108 человек в период  $t$ .

77, 70 и 112 — это коэффициенты, отражающие средние затраты на эксплуатацию одного автобуса каждого типа в течение года.

Составлены ограничения для каждого периода времени:

$$\left\{ \begin{array}{l} 19x_{1,t} + 71x_{2,t} + 108x_{3,t} \leq Q_{\max} \\ x_{1,t} + x_{2,t} + x_{3,t} \geq A_{\min} \\ x_{1,t} + x_{2,t} + x_{3,t} \leq A_{\max} \\ \gamma_i \leq \gamma_{\text{норм}} \\ I_{\min} \leq \frac{t_{\text{об}} \cdot 60}{x_{1,t} + x_{2,t} + x_{3,t}} \leq I_{\max} \end{array} \right. \quad (10)$$

где:  $Q_{\max}$  – максимальный часовой пассажиропоток;

$A_{\max}$  и  $A_{\min}$  — минимальное и максимальное количество автобусов на маршруте.

$I_{\max}$  и  $I_{\min}$  – минимальный и максимальный интервал между автобусами

$Y_{\text{норм}}$  – нормативный динамический коэффициент использования вместимости

$Y_{t,i}$  – расчетный динамический коэффициент использования вместимости

Решение задачи оптимизации подвижного состава на основе алгоритма многокритериальной оптимизации с собственным разработанным программным обеспечением представлены в таблице 1- для будних дней и в таблице 2 - для выходных дней.

Таблица 1 – Результаты решения задачи многокритериальной оптимизации для будних дней

| Период времени         | Автобус вместимостью 19 человек | Автобус вместимостью 71 человек | Автобус вместимостью 108 человек |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Ранний утренний период | 1                               | 3                               | 0                                |
| Утренний               | 0                               | 3                               | 0                                |
| Дневной                | 0                               | 3                               | 0                                |
| Вечерний               | 0                               | 3                               | 0                                |
| Ночной                 | 3                               | 1                               | 0                                |

Таблица 2 – Результаты решения задачи многокритериальной оптимизации для выходных дней

| Период времени         | Автобус вместимостью 19 человек | Автобус вместимостью 71 человек | Автобус вместимостью 108 человек |
|------------------------|---------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|
| Ранний утренний период | 3                               | 1                               | 0                                |
| Утренний               | 0                               | 3                               | 0                                |
| Дневной                | 0                               | 3                               | 0                                |
| Вечерний               | 0                               | 3                               | 0                                |
| Ночной                 | 1                               | 3                               | 0                                |

Однако, полученные результаты недостаточно полно отражают потребность в транспорте в различные периоды времени (например, автобусы вместимостью 108 человек – не используются?). В первую очередь это связано с отсутствием ряда параметров в модели. Именно поэтому, только совместное применение современных методов математического моделирования (методов оптимизации, прогнозирования), а также современных подходов имитационного моделирования, в том числе с использованием нейросетевого моделирования, позволяют разработать интеллектуальную информационную систему проектирования маршрутов пассажирских перевозок городской агломерации.

#### Список использованных источников

1. Лебедева, О. А. Совершенствование методов мониторинга пассажиропотоков на маршрутах городского пассажирского транспорта общего

пользования : специальность 05.22.10 "Эксплуатация автомобильного транспорта" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Лебедева Ольга Анатольевна. – Иркутск, 2014. – 20 с

2. Лебедева, О. А. Пассажиропотоки и методы их изучения / О. А. Лебедева, М. Н. Крипак // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2011. – Т. 1. – С. 29-39. Вакуленко, С. П. Обзор и анализ научных исследований пассажирских перевозок в мегаполисной системе "город-пригород" / С. П. Вакуленко, П. В. Куренков, Ю. Н. Дранченко // Вестник транспорта. – 2016. – № 9. – С. 37-42.

3. Доенин, В. В. Моделирование транспортных процессов и систем. / В. В. Доенин ; Ин-т проблем трансп. РАН. – Москва : Компания Спутник+, 2012. – 288 с.

4. Доенин, В. В. Интеллектуальные транспортные потоки / В. В. Доенин ; Ин-т проблем трансп. РАН. – Москва : Компания Спутник+, 2007. – 305 с.

5. Копылова, Е.В. Логистика пассажирских перевозок: особенности и основные понятия / Е.В. Копылова, С.П. Вакуленко // Мир транспорта. – 2015. – №3. – С. 32-36.

6. Determining passenger traffic as important factor in urban public transport system / XIV International Conference 2020 SPbGASU "Organization and safety of traffic in large cities" // Vladimir Belokurov, Ruslan Spodarev, Sergei Belokurov,

[https://www.researchgate.net/publication/346621379\\_Determining\\_passenger\\_traffic\\_as\\_important\\_factor\\_in\\_urban\\_public\\_transport\\_8](https://www.researchgate.net/publication/346621379_Determining_passenger_traffic_as_important_factor_in_urban_public_transport_8). Urban passenger transport: Cities can make mobility sustainable, equitable and resilient / [страница сайта] <https://www.oecd-ilibrary.org/sites/316ba973-en/index.html?itemId=/content/component/316ba973-en#>

7. Spirin, Iosif V., Belyaev, Vladimir M., Antonova, Valeria V. Planning Methodology for Road Passenger Transportation / WORLD OF TRANSPORT AND TRANSPORTATION, Vol. 17, Iss. 1, pp. 20–37 (2019)

8. Булавина, Л. В. Проектирование и оценка транспортной сети и маршрутной системы в городах: учеб.-метод. пособие / Л. В. Булавина. — 2-е изд., перераб. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 80 с.

9. ROB VAN NES, RUDI HAMERSLAG, AND BEN H. IMMERS. Design of Public Transport Networks / TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1202 / [электронный документ] : < <https://trid.trb.org/view/302174>> (27.10.2022)

10. Хрущев М.В. Методы общей и локальной маршрутизации автобусного транспорта в городах: монография / М.В. Хрущев. – М.: ГУУ, 1999. – 168 с.

11. Блатнов М.Д. Пассажирские автомобильные перевозки. – М.: Транспорт, 1981. – 222 с.

12. Глик Ф. Г. Интерактивное конструирование маршрутной системы городского пассажирского транспорта //

13. Градостроительство. Киев: Будивельник, 1987. Вып. 39. С. 100-106.

14. Исследование технологических показателей для организации и установления новых муниципальных маршрутов регулярных перевозок пассажиров автомобильным транспортом в городе Оренбурге по нерегулируемым тарифам. Отчет о НИР (заключительный). Рег. № НИОКТР МК № 3-12.01.2022 / Рук-ль: Н.Н. Якунин. Оренбург, ОГУ, 2022. – 440 с.
15. Обзор передового зарубежного опыта развития системы управления транспортом / [электронный ресурс] : Google Book: <https://mguu.ru/images/publications/mguu-best-practices-transport.pdf> (27.10.2022)
16. Ананьева Е.А. Уровни представления маршрутных пассажирских транспортных сетей в виде графовых моделей // *Colloquium-journal*. – 2019. – № 11-1(35). – с. 63-68.
17. Булавина Л.В. Проектирование и оценка транспортной сети и маршрутной системы в городах. / Учеб. пособие. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2019. – 80 с.
18. Носов А.Л. Оптимизация маршрутной сети движения городского пассажирского транспорта // *Инновационное развитие экономики*. – 2018. – № 5(47). – с. 92-98. 5. Методические рекомендации Министерства транспорта Российской Федерации по разработке Документа планирования регулярных перевозок пассажиров и багажа по муниципальным и межмуниципальным маршрутам автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом (утверждены Минтранс России 30.06.2020 г.)
19. Мочалин С.М., Колебер Ю.А. Перспективы развития методов оптимизации маршрутных сетей городского пассажирского транспорта // *Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета*. – 2019. – № 3(67). – с. 242255.
20. Оспанов Д.Т. Методика проектирования интегральной маршрутной сети городского пассажирского транспорта // *Вестник гражданских инженеров*. – 2019. – № 4(75). – с. 138-144. – doi: 10.23968/1999-5571-2019-16-4-138-144.
21. Минатуллаев Ш.М., Арсланов М.А., Джапаров Б.А., Салатова Д.А., Бедоева С.В., Темирболатов М.Н., Гамзаев Д.Р. Использование программного комплекса при оптимизации маршрутной сети автобусных перевозок / *Известия Дагестанского ГАУ*. Номер: 2 (6). – 2020. – С. 24-30.
22. Центр дорожной информации радар. <https://road.perm.ru/o-kompanii/>
23. Программный комплекс диспетчеризации пассажирских перевозок и подсчета пассажиров. [название с экрана] : <<https://transnetiq-service.ru/catalog/programmnoe-obespechenie/programmnyy-kompleks-dispetcherizatsii-passazhirskikh-perevozok-i-podscheta-passazhirov/>>. (02.10.2023)
24. Подсистема мониторинга пассажирского транспорта. [название с экрана] : <<http://www.git-rus.ru/itprojects/programmnyj-kompleks-git-sistema-rnits/podsistema-monitoringa-passazhirskogo-transporta>>. (25.08.2024)
25. Транспортное планирование и моделирование транспортных потоков // <https://ptv-traffic.com/projects/>

26. Альманах «Искусственный интеллект». Аналитический сборник. Июнь 2019 г. МФТИ. Центр Национальной технологической инициативы на базе МФТИ по направлению «Искусственный интеллект», Москва, 2019.
27. Дорожная карта развития «сквозной» цифровой технологии «нейротехнологии и искусственный интеллект» в России, Москва, 2019 г.
28. Исследование искусственного интеллекта MIT Sloan Management Review и BCG Henderson Institute.
29. Потапов А.С. Технологии искусственного интеллекта: анализ проблематики и построение структуры учебной дисциплины, Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики.
30. <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/osnovy-nejronnyhsetej-algoritmy-obuchenie-funkcii-aktivacii-i-poteri/>
31. <https://vc.ru/future/55610-obzor-razvitiya-tehnologiyiskusstvennogo-intellekta-v-2018-godu>
32. <https://habr.com/ru/post/350918/>
33. Горбачев Д.В. Методический подход к моделированию процессов в экономике информационными сетями Петри / Д.В. Горбачев // European Researcher. – 2011. – № 8. – С. 1133-1140.
34. Подкорытова, О. А. Анализ временных рядов : учебное пособие для вузов / О. А. Подкорытова, М. В. Соколов. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 267 с.

#### List of references

1. Lebedeva, O. A. Improving the methods of monitoring passenger flows on the routes of urban public passenger transport: specialty 05.22.10 "Operation of road transport": abstract of the dissertation for the degree of candidate of technical sciences / Lebedeva Olga Anatolyevna. - Irkutsk, 2014. - 20 p. 2. Lebedeva, O. A. Passenger flows and methods of their study / O. A. Lebedeva, M. N. Kripak // Modern technologies and scientific and technical progress. - 2011. - V. 1. - P. 29-39. Vakulenko, S. P. Review and analysis of scientific research on passenger transportation in the metropolitan "city-suburb" system / S. P. Vakulenko, P. V. Kurenkov, Yu. N. Dranchenko // Transport Bulletin. – 2016. – № 9. – P. 37-42.
3. Doenin, V. V. Modeling of transport processes and systems. / V. V. Doenin; In-t problemy transportp. RAS. – Moscow : Company Sputnik+, 2012. – 288 p.
4. Doenin, V. V. Intelligent transport flows / V. V. Doenin; In-t problemy transportp. RAS. – Moscow : Company Sputnik+, 2007. – 305 p.
5. Kopylova, E. V. Passenger transportation logistics: features and basic concepts / E. V. Kopylova, S. P. Vakulenko // Mir transporta. – 2015. – №3. – P. 32-36.
6. Determining passenger traffic as important factor in urban public transport system / XIV International Conference 2020 SPbGASU “Organization and safety of traffic in large cities” // Vladimir Belokurov, Ruslan Spodarev, Sergei Belokurov, [https://www.researchgate.net/publication/346621379\\_Determining\\_passenger\\_traffic\\_as\\_important\\_factor\\_in\\_urban\\_public\\_transport\\_8](https://www.researchgate.net/publication/346621379_Determining_passenger_traffic_as_important_factor_in_urban_public_transport_8). Urban passenger transport: Cities can make mobility sustainable, equitable and resilient [страница сайта]

<https://www.oecd-ilibrary.org/sites/316ba973-en/index.html?itemId=/content/component/316ba973-en#>

7. Spirin, Iosif V., Belyaev, Vladimir M., Antonova, Valeria V. Planning Methodology for Road Passenger Transportation / WORLD OF TRANSPORT AND TRANSPORTATION, Vol. 17, Iss. 1, pp. 20–37 (2019)

8. Bulavina, L. V. Design and evaluation of transport networks and route systems in cities: textbook-method manual / L. V. Bulavina. - 2nd ed., revised. - Ekaterinburg: Publishing house of the Ural. University, 2019. - 80 p.

9. ROB VAN NES, RUDI HAMERSLAG, AND BEN H. IMMERS. Design of Public Transport Networks / TRANSPORTATION RESEARCH RECORD 1202 / [электронный документ] : < <https://trid.trb.org/view/302174>> (27.10.2022)

10. Khrushchev M.V. Methods of general and local routing of bus transport in cities: monograph / M.V. Khrushchev. - M.: GUU, 1999. - 168 p.

11. Blatnov M.D. Passenger automobile transportation. - M.: Transport, 1981. - 222 p.

12. Glik F.G. Interactive design of the route system of urban passenger transport //

13. Urban development. Kyiv: Budivel'nik, 1987. Issue 39. Pp. 100-106.

14. Research of technological indicators for the organization and establishment of new municipal routes of regular passenger transportation by automobile transport in the city of Orenburg at unregulated tariffs. R&D report (final). Reg. № NIOKTR MK № 3-12.01.2022 / Head: N.N. Yakunin. Orenburg, OSU, 2022. - 440 p.

15. Review of advanced foreign experience in the development of a transport management system / [electronic resource]: Google Book: <https://mguu.ru/images/publications/mguu-best-practices-transport.pdf> (10.27.2022)

16. Ananyeva E.A. Levels of representation of route passenger transport networks in the form of graph models // Colloquium-journal. - 2019. - No. 11-1 (35). - p. 63-68.

17. Bulavina L.V. Design and evaluation of the transport network and route system in cities. / Textbook. manual. - Ekaterinburg: Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 2019. - 80 p.

18. Nosov A.L. Optimization of the route network of urban passenger transport // Innovative development of the economy. - 2018. - No. 5 (47). - p. 92-98. 5. Methodological recommendations of the Ministry of Transport of the Russian Federation for the development of a Planning Document for regular transportation of passengers and baggage along municipal and intermunicipal routes by road and urban ground electric transport (approved by the Ministry of Transport of Russia on June 30, 2020)

19. Mochalin S.M., Koleber Yu.A. Prospects for the Development of Methods for Optimizing Route Networks of Urban Passenger Transport // Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway University. - 2019. - No. 3 (67). - p. 242255.

20. Osanov D.T. Methodology for Designing an Integrated Route Network of Urban Passenger Transport // Bulletin of Civil Engineers. - 2019. - No. 4 (75). - p. 138-144. - doi: 10.23968/1999-5571-2019-16-4-138-144.

21. Minatullaev Sh.M., Arslanov M.A., Dzhaparov B.A., Salatova D.A., Bedoeva S.V., Temirbolatov M.N., Gamzaev D.R. Using a software package to optimize the route network of bus transportation / News of the Dagestan State Agrarian University. Issue: 2 (6). - 2020. - P. 24-30.
22. Radar Road Information Center. <https://road.perm.ru/o-kompanii/>
23. Software package for dispatching passenger transportation and counting passengers. [name from the screen]: <<https://transnetiq-service.ru/catalog/programmnoe-obespechenie/programmnyy-kompleks-dispatcherizatsii-passazhirskikh-perevozok-i-podscheta-passazhirov/>>. (02.10.2023)
24. Passenger transport monitoring subsystem. [title from the screen] : <<http://www.git-rus.ru/itprojects/programmnyj-kompleks-git-sistema-rnits/podsistema-monitoringa-passazhirskogo-transporta>>. (08/25/2024)
25. Transport planning and modeling of traffic flows // <https://ptv-traffic.com/projects/>
26. Almanac "Artificial Intelligence". Analytical collection. June 2019. MIPT. Center of the National Technological Initiative based on MIPT in the direction of "Artificial Intelligence", Moscow, 2019.
27. Roadmap for the development of "end-to-end" digital technology "neurotechnology and artificial intelligence" in Russia, Moscow, 2019.
28. Research of artificial intelligence MIT Sloan Management Review and BCG Henderson Institute.
29. Potapov A.S. Artificial intelligence technologies: analysis of problems and construction of the structure of the academic discipline, Scientific and technical bulletin of information technologies, mechanics and optics.
30. <https://neurohive.io/ru/osnovy-data-science/osnovy-nejronnyh-setej-algoritmy-obuchenie-funkcii-aktivacii-i-poteri/>
31. <https://vc.ru/future/55610-obzor-razvitiya-tehnologiyiskusstvennogo-intellekta-v-2018-godu>
32. <https://habr.com/ru/post/350918/>
33. Gorbachev D.V. Methodological approach to modeling processes in the economy using Petri information networks / D.V. Gorbachev // European Researcher. - 2011. - No. 8. - P. 1133-1140.
34. Podkorytova, O. A. Time series analysis: a textbook for universities / O. A. Podkorytova, M. V. Sokolov. - 2nd ed., revised. and additional - Moscow: Publishing House Yurait, 2024. - 267 p.

## INTELLIGENT INFORMATION SYSTEM FOR DESIGNING PASSENGER TRANSPORTATION ROUTES IN URBAN AGGLOMERATION

Gorbachev D.V., Fot N.P., Viktorov D.A., Dusaev I.D.  
Orenburg State University, c. Orenburg

Abstract. One of the key issues of the quality of life of the urban population is the routing of passenger transportation. Quite a few publications are devoted to this topic, which can be conditionally divided into two groups: 1) routing of railway



transportation, transportation by urban rail passenger transport (trams) and transportation by trolleybuses; 2) monitoring of passenger transport traffic. However, the majority of urban passenger transportation is by buses and minibuses. Practice shows that routes for them are not always developed effectively. Therefore, the conducted research is relevant and aims to develop a methodical approach to the use of intelligent algorithms for route design. To solve this problem, it is proposed to use the method of logical-linguistic modeling based on Petri nets of complex structure and multidimensional optimization methods. The result of the solution is a geoinformation service that allows designing routes for passenger transportation of an urban agglomeration.

Keywords: passenger transportation, route, geoservice, modeling, multidimensional optimization

УДК 629.113.004.67

## **ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**Горшенина Е.Ю.<sup>1</sup>, Денисов А.С.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Вавиловский университет», г. Саратов

**Аннотация.** Применение беспилотных мобильных средств сельскохозяйственного назначения, способных в агрегате с различными сельскохозяйственными машинами выполнять комплекс различных операций является актуальным направлением. Себестоимость эксплуатации беспилотных мобильных средств зависит не только от их стоимости, годовой загрузки, мощности, производительности формируемых с ними сельскохозяйственных агрегатов и количества беспилотных мобильных средств, контролируемых одним оператором диспетчерского центра, но и от расходов на техническое обслуживание и ремонт подвижного состава составляют 12-15%, а от качества их исполнения зависит до 40% себестоимости. Значительная часть этих затрат приходится на двигатель (до 35%). За весь срок службы двигателя в 5-6 раз превышают затраты на их изготовление. Во многом это обусловлено несовершенством структуры эксплуатационно-ремонтного цикла ориентированного на стратегию устранения возникающих отказов, а не на их предупреждение. В статье анализируются основные направления совершенствования структуры эксплуатационно-ремонтного цикла.

**Ключевые слова:** двигатель беспилотных транспортных средств, эксплуатационно-ремонтный цикл, подшипники коленчатого вала, цилиндропоршневая группа, предупредительный ремонт, капитальный ремонт.

### **Теоретическая часть.**

Большое внимание уделяется автоматизации, цифровому управлению и интеллектуализации сельскохозяйственной техники. Анализ тенденций развития разрабатываемых беспилотных транспортных средств показывает, что существует несколько концептуальных подходов к их созданию: 1) концептуальная модель предусматривает создание универсальных беспилотных мобильных средств на базе серийно выпускающихся автомобилей с сохранением существующей градации по тяговым классам и мощности, при этом сохраняется вся номенклатура и разнообразие навесной и прицепной сельскохозяйственной техники, входящей в существующую систему машин; 2) концептуальная модель подразумевает создание универсальных беспилотных мобильных средств малой мощности, которые за счет групповой работы будут способны заменить всю номенклатуру применяющихся автомобилей или тракторов. В этом случае вся эксплуатирующаяся техника должна быть подстроена под один типоразмер, соответствующий тяговому усилию и мощности разрабатываемого мобильного средства; 3) концептуальная модель предполагает формирование из нескольких однотипных энергомодулей беспилотных транспортных средств сельскохозяйственного назначения различной мощности и тягового усилия [1].

Поскольку применение беспилотных транспортных средств позволяет отказаться непосредственно от человека, то для осуществления дистанционного контроля за эксплуатационно-ремонтным циклом, выполнением технологической операции и техническим состоянием мобильных средств предлагается создание диспетчерского центра и привлечение оператора, который способен одновременно осуществлять контроль за несколькими беспилотными мобильными средствами и составленными на их основе агрегатами, это ведет к риску не своевременного выявления нарушения работоспособности узлов и агрегатов, в первую очередь, двигателя.

Грузовики КАМАЗ – являются надежной, проходимой, доступной техникой, они стали отличным подспорьем для сельскохозяйственных предприятий и фермерских хозяйств. Именно данная техника чаще всего используется в России и странах БРИКС при перевозке сельскохозяйственной продукции. В этом году 12 беспилотных магистральных тягачей «Камаз-54901» отданы в эксплуатацию в соответствии с федеральным проектом "Беспилотные логистические коридоры" который является частью стратегических инициатив Минтранса России. Они разработаны в рамках исполнения поручений президента России и правительства РФ по подготовке стратегии цифровой трансформации транспортной отрасли. Технологические, организационные и бизнес-решения, которые будут отработаны в рамках экспериментально-правового режима на М-11, лягут в основу будущих транспортно-логистических коридоров. К 2030 году беспилотные перевозки планируется организовать на 19,5 тыс. км федеральных дорог.

Эксплуатационно-ремонтный цикл (ЭРЦ) автомобиля является частью жизненного цикла беспилотных транспортных средств, на которую приходится значительная доля затрат на обеспечение его работоспособности. В течение

ЭРЦ действует аналогичная общепринятой система ТО и ремонта, которая для любых автомобилей является планово-предупредительной. Поскольку «система есть ряд элементов, взаимосвязанных структурно и функционально» [2], то одной из важнейших ее характеристик является структура. Структура системы определяется: рядом ее элементов; соответствующими свойствами элементов; связями элементов, определяемыми как соотношения между элементами [3].

Применительно к системе ТО и ремонта беспилотных мобильных средств в структуру ЭРЦ входят виды профилактических и ремонтных воздействий (ряд элементов), имеющие определенные нормативы (периодичность, объем, перечень работ и др.) - свойства элементов и соотношения этих видов воздействий в виде связи элементов. Для преобразования входов в выходы предложен ряд математических уравнений.

В действующей в настоящее время планово-предупредительной системе ТО и Р довольно полно разработаны виды ТО (ТО-1, ТО-2, СО, ЕО) и недостаточно полно разработаны виды ремонтных воздействий (ПР, КР). Поэтому в данном случае под структурой ЭРЦ будем понимать в основном два элемента: ПР и КР. В качестве их свойств выступают нормативы, а связей - влияние объема ПР на объем КР и общий уровень надежности для достижения выхода системы - снижения затрат на обеспечение работоспособности беспилотных транспортных средств.

Камазовские грузовики-беспилотники планируется эксплуатировать в режиме 24/7, то есть они фактически будут работать безостановочно. Следовательно, обеспечение работоспособности двигателей беспилотных мобильных средств актуальное направление и требует корректировки существующих систем обеспечения работоспособностей.

Анализ изменения технического состояния и надежности элементов беспилотных транспортных средств в процессе эксплуатации показал целесообразность планового проведения ремонтных воздействий различной глубины и характера, которые можно отнести к предупредительным и капитальным. При определении их рационального сочетания и количества за срок службы агрегата необходимо учитывать динамику изменения наработки до ремонта, которая обусловлена взаимным влиянием технического состояния элементов агрегата и беспилотных транспортных средств в целом.

Интенсивность изменения технического состояния агрегата после очередного ремонта выше, чем до него, так как при ремонте остаются детали и узлы не отремонтированные, которые повышают интенсивность изнашивания заменяемых или восстанавливаемых деталей и узлов. Поэтому наработка до следующего ремонта будет ниже, чем до предыдущего.

Поскольку большинство сопряжений двигателя (и автомобиля в целом) можно отнести к динамически нагруженным [3], то интенсивность изнашивания деталей возрастает по экспоненциальной зависимости, а наработка до ПР будет сокращаться по экспоненциальной зависимости.

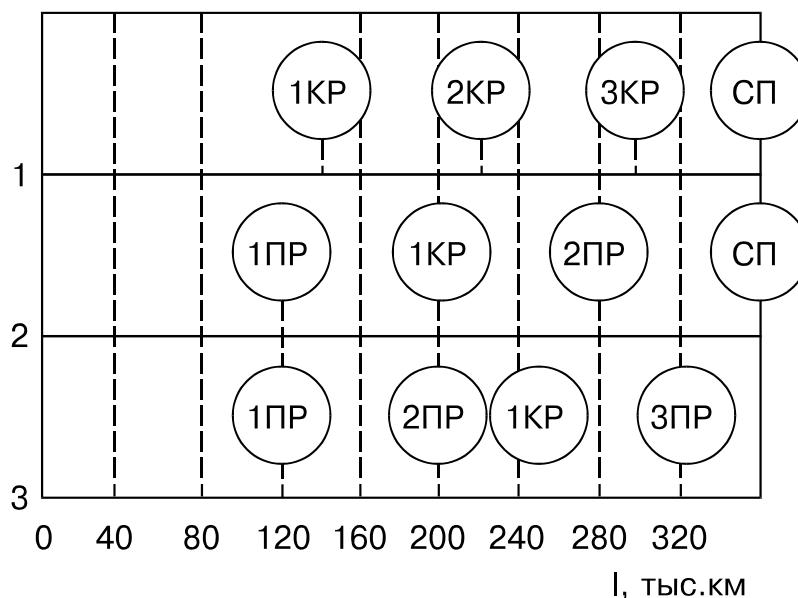
Аналогично сокращается и ресурс двигателя беспилотных транспортных средств и других агрегатов после капитального ремонта, что обусловлено существенным ухудшением технического состояния базовых деталей (блок

цилиндров, коленчатый вал). Тенденция снижения наработки между КР также экспоненциальная.

Для определения рационального числа ПР, а следовательно, и рациональной наработки до КР, необходимо сравнить по экономическому критерию существующую структуру ЭРЦ двигателя беспилотных транспортных средств без ПР и структуры с одним и с двумя ПР между КР за весь срок службы. Схемы таких структур по двигателю КамАЗ-740 с учетом полученной динамики изменения наработки до ремонта, стоимости ремонтов приведены на рис.1. Минимальные затраты на обеспечение работоспособности наблюдаются при второй структуре с одним ПР между КР. Если их принять за 100%, то затраты при первой структуре (без ПР) составляют в среднем 160%, а при третьей (с двумя ПР) - 107%.

Указанные значения наработки до ремонтов являются средними и в каждом конкретном случае должны уточняться по результатам диагностирования. При диагностировании и оценке технического состояния деталей для уточнения наработки до ремонта и его объема целесообразно использовать значения показателей технического состояния двигателей при ПР и КР, которые получены по приведенной методике [2].

Проведение ПР при указанном техническом состоянии позволяет значительно повысить надежность двигателей, сократить число дорогостоящих КР и довести их число до одного за общую долговечность в условиях третьей категории условий эксплуатации 360 тыс.км.



ПР – предупредительный ремонт; СП – списание

Рисунок 1 - Схемы структур обеспечения работоспособности двигателей

То есть по результатам анализа изменения технического состояния двигателей в процессе эксплуатации с учетом экономического критерия, определена рациональная структура ЭРЦ двигателей КамАЗ-740 в третьей категории условий эксплуатации: ПР после 120 тыс. км, КР после 200 тыс.км, второй ПР после 280 тыс.км, затем списание по необходимости. Срок службы в

данном случае составляет в среднем 7-7,5 лет при среднегодовом пробеге автомобиля 50 тыс.км.

Как показал анализ изменения технического состояния двигателей в процессе эксплуатации, после ремонта интенсивность изменения технического состояния выше, чем до ремонта. Поэтому наработка до следующего ремонта будет ниже, чем до первого. Вторичный ресурс после предупредительного ремонта двигателей находится в пределах 35-78% первичного, в среднем 58%. Вторичный ресурс значительно зависит от номера ремонта. Дифференциация по номеру ремонта показала на следующую динамику вторичного ресурса: после 1-го ремонта - 79%, 2 - 52%, 3 - 42%, 4 – 31,5%. Это обусловлено взаимным влиянием технического состояния сопряжений двигателя [3].

Аналогично сокращается и ресурс двигателей после капитального ремонта, который после первого КР составляет в среднем 67% первичного, а последующих - 47% [3]. Минимум удельных затрат наступает при наработке 480 тыс. км, при которой целесообразно списание (СП) двигателя.

В настоящее время сложилась структура эксплуатационно-ремонтного цикла, состоящая из капитальных ремонтов и устранения случайных отказов при текущих ремонтах. При рациональной структуре ЭРЦ минимум удельных затрат наступает перед вторым КР. Таким образом, общая структура эксплуатационно-ремонтного цикла двигателей КАМАЗ-ЕВРО в третьей категории условий эксплуатации следующая: первый ПТР - 75 тыс. км; 1ПР – 145 тыс. км; 2ПТР – 205 тыс. км; КР – 270 тыс. км; 3ПТР – 330 тыс. км; 2ПР – 380 тыс. км; 4ПТР – 430 тыс. км; списание (СП) – 480 тыс.км.

Проведенные исследования изменения технического состояния и надежности элементов двигателей в процессе эксплуатации позволяют упорядочить структуру ЭРЦ через систему предупредительных и капитальных ремонтов беспилотных транспортных средств. Это дает возможность существенно сократить затраты на поддержание работоспособности двигателей беспилотных транспортных средств за счет повышения степени использования ресурса элементов и сокращения числа внезапных (аварийных) отказов, что в конечном итоге дает существенный экономический эффект.

Упорядочение структуры ЭРЦ двигателя через систему ПР и КР его основных элементов улучшает многие показатели эффективности его использования беспилотных транспортных средств. Во-первых, существенно сокращаются затраты на ремонт за весь срок службы. В основном это обусловлено сокращением количества дорогостоящих и пока еще малоэффективных капитальных ремонтов за весь срок службы двигателя беспилотных транспортных средств. Кроме того, проведение ПР значительно снижает число аварийных повреждений деталей двигателя, а, следовательно, и объем, и стоимость ремонта беспилотных транспортных средств.

Во-вторых, сокращается трудоемкость и время ремонта элементов двигателя беспилотных транспортных средств, что ведет к повышению технической готовности, а, следовательно, и производительности автомобиля. В-третьих, наличие четкой структуры ремонтов двигателей способствует усовершенствованию снабжения ремонтных предприятий основными

запасными частями для ремонта, а также выпуск запасных частей заводами-изготовителями беспилотных транспортных средств.

В-четвертых, предлагаемая структура ЭРЦ основана на предельных значениях показателей технического состояния основных элементов, что повышает точность прогнозирования по результатам диагностирования в зависимости от их исходных свойств и особенностей эксплуатации беспилотных транспортных средств.

Доказано [4], что в результате упорядочения структуры ЭРЦ двигателя сокращается себестоимость перевозок в среднем на 0,08% и повышается производительность автомобилей в среднем на 0,067%.

В целом экономическую оценку можно дать по снижению себестоимости перевозок и повышению производительности беспилотных транспортных средств за счет сокращения простоев в ремонте.

В настоящее время доля затрат на техническое обслуживание и текущий ремонт в себестоимости перевозок по автомобилям КАМАЗ достигает 15% [4]. На двигатель КАМАЗ-ЕВРО в среднем приходится 34% всех отказов автомобиля [4]. Доля отказов двигателей по причине отказа ПКВ, ЦПГ, ТКР составляет 38%. Относительное снижение себестоимости перевозок определяется умножением этих долей. Аналогичным образом определено также сокращение простоев в ремонте за счет снижения числа отказов вкладышей. Доля простоев автомобилей КАМАЗ по причине отказов двигателей составляет 38% [4], из которых 46% приходится на отказы, связанные с вкладышами.

Доходная ставка устанавливаются за 1 км пробега и составляет, в среднем, по Приволжскому региону 70 руб./км (без НДС). Себестоимость перевозок автомобилями обычного КАМАЗ в этих условиях составляет, в среднем, 20 руб./км, а беспилотных транспортных средств КАМАЗ – 30 руб./км [6].

Удельный простой в ТО и ремонте составляет, в среднем, 0,6 дни/тыс. км [5]. Для определения годового экономического эффекта приняли средний годовой пробег автомобилей КАМАЗ – 100 тыс. км (по отчетным данным). Результаты расчетов за год показали, что годовым экономическим эффектом составляет 35310 руб. на один двигатель беспилотных транспортных средств.

### **Заключение**

1. Разработаны схемы технологических процессов предупредительного и капитального ремонтов двигателей КАМАЗ-ЕВРО беспилотных транспортных средств, определены их объемы.

2. Усовершенствованная структура эксплуатационно-ремонтного цикла двигателей КАМАЗ-ЕВРО позволила снизить удельные затраты на ремонт, простои в ремонте, что обеспечило снижение себестоимости работ на 1,1%, повышение производительности работ на 9,12% и позволило получить годовым экономическим эффектом 35310 руб. на один двигатель беспилотного транспортного средства.

#### Список использованных источников

1. Старостин И. А., Давыдова С. А., Ещин А. В., Дегтярева Е.Д. Оценка себестоимости эксплуатации беспилотных сельскохозяйственных агрегатов. Журнал: Вестник Казанского государственного аграрного университета. – Том 19. – № 2. – 2024.
2. Чихос Х. Системный анализ в трибонике. М.: МИР, 1982, 351 с.
3. Денисов А.С. Основы формирования эксплуатационно-ремонтного цикла автомобилей / А.С. Денисов. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т. 1999. 352с.
4. Денисов А.С. Обеспечение надёжности автотракторных двигателей / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков. Саратов: Сарат. гос. техн. ун-т. 2007. 422 с.
5. Денисов А.С. Аналитическое исследование изменения условий смазки шатунных подшипников в процессе эксплуатации / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков, А.А. Гафиятуллин, Д.Л. Панкратов // Саратов: Вестник Саратов. гос. техн. ун-т. 2005. №3. С. 69-75.
6. Тарифы пробега по России. Электронный ресурс. Режим доступа: <https://xn----7sba7aa0aahdfiedhiadh3w.xn--p1ai/%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D1%8B>

#### List of sources

1. Starostin I. A., Davydova S. A., Yeshin A. V., Degtyareva E. D. Estimation of the cost of operating unmanned agricultural units. Journal: Bulletin of the Kazan State Agrarian University Vol. 19 No. 2, 2024.
2. Chikhos H. Systems analysis in tribonics. Moscow: MIR, 1982, 351 p.
3. Denisov A. S. Fundamentals of forming the operational and repair cycle of cars / A. S. Denisov. Saratov: Saratov state tech. univ. 1999. 352 p.
4. Denisov A. S. Ensuring the reliability of automotive and tractor engines / A. S. Denisov, A. T. Kulakov. Saratov: Saratov state tech. univ. 2007. 422 p.
5. Denisov A.S. Analytical study of changes in lubrication conditions of connecting rod bearings during operation / A.S. Denisov, A.T. Kulakov, A.A. Gafiyatullin, D.L. Pankratov // Saratov: Bulletin of Saratov state tech. univ. 2005. No. 3. P. 69-75.
6. Mileage rates in Russia. Electronic resource. Access mode: <https://xn----7sba7aa0aahdfiedhiadh3w.xn--p1ai/%D1%82%D0%B0%D1%80%D0%B8%D1%84%D1%8B>

#### PERFORMANCE ASSURANCE OF UNMANNED VEHICLE ENGINES

<sup>1</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Saratov State Technical University named after Yuri Gagarin”, Saratov,

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Vavilov University”, Saratov

Abstract. The application of unmanned mobile agricultural vehicles capable of performing a set of different operations in aggregate with various agricultural machines is an actual direction. The cost of operation of unmanned mobile vehicles

depends not only on their cost, annual load, capacity, productivity of agricultural aggregates formed with them and the number of unmanned mobile vehicles controlled by one operator of the dispatching center, but also on the costs of maintenance and repair of rolling stock make 12-15%, and up to 40% of the cost depends on the quality of their performance. A significant part of these costs falls on the engine (up to 35%). Over the entire service life of the engine 5-6 times exceed the cost of their manufacture. In many respects it is caused by imperfection of the structure of operation and repair cycle oriented on the strategy of elimination of arising failures, but not on their prevention. The article analyzes the main directions of improving the structure of the maintenance and repair cycle.

Keywords: unmanned vehicle engine, maintenance and repair cycle, crankshaft bearings, cylinder-piston group, preventive maintenance, maintenance and repair cycle.

УДК 656.072

## **АНАЛИЗ ТАРИФОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В КРУПНЫХ ГОРОДАХ**

**Горяев Н.К.**

ФГАОУ ВО «Южно-Уральский государственный университет (национальный исследовательский университет)», г. Челябинск

Аннотация. Общественный транспорт является важной составляющей качества жизни городского населения. Одной из современных тенденций является внедрение социальных стандартов транспортного обслуживания населения, которые определяют ценовую доступность транспорта в качестве важного критерия. Таким образом, формирование тарифов является актуальной задачей для исполнительной власти регионов и городов. Анализ показывает, что в крупных городах имеются значительные различия в тарифном меню общественного транспорта. Однако, по критериям Министерства транспорта Российской Федерации ценовая доступность транспорта находится на высоком уровне.

Ключевые слова: общественный транспорт, крупные города, тарифное меню, ценовая доступность транспорта.

### **Введение.**

Общественный транспорт является важной составляющей качества жизни городского населения. Одной из тенденций, характерной для большинства городов, является внедрение социальных стандартов транспортного обслуживания, которые определяют ценовую доступность транспорта в качестве важного критерия. Таким образом, формирование тарифов является актуальной задачей для исполнительной власти регионов и городов.



### Методология.

В соответствии с приказом Министерства транспорта РФ [1] коэффициент ценовой доступности поездок по маршрутам регулярных перевозок в баллах оценивается в зависимости от доли среднемесячных доходов, затрачиваемых на общественный транспорт (таблица 1). Оценка ценовой доступности осуществляется по стоимости месячного проездного, при условии, что он действует на не менее 75% маршрутов сети, что выполняется не во всех городах, в частности в Челябинске не выполняется. В этом случае расходы на транспорт определяются исходя из стоимости 60 поездок.

Таблица 1 – Оценка ценовой доступности

| Коэффициент ценовой доступности поездок | менее 0,02 и свыше 0,07 | от 0,02 менее 0,03 и от 0,06 менее 0,07 | от 0,03 менее 0,04 и от 0,05 менее 0,06 | от 0,04 до 0,05 включительно |
|---|-------------------------|---|---|------------------------------|
| Количество баллов                       | 1                       | 4                                       | 7                                       | 10                           |

### Исследование.

Для анализа ценовой доступности были собраны данные о доходах населения [1] и стоимости проезда в городах-миллионниках [3–10], которые представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Стоимость проезда и доходы населения

| Город или агломерация | Стоимость проезда  |                    |                  |                 | Доходы населения, тыс. руб. |
|-----------------------|--------------------|--------------------|------------------|-----------------|-----------------------------|
|                       | Месячный проездной | Транспортная карта | Банковская карта | Наличный расчёт |                             |
| Москва                | 2870               | 57                 | 64               | 70              | 120,7                       |
| Санкт-Петербург       | 2470               | 44                 | 65               | 65              | 82,6                        |
| Новосибирск           | 2650               | 34                 | 35               | -               | 52,4                        |
| Екатеринбург          | 2300               | 31                 | 33               | -               | 59,8                        |
| Казань                | 2500               | 38                 | 38               | 42              | 60,0                        |
| Красноярск            | 2700               | 44                 | 44               | -               | 54,6                        |
| Н.Новгород            | 2700               | 30                 | 35               | 40              | 57,3                        |
| Челябинск             | 1450               | 34                 | 37               | 43              | 44,9                        |
| Уфа                   | -                  | 31                 | 31               | 35              | 42,2                        |
| Самара                | 2175               | 35                 | 35               | 38              | 47,3                        |
| Ростов-на-Дону        | 2340               | 34                 | 36               | 39              | 49,7                        |
| Омск                  | 2940               | 28                 | 35               | 40              | 44,8                        |
| Воронеж               | 2675               | -                  | 31               | 33              | 49,2                        |
| Пермь                 | 1887               | 37                 | 37               | 37              | 47,6                        |
| Волгоград             | 1320               | 26                 | 32               | 35              | 38,6                        |

Только в одном городе тариф не зависит от вида оплаты, в остальных наблюдается заметные различия. Разница в стоимости между транспортной картой и банковской отсутствует в некоторых городах. В большинстве городов

разница есть, что свидетельствует о малообоснованном интересе администраций к такому способу оплаты, так как обычно услуги банка не дороже стоимости услуг эмитента транспортных карт. Разица в стоимости между банковской картой выше в тех городах, где стремиться уйти от наличного расчёта, так как затраты, связанные с оплатой наличными существенны. В некоторых городах уже произошёл фактический отказ от наличных платежей.

Сравнение тарифных меню представлено на рисунке 1.

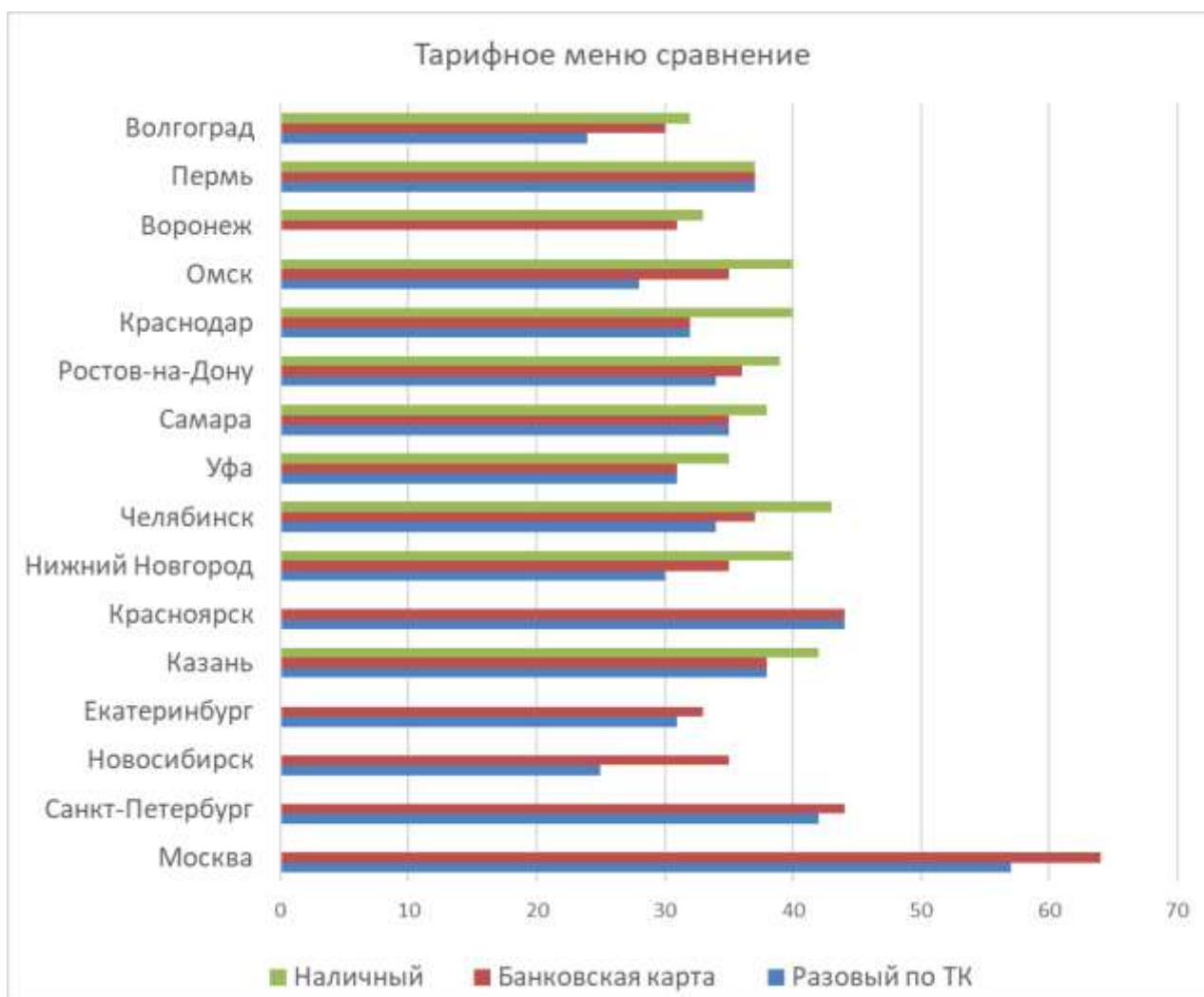


Рисунок 1 – Сравнение тарифных меню

### Заключение.

Формирование тарифов является актуальной задачей для исполнительной власти регионов и городов.

Анализ показывает, что в крупных городах имеются значительные различия в тарифном меню общественного транспорта. Однако, по критериям Министерства транспорта Российской Федерации ценовая доступность транспорта находится на высоком уровне.

В настоящее время, в большинстве регионов затраты на общественный

транспорт ниже уровня в 4-5% доходов населения, рекомендованного Министерством транспорта РФ. Объективно назрело повышение тарифов, которое не приведёт к ухудшению ценовой доступности общественного транспорта, но позволит повысить качество транспортного обслуживания.

#### Список использованных источников

1. Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 31 января 2017 г. № НА-19-р «Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения» – <https://mintrans.gov.ru/documents/2/6802?ysclid=m3qzvi6mjr358585321> (дата обращения 21.11.2024).
2. Рейтинг регионов по доходам населения – 2024. – <https://riarating.ru/infografika/20241021/630271231.html?ysclid=m3qjwnxaaq997792650> (дата обращения 21.11.2024).
3. Тарифы Москвы – <https://mosgortrans.ru/passenger/fares/> (дата обращения 21.11.2024).
4. Тарифы Санкт-Петербурга – <https://spb-gid.ru/transport/wheeled-transport/karta-podorozhnik/> (дата обращения 21.11.2024).
5. Тарифы Челябинск – <https://chelgortrans.ru/passazhiram/tarify/> (дата обращения 21.11.2024).
6. Тарифы Екатеринбург – <https://www.ekarta-ek.ru/obshchie-razdely/tarify/?group=557> (дата обращения 21.11.2024).
7. Тарифы Нижний Новгород – <https://mintrans.nobl.ru/presscenter/news/77914> (дата обращения 21.11.2024).
8. Тарифы Казань – <https://kazantransport.ru/fare/rates/> (дата обращения 21.11.2024).
9. Тарифы Новосибирск – <https://ptsmup.ru/index.php/tarify> (дата обращения 21.11.2024).
10. Тарифы Уфа – <https://уфагэрт.рф/tarifi> (дата обращения 21.11.2024).

#### References

1. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation of January 31, 2017 No. NA-19-r "On approval of the social standard of public transport services" - <https://mintrans.gov.ru/documents/2/6802?ysclid=m3qzvi6mjr358585321> (date of access 11/21/2024).
2. Rating of regions by population income - 2024. - <https://riarating.ru/infografika/20241021/630271231.html?ysclid=m3qjwnxaaq997792650> (date of access 11/21/2024).
3. Moscow tariffs - <https://mosgortrans.ru/passenger/fares/> (date of access 11/21/2024). 4. Tariffs of Saint Petersburg – <https://spb-gid.ru/transport/wheeled-transport/karta-podorozhnik/> (date of access 21.11.2024).

5. Tariffs of Chelyabinsk – <https://chelgortrans.ru/passazhiram/tarify/> (date of access 21.11.2024).
6. Tariffs of Yekaterinburg – <https://www.ekarta-ek.ru/obshchie-razdely/tarify/?group=557> (date of access 21.11.2024).
7. Tariffs of Nizhny Novgorod – <https://mintrans.nobl.ru/presscenter/news/77914> (date of access 21.11.2024).
8. Tariffs Kazan - <https://kazantransport.ru/fare/rates/> (date of access 21.11.2024).
9. Tariffs Novosibirsk - <https://ptsmup.ru/index.php/tarify> (date of access 21.11.2024).
10. Tariffs Ufa - <https://yfare.rpф/tarifi> (date of access 21.11.2024).

## ANALYSIS OF PUBLIC TRANSPORT RATES IN CITIES

N.K. Goryaev

South Ural State University, Chelyabinsk

Abstract. Public transport is an important component of the quality of life of the urban population. One of the trends characteristic of most cities is the introduction of social standards of transport services, which determine the affordability of transport as an important criterion. Thus, the formation of tariffs is an urgent task for the executive authorities of regions and cities. Analysis shows that in large cities there are significant differences in the tariff menu of public transport. However, according to the criteria of the Ministry of Transport of the Russian Federation, the affordability of transport is at a high level.

Keywords: public transport, large cities, tariff menu, affordability of transport.

УДК 629.113.004.67

## ОЦЕНКА ПОТРЕБНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ПУТЕЙ ИХ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЮНИНГА

**Денисов А.С., Носов А.О., Горшенина Е.Ю., Кондауров А.Ю.,  
Баранов М.А., Сыпченко Т.В.**

ФГБОУ ВО «Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.», г. Саратов,  
ФГБОУ ВО «Вавиловский университет», г. Саратов

Аннотация. Потребности автомобильного транспорта с каждым годом увеличиваются и удовлетворяется частично через профилактические и ремонтные воздействия на автомобиль. Состав профилактических и ремонтных воздействий достаточно полно определён системой ТО Р автомобильного транспорта. Однако, мало внимания уделяется тюнингу (доводке) под

дополнительные потребности эксплуатационников, которые создаются в форме опций.

Ключевые слова: транспортные средства, производственно-техническая база, технологические комплексы, функциональный тюнинг, экономичность

Потребности человечества многочисленны и разнообразны. Одна из важнейших потребностей это перемещение – транспорт. Для удовлетворения этой потребности созданы и постоянно совершенствуются различные виды транспорта (железнодорожный, автомобильный, водный, воздушный, трубопроводный и другие). Между этими видами транспорта существует взаимодействие с учётом их возможностей, преимуществ и ограничений. Одним из важнейших видов транспорта является автомобильный (АТ).

Для функционирования АТ создаются (рисунок 1) транспортные средства (ТС), производственно-техническая база (ПТБ) и технологические комплексы (ТК).

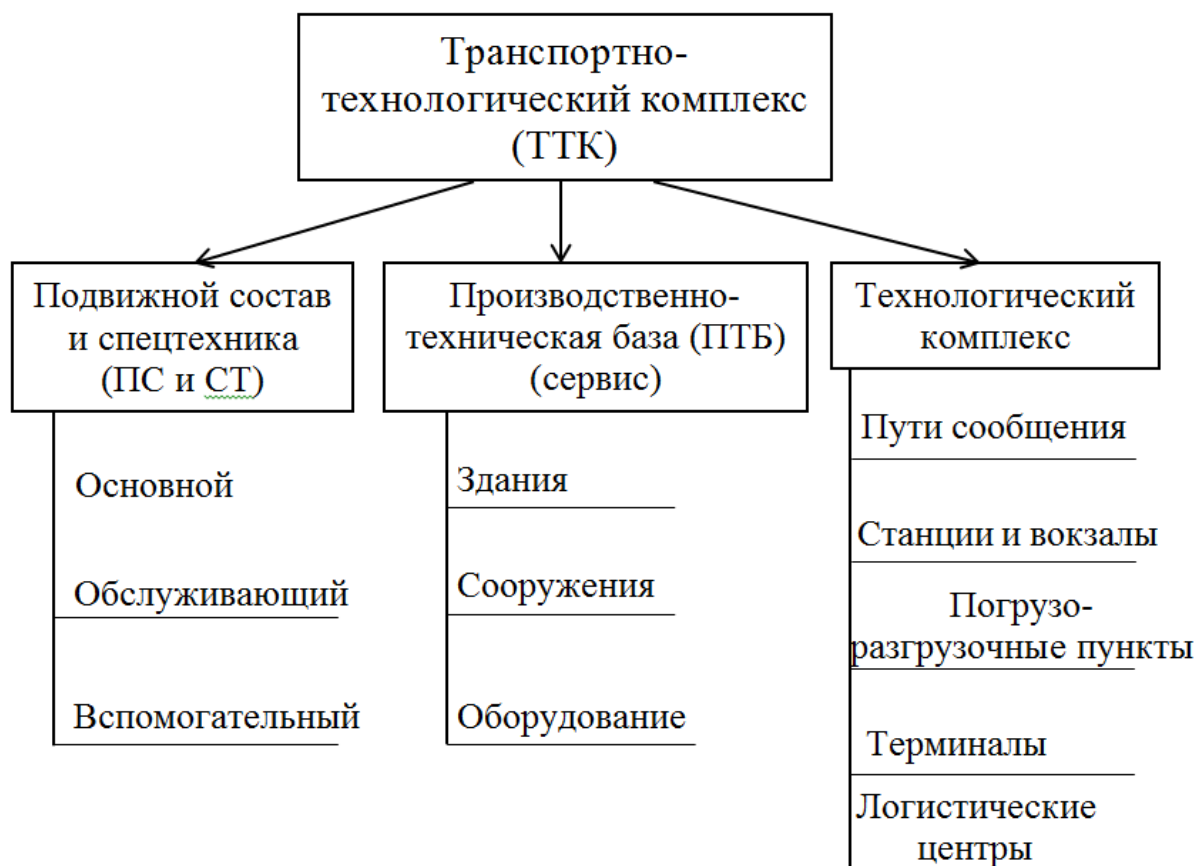


Рисунок 1 – Составляющие элементы транспортно-технологического комплекса (по автомобильному транспорту)

Проблемы создания и совершенствования ТС решаются в отрасли автомобильной промышленности (АП). Проблемы обеспечения работоспособности ТС решаются ПТБ, нормативная стоимость которой близка стоимости ТС. Состав работ ПТБ приведён на рисунке 2.



Рисунок 2 – Состав работ в системе обеспечения надёжности ТС

Состав профилактических и ремонтных воздействий достаточно полно определён системой ТО Р автомобильного транспорта. Однако, мало внимания уделяется тюнингу (доводке) под дополнительные потребности эксплуатационников, которые создаются в форме опций.

Немного из истории тюнинга и опций. Первые образцы изобретённых автомобилей имели три колеса, не имели коробки передач, сцепления, работали на топливе, которое продавалось в аптеках. Кроме двигателя большинство конструктивных решений было взято из гужевых (конных) повозок. Отсюда и названия: лошадиная сила, хомут, тяга, бондаж и другие. Водителя называли французским названием шофёр, что обозначало точнее истопника или кочегара. Первой по важности его функцией была запустить двигатель и обеспечить его бесперебойную работу. Работа по управлению автомобилем отходила на второй план. Правда и скорости его были не велики (12-15 км/ч).

С развитием конструкции и технологии изготовления менялся и вид автомобиля. Эти изменения вызывались новыми потребностями. Появились тормоза, коробки передач, карданная передача, сцепление, карбюратор, стартер, фары, усилители тормозов, сцепления, дифференциал, шкворень, турбокомпрессор, турбокомпаунд и другие опции.

Многие усовершенствования происходят в эксплуатационно-ремонтной сфере для приспособления к специфическим условиям эксплуатации или к требованиям потребителей.

Современная автомобильная промышленность выпускает автомобили для среднего потребителя и средних условий эксплуатации. Это способствует снижению затрат на его изготовление и эксплуатацию. Кроме того, существуют варианты исполнения автомобиля «северный», «тропический», для агропромышленного комплекса, для нефтегазового комплекса и другие, отличающиеся от средних условий соответствующими климатическими и иными условиями. Однако условия эксплуатации различаются не только по климатическому признаку. Существует ещё широкая гамма потребностей к автомобилю. Например, на кафедре «Эксплуатация автотранспорта» САДИ

(ныне кафедра «Организация перевозок, безопасность движения, сервис автомобилей») СГТУ имени Гагарина Ю.А. выполнена и успешно защищена кандидатская диссертация Ключковым Александром Ивановичем в 1943 году на актуальную тему по эксплуатации газогенераторных автомобилей. Актуальность этой темы была вызвана недостатком жидких и газообразных топлив, которые расходовались в основном на военные нужды, так как шла вторая мировая война. На нужды населения этих видов топлива не хватало. Газогенераторные автомобили использовали окись углерода (СО), которую получали при неполном сгорании твёрдого топлива (древесных чурок) в топке газогенератора. В послевоенный период потребность в газогенераторных автомобилях снижалась из-за трудностей их эксплуатации (особенно зимой) и относительно низкой теплотворности дров. Грузоподъёмность этих автомобилей значительно снизилась из-за большого объёма дров в платформе.

Однако, необходимость освоения огромных территорий нашей страны насыщенных природными ресурсами требует дополнительной энергии и транспортных затрат. Использование жидкого и газообразного топлива в этих условиях дорого, так как доставляют его преимущественно воздушным (самым дорогим) транспортом. В структуре получаемой энергии на долю дров приходится 4-7 %. По мере освоения труднодоступных районов страны можно ожидать увеличения этой доли и потребности в газогенераторных автомобилях.

Экономичность автомобиля одно из важнейших его показателей. Только 18-20 % энергии сгораемого топлива преобразуется в движение, а остальное потери, структура которых приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Структура распределения потерь в двигателе

|                   |                          |         |
|-------------------|--------------------------|---------|
| Потери топлива    | Массовые                 | 25 %    |
| Потери тепла      | Через систему охлаждения | 30-35 % |
|                   | С выхлопными газами      | 30-35 % |
| Потери мощности   | Механические потери      | 15-20 % |
| Полезная мощность | С учётом этих потерь     | 20 %    |

Индикаторная работа, развиваемая в цилиндрах, не может быть полностью передана потребителю механической энергии из-за наличия в двигателе механических потерь. Затрата работы на преодоление механических потерь может быть выражена через мощность механических потерь:

$$N_M = N_{TP} + N_{ВСП} + N_{НХ} + N_{ВЕНТ} + N_{nГ} + N_{НАГ} \quad (1)$$

где  $N_{TP}$  - потери на трение в деталях и узлах двигателя;

$N_{ВСП}$  - потери на привод вспомогательных механизмов, обслуживающих двигатель;

$N_{НХ}$  - потери на смену рабочего тела (так называемые «насосные»);

$N_{вент}$  - вентиляторные потери;

$N_{nr}$  - потери на перетекание рабочего тела из одной полости в другую в двигателях с отдельными камерами сгорания;

$N_{на з}$  - потери на привод нагнетателя, если он приводится во вращение от коленчатого вала двигателя через механическую передачу.



Рисунок 3 – Классификация видов тюнинга

В соответствии с этим существуют различные виды приспособления – тюнинга (настройки) автомобиля к различным потребностям. Для управления эффективностью тюнинга автомобилей необходима классификация его видов по различным признакам. На рисунке 3 приведена схема одного из вариантов такой классификации.

Здесь первым классификационным признаком служит время использования тюнингового устройства. Есть устройства, которые работают постоянно весь срок службы машины, агрегата (гидроаккумулятор или автономная смазочная система турбокомпрессора, турботаймер и др.).

Второй классификационный признак – это объект настройки. Внутренний вид салона (кабины) – интерьер – способствует комфорту водителя, его эстетическим особенностям. Внешний вид автомобиля – экстерьер – отвечает характеру экипажа или содержит рекламную информацию. Остановимся подробнее на функциональном тюнинге. Этот вид тюнинга призван улучшить или расширить функции агрегатов, узлов (элементов) автомобилей. Здесь в первую очередь использовать классификационный признак – свойства. Одним из важнейших свойств автомобиля является мощность, которая во многом



определяет производительность грузового автомобиля.

Однако, использование тюнинга усложняет конструкцию агрегатов и узлов автомобиля и технологию их изготовления, что может привести не только к повышению его цены, но и к снижению надёжности автомобиля. Поэтому при функциональном тюнинге необходимо не только улучшить или расширить функции агрегатов, узлов автомобилей, но и обеспечить повышение надёжности агрегатов и узлов и автомобиля в целом.

Функциональный тюнинг представляет собой систему, содержащую перечень (алфавит) элементов, их назначение (функционал) и связи между элементами. Для систематизации функционального тюнинга (формирования алфавита) используем построение морфологического куба.

**Проблема:** недостаточное соответствие свойств автомобиля потребностям эксплуатационников по мощности, экономичности, надёжности. Эти критерии являются основой матриц вариантов, образующих морфологический куб.

Таблица 2 – Морфологический куб  
Мощность

| Параметры (способы)    | Варианты (факторы)                 |                              |                                 |                              |                                  |  |
|------------------------|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|
| Механический           | Рабочий объём                      | Степень сжатия               | Плотность воздуха               | Количество и размер клапанов | Фазы газораспределения           | Сопротивление выпуска выхлопа              |
| Электронный            | Программы углов опережения впрыска | Программы состава смеси      | Программы фаз газораспределения |                              |                                  |  |
| Магнитный              | Омагничивание топлива в баке       | Омагничивание потока топлива |                                 |                              |                                  |  |
| Альтернативное топливо | Сжиженный нефтяно газ              | Сжатый природный газ         | Сжиженный природный газ         | Окись углерода готовая       | Окись углерода из газогенератора | Водород (отдельно и как добавка к топливу) |

Экономичность

| Параметры (способы) | Варианты (факторы)          |                        |                                     |                             |
|---------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| Трибологический     | Материалы деталей           | Смазочные материалы    | Конструкция узлов                   | Технология изготовления     |
| Физический          | Магнитная обработка топлива | Модификация топлива    | Гидравлические характеристики узлов |                             |
| Химический          | Добавки в масло             | Добавки в топливо      | Альтернативное топливо              | Электрохимический генератор |
| Физико-химический   | Гибридный автомобиль        | Анализ состояния масла | Вискомуфты в трансмиссии            |                             |

## Надёжность

| Свойства           | Варианты                |                                   |                                 |                         |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| Безотказность      | Пусковые устройства     | Гидроаккумуляторы                 | Автономные смазочные системы    | Предельные автоматы     |
| Долговечность      | Регулятор уровня масла  | Индикаторы расхода масла          | Резервирование масляных насосов | Работомер двигателя     |
| Ремонтопригодность | Ремонтные комплекты ТКР | Ремонтные комплекты ходовой части | Ремонтные комплекты трансмиссии | Ремонтные комплекты ПКВ |
| Сохраняемость      | Новые консерванты       | Конструкции электроконтактов      | Устойчивые пластмассы и РТИ     |                         |

Приведённые варианты матриц не являются окончательными и могут дополняться с учётом инновационных процессов в автомобильной, тракторной промышленности и в автосервисе и изменяющимся в соответствии с этим потребностями.

Этот же принцип можно использовать при формировании направлений тюнинга смазочной системы двигателя. При совершенствовании смазочной системы необходимо обеспечивать обоснованные оптимальные значения давления масла на различных режимах, стабильность (отсутствие пульсаций), стабильность на различных этапах эксплуатации. Для решения этих задач целесообразно использовать комплексный морфологический метод [6]. Составим и проанализируем матрицу вариантов основных элементов и вариантов их исполнения для выбора рационального сочетания.

Таблица 3 – Морфологическая матрица основных элементов смазочной системы двигателей КАМАЗ-ЕВРО

|   | Характеристика элементов   | Варианты      |                  |                   |           |              |
|---|----------------------------|---------------|------------------|-------------------|-----------|--------------|
|   |                            | 1             | 2                | 3                 | 4         | 5            |
| А | Масляный насос             | шестерённый   | шиберный         | электро двигатель | магнитный | резервный    |
| Б | Редукционный клапан        | шариковый     | плунжер          | электрический     | магнитный | индукционный |
| В | Форсунки охлаждения поршня | конструкция   | размеры          | условия монтажа   |           |              |
| Г | Фильтры                    | полнопоточный | частичнопоточный | теплообменник     | ФЦОМ      |              |

Приведённая характеристика видов тюнинга даёт возможность определить место функционального тюнинга автомобилей. Предложенная классификация видов тюнинга позволяет систематизировать работы по улучшению потребительских свойств автомобилей. Рассмотрим несколько вариантов функционального тюнинга смазочной системы для повышения надёжности двигателя и эффективности использования масел.

На кафедре «Организация перевозок, безопасность движения, сервис автомобилей») СГТУ имени Гагарина Ю.А. было разработано свыше 30 изобретений по тематике тюнинга смазочной системы. Все они относятся к процессам аккумуляции, мультипликации, регулирования, рекуперации, использования пневмодвигателей. Это позволяет сократить потери мощности на 15-20 % и соответственно снизить расход топлива. Решение вопросов использования пневмодвигателей позволит снизить остроту экологических проблем на транспорте.

#### Список использованных источников

1. Васильев Ю.А. Обоснование и разработка эффективных систем технического диагностирования для мобильных машин сельскохозяйственного назначения. Дис. д-ра техн. наук. Челябинск, 1994. - 388 с. На правах рукописи.
2. Гурьянов Ю.А. Экспресс-методы и средства диагностирования агрегатов машин по параметрам масла Дисс. док. техн. наук / Ю.А. Гурьянов. - Челябинск: Челяб. гос. агротехн. ун-т, 2007. - 375 с.
3. Денисов А.С. Обеспечение надёжности автотракторных двигателей / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков. - Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2007. - 422 с.
4. Денисов А.С. Основы формирования эксплуатационно-ремонтного цикла автомобилей / А.С. Денисов. - Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 1999. - 352с.
5. Денисов А.С. Система смазки турбокомпрессора двигателя внутреннего сгорания / А.С. Денисов, А.Р. Асоян, А.С. Синягин // Патент на полезную модель № 93462. Зарегистрирован в Госреестре 27.04.2010 (17).
6. Денисов А.С. Тюнинг смазочных систем автотракторных двигателей: монография / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков, А.О. Носов // Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т - 2019. - 200 с.
7. 51. Денисов А.С. Алгоритм бортового диагностирования смазочной системы автомобильного дизеля / А.С. Денисов, С.В. Снарский, А.А. Симакин, М.А. Коваленко // Научная жизнь, выпуск - 3, том 15. - 2020. -С. 378- 386.
8. 52. Денисов А.С. Диагностирование автомобильных дизелей по параметрам работающего масла / А.С. Денисов, А.О. Носов, А.В. Кожинская, А.А. Симакин // Науч.-исслед. Конф. МАДИ. Московский автомобильно-дорожный гос. ун-т. - 2021. (30 января) - С. 56-61.
9. Коваленко, С. Ю. Повышение долговечности автомобильных двигателей обеспечением приспособленности их к режиму пуска: дис. канд. техн. наук: 05.22.10 / С. Ю. Коваленко. - Оренбург, 2009. - 127 с.
10. Кулаков А.Т., Денисов А.С., Макушин А.А. Особенности эксплуатации, обслуживания и ремонта силовых агрегатов грузовых автомобилей. Учебное пособие. М.: Инфра-Инженерия, 2013. – 432 с.

## References

1. Vasiliev Yu.A. Justification and development of effective systems of technical diagnostics for mobile agricultural machinery. Diss. Dr. of Engineering Sciences. Chelyabinsk, 1994. - 388 p. Manuscript rights.
2. Guryanov Yu.A. Express methods and means of diagnostics of machine units by oil parameters Diss. Doc. of Engineering Sciences / Yu.A. Guryanov. - Chelyabinsk: Chelyabinsk State Agrotechnical University, 2007. - 375 p.
3. Denisov A.S. Ensuring the reliability of automotive and tractor engines / A.S. Denisov, A.T. Kulakov. - Saratov: Saratov State Technical University, 2007. - 422 p.
4. Denisov A.S. Fundamentals of Formation of Operational and Repair Cycle of Automobiles / A.S. Denisov. - Saratov: Saratov State Technical University, 1999. - 352 p.
5. Denisov A.S. Lubrication System of Turbocharger of Internal Combustion Engine / A.S. Denisov, A.R. Asoyan, A.S. Sinyagin // Patent for Utility Model No. 93462. Registered in the State Register on 27.04.2010 (17).
6. Denisov A.S. Tuning of Lubrication Systems of Automotive and Tractor Engines: Monograph / A.S. Denisov, A.T. Kulakov, A.O. Nosov // Saratov: Saratov State Technical University - 2019. - 200 p.
7. 51. Denisov A.S. Algorithm for on-board diagnostics of the lubrication system of an automotive diesel engine / A.S. Denisov, S.V. Snarsky, A.A. Simakin, M.A. Kovalenko // Scientific Life, Issue - 3, Volume 15. - 2020. -P. 378- 386.
8. 52. Denisov A.S. Diagnostics of automotive diesel engines by parameters of operating oil / A.S. Denisov, A.O. Nosov, A.V. Kozhinskaya, A.A. Simakin // Research Conf. MADI. Moscow State Automobile and Road Engineering University. - 2021. (January 30) - P. 56-61.
9. Kovalenko, S. Yu. Increasing the durability of automotive engines by ensuring their adaptability to the starting mode: dis. cand. tech. sciences: 05.22.10 / S. Yu. Kovalenko. - Orenburg, 2009. - 127 p.
10. Kulakov A.T., Denisov A.S., Makushin A.A. Features of operation, maintenance and repair of power units of trucks. Tutorial. Moscow: Infra-Engineering, 2013. - 432 p.

## ASSESSING THE NEEDS OF MOTOR TRANSPORT AND WAYS TO MEET THEM USING FUNCTIONAL TUNING

Denisov A.S., Nosov A.O., Gorshenina E.Yu., Kondaurov A.Yu.,  
Baranov M.A., Sypchenko T.V.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saratov State Technical University named after Yu.A. Gagarin", Saratov,  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Vavilov University", Saratov

Abstract. The needs of motor transport are increasing every year and are partially met through preventive and repair measures on the car. The composition of

preventive and repair actions is quite fully defined by the system of maintenance and repair of motor vehicles. However, little attention is paid to tuning (adjustment) for additional needs of operators, which are created in the form of options.

Keywords: vehicles, production and technical base, technological complexes, functional tuning, efficiency

УДК 656.05

## **АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ОРГАНИЗАЦИИ КООРДИНИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ НА УЛ. СОВЕТСКОЙ АРМИИ Г.О. САМАРА**

**Дошлова А.А., Батищева О.М.**

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара

Аннотация. Транспортные задержки являются серьезной проблемой, которая снижает пропускную способность дорог, ухудшает психологическое состояние водителей, повышает затраты времени на перемещение. Координированное управление – один из способов, позволяющих улучшить организацию дорожного движения, минимизировать число конфликтных ситуаций и снизить количество ДТП. Оценка возможности реализации координированного управления выполнялась для участка улично-дорожной сети г. Самара. Определены транспортные задержки на существующей и перспективной схемах, рекомендована коррекция светофорных циклов на регулируемых пересечениях и предложен вариант регулируемого движения на кольцевом пересечении. Разработана программа координированного управления.

Ключевые слова: интенсивность, координированное управление, пересечения, светофорное регулирование, транспортные задержки.

С ростом численности населения в городах и одновременным увеличением количества автомобилей возникает необходимость в эффективных мерах по упорядочиванию движения. Одним из способов, позволяющих снизить количество дорожно-транспортных происшествий (ДТП), улучшить организацию дорожного движения и минимизировать число конфликтных ситуаций, является координированное управление. Для его реализации необходим ряд условий [2, 3], наличие или возможность обеспечения которых будет анализироваться.

Объект исследования – фрагмент улично-дорожной сети (УДС) г.о. Самара: ул. Советской Армии от ул. Антонова-Овсеенко до ул. Гагарина. Улица является значимым поперечником, связывающим такие магистрали как ул. Ново-Садовая, Московское шоссе, ул. Гагарина.

Анализируемый перегон включает несколько пересечений, из которых следует выделить два регулируемых (с ул. Гагарина и ул. Дыбенко – рисунки 1

и 2 соответственно). Пересечение с ул. Антонова-Овсенко является кольцевым и нерегулируемым (рисунок 3).

В целях анализа транспортной ситуации на данном перегоне рассмотрены светофорные циклы на регулируемых пересечениях и рассчитаны задержки транспортных средств на пересечениях ул. Советской Армии с ул. Антонова-Овсенко, ул. Дыбенко и ул. Гагарина – как наиболее загруженных участков.

Продолжительность светофорных циклов на пересечениях:

- ул. Советской Армии и ул. Гагарина – 144 секунды (8 фаз);
- ул. Советской Армии и ул. Дыбенко – 173 секунды (6 фаз).

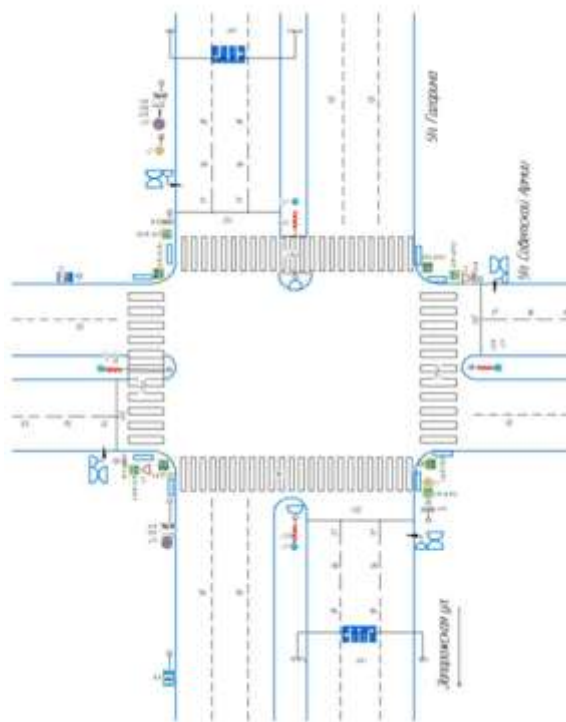


Рисунок 1 – Пересечение ул. Советской Армии и ул. Гагарина

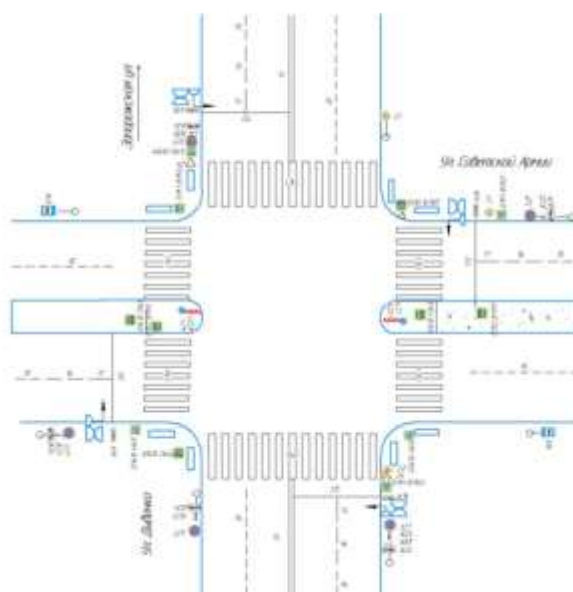


Рисунок 2 – Пересечение ул. Советской Армии и ул. Дыбенко

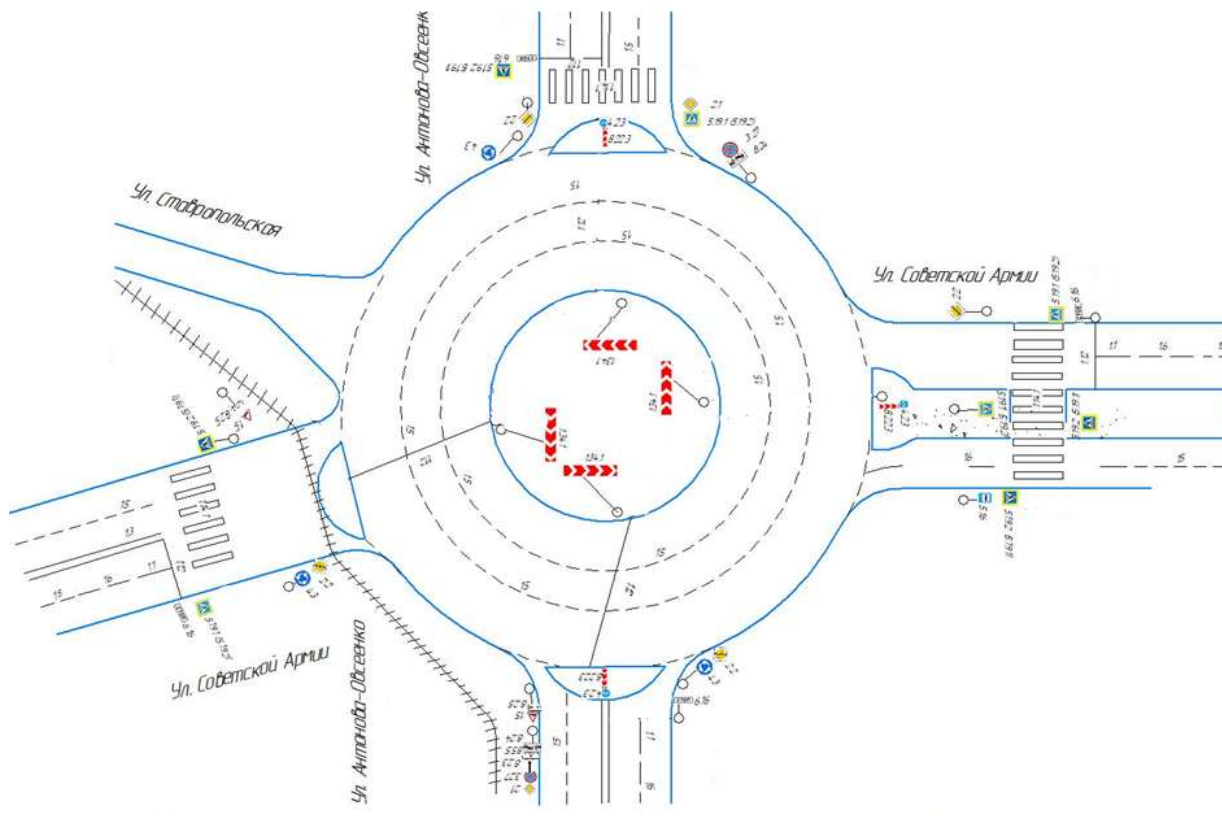


Рисунок 3 – Пересечение ул. Советской Армии и ул. Антонова-Овсеенко

Транспортные задержки – как время, потерянное транспортными средствами вследствие помех со стороны других участников движения и вынужденных остановок в местах светофорного регулирования – определялись в соответствии с [1].

Таблица 1 – Средние задержки для всех фаз движения пересечения ул. Советской Армии и ул. Гагарина при существующей схеме

| Номер фазы          | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    |
|---------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Средняя задержка, с | 67,8 | 82,1 | 58,0 | 72,7 | 72,6 | 84,0 | 61,8 | 82,9 |

Средняя задержка на пересечении за время одного светофорного цикла в соответствии с [1] составляет:

$$t_o = \frac{\sum_{m=1}^m t_{ok} \times N_k}{\sum_{k=1}^m N_k} = 73 \text{ с,}$$

где  $t_{ok}$  – средняя задержка транспортных средств в  $k$ -й фазе, с;

$N_k$  – количество автомобилей, проходящих перекресток в «пик» в  $k$ -й фазе в данном направлении,  $\frac{\text{авт}}{\text{ч}}$ ;

$m$  – количество фаз регулирования.

Средняя задержка за время одного светофорного цикла на пересечении ул. Советской Армии и ул. Дыбенко составляет 80 секунд.

Кольцевое пересечение ул. Советской Армии и ул. Антонова-Овсеенко имеет две полосы движения, граничный интервал [1] при этом равен 7 секундам. Средняя задержка, определенная по нормативной таблице [1] с учетом граничных интервалов и количеством полос движения по второстепенной дороге, составляет 48,3 секунды.

По результатам расчетов можно сделать вывод, что транспортные задержки на анализируемом перегоне достаточно велики и необходимы меры по упорядочиванию дорожного движения.

Для реализации координированного управления предлагается:

- сократить число фаз светофорных циклов на регулируемых пересечениях;
- организовать светофорное регулирование на кольцевом пересечении ул. Советской Армии и ул. Антонова-Овсеенко;
- выровнять длительности светофорных циклов на всех рассматриваемых пересечениях (вариативный анализ показал, что циклы следует сделать по 120 секунд)

Разработанная программа светофорного регулирования для кольцевого пересечения представлена на рисунке 4.



Рисунок 4 – Программа светофорного регулирования на кольцевом пересечении ул. Советской Армии и ул. Антонова-Овсеенко

Разработка программы координированного управления предполагает ряд этапов [2, 3]. В прямоугольной системе координат «Путь – Время» вправо через границы перекрёстков нанесены линии, параллельные оси времени. Между парой горизонтальных линий, соответствующих ключевому перекрёстку, введена слева направо с соблюдением горизонтального масштаба повторяющаяся последовательность светофорных сигналов ключевого перекрёстка. От начала зелёных сигналов и точек, отстоящих вправо на интервал времени  $t_{л} = (0,4 \dots 0,5)T_{ц}$  проведены наклонные линии. Тангенс угла наклона этих линий составляет:

$$tg\alpha = \frac{V_a \mu_r}{3,6 \mu_B}, \quad (1)$$

где  $\mu_r$  – горизонтальный масштаб (число секунд в 1 см);

$\mu_B$  – вертикальный масштаб (число метров в 1 см).



Величина  $t_{л}$  определяет ширину так называемой «ленты времени». Если ритм движения автомобиля находится внутри этой ленты, то ему гарантируется безостановочная движение.

Лента времени для встречного направления берётся такой же ширины, но имеет обратный наклон, определяемый по формуле (1) в соответствии с расчётной скоростью обратного направления.

Для разрабатываемой ситуации ширина «ленты времени»:

$$t_{л} = 0,4 \dots 0,5T_{ц} = 0,4 \times 120 = 48 \text{ с.}$$

Тангенс угла наклона линий:

$$tg\alpha = \frac{V_{a\mu_r}}{3,6\mu_B} = \frac{40 \times 20}{3,6 \times 100} = 2,2,$$

следовательно, угол наклона:

$$arctg(2,2) = 65^\circ.$$

Программа координации представлена на рис. 5.

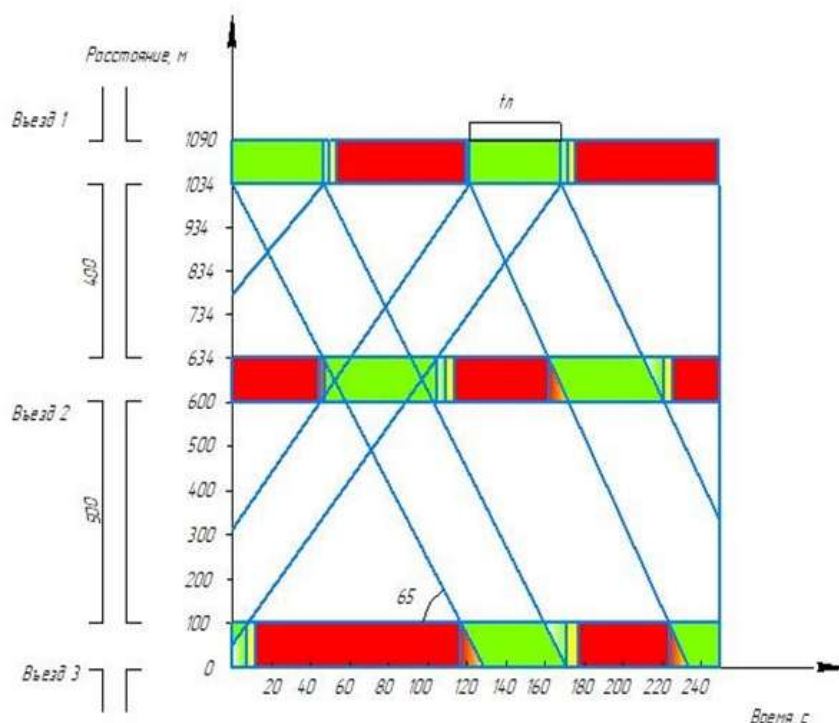


Рисунок 5 – Программа координированного управления дорожным движением на ул. Советской Армии от пересечения ул. Гагарина до пересечения с ул. Антонова-Овсеенко

Координированное движение начинается от пересечения ул. Советской Армии с ул. Гагарина (въезд 1). Въезд 2 – это пересечение ул. Советской Армии и ул. Дыбенко. Въезд 3 – это кольцевое пересечение ул. Советской Армии и ул. Антонова-Овсеенко.

Анализ транспортных задержек, выполненный для перспективной схемы, показал, что на первом и втором въездах задержки практически полностью отсутствуют. На кольцевом пересечении после введения светофорного регулирования с учетом перспективного роста интенсивности транспортных потоков следует прогнозировать небольшое увеличение задержек – в среднем

на (10 – 15) %, но вместе с тем снизилась сложность пересечения, оцениваемая по количеству конфликтных точек. Следовательно, можно прогнозировать повышение безопасности транспортных и пешеходных потоков.

#### Список использованных источников

1 Акбаева, Ф.А., Биджиев, С.Х. Экономическая оценка деятельности по обеспечению безопасности дорожного движения: Учебно-методическое пособие. - Черкесск, 2017-72 с.

2 Технические средства организации движения: метод. указания / Н.В. Пеньшин, В.А. Гавриков. – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 32 с. – 25 экз.

3 Шец, С.П. и др. Оценка возможности введения координированного светофорного регулирования на улично-дорожной сети города Брянска / Вестник Брянского гос. техн. ун-та. 2019, № 2 (75). – С.56–64.

#### List of sources used

1 Akbayeva, F.A., Bijiyeu, S.H. Economic assessment of road safety activities: An educational and methodological guide. - Cherkessk, 2017-72 p.

2 Technical means of traffic management: method. instructions / N.V. Penshin, V.A. Gavrikov. Tambov: Publishing house of FGBOU VPO "TSTU", 2013. – 32 p. – 25 copies.

3 Shets, S.P. et al. Assessment of the possibility of introducing coordinated traffic light regulation on the street and road network of the city of Bryansk / Bulletin of the Bryansk State Technical University. un-ta. 2019, No. 2 (75). – pp.56-64.

### EVALUATING PROSPECTS FOR IMPLEMENTING COORDINATED TRAFFIC MANAGEMENT ON SOVIET ARMY STREET, SAMARA DISTRICT

Doshlova A.A., Batishcheva O.M.

Samara State Technical University, Samara

**Abstract.** Traffic delays create a significant issue, reducing road capacity, impacting drivers' psychological well-being, and increasing travel time costs. Coordinated management is one of the ways to improve traffic organization, minimizing conflict points, and reducing accident rates. This study evaluates the prospects for implementing coordinated traffic management in a section of the urban road network in Samara. Traffic delays were analyzed under both existing and future configurations, leading to recommended adjustments to traffic signal cycles at controlled intersections and a proposal for regulated flow at a roundabout. A coordinated management program was developed.

**Keywords:** traffic intensity, coordinated management, intersections, traffic light control, traffic delays.

## МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ОХЛАДИТЕЛЕЙ НАДУВОЧНОГО ВОЗДУХА

Дрючин Д.А., Михайлов А.Д.

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аннотация. В статье определена актуальность проблемы снижения эксплуатационных характеристик автомобильных двигателей вследствие загрязнения наружных и внутренних поверхностей охладителей наддувочного воздуха. Выполнен литературный обзор в рассматриваемой предметной области в ходе которого выявлена потребность в разработке комплекса регламентированных мероприятий, направленных на обеспечение эксплуатационной надёжности теплообменных устройств на протяжении всего эксплуатационного цикла автомобиля.

Приведены теоретические положения, содержащие математическое описание параметров тепловых процессов, реализуемых, а рассматриваемом теплообменном устройстве. На основании выдвинутых теоретических положений разработана математическая модель теплового потока, отводимого теплообменником, учитывающая процессы образования отложений на наружных и внутренних поверхностях. На основании серии экспериментальных исследований определены параметры и зависимости необходимые для практического применения разработанной математической модели. По результатам моделирования установлено влияние толщины и структуры слоёв загрязнений на тепловой поток, отводимый теплообменным устройством. Определён перечень регламентированных мероприятий, обеспечивающих заданные показатели эксплуатационной надёжности теплообменных устройств в течении всего эксплуатационного цикла. В заключительной части статьи сформулированы выводы, отражающие решение поставленных задач.

Ключевые слова: интеркулер, теплообменные процессы, техническая эксплуатация автомобилей, диагностирование теплообменных устройств, охладитель наддувочного воздуха.

Одним из характерных трендов развития конструкции автотранспортных средств является массовое применение турбированных двигателей, что обусловлено их более высокими экологическими и технико-экономическими показателями. Типовым конструктивным элементом данного типа двигателей является охладитель наддувочного воздуха, обеспечивающий повышение эффективности работы турбокомпрессора.

В процессе эксплуатации происходит снижение технико-эксплуатационных характеристик двигателей. Одной из причин является загрязнение активных поверхностей охладителя наддувочного воздуха и, как следствие, увеличение его термического сопротивления.

Одним из возможных решений проблемы является разработка регламен-

тированных процедур, обеспечивающих поддержание охладителя в исправном состоянии на протяжении всего эксплуатационного цикла.

Исходя из обозначенной проблемы, повышение эффективности эксплуатации турбированных двигателей, может быть достигнуто за счёт разработки и реализации регламентированных процедур, направленных на поддержание охладителей надувочного воздуха в исправном состоянии на протяжении всего эксплуатационного цикла. Регламентированные процедуры данной направленности могут быть разработаны на основе результатов моделирования теплообменных процессов, происходящих в исследуемом теплообменнике, производимого с учётом дополнительного теплового сопротивления, создаваемого загрязнениями, формируемыми как на внутренних, так и на наружных поверхностях.

На начальном этапе исследования выполнен обзор научных работ по рассматриваемой тематике. Изученные работы тематически разделены на несколько групп.

Основные положения теплотехники и термодинамики приведены в работах: С.Д. Алгазина, В.В. Кузьмина, С.С. Кутателадзе, М.А. Михеева, Э.Р. Эккерта, Е.Г. Якубовского и других авторов [1, 9, 10, 14, 21, 22].

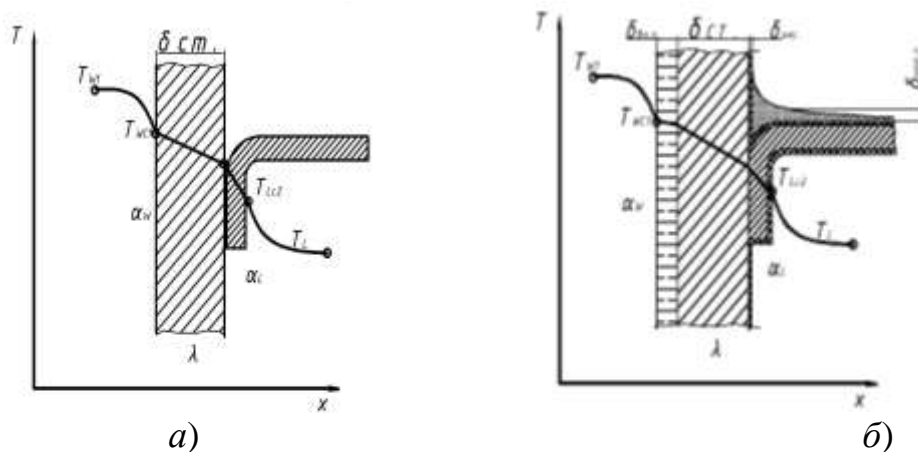
Теоретические положения, описывающие применение агрегатов наддува в двигателях внутреннего сгорания описаны в работах: С.И. Ахметова, Ю.Р. Вахитова, Р.А. Зейнетдинова, В.М. Кейса, Е.М. Кухаренко, А.В. Чулкова и других исследователей [3, 6, 8, 11].

Вопросы обеспечения эксплуатационной надёжности автомобильных теплообменных устройств рассмотрены в трудах: Ю.В. Башкирцева, В.В. Буркова, В.Г. Гурьева, М.С. Малинова, В.А. Перминова, А.П. Пославского, А.Л. Семешина, А.Ф. Синельникова, В.В. Сорокина и других исследователей [4, 5, 7, 13, 15, 16, 18, 19].

Методы и средства диагностирования автомобильных теплообменных устройств отражены в трудах: В.М. Алексеенко, О.А. Геращенко, В.А. Григорьева, В.С. Мануйлова, В.А. Перминова, А.П. Пославского и ряда других исследователей [2, 12, 15, 17, 20].

По результатам обзора выявлена обозначенная выше проблема, заключающаяся в снижении эффективности эксплуатации транспортных средств, обусловленная снижением теплопроводности активной поверхности охладителей надувочного воздуха, что приводит к повышению температуры и снижению плотности воздушного потока, подаваемого в цилиндры двигателя. Следствием обозначенной проблемы является снижение мощности и повышение эксплуатационного расхода топлива.

Для разработки математической модели и практического моделирования теплообменных процессов выполнено их теоретическое описание. Рассмотрены закономерности, определяющие физический процесс передачи тепловой энергии через многослойную стенку при динамическом взаимодействии теплоносителей. На рисунке 1 представлены эпюры распределения тепловых полей, при передаче тепла как через стенку теплообменника, как при наличии, так и при отсутствии загрязнений на наружных и внутренних поверхностях.



а – чистая стенка теплообменника;  
 б – загрязнённая стенка теплообменника

Рисунок 1 – Эпюры распределения тепловых полей

Выражение, описывающее общее термическое сопротивление многослойной стенки, в нашем случае, стенки охладителя с загрязнениями, сформированными на внутренней и внешней поверхностях, имеет вид:

$$R_{\tau} = \frac{1}{\alpha_w} + \left( \frac{\delta_{ст.г}}{\lambda_{ст.г}} + \frac{1}{\alpha_L} \right) \cdot \psi = \frac{1}{\alpha_w} + \left[ \left( \frac{\xi \cdot \psi \cdot \delta_{нар.з}}{\lambda_{нар.з}} + \frac{\delta_{вн.з}}{\lambda_{вн.з}} + \frac{\delta_{ст.}}{\lambda_{ст.}} \right) + \frac{1}{\alpha_L} \right] \cdot \psi, \quad (1)$$

где  $\alpha_w$ ,  $\alpha_L$  – коэффициенты теплоотдачи со стороны теплоносителя «W» (внутренняя среда) и теплоносителя «L» (внешняя среда), соответственно, Вт/м<sup>2</sup>·°C;

$\psi$  – коэффициент оребрения;

$\delta_{нар.з}$  – толщина слоя наружных загрязнений, м;

$\delta_{вн.з}$  – толщина слоя внутренних загрязнений, м;

$\delta_{ст.}$  – толщина материала стенки, м;

$\lambda_{нар.з}$  – коэффициент теплопроводности слоя наружных загрязнений,  $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$ ;

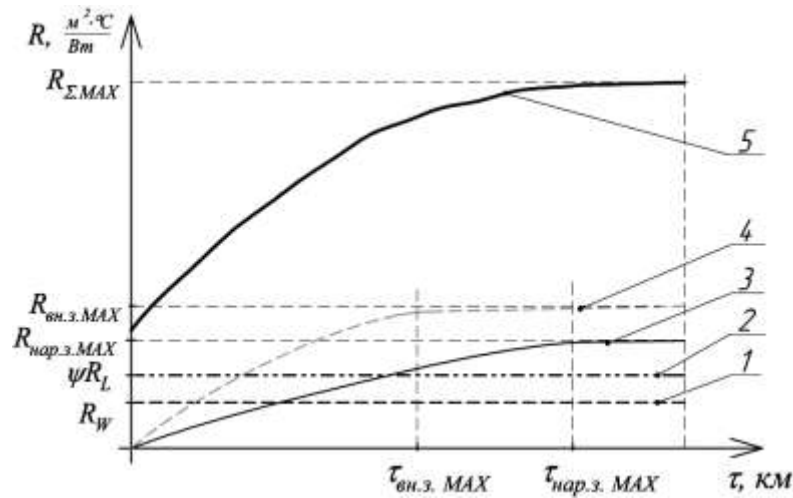
$\lambda_{вн.з}$  – коэффициент теплопроводности слоя внутренних загрязнений,  $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$ ;

$\lambda_{ст.}$  – коэффициент теплопроводности материала стенки,  $\frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C}$

$\xi$  – коэффициент загрязнения оребрения.

Исходя из практики эксплуатации теплообменных устройств и анализа процесса образования отложений на поверхностях теплообменных устройств, установлено, что существует максимальная толщина слоя загрязнений, после которого процессы формирования слоёв и процессы их разрушения происходят с равной скоростью. То есть дальнейшее увеличение толщины образованных

слоёв не происходит. Данная особенность проиллюстрирована при помощи графиков, представленных на рисунке 2.



- 1 – термическое сопротивление внутренней среды;
- 2 – термическое сопротивление внешней среды;
- 3 – термическое сопротивление наружных загрязнений;
- 4 – термическое сопротивление внутренних загрязнений;
- 5 – суммарное термическое сопротивление теплообменного устройства;

$\tau_{vn.3.MAX}$  - продолжительность формирования слоя внутренних загрязнений толщиной  $\delta_{vn.3.MAX}$  ;

$\tau_{nar.3.MAX}$  - продолжительность формирования слоя наружных загрязнений толщиной  $\delta_{nar.3.MAX}$

Рисунок 2 – Зависимости составляющих термического сопротивления теплообменного устройства от наработки

Исходя из этого, величину термического сопротивления целесообразно описать в виде системы неравенств:

$$R_{\Sigma} = \begin{cases} (R_w + \psi \cdot R_L) + \left( \frac{\psi \cdot \xi \cdot \delta_{nar.3.MAX} + \delta_{vn.3.MAX}}{\lambda_{nar.3}} + \frac{\delta_{vn.3.MAX}}{\lambda_{vn.3}} \right) - \left( \frac{\psi \cdot \xi \cdot v_{nar.3} + v_{vn.3}}{\lambda_{nar.3}} + \frac{v_{vn.3}}{\lambda_{vn.3}} \right) \cdot \left( \frac{\delta_{vn.3.MAX}}{v_{vn.3}} - \tau \right), & \text{при } \tau \leq \frac{\delta_{vn.3.MAX}}{v_{vn.3}} \\ (R_w + \psi \cdot R_L) + \left( \frac{\psi \cdot \xi \cdot \delta_{nar.3.MAX} + \delta_{vn.3.MAX}}{\lambda_{nar.3}} + \frac{\delta_{vn.3.MAX}}{\lambda_{vn.3}} \right) - \left( \frac{\psi \cdot \xi \cdot v_{nar.3} + \delta_{vn.3.MAX}}{\lambda_{nar.3}} + \frac{\delta_{vn.3.MAX}}{\lambda_{vn.3} \cdot \tau_{vn.3.MAX}} \right) \cdot \left( \frac{\delta_{nar.3.MAX}}{v_{nar.3}} - \tau \right), & \text{при } \frac{\delta_{vn.3.MAX}}{v_{vn.3}} \leq \tau \leq \frac{\delta_{nar.3.MAX}}{v_{nar.3}} \\ (R_w + \psi \cdot R_L) + \left( \frac{\psi \cdot \xi \cdot \delta_{nar.3.MAX} + \delta_{vn.3.MAX}}{\lambda_{nar.3}} + \frac{\delta_{vn.3.MAX}}{\lambda_{vn.3}} \right), & \text{при } \tau \geq \tau_{MAX} \end{cases} \quad (2)$$

После ряда математических преобразований, с учётом наличия ребрений с наружной стороны, получено уравнение теплового потока, отводимого теплообменным устройством:

$$Q_{\tau} = \left( \alpha_{L1} + \frac{\lambda_{нар.з} \cdot \lambda_{вн.з}}{\psi \cdot \xi \cdot \delta_{нар.з.т} \cdot \lambda_{вн.з} + \delta_{вн.з.т} \cdot \lambda_{нар.з}} + \alpha_{L2} \right) \cdot \overline{\Delta t} \cdot F, \quad (3)$$

Полученное выражение является основой для моделирования теплового потока, отводимого охладителем надувочного воздуха. Модель позволяет учесть толщину и теплопроводность слоёв загрязнений формируемых на наружных и внутренних поверхностях охладителя в процессе эксплуатации.

Практическое применение разработанной модели возможно при известных значениях коэффициентов теплопроводности наружных и внутренних загрязнений.

Для определения данных коэффициентов разработан план экспериментальных исследований, схема которого представлена на рисунке 3.

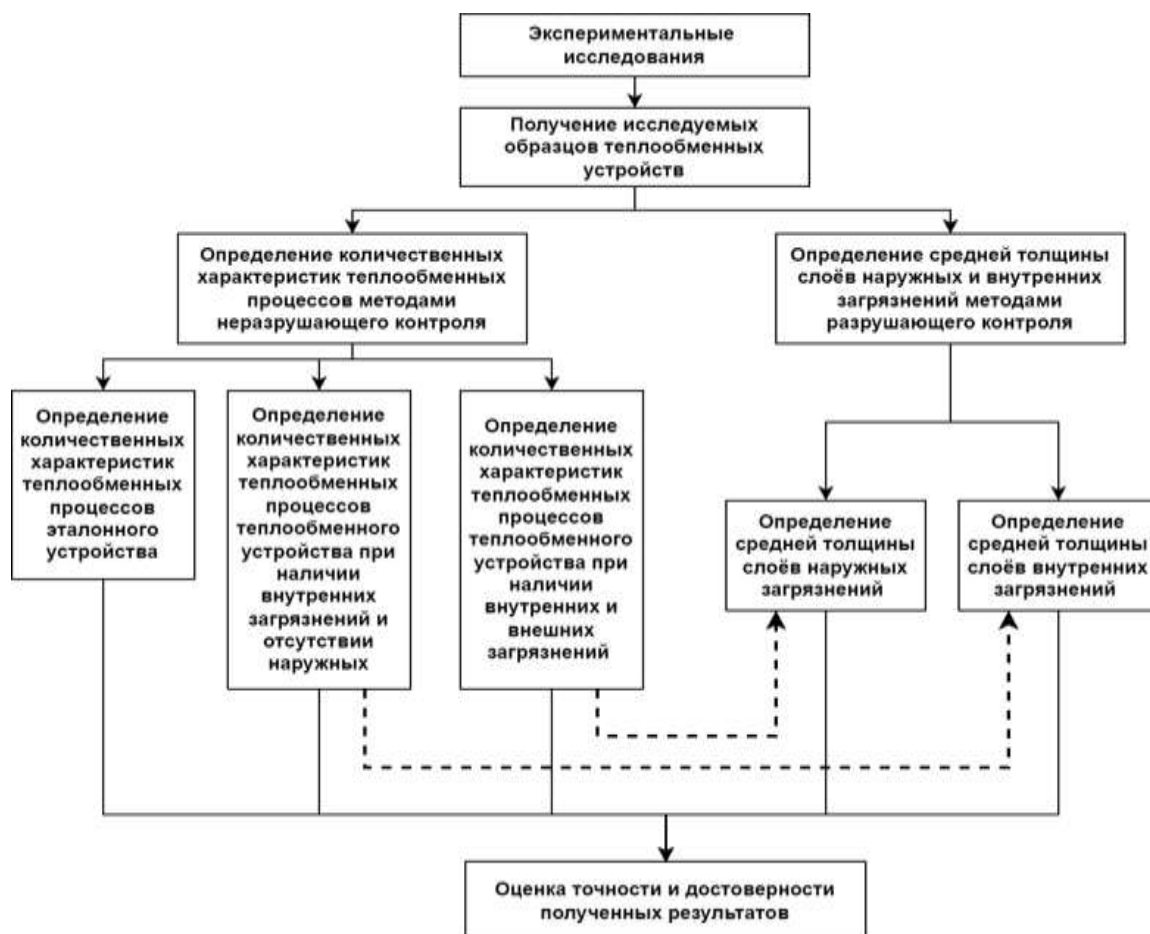
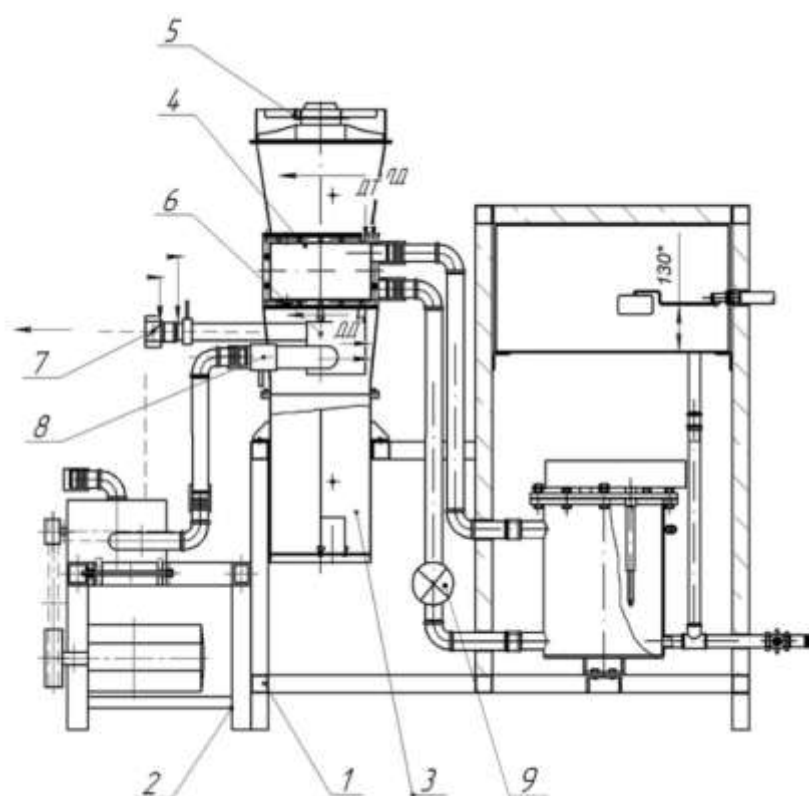


Рисунок 3 – Структурная схема экспериментальных исследований

На первом этапе экспериментальных исследований производится определение количественных характеристик теплообменных процессов методами неразрушающего контроля. На данном этапе используется существующее диагностическое оборудование, позволяющее методом прямого измерения определить величину теплового потока, отводимого теплообменным устройством при регулируемых параметрах внутренней и внешней среды. Для проведения эксперимента проведена модернизация существующей

экспериментальной установки измерения рабочих характеристик теплообменников. Для обеспечения возможности испытания воздуховоздушных теплообменных устройств конструкция установки дополнена моделирующим устройством, и подрамником для установки испытываемого охладителя. Включённый в конструкцию установки водо-воздушный радиатор в сочетании с нагревателем и измерительным модулем, служит в качестве измерительного устройства. Величина теплового потока определяется по перепаду показаний ваттметра, установленного в цепи нагревателя, до и после включения моделирующего устройства. Схема модернизированного стенда представлена на рисунке 4. Установленный на стенде водо-воздушный радиатор системы охлаждения в сочетании с нагревателем и измерительным модулем, использован в качестве измерительного устройства.



1 – стенд диагностирования радиатора; 2 – устройство моделирования; 3 – аэродинамический контур оснащённый датчиками температуры воздушного потока внешнего контура; 4 - радиатор охлаждения; 5 - вентилятор; 6 – исследуемый охладитель надувочного воздуха; 7 – дроссель; 8 – датчики температуры и массового расхода воздуха; 9 - насос

Рисунок 4 – Схема модернизированного стенда измерения тепловых характеристик охладителя надувочного воздуха

Эксперимент выполненный при помощи испытательного стенда включал в себя три этапа:

- определение базовых теплотехнических параметров испытываемого охладителя, не имеющего загрязнений на рабочих поверхностях;



- определение теплотехнических характеристик охладителей после наработки  $\tau$ , имеющих отложения на внутренних поверхностях и очищенного от загрязнений на наружных поверхностях;

- определение теплотехнических характеристик охладителей после наработки  $\tau$ , имеющих отложения, как на внутренних, так и на наружных поверхностях.

На втором этапе исследования произведено измерение толщины слоёв загрязнений методом разрушающего контроля для теплообменных устройств, исследованных на первом этапе. На основе полученных данных определены значения коэффициентов теплопроводности загрязнений, формируемых на поверхностях теплообменника. Для наружных загрязнений:  $\lambda_{\text{нар.з.}} = 4,79$  Вт/(м·°С); для внутренних загрязнений:  $\lambda_{\text{вн.з.}} = 1,56$  Вт/(м·°С).

На основе полученных в ходе проведенного комплекса экспериментальных исследований данных установлены зависимости толщины слоёв загрязнений, образующихся на поверхностях исследуемого охладителя надувочного воздуха от наработки. Данные зависимости представлены на рисунке 5.

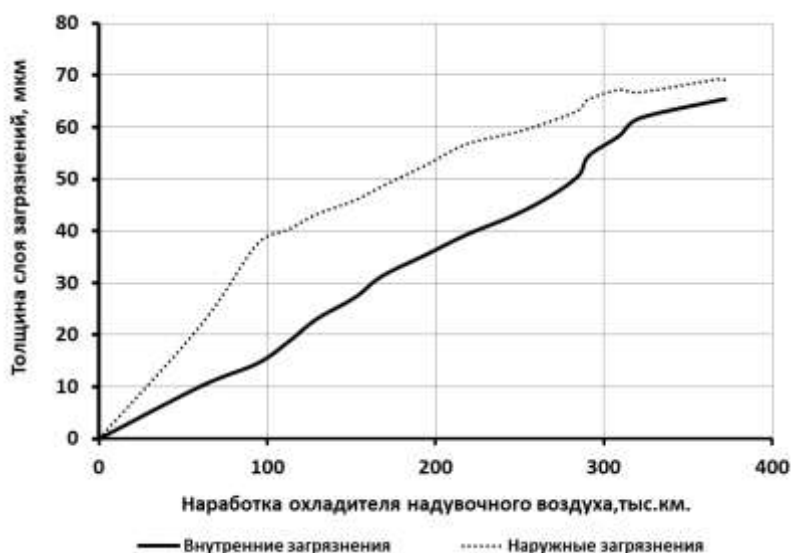


Рисунок 5 – Зависимости толщины слоёв загрязнений, образующихся на поверхностях охладителя надувочного воздуха модели 43085, от наработки

Зависимости теплового потока, отводимого охладителем надувочного воздуха модели 43085 от наработки, представлены на рисунке 6.

Полученные зависимости послужили основой для разработки мероприятий направленные на поддержание заданной эффективности охладителей, обеспечивающие повышение топливной экономичности и, соответственно, эффективности эксплуатации транспортных средств.

Учитывая доступность и низкую себестоимость наружной мойки охладителя, предложено включить данную операцию в перечень работ ТО-2. График, моделирующий изменение отводимого теплового потока для данного случая представлен на рисунке 6.

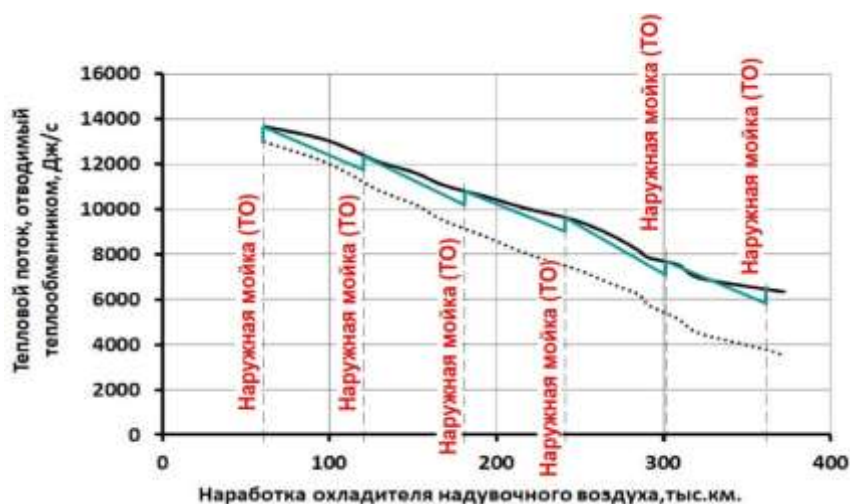


Рисунок 6 – Зависимости теплового потока, отводимого охладителем надувочного воздуха модели 43085 от наработки при проведении промывки наружных поверхностей

Исходя из высокой трудоёмкости и низкой эффективности известных способов очистки внутренних поверхностей охладителя при его относительно невысокой стоимости, рассмотрен вопрос о целесообразности его плановой замены. Зависимости экономии эксплуатационных затрат от установленной наработки охладителя надувочного воздуха до плановой замены представлены на рисунке 7.

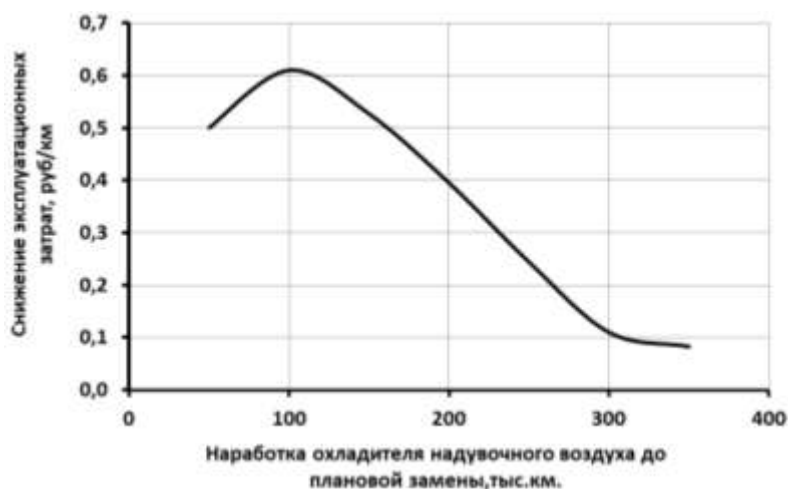


Рисунок 7 – Зависимость экономии эксплуатационных затрат от установленной наработки охладителя надувочного воздуха до плановой замены

На основе результатов технико-экономического анализа установлено, что максимальное снижение суммарных эксплуатационных расходов обеспечивается при периодичности замены в 100 тыс.км. Экономия состави 0,61 руб./км пробега.

В качестве заключения по результатам исследования сформулированы выводы:

- по результатам литературного обзора, разработаны теоретические положения, описывающие процессы передачи тепла от внутреннего контура охладителя надувочного воздуха окружающей среде;
- разработана математическая модель теплового потока, отводимого охладителем надувочного воздуха турбированного двигателя внутреннего сгорания в окружающую среду с учётом толщины и теплофизических свойств слоёв загрязнений формируемых на наружных и внутренних поверхностях охладителя;
- по результатам серии экспериментальных исследований определены зависимости теплового потока, отводимого охладителем надувочного воздуха в атмосферу, от толщины слоя загрязнений и от наработки с начала эксплуатации. Установлены коэффициенты теплопроводности загрязнений, формируемых на наружных и внутренних поверхностях охладителя;
- для автомобилей семейства КамАЗ рекомендовано: выполнять мойку наружных поверхностей охладителя надувочного воздуха с периодичностью не реже периодичности выполнения работ ТО-2; производить плановую замену охладителя надувочного воздуха с периодичностью около 100 тыс. км пробега. Указанные мероприятия обеспечивают снижение эксплуатационных расходов в размере 0,6 руб./км.

#### Список использованных источников

1. Алгазин, С.Д. Численное исследование уравнений Навье-Стокса / С.Д. Алгазин // Прикладная механика и техническая физика. – 2007. – Т.48, №5. - С. 43-52.
2. Алексеенко, В.М. Тепловая диагностика элементов ходовых частей подвижного состава: докторская диссертация [Текст] - Ростов -на-Дону, 2000. - 408 с.
3. Ахметов, С.И. Разработка математической модели для формирования режимов работы и расхода топлива магистральных тепловозов / С.И. Ахметов, В.А. Михеев, А.В. Чулков, Е.И. Сковородников // Омский научный вестник. - 2009. - №2(80). - С. 143-146.
4. Башкирцев, Ю.В. Восстановление работоспособности радиаторов системы охлаждения двигателей внутреннего сгорания формообразующим клеевым составом: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Ю.В. Башкирцев - Москва, 2009. - 18 с.
5. Бурков, В.В. Автотракторные радиаторы / В.В. Бурков, А.И. Индейкин. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1978. – 216 с.
6. Вахитов Ю.Р., Агрегаты наддува двигателей: Учебное пособие / Ю.Р. Вахитов // Уфа: Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. 2012. - 158 с.
7. Гурьев, В.Г. Система наддува ДВС: учеб. пособие. / В.Г. Гурьев // Калининград: Изд-во БГАРФ, 2021. – 71с.
8. Зейнетдинов Р.А. Влияние неравномерности термогазодинамических процессов систем воздухообеспечения ДВС на коэффициент наполнения // Сб. научн. трудов научно- практической конференции «Научное обеспечение инновационного развития АПК», Ч.1. СПб.: СПбГАУ. 2014. – С. 340-345.

9. Кузьмин, В.В. К вопросу выбора системы охлаждения / В.В. Кузьмин, К.А. Кобзарь // *Электротехника та електроніка*, 2003, № 1. – С. 124-126.
10. Кутателадзе, С.С. Основы теории теплообмена / С.С. Кутателадзе // Новосибирск, «Наука», - 1970. – 417 с.
11. Кухаренко, Е.М. Агрегаты наддува./ Е.М. Кухаренко // Минск: БНТУ, 2012. – 50с. ISBN 978-985-525-922-1
12. Мануйлов, В.С. Диагностирование автомобильных радиаторов тепловой нагрузкой в эксплуатации: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Мануйлов Вячеслав Сергеевич. - Оренбург, 2010. - 16 с.
13. Малинов, М.С. Охлаждающие устройства тепловозов./ М.С. Малинов, Ю.А. Куликов, Е.Б. Черток // М. Машгиз, 1962, с.260.
14. Михеев, М.А. Основы Теплопередачи. / М.А. Михеев, И.М. Михеева // М.: Энергия, 1977. - 344 с.
15. Перминов, В.А. Оценка состояния теплообменных аппаратов системы охлаждения тепловозных дизелей в эксплуатации: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.22.07 / Перминов Валерий Анатольевич. - М., 1988. - 23 с.
16. Пославский А.П., Оценка влияния эксплуатационных факторов на техническое состояние охладителей наддувочного воздуха [Электронный ресурс] / А.П. Пославский, В.В. Сорокин, А.Д. Михайлов, С.Н. Сергиенко // *Прогрессивные технологии в транспортных системах: сб. материалов XIV Междунар. науч.-практ. конф., 20-22 нояб. 2019 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации [и др.]; отв. ред. В. И. Рассоха. - Электрон. дан. - Оренбург: ОГУ, 2019. - С. 470-475.*
17. Пославский, А. П. Диагностирование технического состояния охладителей наддувочного воздуха транспортных средств [Электронный ресурс] / А.П. Пославский, А.Д. Михайлов // *Прогрессивные технологии в транспортных системах : сб. ст. Тринадцатой Междунар. науч.-практ. конф., 15-17 нояб. 2017 г., Оренбург / М-во образования и науки Рос. Федерации [и др.]; редкол.: Рассоха В. И. (отв. ред.) и [др.]. - Электрон. дан. - Оренбург, 2017. - . - С. 213-215. . - 3 с.* Электронный источник
18. Семшин, А.Л. Восстановление радиаторов системы охлаждения автотракторных двигателей газопламенной пайкой с использованием водородно-кислородного пламени: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.20.03 / Семшин Александр Леонидович. – Санкт-Петербург-Пушкин, 2004. - 24 с.
19. Синельников, А.Ф. Техническое обслуживание и ремонт системы охлаждения автомобильных двигателей внутреннего сгорания / Синельников А.Ф. // *Грузовик. - 2008. - № 3. - С. 8-15.*
20. Тепло и массообмен. Теплотехнический эксперимент: Справочник / Прд общ. ред. В.А. Григорьева и В.М. Зорина. – М.: Энергоиздат, 1982. – 415 с.
21. Эккерт, Э.Р. Теория тепло- и массообмена / Э.Р. Эккерт, Р.М. Дрейк // М.; Госэнергоиздат, 1961. – 681 с.
22. Якубовский, Е.Г. Квантовая механика, ОТО, уравнения Навье-Стокса и их связь, как нелинейных уравнений в частных производных: Монография. / Е.Г. Якубовский // Тамбов: - Издательство Юконф, - 2024.-102 с.

## References

1. Algazin, S.D. Numerical investigation of the Navier-Stokes equations / S.D. Algazin // Applied mechanics and technical physics. - 2007. – Vol.48, No. 5. - pp. 43-52.
2. Alekseenko, V.M. Thermal diagnostics of elements of running gear of rolling stock: doctoral dissertation [Text] - Rostov-on-Don, 2000. - 408 p.
3. Akhmetov, S.I. Development of a mathematical model for the formation of operating modes and fuel consumption of mainline locomotives / S.I. Akhmetov, V.A. Mikheev, A.V. Chulkov, E.I. Skovorodnikov // Omsk Scientific Bulletin. - 2009. - №2(80). - PP. 143-146.
4. Bashkirtsev, Yu.V. Restoration of the operability of radiators of the cooling system of internal combustion engines with a formative adhesive composition: abstract. dis. ... candidate of Technical Sciences : 05.20.03 / Yu.V. Bashkirtsev - Moscow, 2009. - 18 p.
5. Burkov, V.V. Autotractor radiators / V.V. Burkov, A.I. Indeykin- L.: Mashinostroenie, Leningr. otd., 1978. – 216 p.
6. Vakhitov Yu.R., Engine boost units: Textbook / Yu.R. Vakhitov // Ufa: Ufa State University. aviac. tech. univ. 2012. - 158 p.
7. Guryev, V.G. The engine boost system: textbook. manual. / V.G. Guryev // Kaliningrad: Publishing House of BGARF, 2021. – 71 s.
8. Zeynetdinov R.A. The influence of the unevenness of thermogasodynamic processes of internal combustion engine air supply systems on the filling coefficient // Collection of scientific proceedings of the scientific and practical conference "Scientific support for the innovative development of agriculture", Part 1. St. Petersburg.: SPbGAU. 2014. – pp. 340-345.
9. Kuzmin, V.V. On the issue of choosing a cooling system / V.V. Kuzmin, K.A. Kobzar // Elektrotehnika ta elektronika, 2003, No. 1. – pp. 124-126.
10. Kutateladze, S.S. Fundamentals of the theory of heat transfer / S.S. Kutateladze // Novosibirsk, Nauka, 1970. – 417 p.
11. Kukharenko, E.M. Supercharging units./ E.M. Kukharenko // Minsk: BNTU, 2012. – 50 p.
12. Manuilov, V.S. Diagnostics of automobile radiators by thermal load in operation: abstract of the thesis ... Candidate of technical Sciences : 05.22.07 / Manuilov Vyacheslav Sergeevich. - Orenburg, 2010. - 16 p.
13. Malinov, M.S. Cooling devices of diesel locomotives./ M.S. Malinov, Yu.A. Kulikov, E.B. Chertok // M. Mashgiz, 1962, p.260.
14. Mikheev, M.A. Fundamentals of Heat Transfer. / M.A. Mikheev, I.M. Mikheeva // M.: Energiya, 1977. - 344 p.
15. Perminov, V.A. Assessment of the state of heat exchangers of the diesel locomotive cooling system in operation: abstract. dis. ... Candidate of Technical Sciences : 05.22.07 / Perminov Valery Anatolyevich. - M., 1988. - 23 p.
16. Poslavsky A.P., Assessment of the influence of operational factors on the technical condition of charge air coolers [Electronic resource] / A.P. Poslavsky, V.V. Sorokin, A.D. Mikhailov, S.N. Sergienko // Progressive technologies in transport systems: collection of materials of the XIV International Scientific and Practical

Conference, November 20-22. 2019, Orenburg / Moscow University of Science and Higher Education. education grew. Federations [and others.]; ed. by V. I. Rassokha. - Electron. dan. Orenburg: OSU, 2019. - pp. 470-475.

17. Poslavsky, A. P. Diagnosing the technical condition of inflated air coolers of vehicles [Electronic resource] / A.P. Poslavsky, A.D. Mikhailov // Progressive technologies in transport systems : collection of articles of the Thirteenth International Scientific and Practical Conference, November 15-17, 2017, Orenburg / Ministry of Education and Science science grew. Federations [and others.]; editorial board: Rassokha V. I. (ed.) and [others]. - Electron. dan. Orenburg, 2017. - pp. 213-215. - 3 p.

18. Semeshin, A.L. Restoration of radiators of the cooling system of automotive engines by gas-flame soldering using a water-oxygen flame: abstract of the thesis ... Candidate of Technical Sciences : 05.20.03 / Semshin Alexander Leonidovich. – St. Petersburg-Pushkin, 2004. - 24 p.

19. Sinelnikov, A.F. Maintenance and repair of the cooling system of automobile internal combustion engines / Sinelnikov A.F. // Truck. - 2008. - No. 3. - pp. 8-15.

20. Heat and mass transfer. Thermal engineering experiment: Handbook / Ed. by V.A. Grigoriev and V.M. Zorin. – M.: Energoizdat, 1982. – 415 p.

21. Eckert, E.R. Theory of heat and mass transfer / E.R. Eckert, R.M. Drake // M.; Gosenergoizdat, 1961. – 681 p.

22. Yakubovsky, E.G. Quantum mechanics, GRT, Navier-Stokes equations and their connection as nonlinear partial differential equations: Monograph. / E.G. Yakubovsky // Tambov: - Yukonf Publishing House, - 2024.-102 p.

## SIMULATION OF HEAT EXCHANGE PROCESSES OF CHARGE AIR COOLERS

Dryuchin D.A., Mikhailov A.D.  
Orenburg State University, Orenburg

Annotation. The article defines the relevance of the problem of reducing the performance characteristics of automobile engines due to contamination of the external and internal surfaces of the air coolers. A literary review in the subject area under consideration has been carried out, during which the need for the development of a set of regulated measures aimed at ensuring the operational reliability of heat exchange devices throughout the entire operational cycle of an automobile has been identified.

The theoretical provisions containing a mathematical description of the parameters of thermal processes implemented in the heat exchange device under consideration are presented. Based on the theoretical propositions put forward, a mathematical model of the heat flow discharged by the heat exchanger has been developed, taking into account the processes of sediment formation on external and internal surfaces. Based on a series of experimental studies, the parameters and dependencies necessary for the practical application of the developed mathematical model are determined. Based on the simulation results, the influence of the thickness and structure of the contamination layers on the heat flow discharged by the heat

exchanger was established. A list of regulated measures has been defined to ensure the specified indicators of operational reliability of heat exchange devices throughout the entire operational cycle. In the final part of the article, conclusions are formulated reflecting the solution of the tasks set.

Keywords: intercooler, heat exchange processes, technical operation of cars, diagnostics of heat exchange devices, charge air cooler.

УДК 656.1/.5

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АДАПТАЦИИ МАРШРУТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СБОРА И ВЫВОЗА ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ К ОПТИМАЛЬНОМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОЛИГОНОВ**

**Дюсекенов Е.К.<sup>1,2</sup>, Любимов И.И.<sup>2</sup>, Тищенко А.С.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>Баишев Университет, Республика Казахстан, г. Актобе.

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург.

<sup>3</sup>ООО «Газпром Добыча Оренбург», г. Оренбург

Аннотация. В статье показан процесс формирования алгоритма адаптации маршрутно-логистической схемы сбора и вывоза твёрдых коммунальных отходов к оптимальному расположению специализированных полигонов, на основе использования метода главных компонент.

Ключевые слова: твёрдые коммунальные отходы, полигоны, автомобильный транспорт, оптимизация, структура парка.

Как уже отмечалось ранее [1], процесс сбора и вывоза твёрдых коммунальных отходов (ТКО) является социально значимым видом автомобильных перевозок. В работе [2] были даны предпосылки к получению взаимосвязей между структурой парка специализированного автотранспортного предприятия и географическим положением специализированных полигонов ТКО.

Следует отметить, что на сегодняшний день отсутствуют комплексные научные исследования, охватывающие взаимосвязи между структурой парка специализированного автотранспортного предприятия и географическим положением специализированных полигонов ТКО.

Поэтому при проведении исследования, посвященного анализу методов и средств формирования рациональной структуры парка автотранспортных средств, участвующих в процессе сбора и вывоза твёрдых коммунальных отходов, получена целевая функция, учитывающая взаимосвязь количества специализированных автотранспортных средств, расположения полигонов ТКО и себестоимости транспортной работы:

$$F = \frac{\sum_{i=1}^n N_i \cdot a_i + \sum_{j=1}^m P_{ij} \cdot b_j}{Q} \rightarrow \min, \quad (1)$$

$$N_j \geq 0; P_{ij} \geq 0;$$

$$a_i = \text{const}; b_j = \text{const};$$

$$Q \rightarrow \max; i = 1 \dots n; j = 1 \dots m$$

где  $Q$  – объём образования твердых коммунальных отходов, т;

$N_i$  – количество автомобилей  $i$ -го типа в автотранспортном предприятии, ед.;

$P_{ij}$  – количество и расположение полигонов ТКО, ед.;

$\bar{F}$  – себестоимость перевозки 1 ткм отходов;

$n$  – количество типов транспортных средств;

$a_i$  – затраты на содержание  $i$ -й группы транспортных средств;

$b_j$  – затраты на содержание  $j$ -й группы полигонов ТКО.

Так как количество типов специализированных автотранспортных средств, выполняющих сбор и вывоз ТКО, разнообразно, существенно отличаются значения статей затрат на их эксплуатацию. В связи с этим, оптимизацию структуры парка транспортных средств и контейнерного парка возможно выполнить на основе использования методов множественного регрессионного анализа, к которым относится метод главных компонент.

Задачей следующего этапа исследования является подтверждение теоретических положений работы и разработка практических рекомендаций, направленных на повышение эффективности функционирования специализированного автотранспортного предприятия.

Экспериментальное исследование состоит из двух этапов. На первом этапе произведено накопление и первичная обработка фактических показателей технической эксплуатации специализированного подвижного состава регионального оператора ООО «Природа» (г. Оренбург). На втором этапе – построение математических моделей и формирование мероприятий по совершенствованию функционирования специализированного автотранспортного предприятия ООО «Природа».

Сбор и обработка исходной информации произведены по стандартной методике обработки статистических данных [3, 4, 5]. В таблице 1 представлена форма сбора исходных данных, где  $Y_1$  – стоимость единицы транспортной операции;  $Y_2 \dots Y_{11}$  – группы транспортных средств;  $X_1 \dots X_n$  – период (годы).



Таблица 1 – Матрица исходных данных (фрагмент)

| Факторы | Значения факторов |       |       |       |       |       |       |       |       |          |          |
|---------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------|----------|
|         | $Y_1$             | $Y_2$ | $Y_3$ | $Y_4$ | $Y_5$ | $Y_6$ | $Y_7$ | $Y_8$ | $Y_9$ | $Y_{10}$ | $Y_{11}$ |
| $X_1$   | 13,752            | 3     | 16    | 27    | 1     | 11    | 9     | 2     | 27    | 9        | 14       |
| $X_2$   | 13,269            | 3     | 16    | 29    | 1     | 13    | 10    | 2     | 22    | 11       | 15       |
| ...     | ...               | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...   | ...      | ...      |
| $X_n$   | 14,621            | 4     | 16    | 27    | 4     | 11    | 10    | 3     | 30    | 11       | 18       |

В процессе статистической обработки определялось математическое ожидание, дисперсия.

При статистической обработке случайных величин предполагается, что имеются результаты независимых измерений  $X_1, X_2, \dots, X_n$ . Статистический материал, полученный в результате измерений, представляют в виде таблицы состоящей из двух строк, в первой из которых даны номера измерений, а во второй – результаты измерений.

Таблицу указанного вида называют простым статистическим рядом. Он представляет собой первичную форму представления статистического материала. Статистический материал в виде простого статистического ряда при большом числе измерений труднообозрим, по нему практически невозможно оценить закон распределения исследуемой величины. Поэтому для визуальной оценки закона распределения исследуемой величины производят группировку данных. Если изучается дискретная случайная величина, то наблюдаемые значения располагаются в порядке возрастания и подсчитываются частоты  $m_i$  или частоты  $\frac{m_i}{n}$  появления одинаковых значений случайной величины  $X$ . В результате получаем сгруппированные статистические ряды следующего вида, представленные в таблице 2.

Таблица 2 – Сгруппированные статистические ряды (фрагмент)

|                                    |                 |                 |                 |       |                 |
|------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------|-----------------|
| $X_i$ -<br>результаты<br>измерения | $X_1$           | $X_2$           | $X_3$           | ..... | $X_k$           |
| $m_i$ - частоты                    | $m_1$           | $m_2$           | $m_3$           | ..... | $m_k$           |
| $\frac{m_i}{n}$ -<br>частоты       | $\frac{m_1}{n}$ | $\frac{m_2}{n}$ | $\frac{m_3}{n}$ | ..... | $\frac{m_k}{n}$ |

$$\text{Контроль: } \sum_{i=1}^k m_i = n, \quad \sum_{i=1}^k \frac{m_i}{n} = 1.$$

Если изучается непрерывная случайная величина, то группировка заключается в разбиении интервала наблюдаемых значений случайной величины на  $K$  частичных интервалов равной длины  $(X_0; X_1)$ ,  $(X_1; X_2)$ ,  $(X_2; X_3), \dots, (X_{k-1}; X_k)$  и подсчете частоты  $m_i$  или частоты  $\frac{m_i}{n}$  попадания наблюдаемых значений в частичные интервалы.

Количество интервалов выбирается произвольно, обычно не меньше 5 или не больше 15.

Для выбора оптимальной длины интервалов, т.е. такой длины частичных интервалов, при которой статистический ряд не будет очень громоздким, и в нем не исчезнут особенности исследуемой случайной величины, можно рекомендовать формулу:

$$h = \frac{x_{\max} - x_{\min}}{1 + 3,2 \lg n}, \quad (2)$$

где  $n$  – объём выборки;  
 $h$  – длина интервала.

Перечень наблюдаемых значений случайной величины  $X$  (или интервалов наблюдаемых значений) и соответствующих им частот  $\frac{m_i}{n}$  называется статистическим законом распределения случайной величины  $X$ .

В математической статистике статистический закон распределения устанавливает соответствие между наблюдаемыми значениями (или интервалами наблюдаемых значений) случайной величины и соответствующими им частотами. Статистические законы распределения случайных величин и их графическое изображение, которое будет рассмотрено далее, позволяют визуально произвести оценку закона распределения исследуемой случайной величины.

Для построения гистограммы относительных частот (частостей) на оси абсцисс откладываем частичные интервалы наблюдаемых значений случайной величины  $X$ , на каждом строим прямоугольник, площадь которого равна частоте данного частичного интервала. Высота элементарного прямоугольника частостей  $\frac{m_i}{nh}$ , где  $h$  длина интервала.

В дальнейшем обработка заключалась в определении законов распределения случайных величин. Для этого оценивалась гипотеза подчинения распределения случайных величин различным законам

распределения. Соответствия экспериментального закона распределения, теоретически оценивалась по критериям Пирсона и Колмогорова.

На втором этапе обработки результатов использовались методы регрессионного анализа, которые позволяют строить математические модели.

Однако процедура построения математических моделей в нашем случае имеет ряд особенностей. Во-первых, бизнес-функции реальных предприятий, как правило, описываются большим количеством факторов. Во-вторых, факторы часто не являются независимыми.

Эти два обстоятельства приводят к тому, что классические методы регрессионного анализа становятся непригодными, в виду больших погрешностей моделей. Всё это приводит к необходимости использования методов сжатия исходной информации.

Для получения математических моделей необходимо провести ряд последовательных операций, а именно: выделение подмножества строк и столбцов; обработку ситуаций, когда значения переменных выходят за заданные границы; преобразование переменных к нормированному виду; заполнение пропусков данных средними значениями соответствующих переменных или с помощью линейной регрессии на измеренных параметрах.

Статистическая обработка данных предполагает выполнение многоуровневой процедуры. А именно, предварительное вычисление таких статистик как средние, среднеквадратические отклонения, коэффициенты дисперсией, которые позволяют провести предварительный анализ моделируемого объекта и анализ методом главных компонент.

Для облегчения работы пользователя и для решения небольших задач предусматривается формирование входной модели в виде выходного параметра  $Y$  и входной матрицы наблюдений  $X$ .

При этом можно практически не ограничивается количеством параметров и наблюдений при формировании матрицы исходных данных.

На следующем этапе необходимо провести расчет, как всех исходных данных, так и их подмножества, варьируя количеством переменных и наблюдений.

Для построения модели функционирования АТП необходимо подвергнуть исходные данные сжатию для сокращения размерности пространства признаков, описывающих предприятие. Сжатие сводится к преобразованию исходного пространства  $X$  в другое пространство  $Y$ , в котором можно выбрать подмножество, как правило, ненаблюдаемых (латентных) переменных меньшей размерности  $L < P$ , не вызывающих существенной потери информации. В работе для сжатия использован метод главных компонент. Результатом поиска главных компонент является установление коэффициентов регрессии и построение уравнения регрессии на главных компонентах. Преобразованные таким образом модели позволяют проводить оптимизацию структуры и размерности АТП.

Метод главных компонент (МГК) является одним из эффективных методов построения модели по результатам наблюдения. Этот метод хорошо зарекомендовал в многочисленных отраслях знаний. При обработке экспериментальной информации встречаются ситуации, когда данные типа «объект-признак» содержат общее число признаков до ста и более. Классификация, хранение, передача по каналам связи, обработка и наглядное представление и интерпретация таких данных представляет трудности. Возникает проблема сокращения размерности признакового пространства. Такое сокращение возможно, так как в большинстве случаев признаки сильно взаимосвязаны (коррелированы) и, следовательно, данные избыточны с точки зрения информации и эта избыточность полностью определяется корреляционной матрицей исходных переменных  $X$ . Для уменьшения избыточности данные нужно подвергнуть сжатию.

Сжатие сводится к преобразованию исходного пространства  $X$  в другое пространство  $Z$ , в котором можно выбрать подмножество, как правило, ненаблюдаемых (латентных) переменных меньшей размерности  $L < P$ , не вызывающее существенной потери информации.

Выбор вида преобразования  $Z = f(X)$  и числа латентных переменных, объясняющих наблюдаемые переменные, зависит от конкретной специфики решаемой задачи и должен опираться на критерий, который обеспечивает сохранение информации об  $X$  в сжатом образе  $Z$ . Для осуществления такого перехода к новым переменным можно использовать статистические свойства матрицы  $X$ . Если данные имеют многомерное нормальное распределение, то эти свойства определяются корреляционной матрицей “признак-признак”.

Если переход к новым переменным осуществляется так, чтобы в преобразованном пространстве сохранялась большая часть суммарной дисперсии, то имеем дело с методом главных компонент (МГК). Если новые переменные находят из условия наилучшего воспроизведения корреляционной матрицы, то имеем факторный анализ.

Для последовательного выделения компонент можно воспользоваться дисперсионным критерием. Решение о том, когда следует остановить процедуру выделения компонент, главным образом зависит от точки зрения на то, что считать малой долей дисперсии. Это решение достаточно произвольно, однако, имеются два критерия: критерий Кайзера и критерий Кэттела, которые в большинстве случаев позволяют рационально выбрать число компонент.

Критерий Кайзера иногда сохраняет слишком много факторов, в то время как критерий Кэттела иногда сохраняет слишком мало факторов; однако, оба критерия дают хорошие результаты, когда имеется относительно небольшое число компонент и много переменных. На практике принимается тот критерий, для которого полученное число компонент может быть содержательно интерпретировано. Поэтому обычно исследуется несколько решений с большим или меньшим числом компонент и затем выбирается одно наиболее “осмысленное”.

Нами при выборе количества компонентов “ $r$ ” использовалось правило, что выделение компоненты описывает 95% изменчивости используемой переменной.

Таким образом, рассмотренные в работе построения математических моделей предприятия и метод поиска оптимума, базирующихся на методике теории чувствительности и связанных с ними метода Парето-Лоренца, позволяют вырабатывать стратегию совершенствования деятельности предприятия.

Для оценки значимости значений коэффициентов регрессии этого в работе обосновано использование метода Парето-Лоренца.

При этом методе, коэффициенты относительного влияния факторов ранжируются по убыванию коэффициентов, и выделяется факторная группа А, оказывающая 75 % влияния на итоговый показатель, и группа В, где факторы оказывают 25 % влияния. Метод Парето-Лоренца является и входит в число стандартов ISO-9000.

Алгоритм адаптации маршрутно-логистической схемы сбора и вывоза твёрдых коммунальных отходов к оптимальному расположению специализированных полигонов представлен на рисунке 1.

В результате этого получаем следующие данные и расчетные показатели:

- среднеквадратические ошибки факторов аргументов и результативного показателя;
- матрицу парных корреляций независимых параметров;
- коэффициенты уравнения регрессии для исходных параметров;
- значимость уравнения регрессии;
- матрицу собственных значений и векторов;
- матрицу весов главных компонент;
- дисперсии главных компонент;
- дисперсии главных компонент в процентах;
- веса и значения главных компонент;
- нормированные значения главных компонент;
- доля рассеяния параметра, объясняемая « $n$ » главными компонентами;
- веса главных компонент после вращения;
- нормированные коэффициенты уравнения регрессии;
- вклад каждой компоненты в регрессионную модель;
- регрессию на исходных параметрах;
- сумму квадратов остаточных отклонений;
- остаточную дисперсию;

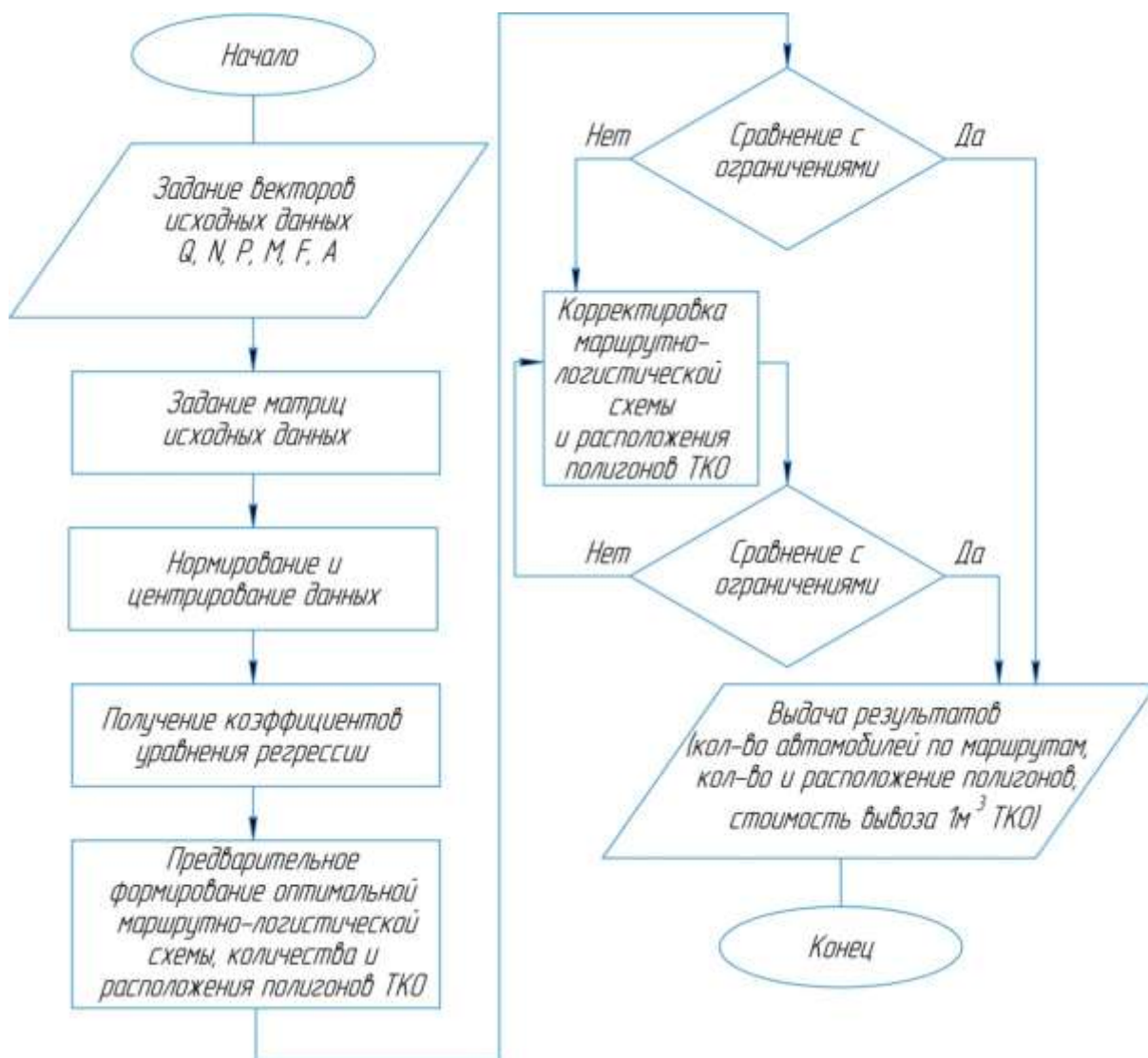


Рисунок 1 – Алгоритм адаптации маршрутно-логистической схемы сбора и вывоза твёрдых коммунальных отходов к оптимальному расположению специализированных полигонов

- среднеквадратическую ошибку;
- коэффициент множественной детерминации;
- коэффициент множественной корреляции;
- исправленную остаточную дисперсию;
- значимость уравнения регрессии;
- исправленную среднеквадратическую ошибку оценки по уравнению регрессии;
- исправленный коэффициент множественной детерминации;
- исправленный коэффициент множественной корреляции;
- значимость коэффициента множественной корреляции;
- собственные значения;
- коэффициенты регрессии;
- коэффициенты эластичности;
- коэффициенты вариации;
- плеяды факторов и параметров по матрице парных корреляций.

Завершающим этапом разработки алгоритма адаптации маршрутно-логистической схемы сбора и вывоза твёрдых коммунальных отходов к оптимальному расположению специализированных полигонов, будет выдача результатов расчётов, которые состоят из: количества и типа специализированных автомобилей необходимых для сбора, вывоза и транспортировки до специализированных полигонов ТКО; количество необходимых специализированных полигонов ТКО; географическое расположение специализированных полигонов ТКО.

#### Список использованных источников

1. Дюсекенов, Е. К. Графо-математический метод оптимизации расположения полигонов при осуществлении автомобильных перевозок твердых коммунальных отходов [Электронный ресурс] / Е. К. Дюсекенов, И. И. Любимов // Прогрессивные технологии в транспортных системах : сб. материалов XVIII междунар. науч.-практ. конф., Оренбург, 15-17 нояб. 2023 г. / отв. ред. В. И. Рассоха. - Оренбург : ОГУ, 2023. - . - С. 167-176.
2. Любимов, И. И. Теоретические посылы совершенствования маршрутно-логистической схемы сбора и вывоза твердых бытовых отходов на основе зональной кластеризации [Электронный ресурс] / Любимов И. И., Сологуб В. А., Попова А. В. // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : материалы Всерос. науч.-метод. конф. (с междунар. участием), 23-25 янв. 2019 г., Оренбург / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2019. - . - С. 1552-1560.
3. Рихтер, К.Ю. Статистические методы в транспортных исследованиях / К.Ю. Рихтер. – М.: Транспорт, 1982. – 72 с.
4. Статистика и управление случайными процессами: сборник статей / под ред. А.А. Новикова, А.Н. Ширяева. – М.: ТВП, 1993. – 304 с.
5. Тараканов, А.Н. Критерий эффективности автотранспортных операций / А.Н. Тараканов, А.А. Гриценко // Грузовое и пассажирское автохозяйство. – 2004. №6. – С. 36 – 37.

#### List of references

1. Dyusekenov, E.K. Graph-mathematical method for optimizing the location of landfills during automobile transportation of municipal solid waste [Electronic resource] / E.K. Dyusekenov, I.I. Lyubimov // Progressive technologies in transport systems: collection of materials of the XVIII international. scientific-practical. conf., Orenburg, November 15-17, 2023 / ed. V.I. Rassokha. - Orenburg: OSU, 2023. - . - P. 167-176.
2. Lyubimov, I. I. Theoretical premises for improving the route and logistics scheme for collecting and removing municipal solid waste based on zonal clustering [Electronic resource] / Lyubimov I. I., Sologub V. A., Popova A. V. // University complex as a regional center of education, science and culture: Proc. All-Russian scientific-method. conf. (with international participation), January 23-25, 2019,

Orenburg / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Federal state budget educational institution of higher education "Orenburg State University". - Electronic data - Orenburg: OSU, 2019. - . - P. 1552-1560. 3. Richter, K. Yu. Statistical methods in transport studies / K. Yu. Richter. –M.: Transport, 1982. – 72 p.

4. Statistics and control of random processes: collection of articles / edited by A.A. Novikov, A.N. Shiryaev. – M.: TVP, 1993. – 304 p.

5. Tarakanov, A.N. Criterion of efficiency of motor transport operations / A.N. Tarakanov, A.A. Gritsenko // Freight and passenger motor transport. – 2004. No. 6. – P. 36 – 37.

## DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR ADAPTATION OF THE ROUTE AND LOGISTICS SCHEME FOR COLLECTING AND REMOVING MUNICIPAL SOLID WASTE TO THE OPTIMAL LOCATION OF SPECIALIZED LANDFILLS

Dyusekenov E.K.<sup>1,2</sup>, Lyubimov I.I.<sup>2</sup>, Tishchenko A.S.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Baishev University, Republic of Kazakhstan, Aktobe.

<sup>2</sup>Orenburg State University, Orenburg.

<sup>3</sup>ООО «Gazprom Dobycha Orenburg», Orenburg

Abstract. The article shows the process of forming an algorithm for adapting the route and logistics scheme for collecting and removing municipal solid waste to the optimal location of specialized landfills, based on the use of the principal component method.

Key words: municipal solid waste, landfills, motor transport, optimization, fleet structure.

УДК 656.13.07

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ ПЛАНИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ

Ефанов Д.Е.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аннотация. В статье рассматривается работа транспортных предприятий на основе совершенствования методики планирования потребности в запасных частях и влияние ее на эффективность. Данная методика разработана согласно данным, полученным по наблюдениям на предприятиях УТТ и СТ «Газпром Добыча Оренбург». Объектом исследования выбраны автомобили следующих марок: УАЗ и КамАЗ. Проведены экспериментальные исследования, на основе данных которых получены зависимости количества запасных частей от времени доставки, стоимости запасных частей и вероятности возникновения отказов.



Также получены результаты необходимого количества приобретаемых запасных частей для рассматриваемых автомобилей на определенный период.

Ключевые слова: транспортное предприятие, методика планирования потребности, эффективность, запасные части, автотранспортное средство.

В условиях финансовых ограничений транспортных предприятий (ТП) при постоянно увеличивающихся потребностях в перевозке пассажиров и грузов автомобильным транспортом, важным становится эффективное использование парка автотранспортных средств (АТС) и оборотных средств ТП [1-5].

Большое влияние на эффективность работы АТС оказывают технико-эксплуатационные показатели парка ТП и состояние производственных подсистем, обеспечивающих организацию процесса перевозок, в соответствии с установленными техническими нормативами.

Существуют следующие методы определения потребности в запасных частях, адаптированные к современным условиям:

- метод экономического анализа, в том числе экономико-математический и экономико-статистический;
- метод сравнительного анализа, монографический и расчетно-аналитический методы, методы маркетинговых исследований.

Методика планирования потребности в запасных частях разработана согласно данным, полученным по наблюдениям на предприятиях УТТ и СТ «Газпром Добыча Оренбург». Рассмотрим показатели, которые необходимы для эффективного планирования запасных частей на определенный период.

1. Время исправной работы АТС, ч.:

$$t_{\text{ипрабо}} = \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{1}{k_m} \sum_{j=0}^{k_m} \frac{1}{v_{mj}^{\text{средн}}} L_{mj}, \quad (1)$$

где  $L_{mj}$  – пробег  $m$ -го АТС между  $j$ -ой и  $j+1$ -ой заменами ЗЧ  $i$ -го типа, км,  $j=0, 1, 2, \dots, k_m$ ;

$v_{mj}^{\text{средн}}$  – средняя скорость АТС на пробеге  $L_{mj}$ , км/ч;

$M$  – число АТС, у которых фиксировались замены ЗЧ  $i$ -го типа, ед.

2. Время ремонта узла и (или) агрегата АТС  $t_{\text{ипремон}}^*$ , ч.

3. Время ожидания ЗЧ  $t_{\text{ioжидан}}$  с момента заказа и до их доставки на ТП. В случае наличия необходимой ЗЧ на складе  $t_{\text{ioжидан}} = 0$ .

4. Вероятность  $p_i$  определяется на основе собранной статистики замен за время наблюдения и статистики, набираемой в процессе работы склада по предлагаемой методике.

Определим целесообразность хранения ЗЧ на примере задних рессор для автомобилей УАЗ.

В процессе экспериментального исследования отказы фиксировались на пробеге до 300000 км. Интенсивность отказов определяется как:

$$\lambda = \frac{r \cdot N}{l_{\text{общ}}}, \quad (2)$$

где  $N$  – количество исследуемых АТС, ед.;

$r$  – сумма индикаторов цензурирования, ед.;

$l_{\text{общ}}$  – пробег, на котором проводились исследования, км.

Вероятность того, что потребуется ЗЧ за планируемый пробег:

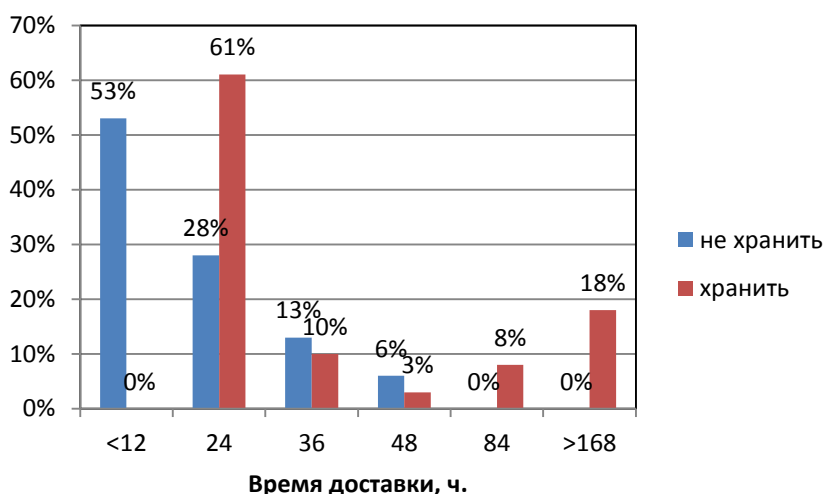
$$p = 1 - e^{-\lambda_0}. \quad (3)$$

Для расчета целесообразности хранения найденное время работы детали необходимо подставить в критерий.

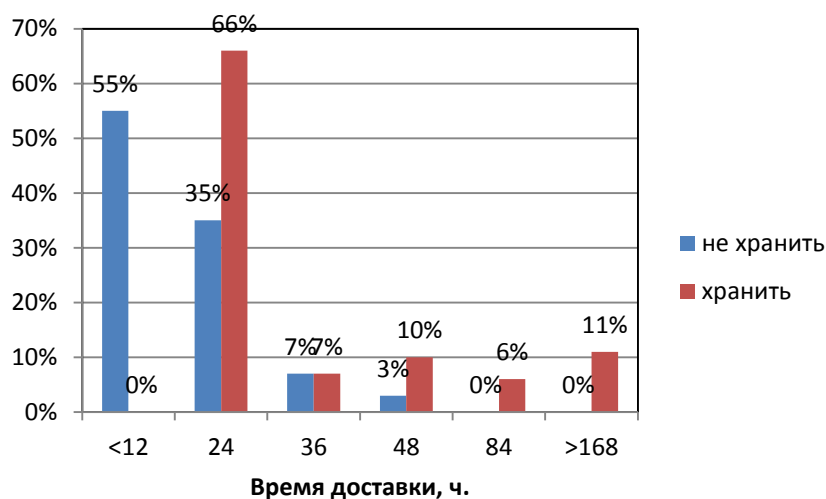
Если неравенство не выполняется, данную ЗЧ необходимо хранить на складе ТП.

Из 115 наименований 32,0% ЗЧ для автомобилей УАЗ хранить нет необходимости. У автомобилей КамАЗ из 110 наименований хранить нет необходимости 32, что составляет 40,0% от общего количества. Что позволит сэкономить до 60,0% средств.

Анализ распределений ЗЧ по времени доставки (рисунок 1) позволяет констатировать, что ЗЧ, которые не надо хранить для автомобилей обеих марок доставляются в основном в течение суток.



а)

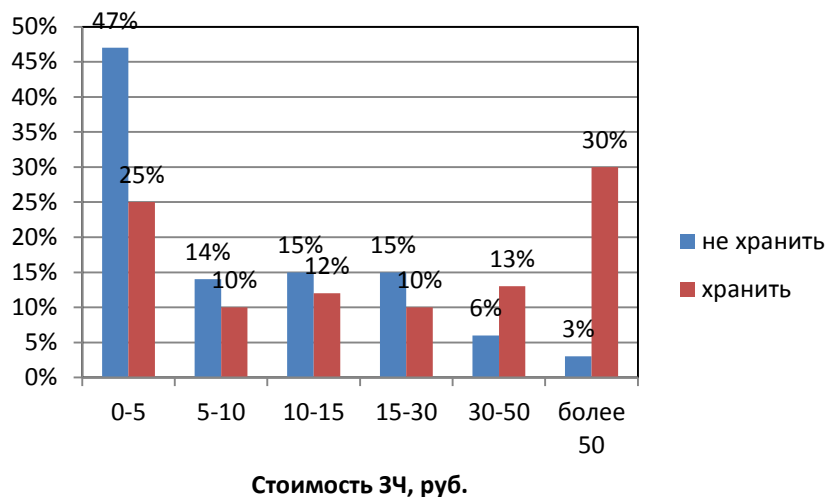


б)

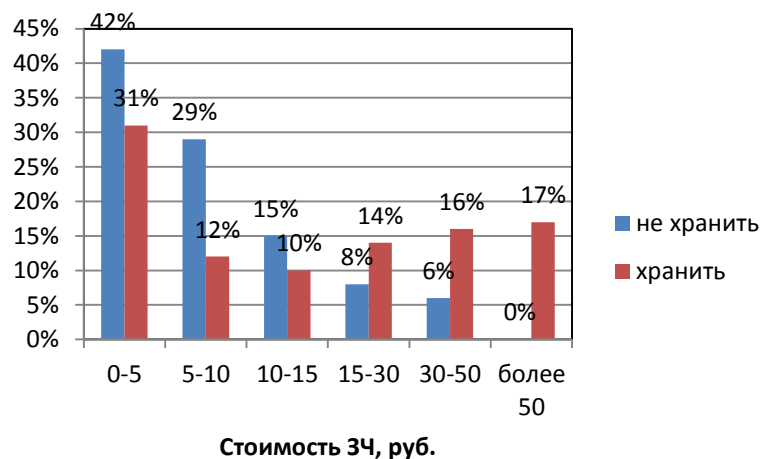
а) УАЗ; б) КамАЗ

Рисунок 1 – Распределение ЗЧ по времени доставки

Распределение ЗЧ по стоимости (рисунок 2) позволяет сделать вывод, что для автомобилей УАЗ в стоимость до 6 тыс. руб. входят 47% деталей группы «не хранить» и 25% группы «хранить». Для автомобилей КамАЗ 94% ЗЧ, которые нет необходимости хранить находятся в ценовом диапазоне до 25 тыс. руб.



а)



б)

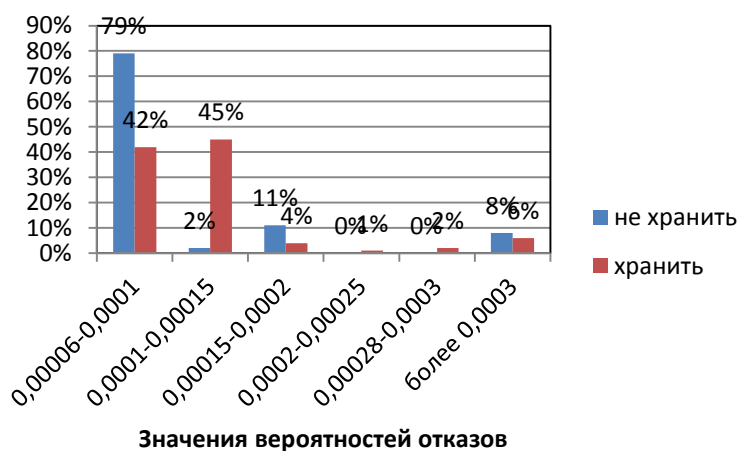
а) УАЗ; б) КамАЗ

Рисунок 2 – Распределение ЗЧ по стоимости

На рисунке 3 показано распределение по вероятности возникновения отказа.



а)



б)

а) УАЗ; б) КамАЗ

Рисунок 3 – Распределение деталей по вероятности возникновения отказа

Поскольку решается задача МТО ТП при ограниченных средствах на приобретение ЗЧ, необходимо определить не только номенклатуру, но и количество хранимых ЗЧ с учетом имеющихся у ТП финансовых возможностей.

Общая стоимость ЗЧ, хранящихся на складе, для автомобилей УАЗ – 452090 руб., для автомобилей КамАЗ – 1286390 руб. на планируемый пробег.

На основании имеющейся на предприятии информации, полученных данных с учетом эксплуатации и разработанных модели и методики получили необходимое на ближайший месяц количество ЗЧ. Результаты корректировались с учетом целесообразности хранения ЗЧ на складе (таблица 1 и 2). Если хранить ЗЧ нецелесообразно, то денежные средства необходимо зарезервировать, чтобы не оказаться в ситуации, когда ЗЧ имеются у поставщика, а средств для оплаты не выделено.

Таблица 1 – Количество и номенклатура приобретаемых ЗЧ для автомобилей УАЗ на планируемый период (месяц)

| Наименование                      | Расчетное количество требуемых ЗЧ, шт. | Наличие на складе, шт. | Сумма с учетом наличия на складе, руб. | Сумма закупки с учетом необходимости хранения, руб. |
|-----------------------------------|--|------------------------|--|---|
| Радиатор охлаждения               | 1                                      | 1                      | 0                                      | 15900   |
| Датчик давления                   | 2                                      | 1                      | 740                                    | 740   |
| Датчик положения коленчатого вала | 2                                      | 1                      | 3810                                   | 3810  |
| Генератор                         | 2                                      | 1                      | 9930                                   | 9930  |
| Дифференциал                      | 1                                      | 0                      | 8000                                   | 0 (не хранить)                                      |
| Амортизатор                       | 4                                      | 0                      | 7600                                   | 0 (не хранить)                                      |
| Тормозные колодки                 | 4                                      | 0                      | 4660                                   | 0 (не хранить)                                      |
| Всего                             | 16                                     | 4                      | 34740                                  | 30380   |

Таблица 2 – Количество и номенклатура приобретаемых ЗЧ для автомобилей КамАЗ на планируемый период (месяц)

| Наименование             | Расчетное количество требуемых ЗЧ | Наличие на складе | Сумма с учетом наличия на складе, руб. | Сумма закупки с учетом необходимости хранения |
|--------------------------|-----------------------------------|-------------------|--|---|
| Пневмоамортизатор кабины | 2                                 | 0                 | 13400                                  | 0 (не хранить)                                |
| Раздаточная коробка      | 1                                 | 0                 | 155000                                 | 0 (не хранить)                                |
| Всего                    | 3                                 | 0                 | 168400                                 | 0 (не хранить)                                |

Сумма приобретения с учетом необходимости хранения ЗЧ для автомобилей УАЗ – 30380 руб. Резерв денежных средств на тот же период составит – 4360 руб. Это касается ЗЧ, которые хранить нет необходимости.

Сумма приобретения с учетом необходимости хранения ЗЧ для автомобилей КамАЗ – 0 руб. Поскольку хранить данную номенклатуру нет необходимости. Сумма с учетом наличия ЗЧ на складе – 168400 руб.

#### Список использованных источников

1. Варнаков, В.В. Теоретические основы оптимизации управления поставок запасных частей при техническом сервисе / В.В. Варнаков, М.Е. Дежаткин, П.А. Турайкин // Сборник трудов международной научно-технической конференции «Автоматизация: проблемы и решения». – Тула: ТГУ, 2008. – С. 119-121.

2. Волков, А.В. Формирование стратегии управления запасами в логистических системах с использованием методов прогнозирования / дисс. канд. экон. наук: 08.00.05 / Волков Александр Валерьевич – Санкт-Петербург, 2003. – 145 с.

3. Высоцкий, М.С. Обеспечение надежности автомобилей МАЗ в эксплуатации / М.С. Высоцкий, А.Е. Гальбург, Л.Х. Гилелес, Е.С. Кузнецов // М.: Транспорт, 1977. – 183 с.

4. Гамазин, И.В. Управление сетью автомобильных дилерских предприятий: автореф. дис. канд. экон. наук: 08.00.05 / Гамазин Илья Валерьевич. – Москва, 2007. – 16 с.

5. Горяева, И.А. Зависимость затрат на запасные части от возраста подвижного состава автомобильного транспорта / И.А. Горяева, Е.Н. Горяева // Вестник ЮУрГУ. – 2012. – №44. – С. 185–186.

## References

1. Varnakov, V.V. Theoretical foundations of optimizing the management of spare parts in technical service / V.V. Varnakov, M.E. Dezhatkin, P.A. Turaykin // Proceedings of the international scientific and technical conference "Automation: problems and solutions". - Tula: TSU, 2008. – pp. 119-121.
2. Volkov, A.V. Formation of a strategy for inventory management in logistics systems using forecasting methods / dissertation of the Candidate of Economic Sciences: 08.00.05 / Volkov Alexander Valeryevich – St. Petersburg, 2003. – 145 p.
3. Vysotsky, M.S. Ensuring the reliability of MAZ cars in operation / M.S. Vysotsky, A.E. Galburt, L.H. Gileles, E.S. Kuznetsov // M.: Transport, 1977. – 183 p.
4. Gamazin, I.V. Management of the network of automobile dealer enterprises: abstract of the dissertation of the Candidate of Economic Sciences: 08.00.05 / Gamazin Ilya Valeryevich. – Moscow, 2007. – 16 p.
5. Goryaeva, I.A. Dependence of the cost of spare parts on the age of the rolling stock of motor transport / I.A. Goryaeva, E.N. Goryaeva // Bulletin of SUSU. – 2012. – No.44. – pp. 185-186.

## IMPROVING THE EFFICIENCY OF TRANSPORT ENTERPRISES BY IMPROVING THE METHODOLOGY FOR PLANNING THE NEED FOR SPARE PARTS

Efanov D. E.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Orenburg State University, Orenburg

Annotation. The article examines the work of transport enterprises based on improving the methodology for planning the need for spare parts and its impact on efficiency. This technique was developed according to the data obtained from observations at the enterprises of UTT and ST Gazprom Dobycha Orenburg. The object of the study is cars of the following brands: UAZ and KAMAZ. Experimental studies have been conducted, based on the data of which the dependences of the number of spare parts on the delivery time, the cost of spare parts and the probability of failures have been obtained. The results of the required number of purchased spare parts for the cars in question for a certain period have also been obtained.

Keywords: transport company, demand planning methodology, efficiency, spare parts, motor vehicle.

## **ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИМ ТРАНСПОРТОМ В ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ**

**Жесткова С.А., Котов В.В., Баталина Е.А.**

Пензенский государственный университет архитектуры и строительства,  
г. Пенза

Оренбургский государственный университет г. Оренбург

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс разработки современного подхода к управлению пассажирским транспортом в условиях городской агломерации. Основной акцент сделан на внедрении цифровых технологий, что позволяет существенно улучшить эффективность транспортных систем и повысить качество обслуживания пассажиров.

Ключевые слова: пассажирский транспорт, транспортная карта, система GPS/ГЛОНАСС, видеонаблюдение, безопасность.

С развитием технологий стало возможным создание более точных моделей движения транспорта и оперативное реагирование на возникающие проблемы в пассажирских перевозках. Всё это решают цифровые системы используемые для оптимизации работы транспортной компании.

Цифровые системы, для управления пассажирским транспортом в России, начали формироваться в конце XX века, когда стремительное развитие технологий стало катализатором изменений в транспортной инфраструктуре. Первые попытки внедрения автоматизированных систем управления наблюдались в крупных мегаполисах, таких как Москва и Санкт-Петербург, где значительные потоки пассажиров требовали эффективных моделей решения задач распределения.

С внедрением GPS и мобильных технологий появилась возможность отслеживать маршруты транспорта в реальном времени, что значительно повысило удобство и скорость передвижения. Проектирование цифровых систем стало неотъемлемой частью городской политики, направленной на оптимизацию общественного транспорта. Начали разрабатываться интегрированные платформы, позволяющие согласовывать расписания различных видов транспорта.

К началу 2010-х годов в России активизировались инвестиции в цифровизацию транспортных систем. Внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) стало основным приоритетом, обеспечивая не только эффективность, но и безопасность движения. В результате увеличилась доступность информации для пассажиров, а уровень комфорта существенно возрос, создавая новые стандарты для городской мобильности.

Огромное влияние на цифровую революцию в транспортной отрасли оказала и утвержденная Правительством РФ долгосрочная Стратегия развития транспортной отрасли России (до 2030 года с прогнозом на период до 2035



года), которая предполагает активное внедрение цифровых технологий в транспортную отрасль и основана на решении комплекса острых вопросов, стоящих перед отраслью в начале 2020-х годов:

- высокая аварийность вследствие человеческого фактора;
- низкая эффективность процесса перевозок традиционными видами транспорта;
- низкая мобильность населения;
- большой процент незаконных перевозок и оплаты проезда наличными
- отсутствие возможности оперативного управления транспортным комплексом из единого центра в зависимости от ситуации;
- низкая информированность и скоординированность действий федеральных, региональных и местных органов власти, субъектов транспортной деятельности по вопросам обеспечения безопасности на транспорте (включая транспортную безопасность, кибербезопасность);
- отсутствие возможности мониторинга состояния объектов транспортной инфраструктуры на всех этапах жизненного цикла.

Создание цифровой системы управления пассажирским транспортом в городской агломерации направлено на формирование бесшовных транспортных систем на базе логистических принципов. Бесшовные транспортные системы предполагают оказание услуг высокого качества в смешенных поездках, где минимизируется время ожидания транспорта на пересадку. Современные бесшовные маршруты формируются на базе единой цифровой платформы. И представляет собой комплексную систему, которая позволяет управлять всеми процессами связанными с перевозкой.

Предоставление приоритета городскому общественному транспорту на светофорных объектах является важной формой повышения привлекательности. Множество различных вариантов обеспечения такого приоритета на регулируемых перекрестках можно разделить на системы пассивного и активного приоритета. Такая классификация зависит главным образом от использования системы позиционирования общественного транспорта. Решение не только способствует снижению времени в пути для пассажиров общественного транспорта, но и уменьшает автомобильные пробки, что, в свою очередь, положительно сказывается на экологической ситуации в городе. Использование датчиков и интеллектуальных систем управления движением может существенно повысить эффективность работы транспортной инфраструктуры. Внедрение таких приоритетных систем требует комплексного подхода, включающего анализ текущих транспортных потоков, оптимизацию работы светофоров и применение современных технологий.

Комфортность и информативность являются важным аспектом в передвижении населения общественным транспортом. За счет использования современных технологий можно использовать инновационные модели, ранее не применяемые на транспорте. Они позволяют пассажирам получать необходимую информацию о маршрутах, остановках, расписании и др.

В 21 веке идет обширная цифровизация, и предприятиям ориентированным на предоставление услуг потребителю, необходимы

мобильные приложения на базе Android и IOS. Мобильное приложение позволяет значительно сократить время поиска и получения информации пассажирами.

Цифровизация является важным шагом улучшения качества обслуживания пассажиров, а так же к повышению эффективности и безопасности перевозок. Автоматизация позволяет быстрее и точнее обрабатывать заказы на перевозки, что помогает снижать время на некоторые процессы в работе пассажирского транспорта.

Оплата единой транспортной картой в общественном транспорте представляет собой значительное преимущество для жителей и гостей города. Такая система существенно упрощает процесс расчетов, нет нужды иметь при себе наличные деньги. Пассажир может просто прикоснуться картой (рисунок 1) к терминалу, что экономит время в ожидании на остановках. Данные терминалы прикрепляются к поручням по количеству дверей.

Единая транспортная карта обеспечивает прозрачность и безопасность финансовых операций. Все транзакции фиксируются, на головном терминале у водителя, что позволяет отслеживать и контролировать оплату проезда. Благодаря этому также снижается риск мошенничества, которое нередко встречается при использовании наличных денег.

Многие города внедряют систему скидок и льгот для владельцев транспортных карт, что делает поездки более доступными. Это особенно актуально для студентов, пенсионеров и людей с ограниченными возможностями.



Рисунок 1 - Возможный интерфейс приложения для транспортной карты на общественном транспорте

Отслеживание общественного транспорта по системе GPS/ГЛОНАСС на карте (рисунок 2) во время его работы на маршруте представляет собой важный

шаг в оптимизации транспортных потоков и повышении уровня обслуживания пассажиров. Преимущества данного подхода очевидны: повышение безопасности, возможность быстрого реагирования на изменения в движении и комфорт для пользователей, которые могут в реальном времени отслеживать местонахождение своего транспорта.

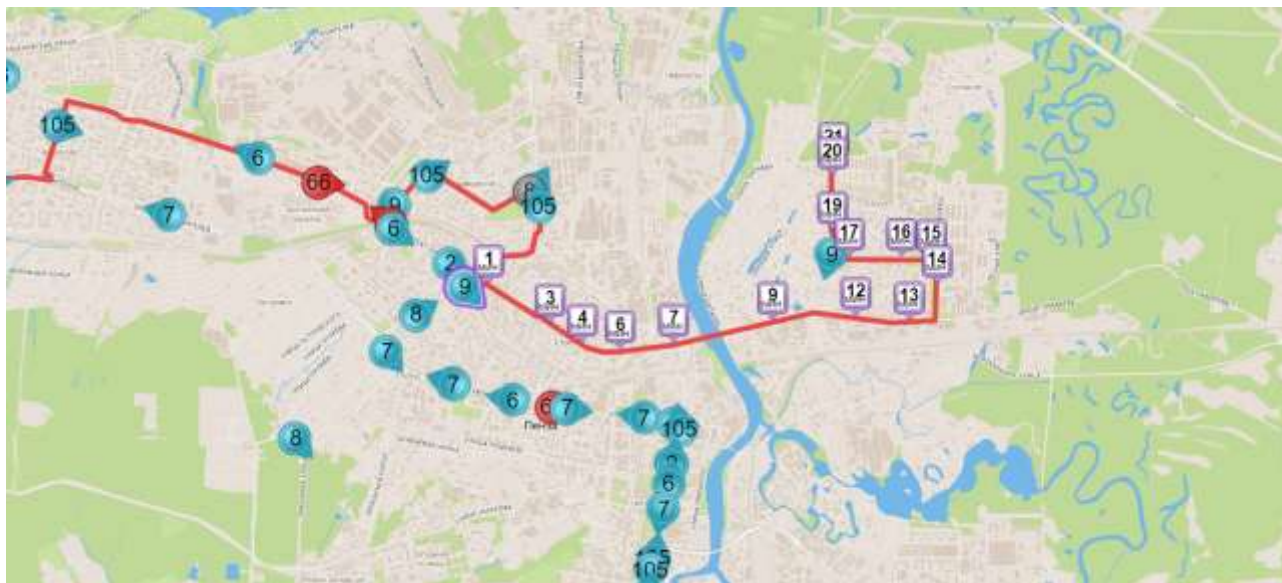


Рисунок 2 - Отслеживание общественного транспорта г. Пенза на карте в реальном времени

Владельцы автопарка, не использующие системы спутникового мониторинга, зачастую сталкиваются с проблемами эксплуатации транспорта водителями в личных целях. Например, сход с линии машин приведет к не выполнению перевозчиком контракта по регулярным перевозкам, что понесет убытки предприятию. Контролировать вручную такие моменты не представляется возможным, поэтому программы мониторинга автотранспорта являются действенным и необходимым инструментом для каждого владельца автопарка, позволяя сократить расходы.

Однако, наряду с положительными аспектами, существуют и недостатки. Одним из них является зависимость от технических средств. В случае сбоя в системе GPS/ГЛОНАСС, точность определения местоположения может существенно снизиться. Кроме того, необходимы значительные инвестиции в оборудование и программное обеспечение, что может стать препятствием для малых городов. Важно находить баланс между инновациями и заботой о правах граждан, чтобы система GPS/ГЛОНАСС служила на благо общества.

В последние годы видеонаблюдение на троллейбусах и автобусах становится неотъемлемой частью системы безопасности на общественном транспорте. Современные технологии позволяют не только фиксировать события, происходящие на борту, но и эффективно отслеживать пассажиропоток. Установка видеокамер обеспечивает высокий уровень безопасности как для пассажиров, так и для водителей, позволяя предотвратить правонарушения и оперативно реагировать на нештатные ситуации.

Данные, полученные с помощью систем видеонаблюдения, играют важную роль в анализе загруженности маршрутов и разборе ситуаций произошедших при работе транспорта. Таким образом, интеграция видеонаблюдения в общественный транспорт является важным шагом к созданию более безопасной и эффективной транспортной системы, способствующей улучшению качества жизни горожан и увеличению доверия к общественным перевозкам.

Для внедрения цифровых систем нужно учитывать множество факторов, таких как технические возможности, экономические показатели, а также потребности и ожидания пассажиров. Отмечу что важно обеспечить безопасность и надежность работы систем, чтобы они не создавали риски в работе общественного городского транспорта.

#### Список использованных источников

1. Савченко А.Н., Ужегов А.О., Данилов А.Р. «Умный транспорт» для жителей мегаполиса: возможности использования цифровых технологий // Управление в современных системах. 2021. № 2 (30). С. 56-65.

2. Распоряжение Минтранса России от 21.03.2022 N АК-74-р Об утверждении Методических рекомендаций по разработке заявок (включая локальные проекты по созданию и модернизации интеллектуальных транспортных систем) субъектов Российской Федерации на получение иных межбюджетных трансфертов из федерального бюджета бюджетам субъектов Российской Федерации в целях реализации мероприятия Внедрение интеллектуальных транспортных систем, предусматривающих автоматизацию процессов управления дорожным движением в городских агломерациях, включающих города с населением свыше 300 тысяч человек в рамках федерального проекта Общие системные меры развития дорожного хозяйства государственной программы Российской Федерации Развитие транспортной системы. [Электронный ресурс].- URL: //sudact.ru/law/rasporiazhenie-mintransa-rossii-ot-21032022-n-ak-74-r/metodicheskie-rekomendatsii-po-razrabotke-zaiavok/prilozhenie-n-3/. – (дата обращения 10.10.2024).

3. Приказ Министерства транспорта РФ от 30 декабря 2021 г. № 482 "Об утверждении методических рекомендаций по оптимизации систем транспортного обслуживания городских агломераций, а также внедрению цифровых технологий оплаты проезда и мониторинга транспортного обслуживания населения" [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403423478/#review> – (дата обращения 10.10.2024).

4. Министерство цифрового развития, транспорта и связи Пензенской области [Электронный ресурс]. – URL: <https://ui.pnzreg.ru/all/sostoyanie-i-razvitie-transporta-penzenskoj-oblasti/>. – (дата обращения: 08.10.2024).

#### List of sources used

1. Savchenko A.N., Uzhegov A.O., Danilov A.R. "Smart transport" for residents of a megalopolis: the possibilities of using digital technologies // Management in modern systems. 2021. No. 2 (30). pp. 56-65.

2. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation dated 03/21/2022 N AK-74-r On Approval of Methodological Recommendations for the Development of Applications (including Local Projects for the Creation and Modernization of intelligent Transport systems) of the subjects of the Russian Federation for Receiving Other Inter-budgetary Transfers from the Federal Budget to the budgets of the subjects of the Russian Federation in order to implement the implementation of intelligent transport systems providing automation of traffic management processes in urban agglomerations, including cities with a population of over 300 thousand people within the framework of the federal project System-wide measures for the development of road facilities of the state program of the Russian Federation Development of the transport system. [electronic resource].- URL: [//sudact.ru/law/rasporiazhenie-mintransa-rossii-ot-21032022-n-ak-74-r/metodicheskie-rekomendatsii-po-razrabotke-zaiavok/prilozhenie-n-3/](https://sudact.ru/law/rasporiazhenie-mintransa-rossii-ot-21032022-n-ak-74-r/metodicheskie-rekomendatsii-po-razrabotke-zaiavok/prilozhenie-n-3/) . – (accessed 10.10.2024).

3. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation No. 482 dated December 30, 2021 "On approval of methodological recommendations for optimizing transport service systems for urban agglomerations, as well as the introduction of digital technologies for paying for travel and monitoring public transport services" [Electronic resource]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/403423478/#review> – (accessed 10.10.2024).

4. Ministry of Digital Development, Transport and Communications of the Penza region [Electronic resource]. – URL: <https://ui.pnzreg.ru/all/sostoyanie-i-razvitie-transporta-penzenskoy-oblasti/> . – (date of access: 08.10.2024).

#### DIGITAL PASSENGER TRANSPORT MANAGEMENT SYSTEMS IN URBAN AGGLOMERATION

Zhestkova S.A., Kotov V.V., Batalina E.A.  
Penza State University of Architecture and Construction, Penza  
Orenburg State University, Orenburg

**Abstract.** This article discusses the process of developing a modern approach to passenger transport management in an urban agglomeration. The main focus is on the introduction of digital technologies, which can significantly improve the efficiency of transport systems and improve the quality of passenger service.

**Keywords:** passenger transport, transport map, GPS/GLONASS system, video surveillance, security

## **ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТИХИЙНОЙ ПАРКОВКИ НА СНИЖЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКОВ УДС Г.О. САМАРА**

**Идиятуллина К.Р., Батищева О.М.**

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», г. Самара

**Аннотация.** Стихийная парковка является серьезной проблемой, оказывающей значительное влияние на пропускную способность дорог. Наличие машин на проезжей части или в зоне, предназначенной для движения, приводит к снижению средней скорости транспортного потока и повышению уровня аварийности. В статье на примере участка улично-дорожной сети рассматриваются аспекты этой проблемы. По результатам наблюдений и обработки данных показана необходимость организации парковочной зоны. Предложен вариант решения, действенность которого аргументирована с использованием имитационного моделирования.

**Ключевые слова:** интенсивность, моделирование, парковка, пропускная способность, средняя скорость, транспортные потоки.

Городская дорожная сеть часто сталкивается с проблемами, связанными с организацией движения и парковки. Одной из распространенных проблем является стихийная парковка, негативно влияющая на пропускную способность дорог. Стихийная парковка характеризуется неконтролируемыми и внеплановыми остановками автомобилей. Очевидно, что наличие машин на проезжей части или в зоне, предназначенной для движения, приводит к уменьшению доступного пространства для других транспортных средств. В результате снижается средняя скорость транспортного потока, повышается уровень аварийности, а также растет степень загрязнения окружающей среды.

Основной причиной такой ситуации является недостаток официальных парковочных мест.

Для исследования взят участок улицы Нагорная г.о. Самара, по которому была собрана статистическая информация и после её обработки выполнена визуализация данных – построена эпюра скоростей (рисунок 1).

Анализ данных показал, что резкое снижение скорости происходит на участке 8-9 – от ул. Краснодонская до пр. Кирова. Причиной этого являются, прежде всего, припаркованные вдоль проезжей части автомобили.

В целях разработки обоснованных рекомендаций по организации дорожного движения и обустройству парковочных зон выполнен анализ интенсивности транспортных потоков (на рисунке 2 приведена картограмма интенсивности наиболее загруженного пересечения), дана оценка пропускной способности участков улично-дорожной сети (УДС), рассмотрена статистика по дорожно-транспортным происшествиям (ДТП). Апробация предложенных решений выполнена в среде имитационного моделирования.

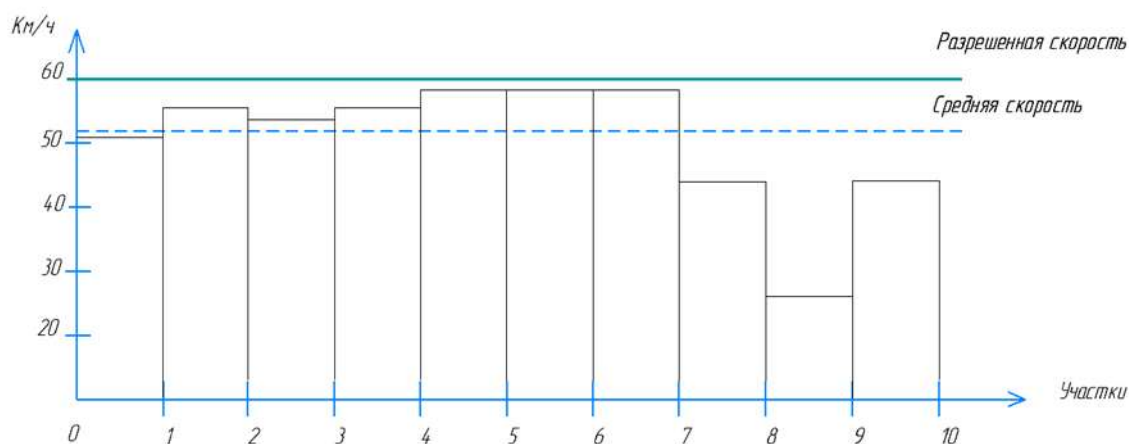


Рисунок 1 – Эпюра скоростей на участке УДС ул. Нагорная от ул. Ново-Вокзальная до ул. Минская:

0-1: ул. Ново-Вокзальная – пер. Гвардейский; 1-2: пер. Гвардейский – пер. Роторный; 2-3: пер. Роторный – ул. Калинина; 3-4: ул. Калинина – ул. Воронежская; 4-5: ул. Воронежская – ул. Красносельская; 5-6: ул. Красносельская – ул. Путиловская; 6-7: ул. Путиловская – ул. Моршанская; 7-8: ул. Моршанская – ул. Краснодонская; 8-9: ул. Краснодонская – пр. Кирова; 9-10: пр. Кирова – ул. Минская

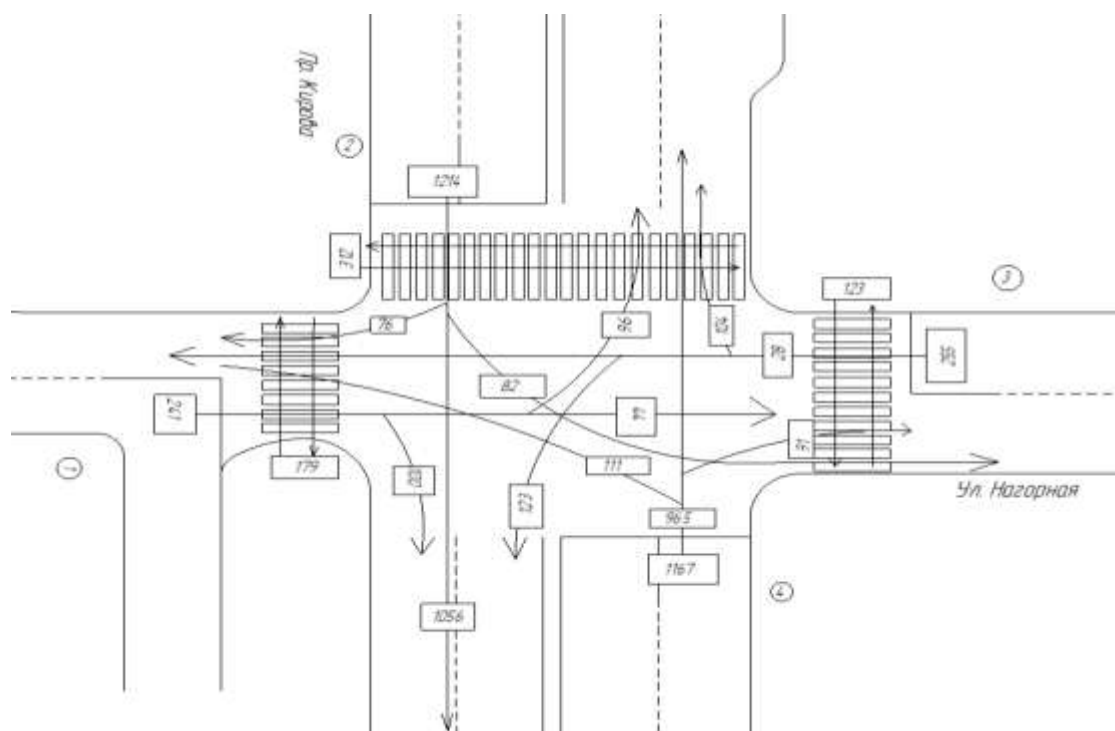


Рисунок 2 – Картограмма интенсивности транспортных и пешеходных потоков в приведенных единицах в период «пик» на пересечении ул. Нагорная и пр. Кирова

Степень использования пропускной способности улицы характеризуется отношением интенсивности потока ( $N_{\text{сущ.}}$ ) к пропускной способности проезжей

части ( $N_m$ ) [1]. Это отношение – уровень загрузки проезжей части движением – определяется интервалом значений [0; 1].

С учетом характеристик проезжей части расчетные значения уровня загрузки анализируемого пересечения  $Z > 0,8$ , что соответствует предельному насыщению потока, способствует неустойчивому движению и образованию заторов. [1]

Таким образом, пропускная способность данного участка исчерпана.

Анализ сложности пересечений ул. Нагорная с ул. Краснодонской и пр. Кирова методом конфликтных точек показал, что первое пересечение является сложным (112 конфликтных точек), а второе – очень сложным (230 конфликтных точек).

Статистика ДТП за последние пять лет свидетельствует, что происшествия разной степени тяжести (в том числе с погибшими) сконцентрированы именно на этих участках УДС. В числе причин ДТП отмечается «Нарушение правил расположения транспортных средств на проезжей части». [3]

В качестве рекомендаций по решению проблем предлагается организовать парковочную зону по ул. Нагорная между анализируемыми пересечениями. Для апробации этого решения использован программный комплекс имитационного моделирования PTV Vissim<sup>®</sup>. В нем созданы модели, отражающие существующую ситуацию и проектное решение. Модель для разработанной схемы движения транспортных средств представлена на рисунке 3.

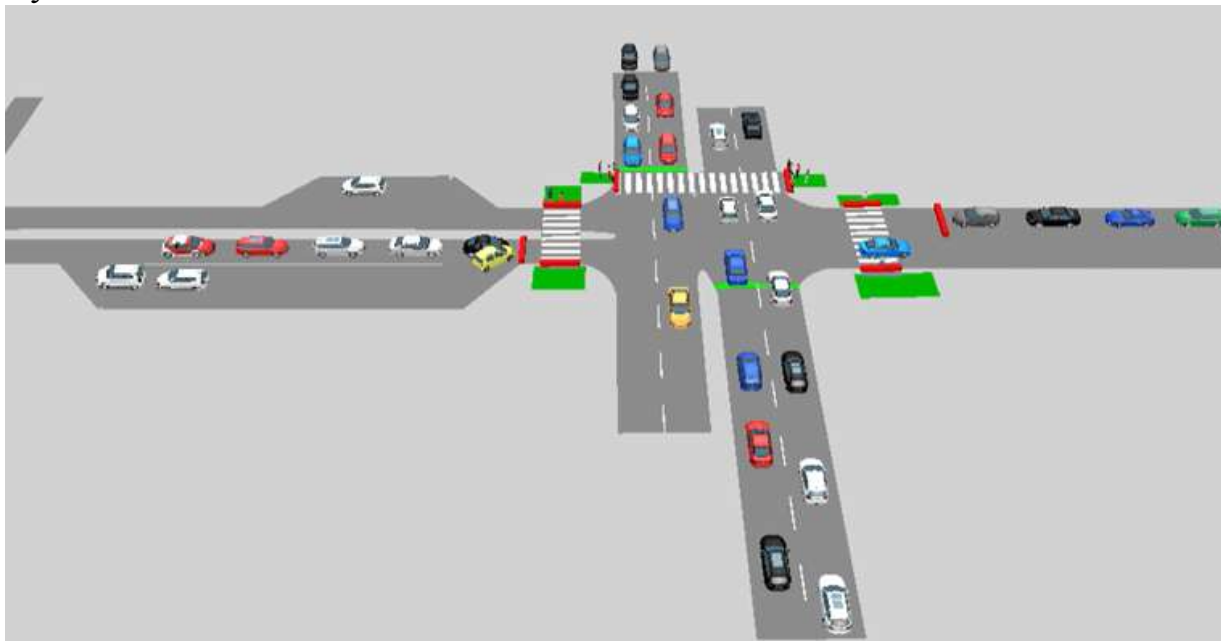


Рисунок 3 – Модель для разработанной схемы движения с организованными парковочными зонами

В моделях использованы данные, структурированные по результатам наблюдений: об интенсивности входящих транспортных и пешеходных потоков, о составе транспортного потока, о существующей программе



светофорного регулирования. Движение транспортных средств организовано по правилам ПДД с учетом всех конфликтных точек на участках.

Выполненная визуализация модели существующей схемы ОДД продемонстрировала образование заторовой ситуации из-за припаркованных на проезжей части автомобилей.

Визуализация модели по разработанной схеме свидетельствовала о существенном улучшении транспортной ситуации.

Результаты исследования показали, что стихийная парковка значительно снижает пропускную способность дорог:

- стихийные парковки уменьшают ширину дорог, приводя к затруднению движения;
- в зонах стихийной парковки из-за ограниченной видимости и резких манёвров увеличивается число ДТП;
- скорости сообщения транспорта на участках с нерегулируемой парковкой резко снижаются.

Для уменьшения влияния стихийной парковки на пропускную способность необходимы комплексные меры:

- создание дополнительных парковочных мест, что позволит снять нагрузку с улиц;
- создание организованных парковочных зон с четкой разметкой;
- введение строгих мер по контролю за парковкой;
- введение ограничений на парковку в определенных зонах;
- информирование водителей о наличии альтернативных парковочных мест.

Только при таком подходе можно ожидать улучшения ситуации на дорогах и повышения качества жизни в городах

#### Список использованных источников

1 Булавина, Л.В. Расчет пропускной способности магистралей и узлов: Учебное электронное пособие / Л.В. Булавина - ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, 2009. – 44 с.

2 Клиновштейн, Г.И. Организация дорожного движения: Учеб. для вузов. / Г.И. Клиновштейн, М.Б. Афанасьев. – М: Транспорт, 2001. – 247 с.

3 Карта ДТП // [Электронный ресурс] <https://dtp-stat.ru> (Дата обращения 15.09.2024)

#### List of sources used

1 Bulavina, L.V. Calculation of the capacity of highways and nodes: An electronic textbook / L.V. Bulavina - GO VPO UGTU–UPI, 2009. – 44 p.

2 Klinkovshtein, G.I. Organization of traffic: Studies for universities. / G.I. Klinkovshtein, M.B. Afanasyev. – M: Transport, 2001. – 247 p.

3 Accident map // [Electronic resource] <https://dtp-stat.ru> (Accessed 09/15/2024)

## ASSESSMENT OF THE IMPACT OF SPONTANEOUS PARKING ON THE CAPACITY OF ROAD NETWORK SECTIONS OF SAMARA DISTRICT

Idiyatullina K.R., Batishcheva O.M.  
Samara State Technical University, Samara

Abstract. Spontaneous parking is a serious issue that has a significant impact on road capacity. Vehicles parked along the roadway or in areas designated for traffic flow lead to a decreased average traffic speed and increased accident rates. This article examines aspects of this issue through a case study of an urban road network segment. Observational data and analyses highlight the need for establishing designated parking zones. A solution is proposed, with its effectiveness demonstrated through simulation modelling.

Keywords: traffic intensity, modelling, parking, road capacity, average speed, traffic flow

УДК 658.5:656.132

## АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ МЕНЕДЖМЕНТА В МКП «ОРЕНБУРГСКИЕ ПАССАЖИРСКИЕ ПЕРЕВОЗКИ»

Ишмухаметов Р.М.<sup>1</sup>, Архирейский А.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

<sup>2</sup>Оренбургский институт путей сообщения – филиал ФГБОУ ВО "Приволжский государственный университет путей сообщения", г. Оренбург

Аннотация. Создание интегрированных систем менеджмента для компании, занимающейся пассажирскими перевозками в Оренбурге, имеет высокую актуальность, так как такие системы позволяют объединить управление качеством, экологией, безопасностью и другими аспектами в единую структуру. В условиях современных требований к транспорту, постоянного повышения уровня обслуживания и соблюдения стандартов безопасности, интегрированные системы менеджмента помогают компании более эффективно достигать стратегических целей, улучшать операционные процессы и повышать удовлетворённость пассажиров.

Ключевые слова: Интегрированная система менеджмента, пассажирские перевозки, безопасность, экологическая ответственность, управление качеством, экономическая эффективность, устойчивое развитие.

В современной ситуации вопрос внедрения интегрированных систем менеджмента (ИСМ) становится как никогда актуальным для организаций, сталкивающихся с серьезной конкуренцией со стороны организаций, подтвердивших сертификатами свои преимущества в области управления

качеством, безопасностью труда и экологического менеджмента. Транспортные предприятия, особенно те, которые занимаются перевозкой людей, подвержены высокому уровню требований со стороны законодательства, общества и самих пассажиров. В этом контексте внедрение ИСМ помогает объединить разные аспекты управления, что позволяет улучшить координацию между подразделениями, обеспечивая эффективность и высокое качество предоставляемых транспортных услуг [1, 2].

Одним из ключевых аспектов актуальности создания ИСМ для МКП «Оренбургские пассажирские перевозки» [3] является необходимость повышения безопасности и надежности перевозок. Поскольку безопасность пассажиров находится в центре деятельности любого транспортного предприятия, важно, чтобы на всех уровнях управления соблюдались стандарты и нормы, способствующие минимизации рисков и предотвращению аварийных ситуаций. Интеграция систем безопасности и контроля качества через ИСМ позволяет более последовательно и полноценно реализовывать соответствующие меры на практике [2, 4].

Также, внедрение ИСМ способствует улучшению экономической эффективности предприятия. Системный подход к управлению процессами помогает минимизировать затраты на эксплуатацию и обслуживание транспортных средств, оптимизировать маршруты и использовать ресурсы более рационально. В современных условиях, когда цена на топливо, запчасти и услуги по обслуживанию транспорта постоянно возрастает, подобные меры могут существенно снизить затраты и повысить устойчивость предприятия.

Для предприятия общественного транспорта, которое напрямую взаимодействует с жителями города, важным аспектом является также повышение экологической и социальной ответственности. Система экологического менеджмента, интегрированная в общую структуру ИСМ, позволяет более эффективно управлять воздействием на окружающую среду, что особенно актуально в условиях города, где проблема загрязнения воздуха становится все более острой [5]. Реализуя принципы устойчивого развития, предприятие не только способствует улучшению экологической ситуации, но и укрепляет свой имидж, повышая лояльность пассажиров и общественности.

Таким образом, создание и внедрение интегрированной системы менеджмента на МКП «Оренбургские пассажирские перевозки» позволит улучшить координацию управленческих процессов, повысить качество услуг, снизить расходы и усилить социальную и экологическую ответственность. Это обеспечит предприятию более устойчивое положение на рынке и позволит ему эффективно развиваться в долгосрочной перспективе [6, 7].

ИСМ, сертифицированная на соответствие международным стандартам ГОСТ Р ИСО 9001-2015, ГОСТ Р ИСО 14001-2016, ГОСТ Р ИСО 45001-2020 и объединяющая в единое целое различные сферы деятельности предприятий станет мощным инструментом поддержки принятия решений и оптимального управления МКП «Оренбургские пассажирские перевозки» в современных условиях, который поможет привлечь потребителей к своим услугам, привлечь инвесторов, желающих предоставить необходимый капитал для

финансирования деятельности, обеспечить выполнение требований в области экологии и охраны труда.

#### Список использованных источников

1. Белая, М. Н. Интегрированная система менеджмента: разработка, внедрение и сертификация / М. Н. Белая. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 336 с. — ISBN 978-5-507-48764-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/362918> (дата обращения: 09.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бодриков, А. В. Формирование актуальной интегрированной системы менеджмента: интеграция системы менеджмента качества и системы менеджмента бережливого производства / А. В. Бодриков // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Экономика и право. — 2023. — № 2. — С. 11-21. — DOI 10.37882/2223-2974.2023.02.07. — EDN OWOOYO.

3. Официальный сайт МКП «Оренбургские пассажирские перевозки». Доступ к информации о деятельности и стратегии предприятия: <https://vk.com/away.php?utf=1&to=https%3A%2F%2Forenburg.ru%2Fabout%2Fsuborg%2F682%2F>.

4. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 Системы менеджмента качества. Требования // Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200124394> (дата обращения: 10.11.2024). — 2020.

5. ГОСТ Р ИСО 14001-2016. Системы экологического менеджмента. Требования и руководство по применению. //Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200134681> (дата обращения: 10.11.2024). — 2020.

6. ГОСТ Р ИСО 45001-2020 Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Требования и руководство по применению //Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/1200175068> (дата обращения: 10.11.2024). — 2020.

7. Управление качеством на автомобильном транспорте: практикум : учебное пособие / авторы-составители В. С. Мякишев, А. И. Шаталов. — Ставрополь : СКФУ, 2018. — 115 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/307124> (дата обращения: 09.11.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

#### References

1. Belaya, M. N. Integrated management system: development, implementation and certification / M. N. Belaya. - 2nd ed., reprinted. - St. Petersburg: Lan, 2024. - 336 p. - ISBN 978-5-507-48764-6. - Text: electronic // Lan: electronic library system. - URL: <https://e.lanbook.com/book/362918> (accessed: 09.11.2024). - Access mode: for authorized users.

2. Bodrikov, A. V. Formation of an up-to-date integrated management system: integration of a quality management system and a lean manufacturing management system / A. V. Bodrikov // Modern science: current problems of theory and practice.

Series: Economics and Law. - 2023. - No. 2. - P. 11-21. – DOI 10.37882/2223-2974.2023.02.07. – EDN OWOYO.

3. Official website of the Municipal Unitary Enterprise "Orenburg Passenger Transportation". Access to information about the activities and strategy of the enterprise: <https://vk.com/away.php?utf=1&to=https%3A%2F%2Forenburg.ru%2Fabout%2Fsuborg%2F682%2F>.

4. GOST R ISO 9001-2015 Quality management systems. Requirements // Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200124394> (date of access: 11/10/2024). – 2020.

5. GOST R ISO 14001-2016. Environmental management systems. Requirements and guidance for use. //Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200134681> (date of access: 11/10/2024). – 2020.

6. GOST R ISO 45001-2020 Occupational health and safety management systems. Requirements and guidance for use //Electronic resource]. – Access mode: <https://docs.cntd.ru/document/1200175068> (date of access: 11/10/2024). – 2020.

7. Quality management in road transport: workshop: textbook / authors-compilers V. S. Myakishev, A. I. Shatalov. - Stavropol: SKFU, 2018. - 115 p. - Text: electronic // Lan: electronic library system. — URL: <https://e.lanbook.com/book/307124> (date of access: 09.11.2024). — Access mode: for authorized users.

## RELEVANCE OF CREATING INTEGRATED MANAGEMENT SYSTEMS IN THE MUNICIPAL ENTERPRISE "ORENBURG PASSENGER TRANSPORTATION"

Ishmukhametov R.M., Arhirejskij A.A.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orenburg State University»

Orenburg Railway Engineering Institute - the Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Volga State Transport University

**Abstract.** The creation of integrated management systems for a company engaged in passenger transportation in Orenburg is highly relevant, since such systems allow combining quality, environmental, safety and other aspects management into a single structure. In the context of modern transport requirements, constant improvement of service levels and compliance with safety standards, integrated management systems help the company more effectively achieve strategic goals, improve operational processes and increase passenger satisfaction.

**Keywords:** Integrated management system, passenger transportation, safety, environmental responsibility, quality management, economic efficiency, sustainable development.

## **УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ**

**Карагодин В.И.<sup>1</sup>, Лещанов А.Н.<sup>2</sup>, Суворова П.С.<sup>3</sup>**

<sup>1,3</sup> Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), Москва, Россия

<sup>2</sup> ФГБУ «46 ЦНИИ» Минобороны России

Аннотация. При планировании эксплуатации парка наземных транспортных и транспортно-технологических средств необходимо обеспечить равномерный выход машин в техническое обслуживание и ремонт, чтобы оставшийся в работе парк машин мог справиться с поставленными перед ним задачами. Целью исследования является отыскание наилучшей динамики расходования ресурса машины путем изменения интенсивности эксплуатации машины в пределах установленных проектных, технических, организационных и экономических ограничений. Для этого использован аппарат дифференциального и вариационного исчисления, математического моделирования и математической статистики. В работе установлены диапазоны показателей расхода ресурса, которыми может оперировать начальник службы эксплуатации техники. Применение разработанного метода позволяет спрогнозировать интенсивность использования каждой машины, выбрать оптимальную траекторию расхода ресурса и добиться равномерности выхода техники в ремонт.

Ключевые слова: транспортно-технологические средства, эксплуатация, интенсивность, выход в ремонт, расход ресурса, коэффициент готовности.

Управление эксплуатацией транспортных и транспортно-технологических средств осуществляется начальником службы эксплуатации в процессе планирования использования техники и предусматривает разработку комплекса мероприятий по организации и обеспечению правильного использования машин в пределах годового фонда рабочего времени для выполнения поставленных задач. Определение интенсивности использования для каждой машины является ключевым моментом в планировании эксплуатации техники.

Объектом управления в данном случае является параметр (количественный показатель) интенсивности использования техники. Субъектом управления, то есть лицом, принимающим решения, является начальник службы эксплуатации. Управляющим воздействием является распределение начальником службы эксплуатации определенной наработки машин в рамках годового фонда рабочего времени.

Подготовка и выполнение управленческого решения зачастую осуществляется в условиях неопределенности множества информационных, организационно-технических, финансово-экономических, социальных и других факторов. Задача управления процессом эксплуатации техники в таких

условиях не имеет однозначного объективного решения, так как учет различных факторов ведет к множеству вариантов решения, зависящих от индивидуальной оценки начальника службы эксплуатации, его знаний, опыта деятельности, наличия необходимой информации. Подобные ситуации не редкость, и человек, принимающий решение, должен быть уверен в том, что его решение правильное. Данное обстоятельство приводит к необходимости поиска научно-обоснованных методов принятия решения.

Интенсивность эксплуатации машины представим как снижение по некоторой траектории максимального запаса ресурса  $M_{max}$ , заложенного заводом-изготовителем, с некоторой интенсивностью  $V$  в течение времени использования машины  $t$  под действием управляющих воздействий  $u(t)$ . При этом время начала использования машины  $t_0$  примем равным нулю, а момент времени  $t_1$ , когда машина будет нуждаться в ремонте или списании, равным 1.

Расчетное количество периодов  $T_{max}$ , в течение которых будет использоваться машина (рис. 1), выразим следующим образом:

$$T_{max} = \sum_{i=1}^n T_i = \frac{M_{max}}{N_g}, \quad (1)$$

где  $M_{max}$  – норма расхода ресурса (нормативная наработка) до планового ремонта или списания, мото-ч или маш.-ч;

$N_g$  – средняя наработка в течение периода, соизмеримая с продолжительностью выполнения машиной одной поставленной задачи и выбираемая исходя из требуемой точности расчетов (чем выше точность, тем меньше  $N_g$ ), мото-ч или маш.-ч.

Текущее значение запаса ресурса  $M_T$  при этом будет некоторым значением на траектории расхода ресурса (рисунок 1).

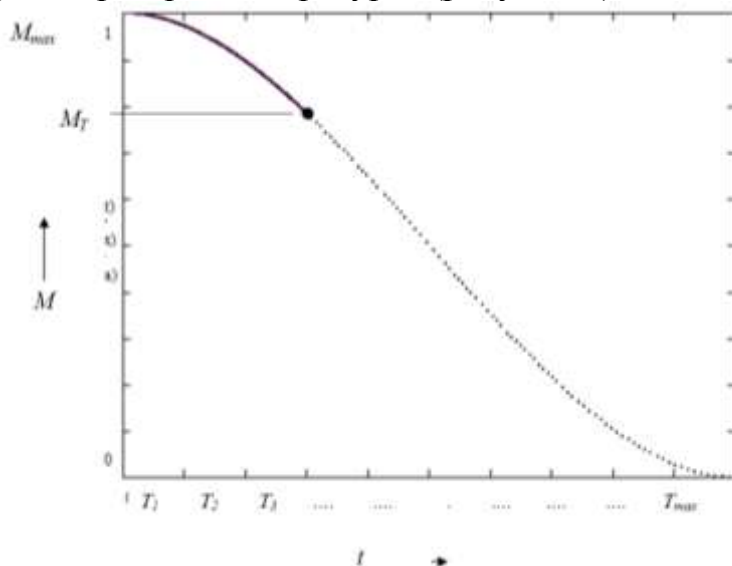


Рисунок 1 – Текущее значение запаса ресурса  $M_T$

Для различных типов и марок техники количество периодов эксплуатации будет различным. В процессе использования техники требуется увеличение или уменьшение расхода ресурса в течение периода эксплуатации по сравнению со средней его величиной, т.е. интенсивности эксплуатации

машины. В качестве показателя изменения интенсивности эксплуатации машины введем коэффициент интенсивности эксплуатации  $K_{II}$ , который можно представить в виде:

$$K_{II} = \frac{M}{N_g}, \quad (2)$$

где  $M$  – фактический расход ресурса техники в планируемом периоде эксплуатации, мото-ч или маш.-ч.

Коэффициент интенсивности эксплуатации  $K_{II}$  характеризует отклонение расхода ресурса в периоде эксплуатации от нормы его использования для конкретной машины. Расход ресурса машины выразим системой дифференциальных уравнений [1]:

$$\dot{M} = f(t, \bar{M}, u(t)), \quad (3)$$

где  $t$  – время;

$\bar{M}$  – вектор, описывающий фазовое состояние системы (расход ресурса  $M$  и интенсивность эксплуатации  $V$  техники);

$u(t)$  – функция управления.

Функция управления  $u(t)$  характеризует изменение ресурса машины в каждый период эксплуатации. Интенсивность эксплуатации техники определяется как производная от расхода ресурса и является векторной величиной (рисунок 2).

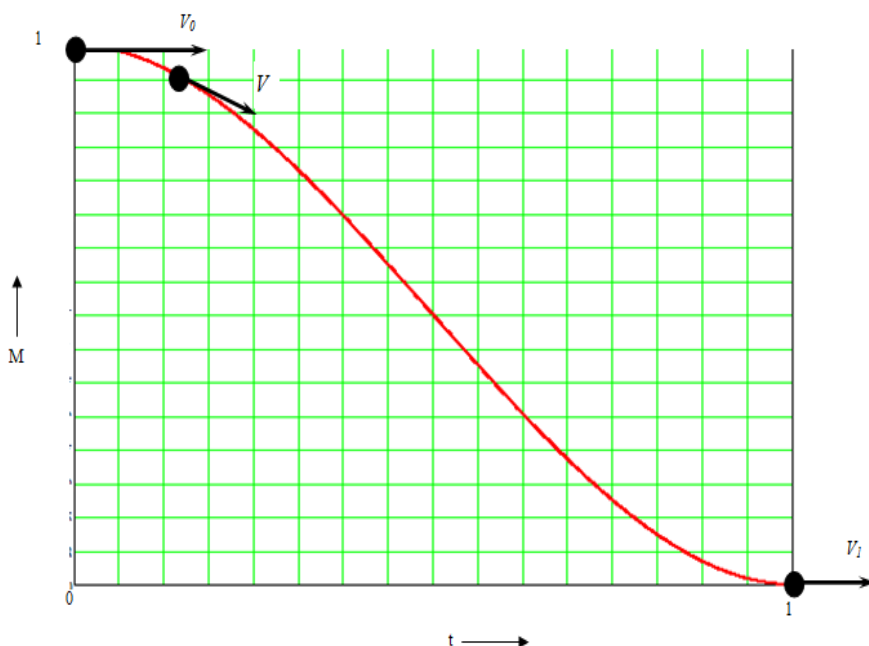


Рисунок 2 – Интенсивность эксплуатации техники

Целью управления является перемещение по наилучшей траектории объекта управления (запаса ресурса машины) из одного состояния в другое (за весь срок службы – из состояния максимального запаса ресурса, заложенного заводом-изготовителем, до состояния ремонта или списания) путем изменения интенсивности эксплуатации машины. В такой постановке задача управления имеет бесконечно много решений. Выбором принципа управления необходимо обеспечить экстремальное значение критерия, который представляет собой некий функционал. Управление  $u(t)$ , реализующее цель, при достижении



которой функционал достигает экстремума, есть оптимальное управление, а соответствующая траектория  $x(t)$  является оптимальной траекторией (экстремалью) [2].

Решение этой задачи возможно с использованием принципа максимума Понтрягина, который дает возможность определить единственную траекторию, оптимальную с точки зрения выбранного критерия. В [3] доказано, что

$$M = (V_1 + V_0 + 2)t^3 - (V_1 + 2V_0 + 3)t^2 + V_0t + 1, \quad (4)$$

где  $V_0$  – интенсивность эксплуатации техники в первый период;

$V_1$  – интенсивность эксплуатации техники в последний период.

Требуется найти такое допустимое управление  $u(t)$ , которое переводит машину из состояния максимального запаса ресурса  $M(t_0)=1$  в состояние, при котором она нуждается в ремонте или списании  $M(t_1)=0$ , причем соответствующий допустимый процесс управления доставляет минимум выбранному критерию управления [3,4]:

$$J(u) = \int_0^1 f^0(M, u(t))dt = \int_0^1 \delta^2 u^2(t)dt \rightarrow \min, \quad (5)$$

где  $\delta$  – коэффициент вариации вектор-функции управления  $u(t)$ .

Для решения данной задачи предлагается следующая методика расчета оптимальной траектории расхода ресурса техники. Предположим, что на момент начала планирования  $t_1$  текущее значение ресурса машины изменяется по какой-то траектории с известной начальной интенсивностью эксплуатации  $V_0$  (по паспорту машины). При этом имеет место текущее значение расхода ресурса  $M_1$ , интенсивность эксплуатации в последний период  $V_1$  неизвестна. На окончание планируемого периода эксплуатации  $t_2$  расход ресурса должен иметь значение  $M_2$  (рисунок 3).

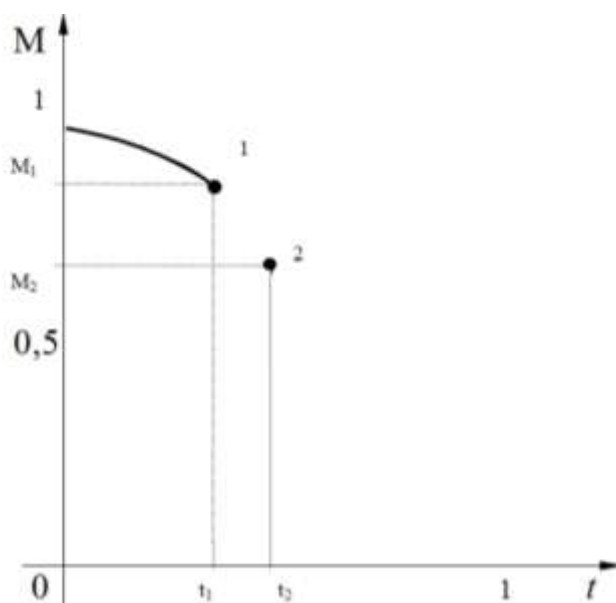


Рисунок 3 – Текущее значение ресурса техники

Необходимо найти такую траекторию расходования ресурса техники, которая бы удовлетворяла условию (5). Задача осложняется тем, что

неизвестно, в каком из периодов эксплуатации ( $T_i$ ) находится значение текущего ресурса техники в данный момент. Таким образом, задача сводится к поиску периода эксплуатации ( $t_1, t_2$ ) и значения интенсивности использования техники в последний период эксплуатации  $V_1$ . Для решения данной задачи необходимо составить систему 3-х уравнений с 3-мя неизвестными  $t_1, t_2, V_1$  [4]:

$$\begin{cases} t_2 - t_1 = \Delta t \\ (V_1 + V_0 + 2)t_1^3 - (V_1 + 2V_0 + 3)t_1^2 + V_0 t_1 + 1 = M_1 \\ (V_1 + V_0 + 2)t_2^3 - (V_1 + 2V_0 + 3)t_2^2 + V_0 t_2 + 1 = M_2 \end{cases} \quad (6)$$

Решив систему уравнений (6), находим неизвестные величины  $t_1, t_2, V_1$ . Тогда по известным значениям  $V_0, V_1$  можно однозначно определить единственную траекторию расхода ресурса машины, которая будет оптимальной при заданных условиях: интенсивности использования машины в первый период эксплуатации и требуемом значении расхода ресурса в планируемом периоде эксплуатации (рисунок 4).

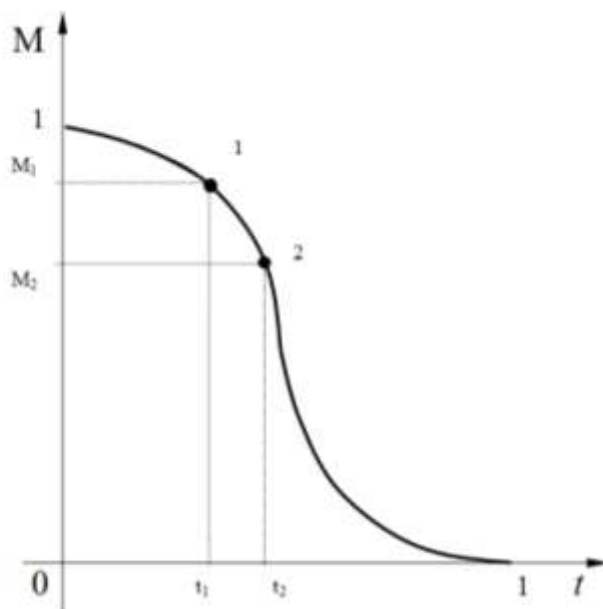


Рисунок 4 – Оптимальная траектория изменения запаса ресурса машины

При решении поставленной задачи для экономии материальных, финансовых, людских и временных ресурсов при выборе оптимального управляющего решения использовано математическое моделирование процесса управления интенсивностью использования техники с учетом ее технического состояния [4,5,6]. В результате проведенного численного эксперимента построены допустимые траектории расхода ресурса коммунальных машин на шасси КамАЗ в начале и окончании каждого периода эксплуатации для заданных и случайно выбранных значений интенсивности использования техники в первом и последнем периодах эксплуатации (рисунки 5,6).

Таким образом, математическое моделирование процесса управления расходом ресурса транспортных и транспортно-технологических средств позволило получить значения показателей расхода ресурса, которыми можно оперировать в повседневной деятельности начальника службы эксплуатации при планировании эксплуатации техники.

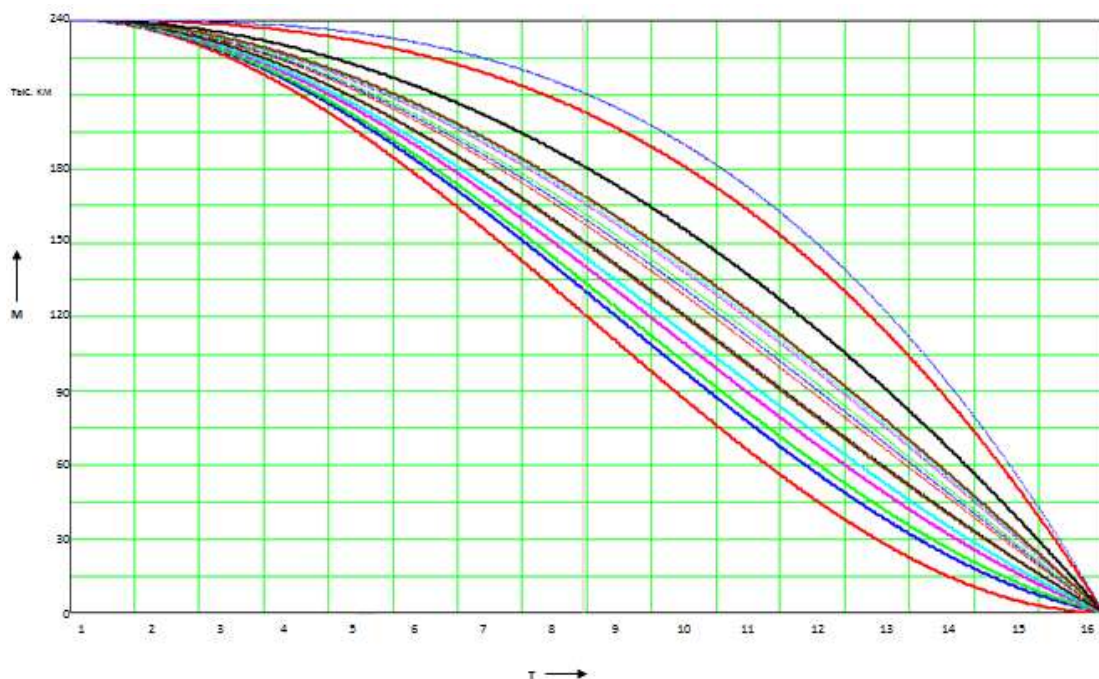


Рисунок 5 – Допустимые траектории расхода ресурса машин при значении  $V_0=0$  и случайных значениях  $V_1$

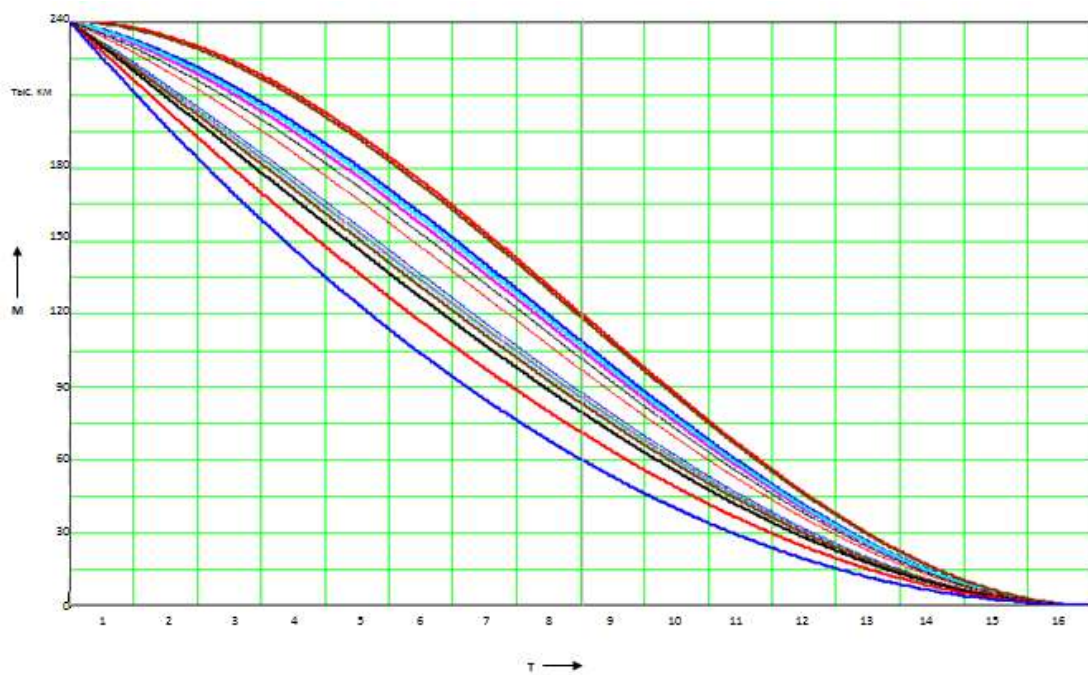


Рисунок 6 – Допустимые траектории расхода ресурса машин при значении  $V_1=0$  и случайных значениях  $V_0$

Применение разработанного метода расчета траектории расхода ресурса позволяет спрогнозировать интенсивность использования каждой машины в последующих периодах, а также выбрать оптимальную траекторию расхода ресурса с требуемыми значениями коэффициента интенсивности использования техники в зависимости от задач, стоящих перед парком машин. Применение

данного метода позволяет добиться равномерности выхода техники в ремонт, что способствует повышению коэффициента готовности парка машин.

#### Список использованных источников

1. Агафонов, С.А. Дифференциальные уравнения [Текст] : учеб. для вузов / С.А. Агафонов, А.Д. Герман, Т.В. Муратова; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – Изд. 3-е, стереотип. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 352 с.
2. Зеликин, М. И. Вариационное исчисление и оптимальное управление [Текст] / М.И. Зеликин – Москва : Едиториал УРСС, 2004. – 160 с.
3. Ванько В.И. Вариационное исчисление и оптимальное управление [Текст]: Учеб. для вузов / В.И. Ванько, О.В. Ермошина, Г.Н. Кувыркин; под ред. В.С. Зарубина, А.П. Крищенко. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. – 488 с.
4. Оптимальное управление движением [Текст] / В.В. Александров, В.Г. Болтянский, С.С. Лемак Н.А. Парусников, В.М. Тихомиров. – Москва : ФИЗМАТЛИТ, 2005. – 376 с.
5. Карагодин, В.И. Математическое моделирование процессов и систем технического сервиса на транспорте. Прикладные задачи : учебник / В.И. Карагодин. – Москва : КНОРУС, 2024. – 374 с. – (Бакалавриат и магистратура).
6. Звонарев, С. В. Основы математического моделирования : учебное пособие / С. В. Звонарев ; научный редактор В. Г. Мазуренко – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2019. – 112 с.

#### References

1. Agafonov, S.A. Differential equations [Text] : textbook. for universities / S.A. Agafonov, A.D. German, T.V. Muratova; edited by V.S. Zarubin, A.P. Krishchenko. – Ed. 3rd, stereotype. – Moscow : Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University, 2004. – 352 p.
2. Zelikin, M. I. Calculus of variations and optimal control [Text] / M.I. Zelikin – Moscow : Unified URSS, 2004. – 160 p.
3. Vanko V.I. Calculus of variations and optimal control [Text]: Textbook for universities / V.I. Vanko, O.V. Ermoshina, G.N. Kuvyrkin; edited by V.S. Zarubin, A.P. Krishchenko. – Moscow : Publishing House of the Bauman Moscow State Technical University, 1999. – 488 p.
4. Optimal motion control [Text] / V.V. Alexandrov, V.G. Boltyansky, S.S. Lemak, N.A. Parashnikov, V.M. Tikhomirov. – Moscow : FIZMATLIT, 2005. – 376 p.
5. Karagodin, V.I. Mathematical modeling of processes and systems of technical service in transport. Applied tasks : textbook / V.I. Kara-godin. – Moscow : KNORUS, 2024. – 374 p. – (Bachelor's and Master's degree).
6. Zvonarev, S. V. Fundamentals of mathematical modeling : a textbook / S. V. Zvonarev ; scientific editor V. G. Mazurenko – Yekaterinburg : Ural University Press, 2019. – 112 p.

## MANAGING THE INTENSITY OF OPERATION OF LAND TRANSPORT AND TRANSPORTATION TECHNOLOGY FACILITIES

Karagodin V.I.<sup>1</sup>, Leshchanov A.N.<sup>2</sup>, Suvorova P.S.<sup>3</sup>

<sup>1,3</sup> Moscow Automobile and Road Engineering State Technical University (MADI),  
Moscow, Russia

<sup>2</sup> FSBI "46 Central Research Institute" of the Russian Ministry of Defense

Annotation. When planning the operation of a fleet of land transport and transport technology facilities, it is necessary to ensure the equal output of machines for maintenance and repair, so that the remaining fleet of machines can cope with the tasks assigned to it. The purpose of the study is to find the best dynamics of machine resource consumption by changing the intensity of machine operation within the specified design, technical, organizational and economic constraints. For this purpose, the apparatus of differential and variational calculus, mathematical modeling and mathematical statistics is used. The work establishes ranges of resource consumption indicators, which can be operated by the head of the equipment maintenance service. The application of the developed method allows you to predict the intensity of use of each machine, choose the optimal trajectory of resource consumption and achieve uniformity of equipment output for repair.

Keywords: transport and technological means, operation, intensity, repair, resource consumption, availability coefficient.

УДК 621.001.4

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО РЕМОНТУ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МОЛОТОВ

Карагодин В.И.<sup>1</sup>, Чан Ван Доан<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Московский автомобильно-дорожный государственный технический  
университет (МАДИ), Москва, Россия

Аннотация. Рассмотрены вопросы организации и технологии ремонта гидравлических молотов. Отмечены особенности объекта ремонта, который является рабочим оборудованием транспортно-технологических машин. Это широкий диапазон сложности ремонтных работ и мест их выполнения: полевые условия, стационарные мастерские эксплуатационных предприятий, сервисные центры и специализированные ремонтные предприятия. Предложена математическая модель системы предприятий. В качестве целевой функции принят минимум среднегодовых затрат, включающих приведенные затраты на ремонт, затраты на транспортирование объектов ремонта, потери от недоиспользования машин в эксплуатации за время ремонта гидравлических молотов, транспортирования и при нехватке оборотных агрегатов, затраты на

создание, содержание и пополнение обменного фонда. Задача оптимизации поставлена как задача дискретного программирования с булевыми переменными. Введены ограничения, определяющие область допустимых решений. Предложен эвристический метод решения задачи, основанный на формировании и направленном переборе рассматриваемых вариантов решения.

Ключевые слова: система предприятий; ремонт гидромолотов; математическая модель; затраты; оптимизация; метод.

Для гидравлических молотов (ГМ) нормативным документом [1] предусмотрены только техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт. Однако в зависимости от технического состояния приходится выполнять ремонт молотов с полной разборкой и восстановлением базовых деталей, т.е. делать то, что с полным правом называется капитальным ремонтом. При таком широком диапазоне ремонтных работ по их сложности выполнением этих работ занимаются различные предприятия и подразделения предприятий.

Совместное участие в ремонте ГМ предприятий и подразделений (производственных звеньев) с различными формами специализации и масштабами производства вызывает необходимость рассматривать их как сложную систему. Производственная структура этой системы является многоступенчатой. ТО и текущий ремонт небольшой сложности выполняют эксплуатационные предприятия в полевых условиях (первая ступень) или на стационарной базе (вторая ступень), а более сложные ремонты выполняются централизованно сервисным центром (третья ступень) или специализированным предприятием (четвертая ступень). Одним из таких предприятий является московская компания «Традиция-К», занятая производством отечественных ГМ и их фирменным ремонтом [2]. В зависимости от дислокации предприятий по централизованному ремонту относительно мест эксплуатации машин с ГМ их функции могут совпадать. Выбор наиболее эффективной в рассматриваемых условиях производственной структуры системы ТО и ремонта ГМ необходимо начинать с рассмотрения возможных ее вариантов с учетом взаимосвязи предприятий различных типов.

В зависимости от технического состояния ГМ ремонт может быть выполнен в полевых условиях без его демонтажа с базовой машины силами выездной бригады или передвижной мастерской. При необходимости более сложного ремонта ГМ демонтируется с базовой машины и поставляется для ремонта в сервисный центр или на специализированное предприятие. В противном случае после выполнения работ по демонтажу ГМ они могут быть отремонтированы собственными силами эксплуатирующего предприятия (ЭП). Для ремонта ГМ обезличенным методом на ЭП предусмотрен оборотный фонд агрегатов, пополняемый как за счет их ремонта собственными силами, так и на предприятиях по централизованному ремонту (ЦРМ).

В качестве целевой функции системы принят минимум среднегодовых затрат, включающих приведенные затраты на ремонт, затраты на транспортирование объектов ремонта, потери от недоиспользования машин в эксплуатации за время ремонта ГМ, транспортирования и при нехватке

оборотных агрегатов, затраты на создание, содержание и пополнение оборотного фонда.

Пусть имеется перечень комплексов ремонтных работ  $\{R_{kl}\}$ , где  $k$  – индекс комплекса работ,  $l$  – индекс модели ГМ. Возможные варианты распределения комплексов ремонтных работ между предприятиями отражены в математической модели с помощью целочисленных (булевых) переменных:

$$\delta_{kl} = \begin{cases} 1, \text{ если } k\text{-й комплекс ремонтных работ по } l\text{-му ГМ} \\ \text{выполняется в стационарных условиях;} \\ 0 \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

$$\mu_{kl} = \begin{cases} 1, \text{ если } k\text{-й комплекс ремонтных работ по } l\text{-му ГМ} \\ \text{выполняется централизованно;} \\ 0 \text{ в противном случае.} \end{cases}$$

Если предусмотрено выполнение  $i$ -м ЭП  $k$ -го комплекса ремонтных работ по  $l$ -му ГМ в полевых условиях, среднегодовые затраты на выполнение этих работ по одной машине составят

$$\sum_{k \in D_i} \sum_{l=1}^L (1 - \delta_{kl})(1 - \mu_{kl}) n_{kl} C_{ikl}^n, \quad (1)$$

где  $n_{kl}$  – среднегодовой коэффициент охвата  $k$ -м комплексом ремонтных работ  $l$ -го ГМ (среднегодовое число  $k$ -х комплексов, выполняемых на одной машине);

$C_{ikl}^n$  – затраты на выполнение  $i$ -м ЭП  $k$ -го комплекса ремонтных работ по  $l$ -му ГМ в полевых условиях;

$D_i$  – множество индексов комплексов ремонтных работ, выполняемых на  $i$ -м ЭП.

Если для выполнения  $k$ -го комплекса ремонтных работ по  $l$ -му ГМ в полевых условиях ЭП обращается к услугам ЦРМ, среднегодовые затраты на выполнение этих работ по одной машине составят

$$\sum_{k \in D_j} \sum_{l=1}^L (1 - \delta_{kl}) \mu_{kl} n_{kl} C_{jkl}^n, \quad (2)$$

где  $C_{jkl}^n$  – затраты на выполнение  $j$ -м ЦРМ  $k$ -го комплекса ремонтных работ по  $l$ -му ГМ в полевых условиях;

$D_j$  – множество индексов комплексов ремонтных работ, выполняемых  $j$ -м ЦРМ.

Если предусмотрено выполнение  $i$ -м ЭП  $k$ -го комплекса ремонтных работ по  $l$ -му ГМ в стационарных условиях, среднегодовые затраты на выполнение этих работ по одной машине составят

$$\sum_{k \in D_i} \sum_{l=1}^L \delta_{kl} (1 - \mu_{kl}) n_{kl} C_{ikl}^c, \quad (3)$$

где  $C_{ikl}^c$  – затраты на выполнение  $i$ -м ЭП  $k$ -го комплекса ремонтных работ

по  $l$ -му ГМ в стационарных условиях.

При выполнении тех же работ централизованно выражение (3) примет вид:

$$\sum_{k \in D_j} \sum_{l=1}^L \delta_{kl} \mu_{kl} n_{kl} C_{jkl}^c, \quad (4)$$

где  $C_{jkl}^c$  – затраты на выполнение  $j$ -м ЦРМ  $k$ -го комплекса ремонтных работ по  $l$ -му ГМ в стационарных условиях.

Для ремонта в стационарных условиях необходимо выполнение работ по демонтажу с базовой машины и последующему монтажу отремонтированного ГМ. Если эти работы выполняет ЭП в полевых условиях, среднегодовые затраты на их выполнение по одной машине составят

$$\sum_{k \in D_i} \sum_{l=1}^L (1 - \delta_{kl}) (1 - \mu_{kl}) n_{kl} C_{ikl}^{\delta mn}, \quad (5)$$

где  $C_{ikl}^{\delta mn}$  – затраты на демонтаж и монтаж  $l$ -го ГМ при выполнении  $k$ -го комплекса ремонтных работ  $i$ -м ЭП в полевых условиях.

Если же для выполнения этих работ ЭП прибегает к услугам ЦРМ, выражение (5) приобретает вид:

$$\sum_{k \in D_j} \sum_{l=1}^L (1 - \delta_{kl}) \mu_{kl} n_{kl} C_{jkl}^{\delta mn}, \quad (6)$$

где  $C_{jkl}^{\delta mn}$  – затраты на демонтаж и монтаж  $l$ -го ГМ для выполнения  $k$ -го комплекса ремонтных работ  $j$ -м ЦРМ в полевых условиях.

Для демонтажа и монтажа ГМ вся машина может быть доставлена в стационарную мастерскую ЭП, где затраты на эти работы составят

$$\sum_{k \in D_i} \sum_{l=1}^L \delta_{kl} (1 - \mu_{kl}) n_{kl} C_{ikl}^{\delta mc}, \quad (7)$$

где  $C_{jkl}^{\delta mc}$  – затраты на демонтаж и монтаж  $l$ -го ГМ в стационарных условиях  $i$ -го ЭП для выполнения  $k$ -го комплекса ремонтных работ.

При централизованном выполнении этих работ затраты составят:

$$\sum_{k \in D_j} \sum_{l=1}^L \delta_{kl} \mu_{kl} n_{kl} C_{jkl}^{\delta mc}, \quad (8)$$

где  $C_{ikl}^{\delta mc}$  – затраты на демонтаж и монтаж  $l$ -го ГМ в стационарных условиях  $j$ -го ЦРМ для выполнения  $k$ -го комплекса ремонтных работ.

Затраты, связанные с транспортировкой машин в стационарную мастерскую, складываются из стоимости транспортировки и потерь от недоиспользования машины в эксплуатации за время транспортировки. Суммарные среднегодовые затраты, связанные с транспортировкой одной машины с объекта работ в стационарную мастерскую, составляют величину:



$$2(S_i + pL_i) \sum_{k \in D_i} \sum_{l=1}^L \delta_{kl} (1 - \mu_{kl}) n_{kl}, \quad (9)$$

где  $S_i$  – затраты на транспортировку машины с объекта работ в стационарную мастерскую  $i$ -го ЭП;

$p$  – потери от простоя машины в течение одного часа;

$L_i$  – средняя продолжительность транспортировки машины с объекта работ в стационарную мастерскую  $i$ -го ЭП, ч.

Аналогично затраты, связанные с транспортировкой машины в  $j$ -ю ЦРМ, составляют величину:

$$2(S_j + pL_j) \sum_{k \in D_j} \sum_{l=1}^L \delta_{kl} \mu_{kl} n_{kl}, \quad (10)$$

где  $S_j$  – затраты на транспортировку машины с объекта работ в  $j$ -ю ЦРМ;

$L_j$  – средняя продолжительность транспортировки машины с объекта работ в  $j$ -ю ЦРМ, ч.

При транспортировке не машины, а снятого с нее ГМ на машину будет установлен исправный ГМ, взятый из оборотного фонда, имеющегося на  $i$ -м ЭП. Размер оборотного фонда определяется исходя из затрат на его создание, содержание и пополнение с учетом потерь от выбытия машины из эксплуатации на время ремонта. Всемерное сокращение этих потерь и является целью создания оборотного фонда, но полностью исключить эти потери невозможно, да и нецелесообразно, так как при этом затраты на оборотный фонд резко возрастут.

Среднегодовые затраты на создание, содержание и пополнение оборотного фонда агрегатов с учетом потерь от простоев машины за время ремонта составляют

$$\sum_{l=1}^L \eta_{il} \left[ \sum_{k=1}^K (1 - \delta_{kl}) n_{kl} C_{ikl}^{ofn} + \sum_{k \in D_i} \delta_{kl} (1 - \mu_{kl}) n_{kl} C_{ikl}^{ofi} + \sum_{k \in D_j} \delta_{kl} \mu_{kl} n_{kl} C_{ikl}^{ofj} \right], \quad (11)$$

где  $\eta_{il}$  – коэффициент, зависящий от источников пополнения оборотного фонда  $l$ -х ГМ на  $i$ -м ЭП ( $\eta_{il} = 1$ , если все  $l$ -е ГМ ремонтируются централизованно;  $\eta_{il} < 1$ , если все  $l$ -е ГМ или их доля ремонтируются на  $i$ -м ЭП);

$C_{ikl}^{ofn}$  – удельные (в расчете на одну замену) затраты на создание, содержание и пополнение на  $i$ -м ЭП оборотного фонда  $l$ -х ГМ, расходуемого на замены в полевых условиях;

$C_{ikl}^{ofi}$  – удельные (в расчете на одну замену) затраты на создание, содержание и пополнение на  $i$ -м ЭП оборотного фонда  $l$ -х ГМ, расходуемого при выполнении ремонтов собственными силами в стационарной мастерской;

$C_{ikl}^{ofj}$  – удельные (в расчете на одну замену) затраты на создание, содержание и пополнение на  $i$ -м ЭП оборотного фонда  $l$ -х ГМ, расходуемого при выполнении ремонтов централизованно в  $j$ -й ЦРМ.

Необходимость трех слагаемых в формуле (11) вызвана разными

условиями использования оборотного фонда и разными методами расчета его размеров. При ремонте ГМ собственными силами в стационарных условиях снятый с машины агрегат, как правило, немедленно поступает в ремонт, а после ремонта немедленно пополняет оборотный фонд. При замене ГМ в полевых условиях в рабочий цикл ремонта включается транспортировка исправного агрегата на место эксплуатации машин и транспортировка неисправного агрегата в ремонт. При централизованном ремонте, кроме транспортировки, возникает необходимость накопления транспортной партии изделий, а в случае централизованного сбора ремонтного фонда и доставки его транспортом ЦРМ задача выходит за рамки отдельного предприятия и должна решаться для системы предприятий в целом.

Несмотря на три разные направления использования, оборотный фонд ГМ един и используется ЭП сразу по всем направлениям. Это вызвало необходимость введения в формулу (11) понижающего коэффициента  $\eta_{il}$ . Кроме того, в отличие от оборотного фонда двигателей, агрегатов трансмиссии и др., ГМ в определенных пределах взаимозаменяемы, что является дополнительным источником снижения затрат на создание, содержание и пополнение оборотного фонда.

Введем дополнительно следующие обозначения:

$A_{cni}$  – списочный парк машин с ГМ  $i$ -го ЭП;

$x_{ij}$  – число машин  $i$ -го ЭП, закрепленное за обслуживающим его  $j$ -м ЦРМ.

Суммируя составляющие (1)...(11) с учетом распределения ремонтных работ между полевыми условиями, ЭП и ЦРМ, получим целевую функцию математической модели сети предприятий:

$$C = \sum_{l=1}^L \left\{ \sum_{i=1}^m A_{cni} \left( \sum_{k \in D_i} n_{kl} [(1-\delta_{kl})(1-\mu_{kl})C_{ikl}^n + \delta_{kl}(1-\mu_{kl})C_{ikl}^c + \delta_{kl}(1-\mu_{kl})C_{ikl}^{dmm} + 2\delta_{kl}(1-\mu_{kl})(S_i + pL_i)] \right) + \right. \\ \left. + \sum_{j=1}^n x_{ij} \left( \sum_{k \in D_j} n_{kl} [(1-\delta_{kl})\mu_{kl}C_{jkl}^n + \delta_{kl}\mu_{kl}C_{jkl}^c + (1-\delta_{kl})\mu_{kl}C_{jkl}^{dmm} + \delta_{kl}\mu_{kl}C_{jkl}^{dmc} + 2\delta_{kl}\mu_{kl}(S_j + pL_j)] \right) + \right. \\ \left. + \eta_{il} \left[ \sum_{k=1}^K (1-\delta_{kl})n_{kl}C_{ikl}^{o\phi n} + \sum_{k \in D_i} \delta_{kl}(1-\mu_{kl})n_{kl}C_{ikl}^{o\phi i} + \sum_{k \in D_j} \delta_{kl}\mu_{kl}n_{kl}C_{ikl}^{o\phi j} \right] \right\} \Rightarrow \min. \quad (12)$$

На параметры модели налагаются следующие ограничения:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = A_{cni} \quad (i = 1, \dots, m) \quad (13)$$

(весь парк машин  $i$ -го ЭП закреплен за ЦРМ);

$$n_{kl} \sum_{i=1}^m x_{ij} = N_{jkl} \quad (k \in D_j; \quad j = 1, \dots, n) \quad (14)$$

(производственные мощности  $j$ -го ЦРМ для выполнения  $k$ -х комплексов работ по ремонту  $l$ -го ГМ  $N_{jkl}$  достаточны для удовлетворения среднегодовой потребности всех обслуживаемых ЭП в выполнении этих воздействий);

$$x_{ij} \geq 0 \quad (15)$$

(условие неотрицательности переменных);

$$\delta_{kl} = \delta_{kl}^2; \quad \mu_{kl} = \mu_{kl}^2 \quad (16)$$

(целочисленные переменные могут принимать только два значения: 0 или 1).

Методика обоснования распределения работ по ремонту ГМ между предприятиями включает три этапа:

1) для каждого  $i$ -го ЭП разделить множество комплексов ремонтных работ на подмножества комплексов, выполняемых в полевых и в стационарных условиях;

2) для каждого  $i$ -го ЭП определить целесообразность выполнения комплексов ремонтных работ в стационарных условиях собственными силами ( $k \in D_i$ ), либо силами ЦРМ ( $k \in D_j$ ); и в том, и в другом случае рассмотреть целесообразность доставки в стационарные условия базовой машины или снятого с нее ГМ;

3) определить множество значений  $\{x_{ij}\}$ , минимизирующих функционал (12) при ограничениях (13)...(16).

Последний этап представляет собой задачу обоснования развития и размещения предприятий, которая решается для конкретно заданных условий определенного региона. Первые два этапа могут быть частными задачами при решении общей задачи 3-го этапа, а могут рассматриваться как самостоятельные задачи, решаемые при следующих условиях:

1) комплексы ремонтных работ, не требующие снятия ГМ с базовой машины, полностью выполняются в полевых условиях, а снятые ГМ в зависимости от сложности работ либо ремонтируются собственными силами, либо направляются в централизованный ремонт;

2) независимо от сложности работ базовая машина вместе с ГМ либо направляется в стационарную мастерскую для ремонта собственными силами, либо направляется в централизованный ремонт; в этом случае следует рассмотреть вероятности событий, когда вместе с ГМ требует ремонта и базовая машина.

С учетом заданных условий задача сформулирована следующим образом. Имеются  $K$  типовых комплексов работ по ремонту  $l$ -х ГМ, снятых с базовой машины. Каждый  $k$ -й комплекс работ может быть выполнен либо на ЭП, либо на ЦРМ. Существуют  $2^k$  вариантов распределения комплексов работ между предприятиями. Любой вариант распределения комплексов работ характеризуется матрицей  $M$ , элементами которой являются целочисленные переменные  $\mu_{kl}$ . Реализация каждого варианта  $M$  требует затрат  $C(M)$ . Необходимо найти такой вариант  $M^*$ , при котором достигается глобальный минимум  $C(M)$ , т.е. такую матрицу  $M^*$ , чтобы  $C(M^*)$  было меньше  $C(M)$  для всех  $M$ .

В [3] рекомендуется выделить одну или несколько последовательностей вариантов  $\{M\}$ , на каждой из которых функция  $C(M)$  будет иметь единственный минимум. Далее выполняются следующие шаги.

1. Проранжировать комплексы ремонтных работ по технологической себестоимости выполнения, определив последовательность их передачи на ЦРМ:

$$P_1 > P_2 > \dots > P_k > \dots > P_K.$$

где  $P_k$  – степень приоритета  $k$ -го комплекса ремонтных работ.

2. Задать значения всех величин  $\mu_{kl} = 0$  и рассчитать значение функционала (12) для децентрализованного выполнения всех работ.

3. Перераспределить комплексы работ по ремонту  $l$ -го ГМ между ЭП и ЦРМ, задав для комплекса с первой степенью приоритета значение  $\mu_{1l} = 1$ .

4. Рассчитать новое значение функционала (12) при условии, что  $\mu_{1l} = 1$ , и сравнить его с предыдущим.

5. Если новое значение функционала (12) меньше предыдущего, т.е. на  $r$ -м шаге расчетов  $C_r(M) < C_{r-1}(M)$ , вернуться к третьему пункту, задав для  $l$ -го ГМ значение  $\mu_{2l} = 1$  и т.д. Прекратить вычисления для  $l$ -го ГМ, если  $C_r(M) > C_{r-1}(M)$ .

6. Прodelать аналогичную процедуру для остальных моделей ГМ.

В [3] подчеркивается, что функционал (12) имеет разрывы, обусловленные дискретностью числа единиц используемого оборудования и численности рабочих. При последовательной передаче с ЭП на ЦРМ отдельных  $k$ -х комплексов ремонтных работ загрузка оборудования и рабочих на ЭП будут постепенно уменьшаться до тех пор, пока это не приведет к скачкообразному снижению потребности в оборудовании и рабочих. Минимум функционала (12) следует искать в одной из точек разрыва. Изложенная методика позволяет обосновать систему ремонтных предприятий региона и установить закономерности распределения в этой системе комплексов ремонтных работ.

#### Список использованных источников

1. Рекомендации по организации технического обслуживания и ремонта строительных машин. МДС 12-8.2007/ЦНИИОМТП. – М.: ФГУП ЦПП, 2007 – 70 с.

2. Карагодин, В.И. Технология централизованного ремонта гидравлических молотов по техническому состоянию / В.И.Карагодин, Р.А.Хапугин // Транспорт. Транспортные сооружения. Экология. 2021. № 3. С. 45-53.

3. Карагодин, В.И. Организация и технология централизованного ремонта автомобильных двигателей по техническому состоянию: монография / В.И.Карагодин. – Москва: РУСАЙНС, 2021. — 108 с.

#### References

1. Recommendations for the organization of maintenance and repair of construction machinery. MDS 12-8.2007/TSNIIOMTP. – M.: FSUE CPP, 2007 – 70 p.

2. Karagodin, V.I. Technology of centralized repair of hydraulic hammers according to technical condition / V.I.Karagodin, R.A.Khapugin // Transport. Transport facilities. Ecology. 2021. No. 3. pp. 45-53.

3. Karagodin, V.I. Organization and technology of centralized repair of automobile engines according to technical condition: monograph / V.I.Karagodin. –

Moscow: RUSAINS, 2021. — 108 p.

## MATHEMATICAL MODEL OF THE ENTERPRISE SYSTEM REPAIR OF HYDRAULIC HAMMERS

Karagodin V.I.<sup>1</sup>, Tran Van Doan<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Moscow Automobile and Road Engineering State Technical University (MADI),  
Moscow, Russia

**Annotation.** The issues of organization and technology of repair of hydraulic hammers are considered. The features of the repair facility, which is equipped with the working equipment of transport and technological machines, are noted. This is a wide range of complexity of repair work and places where they are performed: field facilities, stationary workshops of operational enterprises, service centers and specialized repair enterprises. A mathematical model of the enterprise system is proposed. The target function is a minimum of average annual costs, including the above repair costs, expenses for transportation of repair facilities, losses from underutilization of machines in operation during the repair of hydraulic hammers, transportation and in case of shortage of circulating units, the cost of creating, maintaining and replenishing the exchange fund. The optimization problem is posed as a discrete programming problem with Boolean variables. Restrictions have been introduced that define the scope of acceptable solutions. A heuristic method for solving the problem is proposed, based on the formation and directed search of the considered solution options.

**Keywords:** enterprise system; repair of hydraulic hammers; mathematical model; costs; optimization; method.

УДК 656.13.07

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Кеян Е.Г.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

**Аннотация.** В настоящее время рынок автомобилей на основе двигателей внутреннего сгорания вытесняется электромобилями, основным преимуществом которых является отсутствие выбросов загрязняющих веществ в процессе эксплуатации.

Рассмотрены экологические аспекты электромобиля на каждой стадии жизненного цикла, - при производстве никель-металгидридных и более современных литиевых аккумуляторов; при эксплуатации (выбросы взвешенных частиц при истирании дорожного полотна, электромагнитное

излучение внутри автомобиля, производство электроэнергии для зарядки электромобиля) и при его утилизации.

Показано, что многие аспекты, связанные с жизненным циклом электромобиля, в гонке за увеличение их выпуска под предлогом борьбы с углеродным следом скрыты и не афишируются. Необходимо время для проведения исследований, чтобы усовершенствованный электромобиль был близок к идеалу, отвечая принципам устойчивого развития и причиняя минимальный вред окружающей среде.

Ключевые слова: экология, жизненный цикл, электромобиль.

В течение последних нескольких лет на улицах крупных городов все чаще можно увидеть автомобиль, внешне ничем не отличающийся от обычного, ставшего уже привычным автомобиля, но при более пристальном рассмотрении, без выхлопной трубы. Такой автомобиль взамен традиционного двигателя внутреннего сгорания имеет в своей конструкции приводящий его в движение один или несколько электродвигателей с питанием от автономного источника, в качестве которого может выступать топливный элемент либо аккумулятор. Все это является безусловным свидетельством того, что автомобильный рынок постепенно заполняется электромоделями. Электромобиль действительно имеет ряд видимых преимуществ по сравнению с моделями, оснащенными двигателем внутреннего сгорания: отсутствие выбросов отработавших газов в процессе работы двигателя и шумового загрязнения окружающей среды. Как видно, преимущества имеют явный экологический характер, но рассмотрим, действительно ли так оправдана экологичность электромобиля и все ли аспекты, связанные с жизненным циклом электромобиля, учтены в его видимой положительной экологической репутации.

Для обозначения электромобилей принято использовать различные терминологии. Аббревиатура ЕС (Electric Car) наиболее точно отражает тот факт, что мы имеем дело именно с автомобилем (Car), а не с каким-либо другим транспортным средством (Vehicle), например, катером или самолетом, тем не менее, данная аббревиатура практически не используется ни в обиходе, ни в литературе. Более распространенной и современной аббревиатурой является BEV (Battery Electrical Vehicle), что в дословном переводе означает «электрические транспортные средства на аккумуляторах». Существуют автомобили, конструкция которых совмещает в себе достоинства электродвигателя и двигателя внутреннего сгорания, - так называемые гибридные автомобили HEV (Hybrid Electrical Vehicle). И наконец, еще один, менее распространенный вид автомобилей с применением электротяги, обозначаемый как FCEV, где присутствуют топливные элементы (Fuel Cell), производящие электрическую энергию непосредственно в процессе эксплуатации, в результате протекания химического взаимодействия водорода с кислородом. В настоящее время данные конструкции не получили достаточного распространения ввиду видимых сложностей по обращению с водородом, являющимся горючим веществом и обладающим взрывоопасными

свойствами, однако ученые приходят к мнению, что будущее автомобильной промышленности именно за такими автомобилями по многим причинам, одна из которых - несомненная экологичность, т.к. их выхлопом является чистая вода [7].

Ключевыми характеристиками электромобиля, отличными от автомобилей с двигателями внутреннего сгорания и на которые необходимо акцентировать внимание, являются мощность, запас хода и скорость зарядки батареи. Мощность электромобилей достаточно высокая, - до нескольких сотен лошадиных сил, это становится возможным благодаря исключению движущихся механизмов, сведению сил трения в электродвигателе к нулю и, как следствие, отсутствию потерь энергии в электродвигателе. Приемистость такого двигателя тоже достаточно высокая, - для примера, двигатель электромобиля Porsche Taycan Turbo S имеет мощность, равную 761 лошадиной силе, и развивает скорость до 100 км/ч за время в 2,8 секунды [7].

Запас хода зависит от емкости батареи и благодаря новым в этой области технологиям увеличился со 100 до 600-800 км, а в ближайшем будущем планируется достичь соизмеримого с традиционными автомобилями уровня - до 800-1000 км.

Скорость зарядки батареи прямо пропорциональна емкости аккумулятора и зависит от способности самой батареи принять заряд с большой силой тока. Немаловажный фактор – инфраструктура, способная обеспечить зарядку электромобиля необходимым током. Полная зарядка электромобиля от сети напряжением 220 В производится за 6-8 часов, в то время как более современная батарея с большей мощностью способна пополнить заряд в 80-процентном объеме менее чем за час [7].

Однако воздействие автомобиля на окружающую среду далеко не ограничивается отсутствием выбросов отработавших газов и шума в процессе движения. Для того, чтобы представить себе масштаб влияния автомобиля на окружающую среду в целом, рассмотрим более подробно все этапы его жизни, - от создания до его утилизации, - так называемый жизненный цикл транспортного средства.

Жизненный цикл автомобиля включает следующие стадии:

- производство, - изготовление узлов, деталей, сборка автомобиля, строительство инженерных сооружений;
- использование (эксплуатация), - выполнение транспортной работы в период нормативного срока службы;
- восстановление работоспособности, - проведение технического обслуживания (содержания) и ремонта автомобиля с восстановлением деталей, узлов, агрегатов, выработавших ресурс и их замена;
- утилизация отслужившего срок автомобиля, - разборка (ликвидация), переработка непригодных к восстановлению деталей и узлов, повторное использование конструкционных, строительных и эксплуатационных материалов на предыдущих этапах жизненного цикла автомобиля или в других сферах деятельности, а также захоронение отходов.

Рассмотрим производство основных узлов электромобиля, - электродвигателя и тяговой батареи, которые в традиционном автомобиле не предусмотрены. Принцип действия заключается в появлении механической силы в результате воздействия магнитного поля на проводник электрического тока, которая заставляет вращаться вал вследствие электромагнитного взаимодействия ротора со статором. Тяговая батарея является узлом, определяющим стоимость электромобиля в целом. На сегодняшний день это ряд ячеек, - элементарных аккумуляторов, приводимых в работу системой, состоящей из микроконтроллеров и принципиально отличающихся друг от друга характеристиками, - напряжением и емкостью, а также самими ячейками. С экологической точки зрения интересен вопрос их производства, для таких целей могут быть использованы различные материалы, наиболее распространенными из которых признаны никель-металлгидридные и более современные литиевые [7]. Так, Tesla в настоящее время применяет никель-кобальт-алюминиевые (NCA) батареи Panasonic, а также никель-марганцево-кобальтовые аккумуляторы LG Chem с минимальным количеством металла кобальта, в то время как CATL выпускает аналогичные аккумуляторы с 20-процентным содержанием кобальта. Компания BYD Han (Китай) выставляет на рынок электромобиля с литиевыми аккумуляторами, дополнительно содержащими в своем составе железо и фосфат-ионы, что сразу притянуло к себе внимание со стороны потребителей благодаря повышенному более чем в два раза циклическому ресурсу, а также расширенному температурному диапазону [8].

Но какова цена улучшенных характеристик? На мировом уровне лидером по добыче и производству лития, так называемой «белой нефти», продолжает оставаться Австралия (свыше 50%), далее за ней следуют Чили, Китай и Аргентина, значительное по прогнозам месторождение открыто в Португалии. Гонка за литием провоцирует революционную разработку месторождений, разрушительно отзываясь на состоянии природной среды. Но так как все это в конечном итоге положительно помогает решить вопрос снижения выбросов парниковых газов, мировая экологическая политика принимает сторону горнодобывающих предприятий. Оппоненты такой политики, опровергая данную ситуацию, оперируют тем, что как только появляется прибыль, негативное воздействие на окружающую среду упускается из виду [9].

Добыча лития, как правило, производится открытым способом и связана с созданием крупных карьеров, которые вскрывают огромные участки суши, разрушая при этом почвы и экосистемы, при переработке используется значительное количество воды, которая затем загрязняет грунтовые и речные воды, а применяемая крупнотоннажная техника оказывает дополнительное воздействие на окружающую среду.

Рассмотрим второй этап жизненного цикла электромобиля, - его эксплуатацию. Во многих источниках имеется информация о том, что экологические аспекты на данной стадии жизненного цикла отсутствуют, и действительно, выбросов отработавших газов как таковых от электромобилей нет, но есть выбросы взвешенных частиц, источниками выделения которых



являются трущиеся и контактирующие поверхности. Количество таких выбросов находится в прямой зависимости от массы автомобиля, которая, как известно, за счет аккумуляторов у электромобилей значительно выше, чем у их бензиновых аналогов (примерно на четверть). Показано сравнение габаритов электромобилей и их аналогов среди автомобилей с двигателями внутреннего сгорания: Tesla Model S – 2,1 т, BMW 7 Series – 1,7 т; Nissan Leaf - 1,5 т, Volkswagen Golf - 1,2 т. Детально картина увеличения твердых частиц по сравнению с автомобилями на двигателях внутреннего сгорания выглядит следующим образом: от износа шин – на 1,5%, тормозов – на 2%, дорожного полотна - на 10%. Стоит отметить, что такие выбросы далеко не безопасны, так как провоцируют сердечные приступы, астматические заболевания и аллергические воспаления [10].

На этой же стадии нельзя не брать во внимание аспект, приносящий вред непосредственно человеку, находящемуся внутри салона, - низкочастотное электромагнитное излучение от электромобиля. Результаты исследований, предоставленных Институтом земного магнетизма ионосферы и распространения радиоволн имени Н. В. Пушкова, свидетельствуют о формировании заряженного контура, когда ток протекает по всему электромобилю, в особенности когда топливный элемент расположен в задней части электромобиля, например, в багажном отделении, при этом максимальное электромагнитное излучение формируется в области водителя автомобиля. Но наибольший вред приносит не величина мощности электромагнитного излучения, а ее крайняя изменчивость, до значения более чем в тысячу раз в течение одного часа. Подобные колебания крайне негативно отражаются на здоровье человека. Доза получаемого водителем электрокара излучения сопоставима с дозой электромагнитного излучения, получаемого машинистом метро в течение смены.

Немаловажный аспект – производство электроэнергии для зарядки электромобиля. На фоне всех отраслей промышленности производство электроэнергии обладает наибольшим негативным воздействием на окружающую среду. На уровне Российской Федерации вклад электроэнергетической промышленности составляет около 27% (рисунок 1) [2].

Согласно данным мировой статистики, электроэнергия из всех способов ее производства вырабатывается преимущественно на тепловых электростанциях, где в качестве топлива используется каменный уголь, природный газ, мазут или дизельное топливо, что наглядно продемонстрировано на рисунке 2. Однако тепловые электростанции одновременно являются и источником значительного негативного воздействия на окружающую среду. Около 40 % мировой электроэнергии на теплоэлектростанциях получают от сжигания каменного угля, являющегося далеко не самым экологичным видом топлива [1,3].

Угольные шахты, отвалы и разрезы нарушают естественный, сложившийся тысячелетиями профиль почвы, способствуют исчезновению растительного покрова, сокращению площадей сельхозугодий. Обвалы,

оползни и сели – все это является следствием нарушения геологического строения недр в результате добычи угля как открытым, так и закрытым способами. При угледобыче происходит удаление верхних слоев почв, либо образование глубоких карьеров, при этом породы, отработавшие свой ресурс, практически не рекультивируются, в результате выветривания они превращаются в источники пыления. В процессе разработки угольных месторождений изменяется уровень подземных вод, а утечки вод становятся причиной загрязнения водоёмов и необратимого уничтожения флоры и фауны [4,5].

При сжигании каменного угля в атмосферный воздух массово поступают оксиды серы, азота, углерода, сажа, а также тяжелые металлы, например, ванадий, ртуть, мышьяк, радиоактивный торий и уран. Все это провоцирует загрязнение водоемов и поверхностных слоев почвенного покрова, делая их малопригодными для развития экосистем, а также хозяйственной деятельности человека. Частицы взвешенных веществ до 0,1 мкм проникают в организм даже через кожу, а более крупные - через дыхательные пути, становясь причиной развития онкологических и респираторных заболеваний, а в конечном итоге - минимума полумиллиона смертей в год [6].

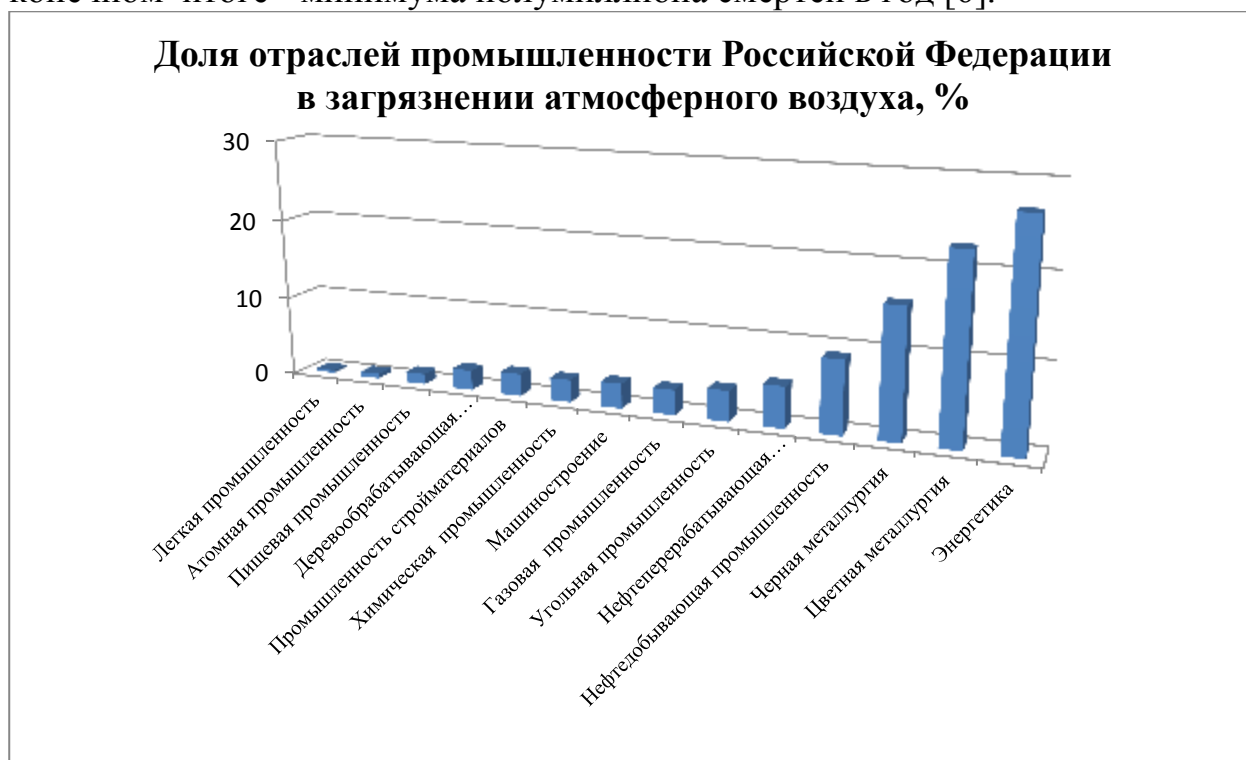


Рисунок 1 – Вклад отраслей промышленности Российской Федерации в загрязнение атмосферного воздуха.

Далеко не самым лучшим образом выглядит картина и с другими источниками энергии для производства электроэнергии. При работе атомных станций образуются ядерные отходы, способные уничтожить всё живое на протяжении десятков тысячелетий. Ветряки убивают, а солнечные панели

сжигают сотни тысяч птиц в год, убивают черепах, разрушают экосистемы в процессе добычи элементов для фотоэлектрических батарей.

Рассмотрим следующую стадию - утилизацию отслужившего срок автомобиля. Если аккумуляторы напрямую направлять на свалку, ущерб окружающей среде будет непоправимым, т.к. в аккумуляторах содержится значительное количество токсичных элементов. По статистике, всего 5 % отработавших свой ресурс литий-ионных аккумуляторов утилизируются в соответствии с установленными требованиями.

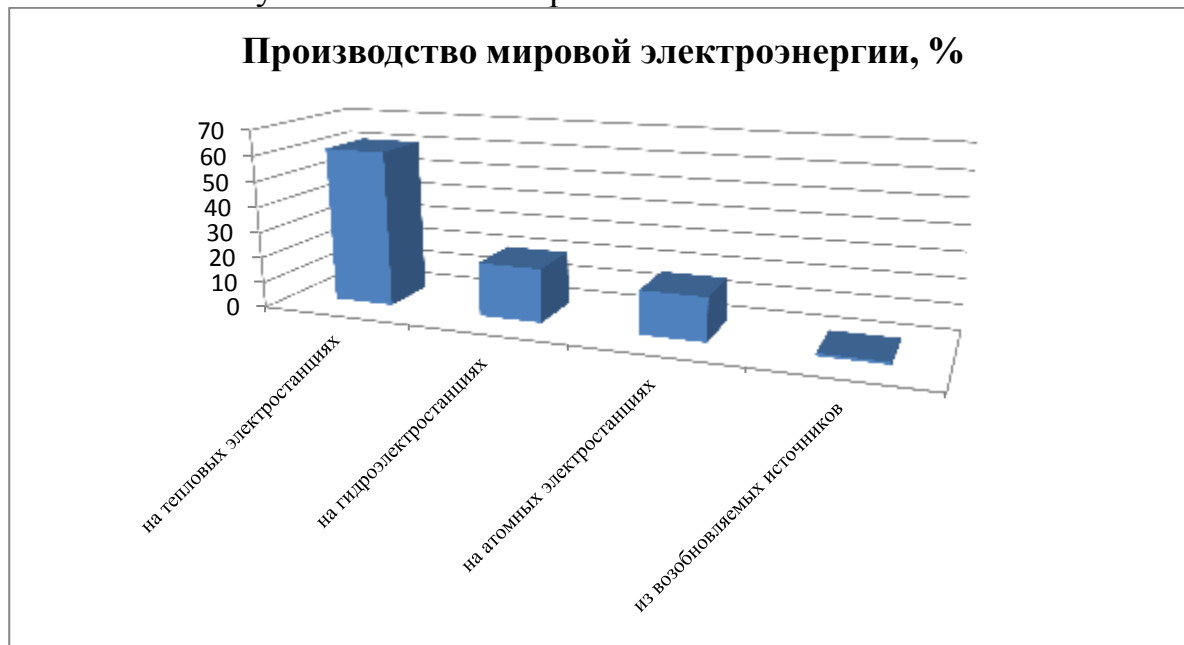


Рисунок 2 – Распределение произведенной мировой электроэнергии по способам ее производства

Таким образом, приведенные в статье результаты исследований свидетельствуют о том, что сложившаяся в настоящее время ситуация с электромобилями далеко не безоблачна, многие аспекты, связанные с жизненным циклом электромобиля, в гонке за увеличение их выпуска под предлогом борьбы с углеродным следом попросту не афишируются. Выстроенная модель потребления и производства в рассматриваемой области, которая существует сейчас, к сожалению, не обеспечивает устойчивое развитие. Безусловно, технология производства движущей силы в электромоторах является перспективной, необходимо продолжать инвестировать в данную область, чтобы получить средство передвижения с улучшенными характеристиками и минимальной степенью воздействия на окружающую среду, но ставить на конвейер производство с разрушительным эффектом и неопределенными последствиями слишком рано. Необходимо время для дальнейших доработок и проведения исследований как в производственной и конструктивной части, так и в плане его утилизации, чтобы новый и усовершенствованный электромобиль был близок к идеалу, причиняя наименьший вред человеку и всему живому.

#### Список использованных источников

1. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям ИТС 37-2017 «Добыча и обогащение угля». Росстандарт, 2018.
2. Production of lignite in the EU — statistics. Eurostat, 2021.
3. Coal Regions. Europe Beyond Coal, 2021.
4. Крылов Д. А. Негативное влияние элементов-примесей от угольных ТЭС на окружающую среду и здоровье людей // Горный информационно-аналитический бюллетень, 2017.
5. Francis Pavlourdakis, Christos Roumpos, Evangelos Karlopoulos, Nikolaos Koukouzas. Sustainable Rehabilitation of Surface Coal Mining Areas: The Case of Greek Lignite Mines (англ.) // MDPI, 2020.
6. Lubkova et al. Sustainable Agricultural Development in the Coal Mining Region: Specific Characteristics and Conditions (a Case Study in the Kemerovo Region) (англ.) // International Innovative Mining Symposium, 2021.
7. <https://auto.ru/mag/article/kak-ustroen-elektromobil/>.
8. <https://virtustec.ru/news/litij-ionnye-batarei-dlya-elektromobilej/>.
9. <https://fin-accounting.ru/financial-news/2021/lithium-mining-white-oil-electric-vehicles>.
10. [https://fastmb.ru/autonews/autonews\\_mir/4213-5-faktov-o-vrede-elektricheskikh-avtomobiley.html](https://fastmb.ru/autonews/autonews_mir/4213-5-faktov-o-vrede-elektricheskikh-avtomobiley.html).

#### List of sources used

1. Information and technical reference on the best available technologies of ITS 37-2017 "Coal mining and processing". Rosstandart, 2018.
2. Production of lignite in the EU — statistics. Eurostat, 2021.
3. Coal Regions. Europe Beyond Coal, 2021.
4. Krylov D. A. The negative impact of impurity elements from coal-fired thermal power plants on the environment and human health // Mining Information and Analytical Bulletin, 2017.
5. Francis Pavlourdakis, Christos Roumpos, Evangelos Karlopoulos, Nikolaos Koukouzas. Sustainable Rehabilitation of Surface Coal Mining Areas: The Case of Greek Lignite Mines // MDPI, 2020.
6. Lubkova et al. Sustainable Agricultural Development in the Coal Mining Region: Specific Characteristics and Conditions (a Case Study in the Kemerovo Region) // International Innovative Mining Symposium, 2021.7.  
[https://auto.ru/mag/article/kak-ustroen-elektromobil /](https://auto.ru/mag/article/kak-ustroen-elektromobil/).
8. <https://virtustec.ru/news/litij-ionnye-batarei-dlya-elektromobilej/>.
9. <https://fin-accounting.ru/financial-news/2021/lithium-mining-white-oil-electric-vehicles>.
10. [https://fastmb.ru/autonews/autonews\\_mir/4213-5-faktov-o-vrede-elektricheskikh-avtomobiley.html](https://fastmb.ru/autonews/autonews_mir/4213-5-faktov-o-vrede-elektricheskikh-avtomobiley.html).

# ENVIRONMENTAL ASPECTS OF THE ELECTRIC VEHICLE LIFE CYCLE

Keyan E.G.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Orenburg State University, Orenburg

Annotation. Currently, the market for cars based on internal combustion engines is being replaced by electric vehicles, the main advantage of which is the absence of emissions of pollutants during operation.

The environmental aspects of an electric vehicle at each stage of its life cycle are considered, - in the production of nickel-metal hydride and more modern lithium batteries; during operation (emissions of suspended particles during abrasion of the roadway, electromagnetic radiation inside the car, electricity generation for charging an electric vehicle) and during its disposal.

It is shown that many aspects related to the life cycle of an electric car are hidden and not advertised in the race to increase their output under the pretext of fighting the carbon footprint. It takes time to conduct research so that an improved electric vehicle is close to ideal, meeting the principles of sustainable development and causing minimal harm to the environment.

Keywords: ecology, life cycle, electric vehicle.

УДК 656

## СОЦИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ОРГАНИЗАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК

**Коновалова Т.В., Домбровский А.Н., Камышникова Н.А.**

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Аннотация. В данной статье рассматриваются городской транспорт, который является одной из общественно значимых отраслей городского хозяйства. Работа городского пассажирского транспорта и меры по ее обеспечению рассматриваются государством как имеющие особую социальную значимость, что и обосновывает актуальность исследования. Учитывая специфику услуг городского пассажирского транспорта, именно достижение высоких социальных результатов должно быть приоритетным при организации его функционирования.

Ключевые слова: транспорт, пассажирские перевозки, пассажиропоток, перевозки, социальная эффективность.

Сегодня транспортная стратегия во всех государствах с социальной политикой ориентирована на сокращение количества индивидуальных средств и одновременное увеличение пассажиров городского пассажирского транспорта общего пользования.

Попытки взятия городского пассажирского транспорта под покровительство государственных властей посредством регулирования тарифов и принятия соответствующих программ, наблюдаются ежегодно. Тем не менее, методы «вмешательства» властей не полностью соответствуют направлениям их ежедневной деятельности, а именно обеспечению комфорта жизни и благосостояния общества как в настоящем, так и в будущем.

Следовательно, явно прослеживается взаимосвязь между процессами развития общества и распространения применения транспорта общего пользования.

Будущее пассажирских перевозок, в первую очередь, зависит от решения следующих приоритетных задач:

- гарантированное транспортное обслуживание всех социальных групп населения,
- обеспечение защиты окружающей среды,
- обеспечение благосостояния населения в регионе.

В первую очередь, социальное регулирование пассажирских перевозок представляет собой координацию отношений в соответствии с установленными социальными нормативами и нормами.

Таким образом, социальные стандарты и нормы, установленные согласно законам и нормативным документам, определяют уровень выполнения прав и гарантий, а также поддерживают социальную защиту общества. Основные причины формирования социальных нормативов функционирования пассажирского транспорта, в первую очередь, обусловлены его тесной взаимосвязью с социальной сферой и экономикой, отраслевой особенностью, прямым воздействием сбоев в работе транспортной системы, как в целом на ситуацию в экономике, так и на потребителя, в частности.[4]

Затраты на социальное регулирование, с позиции экономики общества, транспортного обслуживания должны быть представлены в том количестве, чтобы поддержать удобство населения, задействованного в народном хозяйстве, а также благосостояние общества. Следовательно, для достижения данной конечной цели следует обозначить требования к пассажирской логистической системе, а также обеспечить:

- эффективное использование природных, энергетических, трудовых ресурсов, в том числе совместное обеспечение надежного, комфортабельного и безопасного обслуживания;
- рациональное сочетание частного транспорта и транспорта общего пользования при учете инфраструктурных, экологических и технических особенностей.[2]

Следует отметить, что эффективное функционирование пассажирского транспорта должно проводиться с учетом социальных норм и ресурсов.

Анализируя такие понятия, как "социальная эффективность", "экономическая эффективность" и "социально-экономическая эффективность" можно прийти к выводу, что понятие "социальный эффект" является более широким по содержанию и разнообразным по форме. Экономическая и социальная эффективность связаны между собой. В зависимости от того, что является целью, эти связи могут быть двух типов.

В настоящее время в бизнесе появилась новая мода – тренды на экологичность и ответственность, благодаря чему появилось новое понятие как "ESG".

Аббревиатуру ESG (Environmental, Social, and Corporate Governance) можно расшифровать как «экология, социальная политика и корпоративное управление». Составные части ESG показаны на рисунке 1.



Рисунок 1 - Составные части ESG

Перечисленные направления обозначают возможности и риски компании, которые будут влиять на ее долгосрочную ценность в мире бизнеса.

Таким образом, данная аббревиатура является отражением нефинансовой составляющей деятельности компаний. Этот термин пришел из мира инвестиций и позволяет инвесторам оценивать компании с точки зрения их социальной ответственности. Впервые аббревиатуру ESG сформулировал бывший генеральный секретарь ООН Кофи Аннан, который предложил управленцам крупных мировых компаний включить эти принципы в свои стратегии развития организаций, в первую очередь с целью борьбы с изменением климата.

На сегодняшний день внедрение принципов ESG является частью нефинансовой отчетности компаний и играет принципиальную роль в привлечении инвестиций, выстраивании отношений с правительствами стран, регионов и городов, местными жителями, другими компаниями. В России принципы ESG менее распространены, чем за рубежом, но их уже постепенно внедряют в бизнес, так как Транспортный сектор — одна из опор международной торговли и современного мира в целом.

ESG-принципы имеют в основе три составных части.

1. Корпоративное управление - отражает соответствие компании лучшим стандартам и практикам управления фирмами. Оно включает в себя состав совета директоров, прозрачную систему выплаты вознаграждения топ-менеджменту, следование ответственным практикам лоббирования, найма и управления сотрудниками. По сути - все то, что определяет эффективность и здоровый климат внутри фирмы.

2 - 3. Социальное управление, как и экологическое, является внешним измерением деятельности фирмы и характеризует репутацию фирмы у потребителя, отношение с местными жителями и властями мест присутствия фирмы. Обе составляющие кардинальным образом влияют на готовность инвесторов вкладывать деньги в компанию, а потребителей — быть лояльными.[1]

Проблема взаимоотношений человека и природы весьма многогранна и имеет разносторонние аспекты: философские, социальные, политические, экономические и др. История человечества неразрывно связана с историей природы. В разные исторические эпохи ученые исследовали влияние природной среды на человека, развитие цивилизации, стремились выявить закономерности их взаимодействий.

В старину влияние природы на становление общества, на человека часто рассматривали упрощенно, механистически. Тогда полагали, что природная среда непосредственно влияет на особенности организма человека, его характер и поведение.

На современном этапе вопросы традиционного взаимодействия ее с человеком выросли в глобальную экологическую проблему и всё чаще встречаются идеи об изменении экологической культуры современного общества и его членов.[3]

Учитывая специфику услуг городского пассажирского транспорта, именно достижение высоких социальных результатов должно быть приоритетным при организации его функционирования. В свою очередь, экономический рост системы городского пассажирского транспорта должен сказываться на уровне удовлетворения потребностей пассажиров, сопровождаться ростом качества перевозок, то есть приводить к социальному развитию системы. Таким образом, для стабильной работы транспортных предприятий и удовлетворения требований пассажиров, важным является обеспечение социально-экономического развития транспортной системы города. Достижение высоких экономических показателей работы не должно сопровождаться ухудшением социальных условий жизни граждан. При разработке стратегии развития системы городского пассажирского транспорта следует учитывать как экономический, так и социальный аспекты, а также установить компромисс между уровнем экономической и социальной эффективности.



#### Список использованных источников

1. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова М.П., Миронова Ю.П. Особенности маркетинговых исследований на рынке пассажирских перевозок по заказам в регионе. Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2015. № 4. С. 89-93.
2. Коновалова Т.В. Оценка проектных решений на транспорте. /Котенкова И.Н., Миронова М.П., Надирян С.Л./Краснодар, 2020.
3. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Сенин И.С., Домбровский А.Н. Устойчивое развитие городской транспортной системы./Краснодар, 2023.
4. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н. Рынок транспортных услуг и качество транспортного обслуживания./Краснодар, 2015. Издательство: Кубанский государственный технологический университет.

#### References

1. Konovalova T.V., Nadiryayn S.L., Mironova M.P., Mironova Yu.P. Features of marketing research in the passenger transportation market for orders in the region. Science. Technic. Technologies (Polytechnic Bulletin). 2015. No. 4. pp. 89-93.
2. Konovalova T.V. Evaluation of design solutions in transport. /Kotenkova I.N., Mironova M.P., Nadiryayn S.L./Krasnodar, 2020.
3. Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Senin I.S., Dombrovsky A.N. Sustainable development of the urban transport system./Krasnodar, 2023.
4. Konovalova T.V., Kotenkova I.N. The market of transport services and the quality of transport services./Krasnodar, 2015. Publisher: Kuban State Technological University.

#### SOCIALLY-ORIENTED APPROACH IN THE ORGANIZATION OF PASSENGER TRANSPORTATION

Konovalova T.V., Dombrovsky A.N., Kamyshnikova N.A.  
Kuban State Technological University, Krasnodar

Annotation. This article examines urban transport, which is one of the socially significant branches of the urban economy. The work of urban passenger transport and measures to ensure it are considered by the state as having special social significance, which justifies the relevance of the study. Taking into account the specifics of urban passenger transport services, it is the achievement of high social results that should be a priority in the organization of its functioning.

Keywords: transport, passenger transportation, passenger traffic, transportation, social efficiency.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ЦИФРОВОГО СЕРВИСА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ АВТОТРАНСПОРТНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

**Коновалова Т.В., Ивина В.С., Домбровский А.Н.**

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,  
г. Краснодар

Аннотация. Целью данной статьи является разработка алгоритма для цифрового сервиса для аренды и коммерческого найма транспортных средств. В работе описан алгоритм проектирования системы, архитектуры, интерфейса. Уделено внимание обеспеченности безопасности данных и интеграции с внешними системами. Опираясь на последние технологические тенденции в секторе логистики, проведен анализ потенциальных преимуществ, критериев и рисков создания данного бизнес-проекта. Предложенные меры способствуют улучшению качества обслуживания клиентов, снижая время доставки и увеличивая степень удовлетворенности потребителей. В результате разработки предлагается цифровая платформа, способная повысить доступность и эффективность рынка транспортных услуг. Дальнейшее реализация и развитие подобных решений способствуют цифровой трансформации транспортной отрасли, что, в свою очередь, создает предпосылки для ее устойчивого роста и повышения конкурентоспособности на рынке.

Ключевые слова: цифровой сервис, транспорт, алгоритм, автоматизация, доставка, перевозчик, грузоотправитель.

В условиях стремительно роста экономики транспортная отрасль прогрессивно наращивает темпы развития. По данным РОССТАТА за последние 5 лет количество перевозимых грузов на коммерческой основе по субъектам РФ увеличилось на 70 075 тонн. Это говорит о том, что увеличение объемов потребления обуславливает необходимость автоматизации отдельных областей в транспортной системе с целью минимизации рисков потери грузов и повышения эффективности контроля перевозок (доставок). Как следствие возникает потребность в цифровизации транспортной деятельности и оптимизации подходов к управлению логистических и перевозочных услуг. Влияние инноваций в логистике позволяет снизить издержки на 7–10% от общего объема затрат и увеличить скорость доставки грузов на 15–20%. Правительство РФ разработало стратегическую концепцию цифровой трансформации транспортной отрасли до 2030 года. Постановление направлено на внедрение новых информационных технологий в работу транспорта, поддержания отечественного программного обеспечения с целью модернизации существующих процессов. Согласно статистике Pitchbook, 75% логистических компаний перешли на цифровую модель управления.

В связи со сложившейся тенденцией, одним из эффективных решений будет создание единого цифрового сервиса для аренды и коммерческого найма транспортных средств. Целью программы является подбор клиенту оптимального перевозчика, подходящего под критерии доставки груза. Концепция единой цифровой платформы заключается в следующем. Лицо, имеющее груз, заносит в программу данные о виде и количестве перевозимого, местоположении отправки и прибытия товара, а также дополнительные сведения об условиях доставки. Сервис определяет подходящие по критериям заявки транспортные компании, после чего грузоотправитель выбирает исполнителя, условия которого удовлетворяют в большей степени. Программа будет обеспечивать постоянную связь между отправителем и перевозчиком для отслеживания движения как груза, так и транспортного средства, обновления статуса перевозки и уведомления о текущей ситуации на пути следования. Пользователям платформы будут предоставлены данные о клиентах, нуждающихся в отправке товара и его количестве, о перевозчиках, имеющих подходящее транспортное средство и территориальное расположение. Сервис поможет избавиться от чрезмерной фрагментации рынка транспортных услуг и способен повысить общий объем производительности отрасли.

Целевой аудиторией программы по поиску транспортной компании с оптимальными условиями и параметрами доставки груза являются: логистические фирмы, нуждающиеся в перевозчике для своих грузов; производственные компании, заинтересованные в доставке сырья или готовой продукции; дистрибьюторы; малые и средние бизнесы, которым необходимы услуги доставки, но которые не имеют собственных логистических ресурсов. Также, спрос на сервис будет у менеджеров по снабжению, ответственных за организацию логистики и поиск оптимальных решений для перевозки, и учреждений, которые могут нуждаться в услугах по транспортировке различных грузов. Бизнес-проект актуален для лиц, заинтересованных в оптимальном планировании маршрутов доставки, обеспечении организации транспортного процесса при минимальных временных затратах на поиск надежного перевозчика и финансовых на взаимодействие со сторонними посредническими компаниями.

В ходе анализа данного рынка услуг, выявлены несколько конкурентоспособных специализированных систем в отрасли логистики. Например, сайты и приложения, предлагающие услуги по поиску и сравнению перевозчиков, деятельность которых непосредственно направлена на управления поставками, такие как ATI.SU, CARGO, единственные широко представленные на рынке в России.

Однако, предлагаемый проект имеет ряд преимуществ. Во-первых, пользователи могут оперативно находить перевозчиков через программу без необходимости взаимодействия с контрагентами, как следствие, сокращение цепочки клиент-исполнитель, за счёт исключения сторонних посреднических связей. Во-вторых, сервис предоставляет возможность сравнивать предложения различных перевозчиков. Это позволяет клиентам выбирать наиболее выгодные условия. В-третьих, информация о стоимости и условиях доставки, а также рейтингах перевозчиков указана в понятном формате и удобном интерфейсе. В-

четвертых, адаптация к изменениям в потребностях клиентов, расширяет функционал программы и своевременно обновляет базу данных пользователей. В-пятых, гарантированная безопасность финансовых операций при выполнении транспортных услуг. Данное преимущество закладывается в основу первостепенного источника дохода бизнес-проекта. В-шестых, использование алгоритмов машинного обучения и блокчейнов с целью обеспечения безопасности транзакций, защиты данных.

На рисунке 1 представлен алгоритм действий по функционалу сервиса в виде первоначального этапа к полноценному пособию по написанию программы.

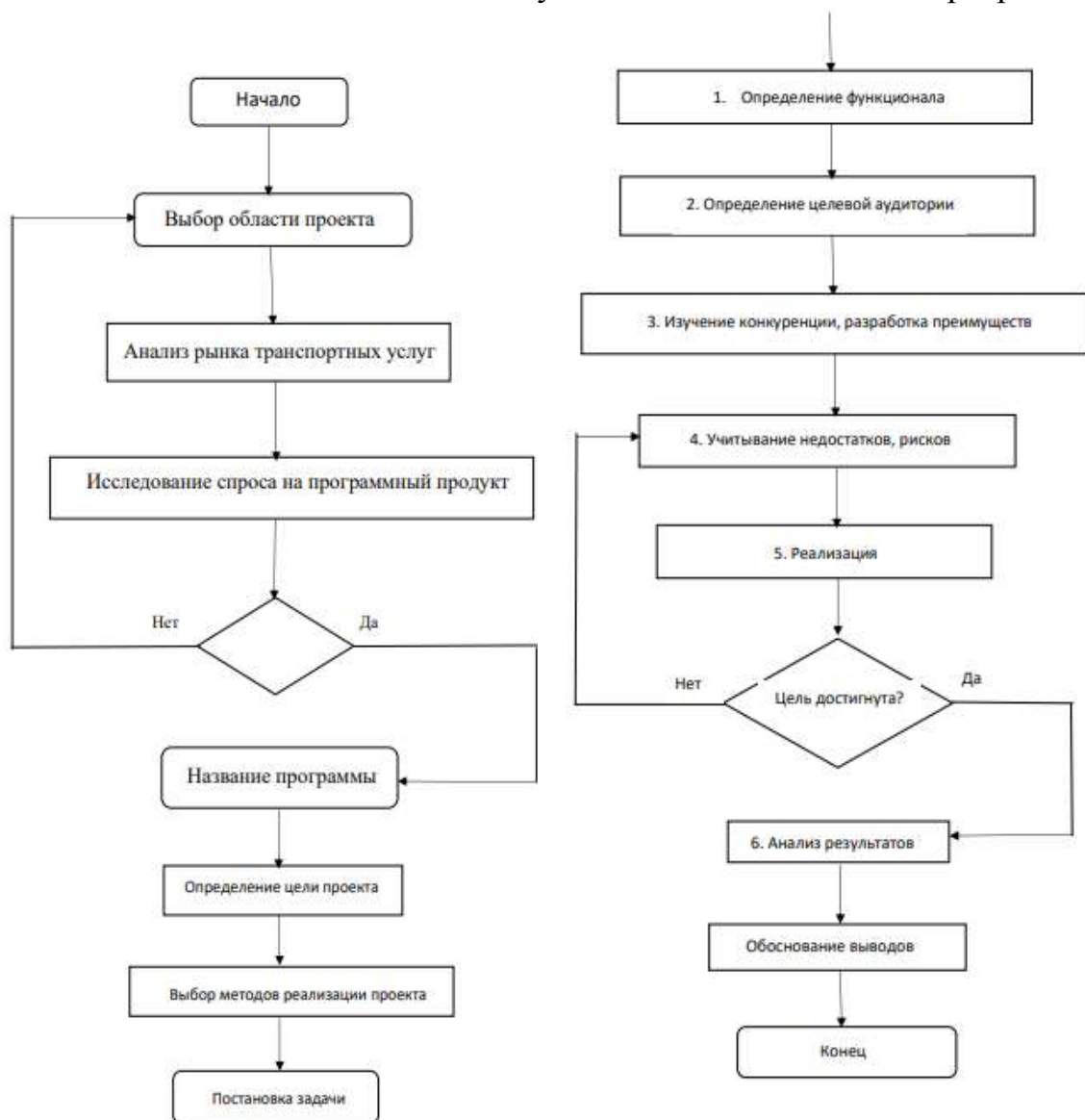


Рисунок 1 – Алгоритм действий по функционалу программы

Однако, на этапе разработки пилотной модели сервиса существует вероятность столкновения с различного рода рисками, такими как:

- Интеграция с существующими системами;
- Безопасность данных;
- Угрозы кибератак.

Сервис должен обрабатывать большие объемы данных, что требует тщательного проектирования архитектуры программного кода, во избежание сложностей с масштабируемостью. Кроме этого, неверная структура интерфейса может привести к низкой удовлетворенности пользователей и отказу от использования сервиса. Наличие уже устоявшихся игроков на рынке усложняет процесс привлечения клиентов. Высокие затраты на разработку, поддержку и продвижение программы могут превысить ожидаемую прибыль. Управление этими рисками требует тщательного планирования, анализа и постоянного мониторинга в процессе разработки и внедрения продукта.

Для реализации проекта необходима финансовая составляющая, которая может основываться на: поддержке инвестиционных фондов, готовых вложить средства в перспективные стартапы на ранних стадиях с высоким потенциалом роста; коммерческих кредитах для малого и среднего бизнеса; программах поддержки студенческих проектов от государственных организаций в виде грантов; привлечение крупных фирм, заинтересованных в развитии новых технологий или решений, а также на создании стратегических партнёрств с другими компаниями для совместного финансирования проекта.

Взаимодействие транспортных компаний с клиентами в прозрачной правовой среде, рациональное использование грузовых автомобилей, создание оптимального плана построения маршрута доставки товаров с минимальными нагрузками в определенный промежуток времени на улично-дорожную сеть позволит значительно повысить эффективность логистических процессов, сократить издержки на транспортировку, улучшить экологическую ситуацию за счет уменьшения выбросов и загрязнений, а также повысить уровень безопасности на дорогах. Кроме того, такие меры способствуют улучшению качества обслуживания клиентов, снижая время доставки и увеличивая степень удовлетворенности потребителей.

В рамках исследования была разработана концепция цифрового сервиса для аренды и коммерческого найма транспортных средств. Дальнейшее реализация и развитие подобных решений способствуют цифровой трансформации транспортной отрасли, что, в свою очередь, создает предпосылки для ее устойчивого роста и повышения конкурентоспособности на рынке.

#### Список использованных источников

1. Повышение эффективности контрольно-надзорной деятельности на транспорте: монография / В.М. Соболев / Изюмский А.А., Мотренко Я.А.; ФГБОУ ВО "КубГТУ". - Краснодар: Издательский Дом - Юг, 2023. - 200 с.

2. Организация движения: учебное пособие/ Т.В. Коновалова, Надирян С.Л, Котенкова И.Н - Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО "КубГТУ", 2023. - 283 с.

3. Устойчивое развитие городской транспортной системы / Т.В. Коновалова, Сенин И.С, Котенкова И.Н.; ФГБОУ ВО "КубГту". - Краснодар: Издательский Дом - Юг, 2023. - 232 с.

4. Повышение безопасности движения детей на улично-дорожной сети городов: монография / Т.В. Коновалова [и др.]. - Краснодар: ООО "Издательский Дом - Юг".

#### List of references

1. Improving the efficiency of control and supervisory activities in transport: monograph / V.M. Sobolev / Izyumsky A.A., Motrenko Ya.A.; FGBOU VO "KubSTU". - Krasnodar: Publishing House - Yug, 2023. - 200 p.

2. Traffic organization: textbook / T.V. Konovalova, S.L. Nadiryan, I.N. Kotenkova - Krasnodar: Publishing House of FGBOU VO "KubSTU", 2023. - 283 p.

3. Sustainable development of the urban transport system / T.V. Konovalova, I.S. Senin, I.N. Kotenkova; FGBOU VO "KubSTU". - Krasnodar: Publishing House - Yug, 2023. - 232 p.

4. Improving the safety of children on the street and road network of cities: monograph / T.V. Konovalova [et al.]. - Krasnodar: ООО "Izdatelskiy Dom - Yug".

#### DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR A DIGITAL SERVICE FOR INTERACTION BETWEEN SUBJECTS OF MOTOR TRANSPORT ACTIVITIES

Konovalova T.V., Ivina V.S., Dombrovsky A.N.  
FGBOU VO "Kuban State Technological University", Krasnodar.

**Abstract:** The purpose of this article is to develop an algorithm for a digital service for renting and commercial hiring of vehicles. The paper describes an algorithm for designing a system, architecture, interface. Attention is paid to data security and integration with external systems. Based on the latest technological trends in the logistics sector, an analysis of the potential benefits, criteria and risks of creating this business project was carried out. As a result of the development, a digital platform is proposed that can increase the availability and efficiency of the transport services market.

**Keywords:** digital service, transport, algorithm, automation, delivery, carrier, shipper.

## ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА В КОНЦЕПЦИИ «УМНОГО ГОРОДА»

**Коновалова Т.В., Кудряшов А.О., Плаксунова В.М.**

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

**Аннотация.** Авторы рассматривают стремительное развитие коммуникационных и информационных технологий в современном мире, уделяя особое внимание понятию «Умного города». Эта концепция направлена на эффективное управление развитием больших городов, улучшение качества жизни и оптимизацию работы посредством интеграции цифровых технологий. Транспортная система «Умного города» включает в себя такие элементы, как интеллектуальное управление движением, системы помощи водителю и цифровые решения для улучшения городской мобильности. Основные цели включают в себя сокращение пробок, улучшение качества воздуха и повышение безопасности.

**Ключевые слова:** транспорт, умный город, транспортная система, транспортная доступность, транспортная сеть.

Коммуникационные и информационные технологии в современном мире развиваются быстрее, чем мы можем себе представить. Одна часть изобретений изменили кардинально жизнь человечества в целом, а другая – так и остались не востребуемыми, так как нет места их применения. Ситуацию изменила концепция «Умного города», которая использует передовые разработки информационно-коммуникативно технологий, и теперь с каждым годом в больших городах изменяется в лучшую сторону.

Данная концепция появилась в США в 2010-х годах в связи с ростом больших городов. Популяризация «умного города» состояла во взвешенном и эффективном управлении сети крупного города. Данная система позволяет повысить уровень жизни города, повысить производительность служб ЖКХ, снизить расходы и потребление ресурсов, улучшить социально-коммуникативные связи между людьми и государственными структурами.

В этом контексте системы «умного города» важно рассмотреть элементы данной концепции, а также определить место транспортной системы в ней.

«Умный город» – цифровая концепция интеграции цифровых технологий с целью повышения уровня комфорта, безопасности, эффективности управления инфраструктурой города. Для своего успешного функционирования данная концепция состоит из следующих элементов, закладывающих основу развития города и улучшения жизни горожан:

1. Современная инфраструктура. Система видеонаблюдения, датчики, умные камеры, сенсоры для оперативного мониторинга и оперативного реагирования.

2. Централизованный командный центр, обеспечивающий сбор и обработку информации из разных частей города для принятия стратегически важных решений.

3. Единая локальная система связи и обработки данных, обеспечивающих связь между централизованным командным центром и периферией.

4. Энергетика и ЖКХ, подразумевающих эффективное использование электроэнергии, городского освещения, ресурсов в системе ЖКХ с помощью применения. Также для увеличения доли электротранспорта в автопарке города требуется увеличение мощности имеющейся электросети города.

5. Градостроительство. Элемент системы, отвечающий за инфраструктуру концепции «Умного города», определяющий место и основу функционирования благоприятной жизни населения и различных объектов.

6. Транспортная система в концепции умного города использует цифровые и инженерные технологии для повышения эффективности городской мобильности. Она направлена на улучшение трёх областей: эксплуатация и управление транспортной системой и сетями, информация и руководство для пользователей системы, а также эксплуатация и управление системами грузовых перевозок.

Технологии «умного транспорта» включают «умные остановки», онлайн-расписание движения пассажирского транспорта, умные светофоры, адаптивное освещение, планировщики поездок, системы интеллектуальной продажи билетов и оплаты проезда, а также кооперативные системы.

Поскольку мобильность является одним из шести явно упомянутых компонентов, ожидается, что большинство умных городов в той или иной степени затрагивают мобильность. Сюда входят электромобили, беспилотные или компьютеризированные транспортные средства, интеллектуальное управление дорожным движением, интегрированная система продажи билетов и мобильность как услуга.

Цели транспортной системы в концепции «Умного города» включают смешанный модальный доступ, приоритетные чистые и немоторизованные варианты и интегрированные ИКТ, а также сокращение пробок на дорогах, расходов на пересадку, загрязнения воздуха и шума, повышение скорости пересадки и повышение безопасности. Иными словами, интеллектуальный транспорт, как считается, способствует повышению уровня и качества жизни. Это частично совпадает с традиционными целями устойчивой городской мобильности.

Выделяют следующие элементы транспортной системы в рамках концепции «Умного города»: телематика, управление автопарком, интеллектуальное управление парковкой, сеть коммунальных и экстренных служб, усовершенствованные системы помощи водителю, цифровое бронирование билетов, смарт-карты, приложения для отслеживания, интеллектуальные решения для дорожного движения, инвестиции в и тестирование автономных транспортных средств, лаборатории мобильной жизни и пункты зарядки электромобилей. Кроме того, упоминаются специальные транспортные сети (VANET), интеллектуальные транспортные



системы, связь между транспортными средствами, а также транспортными средствами и инфраструктурой.

Интеллектуальная мобильность – это прежде всего изменение привычного уклада жизни, выход из зоны комфорта. Развитие транспортной системы в концепции «Умного города» заключается в изменении привычек, актуальных (задействованных) видов транспорта, межведомственном сотрудничестве, а также участии граждан в расширении прав, обязанностей, возможностей, оценке преобразования мышления.

Рассмотрим критерии и показатели, характеризующие основные требования к транспортной системе в настоящее время и в концепции «Умного города». Они требуются для оценки эффективности работы транспорта, выбора оптимального маршрута, учета экономических показателей и анализа транспортной составляющей в стоимости конечной услуги, что позволяет определить уровень территориальной концентрации, динамику изменения транспортной системы, стоимость перевозок, транспортную подвижность населения и другие важные параметры.

Первым показателем, когда обосновывают концепцию «умного города», является величины выбросов. Один из самых действенных методов – оценка потребления различных видов топлива в автопарке страны, регионе, населенном пункте. Также для более корректного подсчёта вводятся нормированные удельные (пробеговые) выбросы или коэффициенты эмиссии для каждой категории автомобильного транспорта с их разделением на классы экологичности.

|  | Всего | из них         |                                 |                            |      |              |
|--|-------|----------------|---------------------------------|----------------------------|------|--------------|
|  |       | оксид углерода | летучие органические соединения | оксиды азота <sup>21</sup> | сажа | диоксид серы |
| <b>Всего по передвижным источникам</b> |       |                |                                 |                            |      |              |
| 2020                                   | 5276  | 3664           | 427                             | 1042                       | 39   | 37           |
| 2021                                   | 5092  | 3525           | 406                             | 1017                       | 38   | 38           |
| 2022                                   | 5031  | 3482           | 400                             | 1005                       | 38   | 38           |
| <b>по автомобильному транспорту</b>    |       |                |                                 |                            |      |              |
| 2020                                   | 5137  | 3639           | 416                             | 950                        | 28   | 37           |
| 2021                                   | 4949  | 3499           | 395                             | 922                        | 27   | 38           |
| 2022                                   | 4885  | 3456           | 389                             | 909                        | 27   | 37           |
| <b>по железнодорожному транспорту</b>  |       |                |                                 |                            |      |              |
| 2020                                   | 139   | 25             | 11                              | 92                         | 11   | 0,0          |
| 2021                                   | 143   | 26             | 11                              | 95                         | 11   | 0,0          |
| 2022                                   | 146   | 26             | 11                              | 97                         | 11   | 0,0          |

Рисунок 1 – Выбросы наиболее распространённых загрязняющих атмосферу веществ от передвижных источников (тысяч тонн) по данным Росстата

Как описывалось выше, в концепции «Умного города» предполагается дальнейшее снижение вредных выбросов, за счёт повышения доли городского пассажирского транспорта (в том числе и удельной доли пассажирского электротранспорта), а также снижения доли личного автотранспорта в условиях УДС. Также можно достичь снижения удельной доли личного автотранспорта за

счёт введения точек интеграции городского транспорта общего пользования и перехватывающих парковок.

Вторым показателем эффективности является доступность городского пассажирского транспорта, который отражает уровень удобства использования жителям определенной местности, учитывая такие факторы, как частота движения транспорта, расстояние до остановок, время до ключевых точек. На рисунке 2 изображен пример схемы, отображающей доступность транспорта общего пользования.



Рисунок 2 – Схема доступности транспорта общего пользования

Третьим показателем является время движения. Это является одним из ключевых пунктов работы транспорта общего пользования, который характеризует уровень производительности транспортных средств и производственных фондов. Добиться оптимальных значений данного показателя увеличением автопарка или выделением полос для городского пассажирского транспорта. Данный показатель складывается из комплекса производственных фондов, в том числе архитектурно-строительного, подразумевая закладывание умной транспортной системы на уровне проектирования улично-дорожной сети.

Четвертым показателем, вытекающим из предыдущего, является удобство. Особенностью данного параметра является его комплексность: доступность транспорта общего пользования, частота движения, пересадочность, время пересадки, общее время поездки. Комплекс данных показателей при их взаимодействии и формирует удобство пользования транспортной системой «Умного города». Данный показатель также подразумевает использование тарифной системы, которая стимулирует развитие пассажирского транспорта общего пользования, делает его доступным для разных слоёв населения, повышая качество предоставляемых услуг.

Пятым показателем является финансовая привлекательность. Организацией перевозок пассажирского транспорта занимается муниципальное управление, в связи с чем обеспечить качественные транспортные услуги равномерно. В связи с этим, не для транспортной системы «Умного города» становятся привлекательны инвесторы, которые смогут снизить нагрузку на бюджет, при этом обеспечив автотранспорт качественным транспортом, найти перевозчика. Это может быть осуществимо при заключении выгодных договоров оказания услуг населению между возможными перевозчиками и муниципалитетом, а также наличия гибкой интеллектуальной транспортной системы.

Таким образом, транспортная система в условиях «Умного города» направлена на сокращение востребованности поездок на автомобиле, вредных выбросов и негативного воздействия на экосистему города, поощряя альтернативные способы передвижения. Данный подход является одним из базовых при традиционном планировании городской инфраструктуры, которая напрямую влияет на мобильность горожан. При рассмотрении концепции «Умного города» нужно видеть грань между традиционными и интеллектуальными подходами, хотя они и преследуют общую цель – обеспечение мобильности. Интеллектуальная городская мобильность обеспечивается технологическими подходами повышения эффективности дорожного движения, а также готовностью населения к изменению привычного уклада жизни.

#### Список использованных источников

1. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова М.П., Миронова Ю.П. Исследование рынка перевозок по заказам в регионе. В сборнике: Международная научно-практическая конференция "Архитектура, строительство, транспорт" (к 85-летию ФГБОУ ВПО "СибАДИ"). Сборник научных трудов № 8 кафедры "Организация перевозок и управление на транспорте". ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Кафедра «ОПиУТ»; Ответственный за выпуск Е. Е. Витвицкий. 2015. С. 74-77.
2. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова М.П., Миронова Ю.П. Особенности маркетинговых исследований на рынке пассажирских перевозок по заказам в регионе. Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2015. № 4. С. 89-93.
3. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова Ю.П., Миронова М.П. Влияние экономических показателей региона на работу автомобильных перевозок. Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. № 5 (51). С. 165-171.

4. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова М.П. Совершенствование методов оптимизации транспортно-логистических издержек в торгово-транспортно-логистических системах. Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2020. № 9. С. 197-199.

#### References

1. Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Mironova M.P., Mironova Yu.P. Research of the on-demand transportation market in the region. In the collection: International scientific and practical conference "Architecture, construction, transport" (for the 85th anniversary of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "SibADI"). Collection of scientific papers No. 8 of the Department of "Organization of Transportation and Transport Management". Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "SibADI", Department of "OPiUT"; Responsible for the release E.E. Vitvitsky. 2015. Pp. 74-77.

2. Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Mironova M.P., Mironova Yu.P. Features of marketing research in the passenger transportation market by orders in the region. Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). 2015. No. 4. P. 89-93.

3. Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Mironova Yu.P., Mironova M.P. The influence of regional economic indicators on the work of road transport. Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway Academy. 2016. No. 5 (51). P. 165-171.

4. Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Mironova M.P. Improving methods for optimizing transport and logistics costs in trade, transport and logistics systems. Humanities, socio-economic and social sciences. 2020. No. 9. P. 197-199.

#### TRANSPORT SYSTEM IN THE CONCEPT OF A "SMART CITY"

Konovalova T.V., Kudryashov A.O., Plaksunova V.M.  
Kuban State Technological University, Krasnodar

Abstract. The authors consider the rapid development of communication and information technologies in the modern world, paying special attention to the concept of a "Smart City". This concept is aimed at effective management of the development of large cities, improving the quality of life and optimizing work through the integration of digital technologies. The transport system of a "Smart City" includes such elements as intelligent traffic management, driver assistance systems and digital solutions to improve urban mobility. The main goals include reducing traffic jams, improving air quality and increasing safety.

Keywords: transport, smart city, transport system, transport accessibility, transport network.

## **ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ В ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ ЖИТЕЛЕЙ**

**Коновалова Т.В., Лаврентец И.С., Сенин И.С.**

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

Аннотация. В статье авторы рассматривают возможность применения средств индивидуальной мобильности, в качестве альтернативного способа мобильности населения в городах и как следствие частичной разгрузки улично-дорожной сети. Изменение модели транспортного поведения, обусловленное желанием существенно снизить временные затраты на перемещение, приводит к увеличению популярности СИМ как способа мобильности. Однако для полноценного функционирования данного способа перемещения необходимо существенно снизить его опасность путем правового и технического регулирования, а также необходимы дальнейшие меры по обучению пользователей, улучшению инфраструктуры и ужесточению контроля за соблюдением правил дорожного движения для минимизации риска аварий и обеспечения безопасности всех участников дорожного движения.

Ключевые слова: мобильность, городской пассажирский транспорт, транспортная инфраструктура

Современные крупные города, в условиях высоких темпов автомобилизации практически исчерпали возможность экстенсивного развития транспортной сети. Высокая плотность застройки затрудняет или делает крайне затратным процесс модернизации транспортной инфраструктуры. Попытки увеличить уровень транспортной доступности территорий за счет развития городского пассажирского транспорта зачастую останавливаются ограниченной пропускной способностью улично-дорожной сети и отсутствием необходимых объектов транспортной инфраструктуры.

Сложившаяся ситуация приводит к изменению модели транспортного поведения, а именно поиску альтернативных способов мобильности, позволяющих существенно снизить временные затраты на перемещение.

К таким способам можно отнести использование средств индивидуальной мобильности (СИМ) и велосипедов. Как отмечают аналитики компаний, осуществляющих прокат СИМ (кикшеринг Яндекс Go) в 80 % случаев сценарием аренды стал транспортный, а не развлекательный маршрут. Кроме того, изменяется профиль пользования: более 40% поездок происходит в утренние и вечерние пиковые периоды; порядка 50% поездок имеют начальную или конечную точки у транспортных узлов. Также стоит отметить снижение на 23% количества вызовов такси пользователями СИМ в период их активного использования.

Однако, увеличение количества средств индивидуальной мобильности неизбежно приводит к возникновению проблем при их эксплуатации и высокой аварийности. Учет инцидентов с участием СИМ затруднен по причине того, что происходят они в том числе и вне улично-дорожной сети.

По данным Научного центра безопасности дорожного движения МВД РФ в 2023 году зарегистрировано 3100 (+229,4%) ДТП с участием СИМ, в результате которых погибли 43 (+126,3%) человека, в том числе 7 несовершеннолетних. Ранения получили 3177 (+225,5%) человек, в числе которых 1041 несовершеннолетний. Наибольшее количество ДТП зарегистрировано в Удмуртской Республике (77), Краснодарском (126), Красноярском (182) и Пермском (83) краях, Нижегородской (143), Омской (83), Свердловской (89), Тюменской (210) и Челябинской (82) областях, а также в г. Москве (800) и г. Санкт-Петербурге (204). Смертельные случаи в таких происшествиях имели место в Республике Алтай (1), Удмуртской Республике (2), Краснодарском (6), Пермском (1), Приморском (1), Ставропольском (1) краях, Владимирской (1), Волгоградской (1), Иркутской (1), Кемеровской (1), Ленинградской (1), Липецкой (1), Московской (3), Новгородской (1), Новосибирской (1), Омской (1), Оренбургской (2), Самарской (2), Саратовской (1), Свердловской (2) и Смоленской (1) областях, а также в г. Москве (4), г. Санкт-Петербурге (5) и г. Севастополе (2).

Большинство пострадавших в ДТП с участием СИМ составляют люди в молодом и среднем возрастах. При этом почти треть пострадавших (31,9%) приходится на возраст от 16 до 25 лет. Начиная с возрастной группы 25-29 лет число пострадавших снижается с увеличением возраста.

Аварийность с участием СИМ носит сезонный характер. Наибольшие значения основных показателей аварийности характерны для теплого периода года. Рост аварийности начинается в апреле ввиду того, что с этого периода начинается активное использование СИМ. Наибольшая доля ДТП с участием СИМ зафиксирована в июле (17,5%), августе (20,6%) и сентябре (16%), наибольшее число погибших – также в указанные месяцы (по 18,6%).

В местах пересечения проезжих частей (выезды с прилегающих территорий и перекрестки) зарегистрирована треть (32,8%) ДТП с участием СИМ. Такое же количество (32,7%) ДТП произошло на пешеходных переходах. На тротуарах, пешеходных дорожках и пешеходных зонах зафиксировано 26,1% происшествий.

В 47,3% ДТП участвующие СИМ принадлежали физическим лицам, в 51,5% происшествий СИМ принадлежали хозяйствующим субъектам, которые в подавляющем большинстве случаев являлись сервисами краткосрочной аренды СИМ. В 36 (1,2%) ДТП форма собственности СИМ не установлена в связи с тем, что лица, передвигавшиеся на них, скрылись с места происшествия.

Из всех ДТП со смертельным исходом 19 погибших использовали для передвижения СИМ, принадлежавшее хозяйствующему субъекту, а также в случае, когда лицо, передвигавшееся на СИМ, совершило наезд на пешехода, который в последующем скончался. При передвижении на СИМ, принадлежавшем физическому лицу, погибли 24 человека. Из двух ДТП, когда

два погибших передвигались на одном самокате, в одном случае он принадлежал хозяйствующему субъекту, в другом физическому лицу.

С января по июнь 2024 года в России произошло 1891 ДТП с участием электросамокатов, моноколёс и других средств индивидуальной мобильности (СИМ). Это на 81,3% больше показателей за аналогичный период прошлого год.

Данный рост аварийности с участием СИМ обусловлен прежде всего возросшей численностью, как числа СИМ, так и количества поездок. Отсутствие инфраструктуры для СИМ также усугубляет проблему аварийности.

В 2023 году вступили изменения в ПДД РФ. Был введен впервые в российское законодательство термин СИМ - транспортное средство, имеющее одно или несколько колес (роликов), предназначенное для индивидуального передвижения человека посредством использования двигателя (двигателей) (электросамокаты, электроскейтборды, гироскутеры, сигвеи, моноколеса и иные аналогичные средства), помимо закрепления термина, было произведено:

- Отделение пользователей СИМ от пешеходов. Теперь пешеходами считаются в том числе «лица, ведущие средство индивидуальной мобильности».

- Введение новых знаков дорожного движения.

Как уже было отмечено выше, СИМ может стать альтернативным способом мобильности населения в городах и как следствие частичной разгрузки улично-дорожной сети. Однако для полноценного функционирования данного способа перемещения необходимо существенно снизить его опасность путем правового и технического регулирования.

В заключение можно добавить, что использование электросамокатов становится все более популярным, однако оно сопровождается значительным ростом числа ДТП. Эти данные подчеркивают важность разработки и внедрения строгих правил и норм для безопасного использования данного вида транспорта.

Необходимы дальнейшие меры по обучению пользователей, улучшению инфраструктуры и ужесточению контроля за соблюдением правил дорожного движения для минимизации риска аварий и обеспечения безопасности всех участников дорожного движения.

#### Список использованных источников

1. Астафьев, С. А. Влияние средств индивидуальной мобильности на повышение комфортности городской среды / С. А. Астафьев, П. С. Астафьева // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. – 2024. – Т. 26, № 1. – С. 70-82. – DOI 10.31675/1607-1859-2024-26-1-70-82.

2. Организация движения / Т. В. Коновалова, И. Н. Котенкова, С. Л. Надирян, И. С. Сенин. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2023. – 283 с.
3. (Моно)город в движении. Опыт исследования мобильностей / Н. В. Веселкова, М. Н. Вандышев, Е. В. Прямикова [и др.]. – Екатеринбург : Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина, 2024. – 338 с.
4. Устойчивое развитие городской транспортной системы / Т. В. Коновалова, И. Н. Котенкова, И. С. Сенин, А. Н. Домбровский. – Краснодар : Общество с ограниченной ответственностью "Издательский Дом - Юг", 2023. – 232 с.
5. Донченко, В. В. Устойчивые городские транспортные системы : изменение парадигмы планирования и развития городского транспорта / В. В. Донченко. – Москва : Агенство Радар, 2023. – 402 с.
6. Оптимизация численности автотранспортных средств, обслуживающих регулярные маршруты городских агломераций / Д. А. Дрючин, Т. В. Коновалова, Е. А. Лебедев [и др.]. – Краснодар : Кубанский государственный технологический университет, 2024. – 178 с.

#### References

1. Astafyev, S. A. The influence of means of individual mobility on improving the comfort of the urban environment / S. A. Astafyev, P. S. Astafyeva // Bulletin of the Tomsk State University of Architecture and Civil Engineering. - 2024. – Vol. 26, No. 1. – pp. 70-82. – DOI 10.31675/1607-1859-2024-26-1-70-82.
2. Organization of movement / T. V. Konovalova, I. N. Kotenkova, S. L. Nadiryan, I. S. Senin. Krasnodar : Kuban State Technological University, 2023. – 283 p.
3. (Mono)The city is in motion. The experience of mobility research / N. V. Veselkova, M. N. Vandyshev, E. V. Pryamikova [et al.]. – Yekaterinburg : Ural Federal University named after the first President of Russia B. N. Yeltsin, 2024. – 338 p.
4. Sustainable development of the urban transport system / T. V. Konovalova, I. N. Kotenkova, I. S. Senin, A. N. Dombrovsky. – Krasnodar : Limited Liability Company "Publishing House - Yug", 2023. – 232 p.
5. Donchenko, V. V. Sustainable urban transport systems: changing the paradigm of planning and development of urban transport / V. V. Donchenko. – Moscow : Radar Agency, 2023. – 402 p.
6. Optimization of the number of vehicles serving regular routes of urban agglomerations / D. A. Dryuchin, T. V. Konovalova, E. A. Lebedev [et al.]. – Krasnodar : Kuban State Technological University, 2024. – 178 p.



## PROBLEMS AND PROSPECTS OF USING MEANS OF INDIVIDUAL MOBILITY IN URBAN MOBILITY OF RESIDENTS

Konovalova T.V., Lavrenets I.S., Senin I.S.  
Kuban State Technological University, Krasnodar

**Abstract.** In the article, the authors consider the possibility of using means of individual mobility as an alternative way of population mobility in cities and as a result of partial unloading of the road network. A change in the model of transport behavior, due to the desire to significantly reduce the time spent on movement, leads to an increase in the popularity of SIM as a method of mobility. However, for the full functioning of this method of movement, it is necessary to significantly reduce its danger through legal and technical regulation, and further measures are needed to educate users, improve infrastructure and tighten control over compliance with traffic rules to minimize the risk of accidents and ensure the safety of all road users.

**Keywords:** mobility, urban passenger transport, transport infrastructure

УДК 656.073

## АНАЛИЗ РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕСОВОГО И ГАБАРИТНОГО КОНТРОЛЯ

**Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Леонова И.О., Тыргалов К.В.**  
Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

**Аннотация.** В данной статье авторами приведен анализ региональной организации весового и габаритного контроля, где приведены реализованные способы надзора в данном направлении, обоснована важность контроля движения грузовых автомобилей на дорогах федерального и регионального значения.

**Ключевые слова:** транспорт, весовой и габаритный контроль, Краснодарский край, дорожно-транспортное происшествие, перевозки.

Актуальной проблемой, снижающей уровень безопасности дорожного движения, неравномерность транспортного потока, связанная с наличием в потоке транспортных средств различного типа. Грузовые автомобили менее маневренны чем легковые, их размеры в различных дорожно-транспортных ситуациях могут ограничивать видимость другим участникам дорожного движения, остановочный путь грузовых автомобилей больше в 2-3 раза, чем у легковых при той же скорости движения. Масса автомобиля существенно влияет на величину тормозного пути. Например, в соответствии с нормативными требованиями при скорости 40 км/ч грузовой автомобиль должен остановиться на отрезке в 20 метров. Однако, как показывают экспериментальные исследования, автомобиль массой 20 и более тонн имеет

тормозной путь при той же скорости до 100 м. Чем больше масса, тем большую опасность представляет транспортное средство в динамике и тем больше воздействие на дорожную одежду[1].

В данной статье рассмотрена система организации весового и габаритного контроля в Краснодарском крае, а также перспективы ее развития. Весовой и габаритный контроль (весогабаритный контроль) является необходимой и вынужденной мерой при организации дорожного движения. Это связано с тем, что по дорогам Российской Федерации (РФ) перемещается огромное количество грузового транспорта. По территории Краснодарского края проходит большое количество грузового транспорта, особенно его количество увеличивается в сезон уборки сельскохозяйственных культур, так происходит транспортировка продукции со всех населенных пунктов в порт. Одной из важнейших проблем, возникающей в данной ситуации является перегруз транспортных средств, вследствие чего нагрузка на дорожное покрытие возрастает, что приводит к его более скорому износу и разрушению, и увеличивается риск возникновения дорожно-транспортных происшествий.

Основной причиной, по которой возрастает риск возникновения дорожно-транспортного происшествия вследствие превышения установленной грузоподъемности автомобиля, является недостаток времени для полной остановки транспортного средства, так как нагрузка на тормозную систему увеличивается при перегрузе. Для предотвращения данных негативных последствий был организован весогабаритный контроль на территории РФ. В соответствии с федеральным законом от 08.11.2007г. №257-ФЗ «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» определяются нормы, регулирующие движение по автомобильным дорогам тяжеловесных крупногабаритных транспортных средств и транспортных средств, осуществляющих перевозку опасных грузов. Нарушения установленных норм предполагают применение к нарушителям установленных весовых и габаритных параметров статьи 12.212 КоАП РФ.

Порядок осуществления весового и габаритного контроля транспортных средств определен Приказом Министерства транспорта Российской Федерации от 31.08.2020 №348 «Об утверждении Порядка осуществления весового и габаритного контроля транспортных средств». Весовой и габаритный контроль автотранспортных средств на стационарных и передвижных контрольных пунктах на автодорогах федерального значения осуществляют органы Госавтонадзора. На территории Краснодарского края осуществляет Межрегиональное территориальное управление Федеральной службы по надзору в сфере транспорта по Южному федеральному округу (МТУ Ространснадзор по ЮФО) г. Ростов-на-Дону.

На территории Краснодарского края расположен 21 автоматический пункт весогабаритного контроля (АПВГК), их перечень приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Автоматические пункты весогабаритного контроля в Краснодарском крае

| №   | Наименование АПВГК            | Месторасположение   |
|-----|-------------------------------|---|
| 1.  | «Усть-Лабинск»                | Усть-Лабинский район, а/д г.Краснодар — г.Кропоткин — граница Ставропольского края, км.49+573 |
| 2.  | «Ейск»                        | Ейский район, АД г.Ейск — ст-ца Ясенская — ст-ца Копанская — ст-ца Новоминская, км 6+000      |
| 3.  | «Новотроицкий»                | Крымский район, АД г.Славянск-на-Кубани — г.Крымск, км 24+750                                 |
| 4.  | «Тверская»                    | Апшеронский район, АД ст-ца Кубанская — ст-ца Саратовская, км 10+110                          |
| 5.  | «Каневская»                   | Каневской район, АД г.Краснодар — г.Ейск, км 112+400  |
| 6.  | «Щербиновский»                | Щербиновский район, а/д г.Краснодар — г.Ейск, км 220+130                                      |
| 7.  | «Кадухин»                     | Усть-Лабинский район, а/д ст-ца Некрасовская — х.Братский км 7+850                            |
| 8.  | «Заречный»                    | Усть-Лабинский район, а/д г.Усть-Лабинск — г.Лабинск — ст.Упорная, км 5+900                   |
| 9.  | «Горячий Ключ»                | г.Горячий Ключ, а/д г.Горячий Ключ — г.Хадыженск,км 4+660                                     |
| 10. | «Тенгинская»                  | Усть-Лабинский район, а/д г.Усть-Лабинск — г.Лабинск — ст.Упорная, км 35+335                  |
| 11. | «Темрюк»                      | Темрюкский район, а/д п.Стрелка — ст.Старотиторовская — п.Прогресс»,км 16+300                 |
| 12. | «Новокорсунская»              | Тимашевский район, а/д «г.Кореновск — г.Тимашевск», км 32+800                                 |
| 13. | «Васюринская»                 | Динской район, а/д г.Краснодар — г.Кропоткин — граница Ставропольского края, км 33+050        |
| 14. | «Тбилисская»                  | Тбилисский район, а/д г.Краснодар — г.Кропоткин — граница Ставропольского края, км 91+100     |
| 15. | «Красноармейский»             | Красноармейский район, а/д г. Тимашевск – ст-ца Полтавская км 51+500                          |
| 16. | «Тихорецкий»                  | Тихорецкий район, а/д ст-ца Журавская — г.Тихорецк, км 63+490                                 |
| 17. | «Калининский»                 | Калининский район, а/д ст-ца Калининская — ст-ца Новотитаровская, км 21+300                   |
| 18. | «Новопокровский»              | Новопокровский район, а/д г.Тихорецк — с.Белая Глина — граница Ростовской области, км 32+400  |
| 19. | «Рязанская»                   | Белореченский район, а/д ст-ца Гурийская – ст-ца Черниговская – ст-ца Рязанская, км 52+360    |
| 20. | «Медвёдовская» в г. Тимашевск | Тимашевский район, а/д г.Краснодар-г.Ейск км31+851  |
| 21. | «Медвёдовская» в г. Краснодар | Тимашевский район, а/д г.Краснодар-г.Ейск, км 31+851  |

Существуют три основных вида пунктов весогабаритного контроля:

1. Передвижные. Измерительное оборудование загружается в специальный автомобиль. К передвижным пунктам предъявляются следующие требования: он должен располагаться на специальной площадке, не создавать помех и опасности для движения других транспортных средств, покрытие,

размеры и уклон площадки должны соответствовать требованиям прописанным в документации к измерительному оборудованию. Проверку проводят сотрудники Ространснадзора или оператор пункта весогабаритного контроля, изображен на рисунке 1.



Рисунок 1 – Передвижной пункт весового и габаритного контроля

2. Стационарные. Располагаются на конкретных участках дороги и работают под контролем оператора, изображен на рисунке 1.



Рисунок 2 – Стационарный пункт весового и габаритного контроля

3. Автоматические (АПВГК). В дорожное полотно монтируются весы. В данном случае измерения проводятся без участия оператора, параметры автомобиля определяются при проезде через измерительную рамку, изображен на рисунке 3.



Рисунок 3 – Автоматический пункт весового и габаритного контроля.

Наиболее удобными и эффективными в использовании являются АПВГК, так как в данном случае все происходит автоматизировано. Данные пункты располагаются на дорогах регионального значения и штрафы при нарушении взимаются через данную систему.

Пункты АПВГК состоят из металлической арки, на которой располагаются камера распознавания государственного регистрационного знака транспортного средства, обзорная камера, лазерный сканер, рядом располагается вычислительное оборудование и коммуникационное оборудование, в дорожное покрытие встраиваются индуктивные сенсоры и пьезокристаллические датчики.

Принцип работы АПВГК заключается в том, что в круглосуточном режиме происходит фиксация проезда все типов транспортных средств, при этом происходят измерения массы каждого из них, нагрузка на ось или группу осей, габаритных размеров и межосевых расстояний транспортного средства. Результаты измерения автоматически сверяются с базой выданных специальных разрешений на перевозку тяжеловесных и крупногабаритных грузов, если при проверки определяется, что специальное разрешение отсутствует или вес и габариты, полученные в ходе измерений при проезде транспортного средства через арку, превышают данные, указанные в разрешении, АПВГК автоматически выявляет нарушения[2].

Еще одной системой, применяемой в Краснодарском крае для весогабаритного контроля, является «Платон». Данная система располагается на дорогах федерального значения, при обнаружении нарушения данной системой, оплата штрафов взимается через нее.

Данная система создана для обеспечения порядка взимания платы с автомобилей разрешенной максимальной массой более 12 тонн в счет возмещения вреда, который наносится дорожному покрытию при их проезде.

Принцип работы системы «Платон» осуществляется по двум схемам, первая представляет собой авансовый платеж или постоплату, владелец вносит оплату до начала движения по федеральным трассам или в режиме постоплаты. Вторая схема – оплата за фактически пройденное расстояние, в данном случае владелец транспортного средства вносит оплату в счет возмещения вреда за

каждый километр маршрута, при этом оформляет или разовый маршрутный лист, или использует бортовое устройство. При использовании бортового устройства списание денежных средств с расчетной записи владельца происходит автоматически, что исключает ошибки вследствие человеческого фактора. Для внесения оплаты владелец и его транспортное средство должны быть зарегистрированы в реестре системы.

В дальнейшем предполагается модернизация систем, что позволит увеличить эффективность их работы

Таким образом, использование систем весогабаритного контроля необходимо на территории Краснодарского края, так как они позволяют контролировать нарушения, в ходе которых происходит износ дорожного покрытия, а также возрастает количество дорожно-транспортных происшествий. Денежные средства, полученные в ходе работ данных систем, идут на реконструкцию поврежденных дорог, что является стратегически важным, так как автомобильный транспорт является наиболее привлекательным для доставки различных грузов, потому что позволяет осуществлять доставку быстро и по принципу «от двери до двери».

#### Список использованных источников

1. Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Надирян С.Л., Сенин И.С.. Организация движения: учеб. пособие / – Краснодар : Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2023. – 283 с
2. Коновалова Т.В., Миронова М.П., Надирян С.Л., Сенин И.С. Организация перевозочного процесса (на автомобильном транспорте): учеб. пособие / – Краснодар: Изд. ФГБОУ ВО «КубГТУ», 2022. – 264 с.

#### References

1. Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Nadiryanyan S.L., Senin I.S. Organization of movement: studies. the manual / – Krasnodar : Publishing house of FGBOU IN KubSTU, 2023. – 283 p
2. Konovalova T.V., Mironova M.P., Nadiryanyan S.L., Senin I.S. Organization of the transportation process (by road transport): studies. the manual / – Krasnodar: Publishing house of FGBOU IN KubSTU, 2022. – 264 p.

#### ANALYSIS OF THE REGIONAL SYSTEM OF ORGANIZING WEIGHT AND DIMENSION CONTROL.

Konovalova T.V., Nadiryanyan S.L., Leonova I.O., Tyrgalov K.V.  
Kuban State Technological University, Krasnodar\_

Abstract. In this article, the authors provide an analysis of the regional organization of weight and dimensional control, which shows the implemented methods of supervision in this area, substantiates the importance of controlling the movement of trucks on roads of federal and regional significance.

Keywords: transport, weight and dimensional control, Krasnodar Territory, traffic accident, transportation.

УДК 656.025.2

## **К ВОПРОСУ О ПРИОРИТЕТНОМ ПРАВЕ ПРОЕЗДА ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА В ГОРОДАХ**

**Котенкова И.Н.<sup>1</sup>, Лебедев Е.А.<sup>1</sup>, Рассоха В.И.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет»,  
г. Краснодар

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. В условиях динамично развивающихся городов и увеличивающихся объемов застройки, во многих крупных городах возникает проблема передвижения жителей из селитебных зон к местам приложения труда, учебы и социальным объектам, которые расположены в центральной части города. В связи с этим, уровень загрузки УДС существенно увеличивается. Одним из вариантов решения данной проблемы является увеличение пассажиропотока на городском пассажирском транспорте и снижение уровня использования индивидуальных транспортных средств, что позволит снизить интенсивность транспортных потоков. Для популяризации ГПТ необходимо увеличить его скорость сообщения. В связи с чем появляется потребность в полосах приоритетного движения маршрутного транспорта общего пользования. В условиях отсутствия нормативно-правовой базы по данному вопросу, авторами были проанализированы существующие исследования и предложен интегральный показатель, позволяющий оценить целесообразность оборудования полос приоритетного движения ГПТ.

Ключевые слова: городской пассажирский транспорт, пассажиропоток, улично-дорожная сеть, пропускная способность, полоса движения, приоритет.

Актуальность темы исследования. В настоящее время во многих крупных и крупнейших городах, а также городских агломерациях ведется интенсивная застройка территорий, которые зачастую не были изначально запланированы как селитебные. При этом места приложения труда, учебные заведения и объекты социальной сферы расположены преимущественно в центральной части города. В связи с этим значительно увеличился приток легковых автомобилей на улично-дорожную сеть (УДС), что влечет за собой повышение уровня загрузки УДС центральной части городов и снижение скорости сообщения транспортных средств (ТС). Очевидно, что популяризация городского пассажирского транспорта (ГПТ) среди населения позволит увеличить пассажиропоток на маршрутах городского транспорта общего пользования и снизить интенсивность движения индивидуальных транспортных средств.

Как показывают исследования, коэффициент наполняемости легковых автомобилей в городах как правило не превышает 1,5. При уровне загрузки УДС более 0,75 личный транспорт и транспорт общего пользования движутся с одинаковыми скоростями в связанном потоке (даже с учетом времени простоя пассажирского транспорта на остановочных пунктах). Однако, суммарное время перемещения жителей, например, от дома до места работы на 15-25 % больше при использовании пассажирского транспорта общего пользования. В то же время суммарные удельные затраты на одного пассажира для сравнимой поездки на личном автомобиле в 5-10 раз больше, чем на автобусе.

Для привлечения жителей к пользованию ГПТ необходимо обеспечить три фактора: комфорт, доступную стоимость передвижения и снижение времени в пути по сравнению с индивидуальным транспортом. Третий фактор необходимо рассматривать с учетом времени подхода к остановкам и ожидания ГПТ, а также с учетом поиска парковки для индивидуального транспорта и пешего движения к пункту назначения [1]. В крупных и крупнейших городах все более актуальным становится вопрос организации приоритетного движения ГПТ.

Теоретическая и методологическая основа исследования включает в себя анализ научных трудов отечественных и зарубежных ученых в области организации приоритетного движения ГПТ.

В качестве инструментов исследования были использованы методы анализа, синтеза, классификации и моделирования.

Элементом научной новизны исследования является формирование интегрального показателя оценки эффективности организации приоритетного движения ГПТ, а также выбор параметров для оценки необходимости ввода приоритетного движения ГПТ на конкретных участках УДС.

В своих исследованиях авторы ориентировались на научные труды Зырянова В.В., Мирончука А.А., Власова А.А., Беловой А.М., Поповой О.В., Шелкова Ю.Д., Смирнова С.И., Фадюшина А.А., Карманова Д.С., Вигаса Ж., Германа Р., Шаровой М.И. и др.

Объектом исследования является транспортная система крупного города на примере г. Краснодара. Темпы развития транспортной инфраструктуры не соответствуют тому уровню автомобилизации, который наблюдается в настоящий момент – 480 автомобилей на 1000 жителей по данным Администрации МО г. Краснодар.

Уровень загрузки УДС г. Краснодара существенно вырос в центральной части города, а также в районах, где имеются объекты тяготения.

Наиболее загруженные участки УДС г. Краснодара представлены на рисунке 1.





Рисунок 1 – Наиболее загруженные участки УДС г. Краснодара

Согласно наблюдениям, уровень загрузки УДС составляет ежедневно в пиковое время 8-10 баллов. По расчетным значениям уровень загрузки магистральных улиц общегородского и районного значения в пиковое время составляет 0,7-0,9. При этом во внепиковый период ярко выраженного снижения уровня загрузки не наблюдается, за исключением ночного времени.

На УДС города работает 10 транспортных сооружений (эстакад и путепроводов), через реку Кубань функционируют три автомобильных и один железнодорожный мост. Маршрутная сеть построена таким образом, чтобы обеспечивать транспортную доступность для всех категорий населения. Маршрутная сеть г. Краснодара представлена на рисунке 2.

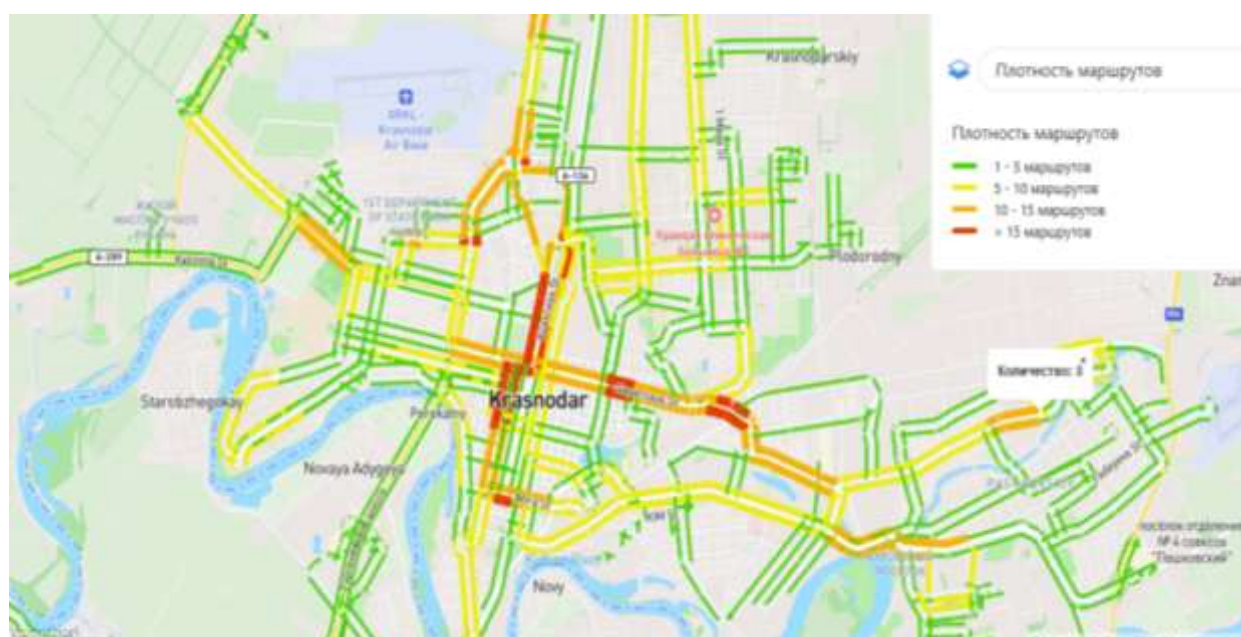


Рисунок 2 – Маршрутная сеть г. Краснодара

В настоящее время в Краснодаре функционируют 62 городских автобусных, 12 троллейбусных, 16 трамвайных и 59 пригородных маршрутов, которые также проходят по территории г. Краснодара.

Одним из важных показателей качества транспортного обслуживания является скорость сообщения. С учетом уровня загрузки участков УДС г. Краснодара наблюдаются «пиковые» периоды, в которые интенсивность транспортных потоков возрастает. Как правило, такие периоды связаны с началом и окончанием рабочего дня. Но в современных условиях характер работы части трудящихся предполагает передвижение по городу на автомобиле, во многих предприятиях существует гибкий график работы, удаленная деятельность и т.д. В результате чего возрастание интенсивности наблюдается и во внепиковые периоды времени.

Рассмотрим участок УДС с наибольшим количеством маршрутов городского пассажирского транспорта – улица Красная от улицы Северная до улицы Офицерская (рисунок 3).



Рисунок 3 – Улица Красная от улицы Северная до улицы Офицерская

Для оценки эффективности функционирования выделенных полос для ГПТ и для определения целесообразности выделения полос для приоритетного движения ГПТ необходимо определить критерии ввода выделенных полос, а также условия, которые должны соблюдаться при предоставлении приоритетного права проезда ГПТ [2].

В настоящее время не существует нормативно-правовой базы по вопросам организации выделения полос для движения маршрутных транспортных средств на УДС города. Критерии ввода выделенных полос для ГПТ, описанные в разных исследованиях, представлены на рисунке 4. К ним относятся: интенсивность транспортного потока, количество полос на рассматриваемом участке УДС, значение величины пассажиропотока. Кроме

того, факторами, которые также должны учитываться, являются: перспективная интенсивность транспортного потока и перспективная пропускная способность [3].

|   |  |
|---|--|
| Количество полос для движения ТС в одном направлении                                |  |
| Значение величины пассажиропотока на рассматриваемом участке                        |  |
| Значение существующей интенсивности транспортного потока на рассматриваемом участке | Городской пассажирский транспорт                   |
|   | Неприоритетные виды транспорта                     |
| Пропускная способность рассматриваемого участка                                     |  |
| Уровень загрузки рассматриваемого участка   | Существующий                                       |
|   | Перспективный, с учетом приоритетного движения ГПТ |
| Затраты времени пассажиров на перемещение по рассматриваемому участку               | Существующий                                       |
|   | Перспективный, с учетом приоритетного движения ГПТ |

Рисунок 4 – Критерии ввода выделенных полос для ГПТ

К обязательным условиям функционирования ГПТ на выделенных полосах можно отнести сохранение пропускной способности улицы для прочих видов транспорта и сокращение задержек времени.

Для оценки эффективности функционирования выделенной полосы для движения ГПТ целесообразно сформировать комплексный показатель, который будет учитывать основные критерии ввода приоритетного движения маршрутного транспорта. Комплексный показатель может учитывать уровень загрузки участка УДС (соотношение интенсивности транспортного потока и пропускной способности рассматриваемого участка), а также уровень пассажиронапряженности на рассматриваемом участке. Кроме того, комплексный показатель должен учитывать потери времени пассажирами на рассматриваемом участке маршрута.

Для комплексного понимания результатов все вышеприведенные показатели сводятся в один интегральный показатель, который можно оценить с помощью формулы:

$$F = \sum_{i=1}^n g_i \cdot m_i,$$

где  $F$  – комплексный интегральный показатель;

$g_i$  – значение оценочного показателя;

$m_i$  – вес оценочного показателя.

Значения оценочного показателя приводятся к единому интервалу измерения по формуле:

$$g_i = \frac{K_{maxi} - K_i}{K_{maxi} - K_{mini}}$$

где  $K_{maxi}$  – максимальное значение показателя;

$K_{mini}$  – минимальное значение показателя;

$K_i$  – фактическое значение показателя.

Вес оценочных показателей определяется методом экспертных оценок посредством ранжирования.

Потери времени пассажирами зависят от протяженности участка маршрута. Удобнее всего оценивать потери времени на отдельно взятых перегонах. С учетом нормированного расстояния между остановочными пунктами в населенных пунктах, длины перегонов находятся в одном и том же диапазоне, что позволяет сравнивать потери времени на разных перегонах [4].

Потери времени можем определить по формуле:

$$P_i = Q_i \cdot \Delta t_i / 60,$$

где  $Q_i$  – пассажиропоток на рассматриваемом участке ( $i$ -ом перегоне) в период максимальной загруженности в прямом или обратном направлении, чел/час;

$\Delta t_i$  – разница во времени движения транспортного средства на рассматриваемом участке ( $i$ -ом перегоне) в периоды минимальной и максимальной загруженности в прямом или обратном направлении, мин.

Пассажиропоток определяется посредством натуральных наблюдений.

Интенсивность транспортных потоков (с учетом состава транспортного потока и наличия в нем приоритетных видов транспорта) также определяется посредством наблюдений в режиме реального времени.

Пропускная способность полосы движения  $P_{\Delta}$  определяется как произведение величины максимальной пропускной способности полосы на коэффициенты ее снижения, учитывающие влияние дорожных условий [5]:

$$P_{\Delta} = P_{max} \cdot \beta_1 \cdot \beta_2 \cdot \beta_3 \cdot \beta_4 \cdot \beta_5,$$

где  $P_{max}$  - максимальная пропускная способность полосы движения, авт/ч;

$\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$  – коэффициенты снижения пропускной способности.

Таким образом, оценка целесообразности функционирования выделенных полос для движения ГПТ на участке УДС включает в себя таблица 1):

- оценку пассажиропотоков на рассматриваемом участке в периоды минимальной и максимальной загрузки участка;
- оценку времени движения подвижного состава ГПТ на рассматриваемом участке в периоды минимальной и максимальной загрузки участка;
- оценку интенсивности транспортных потоков на рассматриваемом участке в периоды минимальной и максимальной загрузки участка;

- оценку пропускной способности рассматриваемого участка.

Таблица 1 – Показатели целесообразности функционирования выделенных полос на рассматриваемом участке УДС

| Показатель   | Значение            |
|--|---------------------|
| Пассажиропоток на рассматриваемом участке в периоды минимальной и максимальной загрузки участка, пасс/час                    | max 730<br>min 240  |
| Время движения подвижного состава ГПТ на рассматриваемом участке в периоды минимальной и максимальной загрузки участка, мин  | max 6,4<br>min 27,6 |
| Интенсивность транспортных потоков на рассматриваемом участке в периоды минимальной и максимальной загрузки участка, авт/час | max 3450<br>min 520 |
| Пропускная способность рассматриваемого участка, авт/час   | 3600                |

По данной схеме возможно определить участки маршрутной сети, на которых введение полос для приоритетного движения ГПТ будет эффективным.

Далее необходимо определить способ реализации предоставления приоритетного права движения ГПТ (рисунок 5).

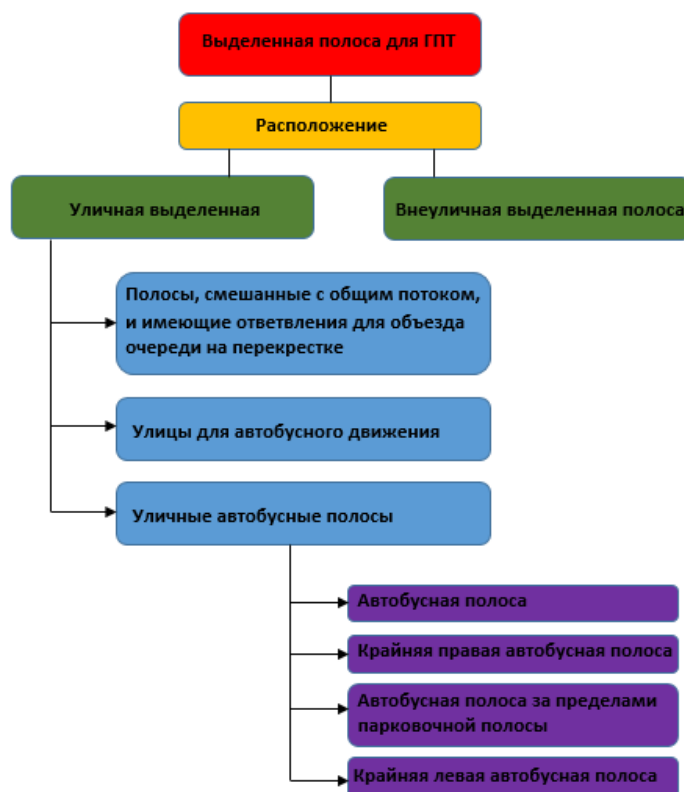


Рисунок 5 – Способы реализации предоставления приоритетного права движения ГПТ

Способы организации приоритетного движения ГПТ можно разделить на активный приоритет, подразумевающий изменение длительности основных

тактов светофорного регулирования при приближении автобуса к перекрестку, и пассивный приоритет, устанавливающий режим светофорного регулирования с учетом ГПТ на определенных участках (рисунок 6).



Рисунок 6 – Способы организации приоритетного движения ГПТ

После реализации приоритетного движения ГПТ на рассматриваемом участке средствами моделирования получены данные об увеличении пассажиропотока и об изменении скорости движения транспортных средств на рассматриваемом участке (рисунок 7), что свидетельствует об эффективности организации приоритетного движения ГПТ.

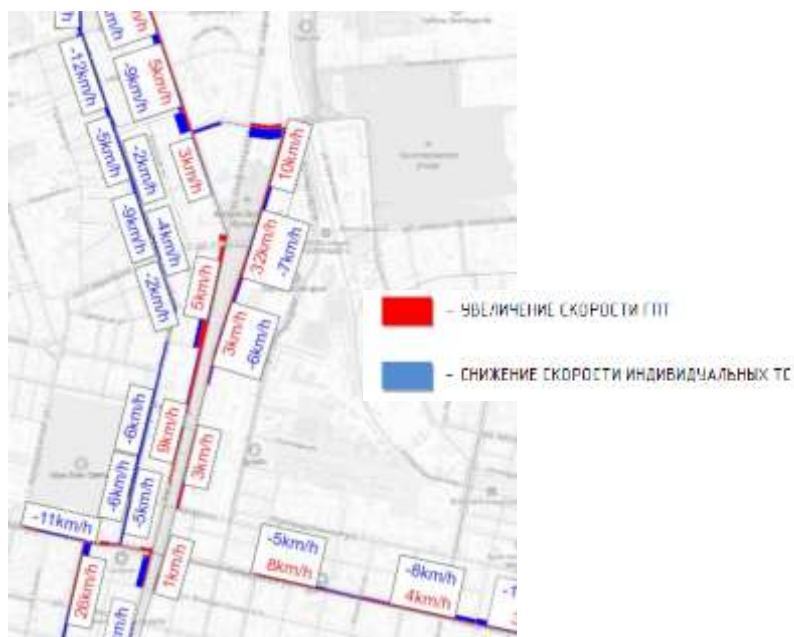


Рисунок 7 – Изменение скорости движения транспортных средств после введения приоритетного регулирования

Таким образом, можем сформулировать последовательность действий и разработать алгоритм по оценке целесообразности ввода полосы для приоритетного движения ГПТ на рассматриваемом участке улично-дорожной сети г. Краснодара.

#### Список использованных источников

1 Дрючин, Д.А. Роль транспорта общего пользования в формировании социальной сферы городских территорий / Д.А. Дрючин, Т.В. Коновалова, С.Л. Надирян, И.Н. Котенкова, В.И. Рассоха // Наука. Техника. Технологии. Политехнический вестник. – 2024. – № 2. – С. 29-32.

2 Коновалова, Т.В. Устойчивое развитие городской транспортной системы: монография / Т.В. Коновалова, И.Н. Котенкова, И.С. Сенин, А.Н. Домбровский. – Краснодар, 2023. – 232 с.

3 Коновалова, Т.В. Анализ транспортных проблем крупных и крупнейших городов / Т.В. Коновалова, И.С. Сенин, С.Л. Надирян, Котенкова И.Н. // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Т. 13. – № 1. – С. 126-136.

4 Социально-экологические аспекты создания комфортной среды на примере краснодарской агломерации: монография / Н.Л. Сергиенко [и др.]. – Краснодар: КубГТУ, 2022. – 175 с.

5 Повышение эффективности контрольно-надзорной деятельности на транспорте / В.М. Соболев, [и др.]. – Краснодар: ООО «Издательский Дом – Юг», 2023. – 200 с.

#### References

1 Dryuchin, D.A. The role of public transport in the formation of the social sphere of urban areas / D.A. Dryuchin, T.V. Konovalova, S.L. Nadiryann, I.N. Kotenkova, V.I. Rassokha // Nauka. Technic. Technologies. Polytechnic Bulletin. – 2024. – No. 2. – pp. 29-32.

2 Konovalova, T.V. Sustainable development of the urban transport system: monograph / T.V. Konovalova, I.N. Kotenkova, I.S. Senin, A.N. Dombrovsky. – Krasnodar, 2023. – 232 p.

3 Konovalova, T.V. Analysis of transport problems of large and largest cities / T.V. Konovalova, I.S. Yesenin, S.L. Nadiryann, Kotenkova I.N. // International Journal of Advanced Studies. – 2023. – Vol. 13. – No. 1. – pp. 126-136.

4 Socio-ecological aspects of creating a comfortable environment on the example of the Krasnodar agglomeration: monograph / N.L. Sergienko [et al.]. – Krasnodar: KubSTU, 2022. – 175 p.

5 Improving the efficiency of control and supervisory activities in transport / V.M. Sobolev, [et al.]. – Krasnodar: Publishing House – Yug LLC, 2023. – 200 p.

## ON THE ISSUE OF THE PRIORITY RIGHT OF PASSAGE OF PASSENGER TRANSPORT IN CITIES

Kotenkova I.N.<sup>1</sup>, Lebedev E.A.<sup>1</sup>, Rassokha V.I.<sup>2</sup>

1 FGBOU VO «Kuban State Technological University», Krasnodar

2 FGBOU VO «Orenburg State University», Orenburg

**Annotation.** In conditions of dynamically developing cities and increasing building volumes, in many large cities there is a problem of movement of residents from residential areas to places of employment, study and social facilities located in the central part of the city. In this regard, the load level of the UDS increases significantly. One of the solutions to this problem is to increase passenger traffic on urban passenger transport and reduce the level of use of individual vehicles, which will reduce the intensity of traffic flows. To popularize the GPT, it is necessary to increase its communication speed. In this connection, there is a need for priority lanes for public transit. In the absence of a regulatory framework on this issue, the authors analyzed existing studies and proposed an integral indicator to assess the feasibility of equipping priority traffic lanes of the GPT.

**Keywords:** street and road network, urban passenger transport, passenger traffic, lane, priority, capacity, intensity, delays, efficiency.

УДК 656.131.025.2

### АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОБУСОВ НА МАРШРУТЕ № 6 «АЭРОПОРТ - ЖД ВОКЗАЛ ВОЛГОГРАД-1»

Куликов А.В.<sup>1</sup>, Павлов П.А.<sup>1</sup>, Вальковская А.А.<sup>2</sup>, Куликов А.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,  
г. Волгоград

<sup>2</sup>ФАУ «РОСДОРНИИ», г. Москва

**Аннотация.** В статье рассматривается анализ показателей функционирования автобусов на городском маршруте № 6 г. Волгограда. Данные, полученные в результате проведенных исследований, позволили: изучить схемы маршрута в прямом и обратном направлениях, получить выборки времени простоя автобусов на остановочных пунктах и определить ее закономерность распределения, определить среднее количество автобусов по часам суток и дням недели работы маршрута № 6.

**Ключевые слова:** городской маршрут, пассажирские перевозки, функционирование автобусов, маршрут № 6, среднечасовой интервал, остановочные пункты.

Пассажирские перевозки играют важную роль в обеспечении мобильности населения, позволяя людям свободно перемещаться по городу и



обеспечивая доступ к различным видам услуг. Автобус представляет собой механическое безрельсовое моторное транспортное средство, предназначенное для перевозки пассажиров, способное маневрировать на дороге и приводимое в движении различным источником энергии. Благодаря пассажирским перевозкам люди могут легко добираться до работы, школы, медицинских учреждений и других необходимых мест. Целью данной работы является анализ показателей функционирования автобусов на городском маршруте № 6. Данный маршрут проходит через Дзержинский и Центральный районы города. Перевозка пассажиров выполняется в круглогодичном режиме, ежедневно с 6:00 до 22:00.

Для достижения цели были разработаны и выполнены следующие задачи: изучены схемы маршрута № 6 в прямом и обратном направлениях с замерами расстояний между остановочными пунктами; получена выборка времени простоя автобусов на остановочных пунктах и определена ее закономерность распределения; определены интервалы движения между автобусами маршрута № 6 по часам суток с выделением периодов «час пик», спада пассажиропотока по дням недели.

Вопросы связанные с повышением эффективности функционирования автобусов на маршрутах были изучены в работах [1, 2, 3, 4, 5].

Объектом исследования является маршрутная сеть городского пассажирского транспорта г. Волгограда. Предметом исследования – показатели функционирования автобусов на маршруте № 6.

Маршрут № 6 является одним из самых популярных маршрутов в городе (годовой объем перевозок пассажиров превышает 1,4 млн. пасс.). Данный маршрут проходит через Дзержинский и Центральный районы города (рисунок 1) и связывает аэропорт с центром г. Волгоград.

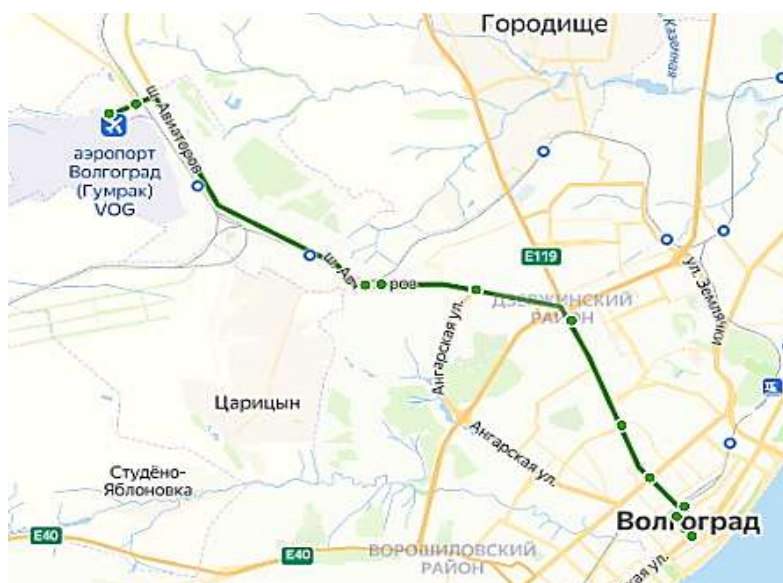


Рисунок 1 – Схема маршрута № 6 «Аэропорт – ЖД вокзал Волгоград-1»

Протяженность маршрута № 6 составляет: в прямом направлении «Аэропорт – ЖД вокзал Волгоград-1» – 18,69 км; в обратном «ЖД вокзал

Волгоград-1 – Аэропорт» – 19,37 км. Количество остановок: в прямом – 29 ед.; в обратном – 30 ед.

В таблице 1 и на рисунках 2, 3 приведены данные о проведенных замерах расстояний между остановочными пунктами маршрута в прямом и обратном направлениях.

Таблица 1 – Расстояние между остановочными пунктами маршрута № 6 в прямом и обратном направлениях

| В прямом направлении   | Расстояние, м | В обратном направлении                                       | Расстояние, м |
|--|---------------|--|---------------|
| 1. Аэропорт – Посёлок Аэропорт                               | 740           | 1. Ж/Д вокзал Волгоград-1 – Центральный рынок                | 1140          |
| 2. Посёлок Аэропорт – Трансгаз                               | 860           | 2. Центральный рынок – Дом Техники                           | 288           |
| 3. Трансгаз – Городок  | 1040          | 3. Дом Техники – Новороссийская                              | 1020          |
| 4. Городок – Военный городок                                 | 480           | 4. Новороссийская – ЦКД Родина                               | 250           |
| 5. Военный городок – Станция Гумрак                          | 540           | 5. ЦКД Родина – ул. Каспийская                               | 530           |
| 6. Станция Гумрак – Посёлок Гумрак                           | 580           | 6. ул. Каспийская – Центр Здоровая спина                     | 322           |
| 7. Посёлок Гумрак – 17-й километр                            | 1200          | 7. Центр Здоровая спина – ул. Иртышская                      | 316           |
| 8. 17-й километр – Станция Бетонная                          | 970           | 8. ул. Иртышская – ул. Джаныбековская                        | 385           |
| 9. Станция Бетонная – Подстанция                             | 490           | 9. ул. Джаныбековская – Технологический колледж              | 678           |
| 10. Подстанция – Рыбокомплекс                                | 1690          | 10. Технологический колледж – ул. Хорошева                   | 640           |
| 11. Рыбокомплекс – ВЗБТ                                      | 800           | 11. ул. Хорошева – Агенство воздушных сообщений              | 430           |
| 12. ВЗБТ – Волгоградмаш                                      | 377           | 12. Агенство воздушных сообщений – Центр детского творчества | 438           |
| 13. Волгоградмаш – Оптовый рынок                             | 494           | 13. Центр детского творчества – ул. Землячки                 | 367           |
| 14. Оптовый рынок – Моторный завод                           | 406           | 14. ул. Землячки – ТЦ Ашан                                   | 623           |
| 15. Моторный завод – Завод Аврора                            | 550           | 15. ТЦ Ашан – Завод Аврора                                   | 643           |
| 16. Завод Аврора – ТЦ Ашан                                   | 620           | 16. Завод Аврора – Моторный завод                            | 556           |
| 17. ТЦ Ашан – Землячки                                       | 370           | 17. Моторный завод – Оптовый рынок                           | 523           |
| 18. Землячки – Центр детского творчества                     | 430           | 18. Оптовый рынок – Волгоградмаш                             | 389           |
| 19. Центр детского творчества – Агенство воздушных сообщений | 500           | 19. Волгоградмаш – ВЗБТ                                      | 384           |

|   |      |                                      |      |
|---|------|--------------------------------------|------|
| 20. Агенство воздушных сообщений – ул.Хорошева  | 660  | 20. ВЗБТ – Рыбокомплекс              | 800  |
| 21.ул. Хорошева – Технологический колледж       | 680  | 21. Рыбокомплекс – Подстанция        | 1690 |
| 22.Технологический колледж – ул. Джаныбековская | 380  | 22. Подстанция – Станция Бетонная    | 502  |
| 23. ул. Джаныбековская – ул. Иртышская          | 310  | 23. Станция Бетонная – 17-й километр | 980  |
| 24. ул. Иртышка – ул.Каспийская                 | 320  | 24. 17-й километр – Поселок Гумрак   | 1210 |
| 25. ул. Каспийская – ЦКД Родина                 | 530  | 25. Поселок Гумрак – Станция Гумрак  | 582  |
| 26. ЦКД Родина – ул.Новороссийская              | 240  | 26. Станция Гумрак – Военный городок | 542  |
| 27. ул. Новороссийская – Ж/Д вокзал             | 1030 | 27. Военный городок – Городок        | 480  |
| 28. Ж/Д вокзал – Комсомольская                  | 280  | 28. Городок – Трансгаз               | 1040 |
| 29. Комсомольская – Ж/Д вокзал Волгоград-1      | 1130 | 29. Трансгаз – Поселок Аэропорт      | 870  |
|   |      | 30. Поселок Аэропорт – Аэропорт      | 755  |

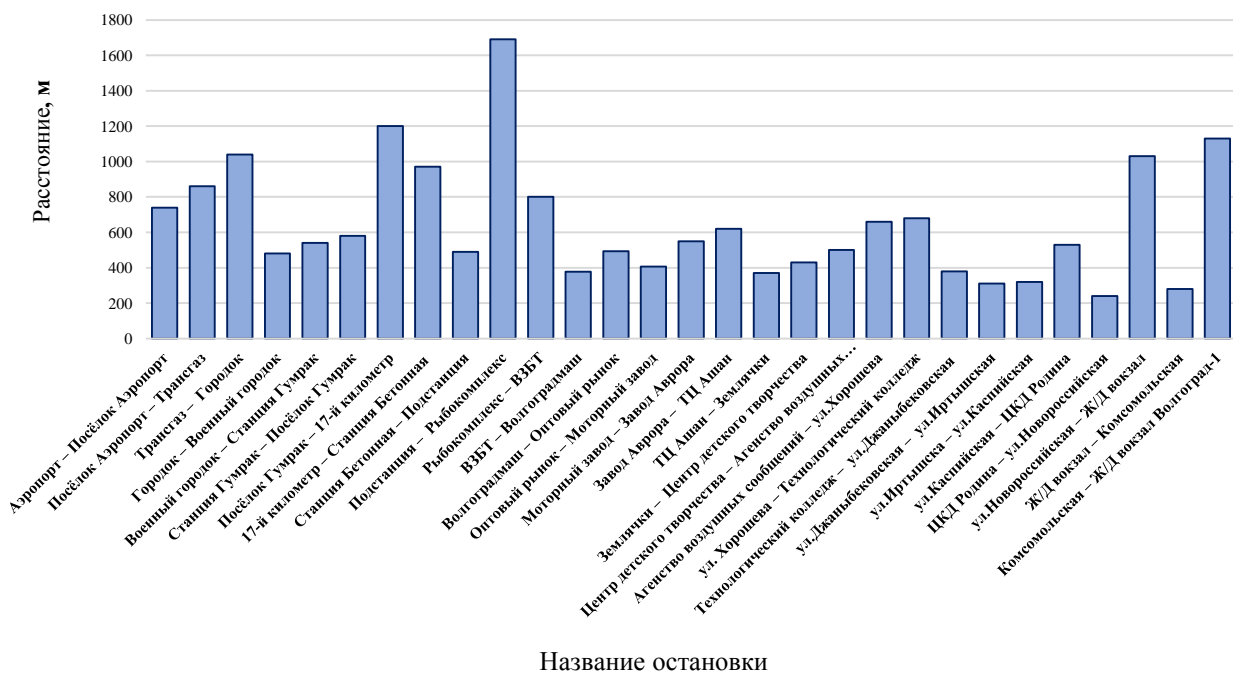


Рисунок 2 – Расстояния между промежуточными остановочными пунктами маршрута № 6 в прямом направлении

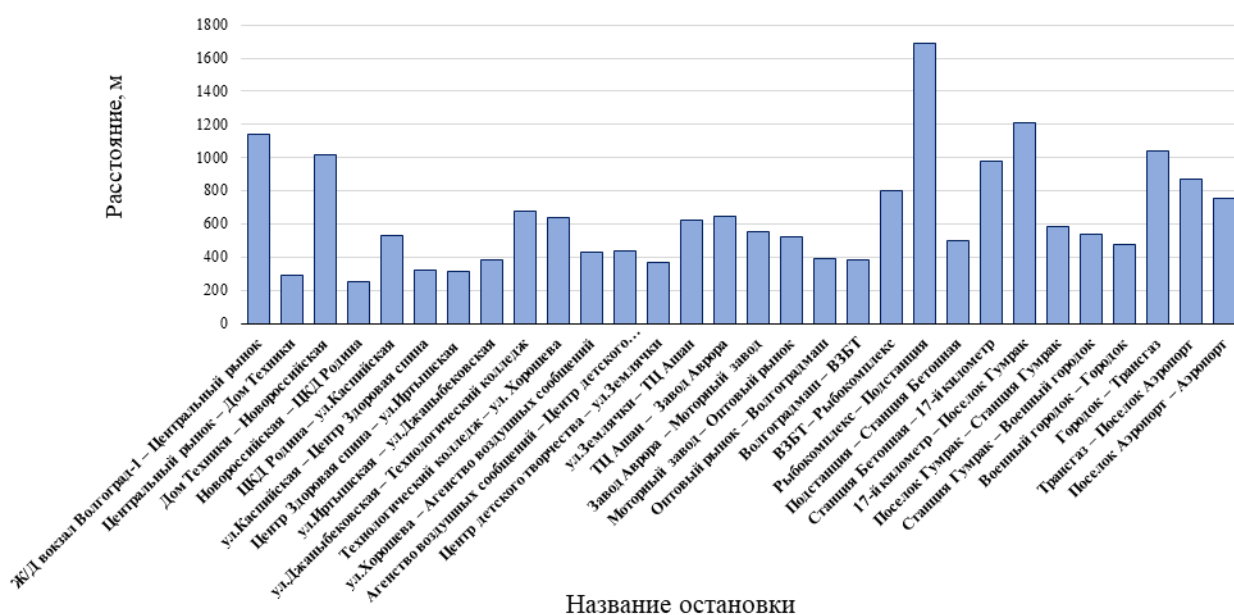


Рисунок 3 – Расстояния между промежуточными остановочными пунктами маршрута № 6 в обратном направлении

Определены расстояния по перегонам в прямом и обратном направлениях маршрута № 6 (среднее в прямом – 618 м, а в обратном – 631 м).

Количество автобусов на маршруте № 6 по часам суток, дням недели и интервалы между ними представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Среднечасовой интервал и среднее количество автобусов по часам суток и дням недели

| Наименование показателей          | Значение показателей по часам суток |             |             |             |
|-----------------------------------|-------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
|                                   | 6:00÷10:00                          | 11:00÷15:00 | 16:00÷20:00 | 21:00÷22:00 |
| День недели                       | Понедельник                         |             |             |             |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 7,99                                | 8,04        | 8,57        | 7,92        |
| Среднее количество автобусов, ед. | 9                                   | 9           | 8           | 6           |
| День недели                       | Вторник                             |             |             |             |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 8,38                                | 8,09        | 8,17        | 7,43        |
| Среднее количество автобусов, ед. | 8                                   | 9           | 9           | 6           |
| День недели                       | Среда                               |             |             |             |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 8,5                                 | 7,45        | 8,23        | 7,75        |
| Среднее количество автобусов, ед. | 7                                   | 10          | 9           | 6           |
| День недели                       | Четверг                             |             |             |             |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 8,15                                | 8,2         | 8,09        | 7,85        |

|                                   |             |      |      |      |
|-----------------------------------|-------------|------|------|------|
| Среднее количество автобусов, ед. | 8           | 10   | 9    | 6    |
| День недели                       | Пятница     |      |      |      |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 8,39        | 8,36 | 8,25 | 7,04 |
| Среднее количество автобусов, ед. | 8           | 8    | 9    | 7    |
| День недели                       | Суббота     |      |      |      |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 8,75        | 8,51 | 8,79 | 8,07 |
| Среднее количество автобусов, ед. | 7           | 8    | 7    | 6    |
| День недели                       | Воскресенье |      |      |      |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 8,89        | 8,65 | 8,21 | 8,35 |
| Среднее количество автобусов, ед. | 6           | 7    | 8    | 6    |

По дням недели получены следующие характеристики работы автобусов на маршруте № 6: в понедельник наибольшее количество автобусов приходится на период времени с 6:00 до 15:00 (9 ед.), наибольший интервал движения – с 16:00 до 20:00 (8,57 мин.); во вторник с 11:00 до 20:00 (9 ед.), наибольший интервал движения – с 6:00 до 10:00 (8,38 мин.); в среду с 11:00 до 15:00 (10 ед.), наибольший интервал движения – с 6:00 до 10:00 (8,5 мин.); в четверг с 11:00 до 15:00 (10 ед.), наибольший интервал движения – с 11:00 до 15:00 (8,2 мин.); в пятницу с 16:00 до 20:00 (9 ед.), наибольший интервал движения – с 6:00 до 10:00 (8,39 мин.); в субботу с 11:00 до 15:00 (8 ед.), наибольший интервал движения – с 16:00 до 20:00 (8,79 мин.); в воскресенье с 16:00 до 20:00 (8 ед.), наибольший интервал движения – с 6:00 до 10:00 (8,89 мин.).

По результатам наблюдений построили на рисунке 4 график распределения среднего количества автобусов, а на рисунке 5 график распределения интервалов движения между автобусами по часам суток и дням недели.

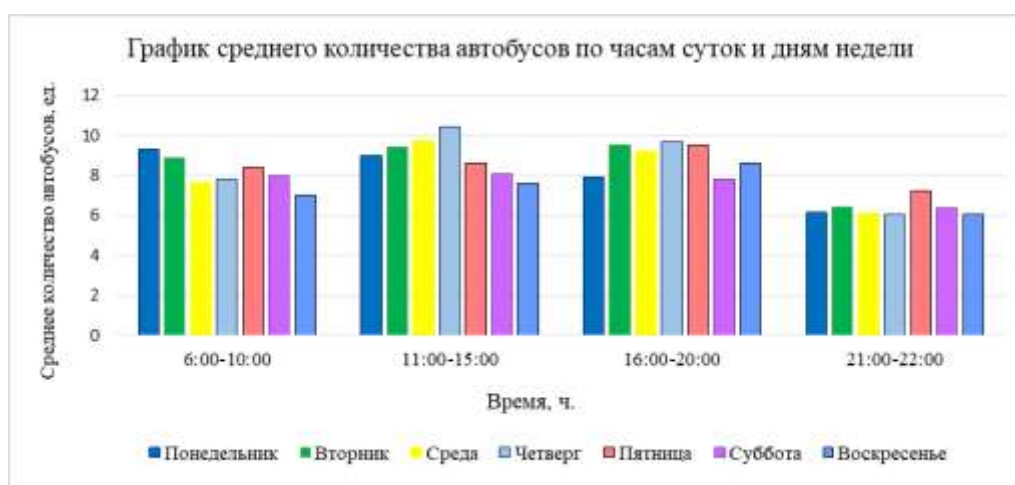


Рисунок 4 – График среднего количества автобусов на маршруте № 6 по часам суток и дням недели

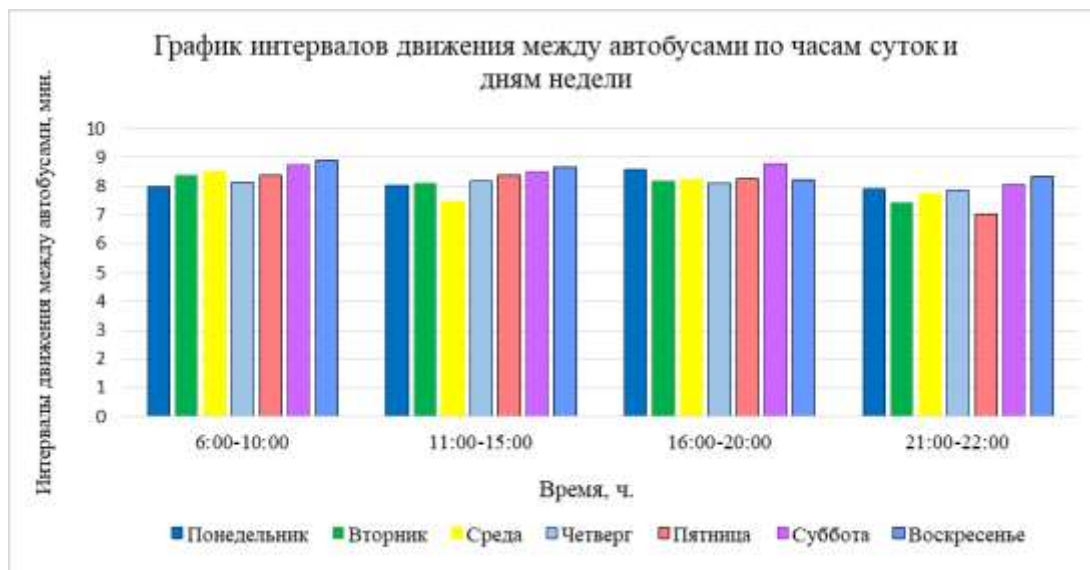


Рисунок 5 – График распределения интервалов движения между автобусами маршрута № 6 по часам суток и дням недели

Выборка случайной величины (времени простоя автобусов на промежуточных остановках маршрута № 6) составила 424 значения, математическое ожидание – 9,0 сек. (таблица 3). Распределение случайной величины соответствует закону Вейбулла.

Используя данные расчетов, находим статическое математическое ожидание и дисперсию [6]:

$$M(t) = \frac{\sum m_i^* t_{ci}}{\sum m_i^*} = \frac{3816}{424} = 9 \text{ с.}$$

$$D^*(t) = \frac{\sum m_i^* t_{ci}^2}{\sum m_i^*} - [M(t)] = \frac{39906}{424} - 9^2 = 13,1 \text{ с}^2.$$

Находим несмещенную оценку для среднего квадратического отклонения:

$$S(x) = \sqrt{\frac{N}{N-1} D^*(x)} = \sqrt{\frac{336}{336-1} * 13,1} = 3,62 \text{ с.}$$

Таблица 3 – Статистическая обработка экспериментальных данных

| №, п/п | Границы интервалов | Середина интервалов $t_{ci}$ | Опытные частоты $m^*$ | Опытные частоты $P_i^*$ | $m1 \cdot t_{ci}$ | $m1 \cdot t_{ci}^2$ | Теоретические вероятности $P_i$ ус | Теоретические числа попадания в интервалы $m_i$ | Слагаемые критерия Пирсона |
|--------|--------------------|------------------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------|---------------------|------------------------------------|---|----------------------------|
| 1      | 0-3                | 1,5                          | 10                    | 0,02                    | 15                | 22,5                | 0,051                              | 11,136  | 0,12                       |
| 2      | 3,1-6              | 4,5                          | 57                    | 0,16                    | 256,5             | 1154,25             | 0,194                              | 65,134  | 0,02                       |
| 3      | 6,1-9              | 7,5                          | 177                   | 0,34                    | 1327,5            | 9956,25             | 0,288                              | 170,77  | 0,23                       |
| 4      | 9,1-12             | 10,5                         | 100                   | 0,29                    | 1050              | 11025               | 0,256                              | 96,016  | 0,17                       |
| 5      | 12,1-15            | 13,5                         | 66                    | 0,19                    | 891               | 12028,5             | 0,144                              | 67,384  | 0,35                       |
| 6      | 15,1-18            | 16,5                         | 8                     | 0,02                    | 132               | 2178                | 0,053                              | 8,808   | 0,83                       |
| 7      | 18,1-21            | 19,5                         | 2                     | 0,005                   | 39                | 760,5               | 0,012                              | 3,032   | 0,35                       |
| 8      | 21,1-24            | 22,5                         | 1                     | 0,002                   | 22,5              | 506,25              | 0,008                              | 0,836   | 0,03                       |
| 9      | 24,1-27            | 25,5                         | 1                     | 0,002                   | 25,5              | 650,25              | 0,001                              | 0,438   | 0,72                       |
| 10     | 27,1-30            | 28,5                         | 2                     | 0,005                   | 57                | 1624,5              | 0,0008                             | 0,269   |                            |
|        |                    |                              | 424                   | 1                       | 3816              | 39906               | 1                                  | 424   | 2,81                       |

На основании выполненных расчетов построим гистограмму и полигон (рисунок 6).

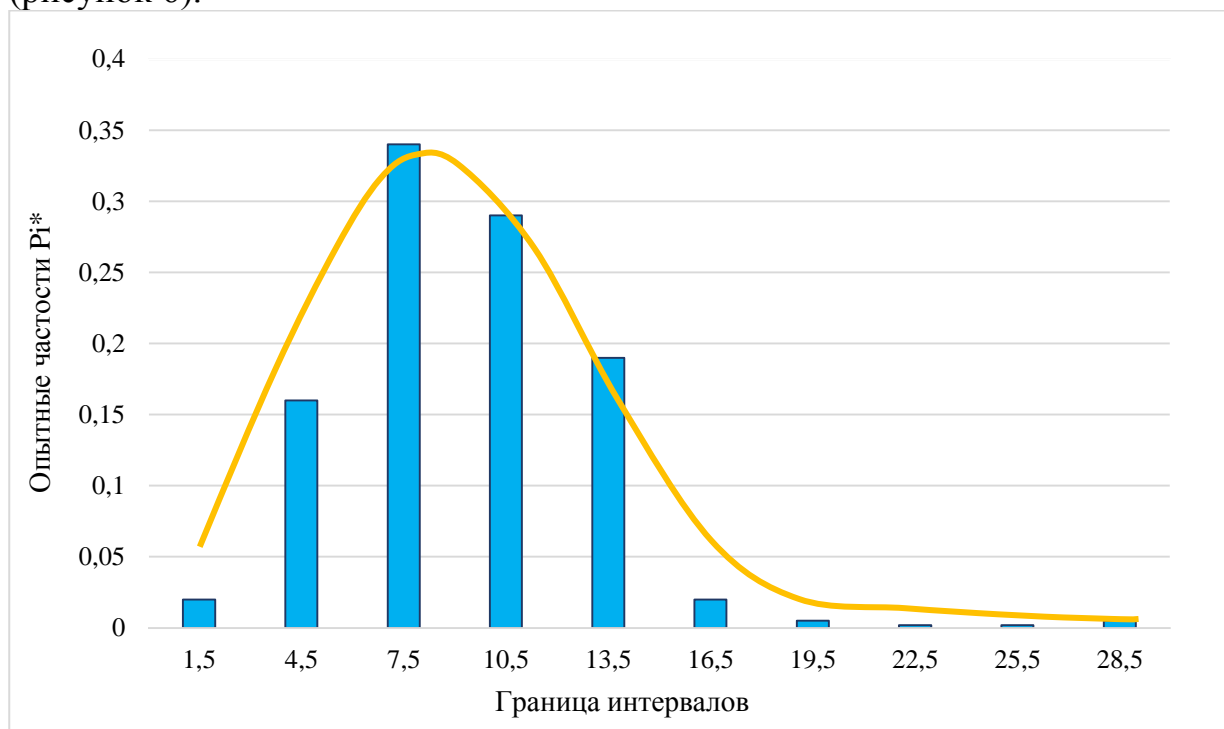


Рисунок 6 – График частоты распределения времени простоя автобусов маршрута № 6 на промежуточных пунктах

Проверяем правдоподобность гипотезы о принадлежности опытных данных к закону Вейбулла с помощью критерия  $\chi^2$  – Пирсона. Число степеней свободы  $K = n - S = 10 - 4 = 6$ , заданный уровень значимости  $\alpha = 0,05$ .

По критерию Пирсона, гипотеза о принадлежности опытных данных к закону Вейбулла подтверждается:

$$P(\chi^2; K) = P(2,81; 6); 0,808 > 0,05.$$

Проверяем правдоподобность принятой гипотезы с помощью критерия Романовского:

$$R = \frac{\chi^2 - n}{\sqrt{2n}}; R = \frac{2,81 - 9}{\sqrt{2 \cdot 9}} = -1,459 < 2,81.$$

По критерию Романовского, гипотеза о принадлежности опытных данных к закону Вейбулла не отвергается.

Определим доверительный интервал разброса среднего результата с надежностью  $\gamma = 0,95$ .

Так как  $N = 424 > 25$ , то при  $\gamma = 0,95$ ,  $t_\gamma = 1,96$ .

Определяем точность оценки:

$$\Delta = \frac{t_\gamma S}{\sqrt{N}} = \frac{1,96 \cdot 3,62}{\sqrt{424}} = 0,34 \text{ с.}$$

Находим доверительный интервал для математического ожидания:

$$8,66 < M(t) < 9,34.$$

Следовательно, с надежностью  $\gamma = 0,95$  можно утверждать, что среднее время простоя автобусов маршрута № 6 на промежуточных остановках находится в интервале (8,66 мин.; 9,34 мин.).

### **Выводы.**

Были определены средние интервалы между прибытием автобусов на промежуточные остановочные пункты маршрута № 6 в разные дни недели (понедельник – 8,13 мин., вторник – 8 мин., среда – 7,98 мин., четверг – 8,07 мин., пятница – 8,01 мин., суббота – 8,53 мин., воскресенье – 8,51 мин.). Определено среднее время простоя на конечных остановках маршрута № 6 (в прямом направлении – 7,03 мин., а в обратном – 10,10 мин.). Максимальное количество автобусов на маршруте составляет 13 ед. По результатам проведенного исследования среднее количество автобусов на линии составило – 9 ед.

Определена дисперсия  $D^*(t) = 13,1 \text{ с.}^2$  и математическое ожидание  $M(t) = 9 \text{ с.}$  времени простоя автобусов на промежуточных остановках. Распределение случайной величины (времени простоя автобусов на промежуточных остановках) соответствует закону Вейбулла. По критерию Пирсона, гипотеза о принадлежности опытных данных к закону Вейбулла



подтверждается. По критерию Романовского, гипотеза о принадлежности опытных данных к закону Вейбулла не отвергается.

Основным выводом является то, что автобусы на маршруте № 6 работают регулярно и сам маршрут является востребованным жителями г. Волгограда. На маршруте № 6 необходимо проведение дополнительных исследований с целью повышения эффективности функционирования автобусов и качества обслуживания пассажиров [7, 8, 9, 10, 11].

#### Список использованных источников

1. Исследование эффективности использования автобусов на городских маршрутах / А. Н. Омаров, Ш. Н. Ауелбекова, Д. Ж. Гумаров, Б. С. Мурат // Инновации в природообустройстве и защите в чрезвычайных ситуациях : Материалы VIII Международной НПК, Саратов, 21–22 апреля 2021 года. – Саратов: ООО "Амирит", 2021. – С. 291-294.

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

3. Легкий, С. А. Усовершенствование методики разработки расписания движения подвижного состава при организации городских автобусных перевозок / С. А. Легкий, В. В. Бабенко // Вести Автомобильно-дорожного института. – 2022. – № 1(40). – С. 30-40.

4. Куликов, А. В. Совершенствование организации перевозок пассажиров на городских маршрутах общественного транспорта за счет эффективного формирования маршрутной сети / А. В. Куликов, Б. Советбеков // Вестник КРСУ. – 2021. – Т. 21, № 8. – С. 51-57.

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. Дипломное проектирование / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин, А. В. Куликов. – Волгоград : ВолгГТУ, 2011. – 168 с.

7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023667628 РФ. Программа расчета производительности автобуса при перевозке пассажиров на городском маршруте : № 2023667068 : заявл. 16.08.2023 : опубл. 16.08.2023 / А. В. Куликов, А. А. Куликов ; заявитель ФГБОУ ВО «ВолгГТУ».

8. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022682715 РФ. Определение оптимальной вместимости автобуса и их необходимого количества на городском маршруте : № 2022682517 : заявл. 25.11.2022 : опубл. 25.11.2022 / А. В. Куликов, А. А. Куликов ; заявитель ФГБОУ ВО «ВолгГТУ».

9. 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 МНПК, Оренбург, 15–17 ноября 2023 г. – Оренбург: ОГУ, 2023. – С. 224.

10. 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.

11. 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. Research on the effectiveness of using buses on urban routes / A. N. Omarov, Sh. N. Auelbekova, D. Zh. Gumarov, B. S. Murat // Innovations in environmental management and protection in emergency situations : Materials of the VIII International NPC, Saratov, April 21-22, 2021. – Saratov: Amirit LLC, 2021. – pp. 291-294.

2. Kulikov, A.V. Improvement of passenger transportation in the central part of the city of Volgograd / A.V. Kulikov, S. Y. Firsova, V. V. Gorina // Izvestiya VolgSTU. Series: Ground transportation systems. - 2015. – vol. 10, No. 4(162). – pp. 78-83.

3. Light, S. A. Improvement of the methodology for developing the timetable of rolling stock in the organization of urban bus transportation / S. A. Light, V. V. Babenko // To conduct the Automobile and Road Institute. – 2022. – № 1(40). – Pp. 30-40.

4. 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 // Bulletin of the KRSU. – 2021. – Vol. 21, No. 8. – pp. 51-57.

5. 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.

6. Diploma design / A.V. Velmozhin, V. A. Gudkov, L. B. Mirotin, A.V. Kulikov. Volgograd : VolgSTU, 2011. 168 p.

7. Certificate of state registration of the computer program No. 2023667628 of the Russian Federation. The program for calculating the performance of a bus when transporting passengers on a city route : No. 2023667068 : application 08/16/2023 : publ. 08/16/2023 / A.V. Kulikov, A. A. Kulikov ; applicant FGBOU VO "VolgSTU".

8. Certificate of state registration of the computer program No. 2022682715 of the Russian Federation. Determination of the optimal capacity of the bus and their required number on the city route : No. 2022682517 : application 25.11.2022 : publ. 25.11.2022 / A.V. Kulikov, A. A. Kulikov ; applicant FGBOU VO "VolgSTU".

9. 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 MNPC, Orenburg, November 15-17, 2023 – Orenburg: OSU, 2023. – p. 224.

10. 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.

11. 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.

#### ANALYSIS OF BUS PERFORMANCE INDICATORS ON ROUTE No. 6 "AIRPORT - RAILWAY STATION VOLGOGRAD-1"

Kulikov A.V.<sup>1</sup>, Pavlov P.A.<sup>1</sup>, Valkovskaya A.A.<sup>2</sup>, Kulikov A.A.<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>FGBOU VO "Volgograd State Technical University",  
Volgograd  
<sup>2</sup>FAU "ROSDORNII", Moscow

**Abstract.** The article considers the analysis of bus performance indicators on the city route No. 6 in Volgograd. The data obtained as a result of the conducted research allowed: to study the route schemes in the forward and reverse directions, to obtain samples of bus downtime at bus stops and determine its distribution pattern, to determine the average number of buses by hours of the day and days of the week of route No. 6.

**Key words:** urban route, passenger transportation, bus operation, route No. 6, hourly average interval, stopping points.

УДК 656.131 (470.45)

#### АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ АВТОБУСОВ НА МАРШРУТЕ № 2 «ЖД ВОКЗАЛ ВОЛГОГРАД-1 – КОМПЛЕКС ЮБИЛЕЙНЫЙ»

**Куликов А.В., Павлов П.А., Куликов А.А., Мищенко Г.С.**  
ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный технический университет»,  
Волгоград

**Аннотация.** В данной статье представлен анализ технико-эксплуатационных показателей работы автобусов на городском маршруте № 2 г. Волгограда. Проведена статическая обработка экспериментальных данных.

На основе полученных данных была построена гистограмма распределения частоты попадания времени простоя автобуса на промежуточных остановках и выравнивающая её теоретическая кривая нормального закона. Был построен график интервалов движения между автобусами по часам суток и дням недели, а также график среднего количества автобусов на маршруте № 2.

Ключевые слова: городской транспорт, автобусный маршрут, пассажирские перевозки, функционирование автобусов, маршрут № 2, технико-эксплуатационные показатели, среднечасовой интервал, остановочные пункты.

Автобусные пассажирские перевозки являются одним из основных видов общественного транспорта, обеспечивающих мобильность населения и связь между различными районами города [1, 2]. В настоящее время в г. Волгограде сеть городского общественного пассажирского транспорта состоит из 114 маршрутов (автобусные – 42 ед.). Для исследования показателей функционирования автобусов был выбран городской маршрут № 2. Данный маршрут соединяет Центральный, Ворошиловский, Советский, Кировский и Красноармейский районы г. Волгограда. Перевозка пассажиров выполняется в круглогодичном режиме, ежедневно с 5:00 до 22:00.

Целью данной работы являются анализ показателей функционирования автобусов на городском маршруте № 2. Для достижения цели были разработаны и выполнены следующие задачи: изучены схемы маршрута в прямом и обратном направлениях с замерами расстояний между остановочными пунктами; получена выборка времени простоя автобусов на остановочных пунктах и определена ее закономерность распределения; определены интервалы движения между автобусами маршрута № 2 по часам суток с выделением периодов «час пик» и спада пассажиропотока.

Объектом данного исследования является перевозочный процесс пассажиров на городском маршруте № 2 «ЖД Вокзал Волгоград-1 – Комплекс Юбилейный». Предметом исследования являются технико-экономические показатели функционирования автобусов на маршруте № 2.



Рисунок 3 – Схема маршрута № 2 с начальным и конечным пунктами

Для исследования показателей функционирования автобусов маршрута №2 были определены расстояния между промежуточными остановочными пунктами в прямом и обратном направлениях. Расстояния между промежуточными остановочными пунктами представлены в таблице 1.

Таблица 1– Расстояния между промежуточными остановочными пунктами в прямом и обратном направлениях

| Наименование остановки         | Расстояние по направлениям, км |            |
|--------------------------------|--------------------------------|------------|
|                                | в прямом                       | в обратном |
| 1. Комплекс Юбилейный          | 2,52                           | 0          |
| 2. Проспект Героев Сталинграда | 0,46                           | 1,42       |
| 3. Бульвар Энгельса            | 0,43                           | 0,35       |
| 4. Пролетарская улица          | 0,79                           | 0,59       |
| 5. Судоверфь                   | 1,38                           | 0,6        |
| 6. Школа №63                   | 0,88                           | 1,53       |
| 7. Улица Куйбышева             | 0,8                            | 0,89       |
| 8. Улица Фролова               | 0,77                           | 0,78       |
| 9. Дома речников               | 0,8                            | 0,8        |
| 10. Лесобазы                   | 0,38                           | 0,68       |
| 11. Гостиница Мираж            | 0,25                           | 0,39       |
| 12. Вторчермет                 | 1,17                           | 0,35       |
| 13. ЖК Импульс                 | 0,73                           | 1,16       |
| 14. 8-я площадка               | 0,63                           | 0,65       |
| 15. 7-я площадка               | 0,91                           | 0,61       |
| 16. Тепличное хозяйство        | 0,96                           | 1,04       |
| 17. Химгородок                 | 0,5                            | 0,93       |
| 18. Солёный пруд               | 0,45                           | 0,46       |
| 19. Бамбуковая улица           | 0,55                           | 0,45       |
| 20. Тополёвая улица            | 0,78                           | 0,63       |
| 21. Больница №9                | 0,4                            | 0,73       |
| 22. Лавровая улица             | 0,62                           | 0,28       |
| 23. 503-й микрорайон           | 0,37                           | 0,65       |
| 24. Школа №107                 | 0,69                           | 0,35       |
| .....                          |                                |            |
| 57. Ж/д вокзал Волгоград-1     | 0                              | 1,67       |

По данным таблицы 1 на рисунке 1 был построен график изменения расстояний между промежуточными остановочными пунктами в прямом и обратном направлениях.

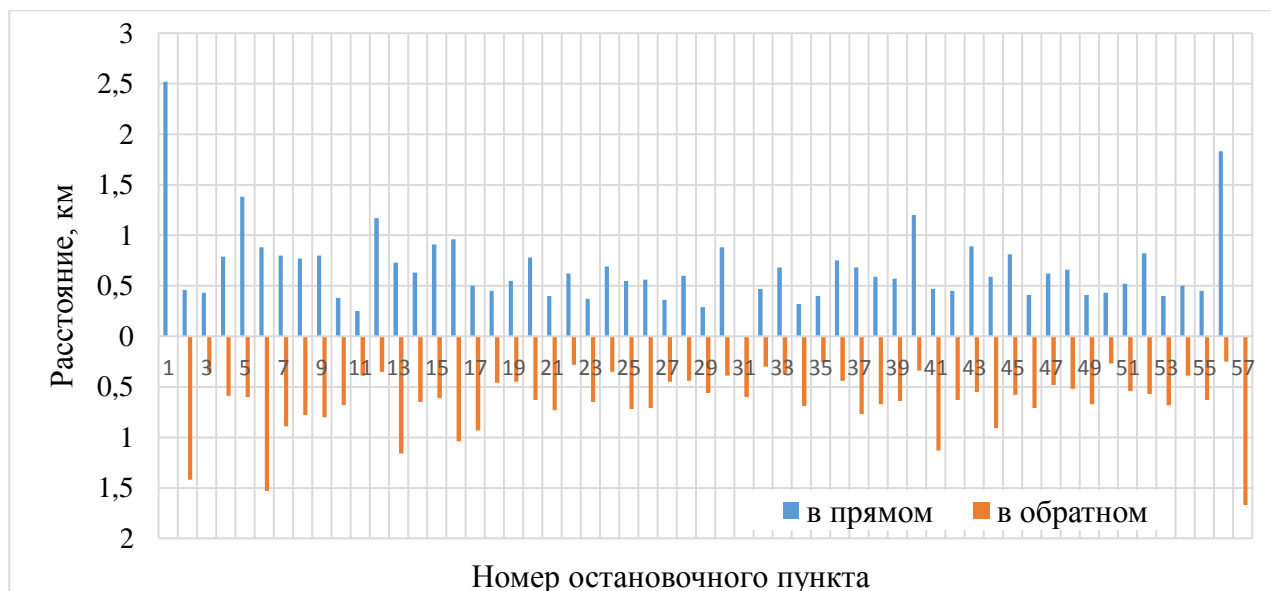


Рисунок 2 – График расстояний между промежуточными остановочными пунктами в прямом и обратном направлениях

Для исследования характеристик времени простоя автобусов на промежуточных остановочных пунктах маршрута № 2 была получена экспериментальная выборка вероятностной величины (объем выборки составил 500 значений) и проведена статистическая обработка (таблица 2) [3, 4, 5, 6].

Таблица 2 – Статистическая обработка экспериментальных данных

| Статистическая обработка экспериментальных данных |                    |                               |                          |                          |               |                 |                                 |   |                            |           |           |
|---|--------------------|-------------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------|-----------------|---------------------------------|---|----------------------------|-----------|-----------|
| Номер интервала                                   | Границы интервалов | Середина интервалов, $t_{ci}$ | Опытные частоты, $m_i^*$ | Опытные частоты, $P_i^*$ | $m_i^*t_{ci}$ | $m_i^*t_{ci}^2$ | Теоретические вероятности $P_i$ | Теоретические числа попадания в интервалы $m_i$ | Слагаемые критерия Пирсона |           |           |
| 1   | 0-2                | 1                             | 10                       | 0,020                    | 10            | 10              | 0,0095                          | 4,75  | 6                          |           |           |
| 2   | 2-4                | 3                             | 8                        | 0,016                    | 24            | 72              | 0,0483                          | 24,15   | 11                         |           |           |
| 3   | 4-6                | 5                             | 25                       | 0,050                    | 125           | 625             | 0,1039                          | 51,95   | 14                         |           |           |
| 4   | 6-8                | 7                             | 118                      | 0,236                    | 826           | 5782            | 0,2072                          | 103,60  | 2                          |           |           |
| 5   | 8-10               | 9                             | 155                      | 0,310                    | 1395          | 12555           | 0,2487                          | 124,35  | 8                          |           |           |
| 6   | 10-12              | 11                            | 80                       | 0,160                    | 880           | 9680            | 0,211                           | 105,50  | 6                          |           |           |
| 7   | 12-14              | 13                            | 72                       | 0,144                    | 936           | 12168           | 0,1163                          | 58,15   | 3                          |           |           |
| 8   | 14-16              | 15                            | 22                       | 0,044                    | 330           | 4950            | 0,0423                          | 21,15   | 0                          |           |           |
| 9   | 16-18              | 17                            | 6                        | 0,012                    | 102           | 1734            | 0,0105                          | 5,25  | 0                          |           |           |
| 10  | 18-20              | 19                            | 4                        | 0,008                    | 76            | 1444            | 0,0018                          | 0,90  | 11                         |           |           |
| Итого   |                    |                               | 500                      | 1,000                    | 4704          | 49020           | 1                               | 500   | 60                         |           |           |
| $y_i$   | 0                  | 2                             | 4                        | 6                        | 8             | 10              | 12                              | 14  | 16                         | 18        | 20        |
| $Z_i$   | -2,928155          | -2,280906                     | -1,633657                | -0,986408                | -0,339159     | 0,3080906       | 0,9553398                       | 1,602589  | 2,2498382                  | 2,8970874 | 3,5443366 |
| $\Phi(Z_i)$                                       | -0,4982            | -0,4887                       | -0,4404                  | -0,3365                  | -0,1293       | 0,1179          | 0,3289                          | 0,4452  | 0,4875                     | 0,498     | 0,4998    |
| $P_i$   | 0,0095             | 0,0483                        | 0,1039                   | 0,2072                   | 0,2472        | 0,211           | 0,1163                          | 0,0423  | 0,0105                     | 0,0018    |           |

Определим ширину интервала с помощью формулы Стерджеса.

$$\Delta t = \frac{t_{max} - t_{min}}{1 + 3,332 \lg N} = \frac{20 - 0}{1 + 3,332 \lg 500} = 2,00 \text{ с.}$$

Исходя из ширины интервала  $\Delta t = 2 \text{ с.}$  гистограмма распределения времени простоя на остановочных пунктах будет иметь 10 интервалов (рисунок 3).

Вычислим значения опытных частот  $P_i$ , для чего опытные частоты делим на число всех испытаний.

$$P_i = \frac{m^*}{N} = \frac{10}{500} = 0,020.$$

Находим статистическое математическое ожидание и дисперсию

$$M^*(t) = \sum_{i=1}^n x_i P_i^* = 1 * 0,020 + 3 * 0,016 + \dots = 9,408 \text{ с.}$$

$$D^*(t) = \sum_{i=1}^n x_i^2 P_i^* - [M^*(x)]^2 = 1^2 * 0,020 + 3^2 * 0,016 + \dots = 9,53 \text{ с}^2.$$

Определим несмещенное значение среднего квадратического отклонения.

$$S^*(t) = \sqrt{\frac{N}{N-1} D^*(t)} = \sqrt{\frac{500}{500-1} * 9,53} = 3,09 \text{ с.}$$

Таким образом, экспериментальное распределение будем выравнивать нормальным законом следующего вида:

$$f(t) = \frac{1}{3,09\sqrt{2\pi}} * e^{-\frac{(t-9,408)^2}{2*3,09^2}} = 0,1291 * e^{-0,05236(t-9,408)^2}.$$

Вычисляем теоретические вероятности попадания случайной величины в интервалы по формуле:

$$P_i(\alpha_i < x < \beta_i) = \Phi\left(\frac{\beta_i - M^*(t)}{S}\right) - \Phi\left(\frac{\alpha_i - M^*(t)}{S}\right).$$

На основе полученных поинтервальных теоретических вероятностей  $P_i$  производим выравнивание гистограммы опытных данных теоретической кривой нормального закона (рисунок 3).

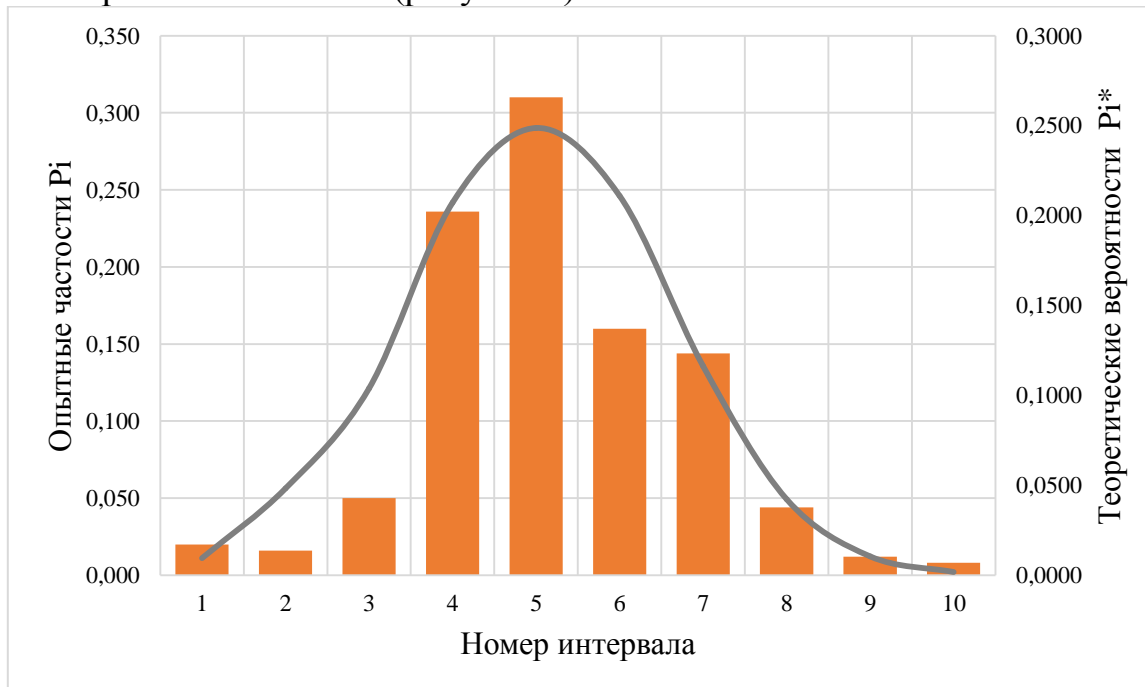


Рисунок 3 – Гистограмма распределения частоты попадания времени простоя автобусов и выравнивающая её теоретическая кривая нормального закона

Находим теоретические числа попадания случайной величины в интервалы

$$m_i = P_i N.$$

Получаем  $m_1 = P_1 N = 0,0095 * 500 = 4,75$  и т.д.

Рассчитываем значение  $\chi^2$  – критерий Пирсона

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{(m_i^* - m_i)^2}{m_i}.$$

Для первого интервала

$$\frac{(m_1^* - m_1)^2}{m_1} = \frac{(4,75 - 10)^2}{10} = 6.$$

Для второго интервала

$$\frac{(m_2^* - m_2)^2}{m_2} = \frac{(24,15 - 8)^2}{8} = 11.$$

Суммируя значения всех слагаемых критерия Пирсона, получаем  $\chi^2 = 60$ .

Проверяем правдоподобность гипотезы о принадлежности опытных данных к нормальному закону с помощью критерия Пирсона. Число степеней свободы  $K = n - S = 10 - 3 = 7$ , заданный уровень значимости принимаем равным 0,05. Для числа степеней свободы  $K = 7$  и уровня значимости  $\alpha = 0,05$  ( $K_{\text{теор.}} = 14,067$ )  $<$  ( $K_{\text{опыт.}} = 60$ ). Следовательно, по критерию Пирсона гипотеза о принадлежности опытных данных к нормальному закону отвергается.

Проверяем правдоподобность принятой гипотезы с помощью критерия Романовского

$$K_p = \frac{\chi^2 - n}{\sqrt{2n}} = \frac{60 - 10}{\sqrt{2 * 10}} = 11,18 > 3.$$

Как видим, что по критерию Романовского гипотеза о принадлежности опытных данных к нормальному закону подтверждается.

С помощью сервиса Яндекс.карта определим время простоя автобусов на промежуточных остановочных пунктах маршрута № 2 в секундах, данные сгруппируем в таблице 3. Для удобства разделим время работы автобусов на маршруте на 3 интервала: утро (5:00÷12:00), обед (13:00÷18:00), вечер (19:00÷22:00).



Таблица 3 – Время простоя автобусов на промежуточных остановочных пунктах маршрута № 2

| Наименование остановки        | Утро      |            |             | Обед        |             |             | Вечер       |             |             |
|-------------------------------|-----------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                               | 5:00-8:00 | 8:00-10:00 | 10:00-12:00 | 12:00-14:00 | 14:00-16:00 | 16:00-18:00 | 18:00-19:00 | 19:00-20:00 | 20:00-22:00 |
| 1. Комплекс Юбилейный         | 8,24      | 14,19      | 12,54       | 12,49       | 7,34        | 10,15       | 10,53       | 6,15        | 6,58        |
| 2. Пр-кт Героев Сталинграда   | 10        | 10         | 9           | 12          | 10          | 11          | 10          | 11          | 6           |
| 3. Бульвар Энгельса           | 8         | 7          | 10          | 7           | 7           | 12          | 13          | 18          | 12          |
| 4. Пролетарская улица         | 7         | 7          | 6           | 7           | 9           | 6           | 10          | 11          | 12          |
| 5. Судовой перекресток        | 6         | 6          | 9           | 8           | 7           | 8           | 8           | 7           | 12          |
| 6. Школа №63                  | 7         | 5          | 7           | 7           | 8           | 8           | 12          | 12          | 11          |
| 7. Улица Куйбышева            | 11        | 12         | 11          | 13          | 12          | 10          | 12          | 10          | 7           |
| 8. Улица Фролова              | 8         | 8          | 8           | 7           | 7           | 9           | 15          | 14          | 8           |
| 9. Дома речников              | 6         | 5          | 6           | 2           | 5           | 8           | 11          | 12          | 14          |
| 10. Лесобазы                  | 7         | 5          | 5           | 8           | 7           | 6           | 3           | 2           | 2           |
| 11. Гостиница Мираж           | 5         | 6          | 8           | 4           | 5           | 6           | 9           | 8           | 4           |
| 12. Вторчермет                | 5         | 6          | 6           | 2           | 3           | 6           | 6           | 1           | 7           |
| 13. ЖК Импульс                | 16        | 13         | 13          | 12          | 10          | 10          | 9           | 5           | 6           |
| 14. 8-я площадка              | 8         | 4          | 7           | 8           | 8           | 7           | 8           | 8           | 7           |
| 15. 7-я площадка              | 8         | 9          | 7           | 7           | 5           | 7           | 3           | 0           | 8           |
| 16. Тепличное хозяйство       | 8         | 7          | 9           | 7           | 8           | 7           | 9           | 7           | 3           |
| 17. Химгородок                | 9         | 11         | 8           | 9           | 12          | 8           | 5           | 0           | 16          |
| 18. Солёный пруд              | 8         | 10         | 8           | 4           | 7           | 7           | 9           | 7           | 14          |
| 19. Бамбуковая улица          | 8         | 8          | 9           | 7           | 8           | 8           | 13          | 12          | 14          |
| 20. Топольная улица           | 7         | 6          | 8           | 9           | 11          | 8           | 8           | 6           | 13          |
| 21. Больница №9               | 7         | 10         | 9           | 8           | 9           | 10          | 12          | 10          | 8           |
| 22. Лавровая улица            | 8         | 9          | 9           | 7           | 8           | 8           | 10          | 7           | 9           |
| 23. 503-й микрорайон          | 8         | 9          | 7           | 5           | 6           | 6           | 7           | 7           | 20          |
| 24. Школа №107                | 9         | 7          | 8           | 12          | 12          | 11          | 7           | 6           | 7           |
| 25. Колледж имени Вернадского | 9         | 7          | 9           | 8           | 10          | 8           | 11          | 12          | 12          |
| 26. ЦКД Авангард              | 9         | 8          | 10          | 8           | 8           | 10          | 13          | 11          | 9           |
| 27. Посёлок Руднева           | 12        | 9          | 7           | 5           | 6           | 7           | 9           | 8           | 13          |
| 28. Энергетический колледж    | 10        | 8          | 10          | 7           | 7           | 8           | 15          | 13          | 7           |
| 29. Санаторий Волгоград       | 5         | 12         | 8           | 10          | 11          | 9           | 11          | 12          | 7           |
| 30. Горная поляна             | 9         | 8          | 10          | 9           | 8           | 9           | 5           | 0           | 7           |
| 31. Завод Электронмаш         | 12        | 10         | 15          | 11          | 14          | 11          | 12          | 13          | 12          |
| 32. ТРК Акварель              | 5         | 8          | 7           | 8           | 8           | 7           | 9           | 7           | 12          |
| 33. ВолГУ                     | 11        | 10         | 8           | 0           | 13          | 0           | 12          | 0           | 0           |
| 34. Улица Автомобилистов      | 8         | 10         | 10          | 8           | 8           | 8           | 9           | 7           | 12          |
| 35. Обувная фабрика           | 7         | 8          | 7           | 0           | 10          | 9           | 8           | 7           | 12          |
| 36. Зелёное Кольцо            | 12        | 15         | 11          | 13          | 13          | 13          | 10          | 13          | 7           |
| 37. Колледж нефти и газа      | 10        | 12         | 12          | 9           | 10          | 9           | 7           | 7           | 7           |
| 38. Стадион Нефтяник          | 6         | 6          | 7           | 5           | 7           | 5           | 14          | 18          | 7           |
| 39. Прямая улица              | 9         | 11         | 10          | 9           | 9           | 8           | 10          | 12          | 7           |
| 40. Аграрный университет      | 10        | 11         | 13          | 12          | 10          | 11          | 13          | 12          | 7           |
| 41. Сельхозтехника            | 9         | 8          | 6           | 12          | 12          | 13          | 7           | 9           | 7           |
| 42. Путепроводная             | 6         | 9          | 9           | 7           | 8           | 7           | 9           | 8           | 5           |
| 43. Чигиринская улица         | 12        | 11         | 12          | 12          | 12          | 12          | 6           | 0           | 7           |
| 44. Кинотеатр Мир             | 9         | 8          | 7           | 4           | 7           | 7           | 17          | 18          | 8           |
| 45. Улица Елисеева            | 7         | 7          | 8           | 11          | 13          | 11          | 8           | 9           | 6           |
| 46. Политехнический центр     | 8         | 8          | 8           | 7           | 8           | 7           | 8           | 7           | 7           |
| 47. Кузнечная улица           | 9         | 10         | 10          | 7           | 8           | 10          | 8           | 8           | 6           |
| 48. Улица Огарёва             | 8         | 8          | 8           | 8           | 9           | 7           | 8           | 9           | 9           |
| 49. Казачий театр             | 9         | 10         | 7           | 14          | 12          | 13          | 6           | 5           | 6           |
| 50. Торговый центр            | 10        | 10         | 10          | 7           | 8           | 8           | 11          | 8           | 9           |
| 51. Площадь Чикистов          | 11        | 11         | 11          | 7           | 8           | 9           | 8           | 14          | 6           |
| 52. Магазин Современник       | 12        | 10         | 7           | 8           | 9           | 7           | 10          | 7           | 9           |
| 53. Комсомольская улица       | 10        | 11         | 10          | 9           | 10          | 9           | 14          | 12          | 8           |
| 54. Улица Порт-Саида          | 11        | 11         | 12          | 15          | 14          | 11          | 9           | 12          | 9           |
| 55. Технический университет   | 14        | 15         | 15          | 12          | 14          | 12          | 13          | 10          | 9           |
| 56. Площадь Ленина            | 16        | 17         | 15          | 13          | 15          | 13          | 16          | 15          | 10          |
| 57. Ж/д вокзал Волгоград-1    | 8,16      | 7,45       | 9,15        | 15,16       | 13,22       | 12,56       | 10,36       | 12,59       | 15,06       |

Примечание:   – данным цветом обозначено время простоя на начальном и конечном остановочных пунктах в минутах.

Аналогично, с помощью сервиса Яндекс.карта определим количество автобусов на маршруте и интервалы движения между ними (таблица 4).

Таблица 4 – Количество автобусов на маршруте и интервалы движения

|             | Пн                          | Вт                          | Ср                          | Чт                          | Пт                          | Сб                          | Вс                          |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 5:00-6:00   | 9/9 (15:23; 16:34; 16:35)   | 8/9 (16:19; 15:37; 15:25)   | 8/8 (12:15; 10:36; 9:47)    | 7/8 (15:16; 16:56; 16:23)   | 8/8 (15:13; 14:03; 11:54)   | 6/6 (36:15; 36:22; 35:08)   | 6/6 (36:15; 36:54; 36:09)   |
| 6:00-7:00   | 16/16 (10:37; 9:56; 7:27)   | 12/14 (14:32; 10:55; 9:14)  | 14/16 (14:16; 15:37; 10:42) | 16/16 (14:56; 11:12; 8:45)  | 15/16 (8:34; 7:19; 8:15)    | 10/10 (25:16; 25:38; 24:22) | 9/10 (24:08; 24:16; 15:55)  |
| 7:00-8:00   | 22/23 (10:38; 7:14; 8:54)   | 20/22 (16:55; 10:13; 16:34) | 20/21 (9:17; 6:38; 15:19)   | 20/21 (14:02; 16:23; 10:22) | 21/21 (8:19; 7:23; 8:56)    | 16/17 (15:26; 16:15; 16:38) | 14/15 (15:09; 14:58; 14:47) |
| 8:00-9:00   | 23/23 (11:57; 8:33; 9:07)   | 22/23 (7:16; 8:24; 9:33)    | 23/23 (10:37; 7:06; 8:13)   | 22/23 (8:12; 9:26; 8:53)    | 23/23 (9:12; 11:32; 10:36)  | 20/21 (19:14; 14:28; 14:08) | 19/20 (14:16; 19:09; 9:16)  |
| 9:00-10:00  | 14/21 (18:16; 12:54; 16:27) | 16/20 (8:23; 8:38; 9:56)    | 15/23 (9:11; 9:26; 12:39)   | 15/21 (12:26; 15:38; 19:47) | 15/20 (15:11; 19:22; 12:54) | 14/22 (13:57; 14:15; 12:26) | 13/21 (9:23; 12:54; 9:26)   |
| 10:00-11:00 | 15/23 (20:14; 15:37; 12:35) | 16/22 (13:54; 16:15; 20:02) | 16/23 (12:17; 16:56; 20:43) | 15/23 (20:12; 13:15; 12:13) | 16/22 (20:21; 14:19; 14:02) | 15/23 (10:23; 8:15; 15:09)  | 14/22 (14:08; 12:22; 12:39) |
| 11:00-12:00 | 15/20 (13:26; 13:37; 17:36) | 16/21 (13:22; 14:16; 17:03) | 16/18 (12:36; 15:37; 13:22) | 16/19 (13:23; 13:36; 17:55) | 18/21 (11:03; 13:18; 8:50)  | 15/19 (10:56; 15:15; 13:36) | 15/20 (14:47; 13:09; 12:37) |
| 12:00-13:00 | 15/22 (11:16; 15:24; 13:07) | 16/21 (17:56; 14:15; 17:44) | 17/20 (14:39; 17:37; 11:16) | 15/21 (17:36; 11:48; 15:29) | 15/19 (12:38; 7:14; 9:19)   | 16/22 (13:09; 12:15; 13:45) | 15/21 (12:39; 13:46; 12:37) |
| 13:00-14:00 | 15/20 (14:28; 10:07; 11:42) | 16/21 (16:23; 12:19; 12:26) | 16/20 (12:16; 12:56; 13:49) | 16/20 (12:54; 13:45; 9:26)  | 17/21 (6:23; 13:11; 2:47)   | 16/20 (16:42; 14:37; 13:06) | 15/19 (15:09; 13:26; 13:04) |
| 14:00-15:00 | 16/22 (12:15; 12:57; 13:35) | 15/21 (11:27; 9:35; 15:55)  | 17/20 (9:17; 12:39; 11:52)  | 15/21 (11:26; 11:31; 13:17) | 15/21 (12:33; 13:55; 13:43) | 15/20 (10:05; 10:00; 13:47) | 14/20 (14:56; 12:57; 12:07) |
| 15:00-16:00 | 18/22 (11:20; 9:38; 10:21)  | 17/23 (13:57; 11:07; 15:45) | 18/20 (11:37; 15:39; 11:04) | 18/21 (15:26; 11:56; 9:14)  | 19/22 (10:16; 10:34; 9:54)  | 18/21 (12:34; 10:55; 8:16)  | 18/22 (7:15; 11:23; 12:48)  |
| 16:00-17:00 | 19/22 (9:54; 11:27; 9:55)   | 20/21 (10:15; 11:49; 11:11) | 20/23 (11:47; 8:15; 8:30)   | 19/20 (12:52; 9:41; 11:16)  | 20/22 (10:23; 7:56; 6:15)   | 19/21 (13:08; 11:08; 6:15)  | 19/20 (11:06; 5:23; 6:16)   |
| 17:00-18:00 | 19/22 (11:54; 13:07; 12:56) | 18/23 (8:16; 10:46; 6:25)   | 18/23 (9:16; 6:37; 10:19)   | 20/22 (9:37; 11:32; 13:27)  | 21/23 (10:36; 12:34; 9:14)  | 21/23 (11:46; 13:16; 11:28) | 16/21 (12:08; 9:14; 12:37)  |
| 18:00-19:00 | 14/22 (8:39; 11:16; 8:14)   | 16/21 (12:17; 8:36; 11:37)  | 15/23 (12:39; 10:47; 11:05) | 16/22 (9:16; 11:21; 11:46)  | 15/21 (8:15; 8:36; 12:19)   | 14/20 (11:09; 13:39; 9:26)  | 12/21 (17:56; 9:23; 13:09)  |
| 19:00-20:00 | 11/13 (15:06; 11:38; 14:23) | 10/13 (8:15; 10:38; 15:24)  | 8/9 (8:31; 10:36; 15:51)    | 12/13 (15:14; 11:36; 17:52) | 11/12 (9:11; 10:13; 19:22)  | 8/10 (16:08; 10:57; 16:46)  | 8/9 (16:07; 18:37; 16:14)   |
| 20:00-21:00 | 7/7 (29:16; 29:37; 20:31)   | 6/6 (17:37; 20:15; 20:56)   | 5/7 (20:11; 21:01; 29:15)   | 6/7 (29:42; 20:16; 29:34)   | 5/5 (29:23; 20:17; 21:02)   | 5/7 (20:37; 30:44; 21:06)   | 6/7 (30:07; 31:48; 30:29)   |
| 21:00-22:00 | 5/7 (36:07; 35:22; 36:14)   | 5/5 (36:15; 36:38; 35:14)   | 4/6 (35:03; 36:46; 36:21)   | 6/6 (38:15; 36:24; 36:46)   | 5/6 (36:13; 35:28; 36:19)   | 6/6 (39:07; 37:29; 37:08)   | 6/7 (40:16; 41:09; 41:57)   |

Исходя из данных, представленных в таблице 4 проведем расчет среднечасового интервала и среднего количества автобусов по часам суток и дням недели. Результаты расчетов покажем в таблице 5.

Таблица 5 – Среднечасовые интервалы движения и среднее количество автобусов по дням недели

| Наименование показателей          | Изменение показателей по часам суток |               |               |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------|---------------|
|                                   | 5:00 ÷ 12:00                         | 13:00 ÷ 18:00 | 19:00 ÷ 22:00 |
| День недели                       | Понедельник                          |               |               |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 12,8                                 | 11,75         | 21,21         |
| Среднее количество автобусов, ед. | 19                                   | 18            | 10            |
| День недели                       | Вторник                              |               |               |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 12,8                                 | 12,42         | 19,28         |
| Среднее количество автобусов, ед. | 16                                   | 18            | 9             |
| День недели                       | Среда                                |               |               |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 12,16                                | 10,84         | 20,5          |
| Среднее количество автобусов, ед. | 17                                   | 18            | 8             |
| День недели                       | Четверг                              |               |               |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 13,51                                | 11,59         | 22,13         |
| Среднее количество автобусов, ед. | 16                                   | 18            | 10            |
| День недели                       | Пятница                              |               |               |

|                                   |             |       |       |
|-----------------------------------|-------------|-------|-------|
| Среднечасовой интервал, мин.      | 11,49       | 9,79  | 20,42 |
| Среднее количество автобусов, ед. | 17          | 19    | 9     |
| День недели                       | Суббота     |       |       |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 17,85       | 11,63 | 21,84 |
| Среднее количество автобусов, ед. | 14          | 18    | 9     |
| День недели                       | Воскресенье |       |       |
| Среднечасовой интервал, мин.      | 16,95       | 11,16 | 25,42 |
| Среднее количество автобусов, ед. | 14          | 17    | 8     |

По дням недели получены следующие характеристики работы автобусов на маршруте № 2: в понедельник наибольшее количество автобусов приходится на период времени с 5:00 до 12:00 (19 ед.), наибольший интервал движения – с 19:00 до 22:00 (21,21 мин.); во вторник с 13:00 до 18:00 (18 ед.), наибольший интервал движения – с 19:00 до 22:00 (19,28 мин.); в среду с 13:00 до 18:00 (18 ед.), наибольший интервал движения – с 19:00 до 22:00 (20,5 мин.); в четверг с 13:00 до 18:00 (18 ед.), наибольший интервал движения – с 19:00 до 22:00 (22,13 мин.); в пятницу с 5:00 до 12:00 (19 ед.), наибольший интервал движения – с 19:00 до 22:00 (20,42 мин.); в субботу с 13:00 до 18:00 (18 ед.), наибольший интервал движения – с 19:00 до 22:00 (21,84 мин.); в воскресенье с 13:00 до 18:00 (17 ед.), наибольший интервал движения – с 19:00 до 22:00 (25,42 мин.)

По результатам расчетов построим графики среднего количества автобусов и средних интервалов движения между автобусами по часам суток и дням недели (рисунки 4, 5).

Проанализировав график на рисунке 4, можно увидеть, что с большими интервалами автобусы маршрута № 2 перевозят пассажиров в вечерний период с 19:00 – 22:00. Это объясняется малой потребностью в поездках жителей города в данные часы.

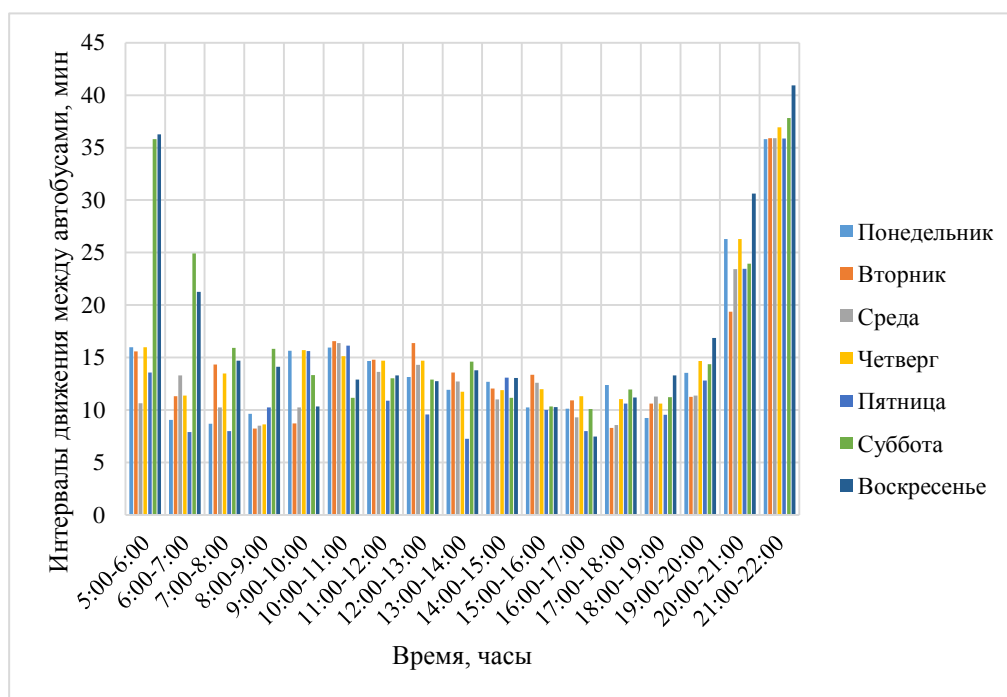


Рисунок 4 – График интервалов движения между автобусами по часам суток и дням недели

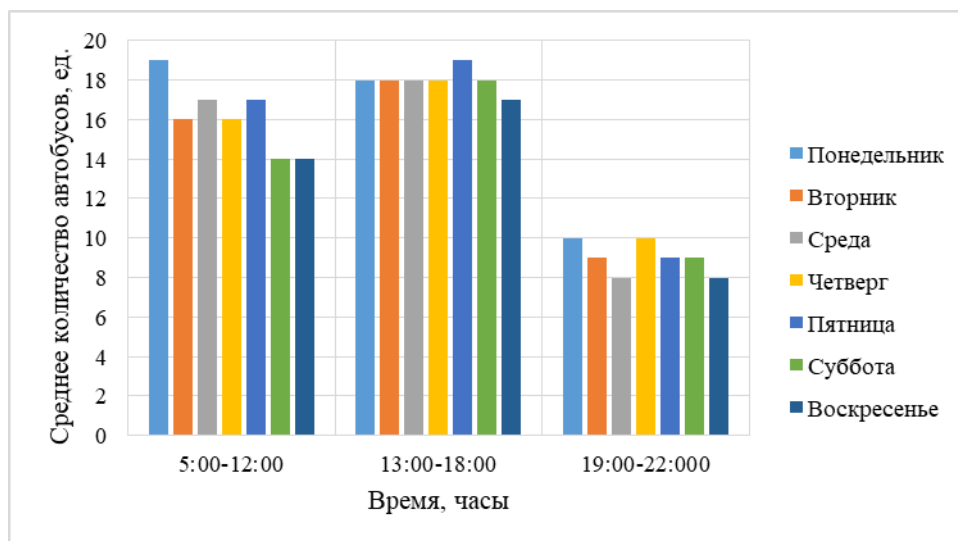


Рисунок 5 – Среднее количество автобусов на маршруте по часам суток и дням недели

Проанализировав график на рисунке 5, видно, что наибольшее количество автобусов приходится на будние дни. Это связано с массовыми поездками жителей города на работу и учебу приходящиеся на будние дни.

В результате можно сделать вывод о том, что автобусы на маршруте № 2 работают регулярно и сам маршрут является востребованным жителями г. Волгограда. На маршруте № 2 необходимо провести дополнительные исследования связанные с поиском путей повышения эффективности функционирования автобусов и более качественного обслуживания пассажиров [7, 8, 9].

#### Список использованных источников

1. 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.

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. Сайидкамоллов // Вестник КРСУ. – 2021. – Т. 21, № 8.

3. 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: ОГУ, 2023. – С. 224-231.

4. Дипломное проектирование / А. В. Вельможин, В. А. Гудков, Л. Б. Миротин [и др.]. – Волгоград : ВолгГТУ, 2011. – 168 с.

5. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023667628 РФ. Программа расчета производительности автобуса при перевозке пассажиров на городском маршруте : № 2023667068 : заявл. 16.08.2023 : опубл. 16.08.2023 / А. В. Куликов, А. А. Куликов ; заявитель ФГБОУ ВО «ВолгГТУ».

6. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2022682715 РФ. Определение оптимальной вместимости автобуса и их необходимого количества на городском маршруте : № 2022682517 : заявл. 25.11.2022 : опубл. 25.11.2022 / А. В. Куликов, А. А. Куликов ; заявитель ФГБОУ ВО «ВолгГТУ».

7. 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.

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. Цифровая концепция интеллектуальной транспортной системы пассажирского транспорта мегаполиса и его агломерации / А. В. Куликов // XVI Всероссийская мультikonференция по проблемам управления (МКПУ-2023) : материалы мультikonференции. Том 4. – Волгоград: ВолгГТУ, 2023. – С. 215-220.

#### References

1. 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.

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 KRSU. – 2021. – Vol. 21, No. 8.

3. 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: OSU, 2023. - pp. 224-231.

4. Diploma design / A.V. Velmozhin, V. A. Gudkov, L. B. Mirodin [et al.]. – Volgograd : VolgSTU, 2011. – 168 p.

5. Certificate of state registration of the computer program No. 2023667628 of the Russian Federation. The program for calculating the performance of a bus when transporting passengers on a city route : No. 2023667068 : application 08/16/2023 : publ. 08/16/2023 / A.V. Kulikov, A. A. Kulikov ; applicant FGBOU VO "VolgSTU".

6. Certificate of state registration of the computer program No. 2022682715 of the Russian Federation. Determination of the optimal capacity of the bus and their required number on the city route : No. 2022682517 : application 25.11.2022 : publ. 25.11.2022 / A.V. Kulikov, A. A. Kulikov ; applicant FGBOU VO "VolgSTU".

7. 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.

8. 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.

9. Kulikov, A.V. The digital concept of the intelligent passenger transport system of the megalopolis and its agglomeration / A.V. Kulikov // XVI All-Russian Multi-conference on management problems (MCPU-2023) : materials of the multi-conference. Volume 4. – Volgograd: VolgSTU, 2023. – pp. 215-220.

#### ANALYSIS OF TECHNICAL AND OPERATIONAL PERFORMANCE OF BUSES ON ROUTE No. 2 "VOLGOGRAD-1 RAILWAY STATION - YUBILEYNY COMPLEX"

Kulikov A.V., Pavlov P.A., Kulikov A.A., Mishchenko G.S.  
Volgograd State Technical University, Volgograd

**Abstract.** This article presents an analysis of the technical and operational performance of buses on the city route No. 2 in Volgograd. Static processing of experimental data was carried out. Based on the data obtained, a histogram of the distribution of the frequency of bus downtime at intermediate stops and a theoretical curve of the normal law equalizing it were constructed. A schedule of intervals between buses by hours of the day and days of the week was built, as well as a schedule of the average number of buses on route No. 2.

**Key words:** urban transport, bus route, passenger transportation, bus operation, route No. 2, technical and operational indicators, hourly average interval, stopping points.

## **ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРОДАХ С ГРАДООБРАЗУЮЩИМИ ПРЕДПРИЯТИЯМИ**

**Курганов В.М.<sup>1</sup>, Грязнов М.В.<sup>2</sup>, Сысоева С.В.<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», г. Тверь,

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск,

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», г. Магнитогорск

Аннотация. Показана необходимость развития отдельного направления научных исследований, связанных с повышением эффективности городского пассажирского транспорта в городах с градообразующими предприятиями. Определена суть методических мероприятий по повышению привлекательности пассажирского транспорта общего пользования для населения городов с градообразующими предприятиями и перевозчиков, состоящая в оптимизации топологии регулярной маршрутной сети, составления удобного расписания движения городского транспорта и поддержания финансово комфортной стоимости проезда. Раскрыта специфика работы транспортной системы в таких городах, осложняющих использование существующей методической базы и сформулирована задача ближайших научных исследований авторов.

Ключевые слова: градообразующее предприятие, пассажирский транспорт общего пользования, перевозчик, транспортная система, маршруты городского транспорта.

Эффективное и качественное транспортное обслуживание городского населения является одним из приоритетных направлений хозяйственной деятельности нашей страны, определяющего состояние городской среды и качества жизни граждан [1, 2]. Если не брать в расчет Москву и Санкт-Петербург, текущее состояние рынка городских пассажирских перевозок характеризуется стагнацией, а в ряде случаев сокращением величины объема перевезенных пассажиров и выполненной транспортной работы [3].

Обозначенная проблема обостряется в малых и средних городах, в которых определяющее влияние на работу городского транспорта оказывает градообразующее предприятие. Согласно федеральному закону № 127-ФЗ, градообразующее предприятия - это юридическое лицо с численностью работников не менее четверти жителей населённого пункта, в котором оно расположено. Близким по смыслу является понятие моногорода, который представляет собой населённый пункт, рассредоточенный вокруг производственного объекта для расселения его работников. В нашей стране насчитывается не менее 335 таких городов в которых проживает более 15 млн

человек в 64 субъектах РФ. Крупнейшими городами являются: Тольятти – 718,17 тыс. чел., Новокузнецк – 550,2 тыс. чел., Набережные Челны – 519 тыс. чел., Магнитогорск – 414,8 тыс. чел., Нижний Тагил – 360,6 тыс. чел., Череповец – 316,7 тыс. чел., Нижнекамск – 238,8 тыс. чел., Прокопьевск – 191,8 тыс. чел.

Характерной особенностью работы городского транспорта в таких городах является то, что 70% передвижений граждан по городу составляют трудовые поездки, три четверти всех поездок осуществляется на личном автотранспорте. Основным видом городского транспорта является автобус, троллейбус или трамвай. Метро в таких городах отсутствует. Еще одной общей чертой является несоответствие фактического расписания движения городского транспорта потребностям горожан в трудовых передвижениях. Существующая регулярная маршрутная сеть недоступна для четверти трудоспособного населения города. Более 40% работающих граждан отказываются от поездок на трамвае и автобусе по причине большого времени ожидания, либо отсутствия прямого маршрута, что определяет более одной пересадки в пути следования.

В результате горожане для осуществления своих поездок предпочитают личный автомобиль или такси. Это негативно влияет на доходы перевозчиков, экологию в городе, загруженность дорожной сети и, в целом, на уровень социального комфорта и качество жизни граждан. Повышение привлекательности городского транспорта для населения и перевозчиков необходимо на основе реализации следующих методических мероприятий. Во-первых, необходимо оптимизировать топологию регулярной маршрутной сети, сделав по возможности как можно больше беспересадочных маршрутов, обеспечивающих пешую доступность остановочных пунктов для пассажиров.

Кроме того, маршрутная сеть должна быть коммерчески привлекательной для перевозчиков и обеспечивать рентабельную их работу. Во-вторых, необходимо разработать удобное для пассажиров расписание движения городского транспорта, то есть время его ожидания на остановке нужного маршрута должно быть не слишком долгим для пассажиров. Стоимость проезда при этом должна быть финансово комфортной для граждан.

Математические модели оптимизации маршрутных сетей и способы составления расписаний движения городского транспорта известны в научной литературе. Однако, как правило, они рассчитаны на повышение эффективности транспортных систем больших городов и мегаполисов. В условиях города с градообразующим предприятием существующая методическая база не является исчерпывающей. Многие правила не работают. Например, используемый в Москве подход к формированию сети наземных маршрутов городского транспорта «Магистраль» [4, 5], в городах с градообразующими предприятиями малоэффективен. Не всегда эффективность перевозок находится в прямой зависимости с вместимостью автобусов. Известно, что дублирование маршрутов негативно влияет на работу транспортной системы, хотя в рассматриваемых городах наличие дублирующих маршрутов различных видов городского транспорта повышает надёжность транспортного обслуживания градообразующего предприятия.



Такие противоречия вызваны спецификой функционирования транспортных систем городов с градообразующими предприятиями, состоящей в преобладании маятниковых трудовых передвижений, в наличии вылетных линий на регулярной маршрутной сети, в дублировании маршрутов, а также в сильном влиянии на городскую транспортную систему частных перевозчиков (рисунок 1).

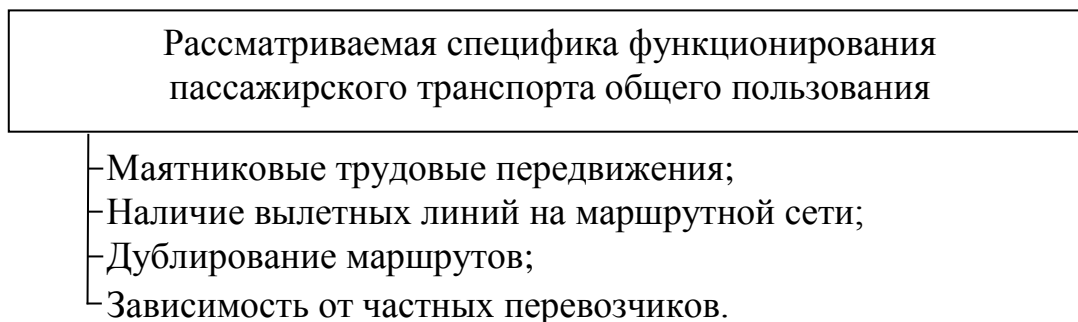


Рисунок 1 – Специфика функционирования городского транспорта общего пользования в городах с градообразующими предприятиями

На рисунке 2 приведена суточная диаграмма числа трамвайных вагонов на маршрутной сети г. Магнитогорска. Увеличение числа вагонов соответствуют всплескам пассажиропотока в утренние и вечерние часы-пик, утром с запада на восток в сторону Магнитогорского металлургического комбината, вечером в обратном направлении.

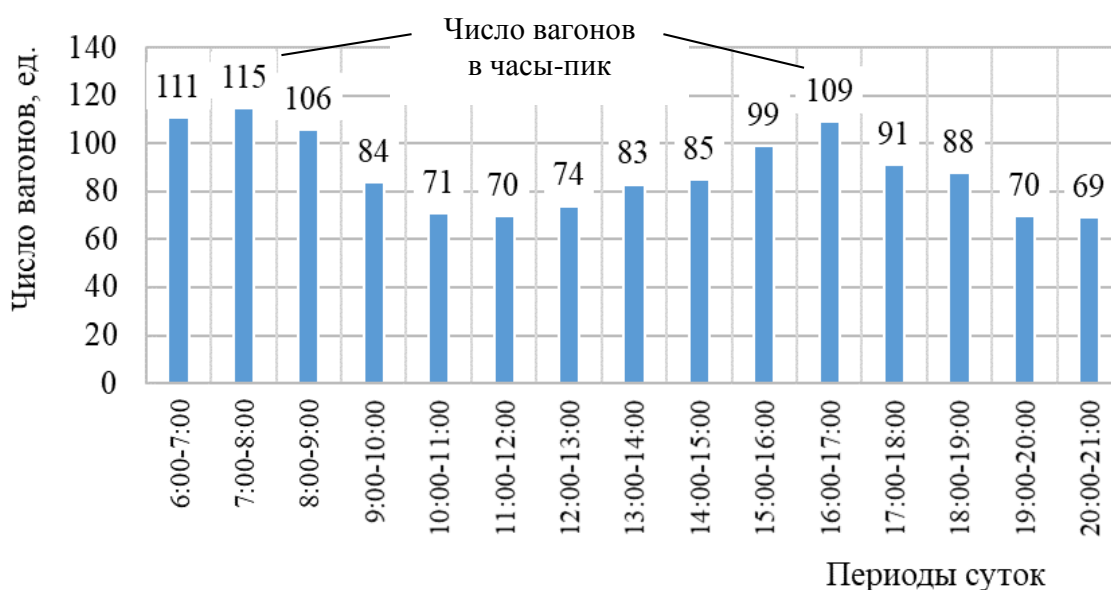


Рисунок 2 – Суточная диаграмма числа вагонов на маршрутной сети электротранспорта г. Магнитогорска

На рисунке 3 приведены картограммы трамвайной и автобусной маршрутной сети г. Магнитогорска. Наличие в пределах города крупного промышленного объекта определяет неравномерную плотность маршрутной сети городского транспорта, а также наличие большого числа вылетных линий для транспортных связей отдаленных районов города. Географический центр города фактически отсутствует.

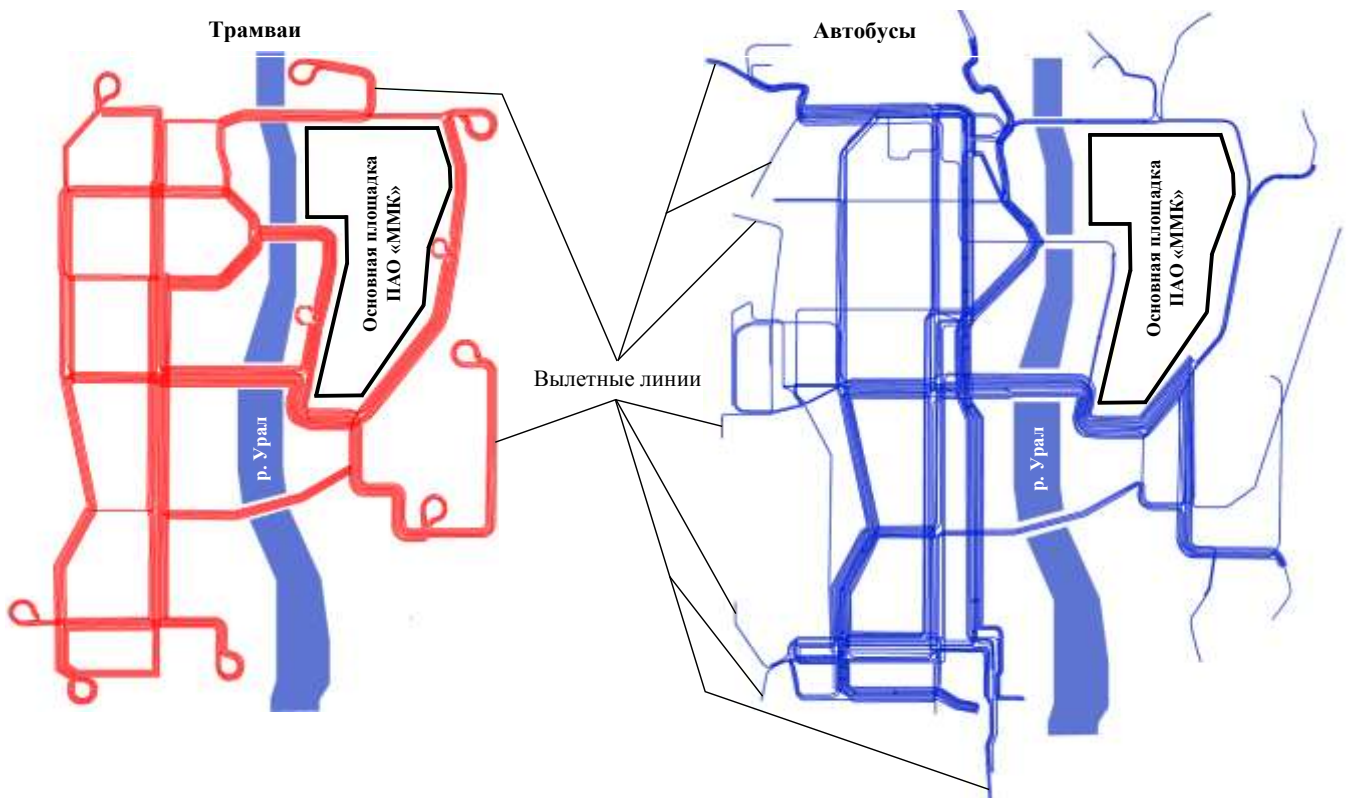


Рисунок 3 – Картограммы трамвайной и автобусной регулярной маршрутной сети г. Магнитогорска

На рисунке 4 приведён пример дублирования регулярных маршрутов городского транспорта г. Магнитогорска с обиганием северной границы промышленной площадки ПАО «ММК».

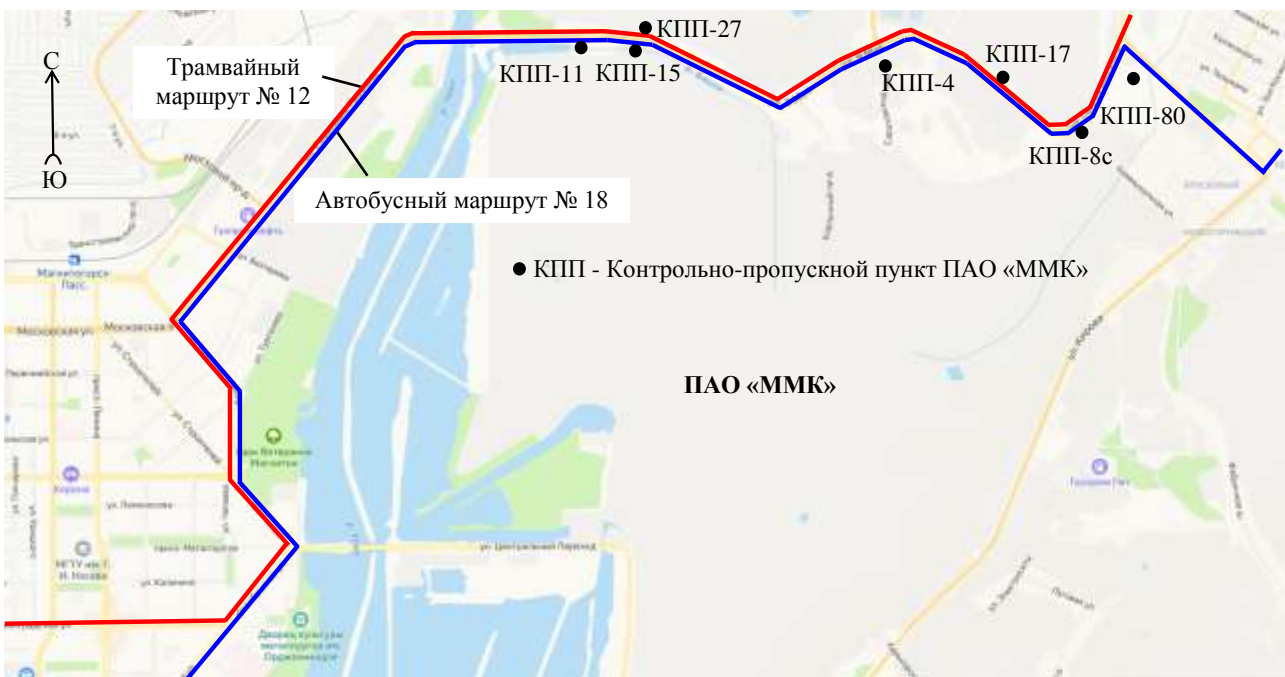


Рисунок 4 – Пример дублирования регулярных маршрутов городского пассажирского транспорта г. Магнитогорска

Наличие на маршрутной сети маршрутов-дублеров благоприятно сказывается на надёжности доставки персонала градообразующего предприятия от места жительства к месту работы и обратно. Например, если встало трамвайное движение, есть возможность осуществить пересадку в попутный автобус и ехать дальше. Также в случае затора на автодороге при снежных заносах пересадка осуществляется в трамвай.

Влияние частных перевозчиков на работу транспортной системы города сильное. В относительно небольшом Магнитогорске работает один муниципальный и девять частных перевозчиков. Соответственно бесплатная пересадка пассажиров с маршрута на маршрут по электронному проездному документу весьма затруднительна.

#### Выводы и рекомендации:

1. Повышение эффективности городского пассажирского транспорта в городах с градообразующими предприятиями требует развития отдельного направления научных исследований, поскольку работа транспортных систем таких городов имеет свою специфику.

2. Привлекательность пассажирского транспорта общего пользования для населения городов с градообразующими предприятиями и перевозчиков определяется пассажиропотоком и обеспечивается оптимизацией топологии регулярной маршрутной сети, удобным расписанием движения городского транспорта и финансово комфортной стоимостью проезда.

3. Использование существующей методической базы повышения эффективности работы городского транспорта осложняется спецификой функционирования транспортных систем городов с градообразующими предприятиями, состоящей в преобладании маятниковых трудовых передвижений, в наличии вылетных линий на регулярной маршрутной сети, в дублировании маршрутов, а также в сильном влиянии на городскую транспортную систему частных перевозчиков.

4. Разработка эффективного методического инструментария повышения привлекательности пассажирского транспорта общего пользования в городах с градообразующими предприятиями с учётом названной специфики есть задача ближайших научных исследований авторов.

#### Список использованных источников

1. Капский Д.В. Вопросы совершенствования транспортной отрасли в условиях развития подключенных транспортных средств / Д.В. Капский, С.В. Богданович, П.В. Куренков, Н.А. Филиппова // Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2024. № 3. С. 64-73.

2. Карелина М.Ю. Концепция управления пассажирской транспортно-экологической системой / М.Ю. Карелина, Ю.Н. Ризаева, В.Ю. Линник, А.С. Лукинов // Вестник УрГУПС. – 2024. № 3 (63). С. 4-15.

3. Якунина Н.В. Специфика функционирования транспорта общего пользования в городах с градообразующими предприятиями / Н.В. Якунина, М.В. Грязнов, К.С. Шумов // Прогрессивные технологии в транспортных

системах /Материалы XVII междунар. науч.-практ. конф. 17-18 ноября 2022 г., Оренбург: ОГУ, 2022. С. 635-639.

4. Курганов В.М. Логистические технологии в городских пассажирских перевозках / В.М. Курганов, М.В. Грязнов, А.Н. Дорофеев, С.В. Сысоева // Вестник УрГУПС. – 2024. № 3 (63). С. 87-104.

5. <https://iz.ru/1234230/iuliia-romanova/magistralnye-marshruty-kak-preobrazitsia-set-obshchestvennogo-transporta-v-stolitse>.

#### References

1. Kapskiy D.V. Issues of improving the transport industry in the context of the development of connected vehicles / D.V. Kapskiy, S.V. Bogdanovich, P.V. Kurenkov, N.A. Filippova // Intelligence. Innovations. Investments. 2024. No. 3. Pp. 64-73.

2. Karelina M.Yu. The concept of managing a passenger transport and environmental system / M.Yu. Karelina, Yu.N. Rizaeva, V.Yu. Linnik, A.S. Lukinov // Bulletin of the Ural State Transport University. - 2024. No. 3 (63). Pp. 4-15.

3. Yakunina N.V. Specifics of the functioning of public transport in cities with city-forming enterprises / N.V. Yakunina, M.V. Gryaznov, K.S. Shumov // Progressive technologies in transport systems / Proceedings of the XVII international. scientific-practical. conf. November 17-18, 2022, Orenburg: OSU, 2022. Pp. 635-639.

4. Kurganov V.M. Logistics technologies in urban passenger transportation / V.M. Kurganov, M.V. Gryaznov, A.N. Dorofeev, S.V. Sysoeva // Bulletin of Ural State Transport University. - 2024. No. 3 (63). Pp. 87-104.

5. <https://iz.ru/1234230/iuliia-romanova/magistralnye-marshruty-kak-preobrazitsia-set-obshchestvennogo-transporta-v-stolitse>.

#### ATTRACTIVENESS OF PUBLIC PASSENGER TRANSPORT IN CITIES WITH CITY-FORMING ENTERPRISES

Kurganov V.M.<sup>1</sup>, Gryaznov M.V.<sup>2</sup>, Sysoeva S.V.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Tver State University, Tver,

<sup>2</sup> Nosov Magnitogorsk State Technical University (NMSTU), Magnitogorsk

<sup>3</sup> Nosov Magnitogorsk State Technical University (NMSTU), Magnitogorsk

Annotation. The relevance of the development of a separate direction of scientific research related to increasing the efficiency of urban passenger transport in cities with city-forming enterprises is shown. The essence of methodological measures to increase the attractiveness of public passenger transport for the population of cities with city-forming enterprises and carriers is determined, consisting in optimizing the topology of the regular route network, drawing up a convenient schedule for the movement of urban transport and maintaining a financially comfortable cost of travel. The specifics of the transport system in such cities, complicating the use of the existing methodological base, are revealed and the task of the authors' next scientific research is formulated.

Keywords: city-forming enterprise, public passenger transport, carrier, transport system, urban transport routes.

УДК656.051

## **СНИЖЕНИЕ ЗАТОРОВОЙ СИТУАЦИИ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ НИКОЛАЕВСКОГО ПРОСПЕКТА И УЛ. УТЕВСКАЯ Г.О. САМАРА**

**Лежуков Р.В., Батищева О.М.**

ФГБОУВО «Самарский государственный технический университет»,  
г. Самара

Аннотация. Рост автомобилизации ведет к увеличению загрузки улично-дорожной сети транспортными средствами и снижению её пропускной способности. Образование дорожных заторов способствуют возникновению аварийных ситуаций и росту дорожно-транспортных происшествий. В статье анализируется подход к упорядочению дорожного движения. Эффективность предложенных мероприятий подтверждена расчетами и моделированием в программном комплексе PTV VISSIM®.

Ключевые слова: заторовая ситуация, интенсивность, моделирование, пропускная способность, светофорное регулирование.

Согласно последним статистическим данным на 3142,7 тыс. чел. населения Самарской области приходится 1050,073 тыс. авт.[6]. Эти данные демонстрируют высокий уровень автомобилизации, который приводит к увеличению нагрузки на улично-дорожную сеть в часы пик, возникновению задержек и дорожных заторов. Вместе с этими проблемами также создаются аварийные ситуации представляющие угрозу жизни, здоровью и материальной собственности.

Объектом анализа в данном исследовании является заторовая ситуация на пересечении Николаевского проспекта и улицы Утевская Волжского района Самарской области. Особенности транспортно-географического положения Волжского района заключаются в том, что он окружает областной центр г.о. Самара, поэтому все транспортные потоки к Самаре проходят через его территорию.

Для данного пересечения определены геометрические параметры и расположение технических средств организации дорожного движения (рисунок 1).

Оценка по методу конфликтных точек показала, что пересечение может быть классифицировано как простое. Согласно статистике дорожно-транспортных происшествий на участке в период с 01.01.2022 по 01.09.2024 произошло 6 дорожно-транспортных происшествий с пострадавшими [3]. В соответствии с Федеральным законом «О безопасности дорожного движения» пересечение следует отнести к аварийно-опасным участком дороги.

В результате натуральных наблюдений установлено образование заторовой ситуации во время наивысшей нагрузки транспорта. Автомобили, движущиеся по Николаевскому пр. в направлении ул. Утевской, испытывают затруднения, связанные с осуществление левого поворота – из-за высокой интенсивности транспортных средств на пересекаемых направлениях и очередности проезда. Данные условия движения способствуют возникновению аварийных ситуаций.

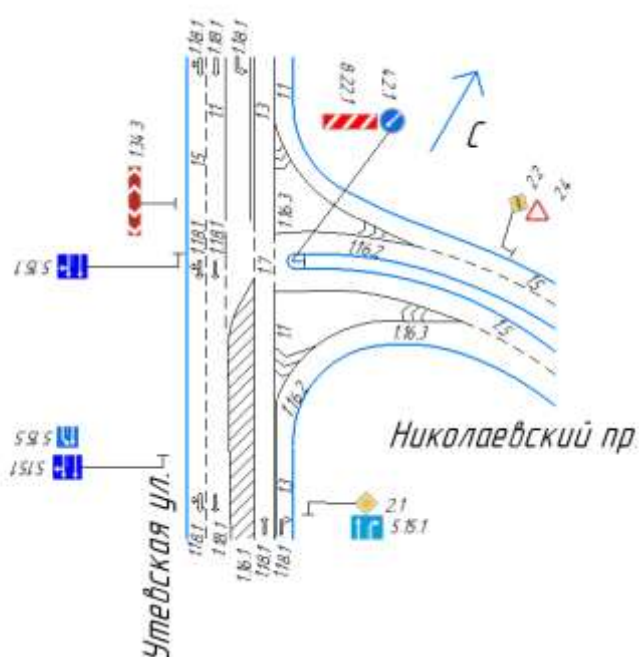


Рисунок 1 – Пересечение Николаевского пр. и ул. Утевская

Анализ левого поворота с Николаевского проспекта на ул. Утевская базировался на определении коэффициента загрузки:

$$z = \frac{N}{P}, \quad (1)$$

где  $N$  – интенсивность движения,  $\left(\frac{\text{авт.}}{\text{ч}}\right)$ ;

$P$  – практическая пропускная способность участка дороги,  $\left(\frac{\text{авт.}}{\text{ч}}\right)$ .

Пропускная способность  $\left(\frac{\text{авт.}}{\text{ч}}\right)$  пересечения в одном уровне по определенному направлению согласно [5] составляет:

$$P_{\Pi} = N_{\text{гл}} \left( A \frac{e^{-\beta q_1 \lambda \Delta t_{\text{гр}}}}{1 - e^{-\beta q_1 \lambda \delta t}} + B \frac{e^{-\beta q_2 \lambda \Delta t_{\text{гр}}}}{1 - e^{-\beta q_2 \lambda \delta t}} + C \frac{e^{-\beta q_3 \lambda \Delta t_{\text{гр}}}}{1 - e^{-\beta q_3 \lambda \delta t}} \right). \quad (2)$$

Тогда пропускная способность на анализируемом повороте:

$$P_{II} = 830 \times \left( 0,45 \frac{e^{-0,55 \times 0,230 \times 9}}{1 - e^{-0,55 \times 0,230 \times 4,2}} + 0,30 \frac{e^{-3,5 \times 0,230 \times 9}}{1 - e^{-3,5 \times 0,230 \times 4,2}} + 0,25 \frac{e^{-5,7 \times 0,230 \times 9}}{1 - e^{-5,7 \times 0,230 \times 4,2}} \right) = 289 \left( \frac{\text{авт.}}{ч} \right).$$

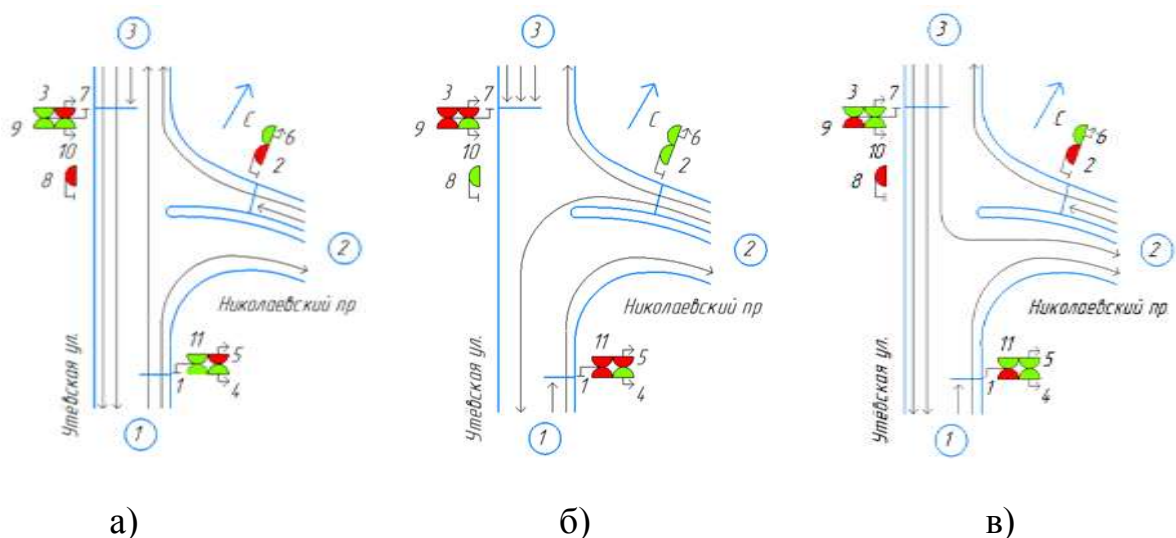
Интенсивность транспортного потока в этом направлении определена эмпирически в часы пиковой нагрузки:  $N = 217 \left( \frac{\text{авт.}}{ч} \right)$ .

Следовательно, в соответствии с (1) коэффициент загрузки левого поворота составляет:

$$z = \frac{N}{P} = \frac{217}{289} = 0,73.$$

Уровень обслуживания данного участка соответствует уровню D. Ему свойственны экономически неэффективная работа дороги, малая скорость движения в условии сплошного потока транспортных средств и очень высокая эмоциональная нагрузка водителей. [5]. Такой режим перегрузки способствует образованию заторов.

Следует отметить, что анализируемое пересечение соответствует условиям введения светофорного регулирования согласно ГОСТ Р 52289-2019[2], поэтому для снижения заторовой ситуации на данном участке предлагается введение трехфазного светофорного регулирования (рисунок 2).



а – первая фаза; б – вторая фаза; в – третья фаза  
Рисунок 2 – Фазы светофорного регулирования

Для расчета светофорного цикла использовался метод Ф. Вебстера[8], который предполагает использование расчетных значений потоков насыщения. Разработанная программа светофорного регулирования представлена на рисунке 3.



■ – зеленый сигнал; ■ – зеленый мигающий сигнал; ■ – желтый сигнал;  
 ■ – красный сигнал; ■ – красно-желтый сигнал

Рисунок 3 – Программа работы светофоров на предлагаемой схеме пересечения

Для определения эффективности предложенных мероприятий выполнена оценка загруженности участка.

Для право- и левоповоротных потоков, движущихся по специально выделенным полосам, поток насыщения  $M_{Нпов}$  определяется в зависимости от радиуса поворота  $R$  по формуле[1]:

$$M_{Нпов} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{R}} \quad (3)$$

Расчетное значение потока насыщения  $S_{ji}$  группы полос в конкретных дорожных условиях определяется по формуле[1]:

$$S_{ji} = S_o n f_{ш} f_y f_{п} f_A f_T f_H f_{лп} f_{пп} f_{лпеш} f_{ппеш}, \quad (4)$$

где  $S_o$  – идеальный поток насыщения,  $\frac{прив.авт.}{ч}$ ;

$n$  – количество полос движения в составе группы;

$f_{ш}$  – коэффициент, учитывающий ширину полосы движения;

$f_y$  – коэффициент, учитывающий продольные уклоны;

$f_{п}$  – коэффициент, учитывающий наличие уличных стоянок;

$f_A$  – коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые останавливающимися на остановках автобусами;

$f_T$  – коэффициент, учитывающий тип территории;

$f_H$  – коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки полос движения;



$f_{ЛП}$  – коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающимися налево транспортными средствами в составе группы полос;

$f_{ПП}$  – коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые поворачивающимися направо транспортными средствами в составе группы полос;

$f_{Лпеш}$  – коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые пешеходами при повороте налево;

$f_{Ппеш}$  – коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые пешеходами при повороте направо.

Пропускная способность группы полос движения на регулируемом пересечении при условии, что выделенная левоповоротная полоса рассматривается как отдельная группа полос; определяется по формуле [1]:

$$P_{ji} = \frac{S_{ji}g_i}{C}, \quad (5)$$

где  $P_{ji}$  – пропускная способность группы полос  $j$  в течение фазы регулирования  $i$ ,  $\frac{\text{прив.ед.}}{ч}$ ;

$S_{ji}$  – поток насыщения группы полос  $j$  в течение фазы регулирования  $i$ ,  $\frac{\text{прив.ед.}}{ч}$ ;

$g_i$  – эффективная длительность фазы регулирования  $i$ , с.

Поток насыщения левого поворота ( $R = 20\text{м}$ ) на анализируемом пересечении в соответствии с (3):

$$M_{Лпов} = \frac{1800}{1 + \frac{1,525}{20}} = 1673 \frac{\text{прив.авт.}}{ч}.$$

Расчетное значение потока насыщения левоповоротной группы полос второго подхода в конкретных дорожных условиях рассчитывается по (4), где  $n = 1$ ;  $f_{ш} = 0,99$ ;  $f_y = 1$ ;  $f_{П} = 1$ ;  $f_A = 1$ ;  $f_T = 1$ ;  $f_H = 1$ ;  $f_{ЛП} = 0,95$ ;  $f_{ПП} = 1$ ;  $f_{Лпеш} = 1$ ;  $f_{Ппеш} = 1$ ;  $S_o = M_{Лпов} = 1673 \frac{\text{прив.авт.}}{ч}$ :

$$S_{левпов} = S_o n f_{ш} f_y f_{П} f_A f_T f_H f_{ЛП} f_{ПП} f_{Лпеш} f_{Ппеш} = 1673 \times 0,99 \times 0,95 = 1574.$$

Пропускная способность группы полос движения на регулируемом пересечении рассчитывается по формуле (5), где  $g_2 = 31 \text{ с}$ ;  $C = 116 \text{ с}$ :

$$P_{левпов} = \frac{S_{левпов} g_2}{C} = \frac{1574 \times 31}{116} = 421 \frac{\text{прив.ед.}}{ч}.$$

Тогда коэффициент загрузки на перспективной схеме пересечения с учетом интенсивности в пиковые часы  $N = 217 \frac{\text{авт.}}{ч}$  в соответствии с (1):

$$z = \frac{N}{P} = \frac{217}{421} = 0,52.$$

Расчеты показали, что коэффициент загрузки при реализации предложенных мероприятий уменьшается. Уровень обслуживания полосы соответствует  $C$ , для которого характерны экономическая эффективность работы дороги [5].

Сопоставительный анализ текущей и прогнозируемой дорожно-транспортных ситуаций выполнен в комплексе имитационного моделирования PTV VISSIM® [7].

Рабочая модель движения транспортных средств на анализируемом пересечении подтвердила, что на существующей схеме дорожного движения транспортные средства, движущиеся по Николаевскому пр. в сторону ул. Утевская и осуществляющие левый поворот, образуют затор, вследствие чего возникают задержки транспортных средств, повышается напряженность водителей и, соответственно, растет вероятность дорожно-транспортных происшествий. [4]

Для формирования перспективной модели пересечения Николаевского проспекта и ул. Утевская была введена программа светосигнальных устройств, состоящая из пяти транспортных сигнальных групп (рисунок 4).

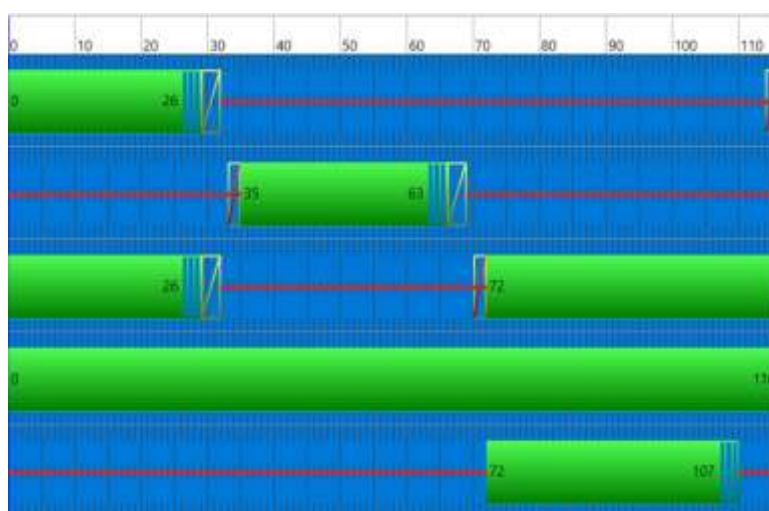


Рисунок 4 – Программа светосигнальных устройств модели перспективной схемы движения

Кадр из видеоматериала, демонстрирующий работу модели движения транспортных средств во второй фазе светофорного регулирования на перспективной схеме пересечения, представлен на рисунке 5.

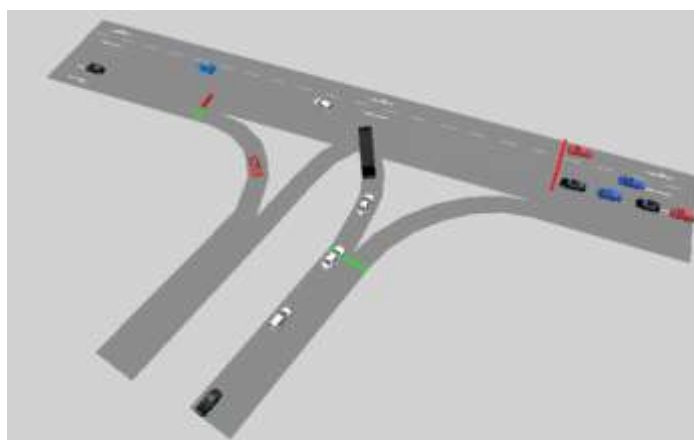


Рисунок 5 – Кадр модели движения транспортных средств во второй фазе светофорного регулирования на перспективной схеме пересечения

Сопоставление результатов моделирования показало, что введение трехфазного светофорного регулирования на пересечении решает проблему затрудненного левого поворота и предотвращает возникновение заторов.

#### Список использованных источников

1 Гасилова, О.С. Организация дорожного движения: учеб.-метод. пос. / О.С. Гасилова, Б.А. Сидоров.– Екатеринбург: УГЛТУ, 2022. – 68 с.

2 ГОСТ 52289–2019 «Национальный стандарт Российской Федерации. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств» – С. 57– 58.

3 Карта ДТП // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://dtp-stat.ru> (Дата обращения 5.10.2024)

4 Лежуков, Р.В. Выявление проблем сложного пересечения автомобильных дорог с использованием имитационного моделирования // Мат. студ. откр. интернет-конф. «Первый шаг в науку»: В 2-х ч. Ч. 1./ Сост.: Семененко В.В., Негурица Е.Н. – Горловка: АДИ «ДонНТУ», 2024. – 157 с. – С. 143–145.

5 ОДМ 218.2.020–2012 «Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог»/ Федеральное дорожное агентство: Москва, 2012. – 148 с.

6 Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Самарской области // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://63.rosstat.gov.ru/infografica/> (Дата обращения 05.10.2024)

7 Multimodal Traffic Simulation Software // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-vissim> (Дата обращения 20.09.2024)

8 Webster, F.V. and B.M. Cobbe. Traffic Signals. Road Research Laboratory, Ministry of Transport, Road Research Technical Paper No. 56. London, 1966 (Her Majesty's Stationery Office).

#### List of referenced source

1 Gasilova, O.S. Traffic organization: teaching aid. / O.S. Gasilova, B.A. Sidorov.– Ekaterinburg: USFEU, 2022. – 68 p.

2 GOST 52289–2019 «National standard of the Russian Federation. Technical means of traffic management. Rules for the application of road signs, markings, traffic lights, road barriers and guide devices» – pp. 57– 58.

3 Road accident map // [Electronic resource]. – Access mode: <https://dtp-stat.ru> (Accessed 5.10.2024)

4 Lezhukov, R.V. Identification of problems of complex intersections of highways using simulation modeling // Mat. stud. open. Internet-conf. «First step into science»: In 2 parts. Part 1./ Comp.: Semenenko V.V., Neguritsa E.N. – Gorlovka: ARI «DonNTU», 2024. – 157 p. – pp. 143–145.

5 IRG 218.2.020–2012 «Methodological recommendations for assessing the capacity of highways»/ Federal Road Agency: Moscow, 2012. – 148 p.

6 Territorial authority Federal Service of State Statistics for the Samara Region // [Electronic resource]. – Access mode: <https://63.rosstat.gov.ru/infografica/> (Access date 05.10.2024)

7 Multimodal Traffic Simulation Software // [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.ptvgroup.com/en/products/ptv-vissim> (Access date 20.09.2024)

8 Webster, F.V. and B.M. Cobbe. Traffic Signals. Road Research Laboratory, Ministry of Transport, Road Research Technical Paper No. 56. London, 1966 (Her Majesty's Stationery Office).

## MITIGATING TRAFFIC CONGESTION AT THE INTERSECTION OF NIKOLAEVSKY PROSPECT AND UTEVSKAYA STREET, SAMARA CITY

Lezhukov R. V., Batishcheva O.M.  
Samara State Technical University, Samara city

**Abstract.** The growth of motorization leads to an increased load on the urban road network, reducing their traffic capacity. Traffic congestion increases the likelihood of accidents and traffic incidents. The article examines an approach to optimizing road traffic management. The effectiveness of the proposed measures is validated through calculations and modelling conducted in the PTV VISSIM software suite.

**Key words:** traffic congestion, traffic intensity, modelling, traffic capacity, traffic light control.

УДК 656.132

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА РАБОТУ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА

**Меженков А.В., Ветрова Т.А., Абузярова Л.Д.**  
Автомобильно-дорожный институт (филиал) ФГБОУ ВО «Донецкий  
национальный технический университет» в г. Горловка, г. Горловка

**Аннотация.** Основная цель организации дорожного движения заключается в обеспечении безопасности, эффективности и удобства передвижения транспортных средств и пешеходов. Существующие методы организации дорожного движения оказывают значительное влияние на работу городского пассажирского транспорта. Организация приоритетного движения маршрутного транспорта, несомненно, один из наиболее весомых методов, влияющих на пассажирские перевозки. Но, другие методы организации

дорожного движения также прямо или косвенно воздействуют на маршрутный транспорт. В статье проведен анализ влияния основных методов организации дорожного движения на функционирование городского пассажирского транспорта. Рассмотрены такие группы методов как разделение движения в пространстве, разделение движения по времени, формирование однородного транспортного потока, оптимизация скоростного режима, организация движения пешеходов, решение проблем стоянок и внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением.

Ключевые слова: организация дорожного движения, скорость сообщения, безопасность движения, городской пассажирский транспорт.

Организация дорожного движения представляет собой совокупность взаимосвязанных организационных, технических и правовых мероприятий по управлению движением транспортных потоков. Эти мероприятия играют ключевую роль в обеспечении безопасности, комфорта и эффективности транспортных процессов. В современном мире, где количество транспортных средств постоянно растёт, вопрос организации дорожного движения становится всё более актуальным [1-2].

Эффективная организация дорожного движения также в значительной степени способствует улучшению работы городского пассажирского транспорта и повышению качества транспортного обслуживания населения. Наиболее масштабно влияние организации дорожного движения на городские пассажирские перевозки наблюдается при организации приоритетного движения маршрутного транспорта [3]. Стратегия развития транспорта в крупных мегаполисах, как правило, направлена на предоставление конкурентных преимуществ общественному транспорту по отношению к личному автотранспорту и на снижение использования автомобилей в городах [4]. Данному вопросу посвящено большое количество научных и прикладных работ. Однако, на работу городского пассажирского транспорта оказывают влияние и другие методы организации дорожного движения. Например, такие методы организации дорожного движения как оборудование пешеходных переходов или светофорное регулирование могут как повысить, так и снизить скорость сообщения на маршрутах [5].

На рисунке 1 представлены основные методы организации дорожного движения, рассмотренные авторами в данной работе в контексте их влияния на работу городского пассажирского транспорта.

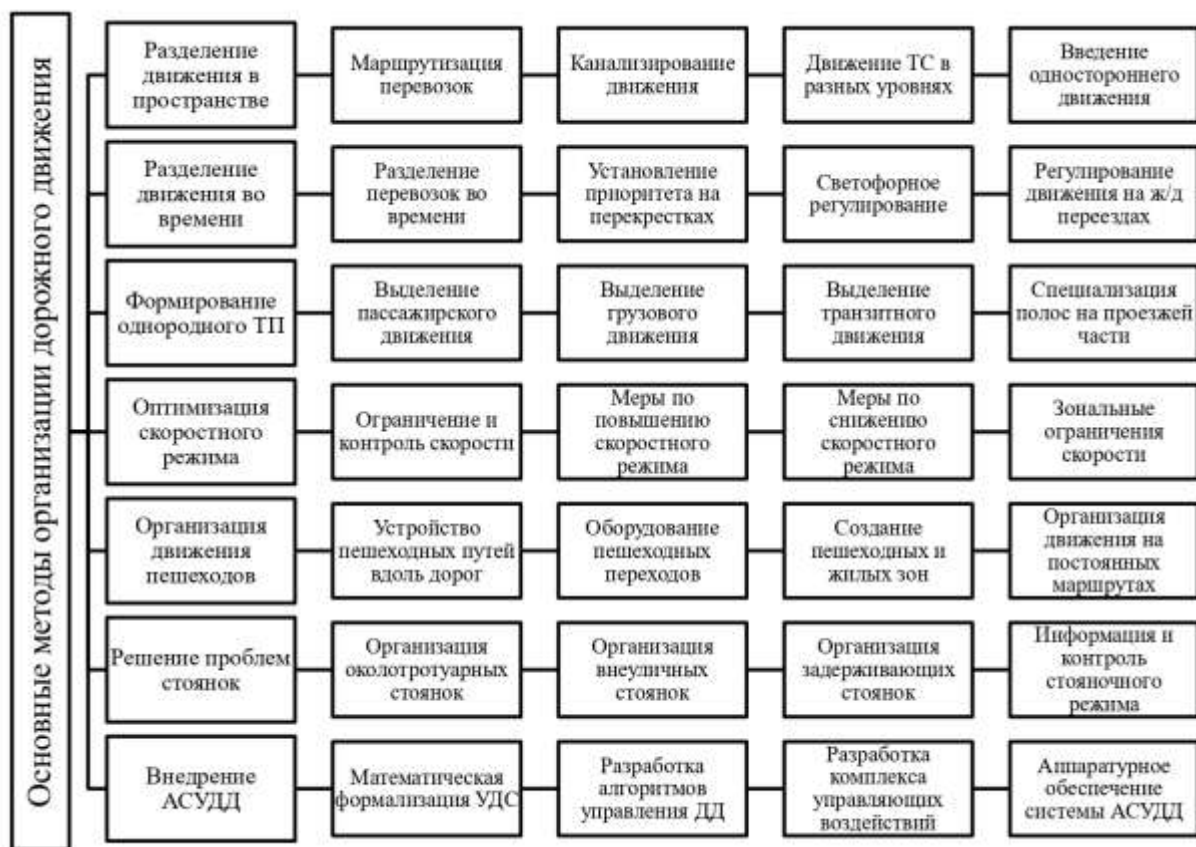


Рисунок 1 – Методы организации дорожного движения

Рассмотрим подробнее все группы методов организации дорожного движения:

1. Разделение движения в пространстве. Маршрутизация перевозок предполагает формирование маршрутов перевозок (грузовых или пассажирских) по менее загруженным улицам. Положительный эффект для маршрутного транспорта состоит в том, что скорость сообщения между пунктами отправления- назначения будет увеличена за счет движения по улицам с наименьшей загрузкой. Недостаток метода в том, что нельзя проложить маршруты по незагруженным улицам, если на них нет пассажиропотока. В то же время, если, между районами города есть вариантность проезда автобусов, то, возможно, стоит перенаправить их по улицам с меньшей интенсивностью для того, чтобы увеличить скорость и снизить нагрузку с загруженных улиц и перекрестков, куда они выходят.

При канализировании движения разделяются конфликтующие потоки в пространстве. На канализированном перекрестке появляется возможность выполнения маневра с меньшим временем ожидания из-за очереди, поскольку потоки, движущиеся в разных направлениях, будут разделены. Также можно отметить, что канализирование повышает безопасность движения, в том числе и на маршрутных перевозках.

Организация движения транспортных средств в разных уровнях – положительное мероприятие для всех видов транспорта, так как при этом ликвидируется большинство конфликтных точек и повышается пропускная

способность перекрестка. Минус в том, что, во-первых, для реализации этого мероприятия нужна большая площадь территории на перекрестке, во-вторых, это требует больших затрат. Хотя данный метод организации дорожного движения существенно повышает безопасность и пропускную способность пересечения.

Введение одностороннего движения способствует повышению пропускной способности дороги, так как все транспортные средства движутся в одном направлении. Также повышается пропускная способность примыкающих к перегону перекрестков и повышается их безопасность за счет снижения количества конфликтных точек, так как маневры въезда на этот перегон будут отсутствовать. Следовательно, повышается безопасность дорожного движения. Положительный эффект данного метода состоит в минимизации или исключении влияния маршрутного транспорта на остальной поток. Например, если автобус остановился для посадки-высадки пассажиров, то другим транспортным средствам можно свободно объехать его по соседней полосе, а если остановка выполнена в заездном кармане, то остановившееся маршрутное транспортное средство вообще никак не влияет на движение остальных участников движения.

2. Разделение перевозок во времени – это организация движения по расписанию. Разделение маршрутных транспортных средств по времени прибытия и движения на перегонах снижает конфликты между транспортными средствами, повышает пропускную способность остановочных пунктов и безопасность перевозки.

Светофорное регулирование предназначено для разделения транспортных потоков во времени, соответственно, данное мероприятие повышает безопасность движения. Введение светофорного регулирования при организации реверсивного движения положительно влияет на сообщение маршрутного транспорта увеличивая скорость сообщения.

3. Формирование однородного транспортного потока направлено на разделение движения по видам транспорта, скоростям движения и др. Выделение пассажирского движения позволит маршрутному транспорту двигаться в однородном транспортном потоке, что положительно повлияет на скорость сообщения.

Выделение транзитного движения также положительно повлияет на маршрутный транспорт, который осуществляет на каком-то перегоне транзитное движение. Он будет выделен в один поток с транзитными транспортными средствами, за счет этого увеличится скорость проезда данного участка дороги.

4. Оптимизация скоростного режима. Ограничение и контроль скорости направлены на снижение риска возникновения дорожно-транспортных происшествий, в том числе с маршрутными транспортными средствами. Повышение безопасности движения в районах пешеходных переходов, перед учебными заведениями и пр. осуществляется при помощи установки на проезжей части элементов принудительного снижения скорости

транспортных средств. Наряду с ними устанавливается ограничение скорости с помощью дорожных знаков.

Меры по повышению скоростного режима направлены на повышение пропускной способности улично-дорожной сети и, соответственно, скорости сообщения между пунктами отправления-назначения.

Зональные ограничения скорости так же как «ограничение и контроль скорости» направлены на повышение безопасности движения, но только в определенных зонах. Данное мероприятие положительно отражается, в том числе, и на безопасности маршрутного транспорта.

5. Организация движения пешеходов. Организация движения на постоянных маршрутах направлена на участки, где наблюдается большой пешеходный поток. Например, в районе станций метро.

Устройство пешеходных путей вдоль дорог предназначено для удобства подхода к остановочным пунктам.

Оборудование пешеходных переходов в одном уровне с проезжей частью направлено на повышение безопасности пешеходов, но неизбежно влияет на снижение скорости сообщения пассажирского транспорта в связи с необходимостью остановок для пропуска пешеходов.

Оборудование пешеходных переходов в разных уровнях с проезжей частью повысит как безопасность дорожного движения, так и пропускную способность дороги, поскольку пешеходы не будут находиться на проезжей части и не будут создавать препятствия для движения транспорта.

6. Решение проблем стоянок. Организация околотротуарных стоянок повышает пропускную способность на перегоне, скорость сообщения маршрутных транспортных средств и повышает безопасность движения. Данный эффект наблюдается в связи с отсутствием маневров, связанных с необходимостью объезда автомобилей, остановившихся у правого края проезжей части.

Организация внеуличных стоянок способствует повышению безопасности и пропускной способности основных улиц, где жители, либо сотрудники предприятий оставляли бы свои транспортные средства.

Задерживающие или «перехватывающие» стоянки предназначены для индивидуального транспорта людей, которые приезжают в населенный пункт с пригорода на работу. Благодаря таким стоянкам снижается интенсивность движения и нагрузка на транспортную сеть, а безопасность дорожного движения повышается. Для маршрутного транспорта задерживающие стоянки являются источником возникновения пассажиропотока.

7. Внедрение автоматизированной системы управления дорожным движением (АСУДД) с помощью математической формализации улично-дорожной сети, разработки алгоритмов управления дорожным движением, разработки комплекса управляющих воздействий и аппаратного обеспечения системы АСУДД направлено на повышение безопасности дорожного движения и снижение потерь времени всех участников движения.

Поскольку работа автоматизированной системы управления дорожным движением основана на актуальной информации о состоянии улично-



дорожной сети, то в сложных дорожных условиях возможно эффективное перераспределение направления движения транспортных потоков.

Таким образом, проведенный в работе анализ позволяет сделать вывод о том, что организация дорожного движения оказывает значительное влияние на работу городского пассажирского транспорта. Для повышения эффективности работы общественного транспорта необходимо создание оптимальных дорожных условий его движения, что позволит повысить безопасность и комфорт передвижения пассажиров.

#### Список использованных источников

1. Тертюхов, К. В. Основные методы организации дорожного движения на уровне субъекта (поселка, города) / К. В. Тертюхов // Молодежь и научно-технический прогресс : сборник докладов X Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых: в 4 т., Губкин, 20 апреля 2017 года. Том 3. – Губкин: ООО "Ассистент плюс", 2017. – С. 387-389.

2. Сараев, Е. И. Административно-правовые формы и методы организации дорожного движения / Е. И. Сараев // Право Донецкой Народной Республики. – 2020. – № 2(18). – С. 92-96.

3. Зверев, Р. С. Методы управления и организации дорожного движения / Р. С. Зверев // Техника и технология транспорта. – 2020. – № 4(19). – С. 11

4. Врублевская, С. С. Методы и алгоритмы управления и организации дорожного движения в населенных пунктах : специальность 05.13.10 "Управление в социальных и экономических системах" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Врублевская Светлана Семеновна. – Воронеж, 2012. – 148 с.

5. Зима, А. С. Влияние методов организации движения на скорость транспортных потоков на улично-дорожной сети городов / А. С. Зима, Т. В. Коновалова // Проблемы функционирования систем транспорта : Материалы Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. В 2-х томах, Тюмень, 05–07 декабря 2018 года / Ответственный редактор А.В. Медведев. Том 2. – Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2019. – С. 140-145.

#### References

1. Tertyukhov, K. V. Basic methods of traffic management at the level of a subject (village, city) / K. V. Tertyukhov // Youth and scientific and technical progress : collection of reports of the X International Scientific and practical Conference of students, postgraduates and young scientists: in 4 volumes, Gubkin, April 20, 2017. vol. 3. Gubkin: Assistant Plus LLC, 2017, pp. 387-389 (in Russian).

2. Saraev, E. I. Administrative and legal forms and methods of organizing traffic / E. I. Saraev // Law of the Donetsk People's Republic, 2020, no 2(18), pp. 92-96 (in Russian).

3. Zverev, R. S. Methods of management and organization of traffic / R. S. Zverev // Technique and technology of transport, 2020, no 4(19), P. 11 (in Russian).

4. Vrublevskaya, S. S. Methods and algorithms of management and organization of traffic in settlements : specialty 05.13.10 "Management in social and economic systems": dissertation for the degree of Candidate of technical Sciences / Vrublevskaya Svetlana Semenovna. Voronezh, 2012, 148 p. (in Russian).

5. Winter, A. S. The influence of traffic management methods on the speed of traffic flows on the urban street and road network / A. S. Winter, T. V. Konovalova // Problems of functioning of transport systems : Materials of the International scientific and practical Conference of students, postgraduates and young scientists. In 2 volumes, Tyumen, 05-07 December 2018 / The responsible editor is A.V. Medvedev. vol. 2. Tyumen: Tyumen Industrial University, 2019, pp. 140-145 (in Russian).

## ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE APPLIED METHODS OF TRAFFIC MANAGEMENT ON THE WORK OF URBAN PASSENGER TRANSPORT

A.V. Mezhenkov, T.A. Vetrova, L.D. Abuzyarova  
Automobile and Road Institute (Branch) of Federal State Budget Educational  
Institution of Higher Education «Donetsk National Technical University» in  
Gorlovka, Gorlovka

**Abstract.** The main purpose of traffic management is to ensure the safety, efficiency and convenience of movement of vehicles and pedestrians. The existing methods of traffic management have a significant impact on the operation of urban passenger transport. The organization of priority movement of route transport is undoubtedly one of the most significant methods affecting passenger transportation. However, other methods of traffic management also directly or indirectly affect route transport. The article analyzes the influence of the main methods of traffic management on the functioning of urban passenger transport. Such groups of methods as the separation of traffic in space, the separation of traffic in time, the formation of a homogeneous traffic flow, optimization of speed limits, organization of pedestrian traffic, solving parking problems and the introduction of automatic traffic control systems are considered.

**Keywords:** traffic management, speed of communication, traffic safety, urban passenger transport.

## **ОЦЕНКА СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ПРИМЕРЕ ВЫВОЗА ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ**

**Моргунова И.В., Якунина Н.В., Якунин Н.Н.**  
Оренбургский государственный университет

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы оценки системы сбора и вывоза твёрдых коммунальных отходов (ТКО) с позиций её надёжности. Выполнен анализ статистических данных, касающихся ТКО, рассмотрена реформа организации системы обращения с твёрдыми коммунальными отходами в рамках федерального проекта «Комплексная система обращения с ТКО». Проанализированы предшествующие научные публикации по данной тематике, определены проблемные точки. Цель работы – анализ исследований перевозочного процесса, связанного с вывозом твёрдых коммунальных отходов, надёжности данной системы перевозок.

Ключевые слова: специализированные перевозки грузов, система сбора и вывоза, твёрдые коммунальные отходы, надёжность.

В настоящее время муниципальные образования, города сталкиваются с проблемой, связанной с несвоевременным вывозом твёрдых коммунальных отходов. Анализ надёжности современных сложных систем в виде грузовых перевозок специализированным автомобильным транспортом предполагает комплексный подход, при котором технологические, программные, организационные и человеческие факторы необходимо рассматривать в комплексе, учитывая их динамическую зависимость в сложных взаимосвязанных задачах логистики, производства, технического обслуживания и управления ситуациями.

Цель работы – анализ исследований перевозочного процесса, связанного с вывозом твёрдых коммунальных отходов, надёжности данной системы перевозок.

В 2019 году в России стартовала реформа системы обращения с ТКО в рамках федерального проекта «Комплексная система обращения с ТКО» и направленная на предотвращение вредного воздействия ТКО на здоровье человека и окружающую среду, вовлечение отходов в хозяйственный оборот в качестве сырья, материалов, изделий и превращения во вторичные ресурсы для изготовления новой продукции и получения энергии.

С 2018 года по 2022 год объём вывоза твёрдых коммунальных отходов в РФ вырос на 31,8%: с 275,4 до 362,9 млн куб. м.

Основы реформы системы обращения с ТКО заложены в 2014 году с утверждением Федерального Закона № 458-ФЗ. До его принятия услуга по обращению с ТКО оказывалась в составе жилищной услуги, и в большинстве

случаев предоставляющие её лица не обеспечивали полный цикл обращения с ТКО.

В рамках реформы ответственность за обращение с ТКО была передана региональным операторам, определяемым в каждом субъекте РФ на основании конкурсной процедуры на срок до 10 лет. Региональные операторы обеспечивают весь цикл обращения с ТКО на территории субъекта, включая их сбор, транспортировку, обработку, обезвреживание, утилизацию, либо захоронение на полигонах.

За формирование комплексной системы обращения с ТКО на федеральном уровне отвечает Публично-правовая компания «Российский экологический оператор» (далее – ППК «РЭО»). С 2021 года в российских регионах проводится работа по активизации внедрения раздельного сбора ТКО. Раздельно сдавать отходы уже сейчас может почти треть россиян. Из 147 млн жителей России доступ к раздельному сбору мусора имеют более 27,2 млн человек.

Структура образования объёмов ТКО в России и за рубежом представлена на рисунке 1.

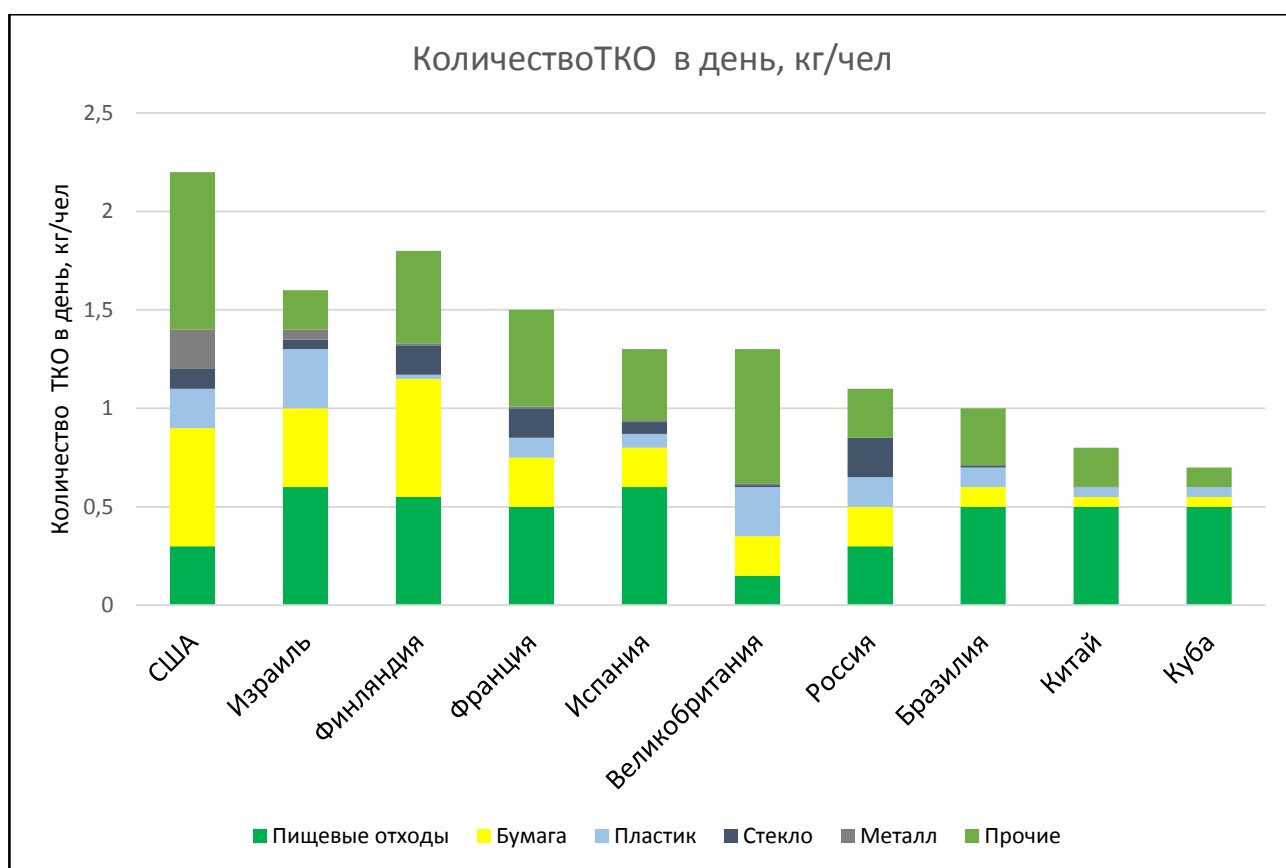


Рисунок 1 – Структура объёмов ТКО, приходящегося на 1 человека в день

Проведённый обзор научных трудов и публикаций свидетельствует о том, что наибольшее внимание уделяется маршрутизации вывоза ТКО, фрагментарному рассмотрению вопросов оптимизации и повышения

эффективности деятельности муниципальных коммунальных предприятий – необходим системный подход к данному вопросу.

Например, в работах Северовой Е.С. [1] предлагается ввести мусороперегрузочные станции для сокращения пробегов транспортных средств и, соответственно, затрат в транспортно-логистической структуре при вывозе твёрдых коммунальных отходов.

В работе [2] автором рассмотрено использование экологического жизненного цикла твёрдых бытовых отходов (ТБО) и разработана модель взаимодействия процессов сбора, транспортировки и распределения ТБО. Создана методика прогнозирования образования объёмов таких отходов со снижением негативного воздействия на окружающую среду.

В научных разработках К.И. Манаева создана методика оптимизации структуры парка транспортных средств специализированного предприятия по вывозу твёрдых коммунальных отходов [3]

В статье [4] рассмотрены вопросы гибридного подхода при управлении процессами вывоза твёрдых коммунальных отходов с учётом наполняемости контейнеров, а также оптимизации составления динамического графика маршрутов движения специализированных транспортных средств с учётом времени в пути, дорожных условий.

Система сбора и вывоза твёрдых коммунальных отходов является сложной системой, состоящей из множества составляющих, каждая из которых влияет на следующую. Надёжность правильности выполнения каждой составляющей влияет на конечный результат взаимодействия в данной системе.

Некоторые авторы придерживаются мнения, что надёжность включает две составляющие в определение данного понятия: с одной стороны, надёжность – это способность организации к безотказному функционированию, с другой – способность системы своевременно и в полном объёме исполнять свои функции [5]. Надёжность является основополагающим атрибутом качественной эксплуатации любой современной технологической системы. Анализ надёжности направлен на количественную оценку вероятности отказа системы. На практике различные типы защитных мероприятий устанавливаются в качестве защиты от некачественного исполнения, связанных с её работой. Эти барьеры предназначены для защиты системы от сбоев в работе любых её компонентов, аппаратных средств, программного обеспечения, персонала и организации. Все это необходимо учитывать при обеспечении надёжности системы [6].

Системы вывоза ТКО состоит из  $n$  составляющих. Данная система такова, что при выполнении всех её элементов должны быть работоспособными все её составляющие. Тогда надёжность последовательно расположенных элементов системы можно представить, как вероятность безотказной работы её элементов:

$$P_s(t) = p_1(t) \cdot p_2(t) \cdot p(t) \cdots p_n(t) = \prod_1^n p_i(t) \quad (1)$$

где  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$  - вероятность безотказной работы элементов системы.

Если некоторые элементы возможно выполнять параллельно, тогда при наличии такого соединения элементов вероятность безотказной работы элементов можно определять, как сумму вероятностей следующим образом:

$$P_s(t) = p_1(t) + p_2(t) + p(t) \dots + p_n(t) = \sum_1^n p_i(t) \quad (2)$$

Рассмотрим систему сбора и вывоза ТКО и её составляющие (рисунок 2).

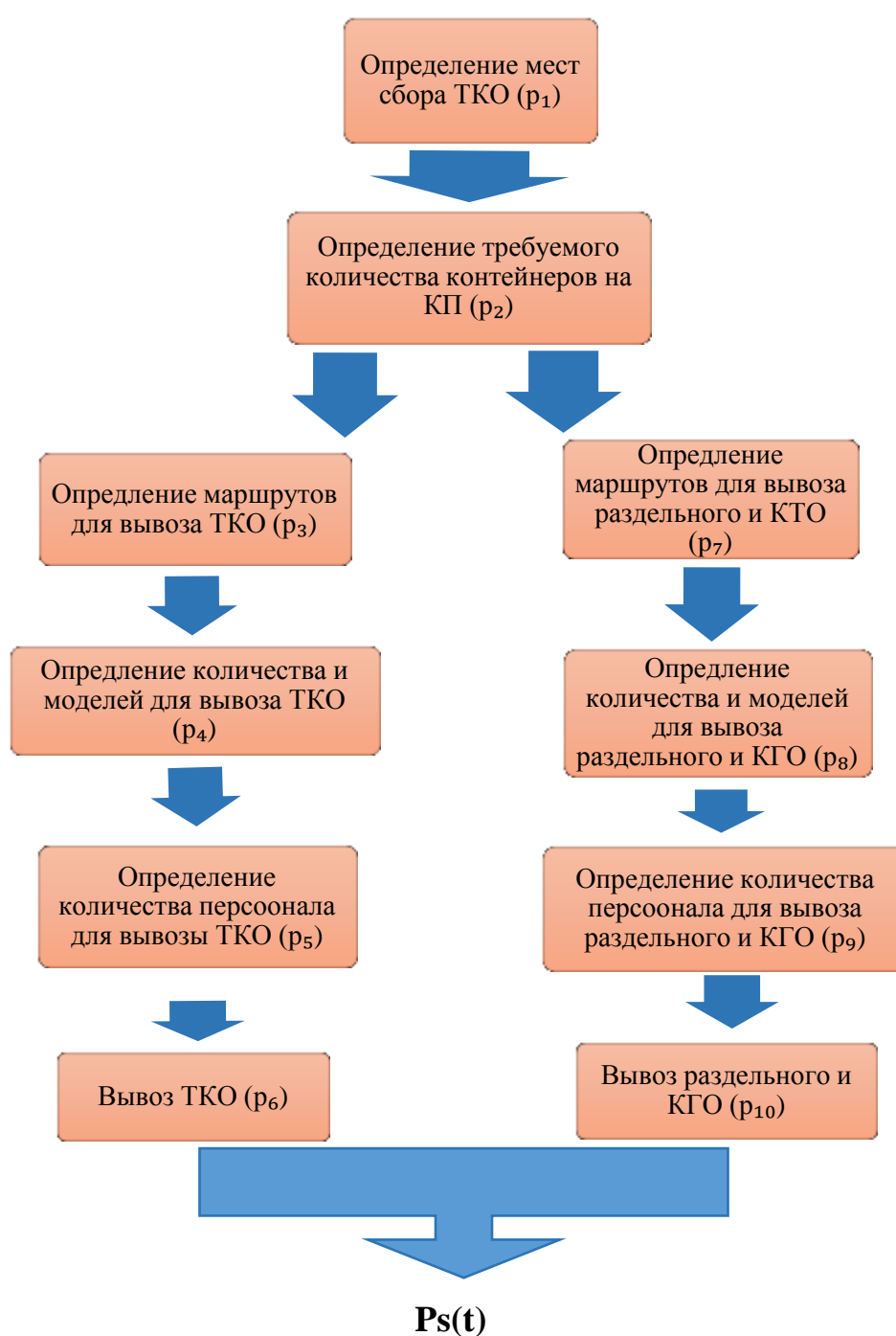


Рисунок 2 – Структура элементов системы сбора и вывоза ТКО

Из данной структуры следует, что элементы 3, 4, 5, 6 и 7, 8, 9, 10 можно выполнять параллельно.

На основании формул 1, 2 вероятность безотказной работы системы сбора и вывоза ТКО будет равна:

$$P_s(t) = p_1(t) \cdot p_2(t) \cdot (p_3(t) \cdot p_4(t) \cdot p_5(t) \cdot p_6(t) + p_7(t) \cdot p_8(t) \cdot p_9(t) \cdot p_{10}(t)) \quad (3)$$

Фундаментальной проблемой анализа надежности является неопределенность в отношении случаев возникновения отказов и их последствий. Для целей обеспечения надёжности системы это предполагает защиту её от неопределённостей, связанных с её отказами [7].

Одним из классических способов защиты системы от неопределенности является определение группы последовательностей отказов, приводящих к сбоям, прогнозирование их последствий и соответственно необходимо разработать надлежащие мероприятия для предотвращения таких сбоев, а также для защиты от связанных с ними последствий или смягчения этих последствий.

Общепринятое предположение, лежащее в основе количественного анализа отказов оборудования методами надежности, заключается в том, что системы состоят из бинарных компонентов (т.е. устройств, которые могут находиться в двух состояниях: функционирующем или неисправном). Тем не менее, существует множество систем, например, системы транспортировки, общая производительность которых может быть различной (например, 100%, 80%, 50% от номинальной загрузки), в зависимости от условий эксплуатации их составных частей.

Таким образом, в современных условиях надежность направлена на поиск причинно-следственных связей между элементами системы (компонентами, структурами), а также на моделирование их поведения таким образом, чтобы количественно оценить поведение системы в целом. С другой стороны, управление рисками направлено на принятие рациональных, обоснованных рисками решений путем проведения оптимизации процесса, направленного на максимизацию определенных целей.

#### Список использованных источников

1. Северова Е.С. Разработка методики перевозок твердых коммунальных отходов автомобильным транспортом: автореф. дис. ... канд. техн. наук 05.22.08/ Е.С. Северова;—Санкт-Петербург, 2006. – 22 с.
2. Моисеева Н. М. Повышение эффективности управления процессами перевозок твердых бытовых отходов на территории области: автореф. дис. ... канд. техн. наук 05.22.08/ Н.М.Моисеева;—М., 2008. – 20 с.

3. Манаев К.И. Обоснование рациональной структуры атотранспортно-контейнерного парка для сбора и вывоза ТБО: автореф. дис. ... канд. техн. наук 05.22.10/ К.И. Манаев;—Оренбург., 2017. – 16 с.

4. Долинина О.Н., Печенкин В.В. О подходе к управлению сбором бытовых отходов с помощью гибридной интеллектуальной системы проекта «Умный город» // Программные системы и вычислительные методы. 2017. № 3. С. 1-15. DOI: 10.7256/2454-0714.2017.3.24075 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=24075](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=24075)

5. Шумилова Ю.А. Надежность экономики предприятия: методологический аспект/Ю.А. Шумилова//Проблемы и аспекты управления экономикой и маркетингом организации.–2001.–№1.

6. Zio E. An introduction to the basics of reliability and risk analysis. Singapore: World Scientific Publishing; 2007.

7. Якубович А.Н. Оценка надёжности автотранспортных систем методами статистического моделирования (аналитический обзор)/А.Н. Якубович, И.А. Якубович, В.И. Рассоха//Интеллект. Инновации. Инвестиции: Академический журнал.–2016.–№1.–С.89-94

#### List of references

1. Severova E.S. Development of a methodology for transporting municipal solid waste by road: author's abstract. dis. ... candidate of technical sciences 05.22.08/ E.S. Severova; - St. Petersburg, 2006. - 22 p.

2. Moiseeva N.M. Improving the efficiency of managing municipal solid waste transportation processes in the region: author's abstract. dis. ... candidate of technical sciences 05.22.08/ N.M.Moiseeva; - Moscow, 2008. - 20 p.

3. Manaev K.I. Justification of a rational structure of a motor transport and container fleet for collecting and removing solid waste: author's abstract. dis. ... candidate of technical sciences 05.22.10/ K.I. Manaev; - Orenburg., 2017. - 16 p.

4. Dolinina O.N., Pechenkin V.V. On the approach to managing household waste collection using a hybrid intelligent system of the Smart City project // Software systems and computational methods. 2017. No. 3. pp. 1-15. DOI: 10.7256/2454-0714.2017.3.24075 URL: [https://nbpublish.com/library\\_read\\_article.php?id=24075](https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=24075)

5. Shumilova Yu.A. Reliability of the enterprise economy: methodological aspect / Yu.A. Shumilova // Problems and aspects of managing the economy and marketing of the organization. - 2001. - No. 1.

6. Zio E. An introduction to the basics of reliability and risk analysis. Singapore: World Scientific Publishing; 2007.

7. Yakubovich A.N. Evaluation of reliability of transport systems by statistical modeling methods (analytical review) / A.N. Yakubovich, I.A. Yakubovich, V.I. Rassokha // Intellect. Innovations. Investments: Academic journal.–2016.–№1.–P.89-94.



## ASSESSMENT OF A SPECIALIZED CARGO TRANSPORTATION SYSTEM ON THE EXAMPLE OF MUNICIPAL SOLID WASTE REMOVAL

Morgunova I.V., Yakunina N.V., Yakunin N.N.  
Orenburg State University

**Abstract.** The article considers the issues of assessing the system of collection and removal of municipal solid waste from the standpoint of its reliability. The analysis of statistical data related to MSW is carried out, the reform of the organization of the system of handling municipal solid waste (MSW) within the framework of the federal project "Integrated System of MSW Management" is considered. Previous scientific publications on this topic are analyzed, problem points are identified. The purpose of the work is to analyze the studies of the transportation process associated with the removal of municipal solid waste, the reliability of this transportation system.

**Keywords:** specialized cargo transportation, collection and removal system, municipal solid waste, reliability

УДК 656.073

## АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ

**Надирян С.Л., Лебедев Е.А., Плаксунова В.М.**  
Кубанский государственный технологический университет, г.  
Краснодар

**Аннотация.** Авторы обращают внимание на растущий интерес к средствам индивидуальной мобильности, которые становятся все более популярными, особенно среди городских жителей. Отмечают, что в России наблюдается активное развитие этого сегмента средств передвижения, что требует комплексного дополнения существующих нормативно-правовых актов, регулирующих использование улично-дорожной сети всеми видами транспорта городов. Показывают пути решения возникающих проблем с учетом перспектив дальнейшего развития сложившейся тенденции роста транспортной подвижности населения.

**Ключевые слова:** транспорт, средства индивидуальной мобильности, нормативно-правовое регулирование, организация движения, подвижность населения.

В последние годы в России наблюдается рост популярности средств индивидуальной мобильности (СИМ), таких как электросамокаты, моноколеса, гироскутеры и другие подобные устройства. Это привело к необходимости разработки и принятия нормативных актов, регулирующих

использование средств индивидуальной мобильности на дорогах и территориях общего пользования. В данной работе мы рассматриваем правовое регулирование СИМ, требования к их техническому состоянию и условиям эксплуатации.

Постановлением регулирования Российской Федерации от 06.10.2022 № 1769 "О внесении изменений в некоторые акты Российской Федерации и признании утративших силу некоторых актов Российской Федерации и отдельных положений некоторых актов Российской Федерации" были внесены изменения в Правила дорожного движения Российской Федерации, официальным постановлением. Министров Совета - экономики Российской Федерации от 23.10.1993 № 1090.

Согласно этим изменениям, средства индивидуальной мобильности не проходят государственную регистрацию, а на владельцев средств индивидуальной мобильности не соблюдаются обязательства по страхованию гражданской ответственности (ОСАГО). Кроме того, для передвижения с помощью средств индивидуальной мобильности гражданам не требуется водительское удостоверение на право управления транспортным средством. [1]

Средства индивидуальной мобильности в России становятся все более популярными и востребованными. Это связано с их удобством, мобильностью и экономией времени. Средства индивидуальной мобильности предоставляют возможность быстро и удобно перемещаться на коротких расстояниях, что особенно актуально в условиях городской среды.

Органам государственной власти субъектов Российской Федерации и органам местного самоуправления рекомендуется создавать условия для безопасного и комфортного использования гражданами СИМ путем интеграции СИМ в транспортную систему городов с учетом потребностей граждан, использующих для передвижения СИМ. В указанных целях целесообразно:

1. Мотивировать использование гражданами СИМ в качестве альтернативы общественному и личному автомобильному транспорту для передвижения на короткие расстояния (до 5 км), обращая особое внимание на транспортную доступность для населения в отдаленных районах городов.

2. Содействовать развитию системы аренды СИМ, не допуская избыточное, не предусмотренное законодательством Российской Федерации, администрирование их деятельности и установление необоснованных ограничений.

3. Обеспечивать организацию необходимого количества мест размещения (парковок) СИМ для обеспечения их доступности широкому кругу лиц, использующих СИМ для передвижения по транспортному сценарию. При этом важно предусматривать гибкий подход к организации мест размещения (парковок), учитывая изменение потребностей лиц, использующих СИМ для передвижения, пешеходов, иных участников дорожного движения, и, как следствие, необходимость периодической релокации мест размещения (парковок). Места размещения (парковки) СИМ

рекомендуется организовывать на территориях общего пользования: на тротуарах, пешеходных дорожках и улицах, рядом с транспортно - пересадочными узлами, станциями метрополитена, остановками общественного транспорта, около торговых центров, учреждений культуры, административных зданий и других подобных объектов. При этом места размещения (парковки) СИМ не должны создавать помехи и препятствия в передвижении пешеходов. В случае отсутствия таких мест возможно прорабатывать размещение СИМ в парковочных карманах, обозначив их соответствующими техническими средствами организации дорожного движения. [2]

Ключевым фактором обеспечения доступности СИМ, предоставляемых в аренду частными операторами, является количество и плотность мест размещения (парковок) СИМ на территории населенных пунктов.

В случае введения ограничений на организацию мест размещения (парковок) СИМ такие ограничения должны быть предусмотрены правовыми актами субъектов Российской Федерации или органов местного самоуправления.

4. В целях формирования парковочного пространства СИМ необходимо исходить из возможности организации мест размещения СИМ, не оборудованных какими-либо физическими конструкциями.

Правила использования СИМ в России направлены на обеспечение безопасности дорожного движения и предотвращение несчастных случаев. Пользователи СИМ обязаны следовать возрастным ограничениям, правилам движения и обязанностям, чтобы обеспечить безопасное и комфортное использование СИМ. [3]

Целевая аудитория рынка средств индивидуальной мобильности представляет собой активную и современную группу людей, стремящихся к удобствам, мобильности и экономии времени. К этой группе относятся жители городов и пригородов, возраст которых варьируется от 18 до 45 лет. Однако, доступ к аренде СИМ имеют также лица, не достигшие совершеннолетия – это никак не контролируется, что не обеспечивает безопасность на улицах города, они не изучают правила дорожного движения и создают аварийные ситуации, а как вследствие и дорожно-транспортные происшествия. Вследствие отсутствия отдельного нормативно-правового законодательства для СИМ, нет возможности сбора статистики и его анализа. [4]

Поэтому для увеличения безопасности движения и уменьшения ДТП с участием СИМ на платформе КубГТУ разработан курс «Основы безопасности движения средств индивидуальной мобильности» представлен на рисунке 1. Что является важным шагом на пути решения возникающих проблем.

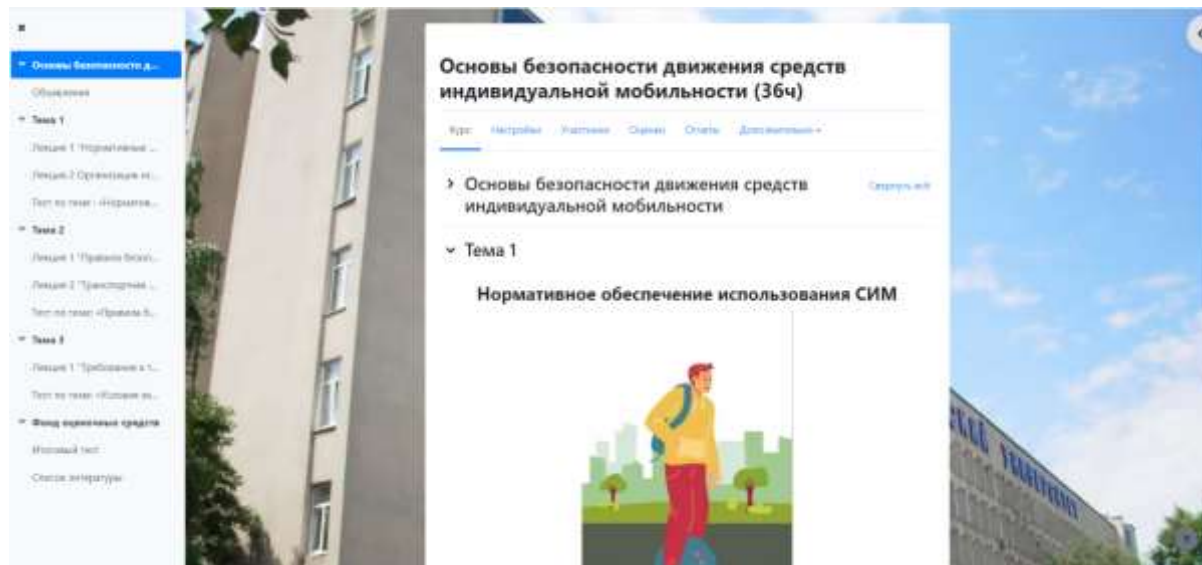


Рисунок – 1 Курс «Основы безопасности движения средств индивидуальной мобильности»

В данном курсе освещены такие темы как:

- Нормативное обеспечение использования СИМ;
- Правила безопасного использования СИМ (рисунок 2);
- Условия эксплуатации СИМ.

Разработанный курс способен обучить современное поколение основным правилам о безопасности и современных средствах развития мира, развития новых инновационных систем. Пройдя курс, освоив новые знания студенты смогут сделать вклад в создании нормативно-правового законодательства.

#### Правила безопасного использования СИМ

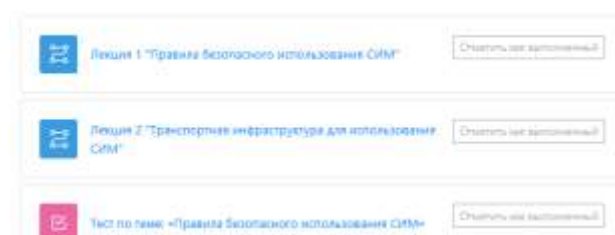


Рисунок – 2 Пример лекции

Учитывая глобальные тенденции и потребности общества, средства индивидуальной мобильности в России имеют большие перспективы для развития. Ожидается, что в ближайшие годы будет наблюдаться дальнейший рост популярности таких средств, что обусловлено их мобильностью, экологичностью и удобством в городских условиях. Это, в свою очередь, потребует совершенствования нормативно-правовой базы, развития инфраструктуры (велодорожки, парковки и т.д.), а также повышения безопасности их использования.

#### Список использованных источников

1. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова М.П., Миронова Ю.П. Исследование рынка перевозок по заказам в регионе. В сборнике: Международная научно-практическая конференция "Архитектура, строительство, транспорт" (к 85-летию ФГБОУ ВПО "СибАДИ"). Сборник научных трудов № 8 кафедры "Организация перевозок и управление на транспорте". ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Кафедра «ОПиУТ»; Ответственный за выпуск Е. Е. Витвицкий. 2015. С. 74-77.
2. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова М.П., Миронова Ю.П. Особенности маркетинговых исследований на рынке пассажирских перевозок по заказам в регионе. Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2015. № 4. С. 89-93.
3. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова Ю.П., Миронова М.П. Влияние экономических показателей региона на работу автомобильных перевозок. Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. № 5 (51). С. 165-171.
4. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова М.П. Совершенствование методов оптимизации транспортно-логистических издержек в торгово- транспортно-логистических системах. Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2020. № 9. С. 197-199.

#### References

1. Konovalova T.V., Nadiryanyan S.L., Mironova M.P., Mironova Yu.P. Research of the on-demand transportation market in the region. In the collection: International scientific and practical conference "Architecture, construction, transport" (for the 85th anniversary of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "SibADI"). Collection of scientific papers No. 8 of the Department of "Organization of Transportation and Transport Management". Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "SibADI", Department of "OPiUT"; Responsible for the release E.E. Vitvitsky. 2015. Pp. 74-77.
2. Konovalova T.V., Nadiryanyan S.L., Mironova M.P., Mironova Yu.P. Features of marketing research in the passenger transportation market by orders in the region. Science. Engineering. Technologies (Polytechnic Bulletin). 2015. No. 4. P. 89-93.

3. Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Mironova Yu.P., Mironova M.P. The influence of regional economic indicators on the work of road transport. Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway Academy. 2016. No. 5 (51). P. 165-171.

4. Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Mironova M.P. Improving methods for optimizing transport and logistics costs in trade, transport and logistics systems. Humanities, socio-economic and social sciences. 2020. No. 9. P. 197-199.

## THE RELEVANCE OF THE DEVELOPMENT OF PERSONAL MOBILITY MEANS

Nadiryan S.L., Lebedev E.A., Plaksunova V.M.  
Kuban State Technological University, Krasnodar

**Abstract.** In the modern world, there is a growing interest in personal mobility means, which are becoming increasingly popular among city dwellers. In Russia, there is also an active development of this segment, which requires a comprehensive review of existing regulatory legal acts, traffic rules, as well as prospects for further development, these issues are considered in the article.

**Keywords:** transport, personal mobility means, regulatory legal regulation, traffic organization.

УДК 656.073

## ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ ООО “СЕЛЬТА”

**Надирян С.Л., Тыргалов К.В., Леонова И.О.**

Кубанский государственный технологический университет, г. Краснодар

**Аннотация.** В данной статье авторами рассмотрена оптимизация деятельности транспортно-логистического предприятия на примере компании ООО “Сельта”, где предложены идеи повышения эффективности работы транспортной структуры. Целью исследования был анализ методов оптимизации работы транспортного предприятия “Сельта”.

**Ключевые слова:** транспорт, логистика, рейс, оптимизация, эффективность.

Из-за непрерывного развития технологий и мировых тенденций в целом, деятельность транспортных предприятий также непрерывно меняет свой подход к выполнению транспортной работы, оптимизируя и адаптируя ее к текущим условиям рынка. Разберем подобную оптимизацию на примере транспортного подразделения ПАО Магнит - ООО Сельта.

Компания Сельта занимается выполнением прямых, транзитных доставок, а также компенсацией затрат на перевозку путем обратных коммерческих загрузок продовольственных товаров, мебели, товаров народного потребления и др. Сама идея компенсировать затраты возвращая транспорт не порожним, уже весьма оптимизирует непрерывную транспортную работу, однако, даже данную идею необходимо реализовывать учитывая все аспекты грузоперевозок, включая действующий подвижной состав включающий в себя: около 6000 единиц собственного транспорта, самым популярным из которых является фургон MAN TGA 26.350 (рисунок 1). За счет своей компактности и эргономичности, а также высокой производительности и оптимальной грузоподъемности, этот фургон зачастую используется при доставке грузов “Магнита”.



Рисунок 1 – MAN TGA 26.350

С недавнего времени, российский ритейлер стал закупать новые тягачи китайского производителя Sitrak, модели С7Н (рисунок 2). Данный вид подвижного состава актуален на сегодняшний день за счет стоимости обслуживания, амортизации и покупке деталей.



Рисунок 2 – Sitrak, модели С7Н

Также, во владении у компании остаются тягачи Mercedes-Benz Actros (рисунок 3), однако их количество постепенно снижается за счет дороговизны проведения ремонтных работ и сложностей приобретения.



Рисунок 3 – Mercedes-Benz Actros

Учитывая текущий подход компании к работе транспортного подразделения, рассмотрим несколько вариантов повышения рентабельности предприятия на рынке транспортных услуг [1].

Для начала, мы предлагаем совершить деление регионов доставки между логистами, чтобы каждый сотрудник был на связи со знакомыми контрагентами, получал оперативную информацию о ситуациях в регионах погрузки\выгрузки а также и на самих точках погрузки\выгрузки, которые за ним закреплены, без лишней нагруженности информацией, касаемо сторонних загрузок и чрезвычайных ситуациях на любом из этапов грузоперевозки.

Далее, оптимизировать подачу транспорта в наряд, таким образом, чтобы туда подавали лишь тех водителей, которые в данный момент работают на поданном транспортном средстве, избегали подачи в наряд те автопоезда, которые становятся на длительный ремонт или у них отсутствует водитель [2]. Данная оптимизация поможет сократить открытие порожних пробегов и повлияет на более эффективную работу подразделения за счет более широкого числа транспорта, способных принять загрузку.

За счет довольно широкой географии работы водителей, которые следуют на загрузку или выгрузку с большой разницей часовых поясов, относительно местонахождения головного офиса компании в Краснодаре, по нашему мнению, довольно эффективно ввести дневные и ночные смены работы сотрудников отдела транспортной логистики для бесперебойной связи и оперативного решения проблемных ситуаций, которые часто возникают на всех этапах транспортировки. Это поможет сократить время простоя



водителей и транспорта на распределительных центрах и уменьшить издержки предприятия [3].

Еще один вариант оптимизации, касается численности подвижного состава, а именно необходимого числа транспорта в тех регионах, в которых находятся прямые контрагенты и компании, с которыми заключен договор о предоставлении транспортных услуг напрямую. То есть, идея состоит в том, чтобы если прямой заказчик, у которого ежемесячный спрос машин превышает 200 единиц, находится где-то в Тобольске и на постоянной основе водители из Омска закрывают потребность данного заказчика, то целесообразно будет закрепить за данным направлением от 100 единиц подвижного состава, с целью бесперебойного закрытия данных рейсов, без лишнего поиска или привлечения транспортных средств из других, более далеких регионов [4]. Это поможет оптимизировать поставку транспорта прямому грузоотправителю, сократить транспортные издержки в виде времени и финансов при перестановке машины из другой, более далекой области.

Расстояние от Омска до Тобольска 613 км (рисунок 4), если на месте Омска будет другой крупный город, например Новосибирск, от которого до Тобольска 1335 км (рисунок 5), из распределительного центра которого, водители будут следовать на загрузку и лишь при его свободном наличии, есть риск срыва задания прямого грузоотправителя и снижения получения прибыли за данный маршрут, что впоследствии может привести к снижению рентабельности фирмы и потере договора с крупным контрагентом.

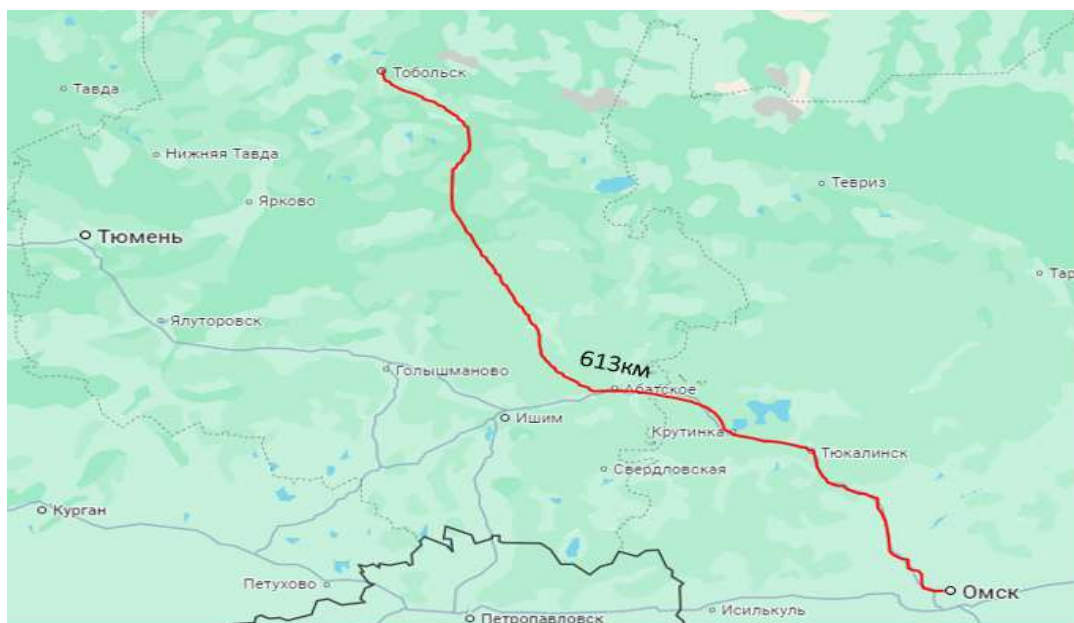


Рисунок 4 – Расстояние от Омска до Тобольска

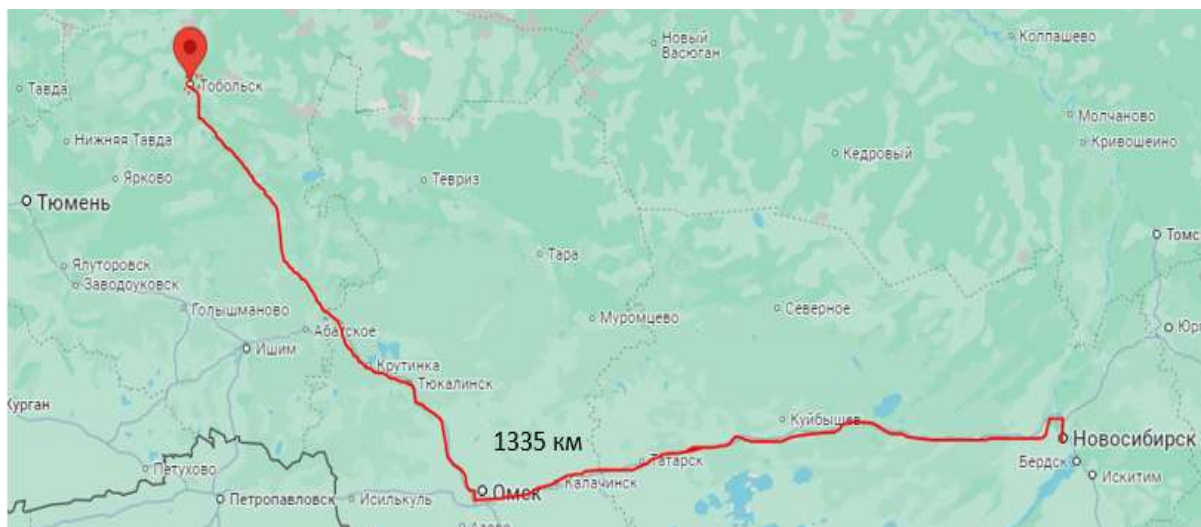


Рисунок 5 – Расстояние от Новосибирска до Тобольска

Подводя итог, стоит отметить, сотрудники транспортной отрасли должны обладать гибкостью ума и навыком адаптации в сложных ситуациях, чтобы в последствии снижать издержки предприятия и обеспечивать бесперебойную работу транспорта с максимальной эффективностью.

#### Список использованных источников

1. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова М.П., Миронова Ю.П. Исследование рынка перевозок по заказам в регионе. В сборнике: Международная научно-практическая конференция "Архитектура, строительство, транспорт" (к 85-летию ФГБОУ ВПО "СибАДИ"). Сборник научных трудов № 8 кафедры "Организация перевозок и управление на транспорте". ФГБОУ ВПО «СибАДИ», Кафедра «ОПиУТ»; Ответственный за выпуск Е. Е. Витвицкий. 2015. С. 74-77.
2. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова М.П., Миронова Ю.П. Особенности маркетинговых исследований на рынке пассажирских перевозок по заказам в регионе. Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). 2015. № 4. С. 89-93.
3. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова Ю.П., Миронова М.П. Влияние экономических показателей региона на работу автомобильных перевозок. Вестник Сибирской государственной автомобильно-дорожной академии. 2016. № 5 (51). С. 165-171.
4. Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Миронова М.П. Совершенствование методов оптимизации транспортно-логистических издержек в торгово-транспортно-логистических системах. Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. 2020. № 9. С. 197-199.

#### References

1. Konovalova T.V., Nadiryanyan S.L., Mironova M.P., Mironova Yu.P. Research of the on-demand transportation market in the region. In the collection: International scientific and practical conference "Architecture, construction, transport" (for the 85th anniversary of the Federal State Budgetary Educational

Institution of Higher Professional Education "SibADI"). Collection of scientific papers No. 8 of the Department of "Organization of Transportation and Transport Management". Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education "SibADI", Department of "OPiUT"; Responsible for the release E.E. Vitvitsky. 2015. Pp. 74-77.

2. Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Mironova M.P., Mironova Yu.P. Features of marketing research in the on-demand passenger transportation market in the region. Science. Technology. Technologies (Polytechnic Bulletin). 2015. No. 4. P. 89-93.

3. Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Mironova Yu.P., Mironova M.P. The influence of regional economic indicators on the performance of road transport. Bulletin of the Siberian State Automobile and Highway Academy. 2016. No. 5 (51). P. 165-171.

4. Konovalova T.V., Nadiryan S.L., Mironova M.P. Improving methods for optimizing transport and logistics costs in trade, transport and logistics systems. Humanities, Socio-Economic and Social Sciences. 2020. No. 9. P. 197-199.

#### **OPTIMIZATION OF THE ACTIVITIES OF A TRANSPORT AND LOGISTICS ENTERPRISE BY SELTA ENTREPRENEUR**

Nadiryan S.L., Tyrgalov K.V., Leonova I.O.  
Kuban State Technological University, Krasnodar

**Abstract.** In this article, the authors consider the optimization of the activities of a transport and logistics enterprise using the example of the company ООО Selta, where ideas for increasing the efficiency of the transport structure are proposed. The purpose of the study was to analyze the methods for optimizing the work of the transport enterprise Selta.

**Keywords:** transport, logistics, trip, optimization, efficiency.

УДК 37.012

#### **РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУР ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА**

**Неволин Д.Г., Черепанова Л.А.**  
Уральский государственный университет путей сообщения,  
г. Екатеринбург

**Аннотация.** Постоянно меняющийся и глобализированный рынок труда - новый вызов для транспортно-логистических компаний и автомобильной отрасли. Человеческие ресурсы становятся особенно важными в конкурентной борьбе организаций. Знания сотрудников и политика компании включают основные ресурсы компании (навыки, возможности, потенциал

сотрудников). Эти важные ресурсы являются основными преимуществами в конкурентной борьбе. Таким образом, навыки и компетенции сотрудников являются одним из важнейших факторов, обеспечивающих успешное развитие компании и успех на рынке труда. Исследование позволило выявить стратегические компетенции специалистов транспортно-логистических комплексов.

Внедрение независимой оценки квалификации специалистов транспортно-логистических комплексов позволит оценить соответствие подготовки требованиям отраслевых профессиональных стандартов в условиях создания новых производств, основанных на сложных бизнес-процессах.

Ключевые слова: профессиональные стандарты, модульная система организации образовательного процесса, траектории подготовки кадров транспортной отрасли, независимая оценка квалификации

Транспорт – одна из ключевых отраслей экономики, поэтому именно эта доля рынка требует профессионалов, разбирающихся в принципах свободного рынка, теории современной экономики, практики бизнеса, а также имеющих возможность сотрудничать и общаться с отечественными и международными партнерами [1].

При подготовке кадров для транспортной отрасли необходимо учитывать ряд особенностей данной отрасли, условия производственного процесса на транспорте, и необходимость обеспечения безопасности движения автотранспорта. В связи с цифровой трансформацией бизнеса страны, в том числе и транспортной системы, появляются новые требования к специалистам с набором профессиональных качеств, умеющих работать в таких условиях [2]. Подготовка специалистов должна базироваться на системе профессиональных стандартов, где в составе требований к каждой профессии отражены требования по сертификации, физиологическим навыкам, необходимым для выполнения работы, уровень квалификации и образования, а также общие условия реализации трудовой функции в рамках компетенции [2]. Это позволяет создать модель специалиста и определить актуальные цели и задачи подготовки, формируемого компетентного облика выпускника и возможные квалификационные уровни.

Мир логистического бизнеса стремительно меняется и ставит перед компаниями новые задачи, поэтому важно обращать внимание не только на компетенцию сотрудников, но и на то, чтобы спрогнозировать, какие из этих компетенций будут востребованы в будущем.

Концептуальная схема управления процессом «Обеспечение кадрами», представленная на рисунке 1, демонстрирует процессы кадровой политики компании, реализуемые для эффективного функционирования предприятия в стремительно меняющемся цифровом мире. Проведение кадровой политики способствует достижению общих целей компании, а не только отдельных показателей, характеризующих состояние человеческих ресурсов, например таких, как количество работников или уровень мотивации. Поэтому кадрвая

политика должна быть встроена в систему управления организаций. Одним из важнейших факторов кадровой политики является подготовка специалистов, для качественной формации предприятия-работодателя. Которые в свою очередь, должны тесно взаимодействовать с учебными заведениями.

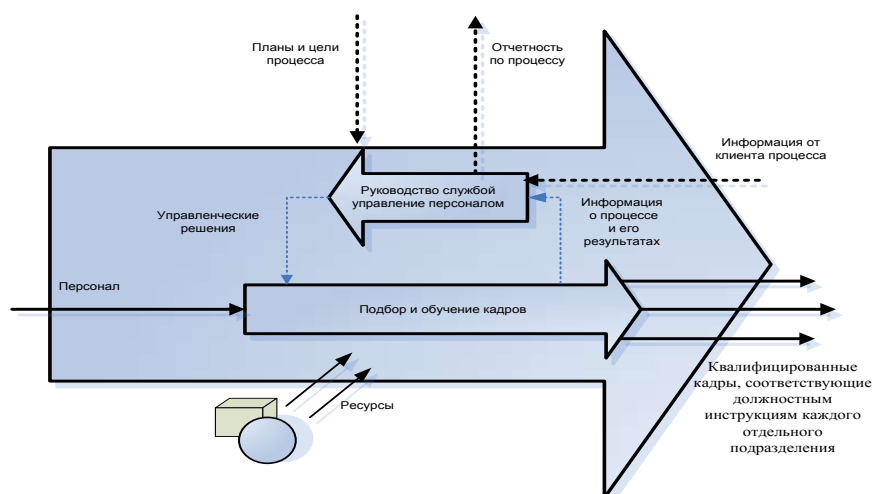


Рисунок 1 – Концептуальная схема управления процессом «Обеспечение кадрами» [3]

Профессиональные задачи, к которым готовятся специалисты, освоившие образовательную программу формулируются в соответствии с запросами работодателей. На основании этих запросов выбираются виды профессиональной деятельности. Профессиональные компетенции в федеральных стандартах сформулированы очень обобщенно с целью создания акцентов в процессе подготовки. При этом, при реализации профессиональных компетенций допускается разбивать выбранную компетенцию на индикаторы в соответствии с набором профессиональных задач, которые должен уметь решать выпускники, что позволяет конкретизировать компетенцию и создает возможность реализации индивидуальных образовательных маршрутов в рамках формирования у обучающихся тех или иных элементов компетенций. При формировании индикаторов целесообразно ориентироваться на соответствующие формулировки трудовых и обобщенных функций профессиональных стандартов [4,5], соответствующих направлению подготовки. На рисунке 2 представлена структура модели процесса обучения с учетом интеграции профессиональных и образовательных стандартов.



Рисунок 2 – Структура модели процесса обучения

Формализованные требования работодателей можно классифицировать по видам профессиональной деятельности и квалификационным уровням, например, с применением профессиональных стандартов [6,7].

Глобализация, техническое и технологическое развитие рыночной экономики, меняет цель и формулирует новые задачи организаций. Сотрудники, т.е. человеческие ресурсы, становятся наиболее важной и активной частью системы в постоянно меняющейся среде.

Успешная деятельность сотрудников в глобализированных организациях зависят от способности адаптироваться к изменяющейся среде, где компетентность и потенциал его развития стали ключевым фактором. Операционная эффективность, успех в бизнесе зависят от квалификации и компетентности сотрудников. Работодатели предпочитают получать готовые высококвалифицированные кадры, а для этого необходимо учитывать как требования образовательных стандартов в подготовке кадров для автомобильного транспорта, так и запросы предприятий-работодателей.

#### Список использованных источников

1. Kristina Vaičiūtė, Jolanta Skirmantienė, Lidia Domanska Assessment of Transport Specialists' Competencies in Transport/Logistics Companies *Procedia Engineering* 187 ( 2017 ) 628 – 634
2. Байгулов Р. М., Беляева С. В., Голубева Г. Ф. и др. Результаты социально-экономических и междисциплинарных научных исследований XXI века. Самара: Поволжская научная корпорация «Офорт», 2016. 433 с.
3. Гашкова Л.В. Управление компетентностью персонала железнодорожных организаций: диссертация кандидата экономических наук: 08.00.05 Екатеринбург 2017

4. Черезов, Г. А. Формализация процесса обучения в высшем учебном заведении / Г. А. Черезов, Л. А. Черепанова // Наука и образование транспорту. – 2022. – № 2. – С. 275-276.

5. Черепанова, Л. А. Повышение производительности труда на основе совершенствования подготовки инженерных кадров как средства инновационного развития / Л. А. Черепанова // Кооперация науки и общества - путь к модернизации и инновационному развитию: сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции, Киров, 04 июля 2022 года. – Стерлитамак: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство международных исследований", 2022. – С. 86-92.

6. Черепанова Л.А., Малыгин Е.А. Интеграция образовательных и профессиональных стандартов // Транспортное образование: материалы I Всероссийской научно-методической конференции «Транспортное образование», Самара, 2018. С. 64-67

7. Вадова Л.Ю. Система взаимодействия вуза и работодателей в подготовке будущих специалистов // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований 2016. №5(часть 2) С. 311-315

#### References

1. Kristina Vaičiūtė, Jolanta Skirmantienė, Lidia Domanska Assessment of Transport Specialists' Competencies in Transport/Logistics Companies *Procedia Engineering* 187 ( 2017 ) 628 – 634

2. Baigulov R. M., Belyaeva S. V., Golubeva G. F., etc. The results of socio-economic and interdisciplinary scientific research of the XXI century. Samara: Volga Scientific Corporation "Etching", 2016. 433 p.

3. Gashkova L.V. Competence management of personnel of railway organizations: dissertation of Candidate of Economic Sciences: 08.00.05 Yekaterinburg 2017

4. Cherezov, G. A. Formalization of the learning process in a higher educational institution / G. A. Cherezov, L. A. Cherepanova // Science and education in transport. – 2022. – No. 2. – P. 275-276.

5. Cherepanova, L. A. Increasing labor productivity based on improving the training of engineering personnel as a means of innovative development / L. A. Cherepanova // Cooperation of science and society - the path to modernization and innovative development: collection of articles based on the results of the International Scientific and Practical conference, Kirov, July 04, 2022. – Sterlitamak: Limited Liability Company "Agency for International Research", 2022. – P. 86-92.

6. Cherepanova L.A., Malygin E.A. Integration of educational and professional standards // Transport education: materials of the I All-Russian scientific and methodological conference "Transport education", Samara, 2018. pp. 64-67

7. Vadova L.Yu. The system of interaction between the university and employers in the training of future specialists // International Journal of Applied and Fundamental Research 2016. No. 5(part 2) pp. 311-315

## DEVELOPMENT OF PROCEDURES FOR OPTIMIZING THE STAFFING SYSTEM OF ROAD TRANSPORT

Nevolin D.G., Cherepanova L.A.  
Ural State University of Railway Transport, Ekaterinburg

Annotation. The constantly changing and globalized labor market is a new challenge for transport and logistics companies and the automotive industry. Human resources are becoming especially important in the competitive struggle of organizations. Employee knowledge and company policy include the main resources of the company (skills, capabilities, potential of employees). These important resources are the main advantages in competitive wrestling. Thus, the skills and competencies of employees are one of the most important factors ensuring the successful development of the company and success in the labor market. The study made it possible to identify the strategic competencies of specialists in transport and logistics complexes. The introduction of an independent assessment of the qualifications of specialists in transport and logistics complexes will make it possible to assess the compliance of training with the requirements of industry professional standards in the context of the creation of new industries based on complex business processes.

Keywords: professional standards, modular system of educational process organization, the trajectory of training in the transport industry, independent qualification assessment

УДК 656.078

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБУЧЕНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ ПРИНЦИПАМ ПРАВИЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ**

**Нургалиев Л.М., Калимуллин Р.Ф.**

Набережночелнинский институт (филиал) ФГАОУ ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет», г. Набережные Челны

Аннотация. Рассмотрена проблема экономии топливных ресурсов за счет совершенствования процесса эксплуатации транспортных средств. В качестве центрального места в ее решении выделено формирование профессиональных компетенций водителей для работы на современных грузовых автомобилях путем обучения принципам правильного вождения. В статье представлены результаты экспериментального исследования влияния такого обучения для водителей карьерных автосамосвалов. Выявлен следующий эффект: уменьшается расход топлива и увеличивается средняя скорость автомобилей,



улучшается предвидение водителей. Рассчитывается потенциальная экономическая выгода от обучения водителей.

Ключевые слова: обучение водителей, качество вождения, карьерные автосамосвалы, расход топлива.

Проблема экономии топливно-энергетических ресурсов и безопасности движения в современных условиях относится к наиболее важным задачам автотранспортной отрасли [1]. В сфере грузоперевозок постоянно совершенствуются технологии [2-4]: развиваются системы телематики и мониторинга, появляются системы помощи водителю - автономное экстренное торможение, адаптивный круиз-контроль, система удержания в полосе для повышения безопасности и т.п. Поэтому для водителя важно регулярно обновлять свои знания и навыки. Курсы повышения квалификации, тренинги по безопасности и обучение новым технологиям помогают работать максимально эффективно. Как показывает практика, квалификация водителя играет решающую роль в процессе эксплуатации автомобиля на такие показатели, как ресурс основных систем, узлов и агрегатов автомобиля, расход топлива (до 30% от всех затрат транспортного предприятия), долговечность шин (3...4% от всех затрат), количество простоев в ремонте и т.д.

В настоящее время на рынке труда высокий количественный спрос на водителей коммерческой техники не удовлетворяется качественным предложением. С каждым годом в автопарках всё сильнее усугубляется проблемная ситуация, когда профессиональных компетенций водителей недостаточно для работы на современных грузовых автомобилях, к тому же усиливает проблему значительный уровень «текучести» кадров. Поэтому на развитие и совершенствование системы оценки, поддержки и подготовки водителей по показателям качества вождения в последнее время уделяется всё больше внимания.

Значительное количество автомобильных телематических систем зарубежных и российских разработчиков имеют опцию оценки и поддержки водителей по различным критериям [5-8]. Как видно из таблицы 1, функционал систем значительно отличается в зависимости от выбранных пакетов, имеющих различную стоимость и набор функций.

Так, SCANIA разделяет уровни качества вождения на следующие группы по суммарному баллу:

- более 90 ед. - *отличный водитель* - он прекрасно понимает особенности управления автомобилем и, что еще более важно, применяет это на практике;

- 90...75 ед. - *хороший водитель* - возможно, есть небольшие пробелы в знаниях по особенностям управления автомобилем или недопонимание правильного их применения;

- 75...50 ед. - *приемлемый водитель* - скорее всего, знает основы управления современным автомобилем, но не применяет их на практике, т.к.

самостоятельно что-то менять не считает нужным и не имеет достаточной внешней мотивации;

- менее 50 ед. - *плохой водитель* - делятся на два типа: первый тип – это вообще случайные люди, которым выдали водительское удостоверение; второй – водители, имеющие большой опыт эксплуатации техники прошлых лет и не желающие менять свои навыки.

Таблица 1 – Сравнение систем оценки водителей различных фирм

| Производитель | Название пакета / системы | Превышение скорости | Движение | Эффективность торможения | Оптимальное переключение передач | Частота | Кол-во остановок | Разгон / | Подсказки водителю онлайн | Время отдыха водителя |
|---------------|---------------------------|---------------------|----------|--------------------------|----------------------------------|---------|------------------|----------|---------------------------|-----------------------|
| SCANIA        | Мониторинг                | ✓                   | ✓        | ✓                        | ✓                                | ✓       | ✓                | ✓        | ✓                         | ✓                     |
|               | Контроль                  | ✓                   | ✓        | ✓                        | ✓                                | ✓       | ✓                | ✓        | ✓                         | ✓                     |
|               | Контроль+                 | ✓                   | ✓        | ✓                        | ✓                                | ✓       | ✓                | ✓        | ✓                         | ✓                     |
| VOLVO         | Топливо и окруж. среда    | ✓                   | ✓        | ✓                        | ✓                                | ✓       | ✓                | ✓        | ✓                         | ✗                     |
|               | Рабочее время водителя    | ✗                   | ✗        | ✗                        | ✗                                | ✗       | ✗                | ✗        | ✗                         | ✓                     |
| RENAULT       | Отчеты                    | ✓                   | ✓        | ✓                        | ✓                                | ✓       | ✓                | ✓        | ✓                         | ✗                     |
|               | Тахограф                  | ✗                   | ✗        | ✗                        | ✗                                | ✗       | ✗                | ✗        | ✗                         | ✓                     |
| KAMAZ         | ИТИС                      | ✓                   | ✗        | ✓                        | ✗                                | ✓       | ✓                | ✓        | ✗                         | ✗                     |
| MERCEDES-BENZ | Fleetboard                | ✗                   | ✓        | ✓                        | ✗                                | ✓       | ✓                | ✓        | ✗                         | ✓                     |
| MAN           | Pride                     | ✓                   | ✓        | ✓                        | ✓                                | ✓       | ✓                | ✓        | ✓                         | ✓                     |
| АвтоГРАФ      | Базовый                   | ✓                   | ✗        | ✗                        | ✗                                | ✓       | ✓                | ✓        | ✗                         | ✓                     |
| OmniCom       | Базовый                   | ✓                   | ✗        | ✓                        | ✗                                | ✓       | ✓                | ✓        | ✓                         | ✗                     |
| Citypoint     | Базовый                   | ✓                   | ✗        | ✓                        | ✗                                | ✓       | ✓                | ✓        | ✓                         | ✓                     |

Как показывает статистика европейских марок грузовых автомобилей, даже при наличии таких продвинутых систем поддержки и оценки водителей, качество вождения оставляет желать лучшего. В целом, средний балл для России (на 2019 г.) составлял 64 ед. У лучших водителей расход топлива примерно на 2 л/100 км меньше, чем у средних.

Исходя из выше представленных данных, можно сделать вывод, что одним из важнейших направлений в повышении эффективности эксплуатации парка автомобилей является обучение водителей правильному вождению. По «правильным» понимается рациональное сочетание по критериям экономичности, безопасности, производительности.

Авторы придерживаются концепции повышения эффективности эксплуатации грузовых автомобилей за счет обеспечения необходимой и достаточной профессиональной квалификации водителей.

При приёме водителя на работу он выполняет квалификационный заезд со специально подготовленным сертифицированным инструктором. Он может быть либо штатный от предприятия, либо наемный от специализированной фирмы или от официального дилерского центра.

Так, каждый официальный дилерский центр должен иметь в штате инструктора, который прошёл обучение и получил сертификат от головного центра подготовки - школы водительского мастерства на базе завода-изготовителя. При продаже нового автомобиля предлагается в рамках сервисного контракта «в подарок» обучение одного или двух водителей, которым предстоит работать на данной машине.

Маршрут движения для квалификационного заезда определяется в зависимости от типа автомобиля (тягач, самосвал). На примере магистрального тягача основные требования к маршруту следующие:

- протяжённость 40...60 км;
- наличие прямых горизонтальных участков не менее 10...15 км;
- наличие крутых и затяжных подъёмов;
- дорожное полотно ровное, без ям и препятствий;
- минимальное количество населенных пунктов, пешеходных переходов и светофоров на пути следования.

Тягач должен быть в технически исправном состоянии, полуприцеп зацеплен и загружен не менее 75% от максимальной массы. Для самосвала квалификационный маршрут и загрузка автомобиля может быть идентичными либо максимально приближенными к реальным условиям работы.

Оценка заезда осуществляется по следующим основным показателям, которые заносятся в специальный протокол:

- длина маршрута;
- продолжительность рейса;
- расход топлива;
- средняя скорость;
- частные показатели качества вождения.

В рамках концепции автомобили должны иметь встроенную систему оценки качества вождения, позволяющую оценивать такие параметры, как:

- предвидение (умение водителя прогнозировать вероятное развитие дорожной обстановки и оптимально использовать различные способы торможения автомобиля);

- использование механической коробки передач (умение водителя переключать передачи в заданном диапазоне максимального крутящего момента двигателя);

- использование тормозных систем (умение использовать основную тормозную систему только для полной остановки автомобиля с малой

скорости, и вспомогательные системы торможения - ретардер, моторной тормоз - при других условиях);

- движение по холмистой местности (умение использовать накат, торможение, своевременный разгон и т.д. на спусках и подъёмах).

При успешной сдаче квалификационного заезда (например, комплексная оценка по вышеперечисленным параметрам не менее 80 единиц) водитель принимается на работу. При отрицательных результатах предлагается прохождение обучения с инструктором.

Обучение делится на теоретическую и практическую часть. Сам процесс производится в следующей последовательности:

1) первичный заезд по выбранному маршруту - инструктор наблюдает за действиями водителя, но не вмешивается и не корректирует, записывает все показатели и отмечает основные ошибки в протоколе (продолжительность около 1 ч.);

2) теоретическое обучение – даются особенности конструкции автомобиля и органов управления, теоретические основы движения автомобиля, анализируется влияние различных факторов на расход топлива и ресурс автомобиля, разбираются совершенные ошибки, анализируются действия по корректировке навыков и возможные эффекты (продолжительность около 2 ч.);

3) финальный заезд по тому же маршруту под постоянным контролем инструктора с фиксацией параметров и оценкой инструктора в протоколе.

4) анализ между результатами тестовых заездов - эффекта от обучения.

При успешной сдаче квалификационного экзамена водителю выдается сертификат о прохождении обучения и копия протокола заездов. В дальнейшем клиент (владелец автомобиля), имеющий доступ в личный кабинет системы телематики, может отслеживать показатели работы водителя.

Как показывает практика, одноразовое обучение даёт положительный результат, однако он, зачастую, кратковременный, и водитель через 2-3 месяца возвращается к прежней манере вождения. Для этого предлагается услуга «Поддержка водителя» - по результатам телематики инструктор оценивает ошибки водителя и проводится более укороченное повторное обучение во время заезда или консультация (возможно по телефону).

Авторами был проведен эксперимент по оценке эффекта от обучения водителей правильному вождению автомобилей – карьерных автосамосвалов одной из европейских марок на карьерах открытого типа. Инструктор, проводящий обучение, имел сертификат Школы водительского мастерства официального дилера. В исследовании участвовало 64 водителя и 53 автомобиля, из них в карьере №1 – 26 водителя и 23 автомобиля, в карьере №2 – 38 водителя и 30 автомобилей. Все автомобили - одной модели и одного года выпуска (срок эксплуатации около 3 лет). Характеристики водителей: возраст - от 25 до 57 лет (в среднем 40 лет), водительский стаж - от 6 до 38 лет (в среднем 20,5 лет), количество категорий - от 2 до 12 (в среднем 6).

Сроки заездов - с ноября 2022 г. по апрель 2023 г. Длина маршрута от 11,2 до 41,2 км (в среднем 23,2 км). Загрузка – 40 т.

Результаты эксперимента показаны на рисунках 1 и 2.

В целом, анализы результатов показывают, что обучение водителей дает следующий эффект: уменьшается расход топлива (карьер №1: на 4,9 л/100 км или 4,1 %; карьер №2: на 6,1 л/100 км или 7,4%), улучшается предвидение водителей (карьер №1: на 31,1 ед. или 49,9 %; карьер №2: на 18,9 ед. или 24,5 %) и увеличивается средняя скорость автомобиля (карьер №1: на 0,8 км/ч или 4,5%; карьер №2: на 2,5 км/ч или 12%).

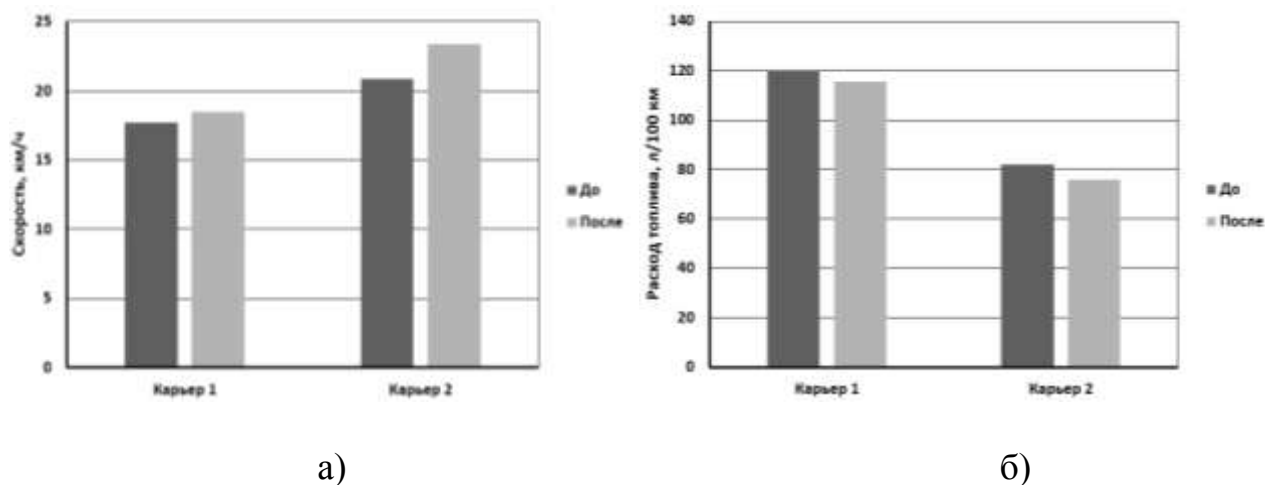


Рисунок 1 – Средняя скорость (а) и расход топлива (б) автомобилей до и после обучения в разных карьерах

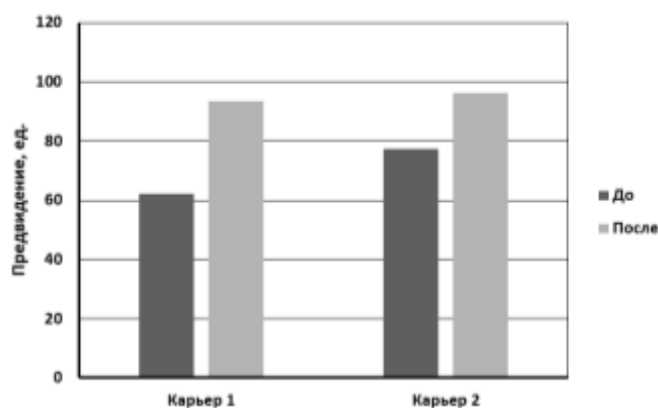


Рисунок 2 – Предвидение водителей до и после обучения в разных карьерах

Определим потенциальный экономический эффект от обучения водителей за счёт снижения расхода топлива на 4,9 л/100 км (карьер №1) и 6,1 л/100 км (карьер №2). При годовом пробеге самосвала 70000 км и стоимости топлива 60 руб./л экономия затрат на топливо в год для одного автомобиля составит  $(70000/100) \cdot 4,9 \cdot 60 = 205800$  руб. (карьер №1) и  $(70000/100) \cdot 6,1 \cdot 60 = 256200$  руб. (карьер №2). При средней стоимости обучения и годовой подписке на использование услуги «Поддержка водителя» в 60000 руб./год, получим возможную годовую экономию на один автомобиль 145800

руб. и 196200 руб. соответственно, только за счет снижения расходов на топливо.

Таким образом, обучение правильному вождению автомобиля обеспечивает экономную, безопасную и производительную эксплуатацию парка.

#### Список использованных источников

1. Ефремов Б.Д., Оверин Ю.В. Методы оценки профессиональных качеств водителей автомобилей // Технико-технологические проблемы сервиса. -2011. -№2 (16). – С. 95-97.

2. Телематика для автомобиля – что это? <https://zen.ati.su/article/2021/01/20/telematika-dlja-avtomobilja-cto-eto-771403/> (Дата обращения: 19.10.2024).

3. Нургалиев, Л.М. Системы телематики как значительный резерв повышения эффективности эксплуатации автомобилей / Л.М. Нургалиев [Текст] // XV Камские чтения: всероссийская научно-практическая конференция. - Набережные Челны: Отдел информации и связей с общественностью Набережночелнинского института КФУ, 2024. - С. 424-427.

4. Нургалиев, Л.М., Калимуллин, Р.Ф., Коваленко, С.Ю. Актуальность развития управления автопарком на основе систем телематики для повышения эффективности эксплуатации транспортных средств / Л.М. Нургалиев, Р.Ф. Калимуллин, С.Ю. Коваленко [Текст] // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVIII международной научно-практической конференции. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. - С. 326-333.

5. Зачем Volvo уже 10 лет учит российских водителей грузовиков <https://5koleso.ru/avtopark/zachem-volvo-uzhe-10-let-uchit-rossijskih-voditelej-gruzovikov/> (Дата обращения: 19.10.2024).

6. Система управления автопарком (FMS) <https://scanauto.ru/monitoring-system-scania-vehicles-fleet-anagement/> (Дата обращения: 19.10.2024).

7. Fleetboard Mercedes <https://мерседес-актрос.рф/fleetboard-mercedes/> (Дата обращения: 19.10.2024).

#### References

1. Efremov B.D., Overin Yu.V. Methods of assessing the professional qualities of car drivers // Technical and technological problems of service. -2011. - №2 (16). – Pp. 95-97.

2. Telematics for a car – what is it? <https://zen.ati.su/article/2021/01/20/telematika-dlja-avtomobilja-cto-eto-771403/> / (Date of request: 19.10.2024).

3. Nurgaliyev, L.M. Telematics systems as a significant reserve for improving the efficiency of car operation / L.M. Nurgaliyev [Text] // XV Kama readings: All-Russian scientific and practical conference. Naberezhnye Chelny: Information and Public Relations Department of Naberezhnye Chelny Institute of KFU, 2024. - pp. 424-427.

4. Nurgaliyev, L.M., Kalimullin, R.F., Kovalenko, S.Y. The relevance of the development of fleet management based on telematics systems to improve the efficiency of vehicle operation / L.M. Nurgaliyev, R.F. Kalimullin, S.Y. Kovalenko [Text] // Progressive technologies in transport systems: proceedings of the XVIII international scientific and practical conference. - Orenburg: Orenburg State University, 2023. - pp. 326-333.5. Why has Volvo been teaching Russian truck drivers for 10 years <https://5koleso.ru/avtopark/zachem-volvo-uzhe-10-let-uchit-rossijskih-voditelej-gruzovikov/> / (Date of request: 20.10.2023).

6. Fleet Management System (FMS) <https://scanauto.ru/monitoring-system-scania-vehicles-fleet-anagement/> / (Date of request: 19.10.2024).

7. Fleetboard Mercedes <https://мерседес-актрос.рф/fleetboard-mercedes/> / (Date of request: 19.10.2024).

## EXPERIMENTAL STUDY OF THE INFLUENCE OF TRAINING DRIVERS IN THE PRINCIPLES OF CORRECT DRIVING ON THE PERFORMANCE OF QUARRY DUMP TRUCKS

Nurgaliyev L.M., Kalimullin R.F.

Naberezhnochelninsky Institute of the Kazan (Volga Region) Federal University,  
Naberezhnye Chelny

Annotation. The problem of saving fuel resources by improving the process of vehicle operation is considered. The central place in its solution is the formation of professional competencies of drivers for working on modern trucks by teaching the principles of correct driving. The article presents the results of an experimental study of the impact of such training for drivers of quarry dump trucks. The following effect is revealed: fuel consumption decreases and the average speed of vehicles increases, the drivers' foresight improves. The potential economic benefit from driver training is calculated.

Keywords: driver training, driving quality, quarry dump trucks, fuel consumption.

УДК 621.113.066

## ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ

Павлишин С.Г., Бянкин А.А., Андриющенко Д.А., Тенищев Н.С.

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск

Аннотация. На основе аудита лабораторного обеспечения высшей школы транспортных систем и технологий обосновывается целесообразность создания современного образовательного комплекса, позволяющего повысить

уровень подготовки специалистов в области технической эксплуатации и сервиса автомобилей и соответствия их компетенций требованиям транспортной отрасли. Предлагается модернизировать материально-техническую базу; внедрить современные технологии электронного обучения, в том числе дистанционные, и на основе сетевой формы и цифровых технологий реализации программ, а также оценки качества подготовки выпускников; расширить перечень актуальных программ профессионального и дополнительного обучения по востребованным, новым и перспективным профессиям и специальностям; разработать и реализовать программы дополнительной профессиональной переподготовки и повышения квалификации кадров; организовать повышение квалификации сотрудников, занятых в использовании и обслуживании лабораторий.

Ключевые слова: практическая подготовка, образовательная организация, инновационная лаборатория, лабораторное обеспечение, компетенции, целевые показатели.

Процесс подготовки специалистов для транспортной отрасли является основой кадрового и инновационного развития транспортной системы Российской Федерации – одной из базовых отраслей экономики государства, формирующей более 6 процентов национального внутреннего валового продукта. Так, президентом Российской Федерации Владимиром Владимировичем Путиным подчеркивается важность практической подготовки студентов.

По данным Общероссийского народного фронта (ОНФ), сегодня только 70 процентов молодых специалистов отвечают требованиям, которые предъявляют к ним работодатели. Чтобы «дотянуть» выпускников до необходимого уровня, многие компании вынуждены доучивать сотрудников. В редакции Закона «Об образовании» № 403-ФЗ от 02.12.2019 было закреплено и конкретизировано понятие «практическая подготовка», с целью максимально приблизить практику к будущей профессии. Обязательная профподготовка студентов с возможностью прохождения её по сетевой форме призвана устранить сложившийся дисбаланс между теорией и практикой в системе высшего образования, считают авторы законопроекта о совершенствовании практической подготовки учащихся [1].

Высшая школа транспортных систем и технологий (ВШ ТСТ) – преемник старейшего научно-образовательного подразделения ТОГУ – Автомобильного факультета, ведущего свою историю с самого основания университета. В соответствии с Концепцией подготовки кадров для транспортного комплекса до 2035 года и в рамках реализации государственной программы развития университетов «Приоритет 2030» коллективом высшей школы ведется подготовка востребованных на рынке труда специалистов транспортной отрасли более чем по 10 программам бакалавриата, специалитета, магистратуры и аспирантуры.

Практическая подготовка при реализации учебных предметов, курсов, дисциплин (модулей) организуется путем проведения практикумов,



лабораторных работ и других видов учебной работы, предусматривающих участие обучающихся в выполнении элементов, связанных с будущей профессиональной деятельностью [2].

Лабораторные занятия — одна из разновидностей учебного процесса, являющаяся эффективной формой обучения студентов. Они имеют выраженную специфику в зависимости от учебных дисциплин и призваны углублять и закреплять теоретические знания. На этих занятиях студенты осваивают современные методы проведения работ, обучаются экспериментальным способам анализа, умению работать с приборами и современным оборудованием. Лабораторные занятия дают наглядное представление об изучаемых явлениях и процессах, студенты осваивают постановку и ведение эксперимента, учатся наблюдать, оценивать полученные результаты, делать выводы и обобщения [3].

Организацией лабораторных занятий в условиях близких к тем, в которых будет работать будущий специалист, достигаются следующие цели:

- углубление и закрепление знания теоретического курса путем практического изучения в лабораторных условиях изложенного в лекциях материала;

- приобретение навыков в научном экспериментировании, работе с современным оборудованием, используемым на транспортных предприятиях для диагностики, технического обслуживания и ремонта автомобилей, анализе полученных результатов;

- формирование первичных навыков организации, планирования и проведения практических работ и научных исследований.

В лабораторной работе можно выделить следующие основные этапы:

- подготовительный (получение инвентаря, заданий, инструктажа);
- экспериментальный (непосредственно проведение эксперимента и измерений);

- аналитический (анализ полученных в ходе эксперимента данных);

- итоговый (формирование законченных выводов, оформление (подготовка отчета по выполненной работе) и защита (презентация своей работы)).

Следует отметить, что современные требования к федеральным образовательным программам, предполагают широкое внедрение практико-ориентированных подходов к процессам обучения и аттестации. А для их реализации, в частности, необходима современная материальная-техническая база, с помощью которой будут внедряться адаптивные, практико-ориентированные и гибкие образовательные программы подготовки квалифицированных инженерных кадров.

С целью выработки направлений совершенствования учебного процесса нами было проанализировано состояние материально-технической базы и лабораторного обеспечения ВШ ТСТ, используемого для подготовки бакалавров и магистров по направлению «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

В частности установлено, что имеющееся оборудование не обновлялось более 10 лет, а часть его морально и физически устарела. Требуется кардинальное перевооружение имеющейся лабораторной базы. С этой целью предлагается создание специализированных лабораторий по курсам отдельных дисциплин.

Следует сказать, что предложенные решения по обеспечению соответствия производственно-технической и лабораторной базы высшей школы были разработаны еще в 2021 году в рамках стратегического проекта развития «Инновационные технологии в области технической эксплуатации и сервиса транспортно-технологических машин» в соответствии с Планом мероприятий по реализации Стратегии социально-экономического развития Хабаровского края на период до 2030 г.

Проектом предлагалось создание научно-образовательного комплекса лабораторий в области технической эксплуатации и сервиса транспортно-технологических машин и оборудования (ТТМО): диагностирования, прогнозирования состояния, технического обслуживания, переоборудования (в том числе и на газовое топливо) и ремонта автомобилей и их агрегатов, узлов и систем.

Концепция развития лабораторной базы высшей школы, помимо указанных выше мероприятий, предусматривала постепенный ремонт аудиторного фонда; оснащение лекционных аудиторий мультимедийными средствами для обеспечения возможности ведения занятий в интерактивной форме; постепенную модернизацию и ввод в эксплуатацию лабораторий, имеющих тройное назначение (учебное, производственно-практическое и научно-исследовательское). Предлагается создание:

- «Лаборатории инновационных технологий в области оценки и прогнозирования технического состояния автотранспортных средств, а также их перевода на альтернативные источники энергии»;
- «Лаборатории гидропривода транспортно-технологических машин»;
- «Лаборатории автоматизации транспортно-технологических машин»;
- «Лаборатории электронных систем автотранспортных средств».

Ввод в эксплуатацию, указанного выше комплекса лабораторий, позволит достигнуть следующих показателей эффективности:

1) модернизация образовательного процесса и открытие новых образовательных программ, организация обучения и повышения квалификации специалистов в области технической эксплуатации и сервиса транспортных средств;

2) модернизация научно-исследовательской процесса, инновационной деятельности и повышение их результативности путем инновационных научных разработок в областях обеспечения безопасности движения, экологичности, экономии материально-технических и людских ресурсов на техническую эксплуатацию ТТМО;

3) развитие кадрового потенциала и формирования качественного контингента обучающихся путем увеличения количества защит магистерских, кандидатских и докторских диссертаций;

4) рост доходности внебюджетных подразделений ВШ ТСТ.

В частности, предлагается приобретение для указанных выше лабораторий следующего программного и методического обеспечения (таблица 1).

Таблица 1 – Программное и методическое обеспечение

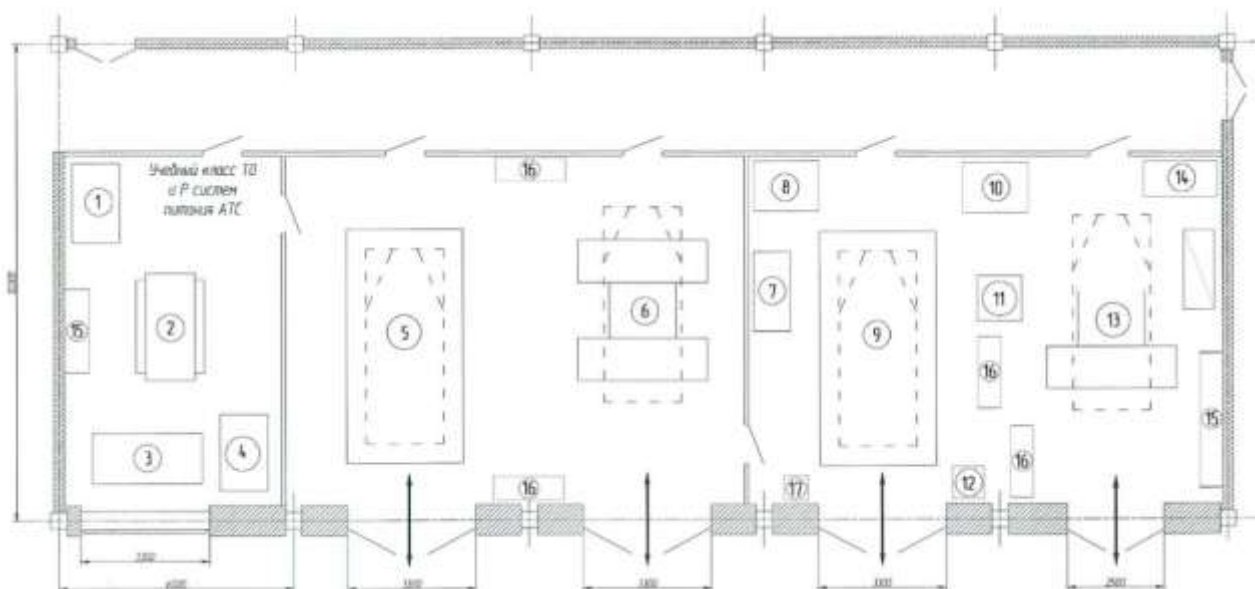
| Наименование   | Назначение   | Кол-во | Стоимость, тыс. руб. |
|--|--|--------|----------------------|
| Комплект программно-учебных модулей по компетенции «Ремонт и обслуживание легковых автомобилей»  | Модульная структура комплектов повышает вариативность и доступность учебных материалов, а также позволяет выстраивать индивидуальные образовательные траектории.   | 1      | 1150                 |
| Виртуальный тренажер «Диагностика и ремонт электрооборудования легковых автомобилей» (8 в одном) | Программно-учебные модули будут использоваться для подготовки по программам профессионального и дополнительного профессионального образования, в том числе школьников, и подготовки к чемпионатам профессионального мастерства различных уровней | 1      | 900                  |
| Виртуальный лабораторный стенд «Диагностика, настройка и ремонт подвески»                        |  | 1      | 250                  |
| Итого:   |  | 3      | 2300                 |

Проектируемые лаборатории также необходимо оснастить современным учебно-производственным оборудованием, представленным в таблице 2, позволяющем проводить исследования реальных рабочих процессов агрегатов и систем автомобиля.

Таблица 2 – Учебно-производственное оборудование

| Наименование оборудования                                    | Кол-во | Стоимость, тыс. руб. |      |
|--|--------|----------------------|------|
| Стенд «Действующий дизельный двигатель легкового автомобиля» | 1      | 2050                 |      |
| Стенд «Действующий инжекторный ДВС»                          | 1      | 770                  |      |
| Стенд виртуальной реальности «Подвеска легкового автомобиля» | 1      | 980                  |      |
| АРМ человека с ограниченными возможностями «Комфорт»         | 1      | 500                  |      |
| Итого:   |        | 4                    | 4300 |

Планировочное решение лаборатории инновационных технологий в области оценки и прогнозирования технического состояния автотранспортных средств, а также их перевода на альтернативные источники энергии (ауд. 120лк) представлено на рисунке 1.



1 – тестер системы Common Rail; 2 – стенд для проверки и регулировки ТНВД; 3 – стенд для испытания и регулировки форсунок; 4 – двигатель; 5 – подъемник электро-гидравлический платформенный с люфт-детектором; 6 – стенд нагрузочный; 7 – вулканизационное оборудование; 8 – балансировочный стенд; 9 – подъёмник ножничный для регулировки углов установки колес автомобилей; 10 – шиномонтажный стенд; 11 – прибор для проверки и регулировки света фар; 12 – генератор азота; 13 – стенд тормозной; 14 – компрессор; 15 – закрытый стеллаж; 16 – верстак; 17 – устройство настенное для удаления выхлопных газов

Рисунок 1 – Планировка научно-образовательной лаборатории

Предусмотрено обеспечение условий доступности реализации образовательных программ на базе создаваемых лабораторий для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья различных нозологий. Так, для обеспечения доступности получения образования инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья предлагается приобретение автоматизированных рабочих мест (АРМ), которые адаптированы для таких людей. АРМ «Комфорт» для учащихся с ограниченными возможностями представляет собой комплект взаимосвязанного оборудования, направленного на обеспечение учебного процесса в специализированных образовательных учреждениях и заведениях инклюзивной направленности. АРМ адаптировано для людей с ограниченными возможностями передвижения, зрения и слуха [4].

Лабораторные стенды «Действующий инжекторный ДВС» и «Действующий дизельный двигатель легкового автомобиля» обеспечивают возможность выполнения широкого комплекса практических работ по изучению конструкций и рабочих процессов двигателей, расположения и способов крепления навесного оборудования и взаимодействия их

механизмов и узлов, а также будут способствовать формированию навыков по их диагностированию, техническому обслуживанию и ремонту.

Стенд виртуальной реальности «Подвеска легкового автомобиля» предназначен для проведения групповых практических занятий и самостоятельной работы учащихся. Обеспечивает изучение устройства и принципа действия подвески легкового автомобиля. Стенд представляет собой шлем виртуальной реальности со стереоскопическим интерактивным подвижным изображением принципиальной схемы и основных элементов подвески легкового автомобиля. С помощью стереоскопического интерактивного изображения достигается ощущение присутствия.

Виртуальный лабораторный стенд «Диагностика, настройка и ремонт подвески» позволяет проводить практические занятия с применением компьютера с целью реализации различных форм контроля знаний. Представляет собой программное обеспечение с удобным графическим интерфейсом и навигационным меню. Он в режиме текущего контроля позволяет проводить полноценные лабораторные работы на виртуальной экспериментальной установке.

Виртуальный тренажер «Диагностика и ремонт электрооборудования легковых автомобилей» содержит 8 виртуальных стендов: «Система безопасности и контроля движения автомобиля»; «Электронные системы управления двигателем и трансмиссией легковых автомобилей»; «Система стартерного пуска легковых автомобилей»; «Системы освещения, световой и звуковой сигнализации легковых автомобилей»; «Система энергоснабжения легковых автомобилей»; «Система зажигания легковых автомобилей»; «Информационно-развлекательные системы. Система климата автомобиля» и «Вспомогательный электропривод элементов легкового автомобиля».

Использование в лаборатории стендов и тренажеров дополненной виртуальной реальности создаст условия для более эффективного обучения с минимальными материальными затратами и сделает увлекательным и интересным проведение начальных профориентационных мероприятий для школьников 5-11 классов, в том числе в рамках проекта «Билет в будущее», реализуемого по поручению Президента РФ.

Указанные виртуальные тренажеры также дадут возможность с помощью компьютерных имитаций с эффектом присутствия отрабатывать профессиональные навыки до начала работы на учебно-лабораторном и производственном оборудовании и подготовить обучающихся к грамотной безопасной работе.

Создание лабораторий позволит в дальнейшем реализовать следующие мероприятия (таблицы 3 и 4).

Таблица 3 – Показатели эффективности реализации проекта

| Наименование показателя   | Целевые значения показателя |      |      |      |      |
|---|-----------------------------|------|------|------|------|
|   | 2026                        | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 |
| Количество диссертаций  | –                           | –    | 1    | 3    | 3    |
| Количество публикаций в научных журналах (индексируемых WoS, Scopus, ВАК) | 8                           | 8    | 9    | 9    | 10   |
| Количество аспирантов (при наличии бюджетных мест)                        | 1                           | 2    | 2    | 3    | 3    |

Таблица 4 – План использования материально-технической базы ВШ ТСТ

| Наименование показателя   | Учебные годы |           |           |           |           |
|---|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|   | 2025-2026    | 2026-2027 | 2027-2028 | 2028-2029 | 2029-2030 |
| Количество организаций субъекта Российской Федерации, осуществляющих обучение по профессиям (специальностям), входящим в заявленное направление при использовании сетевых форм обучения | 1            | 2         | 3         | 3         | 3         |
| Доля рабочих дней в году, в которые оборудование лабораторий будет задействовано в реализации образовательных программ (включая программы в сетевой форме), %                           | 30           | 75        | 75        | 75        | 75        |
| Количество образовательных программ, реализуемых с использованием лабораторий, ед.  | 3            | 3         | 3         | 3         | 3         |
| Количество программ ДПО, реализуемых с использованием лабораторий, ед.  | 2            | 5         | 6         | 7         | 8         |
| Количество программ профессиональной подготовки, реализуемых с использованием лабораторий, ед.  | 1            | 4         | 6         | 7         | 7         |
| Количество программ повышения квалификации и переподготовки специалистов, реализуемых с использованием лабораторий, ед.   | 2            | 3         | 5         | 5         | 5         |
| Количество дополнительных общеобразовательных программ для детей и взрослых, реализуемых с использованием лабораторий, ед.  | 1            | 1         | 1         | 2         | 2         |

Средства для реализации указанных предложений планируется получить за счет привлечения внешнего финансирования от крупных автотранспортных и автосервисных предприятий региона, грантов из федерального бюджета, Минтранса России и Министерства транспорта и дорожного хозяйства Хабаровского края. Следует отметить, что уже сейчас ряд крупных предприятий транспортной отрасли готов вкладывать средства в подготовку специалистов в области технической эксплуатации и сервиса автомобилей, дефицит которых наблюдается в РФ и особенно остро ощущается в Дальневосточном федеральном округе.

Результатом реализации проекта будет привлечение дополнительного количества абитуриентов, появление возможности проведения в вузе конкурсных мероприятий различного уровня, в том числе чемпионатов профессионального мастерства, аттестации и независимой оценки квалификации обучающихся на базе созданных лабораторий. Также расширяется возможность интеграции работодателей дальневосточного региона в процессы подготовки и переподготовки кадров и участия в формировании образовательных программ и оценке уровня компетентности выпускников.

#### Список использованных источников

1. Вузы будут делать упор на практической подготовке студентов // Парламентская газета : сайт. – Режим доступа : <https://www.pnp.ru/social/vuzy-budut-delat-upor-na-prakticheskoy-podgotovke-studentov.html> (дата обращения: 21.10.2024).

2. О практической подготовке обучающихся : приказ Министерства науки и высшего образования РФ и Министерства просвещения РФ от 5 августа 2020 г. № 885/390 // Официальный интернет-портал правовой информации : сайт. – Режим доступа : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202009110053> (дата обращения: 21.10.2024).

3. Третьякова, Е.М. Педагогическая практика : учеб.-метод. пособие / Е.М. Третьякова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. – 44 с. : обл.

4. Павлишин С. Г. Демонстрационный экзамен по компетенциям в области технического обслуживания и ремонта автомобилей / С. Г. Павлишин, С. В. Чемерица, А. В. Центнер. // Грузовик, 2022, № 3. – С. 16–23.

#### References

1. On practical training of students : Order of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation and the Ministry of Education of the Russian Federation dated August 5, 2020 No. 885/390 // Official Internet portal of legal information : website. – Access mode : <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202009110053> (accessed: 10/21/2024).

2. Universities will focus on practical training of students // Parliamentary Newspaper : website. – Access mode : <https://www.pnp.ru/social/vuzy-budut-delat-upor-na-prakticheskoy-podgotovke-studentov.html> (date of reference: 10/21/2024).

3. Tretyakova, E.M. Pedagogical practice : studies.- the method. the manual / E.M. Tretyakova. – Tolyatti : Publishing House of TSU, 2013. – 44 p. : region

4. Pavlishin S. G. Demonstration exam on competencies in the field of car maintenance and repair / S. G. Pavlishin, S. V. Chemeritsa, A.V. Centner. // Truck, 2022, No. 3. – pp. 16-23.

## THE LABORATORY BASE OF UNIVERSITIES AS A DRIVER OF THE QUALITY OF PERSONNEL TRAINING IN THE FIELD OF TRANSPORT

S. G. Pavlishin, A. A. Byankin, D. A. Andryuschenko, N. S. Tenishev  
Pacific National University, Khabarovsk

**Abstract.** Based on the audit of the laboratory support of the higher school of transport systems and technologies, the expediency of creating a modern educational complex is justified, which allows to increase the level of training of specialists in the field of technical operation and service of cars and compliance of their competencies with the requirements of the transport industry. It is proposed to modernize the material and technical base; to introduce modern e-learning technologies, including distance learning, and on the basis of a network form and digital technologies for the implementation of programs, as well as assessment of the quality of graduate training; to expand the list of relevant professional and additional training programs in popular, new and promising professions and specialties; to develop and implement additional professional retraining programs and professional development of personnel; to organize professional development of employees engaged in the use and maintenance of laboratories.

**Keywords:** educational organization, laboratory, level of training, software, competencies, performance indicators.

УДК 656.132

### ОРГАНИЗАЦИЯ ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПО РЕГУЛЯРНЫМ МАРШРУТАМ С ПРИМЕНЕНИЕМ СУТОЧНЫХ ПЛАНОВ ИНТЕРВАЛОВ ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Паршакова К.А., Якунин Н.Н., Якунина Н.В.**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

**Аннотация.** В данной статье авторами рассмотрена организация городских пассажирских перевозок по регулярным маршрутам с применением суточных планов интервалов движения пассажирских автотранспортных средств. Цель работы заключается в эффективном использовании подвижного состава и удовлетворении спроса населения на перевозки посредством выполнения минимально необходимой транспортной работы автобусами по городским регулярным маршрутам с использованием суточных планов интервалов движения.

**Ключевые слова:** пассажирский транспорт, интервалы движения, эффективность.



Актуальность исследования определена тем, что на пассажирские перевозки автомобильным общественным транспортом приходится до 59% от общего количества перевозок (рисунок 1). Количество перевезённых пассажиров с 2019 по 2023 год уменьшилось, но также остается на высоком уровне, это связано с тем, что снижается качество обслуживания на маршрутах, уменьшается количество эксплуатируемых автобусов, увеличивается уровень автомобилизации.

Транспортный процесс является сложной системой, которая нуждается в детальном планировании и анализе. Спрос на регулярные перевозки с учётом распределения по часам суток является базисным параметром для последующих расчётов, в таком случае определяют интервалы движения, необходимое количество автобусов и количество рейсов. В данной области знаний проведено достаточное количество научных исследований, направленных на изучение основных показателей процесса перевозок, в том числе интервалов движения автобусов, которые для дальнейшего использования объединяют в периоды суток [1]. На рисунке 1 показано распределение пассажиропотока по часам суток. Очевидно, что организовать процесс перевозок с переменным количеством автобусов по каждому часу, затруднительно. По этим основаниям рассчитанные значения количества автобусов объединяют в периоды суток [2] (рисунок 2).

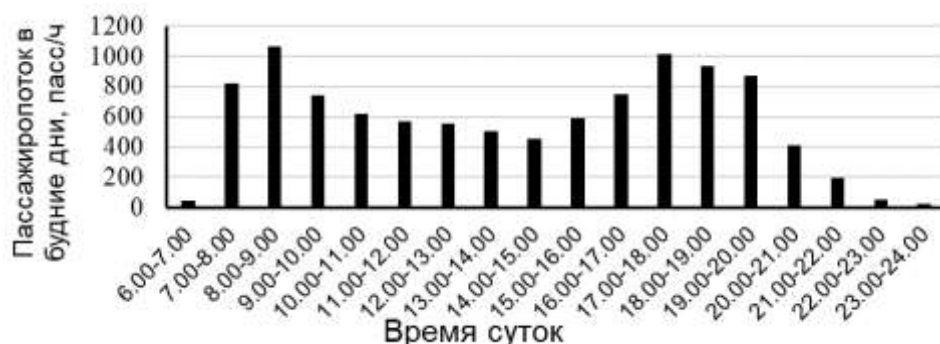


Рисунок 1 – Пример распределения пассажиропотока на маршруте по часам суток

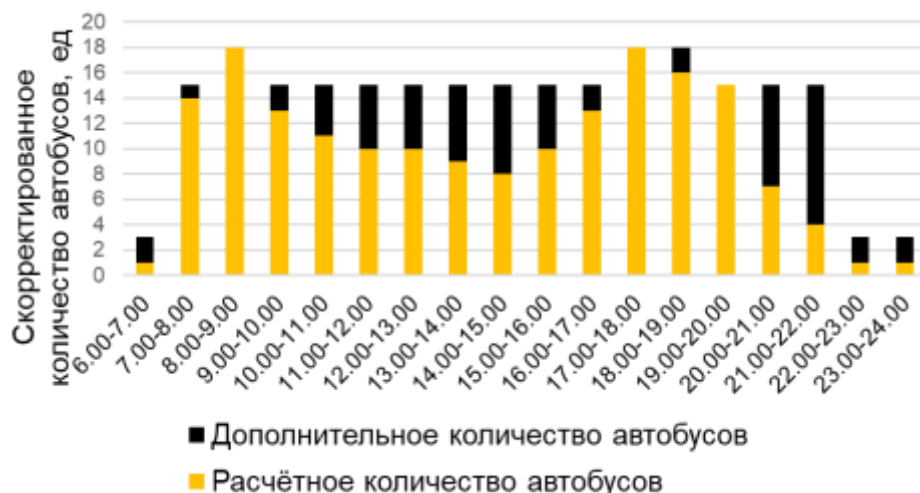


Рисунок 2 – Возможный вариант объединения рассчитанных значений количества автобусов в периоды суток

Математическая модель суточных планов интервалов движения пассажирских автотранспортных средств по городским регулярным маршрутам, основанная на выполнении минимальной транспортной работы автобусов на протяжении всех периодов суток, представлена в виде ряда формул. Интервал движения имеет прямое влияние на количество автотранспортных средств на маршруте, с учётом требований нормативов качества обслуживания рассчитанный интервал  $I$  движения может быть изменён организатором перевозок, то есть, подвергнут корректировке. Количество транспортных средств при известном интервале движения определяется по формуле 1:

$$A_{mi} = \frac{t_{об} \cdot 60}{I_i} \quad (1)$$

где  $A_{mi}$  – количество транспортных средств по  $i$ -му часу, ед.;  $I_i$  – интервал движения по  $i$ -му часу, мин.;  $t_{об}$  – время оборота на маршруте, ч.

В каждом часе расчётные значения количества автобусов  $A_{расч}$  разные, поэтому для обеспечения постоянства показателя  $A_{корр}$  количество дополняющих автобусов в час также отличается (формула 2).

$$A_{корр} - A_{расч} = \Delta A \quad (2)$$

По условию удовлетворения транспортного спроса, которое может быть сформулировано в виде динамического коэффициента  $\gamma_i$  использования вместимости транспортного средства в каждом часе суток, значение которого не может превышать нормативное  $\gamma_{норм}$  значение, установленное стандартом качества перевозок пассажиров. С учётом ограничений выражение преобразовано в критерий для объединения технологических показателей процесса перевозок пассажиров в периоды суток (формула 3) [2].

$$\begin{cases} \sum \Delta A_i = \min \\ \gamma_i \leq 1 \end{cases} \quad (3)$$

Принцип назначения скорректированного интервала движения автотранспортных средств представлен на рисунке 3.

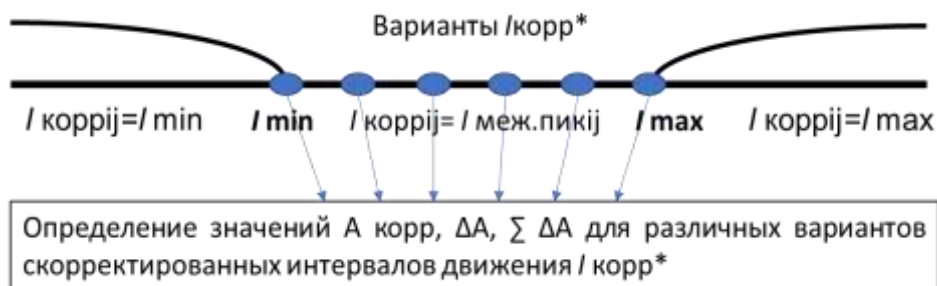


Рисунок 3 – Принцип назначения скорректированного интервала движения автотранспортных средств

В работе применены формулировки, требующие пояснений:

1. Суточный план интервалов движения пассажирских автотранспортных средств по городским регулярным маршрутам – это совокупность скорректированных интервалов движения автотранспортных средств по часам суток.

2. Скорректированный интервал движения – это интервал движения автотранспортных средств по маршруту, значение которого находится в пределах от максимального до минимального значений в различные периоды суток, и изменяется в соответствии с определённым алгоритмом.

В работе рассматриваются три методики [3] определения суточного плана интервалов и количества автобусов на маршруте:

1. Исходя из суммарного часового пассажиропотока (формула 4);

$$I_i = \frac{q \cdot 60}{Q_{\text{чи}}}; \quad (4)$$

где  $I_i$  – интервал движения по  $i$ -му часу, мин.;  $q$  – пассажироместимость транспортного средства, пасс.;  $Q_{\text{чи}}$  – суммарный часовой пассажиропоток по  $i$ -му часу, пасс.

2. Исходя из максимального пассажиропотока в одном из наиболее загруженных направлений (формула 5);

$$I_i = \frac{q \cdot 60}{Q_{\text{maxi}}}; \quad (5)$$

где  $Q_{\text{maxi}}$  – максимальный часовой пассажиропоток в одном из наиболее загруженных направлений по  $i$ -му часу, пасс.

3. С использованием показателя средней дальности поездки и часового коэффициента неравномерности пассажиропотоков (формула 6) [4]:

$$I_i = \frac{q \cdot v_{\text{э}} \cdot t_{\text{об}} \cdot 60 \cdot \gamma_{\text{ди}}}{Q_i \cdot l_{\text{ен}}^{\text{cp}} \cdot \eta_{\text{н}}}; \quad (6)$$

где  $v_{\text{э}}$  – эксплуатационная скорость транспортного средства на маршруте, км/ч;  $\eta_{\text{н}}$  – коэффициент неравномерности пассажиропотоков;  $l_{\text{ен}}^{\text{cp}}$  – средняя дальность поездки пассажиров, км.;  $t_{\text{об}}$  – время оборота на маршруте, ч.

Оценки эффективности применения суточных планов интервалов движения городского пассажирского транспорта по регулярным маршрутам (Эи, руб.) (формула 7):

$$З_{\text{год}} - Д_{\text{год}} = Э_{\text{и}} \quad Э_{\text{и}} \rightarrow \max \quad (7)$$

где  $З_{\text{год}}$  – Общие годовые затраты исходя из годового пробега, руб.;  $Д_{\text{год}}$  – возможный годовой доход от перевозки пассажиров, руб.

**Результаты:** Экспериментальное исследование суточных планов интервалов движения пассажирских автотранспортных средств по городским регулярным маршрутам на примере Лиаз-529265 с номинальной вместимостью  $q=108$  пассажиров представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Экспериментальное исследование суточных планов интервалов движения пассажирских автотранспортных средств по городским регулярным маршрутам на примере Лиаз-529265

| Часы суток  | $Q$ пр. напр., пасс. | $Q$ обр. напр., пасс. | Методика 1              |                        |                         |                        |          | Методика 2              |                        |                         |                        |          | Методика 3              |                        |                         |                        |          |
|-------------|----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------|-------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------|
|             |                      |                       | Лиаз-529265             |                        |                         |                        |          | Лиаз-529265             |                        |                         |                        |          | Лиаз-529265             |                        |                         |                        |          |
|             |                      |                       | $(q=108 \text{ пасс.})$ |                        |                         |                        |          | $(q=108 \text{ пасс.})$ |                        |                         |                        |          | $(q=108 \text{ пасс.})$ |                        |                         |                        |          |
|             |                      |                       | $I_{\text{расч. мин.}}$ | $A_{\text{расч. ед.}}$ | $I_{\text{корр. мин.}}$ | $A_{\text{корр. ед.}}$ | $\gamma$ | $I_{\text{расч. мин.}}$ | $A_{\text{расч. ед.}}$ | $I_{\text{корр. мин.}}$ | $A_{\text{корр. ед.}}$ | $\gamma$ | $I_{\text{расч. мин.}}$ | $A_{\text{расч. ед.}}$ | $I_{\text{корр. мин.}}$ | $A_{\text{корр. ед.}}$ | $\gamma$ |
| 6:00-7:00   | 152                  | 180                   | 19                      | 5                      | 15                      | 6                      | 0,38     | 36                      | 3                      | 20                      | 5                      | 0,46     | 108                     | 1                      | 20                      | 5                      | 0,15     |
| 7:00-8:00   | 450                  | 416                   | 7                       | 13                     | 6                       | 15                     | 0,4      | 14                      | 7                      | 13                      | 7                      | 0,86     | 44                      | 3                      | 20                      | 5                      | 0,4      |
| 8:00-9:00   | 436                  | 368                   | 8                       | 12                     | 6                       | 15                     | 0,37     | 14                      | 7                      | 13                      | 7                      | 0,8      | 45                      | 2                      | 20                      | 5                      | 0,37     |
| 9:00-10:00  | 384                  | 396                   | 8                       | 12                     | 6                       | 15                     | 0,36     | 16                      | 6                      | 13                      | 7                      | 0,77     | 50                      | 2                      | 20                      | 5                      | 0,36     |
| 10:00-11:00 | 378                  | 402                   | 8                       | 12                     | 6                       | 15                     | 0,36     | 16                      | 6                      | 13                      | 7                      | 0,77     | 49                      | 2                      | 20                      | 5                      | 0,36     |
| 11:00-12:00 | 200                  | 230                   | 15                      | 6                      | 15                      | 6                      | 0,5      | 28                      | 4                      | 20                      | 5                      | 0,6      | 85                      | 2                      | 20                      | 5                      | 0,2      |
| 12:00-13:00 | 184                  | 242                   | 15                      | 6                      | 15                      | 6                      | 0,49     | 26                      | 4                      | 20                      | 5                      | 0,59     | 81                      | 2                      | 20                      | 5                      | 0,2      |
| 13:00-14:00 | 222                  | 142                   | 17                      | 6                      | 15                      | 6                      | 0,42     | 29                      | 4                      | 20                      | 5                      | 0,51     | 88                      | 2                      | 20                      | 5                      | 0,17     |
| 14:00-15:00 | 204                  | 150                   | 18                      | 5                      | 15                      | 6                      | 0,41     | 31                      | 3                      | 20                      | 5                      | 0,49     | 96                      | 1                      | 20                      | 5                      | 0,16     |
| 15:00-16:00 | 530                  | 400                   | 6                       | 15                     | 6                       | 15                     | 0,43     | 12                      | 8                      | 11                      | 9                      | 0,72     | 37                      | 3                      | 20                      | 5                      | 0,43     |
| 16:00-17:00 | 576                  | 384                   | 6                       | 15                     | 6                       | 15                     | 0,44     | 11                      | 9                      | 11                      | 9                      | 0,74     | 34                      | 3                      | 20                      | 5                      | 0,44     |
| 17:00-18:00 | 500                  | 492                   | 6                       | 15                     | 6                       | 15                     | 0,46     | 12                      | 8                      | 11                      | 9                      | 0,77     | 39                      | 3                      | 20                      | 5                      | 0,46     |
| 18:00-19:00 | 556                  | 402                   | 6                       | 15                     | 6                       | 15                     | 0,44     | 11                      | 9                      | 11                      | 9                      | 0,74     | 35                      | 3                      | 20                      | 5                      | 0,44     |
| 19:00-20:00 | 304                  | 428                   | 8                       | 12                     | 6                       | 15                     | 0,34     | 15                      | 6                      | 13                      | 7                      | 0,73     | 46                      | 2                      | 20                      | 5                      | 0,34     |
| 20:00-21:00 | 178                  | 160                   | 19                      | 5                      | 15                      | 6                      | 0,39     | 36                      | 3                      | 20                      | 5                      | 0,47     | 110                     | 1                      | 20                      | 5                      | 0,16     |
| 21:00-22:00 | 84                   | 76                    | 40                      | 3                      | 20                      | 5                      | 0,22     | 77                      | 2                      | 20                      | 5                      | 0,22     | 232                     | 1                      | 20                      | 5                      | 0,07     |
| 22:00-23:00 | 58                   | 54                    | 57                      | 2                      | 20                      | 5                      | 0,16     | 111                     | 1                      | 20                      | 5                      | 0,16     | 336                     | 1                      | 20                      | 5                      | 0,05     |
| 23:00-24:00 | 6                    | 8                     | 462                     | 1                      | 20                      | 5                      | 0,02     | 810                     | 1                      | 20                      | 5                      | 0,02     | 2430                    | 1                      | 20                      | 5                      | 0,01     |
| Итого       | 5402                 | 4930                  | Итого                   |                        |                         |                        | 0,37     | Итого                   |                        |                         |                        | 0,58     | Итого                   |                        |                         |                        | 0,27     |

На рисунке 4 представлена эффективность применения суточных планов интервалов движения ЛиАЗ-529265 по городскому регулярному маршруту в расчёте трёх методик.

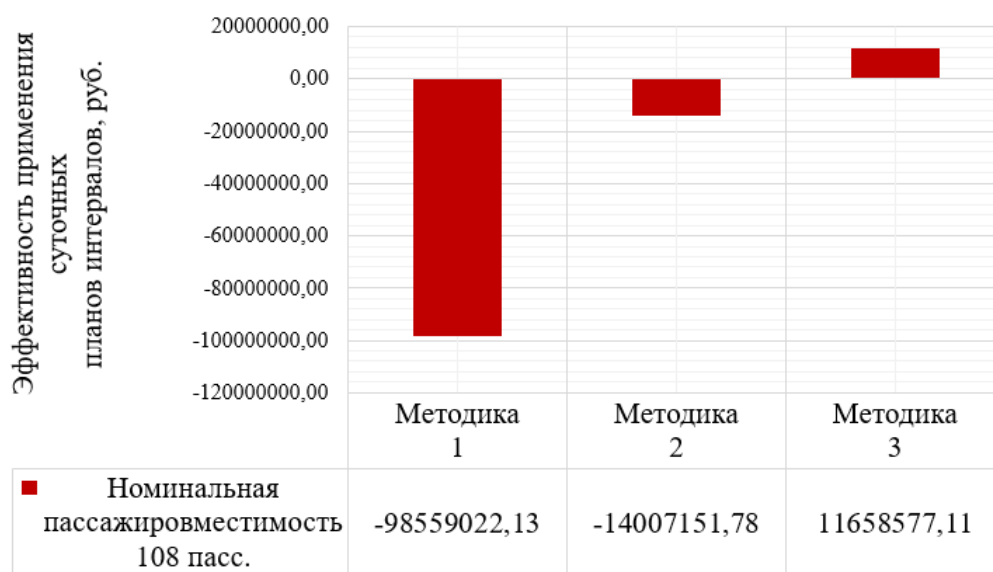


Рисунок 4 – эффективность применения суточных планов интервалов движения ЛиАЗ-529265 по городскому регулярному маршруту

**Заключение.** В результате работы было установлено, что эффективность применения суточных планов интервалов для автобуса ЛиАЗ-529265, свидетельствует о том, что при известных данных характеристик маршрутов на суточный план интервалов оказывают влияние номинальная вместимость автобуса, а также точность входных параметров. Точность входных параметров о пассажиропотоках и характеристиках о перемещении пассажиров способствует повышению эффективности применения разработанного плана интервалов движения, при этом происходит полное удовлетворение спроса пассажиров на перемещения. Наибольшая эффективность транспортного процесса может быть достигнута при определении интервалов движения с использованием показателя средней дальности поездки пассажиров и часового коэффициента неравномерности, позволяющая обеспечить безубыточный процесс перевозок.

#### Список использованных источников

1. Методология повышения качества перевозок пассажиров автомобильным транспортом по регулярным маршрутам: монография / Н. В. Якунина. – Оренбург: Университет, 2015. – 262 с.
2. Якунина, Н.В. Методика разработки суточных планов интервалов движения пассажирских автотранспортных средств по городским регулярным маршрутам / Н. В. Якунина, Н. Н. Якунин, К. А. Паршакова, М. Р. Янучков // Транспорт Урала. – 2024. – № 1. – С. 41.

3. Яценко, С.А. Анализ методик расчёта потребности автобусов для городских маршрутов // Вестник ИрГТУ 2016. № 5(112) 2016.С. 193 – 202. ISSN 1814-3520.

4. Фадеев А. И., Фомин Е.В., Алхуссейни С. Определение предельно допустимого коэффициента использования вместимости городского пассажирского транспорта / А. И. Фадеев, Е.В. Фомин, С. Алхуссейни.// Научный рецензируемый журнал «Вестник СибАДИ». – 2019. – Том 16. № 3. – С. 290 – 301.

#### References

1. Methodology for improving the quality of passenger transportation by road on regular routes: monograph / N. V. Yakunina. – Orenburg: University, 2015. – 262 p.

2. Yakunina, N.V. Methodology for the development of daily interval plans for passenger vehicles on urban regular routes / N. V. Yakunina, N. N. Yakunin, K. A. Parshakova, M. R. Yanuchkov // Transport of the Urals. – 2024. – No. 1. – p. 41.

3. Yatsenko, S.A. Analysis of methods for calculating the needs of buses for urban routes // Bulletin of the IrSTU 2016. No. 5(112) 2016.pp. 193 – 202. ISSN 1814-3520.

4. Fadeev A. I., Fomin E.V., Alhousseini S. Determination of the maximum permissible utilization factor of urban passenger transport capacity / A. I. Fadeev, E.V. Fomin, S. Alhousseini.// Scientific peer-reviewed journal "Bulletin of SibADI". – 2019. – Volume 16. No. 3. – pp. 290 – 301.

#### ORGANIZATION OF URBAN PASSENGER TRANSPORTATION ON REGULAR ROUTES USING DAILY INTERVAL PLANS FOR PASSENGER VEHICLES

Parshakova K.A., Yakunin N.N., Yakunina N.V.  
Orenburg State University, Orenburg

**Abstract.** In this article, the authors consider the organization of urban passenger transportation on regular routes using daily interval plans for passenger vehicles. The purpose of the work is to effectively use rolling stock and meet the demand of the population for transportation by performing the minimum necessary transport work by buses on urban regular routes using daily traffic interval plans.

**Keywords:** passenger transport, traffic intervals, efficiency.

## **ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕМОНТА И ЗАМЕНЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН: АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ СТОИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ШИН**

**Петров В.С., Захаров Н.С., Сапоженков Н.С.**  
Тюменский индустриальный университет, Тюмень

**Аннотация.** Экономическая целесообразность использования автомобильных шин во многом зависит от стоимости и износостойкости. Известно, что для оптимизации затрат на эксплуатацию шин важно учитывать параметры шин и условия эксплуатации, которые влияют на долговечность. Целью исследования является определение зависимости стоимости шин от геометрических параметров, таких как диаметр, ширина и высота профиля, а также установление рекомендаций по выбору стратегии обслуживания – ремонта или замены – в зависимости от категории шин. В статье представлен анализ данных, включающих порядка 150 моделей шин, и трехмерные модели зависимости стоимости от указанных параметров. На первом этапе исследования проведена обработка данных по стоимости шин различных размеров и построены зависимости стоимости от диаметра и ширины. На втором этапе на основе этих данных выявлены тенденции, показывающие, что для дорогих шин ремонтные работы являются более экономически выгодными, в то время как для бюджетных шин целесообразнее замена. Полученные результаты подтверждены графическим анализом. На третьем этапе предложена методика использования этих данных для выбора стратегии обслуживания шин в зависимости от категории. Научная новизна исследования заключается в установлении закономерностей формирования стоимости шин с учётом геометрических параметров, применение которых в моделях прогнозирования динамики изменения ресурса позволяет более обоснованно подходить к выбору стратегии обслуживания. Практическая значимость состоит в разработке рекомендаций, позволяющих оптимизировать расходы на эксплуатацию шин для автомобилей коммерческого назначения и индивидуального пользования. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку математических моделей, учитывающих дополнительные эксплуатационные факторы для оценки экономически целесообразного срока службы шин.

**Ключевые слова:** Стоимость шин, геометрические параметры шин, модели прогнозирования, ремонт и замена шин, износостойкость, автомобильные шины, оптимизация затрат.

### **Актуальность**

Автомобильные шины являются ключевым элементом транспортных средств, так как они напрямую влияют на безопасность и экономичность эксплуатации. По данным аналитических исследований на шины приходится

значительная часть расходов при техническом обслуживании парков автомобилей. В условиях возрастающего спроса на перевозки и увеличивающейся интенсивности эксплуатации обеспечение эффективности эксплуатации шинной продукции становится важной задачей для автомобилей коммерческого назначения и индивидуального пользования.

Из анализа научных и прикладных работ по проблеме оптимизации расходов на эксплуатацию шин [3, 4, 6, 7] известно, что экономическая целесообразность использования шин определяется стоимостью и долговечностью последних. При этом важную роль играет правильный выбор стратегии обслуживания шин: ремонт или замена. Дорогие шины, как правило, обладают улучшенными эксплуатационными характеристиками и более продолжительным сроком службы, в результате чего ремонт оказывается более экономически выгодным по сравнению с заменой, в то время как для бюджетных шин, обладающих меньшим сроком службы и износостойкостью, целесообразнее производить замену.

Сложность выбора стратегии обслуживания заключается в необходимости учёта различных параметров шин, таких как диаметр, ширина и высота профиля, которые могут влиять на стоимость и долговечность. Для решения данной проблемы необходимо установить коэффициенты моделей формирования стоимости шин в зависимости от геометрических параметров и на основе этих данных сформулировать рекомендации по выбору стратегии обслуживания [1, 2, 5].

Задачи исследования, решаемые в рамках данной статьи:

- анализ факторов, влияющих на стоимость шин;
- определение закономерностей влияния этих факторов;
- разработка практических рекомендаций по выбору стратегии обслуживания шин для различных категорий автомобилей с учётом установленных закономерностей.

В данной статье представлен фрагмент результатов исследований, в котором рассмотрены модели формирования стоимости шин с учётом геометрических параметров, а также методы определения экономической целесообразности ремонта или замены шин в зависимости от категории.

### **Методика исследования**

Исследование направлено на анализ стоимости шин в зависимости от геометрических параметров — ширины, диаметра и высоты профиля. Для выполнения этой задачи был проведён ряд этапов обработки базы данных.

**Анализ влияния ширины и диаметра шины на стоимость.** Для фиксированных значений диаметра были построены графики, пример представлен на рисунке 1.



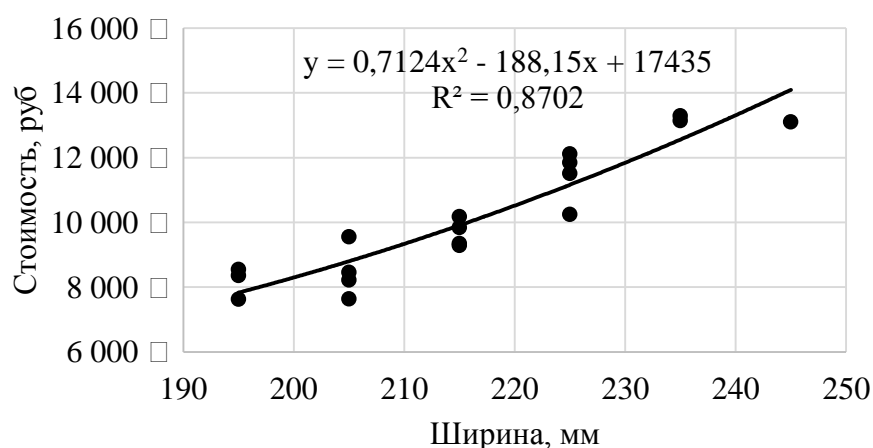


Рисунок 1 – Влияние ширины на стоимость шин диаметра 16”

На следующем этапе была изучена зависимость стоимости от диаметра ширины шин. Применение полиномиальной аппроксимации второго порядка позволило создать итоговую модель, которая учитывает влияние как ширины, так и диаметра на стоимость. Параметры модели представлены на таблице 1

Таблица 1 – Параметры модели изменения стоимости шины в зависимости от диаметра и ширины

| ширина | Диаметр |       |       |       |       |       |       |       |       |  |
|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--|
|        | 14      | 15    | 16    | 17    | 18    | 19    | 20    | 21    | 22    |  |
| 175    | 5,34    | 6,78  | 8,39  | 10,17 | 12,14 | 14,28 | 16,59 | 19,09 | 21,75 |  |
| 185    | 5,55    | 7,00  | 8,66  | 10,51 | 12,57 | 14,83 | 17,30 | 19,96 | 22,83 |  |
| 195    | 5,92    | 7,37  | 9,06  | 10,97 | 13,10 | 15,46 | 18,05 | 20,87 | 23,91 |  |
| 205    | 6,45    | 7,90  | 9,59  | 11,53 | 13,72 | 16,17 | 18,86 | 21,80 | 24,99 |  |
| 215    | 7,16    | 8,57  | 10,25 | 12,21 | 14,44 | 16,94 | 19,71 | 22,76 | 26,08 |  |
| 225    | 8,02    | 9,39  | 11,04 | 12,99 | 15,24 | 17,78 | 20,62 | 23,75 | 27,18 |  |
| 235    | 9,06    | 10,35 | 11,96 | 13,89 | 16,14 | 18,70 | 21,57 | 24,77 | 28,28 |  |
| 245    | 10,26   | 11,47 | 13,02 | 14,90 | 17,13 | 19,68 | 22,58 | 25,81 | 29,38 |  |
| 255    | 11,62   | 12,73 | 14,20 | 16,02 | 18,21 | 20,74 | 23,64 | 26,89 | 30,50 |  |
| 265    | 13,15   | 14,14 | 15,51 | 17,26 | 19,38 | 21,87 | 24,74 | 27,99 | 31,61 |  |
| 275    | 14,85   | 15,70 | 16,96 | 18,60 | 20,64 | 23,08 | 25,90 | 29,12 | 32,74 |  |
| 285    | 16,71   | 17,41 | 18,53 | 20,06 | 22,00 | 24,35 | 27,11 | 30,28 | 33,87 |  |
| 295    | 18,73   | 19,27 | 20,23 | 21,63 | 23,45 | 25,69 | 28,37 | 31,47 | 35,00 |  |
| 305    | 20,93   | 21,28 | 22,07 | 23,31 | 24,99 | 27,11 | 29,68 | 32,69 | 36,14 |  |
| 315    | 23,28   | 23,43 | 24,03 | 25,10 | 26,62 | 28,60 | 31,04 | 33,93 | 37,29 |  |
| 325    | 25,81   | 25,73 | 26,13 | 27,00 | 28,34 | 30,16 | 32,44 | 35,21 | 38,44 |  |

В результате проведённого анализа была разработана модель, описывающая изменение стоимости шины в зависимости от её ширины и диаметра. Полученная зависимость демонстрирует значительное влияние как ширины, так и диаметра на стоимость шины, что позволяет использовать её для прогнозирования стоимости в зависимости от типоразмера. Визуализация модели представлена на рисунке 2.

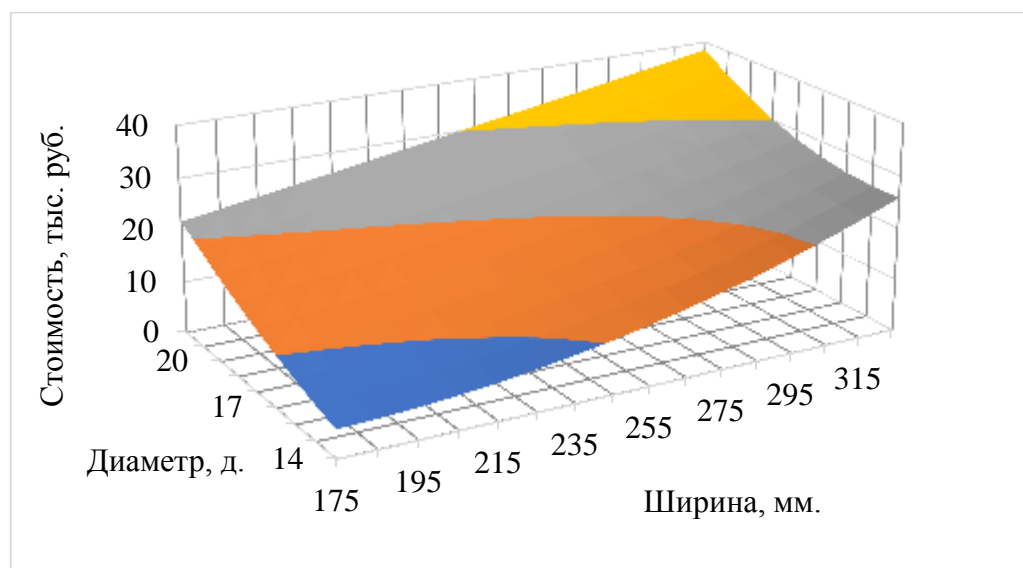


Рисунок 2 – Визуализация модели изменения стоимости шины от диаметра и ширины

**Анализ зависимости стоимости от диаметра и высоты профиля.**  
 Дополнительно была построена модель зависимости стоимости шины от её диаметра и высоты профиля. Для фиксированных значений диаметра стоимость шин была аппроксимирована полиномиальной моделью второго порядка, что позволило наиболее точно отразить изменения стоимости в зависимости от этих параметров. Визуализация этой зависимости представлена на трёхмерном графике, где заметен плавный рост стоимости при увеличении высоты профиля и диаметра (рисунок 3).

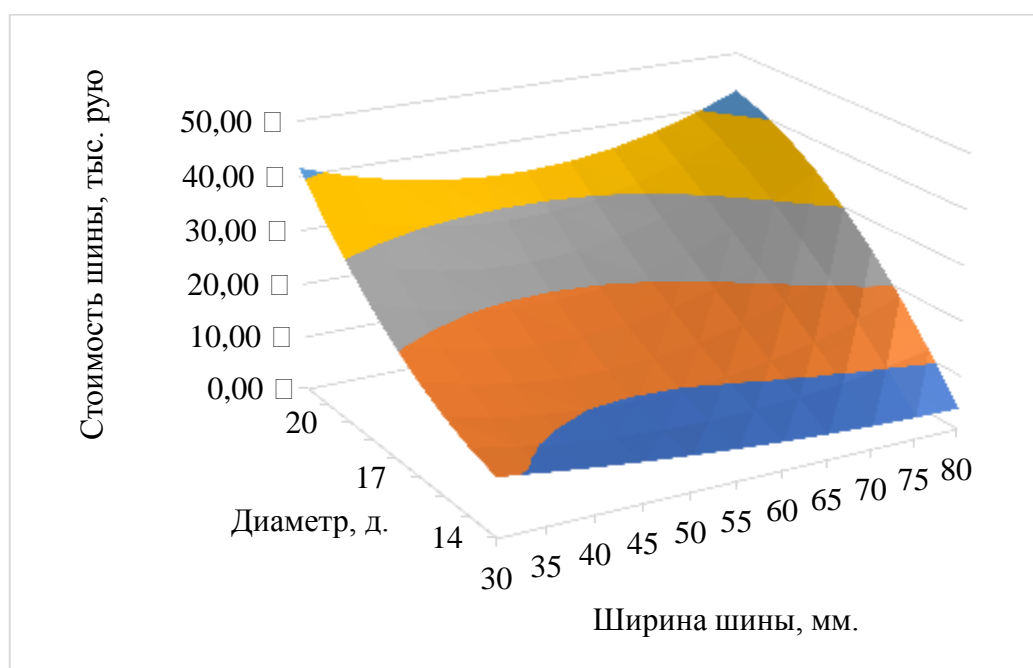


Рисунок 3 – Визуализация модели изменения стоимости шины от диаметра и высоты профиля

## **Рекомендации по экономически обоснованному обслуживанию шин.**

Рекомендуется ремонтировать дорогие шины диаметром более 18 дюймов и шириной более 245 мм, поскольку высокая стоимость оправдывает затраты на продление срока службы. Ремонтные работы, такие как восстановление шипов и устранение проколов, позволяют сохранить качество шин и минимизировать эксплуатационные расходы.

Бюджетные шины меньшего диаметра целесообразно заменять на новые при достижении критического уровня износа, так как низкая стоимость делает замену более рациональной, чем ремонт, особенно в случаях, когда безопасность эксплуатации может быть снижена.

Практическая значимость и перспективы исследования. Результаты исследования могут быть полезны владельцам автомобилей, автосервисам и предприятиям, обслуживающим автопарки. Применение полученных рекомендаций позволит оптимизировать затраты на эксплуатацию шин и повысить безопасность. В дальнейшем планируется расширить базу данных для разработки более точных моделей с учётом дополнительных факторов, таких как сезонность и условия эксплуатации.

## **Заключение**

Проведенное исследование показало, что выбор стратегии обслуживания шин – ремонт или замена – должен основываться, в том числе и на стоимости, и эксплуатационных характеристиках. Дорогие модели шин экономически выгодно ремонтировать, продлевая срок службы. Для бюджетных шин, напротив, замена на новые является более целесообразным вариантом при значительном износе. Применение данной методики позволяет рационализировать эксплуатационные расходы.

## **Список использованных источников**

1. Балака М. Н. Влияние условий эксплуатации на долговечность крупногабаритных шин // Вестник ХНАДУ. 2014. №65-66.
2. Васильев Ю. Э., Понарин Г. А. Взаимодействие шипованных шин с дорожным покрытием // Construction materials. 2016. №12.
3. Пурэвтогтох Б., Орхонтуул Б., Сономдорж Г., Чадраабал Д. Анализ эксплуатации и правильный выбор крупногабаритных шин // ГИАБ. 2008. №1
4. Пылева Т. К. Совершенствование методики оценки качества покрышек автомобилей // Автомобильный транспорт. 2007. №20.
5. Шаховец Сергей Евгеньевич, Курлянд Сергей Карлович, Сиротинкин Николай Васильевич, Рюткянен Евгения Александровна О СОСТОЯНИИ МАКРОМОЛЕКУЛЯРНОЙ СТРУКТУРЫ ПРОТЕКТОРНЫХ РЕЗИН В ТЕЧЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ ШИН // Известия СПбГИ (ТУ). 2019. №51 (77).
6. Шмелёва С. А., Мохнаткина Е. Г., Махотин А. А., Мохнаткин А. М., Зотов А. Л. Особенности поведения протекторных резин фрикционных шин

при пониженных температурах эксплуатации // Вестник Казанского технологического университета. 2013. №12.

7. Щекочихин А. В. Факторы, влияющие на ресурс шин при эксплуатации // Приоритетные научные направления: от теории к практике. 2015. №17.

#### References

1. Shchekochikhin A. V. Factors Affecting Tire Life During Operation // Priority Scientific Directions: From Theory

2. Purevtogtokh B., Orkhontuul B., Sonomdorj G., Chadraabal D. Analysis of Operation and Correct Selection of Large Tires // GIAB. 2008. No. 1.

3. Balaka M. N. The Influence of Operating Conditions on the Durability of Large Tires // Bulletin of KhNADU. 2014. No. 65-66.

4. Shakhovets Sergey Evgenyevich, Kurland Sergey Karlovich, Sirotinkin Nikolay Vasilievich, Rytkyanen Evgenia Alexandrovna. On the Condition of the Macromolecular Structure of Tread Rubbers During Tire Operation and Recycling // Proceedings of St. Petersburg State Institute of Technology (Technical University). 2019. No. 51 (77).

5. Vasiliev Yu. E., Ponarin G. A. Interaction of Studded Tires with Road Surfaces // Construction Materials. 2016. No. 12.

6. Pyleva T. K. Improvement of the Methodology for Assessing the Quality of Car Tires // Automotive Transport. 2007. No. 20.

7. Shmeleva S. A., Mokhnatkina E. G., Makhotin A. A., Mokhnatkin A. M., Zotov A. L. Features of the Behavior of Tread Rubbers of Friction Tires at Low Operating Temperatures // Bulletin of Kazan Technological University. 2013. No. 12.

### ECONOMIC JUSTIFICATION FOR REPAIR AND REPLACEMENT OF CAR TIRES: ANALYSIS OF COST DEPENDENCE ON TIRE PARAMETERS

Petrov V.S.1, Zakharov N.S.1, Sapozhenkov N.S.1

1 Industrial University of Tyumen, Tyumen

Abstract. The economic feasibility of using car tires largely depends on their cost and wear resistance. It is known that to optimize tire operating costs, it is important to consider tire parameters and operating conditions that can affect their longevity. The purpose of the study is to determine the dependence of tire cost on their geometric parameters, such as diameter, width, and profile height, as well as to establish recommendations for choosing a maintenance strategy—repair or replacement—depending on the tire category. The article presents data analysis encompassing about 150 tire models and approximated three-dimensional models of cost dependence on these parameters. In the first stage of the study, data processing on the cost of tires of different sizes was carried out, and cost dependencies on diameter and width were constructed. In the second stage, trends were identified based on this data, showing that repair work is more economically

beneficial for expensive tires, whereas replacement is more advisable for budget tires. The obtained results were confirmed by graphical analysis. In the third stage, a methodology for using this data to select a tire maintenance strategy based on its category was proposed. The scientific novelty of the study lies in establishing the regularities of tire cost formation considering geometric parameters, which, when applied in predictive models of resource dynamics, allow for a more substantiated approach to selecting a maintenance strategy. The practical significance consists of developing recommendations that optimize tire operating expenses for both commercial vehicles and individual use. Future research will focus on developing mathematical models that take into account additional operating factors for assessing the economically feasible service life of tires.

Keywords: Tire cost, tire geometric parameters, predictive models, tire repair and replacement, wear resistance, car tires, cost optimization.

УДК 531.36

## **ЛЕГКИЙ МАХОВИК С РЕГУЛИРУЕМЫМ МОМЕНТОМ ИНЕРЦИИ**

**Попов И.П.<sup>1</sup>, Моисеев О.Ю.<sup>1,2</sup>, Харин В.В.<sup>1,2</sup>, Мосин А.А.<sup>1</sup>, Парышев Н.Д.<sup>3</sup>,  
Ездин Д.П.<sup>1</sup>, Харин Д.А.<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>ЗАО «Курганстальмост», г. Курган

<sup>2</sup>Российская академия транспорта, г. Курган

<sup>3</sup>ООО «АИРВЕНТ», г. Курган

<sup>4</sup>ФГБОУ ВО «Уральский федеральный университет», г. Екатеринбург

Аннотация. Цель исследования состоит в обосновании возможности создания маховика с высоким моментом инерции и малой массой для использования в машинах с ограничениями по весу. Установлено, что устройство с искусственным моментом инерции может включать в себя электрический конденсатор и электромеханический преобразователь, например, машину постоянного тока. Существование аналогий между физическими величинами разной физической природы не приводит автоматически к возможности получения соответствующих функциональных зависимостей. Для этого в первую очередь необходимы технические средства, обеспечивающие согласование размерностей дуальных величин. Главными преимуществами искусственного маховика над «натуральным» являются несопоставимо меньший вес и возможность электрического управления моментом инерции в широких пределах путем изменения магнитного поля (возбуждения) и емкости, что создает хорошую перспективу применения его в системах автоматического управления.

Ключевые слова: искусственная масса, искусственный момент инерции, вес, магнитное поле, электрическая емкость.

Момент инерции – это «вращательный аналог» инертной массы, которая, в свою очередь, характеризует способность материального тела ускоряться при оказании на него силового воздействия. Механическая масса тела связана с его объемом и плотностью материала, из которого оно состоит. Механическая (естественная) масса обязательно удовлетворяет второму закону Ньютона.

Последнее обстоятельство положено в основу создания «искусственной» массы, не связанной ни с объемом, ни с плотностью материала, заключенного в искусственно инертном объекте [1-4]. Речь идет об «электромагнитной» массе. Ее инертность, в том числе, удовлетворение второму закону Ньютона обуславливается известной инерционностью электромагнитных процессов.

Наиболее распространенными движениями в технике являются вращательные [5-7]. В этой связи представляет интерес возможность создания условий для возникновения искусственного момента инерции.

Поскольку принцип эквивалентности инертной и гравитационной массы не распространяется на искусственную массу, устройство с искусственной массой может быть несопоставимо легче своего механического аналога с таким же моментом инерции. Это качество делает такое устройство особенно привлекательным для использования в технических системах с ограничением по весу, в том числе, в качестве *легких* маховиков.

Цель исследования состоит в аналитическом синтезировании искусственного момента инерции и установлении определяющих его параметров.

Одна из известных электромеханических аналогий

$$m \Leftrightarrow C \quad (1)$$

связана с электромагнитным преобразователем. Из этого следует, что устройство с искусственным моментом инерции может включать в себя электрический конденсатор и электромеханический преобразователь, например, машину постоянного тока или вентиляющую [8–10] (рисунок 1).

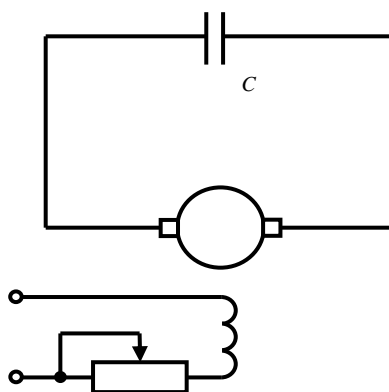


Рисунок 1 – Схема устройства

В генераторном режиме

$$e_i = -B2lw \frac{D}{2} \frac{d\varphi}{dt},$$

где  $e_i$  – индуцируемая ЭДС,  $B$  – магнитная индукция в зазоре,  $l$  – активная длина проводника якорной обмотки,  $w$  – число витков обмотки,  $D$  – эффективный диаметр обмотки,  $\varphi$  – угол поворота ротора. Потери, индуктивность обмотки и собственный момент инерции ротора не учитываются.

Напряжение на зажимах якорной обмотки приложено к конденсатору, поэтому

$$BlwD \frac{d\varphi}{dt} = \frac{1}{C} \int_0^t i dt,$$

где  $i$  – якорный ток.

Дифференцирование равенства дает

$$BlwD \frac{d^2\varphi}{dt^2} = \frac{1}{C} i,$$

$$i = BlwDC \frac{d^2\varphi}{dt^2}.$$

При протекании тока развивается момент

$$M = B2lw \frac{D}{2} i = (BlwD)^2 C \frac{d^2\varphi}{dt^2} = J_C \frac{d^2\varphi}{dt^2}, \quad (2)$$

где  $J$  – искусственный или электромагнитный момент инерции.

Последняя часть полученного преобразования представляет собой вращательный вариант второго закона Ньютона. Из преобразования следует, что

$$J_C = (BlwD)^2 C. \quad (3)$$

Таким образом, представленное на рисунке устройство обладает искусственным моментом инерции. В связи с этим оно может использоваться в качестве электрического маховика.

В состав выражения (3) масса (инертная/гравитационная) не входит. Поэтому вес устройства с моментом инерции напрямую не связан.

Из формулы (3) вытекает выражение для искусственной (инертной) электрической емкости

$$C_J = \frac{J}{(BlwD)^2}.$$

Из преобразования (2) следует

$$M = J_C \frac{d^2\varphi}{dt^2} = J_C \frac{d\omega}{dt},$$

$$dL = Mdt = J_C d\omega,$$

$$L = J_C \omega = (BlwD)^2 C \omega,$$

где  $\omega$  – частота вращения,  $L$  – момент импульса

Если вместо вращательной электрической машины использовать линейную, то вместо искусственного момента инерции можно получить искусственную (емкостную) массу

$$m_C = (Blw)^2 C. \quad (4)$$

Существование *аналогий* между физическими величинами разной физической природы подобных (1) не приводит автоматически к возможности получения соответствующих функциональных зависимостей типа (3) и (4). Для этого в первую очередь необходимы технические средства, обеспечивающие согласование размерностей дуальных величин.

Если поместить искусственный электрический маховик в «черный ящик» с выводением вала наружу, то никакими экспериментами невозможно установить, искусственный или «натуральный» маховик находится внутри.

Главными преимуществами искусственного маховика над «натуральным» являются несопоставимо меньший вес и возможность электрического управления моментом инерции в широких пределах путем изменения магнитного поля (возбуждения) и емкости, что создает хорошую перспективу применения его в системах автоматического управления.

#### Список использованных источников

1. Попов И.П. Применение искусственной массы для балансировки механизмов / И.П. Попов // Вестник Вологодского государственного университета. – 2021. – № 1(11). – С. 19–21.
2. Попов И.П. Электромеханические или искусственные масса и упругость / И.П. Попов // Вестник Псковского государственного университета. Технические науки. – 2016. – Вып. 4. – С. 89–94.
3. Попов И.П. Искусственные масса и упругость / И.П. Попов // Вестник Тверского государственного технического университета. – 2016. – № 1(29). – С. 7–11.
4. Попов И.П. Создание искусственной массы / И.П. Попов // Вестник Курганского государственного университета. Технические науки. Вып. 9. – 2014. – № 2(33). – С. 23, 24.
5. Попов И.П. Стабилизированный ротатор и основы его теории / И.П. Попов // Вестник Томского государственного университета. Математика и механика. – 2023. – № 83. – С. 143–150. DOI: 10.17223/19988621/83/12
6. Попов И.П. Сложение вращательных синхронных движений / И.П. Попов // Проблемы машиностроения и автоматизации. – 2020. – № 3. – С. 37–41.



7. Попов И.П. Математическая модель суммирования вращательных движений / И.П. Попов // Прикладная математика и вопросы управления. – 2020. – № 4. – С. 32–45. DOI: 10.15593/2499-9873/2020.4.03
8. Попов И.П. Математическое моделирование аккумулятора механической энергии / И.П. Попов // Вестник НФ БГТУ: мехмат. – 2024. – Том 4. – № 01 (13). – С. 5–10. DOI: 10.51639/2713-0657\_2023\_3\_1\_4
9. Попов И.П. Электромагнитное устройство для ориентирования космических аппаратов / И.П. Попов // Космические аппараты и технологии. – 2022. – Т. 6. – № 2 (40). – С. 119-122. DOI: 10.26732/j.st.2022.2.06
10. Попов И.П. Математическая модель искусственной электрической емкости для снижения пиковой нагрузки маневрового тепловоза / И.П. Попов // Прикладная математика и вопросы управления. – 2019. – № 3. – С. 57–64. DOI: 10.15593/2499-9873/2019.3.03

#### References

1. Popov I.P. Application of artificial mass for balancing mechanisms / I.P. Popov // Bulletin of the Vologda State University. – 2021. – No. 1(11). – Pp. 19–21.
2. Popov I.P. Electromechanical or artificial mass and elasticity / I.P. Popov // Bulletin of Pskov State University. Technical sciences. – 2016. – Iss. 4. – Pp. 89–94.
3. Popov I.P. Artificial mass and elasticity / I.P. Popov // Bulletin of the Tver State Technical University. – 2016. – No. 1(29). – Pp. 7–11.
4. Popov I.P. Creation of artificial mass / I.P. Popov // Bulletin of Kurgan State University. Technical sciences. Iss. 9. – 2014. – No. 2(33). – Pp. 23, 24.
5. Popov I.P. Stabilized rotator and the basics of its theory / I.P. Popov // Bulletin of Tomsk State University. Mathematics and mechanics. – 2023. – No. 83. – Pp. 143–150. DOI: 10.17223/19988621/83/12
6. Popov I.P. Addition of rotary synchronous movements / I.P. Popov // Problems of mechanical engineering and automation. – 2020. – No. 3. – Pp. 37–41.
7. Popov I.P. Mathematical model of summation of rotational motions / I.P. Popov // Applied Mathematics and Control Issues. – 2020. – No. 4. – Pp. 32–45. DOI: 10.15593/2499-9873/2020.4.03
8. Popov I.P. Mathematical modeling of a mechanical energy accumulator / I.P. Popov // Bulletin of the BSTU Faculty of Mechanics and Mathematics. – 2024. – Vol. 4. – No. 01 (13). – Pp. 5–10. DOI: 10.51639/2713-0657\_2023\_3\_1\_4
9. Popov I.P. Electromagnetic device for orientation of spacecraft / I.P. Popov // Spacecraft and technologies. – 2022. – Vol. 6. – No. 2 (40). – Pp. 119-122. DOI: 10.26732/j.st.2022.2.06
10. Popov I.P. Mathematical model of artificial electric capacity for reducing peak load of shunting diesel locomotive / I.P. Popov // Applied Mathematics and Control Issues. – 2019. – No. 3. – Pp. 57–64. DOI: 10.15593/2499-9873/2019.3.03

## LIGHTWEIGHT FLYWHEEL WITH ADJUSTABLE INERTIA MOMENT

Popov I.P.<sup>1</sup>, Moiseev O.Yu.<sup>1,2</sup>, Kharin V.V.<sup>1,2</sup>, Mosin A.A.<sup>1</sup>, Paryshev N.D.<sup>3</sup>,  
Ezdin D.P.<sup>1</sup>, Kharin D.A.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>JSC "Kurganstalmost", Kurgan

<sup>2</sup>Russian Academy of Transport, Kurgan

<sup>3</sup>LLC "AIRVENT", Kurgan

<sup>4</sup>FSBEI HE "Ural Federal University", Ekaterinburg

Annotation. The aim of the study is to substantiate the possibility of creating a flywheel with a high moment of inertia and low mass for use in machines with weight restrictions. It has been established that a device with an artificial moment of inertia can include an electric capacitor and an electromechanical converter, for example, a DC machine. The existence of analogies between physical quantities of different physical nature does not automatically lead to the possibility of obtaining the corresponding functional dependencies. For this, first of all, technical means are needed to ensure the coordination of the dimensions of dual quantities. The main advantages of an artificial flywheel over a "natural" one are its incomparably lower weight and the possibility of electrically controlling the moment of inertia within wide limits by changing the magnetic field (excitation) and capacity, which creates good prospects for its use in automatic control systems.

Key words: artificial mass, artificial moment of inertia, weight, magnetic field, electric capacity.

УДК 656.01

### **НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «ЭФФЕКТИВНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА»**

**Пугачев И.Н.**

Хабаровский Федеральный исследовательский центр  
Дальневосточного отделения Российской академии наук, г. Хабаровск

Аннотация. В статье рассмотрены условия формирования национального проекта «Эффективная транспортная система», на смену завершающимся в 2024 году проектам «Безопасные и качественные автомобильные дороги» и Комплексному плану модернизации инфраструктуры. В рамках проекта планируется реализация девяти федеральных программ, каждая из которых охватывает отдельный аспект транспортной системы России. Это комплексный подход к модернизации инфраструктуры, который учитывает современные технологические и экономические реалии, ставя в приоритет устойчивое развитие и интеграцию всех видов транспорта. В целом новый нацпроект будет направлен на рост мощности единой опорной транспортной сети, в том числе пропускной и

провозной способности транспортной инфраструктуры для российских грузов, увеличение мощности транспортной инфраструктуры для пассажирского сообщения.

Ключевые слова: транспортное планирование; транспортная система; модернизации инфраструктуры; интеграция всех видов транспорта.

**Постановка проблемы.** Разработанный по заказу Правительства Российской Федерации национальный проект «Эффективная транспортная система» предполагает совершенствование системы транспортного обслуживания населения, в основу которого ляжет транспортно-экономический баланс единой опорной транспортной сети.

Новый национальный проект придёт на смену завершающимся в 2024 году проектам «Безопасные и качественные автомобильные дороги» (БКД) и Комплексному плану модернизации инфраструктуры (КПМИ). Переосмысливая сложности реализации названных проектов, появляется «окно возможностей» в новом цикле их реализации в разрабатываемом национальном проекте.

Прежде всего, с учетом новых геополитических вызовов и актуальных приоритетов развития, для оценки совокупных эффектов от реализации проекта для экономики и населения, в проекте определены системные (верхнеуровневые) цели и общественно значимые результаты. Также, для расшивки «узких мест» в мульти модальных корреспонденциях и реализации в полной мере потенциала магистральной инфраструктуры на востребованных направлениях и маршрутах, обеспечена взаимоувязка развития инфраструктуры в различных видах транспорта. Для оптимального выбора развития между отдельными видами инфраструктуры и эффективного расходования бюджетных средств с учетом оцифрованных (измеренных) результатов, стоит задача создать единый механизм приоритизации мероприятий и оценки эффектов с учетом транспортно-экономического баланса согласно принятой Транспортной Стратегией. И наконец, для удовлетворения граждан состоянием существующей транспортной инфраструктуры и обеспечения ее гармоничного развития, необходимо сбалансировать объемы строительства новых инфраструктурных объектов и содержания в нормативном состоянии эксплуатируемых транспортных сооружений [2-4].

Основная цель национального проекта «Эффективная транспортная система» – повышение мощности единой опорной сети с учетом взаимосвязанности развития отдельных видов транспорта. Для достижения цели, поставлено три важных задачи: обеспечение провозных мощностей и пропускной способности транспортной инфраструктуры, более чем в 2 раза по итогам 2030 года (к уровню 2024 г.); обеспечение роста мощности транспортной инфраструктуры для пассажирского сообщения и связанности территорий более чем в 2 раза; создание базы для устойчивой, безопасной и бесперебойной работы транспортной системы нашей страны [1, 6, 10, 12].

Внутри национального проекта «Эффективная транспортная система», зашито девять Федеральных проектов по развитию: инфраструктуры опорной сети морских портов, внутренних водных путей, сети железных и автомобильных дорог, аэропортов; пунктов пропуска через гос. границу РФ, расположенных в створах транспортных коридоров; высокоскоростных железнодорожных магистралей; железнодорожной инфраструктуры центрального транспортного узла.

Национальный проект «Эффективная транспортная система», входит в государственную программу «Развитие транспортной системы», совместно с иными структурными элементами по развитию транспортной инфраструктуры вне опорной сети, такие как, содержание инфраструктуры и иные направления деятельности в сфере транспорта. Так в сектор развития транспортной инфраструктуры вне опорной сети входит целый ряд Федеральных (ФП) и ведомственных проектов (ВП), таких как развитие инфраструктуры: морского и внутреннего водного, железнодорожного, воздушного транспорта; содействие развитию автомобильных дорог регионального, межмуниципального и местного значения; формирование сети транспортно-логистических центров; а также развитие пунктов пропуска через государственную границу РФ [2, 3, 13].

В сектор содержания инфраструктуры вошли несколько комплексов процессных мероприятий (КПМ): капитальный ремонт, ремонт и содержание автомобильных дорог общего пользования Федерального значения; обеспечение эксплуатации внутренних водных путей и гидротехнических сооружений.

В секторе перевозок запланировано три ФП по обеспечению доступности услуг воздушного и железнодорожного транспорта, а также, в связи с развитием внутреннего туризма в РФ и поддержки в субъектах туристской отрасли предусмотрен ФП по организации перевозок пассажиров в Абхазию, как наиболее востребованный россиянами маршрут.

С целью развития инициатив социально-экономического направления в государственной программе «Развитие транспортной системы», предусмотрено три ФП, чрезвычайно актуальных на данном этапе транспортного развития нашего государства: беспилотная аэродоставка грузов; беспилотные логистические коридоры; а также развитие общественного транспорта, в направлении беспилотных перевозок пассажиров [7, 8, 13, 14]. К концу десятилетия количество беспилотной техники, произведённой в России, должно вырасти более чем в пять раз.

Особое отдельное внимание в программе уделено кадровому обеспечению транспортной отрасли и развитию транспортной науки. Предусмотрено два ВП: «Научные исследования и цифровизация в сфере дорожного хозяйства» [15] и «Строительство и реконструкция объектов многофункционального технологического кластера «Образцово», крупнейшего научно-образовательного центра для опережающего развития транспортной отрасли. А также предусмотрен отдельный ФП «Развитие кадрового потенциала транспортной отрасли» [9].

Особенно следует выделить ФП «Обеспечение исполнения обязательств концедента в рамках заключенных концессионных соглашений». Недополученные доходы от эксплуатации концессионных объектов, из-за целого ряда прогнозируемых и непредвиденных проблем, ложатся тяжким финансовым бременем на плечи регионов, где расположены такие объекты. Названный ФП станет беспрецедентной государственной помощью для регионов [11].

**Заключение.** На финансовое обеспечение реализации национального проекта «Эффективная транспортная система» запланировано в 2025 году потратить 131 378,0 млн рублей, в 2026 году - 165 460,2 млн рублей, в 2027 году - 202 174,2 млн рублей.

Предусмотрен комплексный подход к модернизации инфраструктуры, который учитывает современные технологические и экономические реалии, ставя в приоритет устойчивое развитие и интеграцию всех видов транспорта. В целом новый нацпроект будет направлен на рост мощности единой опорной транспортной сети, в том числе пропускной и провозной способности транспортной инфраструктуры для российских грузов, увеличение мощности транспортной инфраструктуры для пассажирского сообщения.

#### Список использованных источников

1. Pugachev I., Kulikov Y., Cheglov V. Features of traffic organization and traffic safety in cities// XIV International Conference 2020 SPbGASU «Organization and safety of traffic in large cities». Transportation Research Procedia. 2020. Volume 50.Pp. 766-772.<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.089>
2. Пугачев И.Н., Куликов Ю.И., Седюкевич В.Н. Показатели качественного функционирования транспортного комплекса Российской Федерации. Наука и техника. 2015. № 3. С. 51-60. VBQRJF
3. Пугачев И.Н., Куликов Ю.И. Формирование транспортно-логистических кластеров как механизм интеграции России со странами АТР. Транспорт Российской Федерации. 2012. № 2 (39). С. 17–19. EDN: PAOANH.
4. Пугачев, И. Н. Особенности формирования транспортно-логистических кластеров на Дальнем Востоке / И. Н. Пугачев, Ю. И. Куликов, Г. Я. Маркелов // Транспорт Российской Федерации. – № 5 (42). – 2012. – С. 20-23.
5. Пугачев И.Н. Дорожная и психофизиологическая экспертиза дорожно-транспортных происшествий : Учеб. пособие / И.Н. Пугачев, П.А. Пегин. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2008. – 106 с.
6. Совершенствование методов оценки качества и безопасности дорожного движения / И.Н. Пугачев, Н.Г. Шешера, А.В. Каменчуков. – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2018. – 160 с. YWZDXF
7. Пугачёв И.Н., Куликов Ю.И., Маркелов Г.Я. Инновационные подходы в решении проблем развития городского транспорта (на примере г.

Хабаровска) // Грузовое и пассажирское автохозяйство. 2013. № 11. С. 38—43.EDN: REZTSB

8. Пугачёв И.Н., Володькин П.П. Прогнозирование развития системы городского пассажирского транспорта в условиях крупного города // Вестник Тихоокеанского государственного университета. 2010. № 1 (16). С. 91–98.EDN: LKDRWL

9. Куликов Ю.И., Пугачев И.Н. Интерактивные методы обучения студентов по дисциплинам профессионального цикла // Проблемы высшего образования. 2013. № 1. С. 198–200.EDN:PLVOZI

10. Транспортный комплекс Хабаровского края: современное состояние, проблемы, перспективы : моногр. ; под ред. С.А. Зражевского, А.С. Балалаева, В.И. Савченко – Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2008. – 202 с.

11. Пугачев И.Н. Проблемы модернизации транспортных систем городов. Транспортное строительство. 2008. № 8. С. 5-9.

12. Пугачёв И.Н., Каменчуков А.В., Ярмолинский В.А., Шешера Н.Г. Комплексный подход к повышению безопасности дорожного движения на основе анализа транспортно-эксплуатационного состояния автомобильной дороги. Дороги и мосты. 2018. № 1 (39). С. 266-282. YXTZVZ

13. Пугачёв И. Н. Стратегия развития транспортных коридоров России / И. Н. Пугачёв, Ю. И. Куликов, А. С. Балалаев ; под ред. канд. техн. наук, доц. Ю. И. Куликова. – Хабаровск : Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2014. – 243 с.

14. Задачи системного анализа и методология формирования интеллектуальной системы управления транспортным комплексом города / С. М. Бурков, Г. Я. Маркелов, И. Н. Пугачёв // Вестник Тихоокеанского государственного университета. - Хабаровск, 2013. - № 4. - С. 83-90.

15. Evaluation of road repair efficiency in terms of ensuring traffic quality and safety / Igor Pugachev, Alexey Kamenchukov, Vladimir Yarmolinsky // Transportation Research Procedia 36, Thirteenth International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities (SPbOTSIC 2018). – Pages 627-633.

#### References

1. Pugachev I., Kulikov Y., Cheglov V. Features of traffic organization and traffic safety in cities// XIV International Conference 2020 SPbGASU «Organization and safety of traffic in large cities». Transportation Research Procedia. 2020. Volume 50.Pp. 766-772.<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.089>

2. Pugachev I.N., Kulikov Yu.I., Sedyukevich V.N. Indicators of high-quality functioning of the transport complex of the Russian Federation. Science and Technology. 2015. No. 3. P. 51-60. VBQRJF

3. Pugachev I.N., Kulikov Yu.I. Formation of transport and logistics clusters as a mechanism for Russia's integration with the Asia-Pacific countries. Transport of the Russian Federation. 2012. No. 2 (39). P. 17–19.EDN:PAOANH.

4. Pugachev, I. N. Features of the formation of transport and logistics clusters in the Far East / I. N. Pugachev, Yu. I. Kulikov, G. Ya. Markelov // Transport of the Russian Federation. - No. 5 (42). - 2012. - P. 20-23.
5. Pugachev I. N. Road and psychophysiological examination of road accidents: Textbook / I. N. Pugachev, P. A. Pegin. - Khabarovsk: Publishing house of the Pacific state University, 2008. - 106 p.
6. Improving the methods for assessing the quality and safety of road traffic / I. N. Pugachev, N. G. Sheshera, A. V. Kamenchukov. – Khabarovsk: Publishing house of Pacific state University, 2018. – 160 p. YWZDXF
7. Pugachev I.N., Kulikov Yu.I., Markelov G.Ya. Innovative approaches to solving problems of urban transport development (on the example of Khabarovsk) // Freight and passenger motor transport. 2013. No. 11. Pp. 38–43.EDN: REZTSB
8. Pugachev I.N., Volodkin P.P. Forecasting the development of the urban passenger transport system in a large city // Bulletin of the Pacific state University. 2010. No. 1 (16). Pp. 91–98.EDN: LKDRWL
9. Kulikov Yu.I., Pugachev I.N. Interactive methods of teaching students in professional disciplines // Problems of Higher Education. 2013. No. 1. P. 198–200.EDN:PLVOZI
10. Transport Complex of Khabarovsk Krai: Current State, Problems, Prospects: Monograph; edited by S.A. Zrazhevsky, A.S. Balalaev, V.I. Savchenko – Khabarovsk: DVGUPS Publishing House, 2008. – 202 p.
11. Pugachev I.N. Problems of Modernization of Urban Transport Systems. Transport Construction. 2008. No. 8. P. 5–9.
12. Pugachev I.N., Kamenchukov A.V., Yarmolinsky V.A., Sheshera N.G. An Integrated Approach to Improving Road Safety Based on the Analysis of the Transport and Operational Condition of a Road. Roads and Bridges. 2018. No. 1 (39). P. 266-282. YXTZVZ
13. Pugachev I. N. Strategy for the Development of Transport Corridors in Russia / I. N. Pugachev, Yu. I. Kulikov, A. S. Balalaev; edited by Cand. Sci. (Eng.), Assoc. Prof. Yu. I. Kulikov. – Khabarovsk: Publishing House of the Pacific State University, 2014. – 243 p.
14. Tasks of System Analysis and Methodology for the Formation of an Intelligent Management System for the City’s Transport Complex / S. M. Burkov, G. Ya. Markelov, I. N. Pugachev // Bulletin of the Pacific State University. - Khabarovsk, 2013. - No. 4. - P. 83-90.
15. Evaluation of road repair efficiency in terms of ensuring traffic quality and safety / Igor Pugachev, Alexey Kamenchukov, Vladimir Yarmolinsky // Transportation Research Procedia 36, Thirteenth International Conference on Organization and Traffic Safety Management in Large Cities (SPbOTSIC 2018). – Pages 627-633.

Pugachev I. N.

(Deputy Director for Research, Khabarovsk Federal Research Center,  
Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Khabarovsk)

**Abstract.** The article examines the conditions for the formation of the national project "Efficient Transport System", which will replace the projects "Safe and High-Quality Highways" and the Comprehensive Infrastructure Modernization Plan, which will be completed in 2024. The project plans to implement nine federal programs, each of which covers a separate aspect of the Russian transport system. This is a comprehensive approach to infrastructure modernization that takes into account modern technological and economic realities, prioritizing sustainable development and integration of all types of transport. In general, the new national project will be aimed at increasing the capacity of a single backbone transport network, including the throughput and carrying capacity of the transport infrastructure for Russian cargo, and increasing the capacity of the transport infrastructure for passenger traffic.

**Keywords:** transport planning; transport system; infrastructure modernization; integration of all types of transport.

УДК 629.3

## **РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАМЫКАНИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА С РЕГУЛЯТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ**

**Пузаков А.В.**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

**Аннотация.** Короткие замыкание могут возникать в обмотках генератора и диодах выпрямительного блока автомобильного генератора. Такие неисправности характеризуются изменением выходного напряжения, снижением вырабатываемого тока, общим и локальным перегревом, повышением шума. В статье выполнен анализ результатов моделирования коротких замыканий автомобильного генератора при работе совместно с регулятором напряжения. Установлено, что возникновение коротких замыканий при работе генератора с регулятором напряжения ведет к росту уровня выходного напряжения. Короткое замыкание одной из фаз и межфазное замыкание являются крайне опасными неисправностями, возникновение которых приведет к росту напряжения бортовой сети до 17.5-19 В даже при работе с аккумуляторной батареей, оказывающие сглаживающее воздействие. Замыкание фазы на корпус не должно негативно сказаться на работе потребителей, однако перегрев генератора повысит



вероятность возникновения других неисправностей. Замыкание диода анодной группы вызовет прогрессирующий разряд аккумуляторной батареи и отказ генератора вследствие перегрева. Изменение алгоритма работы регулятора, контроль напряжения в нескольких точках бортовой сети или своевременное оповещение водителя способны предотвратить негативные последствия замыканий в цепи генератора.

Ключевые слова: автомобильный генератор, короткие замыкания, моделирование неисправности, напряжение генератора, регулятор напряжения

### **Введение.**

Наиболее опасными неисправностями автомобильных генераторов являются короткие замыкания, так как их возникновение сопровождается изменением выходного напряжения, снижением вырабатываемого тока, общим и локальным перегревом, повышением шума. Кроме того, такие неисправности ведут к росту нагрузки на автомобильный двигатель, а следовательно, к снижению топливной экономичности автомобиля [1].

Короткие замыкание могут возникать в обмотках генератора и диодах выпрямительного блока автомобильного генератора. Возможны следующие варианты замыканий обмотки статора: межвитковое замыкание в одной из фаз обмотки статора, крайним случаем которого является полное замыкание фазы; полное или частичное замыкание одной из фаз обмотки статора на корпус; полное или частичное межфазное замыкание обмотки статора. Замыкания обмотки ротора рассмотрены в работе [2].

При возникновении замыканий диодов выпрямительного блока они начинают пропускать ток как от анода к катоду, так и в обратном направлении даже при небольшом приложенном напряжении. Можно выделить замыкания диодов анодной (положительной) и катодной (отрицательной) групп, а также замыкания дополнительных диодов [3].

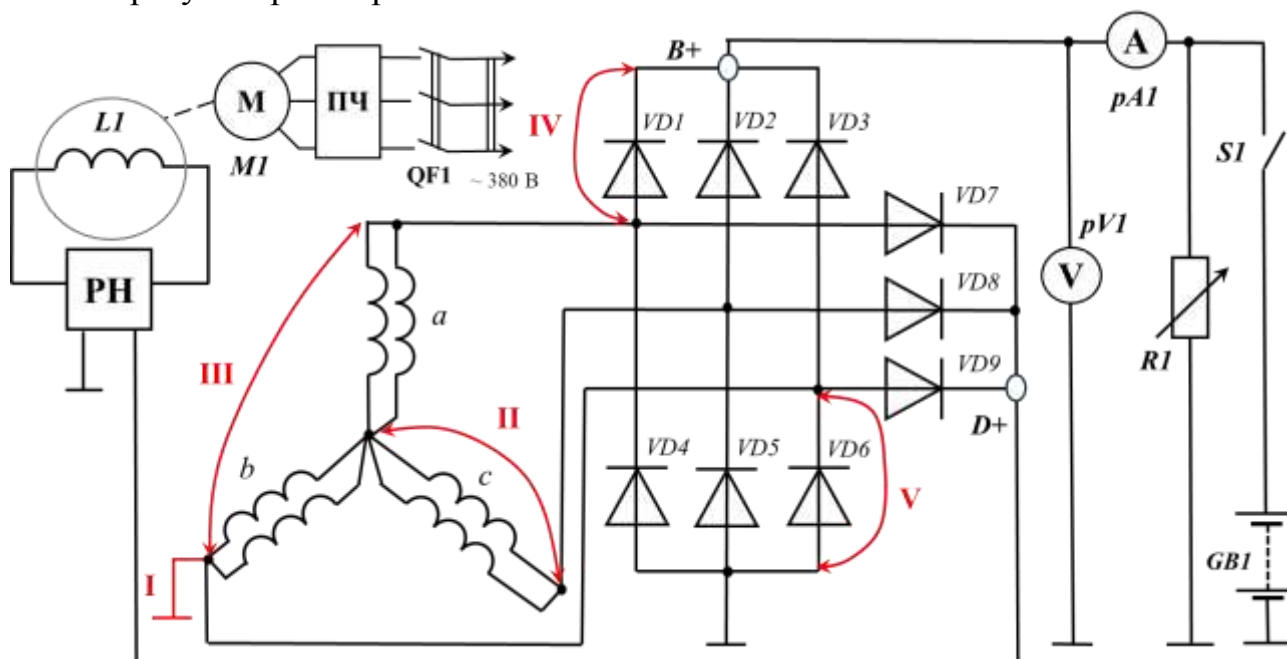
Ранее в статье [4] автором исследовано количественное влияние коротких замыканий на работу генератора без регулятора напряжения. Установлено, что возникновение коротких замыканий приводит к снижению уровня выходного напряжения генератора и его энергетической эффективности.

Регулятор напряжения [5, 6] существенно меняет картину происходящих процессов, поэтому целью статьи является анализ результатов моделирования коротких замыканий автомобильного генератора при работе совместно с регулятором напряжения.

### **Методика эксперимента.**

Для проведения экспериментальных исследований был использован специализированный стенд, оснащенный генератором модели 9401.3701 и аккумуляторной батареей 6СТ-60L, служащими физической моделью системы электроснабжения легкового автомобиля. Схема стенда с указанием точек моделирования вышеуказанных замыканий представлена на рисунке 1. Диоды VD1-VD3 образуют анодную группу основного выпрямителя, диоды

VD4-VD6 – катодную группу. Диоды VD7-VD9 составляют дополнительный выпрямитель, общая точка которого является контрольной измерительной точкой регулятора напряжения.



G1 – автомобильный генератор; GB1 – стартерная аккумуляторная батарея; L1 – обмотка ротора (возбуждения) генератора; M1 – приводной электродвигатель; pA1 – амперметр (100 А); pV1 – вольтметр (20 В); QF1 – автоматический выключатель; R1 – нагрузочный реостат; S1 – выключатель зажигания; ПЧ – частотный преобразователь; PH – регулятор напряжения 561.3702, I – замыкание фазы обмотки статора на корпус; II – короткое замыкание фазы обмотки статора; III – межфазное замыкание обмотки статора; IV – замыкание диода анодной группы; V – замыкание диода катодной группы.

Рисунок 1 – Схема стенда с указанием точек моделирования замыканий

В ходе проведения экспериментов были исследованы внешние характеристики генератора: зависимость выходного напряжения от силы тока при постоянстве частоты вращения. Частота вращения ротора генератора составила 3500 об/мин, сила тока нагрузки варьировалась в диапазоне 2 – 42 А. Этот диапазон является достаточным, так как одновременное использование всех штатных потребителей не позволит нагрузить генератора большей силой тока. Внешние характеристики генератора снимались при работе генератора без подключения аккумуляторной батареи и при их совместной работе. Внешние характеристики исправного генератора показаны на рисунках 2-5 для удобства сравнения. Напряжение исправного генератора остается практически неизменным (14.2 В) во всем диапазоне нагрузки.

Для моделирования замыкания фазы статора конструкция генератора была модернизирована: был обеспечен доступ к нулевой точке обмотки статора (в которой соединяются начала всех трех фаз).

Полное короткое замыкание фазы моделировалось путем шунтирования конца одной из фаз и полученной нулевой точки переключкой из одножильного эмалированного медного провода марки ПЭТВ. Выбор провода обусловлен устойчивости изоляции к высоким температурам, так как при моделировании замыканий по переключке протекает высокий ток (порядка 30-40 А).

В случае частичного короткого замыкания шунтирование выполнялось калиброванным под определенное электрическое сопротивление отрезком нихромовой проволоки, также устойчивой к высоким температурам.

В случае межфазного замыкания переключка устанавливалась между выводами двух фаз обмотки статора.

Силовые диоды выпрямителя по-разному контролируются регулятором напряжения. Выход из строя диодов анодной группы сопровождается снижением напряжения, так как они не задействованы в цепи регулятора напряжения. Отказ диодов катодной группы равнозначен замыканию фазы статора на корпус, что связано со значительным повышением напряжения.

Моделирование коротких замыканий диодов производилось переключкой из эмалированного медного провода, один конец которой был соединен с выводом фазы генератора, а второй, в зависимости от моделируемой неисправности, с силовым плюсом, либо корпусом генератора.

### Результаты экспериментальных исследований.

На рисунке 2 представлены результаты моделирования короткого замыкания фазы обмотки статора. Полное короткое замыкание показано пунктирной линией (асимптотой замыкания), частичные замыкания – сплошными линиями.

Такая неисправность должна вести к снижению напряжения генератора, так как одна из фаз генератора не работает. Однако регулятор напряжения, за счет увеличения тока обмотки возбуждения, повышает напряжение в зоне средних нагрузок (до 30 А). При большей нагрузке напряжение все же снижается относительно исправного генератора, что говорит об исчерпании возможностей регулятора напряжения.

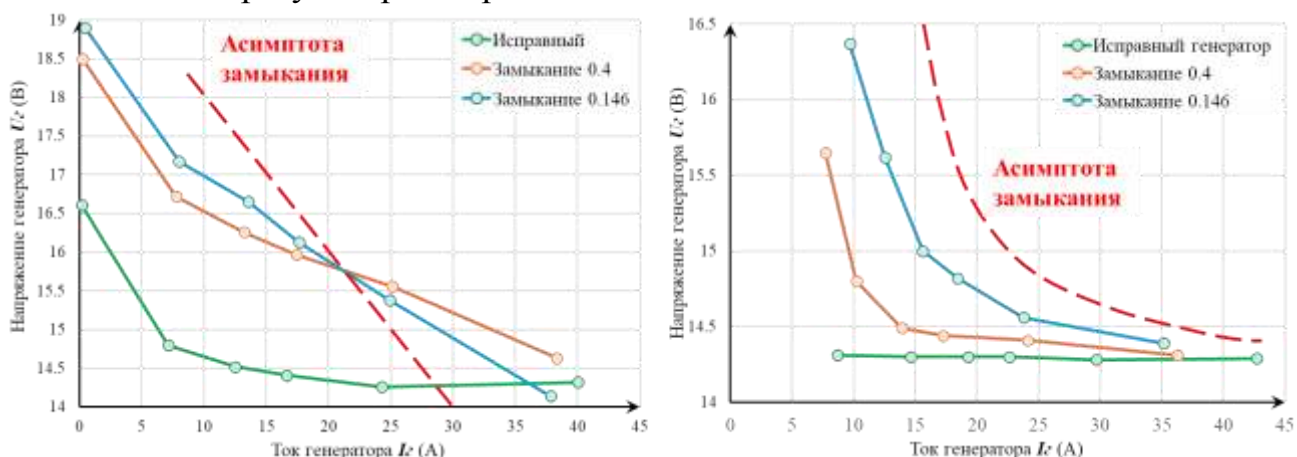


Рисунок 2 – Внешние характеристики генератора при моделировании короткого замыкания фазы обмотки статора (слева – при работе без АКБ, справа – при подключении АКБ)

При работе генератора с аккумуляторной батареей ситуация изменяется. Напряжение по-прежнему превышает допустимое в зоне малых и средних нагрузок, однако рост нагрузки не приводит к снижению напряжения относительно исправного генератора.

Результаты моделирования межфазного замыкания представлены на рисунке 3.

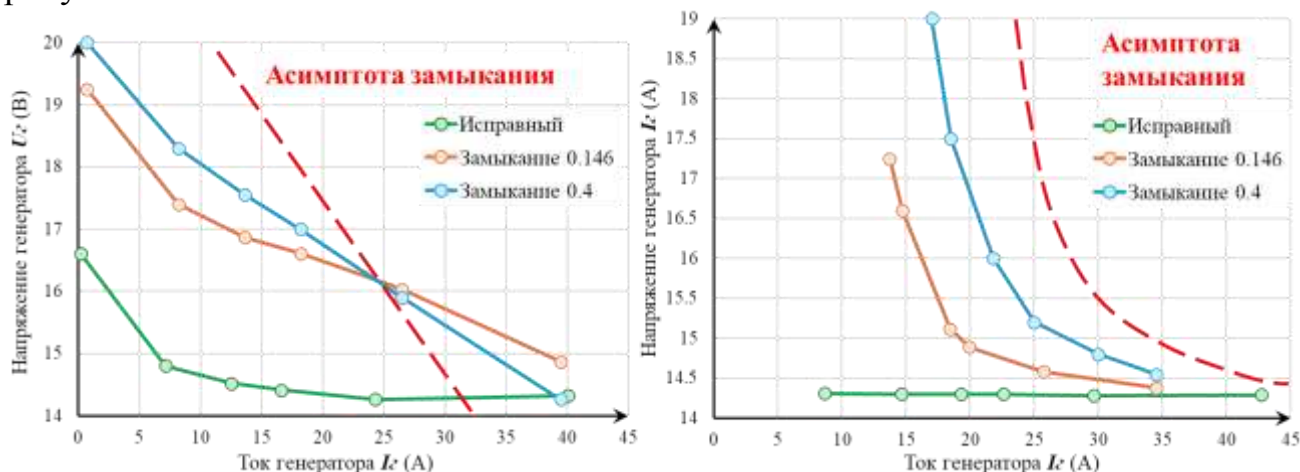


Рисунок 3 – Внешние характеристики генератора при моделировании межфазного замыкания обмотки статора (слева – при работе без АКБ, справа – при подключении АКБ)

По своему проявлению неисправность аналогична рассмотренной ранее, однако уровень напряжения генератора увеличивается сильнее. Следовательно данная неисправность опаснее предыдущей.

Результаты моделирования замыкания фазы обмотки статора на корпус представлены на рисунке 4. Отличием данной неисправности является резкое снижение уровня напряжения – при токе 20 А оно снижается ниже номинального. Возникновение такой неисправности не приведет к разряду батареи и выходу из строя потребителей, однако оно приведет к значительному снижению ресурса генератора вследствие увеличения тепловой напряженности.

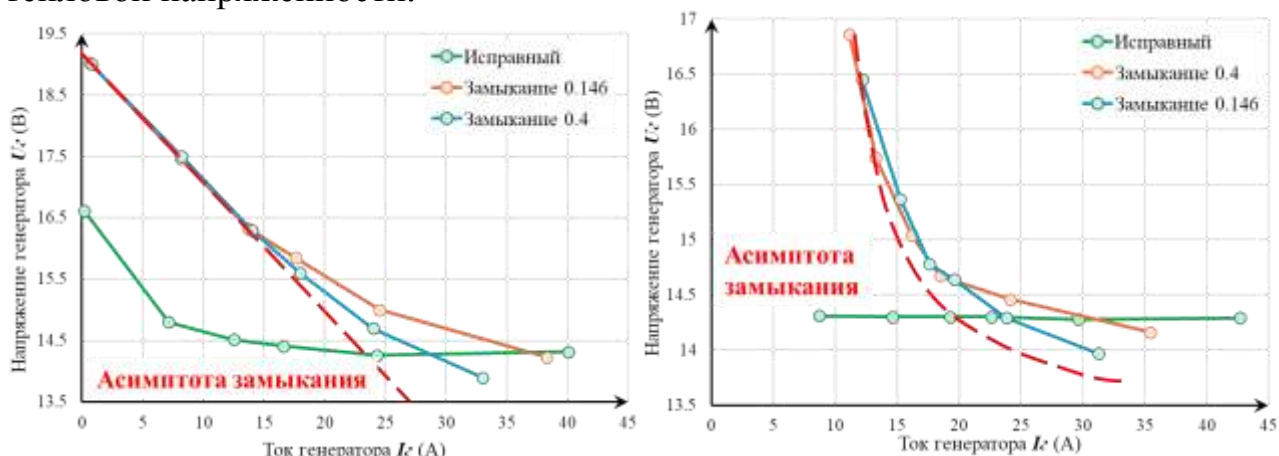


Рисунок 4 – Внешние характеристики генератора при моделировании замыкания фазы обмотки статора на корпус (слева – при работе без АКБ, справа – при подключении АКБ)

На рисунке 5 приведены результаты моделирования замыкания диода анодной группы. Эксперимент при работе генератора без аккумуляторной батареи выполнить не удалось, поскольку после прекращения первоначального возбуждения (на автомобиле осуществляется по цепи контрольной лампы) генератор развозбуждался (его выходное напряжение падало до нуля).

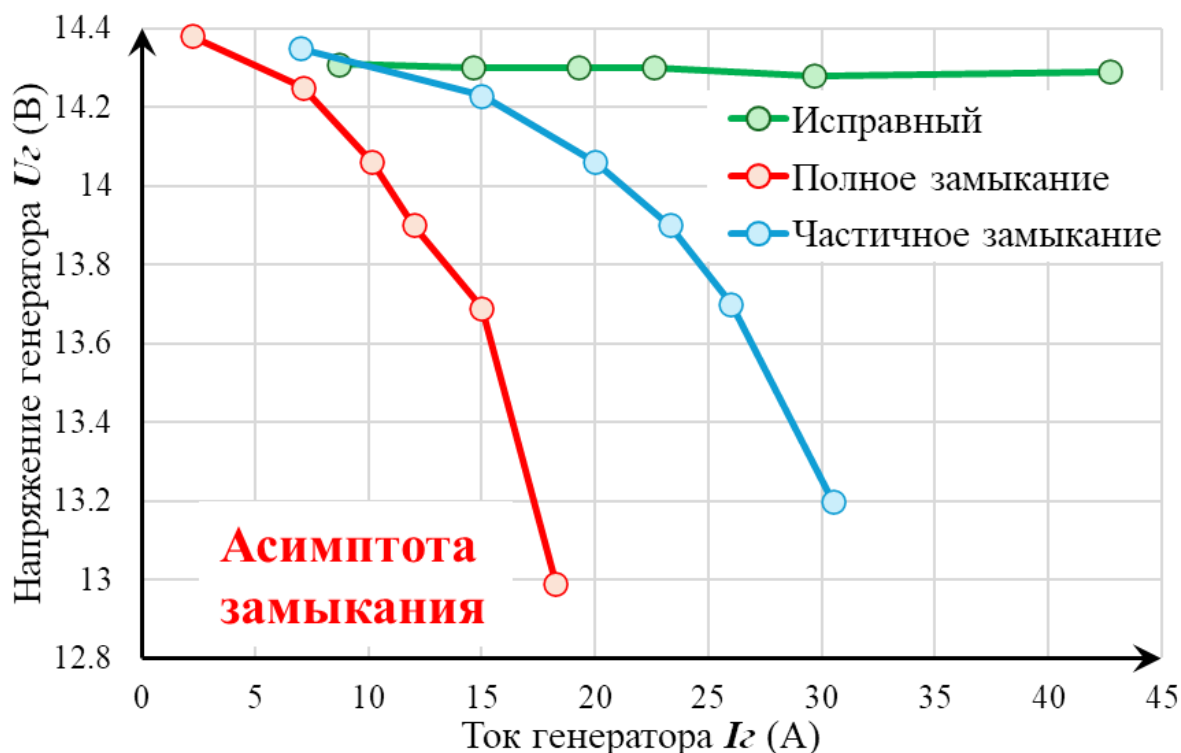


Рисунок 5 – Внешние характеристики генератора при моделировании замыкания диода анодной группы

При работе генератора с аккумуляторной батареей выходное напряжение снижалось по мере роста тока нагрузки, поскольку замыкание диодов анодной группы не отслеживается регулятором напряжения. При токе нагрузки 20 А напряжение генератора становится ниже напряжения аккумуляторной батареи, что неизбежно приведет к ее прогрессирующему разряду.

Сводная диаграмма, показывающая изменение уровня выходного напряжения генератора при моделировании неисправностей представлена на рисунке 6.

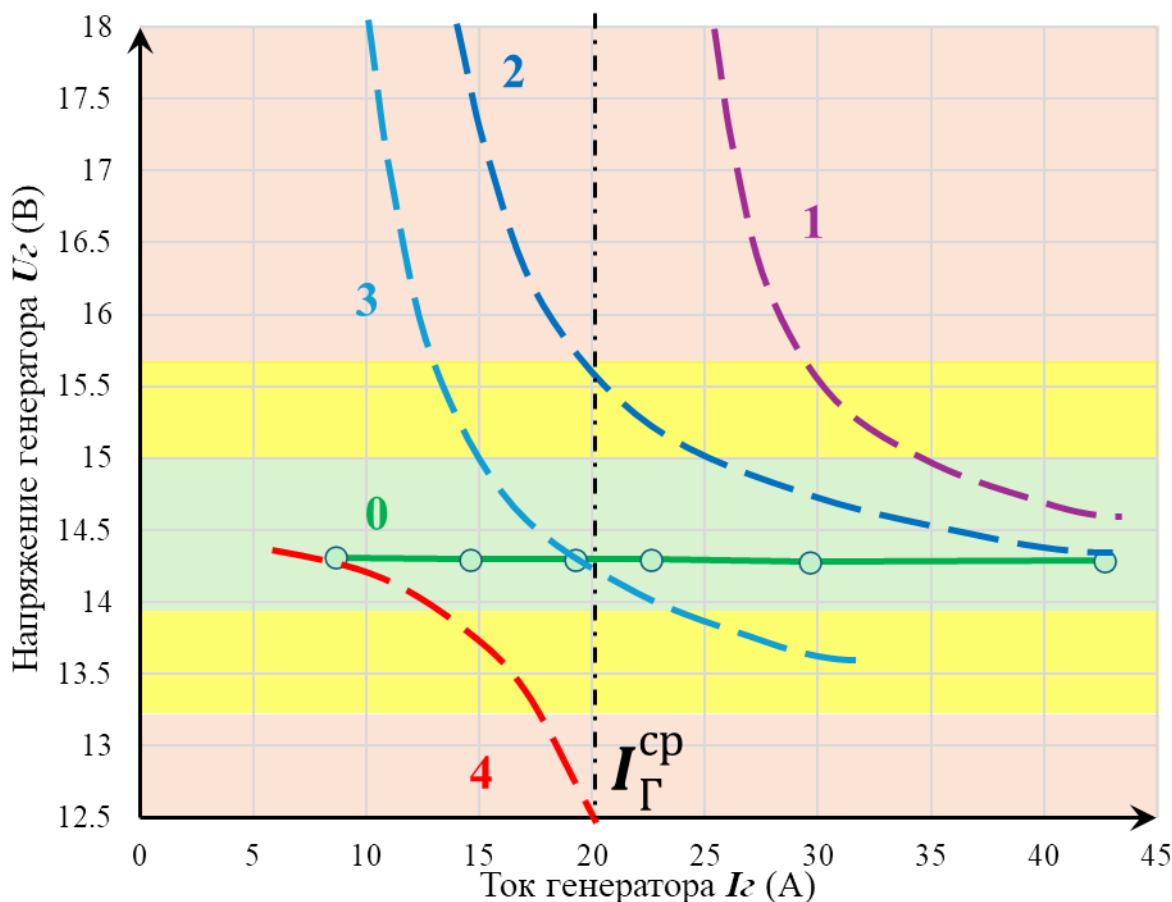


Рисунок 6 – Изменение уровня выходного напряжения генератора при моделировании неисправностей (0 – исправный генератор; 1 – межфазное замыкание; 2 – короткое замыкание фазы; 3 – замыкание фазы на корпус; 4 – короткое замыкание диода анодной группы).

Из рисунка 6 следует, что регулятор напряжения увеличивает выходное напряжение генератора при возникновении коротких замыканий в цепи обмотки статора и диодов выпрямительного блока. Сочетание характерных неисправностей и тока нагрузки позволило выделить три зоны: допустимой работы (обозначена зеленым цветом); предельную (выделена желтым цветом) – ведет к снижению ресурса приборов системы освещения, а также перезаряду или недозаряду аккумуляторной батареи и критическую (красный цвет) – ведет к выходу из строя электронных блоков управления или прогрессирующему разряду аккумуляторной батареи.

#### **Заключение.**

Наиболее опасными неисправностями автомобильных генераторов являются короткие замыкания, так как их возникновение сопровождается изменением выходного напряжения, снижением вырабатываемого тока, общим и локальным перегревом, повышением шума.

Разработана методика физического моделирования полных и частичных коротких замыканий в цепи автомобильного генератора.

Установлено, что возникновение коротких замыканий при работе генератора с регулятором напряжения ведет к росту уровня выходного напряжения. Короткое замыкание одной из фаз и межфазное замыкание являются крайне опасными неисправностями, возникновение которых приведет к росту напряжения бортовой сети до 17.5-19 В даже при работе с аккумуляторной батареей, оказывающие сглаживающее воздействие. Замыкание фазы на корпус не должно негативно сказаться на работе потребителей, однако перегрев генератора повысит вероятность возникновения других неисправностей. Замыкание диода анодной группы вызовет прогрессирующий разряд аккумуляторной батареи и отказ генератора вследствие перегрева.

Таким образом, возникновение замыканий приведет отклонениям в работе потребителей, что вызвано неадекватной работой регулятора напряжения в подобных ситуациях. Изменение алгоритма работы регулятора, контроль напряжения в нескольких точках бортовой сети или своевременное оповещение водителя способны предотвратить негативные последствия замыканий в цепи генератора.

#### Список использованных источников

1. Пузаков А.В. Оценка влияния автомобильного генератора на расход топлива автомобиля // Интеллект. Инновации. Инвестиции – 2023. – № 4. – С. 83-93.
2. Пузаков А.В., Султанов Н.З. Аналитическая модель обмотки ротора автомобильного генератора // Вестник МАДИ. – 2022. – №4 – С.11-17
3. M. Mürken, D. Kübel, A. Kurz, A. Thanheiser and P. Gratzfeld, "Fault analysis of automotive claw pole alternator rectifier diodes," 2018 IEEE International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC), Nottingham, 2018, pp. 1-6.
4. Пузаков А.В. Моделирование замыканий в цепи автомобильного генератора // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVIII международной научно-практической конференции, 15 – 17 ноября 2023 г., Оренбург. – Оренбург: ОГУ, 2023 – С. 398-407
5. Чернов А.Е. Многофункциональный регулятор напряжения для генераторных установок нового поколения большегрузных автомобилей и автобусов // Грузовик. 2012. № 3. С. 6-7.
6. Горохов Д.А. Моделирование регулятора напряжения автомобильной генераторной установки // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". 2017. № 3. С. 57-62.

#### References

1. Puzakov, A.V. Estimation of the influence of the automobile generator on car fuel consumption // Intellect. Innovations. Investments - 2023. - № 4. - С. 83-93.

2. Puzakov, A.V.; Sultanov, N.Z. Analytical model of the automobile generator rotor winding (in Russian) // MADI Vestnik. - 2022. - №4 - C.11-17
3. M. Mürken, D. Kübel, A. Kurz, A. Thanheiser and P. Gratzfeld, "Fault analysis of automotive claw pole alternator rectifier diodes," 2018 IEEE International Conference on Electrical Systems for Aircraft, Railway, Ship Propulsion and Road Vehicles & International Transportation Electrification Conference (ESARS-ITEC), Nottingham, 2018, pp. 1-6.
4. Puzakov A.V. Modeling of short circuits in the automotive generator circuit // Progressive technologies in transport systems: Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference, November 15 - 17, 2023, Orenburg. - Orenburg: OGU, 2023 - P. 398-407
5. Chernov, A.E. Multifunctional voltage regulator for the generator sets of a new generation of heavy-duty vehicles and buses // Gruzovik. 2012. № 3. C. 6-7.
6. Gorokhov D.A. Modeling of the voltage regulator of the automotive generator set // Electronic network polythematical journal "Scientific Works of KubGTU". 2017. № 3. C. 57-62.

## RESULTS OF SHORT-CIRCUIT MODELING OF AUTOMOTIVE ALTERNATOR WITH VOLTAGE REGULATOR

Puzakov A.V.

Orenburg state university, Orenburg

Annotation. Short circuits can occur in the alternator windings and diodes of the rectifier unit of an automobile alternator. Such faults are characterized by changes in the output voltage, reduction of the generated current, general and local overheating, noise increase. The paper analyzes the results of modeling of short circuits of an automobile alternator when working together with a voltage regulator. It is established that the occurrence of short circuits when the alternator operates with a voltage regulator leads to an increase in the level of output voltage. Short-circuit of one of the phases and interphase short-circuit are extremely dangerous faults, the occurrence of which will lead to an increase in the voltage of the on-board network up to 17.5-19 V even when working with the battery, having a smoothing effect. A phase-to-case short circuit should not adversely affect consumer operation, but overheating of the alternator will increase the likelihood of other faults. Anode group diode short circuit will cause progressive battery discharge and alternator failure due to overheating. Changing the algorithm of regulator operation, voltage control in several points of the on-board network or timely notification of the driver can prevent negative consequences of short circuits in the alternator circuit.

Key words: automotive alternator, short circuits, fault modeling, alternator voltage, voltage regulator



## МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ГЕНЕРАТОРА

**Пузаков А.В.**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

**Аннотация.** В процессе эксплуатации системы электроснабжения неизбежно возникают неисправности, приводящие к снижению уровня выходного напряжения. Регулятор напряжения препятствует закономерному снижению напряжения путем регулирования силы тока обмотки возбуждения. Установлен характер изменения выходного напряжения генератора при моделировании обрыва цепи силовых и дополнительных диодов выпрямителя, а также при моделировании обрыва фазы и замыканий фазы обмотки статора. Уровень выходного напряжения в большинстве случаев превышает напряжение исправного генератора. В ряде случаев это оказывает положительный эффект, в других – напряжение генератора принимает недопустимо высокие значения. Учитывая влияние уровня выходного напряжения на работоспособность потребителей и аккумуляторной батареи, необходимо скорректировать алгоритм работы регулятора напряжения для предотвращения подобных ситуаций.

**Ключевые слова:** автомобильный генератор, короткие замыкания, моделирование неисправностей, обрывы цепи, регулятор напряжения

### **Введение**

Совместная работа автомобильного генератора, регулятора напряжения и аккумуляторной батареи на борту автомобиля обеспечивает постоянство напряжения при изменении мощности потребителей, частоты вращения коленчатого вала автомобильного двигателя, температуры окружающей среды и других факторов.

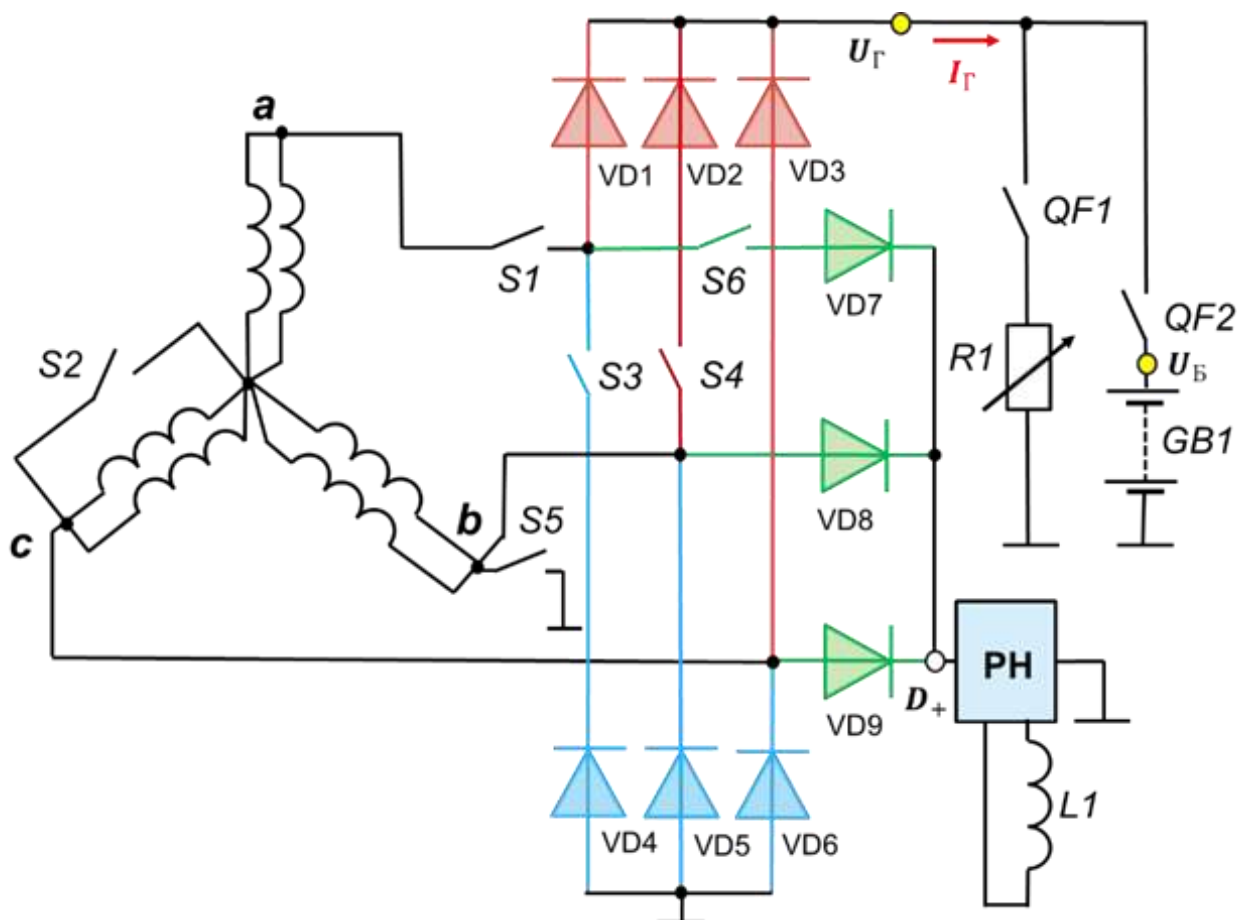
При отсутствии неисправностей ключевых агрегатов системы электроснабжения уровень выходного напряжения бортовой сети поддерживается в интервале  $14.2 \pm 0.4$  В. В процессе эксплуатации системы электроснабжения неизбежно возникают неисправности, приводящие к изменению уровня выходного напряжения. Большинство из них (обрывы и замыкания обмоток и диодов выпрямителя автомобильного генератора, короткие замыкания аккумуляторов, окисление клемм и выводов) при отсутствии регулятора напряжения вызовут снижение уровня напряжения.

Регулятор напряжения стремится поддержать напряжение в контрольной точке на заданном уровне, изменяя силу тока в обмотке возбуждения. Поэтому на практике снижения напряжения, обусловленного неисправностями узлов генератора или аккумуляторной батареи не происходит.

Целью статьи является исследование характера изменения выходного напряжения генератора при моделировании неисправностей автомобильного генератора.

### Методика эксперимента

Аппаратной базой проводимых исследований стал специализированный стенд (рисунок 1), позволяющий проводить испытание системы электроснабжения автомобиля в режимах, максимально приближенных к реальным условиям эксплуатации. В ходе эксперимента параллельно автомобильному генератору подключалась нагрузка в виде резисторов и аккумуляторная батарея.



а, b, с – фазы обмотки статора, GB1 – аккумуляторная батарея, L1 – обмотка ротора, R1 – регулируемое сопротивление нагрузки, S1 – моделирование обрыва фазы обмотки статора, S2 – моделирование короткого замыкания фазы статора, S3 – моделирование обрыва диода катодной группы, S4 – моделирование обрыва диода анодной группы, S5 – моделирование замыкания фазы статора на корпус, S6 – моделирование обрыва дополнительного диода, QF1 – выключатель нагрузки, QF2 – выключатель аккумуляторной батареи, VD1-VD3 – силовые диоды анодной группы, VD4-VD6 – силовые диоды катодной группы, VD7-VD9 – дополнительные диоды, PH – регулятор напряжения

Рисунок 1 – Схема моделирования неисправностей генератора

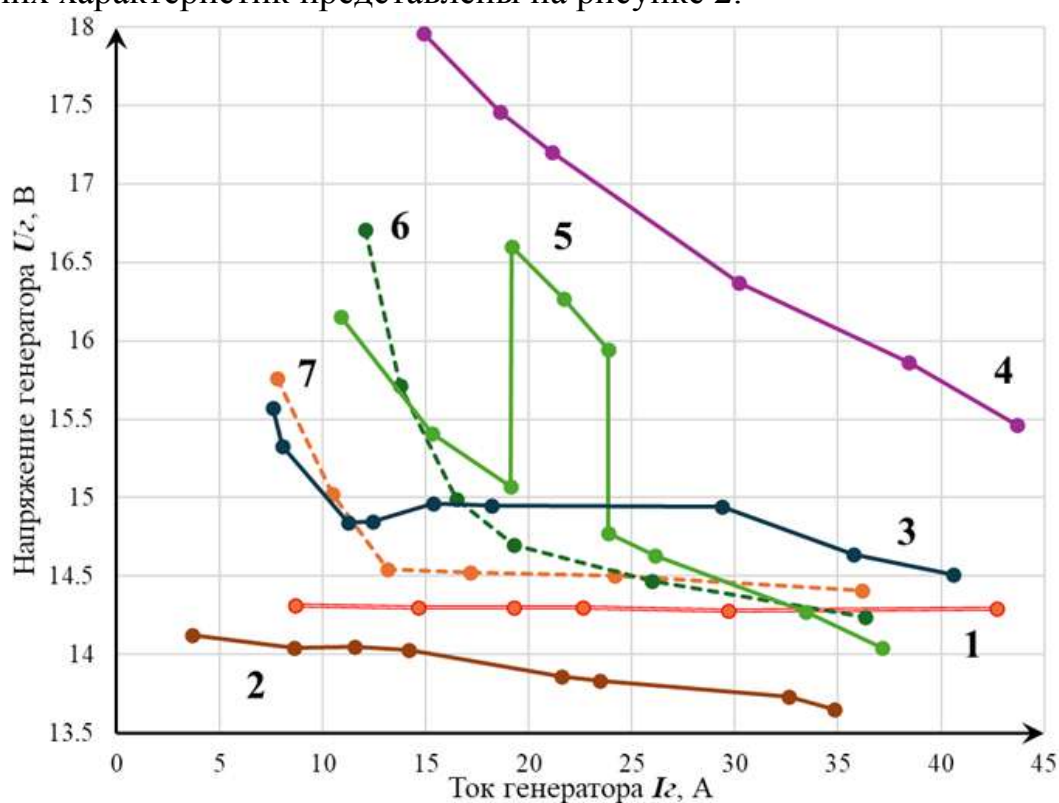
Физическое моделирование неисправностей осуществлялось следующим образом. Путем разрушения перемычек производилось моделирование обрывов цепи диодов выпрямителя (катодной и анодной группы силовых диодов, а также дополнительного диода). Моделирование коротких замыканий цепи диодов осуществлялось с помощью отрезка параллельно включенного эмалированного медного провода. При включении аккумуляторной батареи по обмотке ротора генератора начал протекать большой ток возбуждения (порядка 4 А), что вызвало недопустимый шум и вибрацию при наборе скорости. Эксперимент был вынужденно прекращен.

Моделирование коротких замыканий начала и конца одной из фаз обмотки статора, и вывода фазы на корпус генератора так же выполнялось с помощью перемычек.

Основным отличием данного эксперимента от ранее проведенных [4, 6] является полноценная работа генератора с регулятором напряжения, оказывающим принципиальное влияние на выходное напряжение.

### Результаты экспериментальных исследований

Одной из основных характеристик генераторов является зависимость выходного напряжения от тока нагрузки при постоянной частоте вращения (*внешняя характеристика*). Результаты проведенных экспериментов в виде внешних характеристик представлены на рисунке 2.



1 – исправный генератор, 2 – обрыв диода анодной группы, 3 – обрыв диода катодной группы, 4 – обрыв дополнительного диода, 5 – обрыв фазы статора, 6 – короткое замыкание фазы статора, 7 – замыкание фазы статора на корпус

Рисунок 2 – Внешние характеристики генератора при моделировании неисправностей

При исправном генераторе напряжение генератора практически не изменяется с ростом тока нагрузки (**линия 1**, рисунок 2). Это результат совместной работы генератора и аккумуляторной батареи, так как выключение батареи приведет к небольшому падению напряжения, обусловленному внутренним сопротивлением генератора.

Теперь рассмотрим влияние обрыва цепи элементов генератора (сплошные линии на рисунке 2). Значительное влияние оказывает выбор диода при моделировании обрыва цепи. Обрыв диода анодной группы приводит к снижению выходного напряжения генератора (**линия 2**, рисунок 2). Причина этого в том, что регулятор напряжения, определяющий уровень напряжения генератора, контролирует его в точке D+ [1, 2, 3, 5]. Отказ диода анодной группы не оказывает влияние на напряжение в данной точке, следовательно регулятор игнорирует подобную неисправность.

Обрыв диода катодной группы (**линия 3**, рисунок 2) адекватно обрабатывается регулятором напряжения. В зоне частичных нагрузок (10-30 А) выходное напряжение превышает номинальное на 0.7 В. Дальнейший рост тока генератора вызовет падение напряжения ниже номинальных значений.

Наиболее неблагоприятной неисправностью оказался обрыв дополнительного диода (**линия 4**, рисунок 2). В этой ситуации при полной исправности силового выпрямителя напряжение в контрольной точке снижается. Регулятор напряжения в попытке скомпенсировать это падение чрезмерно повышает выходное напряжение генератора.

Интересно проявляет себя обрыв фазы статора (**линия 5**, рисунок 2). Изначально высокие значения напряжения резко увеличиваются в зоне частичных нагрузок (18-25 А).

Замыкание фазы статора на корпус (**линия 7**, рисунок 2) характеризуется высоким начальным напряжением, которое быстро снижается до величины 14.5 В. При увеличении тока генератора напряжение практически не изменяется. Можно предположить, что такая неисправность окажется скрытой для водителя.

При коротком замыкании фазы статора (**линия 6**, рисунок 2) высокое начальное напряжение снижается по гиперболической кривой, и при определенной нагрузке становится ниже номинальных значений.

### **Заключение**

Таким образом, при всем многообразии возможных отказов генератора его выходное напряжение увеличивается относительно номинальных значений. Это результат функционирования регулятора напряжения, который старается компенсировать снижение энергетических возможностей генератора путем увеличения тока обмотки возбуждения. В ряде случаев это оказывает положительный эффект, в других – напряжение генератора принимает недопустимо высокие значения. Учитывая влияние уровня выходного напряжения на работоспособность потребителей, необходимо скорректировать алгоритм работы регулятора напряжения для предотвращения подобных ситуаций.

#### Список использованных источников

1. Chavez R. Instructional Automotive Charging System with Automatic Voltage Regulator and Integrated Circuits / International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2022. Vol. 12. pp. 82-91. 10.35940/ijeat.B3926.1212222.
2. Пузаков А.В. Исследование работы многофункциональных регуляторов напряжения автомобильных генераторов / А.В. Пузаков // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2016. – Т.4. № 5-4 (25-4). – С. 290-295.
3. Чернов А.Е. Многофункциональный регулятор напряжения для генераторных установок нового поколения большегрузных автомобилей и автобусов / А.Е. Чернов // Грузовик. – 2012. – № 3. – С. 6-7.
4. Пузаков А.В. Исследование напряжения автомобильного генератора при работе в составе системы электроснабжения / А.В. Пузаков, К.Е. Копылов // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, инновации: сборник материалов VI Международной научно-практической конференции. – Омск, 2021. – С. 119-124.
5. Горохов Д.А. Моделирование регулятора напряжения автомобильной генераторной установки / Д.А. Горохов // Электронный сетевой политематический журнал "Научные труды КубГТУ". – 2017. – № 3. – С. 57-62.
6. Филатов М.И. Обоснование параметров оценки технического состояния автомобильных генераторов на основе моделирования неисправностей / М.И. Филатов, А.В. Пузаков // Грузовик. – 2016. – № 1. – С. 25-29.

#### References

1. Chavez R. Instructional Automotive Charging System with Automatic Voltage Regulator and Integrated Circuits / International Journal of Engineering and Advanced Technology. 2022. Vol. 12. pp. 82-91. 10.35940/ijeat.B3926.1212222.
2. Puzakov, A.V. Investigation of the operation of multifunctional voltage regulators of automobile generators / A.V. Puzakov // Actual directions of scientific research of the XXI century: theory and practice. - 2016. - Т.4. № 5-4 (25-4). - С. 290-295.
3. Chernov, A.E. Multifunctional voltage regulator for the generator sets of a new generation of heavy-duty vehicles and buses / A.E. Chernov // Gruzovik. - 2012. - № 3. - С. 6-7.
4. Puzakov, A.V. Research of the automotive generator voltage when working as a part of the power supply system / A.V. Puzakov, K.E. Kopylov // Architectural, construction and road transport complexes: problems, prospects, innovations: proceedings of the VI International Scientific and Practical Conference. - Omsk, 2021. - С. 119-124.

5. Gorokhov, D.A. Modeling of the voltage regulator of the automotive generator set / D.A. Gorokhov // Electronic network polythematic journal "Scientific Works of KubGTU". - 2017. - № 3. - С. 57-62.

6. Filatov, M.I. Justification of the parameters of the automotive alternators technical state estimation based on the fault modeling / M.I. Filatov, A.V. Puzakov // Gruzovik. - 2016. - № 1. - С. 25-29.

## AUTOMOTIVE ALTERNATOR FAULT MODELING

Puzakov A.V.

Orenburg state university, Orenburg

Annotation. During the operation of an electrical power system, faults inevitably occur that result in a decrease in the output voltage level. The voltage regulator prevents the regular voltage drop by regulating the current strength of the field winding. The character of alternator output voltage changes at modeling of open circuit of power and additional rectifier diodes, as well as at modeling of phase failure and stator winding phase shorts is established. The output voltage level in most cases exceeds the voltage of a serviceable alternator. In some cases, it has a positive effect, in other cases the alternator voltage takes unacceptably high values. Considering the impact of the output voltage level on the performance of consumers and the battery, it is necessary to adjust the algorithm of the voltage regulator to prevent such situations.

Key words: automotive alternator, short circuits, fault modeling, open circuits, voltage regulator

УДК 620.168.36

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ И ВАРИАТОРНЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

**Разговоров К.И.**

АНО «Межрегиональная судебная-экспертная служба», г. Москва.

Аннотация. Рассмотрены основные причины отказов и неисправностей гидромеханических и вариаторных коробок передач по результатам исследований в рамках независимых автотехнических экспертиз. Представлены основные виды их дефектов в эксплуатации легковых автомобилей. Исследование проводилось с учетом реальных пробегов при эксплуатации в Московском регионе. Обследовались дефекты различных типов коробок передач, дан сравнительный анализ их эксплуатационной надежности. Полученные данные позволили распределить основные отказы и неисправности трансмиссий по их характеру, виду проявления дефекта и пробегу автомобилей.

Ключевые слова: гидромеханические и вариаторные коробки передач, мониторинг причин отказов и неисправностей, сравнительный анализ, автотехническая экспертиза, эксплуатация автотранспортных средств, виды дефектов.

За последние годы автоматические трансмиссии легковых автомобилей прошли не один виток модернизации их конструкций. Популярными конструкциями стали гидромеханические и вариаторные типы коробок передач. На основании изучения вопроса о причинах их отказов автором статьи были получены и обработаны статистические данные в результате выполнения таких экспертиз в 2014-2024 гг. в Московском регионе с использованием сайта <http://avtoekspertiza.msk.ru>.

Рассмотрим основные особенности их эксплуатации в г. Москве и московской области.

### **Гидромеханические коробки.**

Гидромеханические конструкции автоматических коробок переменных передач (АКПП) начали массово применяться в 60-е на дорогах и тяжелых лимузинах и автомобилях представительского класса. Согласно принятой инженерной терминологии, «автоматической коробкой передач» именуется только планетарная часть узла, непосредственно осуществляющая переключение передач, которая вместе с гидротрансформатором (ГТР) образует автоматическую передачу. Также в отечественной литературе, для обозначения данного трансмиссионного агрегата используется термин гидромеханическая передача (ГМП) — например, применительно к автомобилям «Чайка» и автобусам ЛиАЗ-677, такое название отражает способность к автоматизированному переключению передач, а также конструктивную особенность — сочетание гидравлических и механических элементов. За долгие годы эволюции ГМП АКПП количество передач увеличилось с 4-х до 8-ми за счет применения двух пар планетарных передач. Применение информационных технологий и электроники в конструкциях АКПП преобразовали ее в очень сложный электро-гидро-механический узел. Следует отметить, что процесс совершенствования АКПП не уменьшает количество проблем в их эксплуатации.

На основании изучения вопроса об эксплуатационной надежности ГМП АКПП автором статьи установлено, что причинами отказов и неисправностей могут быть производственные дефекты, нарушение технологии ремонта и правил эксплуатации. Типичные причины отказов и неисправностей ГМП АКПП в российских условиях эксплуатации представлены в табл. 1. К основным причинам возникновения неисправностей ГМП АКПП следует отнести низкий уровень масла, а также отсутствие четких указаний по регламентной его замене.

Слишком низкий уровень масла в АКПП опасен тем, что насос вместе с маслом начинает захватывать воздух. В результате образуется воздушно-масляная «эмульсия», которая хорошо сжимается и имеет низкую теплоемкость и теплопроводность. Масло теряет важнейшие из своих свойств

и становится сжимаемым. Следствием этого является снижение давления в гидравлической системе управления, возникают сбои в ее работе, уменьшается отвод тепла из АКПП, ухудшается смазка трущихся элементов. Наступает преждевременный и агрессивный износ деталей АКПП, низкое давление масла препятствует полному сжатию дисков фрикционов. Результат тот же — пробуксовка дисков относительно друг друга и их сгорание. Продукты износа попадают и засоряют блок клапанов и ГТР.

В практике ремонта и эксплуатации АКПП [2,3] имеют место различные случаи возникновения дефектов. Так в автомобиле «Фольксваген Туарег» произошла утечка жидкости через трубку масляной магистрали, которая имеет трещину.

АКПП данного автомобиля подверглось агрессивному износу и температурному перегреву. Фрикционные диски АКПП имеют следы температурного перегрева и износа (рисунок 1).



Рисунок 1 – Фото термического износа и перегрева фрикционных дисков

Пакет фрикционов состоит из частей, показанных на рисунке 1. Входной крутящий момент передаётся с барабана на ведущие диски. Ведомые диски поддерживаются втулкой, которая передаёт выходной крутящий момент. Поршень приводится в действие давлением масла. Двигаясь под давлением масла, поршень посредством конического диска плотно прижимает ведущие диски пакета к ведомым. Заставляя их вращаться как единое целое и осуществляя передачу крутящего момента от барабана к втулке. Как только давление масла падает, поршень перемещается влево, ведущие и ведомые диски разжимаются, крутящий момент через пакет больше не передаётся.

Недостаточная смазка привела к задирам втулки суппорта насоса (рисунок 2). Многие детали при недостаточном изучении их дефектов не были тщательно исследованы и продефектованы (таблица 1). Так в случае с автомобилем «Рено Сценик» многие дефектные детали были обратно установлены в АКПП, что привело к повторному ее отказу и заклиниванию через 50 км пробега.





Рисунок 2 – Фото задиров на втулке насоса

Так и в случае с автомобилем «Ауди Q7», преждевременный износ деталей ГТР произошел из-за отсутствия плановой замены масла и контроля его необходимого уровня.

Анализируя дефекты деталей АКПП можно заключить, что природа их возникновения очевидна из-за проблем с давлением масла и как следствие – пробуксовка, износ, перегрев и заклинивание ее деталей. Это и явилось основной причиной неисправностей ГМП АКПП.

В результате исследования причин отказов ГМП АКПП были выявлены три основных типичных типа их отказов: производственный дефект; нарушение технологии ремонта; несоблюдение правил эксплуатации.

### **Вариаторы.**

Вариаторная коробка передач относится к классу бесступенчатых трансмиссий. Такими коробками автомобили стали комплектоваться относительно недавно. Вариатор «Jatco» - конструктивно сложный узел, который требует бережного использования и своевременного обслуживания.

Вариатор включает в себя следующие элементы: сам вариатор; механизм сцепления; устройство для активации задней скорости; управляющий модуль.

В АТС работа вариаторной коробки передач контролируется системой управления, которая предназначена для выполнения функций: управление сцеплением, определение момента для разделения вариатора от силового агрегата; контроль функционирования планетарного устройства; изменение передаточного числа между валами трансмиссии; обеспечение работы реверсивного устройства для активации задней передачи.

Принцип работы вариаторной системы основан на одновременном изменении диаметров ведущего и ведомого шкивов. Размеры этих элементов меняются посредством воздействия специального привода. В момент, когда автомобиль стоит на месте, ведущий вал имеет маленький диаметр, а ведомый — большой. В результате начала движения и увеличения оборотов силового агрегата размеры элементов меняются. В итоге диаметр ведущего

вала возрастает, а ведомого — снижается. На управляющий модуль системы трансмиссии подаются данные от различных контроллеров. Работа этого устройства связана с параметрами оборотов силового агрегата, величиной давления в шинах, функционированием антипробуксовочной системы ABS и т.д. Данные, поступающие на центральный процессор, фильтруются. Поэтому управляющий модуль автоматически настраивает работу вариатора на определенное передаточное число.

Модель «Jatco» имеет широкую популярность. На сегодняшний день именно этими вариаторами оснащаются автомобили таких марок, как Nissan, Citroen, Suzuki, Renault и Mitsubishi.

ГТР представляет собой гидравлическую муфту, обладающую способностью усиления (трансформации) крутящего момента в некоторых диапазонах работы. В частности, усиление крутящего момента происходит при трогании АТС с места. Помимо турбинного и насосного колёс и колеса реактора в гидротрансформаторе имеется также муфта блокировки.

Во всех ГТР применяются оптимизированные демпферы крутильных колебаний. Благодаря этому трансмиссия лучше изолируется от крутильных колебаний ДВС.

У АТС с ДВС привод ГТР осуществляется непосредственно от ДВС. Соединение с различными ДВС осуществляется через три пластины, жёстко установленные через  $120^\circ$  по периметру ГТР. В зависимости от исполнения ДВС, эти пластины соединяются с фланцем вала двигателя 3 или 6 болтами.

Муфта блокировки ГТР представляет собой дисковую масляную фрикционную муфту с гидравлическим управлением, которая жёстко соединяет между собой насосное и турбинное колёса, так что ГТР начинает работать без проскальзывания. Момент включения муфты зависит от режима движения АТС, на АТС с ДВС это происходит при оборотах не менее 1000 об/мин.

При исследовании деталей вариаторов [4,5,6] было установлено:

- Повреждения ремня вариаторов, следы износа и разрушения (рисунок 3);

Ремонт таких коробок передач нельзя назвать слишком сложным. Типичной проблемой поломок является растягивание металлического ремня, что приводит к пробуксовке вариатора и невозможности ее нормальной эксплуатации. Ремень держится на клеммах, которые со временем тоже стираются. Единственно правильное решение в данном случае — это замена старого ремня на новый. При необходимости осуществляется и замена клемм.

- Износ конической пары (рисунок 4);
- заедание редукционного клапана насоса.



Рисунок 3 – Фото повреждения ремня вариатора



Рисунок 4 – Фото износа конической пары

Анализируя дефекты деталей вариаторов можно заключить, что природа их возникновения очевидна из-за износа и растяжения ремня и как следствие - пробуксовки его в конусной паре. Основной причиной неисправности вариаторов явились тяжелые режимы эксплуатации в Московском регионе, вызванных перегревами в автомобильных заторах.

Таблица 1 – Анализ данных по отказам и неисправностям ГМП и вариаторов

| № п/п | Тип трансмиссии   | Средний пробег до отказа, км. | Обнаруженные неисправности  | Причина   |
|-------|-------------------|-------------------------------|---|---|
| 1     | Гидромеханическая | 181390                        | Износ фрикционных дисков, трещина трубки масляной магистрали охлаждения. Трещины на поверхности крепления шпилек ГТР, разрушение масляного насоса, износ накладки тормозной ленты 1-2 передачи, следы износа на тормозном барабане 1-2 передачи, заклинил вал сателлитов дифференциала, | Нарушение давления в системе. Нарушение технологии ремонта (отсутствие надлежащей дефектовки и уточнение полного объема |

|   |          |        |   |  |
|---|----------|--------|---|--|
|   |          |        | неисправность мехатроника.<br>Износ втулки суппорта<br>насоса, деталей<br>гидротрансформатора,<br>(муфты, фрикционной<br>накладки, насосного и<br>турбинного колес) | ремонтных работ)   |
| 2 | Вариатор | 185051 | Повреждение ремня<br>вариатора, износ конической<br>пары, заклинивание<br>редукционного клапана<br>насоса, разрушение<br>подшипника первичного вала                 | Нарушение<br>давления в<br>системе,<br>пробуксовка<br>ремня в конусной<br>паре |

В результате анализа статистических данных в процессе эксплуатации об отказах и неисправностях исследуемых трансмиссий, представленных в табл. 1, можно заключить, что гидромеханические и вариаторный коробки передач практически вырабатывают свой ресурс рекомендуемый производителем в 200000 км. Следовательно, данные узлы и их конструктивные особенности можно в целом считать достаточно надежными в эксплуатации.

#### Список использованных источников

1. Федеральный закон от 31.05.2001 № 73-ФЗ «О государственной судебно-экспертной деятельности в Российской Федерации».
2. Разговоров К.И. Оценка эксплуатационной надежности роботизированных трансмиссий, применяемых на современных автотранспортных средствах/ Актуальные проблемы эксплуатации автотранспортных средств: Материалы XVI Международной научно-практической конференции. Владимир, 2014.- С.96-103.
3. Разговоров К.И. Исследование причин отказов и неисправностей гидромеханических трансмиссий легковых автомобилей. Новые материалы и технологии в машиностроении/ под общей редакцией Е.А. Панфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 25 – Брянск: БГИТУ, 2017.
4. Разговоров К.И. Исследование причин отказов и неисправностей вариаторных коробок передач легковых автомобилей. Новые материалы и технологии в машиностроении/ под общей редакцией Е.А. Панфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 29 – Брянск: БГИТУ, 2019 - С.129-131.
5. Разговоров К.И. Автотехническая экспертиза. Учебное пособие. Москва. Вологда. Инфра-Инженерия. 2021, С. 260.
6. Разговоров К.И. Анализ выполненных экспертиз технического состояния систем, узлов и агрегатов автотранспортных средств. Новые материалы и технологии в машиностроении/ под общей редакцией Е.А. Панфилова. Сборник научных трудов. Выпуск 33 – Брянск: БГИТУ, 2021 – С.81-83.

## References

1. Federal Law No. 73-FZ of May 31, 2001 “On state forensic activity in the Russian Federation.”
2. Razgovorov K.I. Evaluation of operational reliability of robotic transmissions used in modern motor vehicles / Current problems of motor vehicle operation: Proceedings of the XVI International scientific and practical conference. Vladimir, 2014. - P.96-103.
3. Razgovorov K.I. Research of the causes of failures and malfunctions of hydromechanical transmissions of passenger cars. New materials and technologies in mechanical engineering / edited by E.A. Panfilov. Collection of scientific papers. Issue 25 - Bryansk: BGITU, 2017.
4. Razgovorov K.I. Study of the causes of failures and malfunctions of continuously variable transmissions of passenger cars. New materials and technologies in mechanical engineering / edited by E.A. Panfilov. Collection of scientific papers. Issue 29 - Bryansk: BGITU, 2019 - P.129-131.
5. Razgovorov K.I.. Automotive technical examination. Tutorial. Moscow. Vologda. Infra-Engineering. 2021, pp. 260.
6. Razgovorov K.I.. Analysis of completed examinations of the technical condition of systems, components and assemblies of vehicles. New materials and technologies in mechanical engineering / under the general editorship of E.A. Panfilova. Collection of scientific papers. Issue 33 – Bryansk: BGITU, 2021 – P.81-83.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF OPERATIONAL RELIABILITY OF CVT AND HYDROMECHANICAL GEARBOXES PASSENGER CARS

Razgovorov K.I.

Annotation. The article considers the main causes of failures and malfunctions of hydromechanical and continuously variable transmissions based on the results of studies within the framework of independent automotive technical expertise. The main types of their defects in the operation of passenger cars are presented. The study was conducted taking into account real mileage during operation in the Moscow region. Defects of various types of gearboxes were examined, a comparative analysis of their operational reliability was given. The obtained data made it possible to distribute the main failures and malfunctions of transmissions by their nature, type of defect manifestation and mileage of cars.

Keywords: hydromechanical and continuously variable transmissions, monitoring the causes of failures and malfunctions, comparative analysis, automotive technical expertise, operation of vehicles, types of defects.

## **АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОЦЕНКУ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВТОСЕРВИСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДА ОРЕНБУРГА**

**Рассоха В.И., Хасанов И.Х., Аиткужин И.Р., Васильев Н.П.**  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

**Аннотация.** Анализ факторов, влияющих на оценку конкурентоспособности автосервисных предприятий показал, что наиболее значимыми являются следующие: качество диагностирования, технического обслуживания и ремонта автомобилей; срок исполнения услуг и доставки запчастей на заказ; уровень цен на автосервисные услуги; квалификация и профессионализм специалистов и персонала; современное оборудование и технологическая оснастка СТО; уровень технологии управления запасами и качество запчастей; уровень организации и технологии обслуживания клиентов; ассортимент услуг и запчастей в наличии. Данные факторы в дальнейшем будут использованы в методике оценки конкурентоспособности автосервисных предприятий города Оренбурга с целью выявления наиболее престижных станций технического обслуживания легковых автомобилей и востребованных производственных участков и цехов для клиентов предприятий автомобильного транспорта.

**Ключевые слова:** оценка конкурентоспособности, станция технического обслуживания автомобилей, автосервисное предприятие, факторы ранжирования.

В настоящее время при выборе автосервисного предприятия клиент отдаёт предпочтение станции технического обслуживания, которая отвечает его определённым требованиям и запросам [1, 3-5]. Так как современный рынок автосервисных услуг изобилует наличием различных организационных структур и форм собственности, то следует уделить особое внимание их конкурентоспособности [2]. Основные показатели конкурентоспособности продукции автомобильной отрасли изображены на рисунке 1.



Рисунок 1 – Основные показатели конкурентоспособности продукции автомобильной отрасли [6]

В данной научной работе основной акцент был направлен на проведение априорного ранжирования факторов [7-8], оценивающих конкурентоспособность предприятий автомобильного сервиса. Для этого был проведен экспертный опрос с распределением рангов от 1 до 10 по указанным 15 факторам влияния на оценку конкурентоспособности станций технического обслуживания автомобилей. В качестве экспертов выступали 10 специалистов автосервисных предприятий города Оренбурга.

Расчёт основных показателей производился в программе Excel с соблюдением необходимых требований к априорному ранжированию (коэффициент конкордации  $W = 0,523$ , и  $\chi^2 > 14,1$ ). В таблице 1 представлены результаты априорного ранжирования факторов.

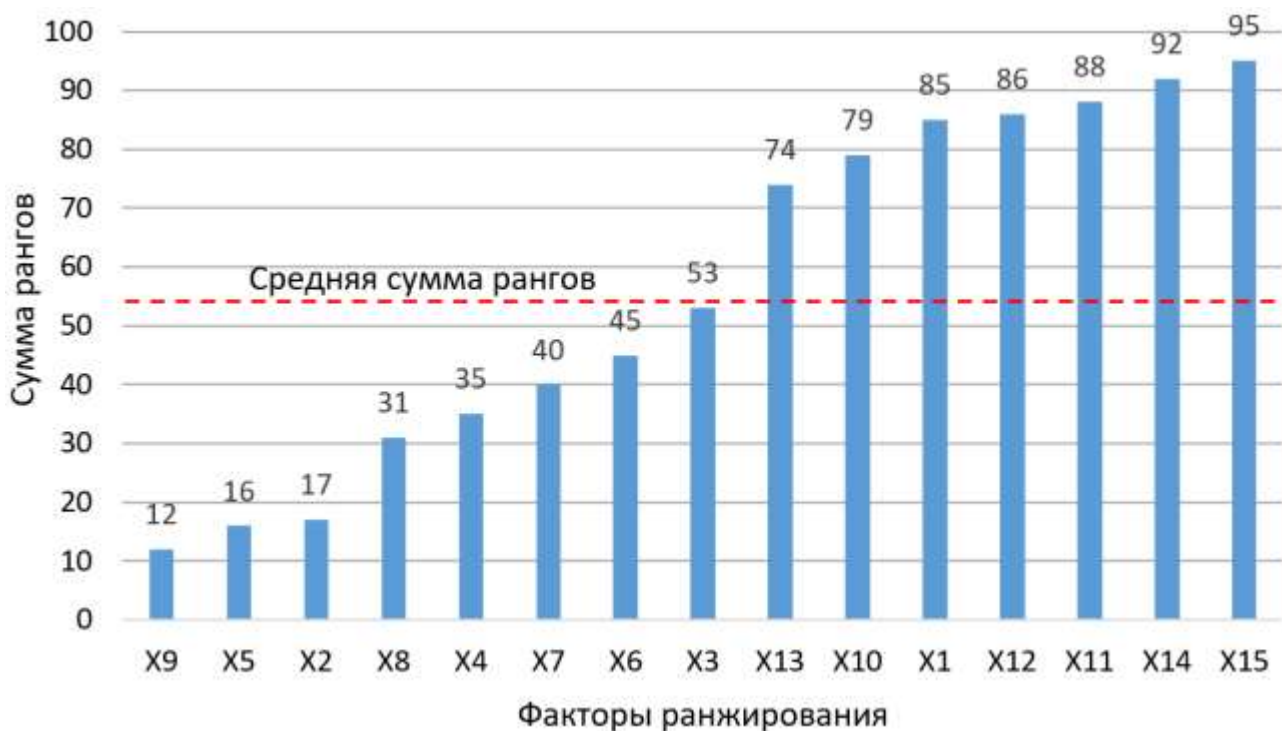
Таблица 1 – Результаты априорного ранжирования факторов

| Параметры   | Сумма рангов<br>$\sum_{j=1}^m a_{ij}$ | Отклонение $\Delta_i$ суммы рангов от средней суммы рангов | Квадраты отклонений, $\Delta_i^2$ | Вес фактора | Место |
|---|---------------------------------------|--|-----------------------------------|-------------|-------|
| Месторасположение СТО ( $X_1$ )                                   | 85                                    | 28   | 748                               | 0,042       | 11    |
| Уровень цен на автосервисные услуги ( $X_2$ )                     | 17                                    | -40  | 1600                              | 0,108       | 3     |
| Ассортимент услуг и запчастей в наличии ( $X_3$ )                 | 53                                    | -4   | 16                                | 0,067       | 8     |
| Современное оборудование и технологическая оснастка СТО ( $X_4$ ) | 35                                    | -22  | 484                               | 0,092       | 5     |

|   |     |     |       |       |    |
|---|-----|-----|-------|-------|----|
| Срок исполнения услуг и доставки запчастей на заказ ( $X_5$ )                           | 16  | -41 | 1681  | 0,117 | 2  |
| Уровень организации и технологии обслуживания клиентов ( $X_6$ )                        | 45  | -12 | 144   | 0,075 | 7  |
| Уровень технологии управления запасами и качество запчастей ( $X_7$ )                   | 40  | -17 | 289   | 0,083 | 6  |
| Квалификация и профессионализм специалистов и персонала ( $X_8$ )                       | 31  | -26 | 676   | 0,1   | 4  |
| Качество диагностирования, технического обслуживания и ремонта автомобилей ( $X_9$ )    | 12  | -45 | 1025  | 0,125 | 1  |
| Имидж, известность СТО и стабильное положение на рынке автосервисных услуг ( $X_{10}$ ) | 79  | 22  | 484   | 0,05  | 10 |
| Режим работы предприятия ( $X_{11}$ )   | 88  | 31  | 961   | 0,025 | 13 |
| Правовая защита клиентов и реакция со стороны СТО на претензии ( $X_{12}$ )             | 86  | 29  | 841   | 0,033 | 12 |
| Уровень производственно-технической базы СТО ( $X_{13}$ )                               | 74  | 17  | 289   | 0,058 | 9  |
| Длительность работы на рынке автосервисных услуг ( $X_{14}$ )                           | 92  | 54  | 2916  | 0,017 | 14 |
| Наличие рекламы ( $X_{15}$ )  | 95  | 38  | 1444  | 0,008 | 15 |
| Итого   | 848 | -   | 14634 | 1,0   | -  |

Исходя из полученных результатов была построена априорная диаграмма рангов, изображенная на рисунке 2. Данная диаграмма позволила выявить наиболее значимые факторы, влияющие на оценку конкурентоспособности (факторы:  $X_9$ ,  $X_5$ ,  $X_2$ ,  $X_8$ ,  $X_4$ ,  $X_7$ ,  $X_6$ ,  $X_3$ ) автосервисного предприятия.





$X_1$  – месторасположение СТО;  $X_2$  – уровень цен на автосервисные услуги;  $X_3$  – ассортимент услуг и запчастей в наличии;  $X_4$  – современное оборудование и технологическая оснастка СТО;  $X_5$  – срок исполнения услуг и доставки запчастей на заказ;  $X_6$  – уровень организации и технологии обслуживания клиентов;  $X_7$  – уровень технологии управления запасами и качество запчастей;  $X_8$  – квалификация и профессионализм специалистов и персонала;  $X_9$  – качество диагностирования, технического обслуживания и ремонта автомобилей;  $X_{10}$  – имидж, известность СТО и стабильное положение на рынке автосервисных услуг;  $X_{11}$  – режим работы предприятия;  $X_{12}$  – правовая защита клиентов и реакция со стороны СТО на претензии;  $X_{13}$  – уровень производственно-технической базы СТО;  $X_{14}$  – длительность работы на рынке автосервисных услуг;  $X_{15}$  – наличие рекламы

Рисунок 2 – Априорная диаграмма рангов

Анализ факторов, влияющих на оценку конкурентоспособности автосервисных предприятий показал, что наиболее значимыми являются следующие:  $X_9$  – качество диагностирования, технического обслуживания и ремонта автомобилей;  $X_5$  – срок исполнения услуг и доставки запчастей на заказ;  $X_2$  – уровень цен на автосервисные услуги;  $X_8$  – квалификация и профессионализм специалистов и персонала;  $X_4$  – современное оборудование и технологическая оснастка СТО;  $X_7$  – уровень технологии управления запасами и качество запчастей;  $X_6$  – уровень организации и технологии обслуживания клиентов;  $X_3$  – ассортимент услуг и запчастей в наличии.

Выявленные значимые факторы в дальнейшем будут использованы в методике оценки конкурентоспособности автосервисных предприятий города Оренбурга с целью выявления наиболее престижных станций технического обслуживания легковых автомобилей и востребованных производственных участков и цехов для клиентов предприятий автомобильного транспорта.

## Список использованных источников

1 Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей: учебник для студентов высших учебных заведений / [И.Э. Грибут и др.]; под ред. В.С. Шуплякова, Ю. П. Свириденко. - Москва: Альфа-М: ИНФРА-М, 2009. - 476 с. ISBN 978-5-98281-131-8

2 Критерии оценки конкурентоспособности предприятий автосервиса. Режим доступа: <https://studfile.net/preview/8850218/page:3/> – (дата обращения: 12.11.2024).

3 Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник для вузов. – М.: Наука, 2004. - 535 с.

4 Малкин, В.С. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: теоретические и практические аспекты: учеб. пособие для вузов / В.С. Малкин. - М.: Академия, 2007. - 288 с.

5 Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей [Текст]: учеб. пособие / В. М. Виноградов [и др.]. - М.: Академия, 2009. - 256 с.

6 Повышение конкурентоспособности продукции на основе эффективного сервисного обслуживания (на примере ЗАО «Полад-Авто»). Режим доступа: <https://easyschool.works/file/187> – (дата обращения: 13.11.2024).

7 Хасанов, И.Х. Анализ способов защиты лакокрасочного покрытия, восстановленного после ремонта кузова легкового автомобиля [Электронный ресурс] / И.Х. Хасанов, В.И. Рассоха, Д.Г. Неволин // Интеллект. Инновации. Инвестиции, 2019. - № 8. - С. 145-152. - 8 с.

8 Khasanov, I. The study on the factors influencing the quality of paint and varnish coating when repairing the car body [Электронный ресурс] / I. Khasanov, V. Rassokha, O. Kabanova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019. - Vol. 632, Iss. 1: proceedings of the International Conference on Innovations in Automotive and Aerospace Engineering, ICI2AE 2019, 27 May - 1 June 2019, Irkutsk, Russian Federation / Irkutsk National Research Technical University. - Electronic data. - 9 с.

## References

1 Car service: car service stations: textbook for students of higher educational institutions / [I.E. Gribut et al.]; edited by V.S. Shuplyakova, Yu. P. Sviridenko. - Moscow: Alfa-M: INFRA-M, 2009. - 476 p. ISBN 978-5-98281-131-8

2 Criteria for assessing the competitiveness of car service enterprises. Access mode: <https://studfile.net/preview/8850218/page:3/> – (date of application: 12.11.2024).

3 Kuznetsov, E.S. Technical operation of cars. Textbook for universities. – М.: Nauka, 2004. - 535 p.

4 Malkin, V.S. Technical operation of cars [Text]: theoretical and practical aspects: textbook. handbook for universities / V.S. Malkin. - М.: Academy, 2007. - 288 p.

5 Organization of production, maintenance and routine repair of cars [Text]: textbook. the manual / V. M. Vinogradov [et al.]. - M.: Academy, 2009. - 256 p.

6 Improving the competitiveness of products based on effective service (using the example of CJSC Polad-Avto). Access mode: <https://easyschool.works/file/187> – (date of application: 11/13/2024).

7 Khasanov, I.Kh. Analysis of methods for protecting paintwork restored after repair of a passenger car body [Electronic resource] / I.Kh. Khasanov, V.I. Rassokha, D.G. Nevolin // Intellect. Innovations. Investments, 2019. - No. 8. - P. 145-152. - 8 p.

8 Khasanov, I. The study on the factors influencing the quality of paint and varnish coating when repairing the car body [Электронный ресурс] / I. Khasanov, V. Rassokha, O. Kabanova // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2019. - Vol. 632, Iss. 1: proceedings of the International Conference on Innovations in Automotive and Aerospace Engineering, ICI2AE 2019, 27 May - 1 June 2019, Irkutsk, Russian Federation / Irkutsk National Research Technical University. - Electronic data. - 9 c.

## ANALYSIS OF FACTORS INFLUENCING THE ASSESSMENT OF COMPETITIVENESS OF CAR SERVICE COMPANIES IN ORENBURG

Rassokha V.I., Khasanov I.H., Aitkuzhin I.R., Vasiliev N.P.

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Orenburg State University», Orenburg

Annotation. The analysis of the factors influencing the assessment of the competitiveness of car service enterprises showed that the following are the most significant: the quality of diagnosis, maintenance and repair of cars; the term of performance of services and delivery of spare parts to order; the price level for car service services; qualification and professionalism of specialists and staff; modern equipment and technological equipment of service stations; the level of technology of inventory management and the quality of spare parts; the level of organization and technology of customer service; the range of services and spare parts available. In the future, these factors will be used in the methodology for assessing the competitiveness of car service enterprises in the city of Orenburg in order to identify the most prestigious passenger car service stations and in-demand production sites and workshops for customers of automobile transport enterprises.

Keywords: competitiveness assessment, car service station, car service company, ranking factors.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Рассоха В.И., Хасанов И.Х., Файзуллин М.М., Пилюгин А.М.**  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. В качестве мероприятий по совершенствованию процесса периодического технического осмотра легковых автомобилей с использованием тепловизора предлагается дополнительно производить контроль технического состояния следующих систем транспортных средств, влияющих на безопасность дорожного движения: подогрев переднего и заднего ветрового стекла, катализатор и герметичность выхлопной системы, электрическая проводка, электроцепи и электрооборудование, ступичный подшипник и амортизаторы ходовой части, система охлаждения, тормозные колодки, суппорты, диски.

Ключевые слова: периодический технический осмотр, безопасность транспортного средства, контроль технического состояния, диагностирование.

В последние годы отечественный транспортный комплекс характеризуется стабильным увеличением количества эксплуатируемых автотранспортных средств. При этом свыше 80 % автомобильного парка страны составляют легковые автотранспортные средства [1]. Эта тенденция характерна и для Оренбургской области о чём свидетельствуют данные, представленные в таблице 1.

С ростом числа автомобилей, увеличивается и вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий. Анализ аварийности транспортных средств, связанных с их технической неисправностью, выявил, что количество таких видов ДТП составляет 4,1% [2]. Среди основных причин возникновения ДТП на долю технической неисправности тормозной системы приходится в среднем 40 % [3].

Таблица 1 – Распределение транспортных средств в Оренбургской области [1]

| Показатель                                 | 2020 г. | 2021 г. | 2022 г. | 2023 г. |
|--|---------|---------|---------|---------|
| Легковые автомобили, ед.                   | 790226  | 798508  | 821489  | 856471  |
| Грузовые автомобили, ед.                   | 132752  | 132143  | 134558  | 138392  |
| Автобусы, ед.                              | 16952   | 16315   | 16590   | 17042   |
| Мототранспорт, ед.                         | 17375   | 17389   | 17761   | 18283   |
| Общее количество транспортных средств, ед. | 957305  | 964355  | 990398  | 1030188 |

Для обеспечения безопасности дорожного движения все транспортные средства подвергаются периодическому техническому осмотру, где контролируются узлы, системы и агрегаты автомобиля, представленные на рисунке 1. К ним относятся приборы системы питания, тормозная система, внешние световые приборы, ходовая часть и прочие элементы конструкции. Для техосмотра легковых автомобилей применяют средства технического диагностирования, такие как: тормозные стенды, мотор-тестеры, газоанализаторы и дымомеры и другие приборы и устройства [4, 5].

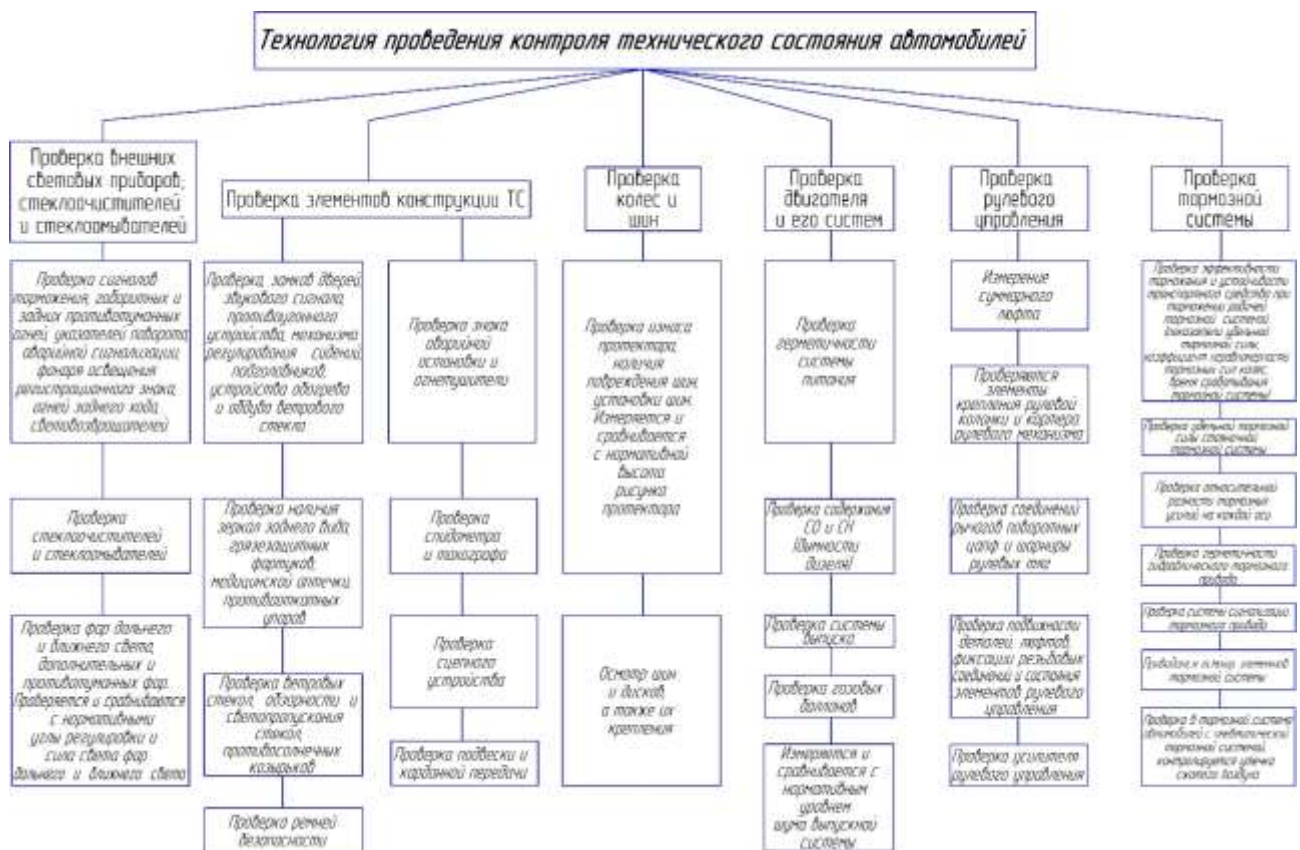


Рисунок 1 – Схема проведения работ по контролю технического состояния легковых автотранспортных средств при техосмотре

В качестве совершенствования мероприятий при проведении техосмотра легковых автомобилей в работе предлагается использование тепловизора. Предпосылкой применения данного прибора послужил опыт его применения в других сферах народного хозяйства, показанных на рисунке 2. Основное применение термографическое обследование получило в строительной и коммунальной сферах обслуживания населения, а также в энергосетях при контроле нагрева контактов, сетей и электромашин.

Сущность работы прибора заключается том, что он отображает невидимый человеческому глазу тепловой фон инфракрасного излучения объекта исследования и определяет численное значение температуры на поверхности. Для проведения контроля технического состояния легкового

автомобиля при проведении периодического техосмотра необходимо выполнение ряда условий:

- наличие теплопроводного исследуемого участка;
- наличие точного представления о конструктивных особенностях легковых транспортных средств;
- наличие данных об изменении температурного фона исследуемых объектов;
- желательное наличие эталонной детали для настройки чувствительности и глубины исследования;
- наличие обученного персонала для анализа полученных результатов.

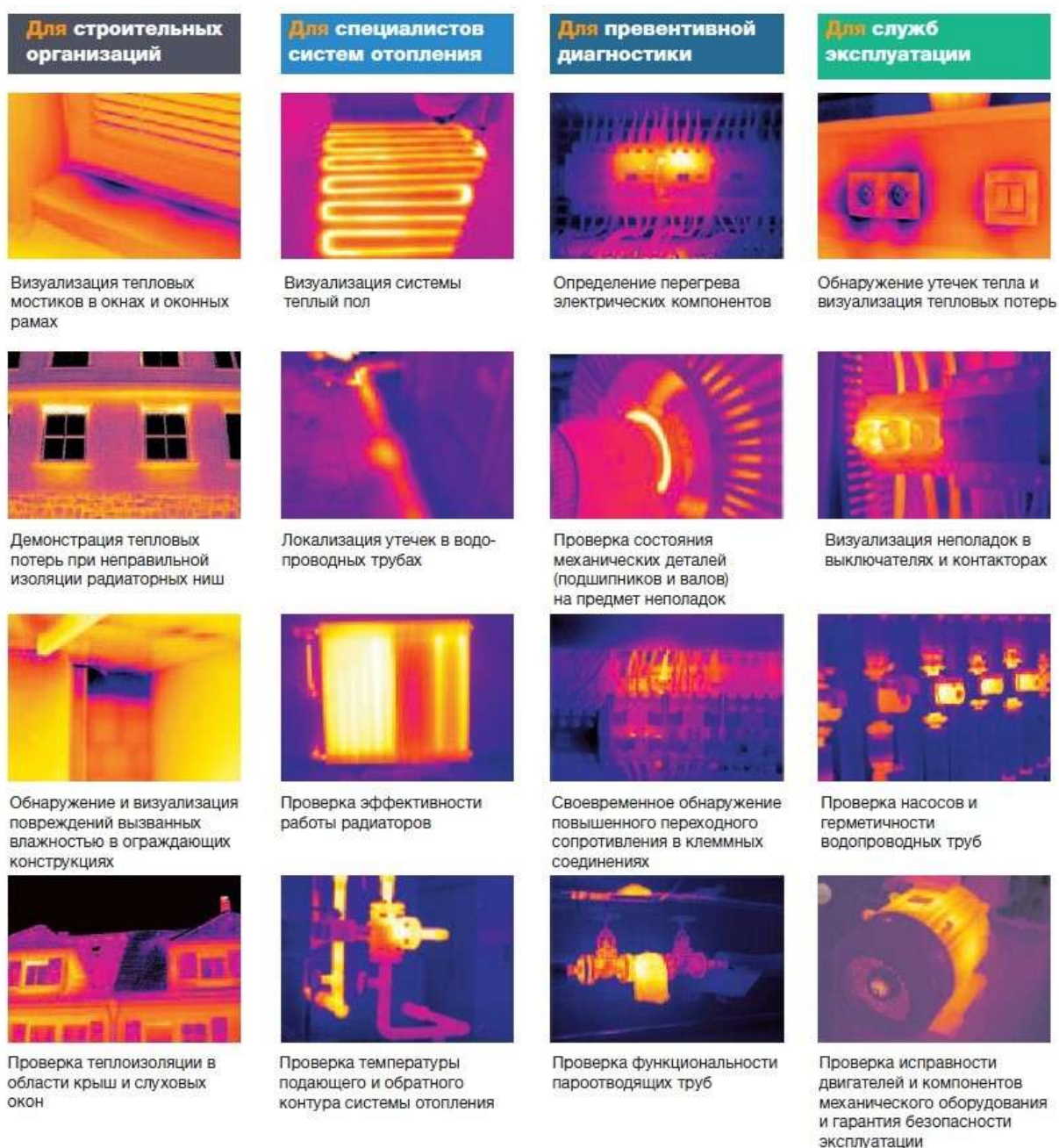


Рисунок 2 – Сферы применения тепловизора в народном хозяйстве

В качестве разработки мероприятий по совершенствованию процесса техосмотра легковых автомобилей с использованием тепловизора (рисунок 3) предлагается дополнительно производить контроль технического состояния следующих систем легкового автомобиля, влияющих на безопасность дорожного движения:

- 1) Подогрев переднего и заднего ветрового стекла.
- 2) Катализатор и герметичность выхлопной системы автомобиля.
- 3) Электропроводка, электроцепи и электрооборудование автомобиля.
- 4) Ступичный подшипник и амортизаторы ходовой части автомобиля.
- 5) Система охлаждения автомобиля.
- 6) Тормозные колодки, суппорты, диски.



Рисунок 3 – Общий вид тепловизора (FLIR E8-XT)

На следующем этапе исследования были проанализированы нормируемые параметры технического состояния легковых автотранспортных средств при периодическом техническом осмотре [3]. Основные контролируемые параметры и их нормативные значения представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Контролируемые параметры технического состояния легковых автомобилей при проведении периодического технического осмотра

| Системы и конструктивные элементы ТС | Контролируемый параметр  | Диапазон измерения  |
|--------------------------------------|--|---|
| Рабочая тормозная система            | - тормозные силы;<br>- усилие на органе управления;<br>- время срабатывания тормозной системы;<br>- тормозной путь | не менее 0,53 т<br>490 Н<br>не более 0,6 с<br>не более 15,8 м |

|                              |   |   |
|------------------------------|---|---|
| Рулевое управление           | - суммарный люфт в рулевом управлении;<br>- усилие на рулевом колесе с усилителем (без усилителя)   | не более 10°<br>не более 60 (200) Н                                   |
| Внешние световые приборы     | - наклон плоскости, содержащей светотеневую границу;<br>- горизонтальное отклонение оси светового пучка от оси отсчета;<br>- сила света всех фар на одной стороне;<br>- сила света в направлении оптической оси фары;<br>- частота проблесков | 30'...150'<br>до 5'<br>10000...225000 кд<br>800..950 кд<br>0,4...2 Гц |
| Стояночная тормозная система | - неподвижное состояние транспортного средства на поверхности с уклоном   | 23±1 %  |
| Колеса и шины                | - остаточная высота рисунка протектора, в т.ч.<br>- для зимних шин  | не менее 1,6 мм<br>не менее 4,0 мм                                    |
| Двигатель и его системы      | - содержание оксида углерода (СО);<br>- содержание углеводородов (СН);<br>- допустимый уровень шума выпускной системы двигателя   | 0,3...4,5 %<br>100...1200 млн <sup>-1</sup><br>не более 96 дБ         |
| Прочие элементы конструкции  | - светопропускание стекол;<br>- ремни безопасности;<br>- высота подголовника  | не менее 70 %<br>Ar4m<br>не менее 750 мм                              |

Результаты представленной научной работы позволят в дальнейшем скорректировать значения контролируемых параметров технического состояния легковых автомобилей при проведении периодического технического осмотра с целью обеспечения безопасности дорожного движения транспортных средств в Российской Федерации.

#### Список использованных источников

1 Профили безопасности дорожного движения субъектов Российской Федерации. Режим доступа: <https://нцбдд.мвд.рф/news/item/26433874> – (дата обращения: 13.11.2024).

2 Официальный сайт Госавтоинспекции. Режим доступа: <https://xn--80aebkobnwfcnsfk1e0h.xn--p1ai/> – (дата обращения: 14.11.2024).

3 Справочник по безопасности дорожного движения [Текст]: справ. пособие / Федер. дорож. агентство; М-во трансп. Рос. Федерации. - М.: РОСАВТОДОР, 2010. - 376 с.

4 О безопасности колесных транспортных средств: технический регламент Таможенного союза. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902174533> – (дата обращения: 15.11.2024).



5 СТО 61012862-001-2010. Станции контроля технического состояния автотранспортных средств. Общие требования. – Санкт-Петербург: Союз «Техэксперт», 2010. – 52 с.

6 СТО 61012862-002-2010. Техническая диагностика. Технологические процессы проведения проверки технического состояния транспортных средств при техническом осмотре. Основные положения. – Санкт-Петербург: Союз «Техэксперт», 2010. – 57 с.

#### References

1 Road safety profiles of the constituent entities of the Russian Federation. Access mode: <https://нцбдд.мвд.рф/news/item/26433874> – (date of access: 11/13/2024).

2 Official website of the State Traffic Safety Inspectorate. Access mode: <https://xn--80aebkobnwfncsfk1e0h.xn--p1ai/> – (date of access: 11/14/2024).

3 Road safety handbook [Text]: reference manual / Federal Road Agency; Ministry of Transport of the Russian Federation. - М.: ROSAVTODOR, 2010. - 376 p.

4 On the safety of wheeled vehicles: technical regulations of the Customs Union. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/902174533> – (date of access: 15.11.2024).

5 СТО 61012862-001-2010. Stations for monitoring the technical condition of motor vehicles. General requirements. – St. Petersburg: Soyuz TekhExpert, 2010. – 52 p.

6 СТО 61012862-002-2010. Technical diagnostics. Technological processes for checking the technical condition of vehicles during technical inspection. Basic provisions. – St. Petersburg: Soyuz TekhExpert, 2010. – 57 p.

#### IMPROVEMENT OF MEASURES DURING PERIODIC TECHNICAL INSPECTION OF MOTOR VEHICLES

Rassokha V.I., Khasanov I.H., Fayzullin M.M., Pilyugin A.M.  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Orenburg State University», Orenburg

Annotation. As measures to improve the process of periodic technical inspection of passenger cars using a thermal imager, it is proposed to additionally monitor the technical condition of the following vehicle systems that affect road safety: heating of the front and rear windscreens, catalyst and tightness of the exhaust system, electrical wiring, electrical circuits and electrical equipment, hub bearing and shock absorbers of the chassis, cooling system, brake pads, calipers, discs.

Keywords: periodic technical inspection, vehicle safety, technical condition monitoring, diagnostics.

## **ВЛИЯНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТРЕНАЖЁРОВ НА ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ СРЕДИ «МОЛОДЫХ» ВОДИТЕЛЕЙ**

**Саппа Н.Д., Попова И.П., Васильев В.И.**

Курганский Государственный Университет, г. Курган

Аннотация. В условиях роста плотности дорожного движения и частоты неожиданных ситуаций, требующих быстрого реагирования, существует потребность в эффективных методах подготовки водителей. Цель исследования заключается в оценке влияния интерактивных тренажёров на скорость реакции водителей и их способность принимать верные решения в неожиданных дорожных ситуациях. В эксперименте участвовали 100 водителей, разделённых на группы по стажу: новички, водители со средним опытом и опытные водители. В ходе трёхнедельных тренировок измерялись изменения в скорости реакции и уровне стресса. Результаты показали, что наиболее значительные улучшения наблюдались у новичков (сокращение времени реакции на 20%). Исследование подтверждает эффективность тренажёров для обучения водителей и снижению стресса, предлагая их внедрение в программы подготовки.

Ключевые слова: интерактивные тренажёры, время реакции, дорожные ситуации, обучение водителей, скорость реагирования, снижение стресса, безопасное вождение.

В условиях современного дорожного движения, где неожиданности на дороге могут возникнуть в любой момент, критически важно, чтобы водители не только быстро реагировали, но и принимали правильные решения. «молодые» водители зачастую оказываются не готовы к таким обстоятельствам, что приводит к ошибочным действиям и, как следствие, к аварийным ситуациям.

В контексте данного исследования «молодой водитель» — это водитель с опытом вождения не более 5 лет.

Существующие методы обучения в автошколах недостаточно развивают реакцию и навыки принятия решений в нестандартных дорожных ситуациях, что актуализирует необходимость использования интерактивных тренажёров.

Цель данного исследования заключается в оценке влияния интерактивных тренажёров на скорость реакции водителей и их способность принимать верные решения в неожиданных дорожных ситуациях. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: оценить скорость реакции водителей на появление неожиданного препятствия на дороге, измерить качество принятых решений в критических ситуациях и сравнить показатели до и после трёхнедельной тренировки на тренажёре.

Трёхнедельный период был выбран на основе того, что значительные улучшения происходят именно в первые недели тренировок; после этого периода прирост показателей стал минимальным.

Эксперимент основывался на разработанной интерактивной игре, моделирующей дорожные ситуации с неожиданными препятствиями, такими как внезапное появление пешеходов или автомобилей. В отличие от других симуляторов, данная игра включает более детальную проработку сценариев с неожиданными препятствиями и выбором оптимальных решений на дороге. Уровни были разработаны на основе тщательного анализа реальных дорожных инцидентов, что позволило создать ситуации, отражающие реальные проблемы, с которыми сталкиваются водители. Для этого был проведён обширный анализ статистики дорожно-транспортных происшествий, что дало возможность выявить наиболее распространённые причины аварий и трудности, с которыми сталкиваются водители различных категорий. Кроме того, для создания реалистичных и разнообразных игровых ситуаций было проведено несколько бесед с водителями различного уровня опыта. Эти беседы были организованы в формате интервью, что обеспечило глубокое понимание их взглядов на безопасность на дороге. В ходе общения участники делились своими впечатлениями о типичных и нетипичных ошибках, которые они совершали или наблюдали в прошлом, а также о реакциях на критические ситуации. Полученная информация позволила интегрировать в игру сценарии, направленные на отработку навыков предотвращения дорожно-транспортных происшествий, и учесть факторы, влияющие на принятие решений. Участникам предлагалось выполнить два типа заданий: реакция на внезапное препятствие, где измерялось время реакции до начала торможения или манёвра, и принятие правильного решения на дороге, где водители должны были выбрать наилучший манёвр для предотвращения столкновения или других инцидентов.

В исследовании приняли участие 100 человек с различным опытом вождения, которые проходили тестирование на тренажёре на протяжении трёх недель. Выбор размера выборки в 100 участников был основан на практических соображениях, связанных с доступностью ресурсов и необходимостью обеспечения достаточной репрезентативности. Это количество позволяет провести эксперимент в разумные сроки и без значительных затрат времени и средств. Учитывая ограниченные ресурсы, такие как время для проведения тестов и возможность привлечения участников, 100 человек стали оптимальным выбором, обеспечивая охват различных групп водителей с разным уровнем опыта. Данная выборка гарантирует достаточную разнообразность участников, что критически важно для обоснования результатов исследования. Кроме того, такой размер выборки позволяет эффективно анализировать данные и выявлять значимые различия в скорости реакции и принятии решений между группами, что соответствует основной цели данного исследования.

Время реакции и результаты теста на правильное принятие решений измерялись до начала тренировки, через одну неделю и по завершении трёх недель.

Результаты эксперимента показали значительные улучшения в обоих аспектах: скорости реакции и принятии верных решений. “молодые” (0–5 лет стаж вождения) продемонстрировали наиболее заметные изменения: среднее время реакции на неожиданное препятствие сократилось на 40%, а правильность принятых решений увеличилась на 30%. Водители со средним опытом (5–10 лет стаж вождения) улучшили свои показатели реакции на 25%, а уровень правильных решений повысился на 15%. У опытных водителей (10+ лет стаж вождения) улучшение было менее выраженным: реакция улучшилась на 5%, а принятие решений — на 10% (таблица 1).

Таблица 1 – Изменение времени реакции и качества решений водителей разных категорий после тренировки на интерактивном тренажёре

| Группа водителей | Время реакции до ср. (мс) | Время реакции после ср. (мс) | Улучшения( %) | Качество решения до ср. (%) | Качество решения после ср. (%) | Улучшения(%) |
|------------------|---------------------------|------------------------------|---------------|-----------------------------|--------------------------------|--------------|
| “Молодые”        | 1400                      | 910                          | 35%           | 60%                         | 85%                            | 25%          |
| Средний опыт     | 1350                      | 1012                         | 25%           | 75%                         | 90%                            | 15%          |
| Опытные          | 1500                      | 1425                         | 5%            | 60%                         | 70%                            | 10%          |

Данные исследования подтверждают гипотезу о том, что “молодые” водители чаще совершают ошибки при столкновении с неожиданными препятствиями на дороге, поскольку не всегда могут правильно выбрать необходимый манёвр. Это связано с отсутствием опыта и стрессом, который мешает оперативно принимать правильные решения.

Анализ аварийности среди “молодых” водителей предоставляет важную информацию для разработки эффективных мер по повышению безопасности на дорогах. Выделение основных факторов, влияющих на безопасность “молодых” водителей, является ключевым этапом в предотвращении аварий. В данном контексте следует выделить несколько значимых аспектов.

Оценка статистики дорожно-транспортных происшествий: За последние 5 лет доля аварий, в которых участвовали неопытные водители, составила 21% от общего числа ДТП в Курганской области. Систематизация статистики по видам аварий, включая столкновения, наезды на стационарные объекты и дорожные знаки, позволила выделить наиболее частые сценарии.

Выделение основных факторов:

- Избыточная уверенность: в 40% случаев аварий “молодые” водители допускают ошибки из-за избыточной уверенности в своих навыках, особенно в первые месяцы после получения водительских удостоверений.
- Недостаточная реакция на сложные дорожные ситуации: В 30% случаев “молодые” водители сталкиваются с трудностями при

реагировании на сложные ситуации, такие как обгоны или взаимодействие с другими участниками движения.

- Отсутствие опыта в управлении в различных условиях: В 20% случаев аварийность связана с отсутствием опыта вождения в различных погодных и дорожных условиях, что особенно актуально в зимний период.

На 4 водителей, имеющих опыт вождения свыше 5 лет, приходится 1 “молодой”.

“Молодые” водители недостаточно владеют навыками прогнозирования дорожной ситуации, не всегда правильно распределяют внимание при управлении автомобилем и часто ошибочно оценивают дорожную обстановку, что приводит к низкому критерию надежности. Совершенствование системы подготовки водительских кадров можно достичь, по мнению авторов [1], за счет внедрения ситуационного обучения для анализа аварийно-опасных дорожно-транспортных ситуаций.

Рассмотрение психофизиологических характеристик также играет важную роль в безопасности дорожного движения, особенно среди неопытных водителей. Исследования показывают, что психофизиологические качества, такие как внимание и скорость реакции, существенно влияют на способность водителя предвидеть и реагировать на возможные опасности на дороге. Скорость реакции представляет собой важный аспект психофизиологических характеристик водителей. Быстрая реакция на дорожные ситуации, такие как внезапное торможение или манёвр соседнего автомобиля или впереди идущего, может предотвратить аварии и сохранить жизни. Водители с высокой скоростью реакции способны быстро принимать решения в критических условиях, что позволяет сократить время реагирования на опасные ситуации на дороге (рисунок 1).



Рисунок 1 – Время реакции

Анализ взаимосвязи между физическим состоянием и психологическими аспектами водительской деятельности может дать дополнительные сведения для улучшения программ обучения водителей.

Деятельность “молодого” водителя, связанная с управлением автомобиля, зависит от поступающей дорожной информации, способности воспринимать, обрабатывать и принимать решения, при этом оценка

дорожных условий и принятие решения должны осуществляться одновременно [2], однако человек по существу имеет одноканальную систему восприятия информации [3].

После тренировок на интерактивных тренажёрах водители стали не только быстрее реагировать, но и улучшили навыки принятия решений. Особенно важно, что наибольшие улучшения были зафиксированы у новичков, что указывает на высокую эффективность тренажёров для этой категории водителей.

Результаты исследования показывают, что использование интерактивных тренажёров способно существенно улучшить время реакции водителей и их способность принимать верные решения в неожиданных дорожных ситуациях. Эти выводы подтверждают важность внедрения тренажёров в программы обучения водителей, особенно для новичков.

#### Список использованных источников

1. Афанасьев, М.Б. Водителю о правилах и безопасности дорожного движения / М.Б. Афанасьев, Г.И. Клинковштейн, В.А. Мелкий // М.: Транспорт, 1989. – 240с
2. Князева, Г.В. Виртуальная реальность и профессиональные технологии визуализации / Г.В. Князева Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева, 2010. – № 15. – С. 68–76.
3. Родионов, Ю.В. Современная концепция обучения и повышения квалификации водителей на автомобильном транспорте / Ю.В. Родионов, А.С. Ветохин // Автотранспортное предприятие, 2008. – № 6. – С.20–26.

#### References

1. Afanasyev, M.B., Klinkovshtein, G.I., & Melky, V.A. (1989). Driver's guide to traffic rules and road safety. Moscow: Transport. – 240 p.
2. Knyazeva, G.V. (2010). Virtual reality and professional visualization technologies. Herald of Volga State University named after V.N. Tatishchev, 15, 68–76.
3. Rodionov, Y.V., & Vetokhin, A.S. (2008). Modern concept of training and improving the qualifications of drivers in road transport. Automotive Enterprise, 6, 20–26.

### THE INFLUENCE OF INTERACTIVE SIMULATORS ON ENHANCING ROAD SAFETY AMONG YOUNG DRIVERS

Sappa N.D., Popova I.P., Vasiliev V.I.  
Kurgan State University, Kurgan

Abstract. In the context of increasing traffic density and the frequency of unexpected situations requiring quick reactions, there is a need for effective driver training methods. The purpose of this study is to assess the impact of interactive

simulators on drivers' reaction speed and their ability to make correct decisions in unexpected traffic situations. The experiment involved 100 drivers divided by experience level: beginners, intermediate, and experienced drivers. During three weeks of training, changes in reaction speed and stress levels were measured. The results showed the most significant improvements in beginners (a 20% reduction in reaction time). The study confirms the effectiveness of simulators for driver training and stress reduction, recommending their integration into training programs.

Keywords: interactive simulators, reaction time, traffic situations, driver training, response speed, stress reduction, safe driving.

УДК 629.08

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА МАЛЯРНО-КУЗОВНЫХ РАБОТ В ГОРОДЕ ОРЕНБУРГЕ**

**Сариев Э.К.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аннотация. В статье проводится анализ станций технического обслуживания специализирующихся на малярно-кузовных работах. Рассматриваются причины востребованности данных работ в городе Оренбурге на примере 10 станций, а также виды работ (мелкий, средний, крупный ремонт кузовов автомобилей). Проведенные экспериментальные исследования позволили получить данные и на их основе построить зависимости сезонности спроса на определенные виды услуг. Полученные результаты повысят эффективность работы станций технического обслуживания, позволяя планировать необходимую на определенный период сумму на комплектующие и лакокрасочные материалы для восстановления и ремонта кузовных деталей автомобилей.

Ключевые слова: станция технического обслуживания автомобилей, малярно-кузовные работы, восстановление, ремонт, кузовные детали.

Малярно-кузовные работы одни из самых востребованных на рынке транспортных услуг. Способствует этому [1-4]:

- рост уровня автомобилизации;
- рост числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП);
- усложнение конструкции кузовных деталей;
- дефицит большинства кузовных деталей;
- использование тонких стальных листов;
- качество дорожного полотна.

Поэтому исследование рынка малярно-кузовных работ является необходимой мерой станций технического обслуживания автомобилей (СТОА). Исследование включает:

- востребованность рынка;
- анализ экологического влияния;
- анализ технических процессов;
- анализ инфраструктуры СТОА, системы управления и кадровой политики.

От инфраструктуры зависит качество и скорость выполнения малярно-кузовных работ.

Целесообразность восстановления кузова в случае ДТП является актуальной задачей. Поскольку приобретение новых кузовных деталей становится трудоемкой и дорогой задачей [5-6].

Основными показателями качества малярно-кузовных работ является ресурс восстановленного кузова, определяемый как величиной пробега автомобиля после ремонта (в км), так и сроком эксплуатации (в годах).

В таблице 1 представлена средняя частота выполнения каждого вида работ по исследуемым СТОА в г. Оренбурге. Все исследуемые СТОА занимаются техническим обслуживанием (ТО) и ремонтом кузовов автомобилей. Одна СТОА не выполняет услуги полирования кузова, а другая – антикоррозионную обработку.

Таблица 1 – Средняя частота выполнения каждого вида работ по исследуемым СТОА в г. Оренбурге

| Вид работ       | Частота в баллах |     |     |     |     |     |     |      |     |     | Среднее по виду работ для всех СТОА |
|-----------------|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-------------------------------------|
|                 | СТОА             |     |     |     |     |     |     |      |     |     |                                     |
|                 | 1                | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8    | 9   | 10  |                                     |
| Полир-е         | 2,1              | 1,5 | 3   | 2,1 | –   | 1,8 | 1,5 | 2    | 2,5 | 2,2 | 2,1                                 |
| ТО кузовов      | 2,7              | 2,7 | 3,9 | 3,2 | 1,5 | 3,0 | 1,5 | 1,5  | 3,0 | 3,3 | 2,71                                |
| Мелкий ремонт   | 2,8              | 1,8 | 4,2 | 4   | 3,7 | 2,8 | 4,5 | 4,1  | 3,4 | 3,4 | 3,3                                 |
| Средний ремонт  | 3,1              | 2,2 | 2,0 | 2,0 | 4,1 | 2,4 | 3,5 | 2,81 | 2,7 | 2,7 | 2,74                                |
| Крупный ремонт  | 3,2              | 1,2 | 3,2 | 3,0 | 3,0 | 1,8 | 4,5 | 2,2  | 1,2 | 2,0 | 2,46                                |
| Антикор. защита | 3,5              | –   | 1,9 | 4,5 | 0,8 | 1,7 | 3,7 | 1,2  | 1,2 | 1,4 | 2,0                                 |

Анализ СТОА показал, что наибольшим спросом пользуется мелкий ремонт, затем средний ремонта и ТО кузовов.

На рисунке 1 представлена зависимость сезонности спроса на услуги полирования кузова автомобиля.



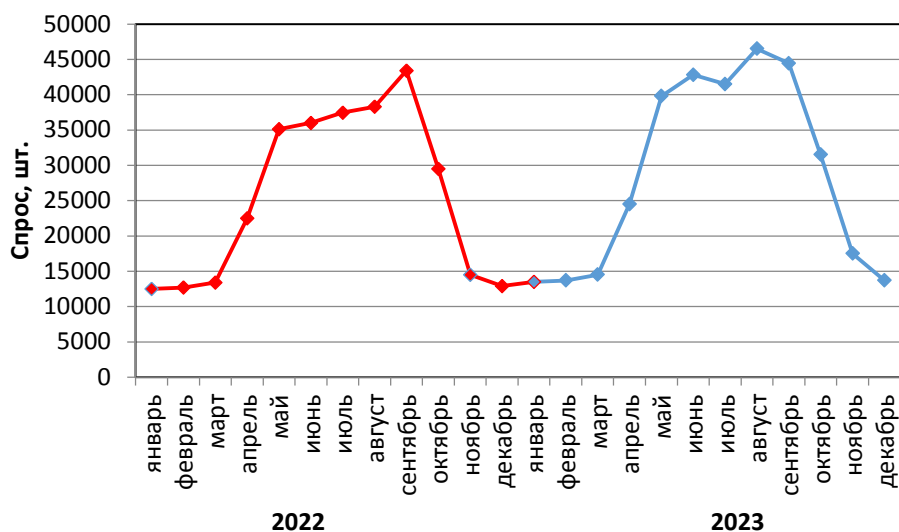


Рисунок 1 – Зависимость сезонности спроса на услуги полирования кузова автомобиля

Как и ожидалось, наибольший спрос приходится на сентябрь, когда кузов автомобиля необходимо подготовить к эксплуатации в холодное время года. Также заметен рост числа услуг в 2023 году, что объясняется ростом уровня автомобилизации.

На рисунке 2 представлена зависимость сезонности спроса на услуги антикоррозионной обработки автомобиля.

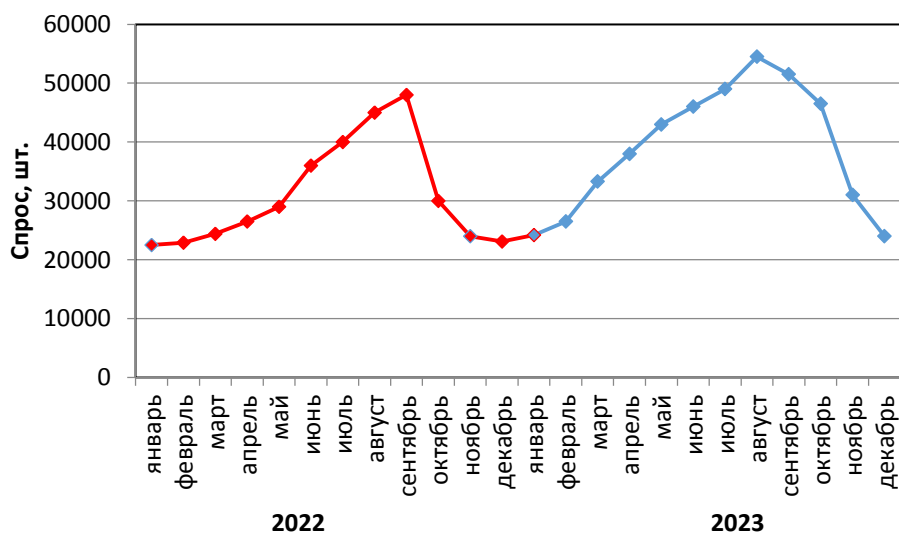


Рисунок 2 – Зависимость сезонности спроса на услуги антикоррозионной обработки автомобиля

Ситуация аналогичная, как в случае с услугами полирования кузовов.

На рисунке 3 представлена зависимость сезонности спроса на услуги мелкого кузовного ремонта автомобиля.

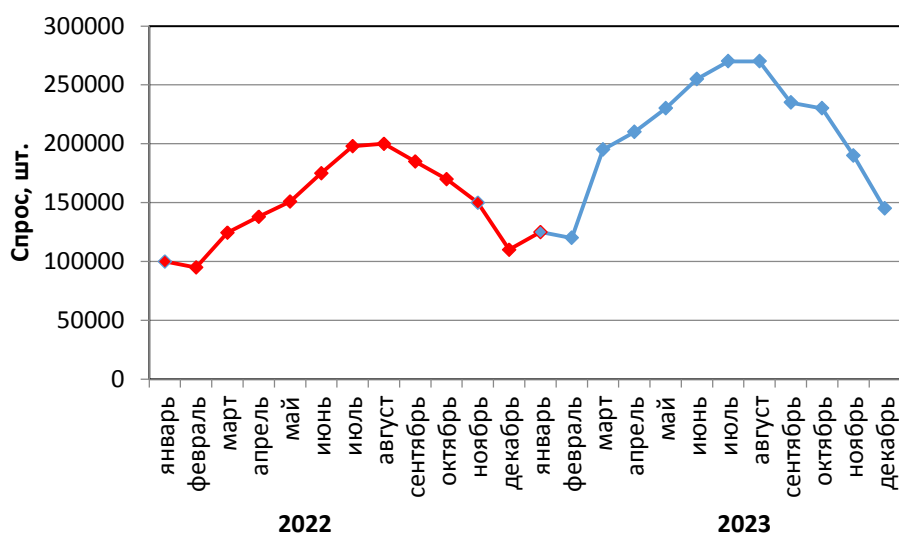


Рисунок 3 – Зависимость сезонности спроса на услуги мелкого кузовного ремонта автомобиля

Мелкий кузовной ремонт (ремонт и замена стекол, сколы лакокрасочного покрытия) достигает пиковых значений в летнее время года.

На рисунке 4 представлена зависимость сезонности спроса на услуги крупного кузовного ремонта автомобиля.

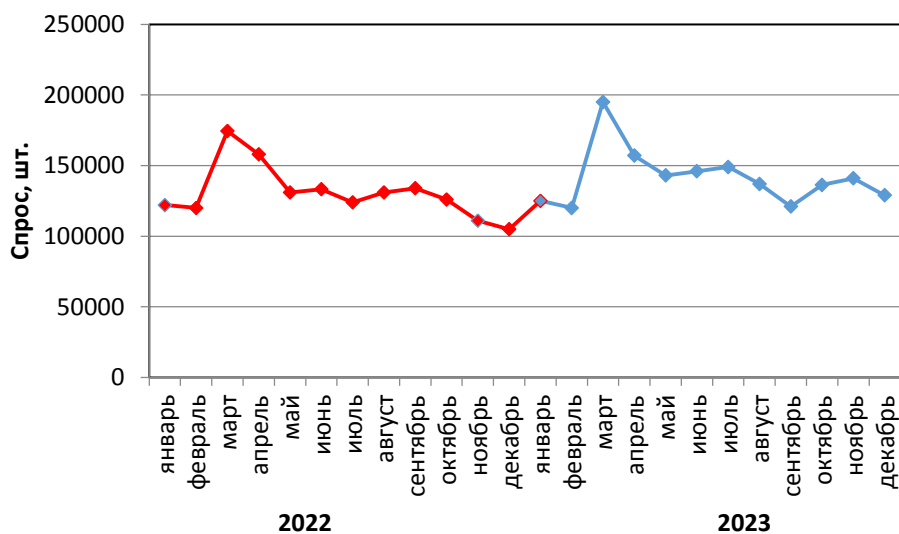


Рисунок 4 – Зависимость сезонности спроса на услуги крупного кузовного ремонта автомобиля

Анализируя влияние сезонности на услуги крупного кузовного ремонта, можно заметить резкое повышение спроса в марте. Погодные условия неблагоприятные, особенно на междугородних дорогах (гололёд, мокрый снег, туман), где выбор «неправильной» скорости становится критичным.

Полученные результаты позволят повысить эффективность работы

СТОА, позволяя планировать необходимую на определенный период сумму на комплектующие и лакокрасочные материалы для восстановления и ремонта кузовных деталей автомобилей.

#### Список использованных источников

1. Амиров, Ю.Д. Технологичность конструкций изделий // Машиностроение: справочник. – Москва: М. – 1985. – 354 с.
2. Егорова, Н.Е. Автосервис. Модели и методы прогнозирования деятельности // М.: Высшая школа. – 2002. – 256 с.
3. Пирогов, И.К. Правка кузова // Тюнинг автомобилей. – 2003. – №12. – С.56-59.
4. Синельников, А.Ф. Кузова легковых автомобилей: обслуживание и ремонт // М.: Транспорт. – 1995. – 305 с.
5. Синельников, А.Ф. Ремонт кузовов легковых автомобилей: Устранение коррозионного повреждения кузова // М.: Машиностроение. – 1993. – 204 с.
6. Синельников, А.Ф. Ремонт кузовов легковых автомобилей: Окраска и противокоррозионная обработка // М.: Машиностроение. – 1993. – 110 с.
7. Шилов, С.В. Оборудование для кузовного ремонта // За рулем. – 2001. – №8. – С. 15-16.

#### References

1. Amirov, Yu.D. Manufacturability of product designs // Mashinostroenie: handbook. – Moscow: M. – 1985. – 354 p.
2. Egorova, N.E. Auto repair. Models and methods of forecasting activities // M.: Higher School. – 2002. – 256 p
3. Pirogov, I.K. Body modification // Car tuning. – 2003. – No.12. – pp.56-59.
4. Sinelnikov, A.F. Car bodies: maintenance and repair // M.: Transport. – 1995. – 305 p.
5. Sinelnikov, A.F. Repair of passenger car bodies: Elimination of corrosion damage to the body // M.: Mashinostroenie. - 1993. – 204 p.
6. Sinelnikov, A.F. Repair of passenger car bodies: Painting and anticorrosive treatment // M.: Mashinostroenie. - 1993. – 110 p.
7. Shilov, S.V. Equipment for body repair // Behind the wheel. – 2001. – No.8. – pp. 15-16.

#### MARKET RESEARCH OF PAINTING AND BODYWORK IN THE CITY OF ORENBURG

Sariev E.K.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Orenburg State University, Orenburg

Annotation. The article analyzes the technical service stations specializing in painting and bodywork. The reasons for the demand for these works in the city of

Orenburg are considered on the example of 10 stations, as well as types of work (small, medium, large repair of car bodies). The conducted experimental studies allowed us to obtain data and, based on them, to build dependences of the seasonality of demand for certain types of services. The results obtained will increase the efficiency of service stations, allowing you to plan the amount necessary for a certain period of time for components and paint materials for the restoration and repair of car body parts.

Keywords: car service station, vehicle bodywork, restoration, repair, body parts.

УДК 629.33.02(075.8)

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «КОНСТРУКЦИЯ КОЛЁСНЫХ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ» СТУДЕНТАМ ТРАНСПОРТНОГО ФАКУЛЬТЕТА**

**Сологуб В.А., Юсупова О.В.**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. В статье описываются некоторые методические аспекты преподавания дисциплины «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» студентам транспортного факультета специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Перечислены цели и задачи дисциплины, а также приведён список компетенций, на формирование которых направлен процесс изучения дисциплины «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств». Рассмотрена методика проведения практических занятий с помощью разработанного практикума «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств». Определены цели практических работ по учебной дисциплине «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» и формируемые навыки. В статье приводится подробное описание последовательности выполнения заданий на первом практическом занятии и пример содержания отчёта, который студент должен предоставить на защиту. Обсуждается эффективность использования разработанного учебного издания при обучении студентов других направлений подготовки и специальностей транспортного факультета.

Ключевые слова: методические аспекты, конструкция колёсных транспортно-технологических средств, студент, дисциплина, практикум.

Дисциплина «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» относится к базовой части блока Д «Дисциплины (модули)» учебного плана по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-

технологические средства. Дисциплина изучается студентами в 1 семестре. Общая трудоемкость дисциплины составляет 288 часов (8 зачётных единиц), из них: 34 часа – лекции, 16 часов – практические занятия, 236 часов отводится на самостоятельную работу студентов по разделам и темам дисциплины.

Целью освоения дисциплины «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» является формирование у студентов базовых знаний о марках, моделях, модификации, классификации, системе обозначений, конструкции систем, механизмов и агрегатов наземных транспортно-технологических средств.

Задачи дисциплины согласно рабочей программе для специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства [1]:

- дать студентам знания по конструкции систем, механизмов, узлов и агрегатов различных марок и моделей наземных транспортно-технологических средств;

- научить объяснять сущность процессов происходящих в агрегатах узлах и системах наземных транспортно-технологических средств;

- развить умения и навыки самостоятельно оценивать конструкцию различных моделей наземных транспортно-технологических средств.

Процесс изучения дисциплины «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» направлен на формирование общепрофессиональной компетенции ОПК-1: способность ставить и решать инженерные и научно-технические задачи в сфере своей профессиональной деятельности и новых междисциплинарных направлений с использованием естественнонаучных, математических и технологических моделей.

В соответствии с требованиями квалификационной характеристики инженер специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства в результате изучения курса «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» должен уметь:

- применять знания конструктивного исполнения наземных транспортно-технологических средств в профессиональной деятельности;

- выполнять расчёт основных конструктивных параметров транспортно-технологических средств.

Мы считаем, что успешное изучение дисциплины «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» основывается на использовании в учебном процессе современной материально-технической базы кафедры автомобильного транспорта, а также актуальных методических материалов, направленных на освоение дисциплины.

Подобранные методические материалы помогают преподавателю дифференцировать процесс обучения студентов, выстраивая индивидуальную образовательную траекторию [2].

В качестве методической поддержки процесса преподавания дисциплины «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» для студентов транспортного факультета предлагаем использовать разработанный нами практикум для обучающихся по образовательной

программе высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства [3]. Учебное издание рекомендовано к изданию ученым советом федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Оренбургский государственный университет» для изучения и выполнения практических занятий по дисциплине «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» и имеет государственную регистрацию в ФГУП НТЦ «Информрегистр».

Практикум содержит теоретические основы конструкции колёсных транспортно-технологических средств и методику проведения 8 практических работ согласно рабочей программе дисциплины.

Целью практических работ по учебной дисциплине «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» является приобретение знаний устройства, назначения и принципов работы агрегатов и систем наземных транспортно-технологических средств, а также мероприятий, повышающих безопасность дорожного движения, надёжность и экономичность наземных транспортно-технологических средств. В процессе выполнения практических заданий студент изучает устройство наземных транспортно-технологических средств, функционирование их систем, агрегатов и механизмов, классификацию и индексацию отечественного и зарубежного наземного транспортно-технологического парка. Итогом выполнения практических работ, является приобретение студентом следующих навыков:

- оценка и формулировка технической характеристики механизмов, систем агрегатов, а также моделей наземных транспортно-технологических средств в целом;
- описание работы агрегатов, механизмов и систем наземных транспортно-технологических средств;
- определение характеристики эксплуатационных материалов по их маркировке;
- использование методики разборки-сборки отдельных агрегатов и регулировки некоторых узлов наземных транспортно-технологических средств.

По каждому практическому занятию поставлена цель его проведения, задачи, указаны вопросы для определения степени подготовленности студента к проведению практической работы, определена последовательность выполнения заданий, даны краткие теоретические сведения по теме (рисунок 1).

**1 Практическая работа № 1 Классификация и система обозначения подвижного состава. Маркировка и техническая характеристика. Общее устройство автомобиля**

Время выполнения работы - 1 час

**Цель работы:** Изучение классификации, назначения и общего устройства автомобиля.

**Вопросы для определения степени подготовленности студента к выполнению практической работы:**

- назначение автомобиля;
- классификация автомобилей

**Задачи практической работы:**

- изучить классификацию и систему обозначения подвижного состава;
- изучить назначение и общую компоновку автомобилей;
- изучить кузов, его назначение и разновидности;
- изучить шасси, его назначение и основные части

**1.1 Принципы классификации подвижного состава**

Подвижной состав автомобильного транспорта состоит из автомобилей различных типов, а также прицепов и полуприцепов.

Рисунок 1 – Пример описания практической работы №1 «Классификация и система обозначения подвижного состава. Маркировка и техническая характеристика. Общее устройство автомобиля»

Для каждой практической работы приводится содержание отчёта, который студент должен предоставить на защиту и контрольные вопросы (рисунок 2).

**1.5 Содержание отчёта**

**Отчёт должен содержать:**

- конспект индивидуальной составляющей общих понятий;
- компоновочные схемы автомобилей;
- сравнительную таблицу некоторых параметров автомобиля.

Таблица 1.2 – Сравнение параметров автомобиля

| Наименование параметра     | Марка автомобиля |  |  |  |
|----------------------------|------------------|--|--|--|
|                            |                  |  |  |  |
| Признак классификации      |                  |  |  |  |
| Тип транспортного средства |                  |  |  |  |
| Тип кузова АТС             |                  |  |  |  |
| Число цилиндров двигателя  |                  |  |  |  |
| Количество объёмов кузова  |                  |  |  |  |

**1.6 Контрольные вопросы**

1. На какие виды подвижного состава делится автомобильный парк?
2. Основные части автомобиля, их назначение.
3. Расшифруйте марки автомобилей: ВАЗ-21214, Камаз-53215.
4. Трансмиссия, ее основные узлы и их назначение.

Рисунок 2 – Пример содержания отчёта по практической работе №1 «Классификация и система обозначения подвижного состава. Маркировка и техническая характеристика. Общее устройство автомобиля»

Представленный практикум «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» активно используются для проведения практических работ, а также для организации самостоятельной работы студентов очной и заочной форм обучения. Занятия, с применением предложенного учебного издания в качестве методической поддержки процесса преподавания дисциплины «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств», позволяют обеспечить развитие компетенций в соответствии с основной профессиональной образовательной программой по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства. Представленный в нём материал позволяет сформировать у студентов понятийный аппарат, а также базовый набор навыков различать и анализировать, рассчитывать и конструировать различные виды компоновочных решений наземных транспортных и технологических машин.

На наш взгляд, практикум «Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» может быть полезен в обучении студентов других направлений подготовки и специальностей транспортного факультета с целью развития умений идентифицировать и классифицировать механизмы и устройства, используемые в конструкциях колёсных транспортно-технологических машин.

#### Список использованных источников

1. Рабочая программа дисциплины «Б1.Д.Б.31 Конструкция колёсных транспортно-технологических средств» для специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / В. А. Сологуб - Оренбург : ОГУ, 2022. - 8 с.

2. Сологуб, В. А. Методические аспекты преподавания дисциплины "Конструкция автотранспортных средств" студентам транспортного факультета [Электронный ресурс] / В. А. Сологуб, О. В. Юсупова // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : сб. материалов Всерос. науч.-метод. конф., Оренбург, 26-27 янв. 2023 г. / Оренбург. гос. ун-т ; ред. А. В. Пыхтин. - Оренбург : ОГУ, 2023. - . - С. 3150-3152. . - 3 с. – Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=59738415>

3. Сологуб, В. А. Конструкция колесных транспортно-технологических средств [Электронный ресурс] : практикум для обучающихся по образовательной программе высшего образования по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства / В. А. Сологуб, О. В. Юсупова; М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Электрон. дан. - Оренбург : ОГУ, 2022. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Загл. с этикетки диска. - Систем. требования: Intel Core или аналогич.; Microsoft Windows 7, 8, 10 ; 512 Мб ; монитор, поддерживающий режим 1024x768 ; мышь или аналогич. устройство. - ISBN 978-5-7410-2717-2.. - № гос. регистрации 0322201852. – Режим доступа: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/163596\\_20220301.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/163596_20220301.pdf)



## References

1. Work program of the discipline "B1.DB.31 Design of wheeled transport and technological vehicles" for the specialty 23.05.01 Ground transport and technological vehicles / V. A. Sologub - Orenburg: OSU, 2022. - 8 p.

2. Sologub, V. A. Methodological aspects of teaching the discipline "Design of motor vehicles" to students of the transport faculty [Electronic resource] / V. A. Sologub, O. V. Yusupova // University complex as a regional center of education, science and culture: collection of materials of the All-Russian scientific-methodical conf., Orenburg, January 26-27, 2023 / Orenburg. state University; ed. A. V. Pykhtin. - Orenburg: OSU, 2023. - P. 3150-3152. - 3 p. - Access mode: <https://elibrary.ru/item.asp?id=59738415>

3. Sologub, V. A. Design of wheeled transport and technological vehicles [Electronic resource]: practical training for students in the educational program of higher education in the specialty 23.05.01 Ground transport and technological vehicles / V. A. Sologub, O. V. Yusupova; Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Federal State Budget Educational Institution of Higher Education "Orenburg State University". - Electronic data - Orenburg: OSU, 2022. - 1 electronic opt. disk (CD-ROM). - Title from the disc label. - System requirements: Intel Core or similar; Microsoft Windows 7, 8, 10; 512 MB; monitor that supports 1024x768 mode; mouse or similar device. - ISBN 978-5-7410-2717-2.. - State registration number 0322201852. - Access mode: [http://artlib.osu.ru/web/books/metod\\_all/163596\\_20220301.pdf](http://artlib.osu.ru/web/books/metod_all/163596_20220301.pdf)

### METHODOLOGICAL ASPECTS OF TEACHING THE DISCIPLINE "DESIGN OF WHEELED TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL VEHICLES" TO STUDENTS OF THE TRANSPORT FACULTY

Sologub V.A., Yusupova O.V.,  
"Orenburg State University", Orenburg

Abstract. The article describes some methodological aspects of teaching the discipline "Design of wheeled transport and technological vehicles" to students of the transport faculty, specialty 23.05.01 Ground transport and technological vehicles. The goals and objectives of the discipline are listed, as well as a list of competencies, the formation of which is aimed at studying the discipline "Design of wheeled transport and technological vehicles". The article considers the methodology of conducting practical classes using the developed practical course "Design of Wheeled Transport and Technological Vehicles". The objectives of practical work on the academic discipline "Design of Wheeled Transport and Technological Vehicles" and the skills to be developed are defined. The article provides a detailed description of the sequence of completing tasks at the first practical lesson and an example of the content of the report that the student must submit for defense. The effectiveness of using the developed educational publication in teaching students of other areas of training and specialties of the

transport faculty is discussed.

Keywords: methodological aspects, design of wheeled transport and technological vehicles, student, discipline, practical course.

УДК 629.01

## **ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**Сорокин В.В., Хасанов Р.Х., Торопов Е.П.**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», Оренбург

Аннотация. В статье рассматривается вопрос эффективности функционирования системы утилизации транспортных средств в России. Представлена актуальность создания системы и освещены основные этапы зарождения системы авторециклинга в современной России. Намечены основные проблемные моменты замедляющие создание государственной системы авторециклинга.

Ключевые слова: авторециклинг, система, утилизация, вышедшие из эксплуатации транспортные средства, брошенные и разукomплектованные транспортные средства, эффективность.

В современном обществе автомобильный транспорт играет одну из ключевых ролей в обеспечении мобильности населения и перевозки грузов. За последние полвека уровень автомобилизации населения значительно увеличился, динамичный рост наблюдается как в Российской Федерации в целом, так и в регионах. В 2023 году российский автопарк составил 60 млн. единиц при этом легковые автомобили составляют более 75 %. По разным источникам Россия занимает 5 - 7 место в мире по численности автомобилей, но вместе с тем, средний возраст российского автопарка составляет 13,4 года. [1]

В процессе эксплуатации транспортные средства теряют свои потребительские свойства и со временем перестают отвечать требованиям дорожной и экологической безопасности и этот факт заставляет серьезно задуматься о вопросах утилизации автомобилей, так как доля негативного воздействия отходов на окружающую среду у автотранспортного комплекса самая высокая и составляет около 62 %. [2]

Утилизация вышедших из эксплуатации транспортных средств (ВЭТС) — это важная составляющая экологической политики, направленная на снижение негативного воздействия на окружающую среду.

Решением данной проблемы, видимо, является создание системы авторециклинга позволяющей вернуть материалы, использованные при производстве и эксплуатации автомобилей в процессы техногенеза.

Следует констатировать, что в настоящее время в России нет общей согласованной системы авторециклинга, вопросы утилизации ВЭТС отданы на откуп региональным властям.

Одними из первых задумались о создании системы авторециклинга в Правительстве Москвы. Днем рождения комплексной системы «Авторециклинг» можно считать 07 декабря 1999 г., когда было принято Постановление Правительства Москвы «О создании общегородской системы сбора и переработки автотранспортных средств, подлежащих утилизации» (№ 1125-ПП от 7 декабря 1999 г). [3]

В течение нескольких лет были созданы предприятия по переработке автокомпонентов, проведены работы по организации накопительных стоянок для ВЭТС и брошенных и разукomплектованных транспортных средств (БРТС), разработаны регламенты обращения с выведенными из эксплуатации автомобилями.

Дальнейшим серьезным толчком к развитию государственной системы авторециклинга можно считать принятие постановления Правительства Российской Федерации от 31 декабря 2009 № 1194 (в ред. от 28.12.2010) «О стимулировании приобретения новых автотранспортных средств взамен вышедших из эксплуатации и сдаваемых на утилизацию, а также по созданию в Российской Федерации системы сбора и утилизации вышедших из эксплуатации автотранспортных средств». Для реализации данного постановления в 2010 году стартовала государственная программа автоутилизации, которая официально продолжалась до середины 2015 года. За этот период в общей сложности было выдано 607 тыс. свидетельств об утилизации. Схема сдачи транспортных средств на утилизацию, действовавшая на тот момент представлена на рисунке 1. Расходы на государственную программу составили 25 млрд. руб. [4]



Рисунок 1 – Схема сдачи транспортного средства на утилизацию

Введенный в России в 2012 году утилизационный сбор на вновь производимые и ввезенные в страну автомобили, казалось бы должен был стать очередным толчком к созданию системы авторециклинга, но по факту стал очередным сбором не имеющим никакого отношения ни к утилизации, ни к экологии.

Как показало время, принятие нормативных правовых актов, обеспечивающих программу утилизации автотранспорта в России не привело к созданию системы авторециклинга в стране. Даже созданные ранее системы авторециклинга (в Москве, Санкт-Петербурге, Московской и Ленинградской областях) потеряли целостность и системность и отданы на откуп отдельным хозяйствующим субъектам, а также муниципальных властей. [5]

Основной целью всех систем утилизации, в том числе и транспортных средств, является экологическая безопасность. Утилизация позволяет минимизировать количество отходов, а также переработать компоненты автомобилей, что снижает потребность в новых ресурсах.

Важнейшими аспектами системы авторециклинга являются:

- снижение негативного воздействия на окружающую среду. Брошенные автомобили могут содержать опасные вещества, такие как масла, антифризы и аккумуляторы, которые могут загрязнять почву и водоемы;

- экономическая выгода. Эффективная система утилизации способствует созданию новых рабочих мест и увеличению объемов переработки вторичных материалов, что в свою очередь влияет на экономику региона;

- стимулирование ответственного поведения граждан. Образование и информирование населения о важности утилизации транспортных средств способствуют уменьшению числа брошенных автомобилей.

На сегодняшний день Правила обращения с БРТС приняты далеко не во всех субъектах РФ. К примеру, в Оренбургской области только в г. Орске действует Положение о порядке обращения с БРТС [6]. Кроме того, в России даже нет общего определения термина «брошенное (разукомплектованное) транспортное средство». В федеральном законодательстве признаки БРТС не закреплены. Субъекты РФ устанавливают их в региональном законодательстве, а органы местного самоуправления дублируют в муниципальных положениях о порядке выявления, перемещения, хранения и утилизации брошенных, разукомплектованных транспортных средств. [7]

Для создания эффективной системы авторециклинга необходимо учитывать ключевые факторы, влияющими на её функционирование:

1. Законодательные инициативы. Наличие четких и понятных законов, регулирующих процесс утилизации, является основополагающим. На сегодняшний день в России такие нормативные документы отсутствуют.
2. Инфраструктура. Развитие инфраструктуры сбора и переработки БРТС — это еще один важный аспект. Необходимо создавать

специальные пункты приема, где граждане могли бы безвозмездно сдать свои старые автомобили.

3. Финансовые стимулы. Введение субсидий и налоговых льгот для граждан, утилизирующих свои автомобили, может значительно повысить интерес к данной системе. Это также может включать программы обмена старых автомобилей на новые с дополнительными скидками.
4. Образование и информирование. Проведение кампаний по повышению осведомленности населения о важности утилизации автомобилей и негативных последствиях брошенных транспортных средств может значительно изменить отношение граждан к этой проблеме.

Система утилизации транспортных средств является важным элементом устойчивого развития общества. Эффективное функционирование данной системы зависит от множества факторов, включая законодательные инициативы, развитие инфраструктуры, финансовые стимулы и образовательные программы.

Необходимо отметить, что для достижения поставленных целей требуется комплексный подход, который объединит усилия государства, бизнеса и гражданского общества. Только совместными усилиями можно создать эффективную систему авторециклинга, которая не только снизит количество брошенных автомобилей, но и минимизирует негативное воздействие на окружающую среду.

Таким образом, утилизация транспортных средств — это не просто необходимость, а шаг к более чистому и безопасному будущему для всех нас.

#### Список использованных источников

1. Сорокин, В. В. Региональные вопросы утилизации автомобилей [Электронный ресурс] / В. В. Сорокин, В. И. Рассоха, А. П. Пославский // Оренбургские горизонты: прошлое, настоящее, будущее : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 275-летию Оренбург. губернии и 85-летию Оренбург. обл., 21-22 нояб. 2019 г., Оренбург / Правительство Оренбург. обл., М-во образования Оренбург. обл., Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования "Оренбург. гос. ун-т"; гл. ред. А. С. Боровский. - Электрон. дан. - Оренбург : Фронтпринт, 2019. - С. 436-439. - 4 с.
2. Дильманова Э.С. Авторециклинг: перспективы и проблемы внедрения // УЭКС. 2014. №3 (63). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/avtoretsikling-perspektivy-i-problemy-vnedreniya> (дата обращения: 01.11.2024).

3. Постановление Правительства Москвы № 1125-ПП от 7 декабря 1999 г «О создании общегородской системы сбора и переработки автотранспортных средств, подлежащих утилизации».

4. Ковшевский В. В. Системный подход в программе комплексной утилизации автотранспорта // Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике. 2015. №1 (56). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnyy-podhod-v-programme-kompleksnoy-utilizatsii-avtotransporta> (дата обращения: 30.10.2024).

5. Трофименко Ю.В. Региональный подход к решению проблемы утилизации транспортных средств в Российской Федерации / Ю.В. Трофименко, К.Ю. Трофименко // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. №1-7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regionalnyy-podhod-k-resheniyu-problemy-utilizatsii-transportnyh-sredstv-v-rossiyskoy-federatsii> (дата обращения: 01.11.2024).

6. Постановление администрации г. Орска Оренбургской области от 24.08.2023 г. №2526-п «Об утверждении Положения о порядке выявления, перемещения, временного хранения и утилизации брошенных (разукomплектованных), бесхозяйственных транспортных средств, частей разукomплектованных транспортных средств на территории муниципального образования «Город Орск».

7. Кабанова И.Е. Берегись брошенного автомобиля: как неиспользуемое имущество становится угрозой безопасности городской среды // Имущественные отношения в РФ. 2021. №6 (237). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/beregis-broshennogo-avtomobilya-kak-neispolzuemoe-imuschestvo-stanovitsya-ugrozoy-bezopasnosti-gorodskoy-sredy> (дата обращения: 08.11.2024).

#### References

1. Sorokin, V. V. Regional issues of car recycling [Electronic resource] / V. V. Sorokin, V. I. Rassokha, A. P. Poslavsky // Orenburg horizons: past, present, future : collection of materials of the All-Russian Scientific and practical conference, dedicated. The 275th anniversary of Orenburg. the province and the 85th anniversary of the Orenburg region, November 21-22, 2019, Orenburg / Government of the Orenburg region, Ministry of Education of the Orenburg region, Federal State Budget. educated. the institution is higher. education "Orenburg State University"; chief editor A. S. Borovsky. - Electron. dan. - Orenburg : Frontier, 2019. - . - pp. 436-439. . - 4 p.

2. Dilmanova E.S. Autorecycling: prospects and problems of implementation // UEX. 2014. No.3 (63). URL:

<https://cyberleninka.ru/article/n/avtoretsikling-perspektivy-i-problemy-vnedreniya> (date of application: 11/01/2024).

3. Decree of the Government of Moscow No. 1125-PP dated December 7, 1999 "On the creation of a citywide system for the collection and processing of vehicles to be disposed of."

4. Kovshevny V. V. A systematic approach in the program of complex utilization of motor vehicles // Transport of the Russian Federation. A journal about science, practice, and economics. 2015. No.1 (56). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sistemnyy-podhod-v-programme-kompleksnoy-utilizatsii-avtotransporta> (date of application: 10/30/2024).

5. Trofimenko Yu.V. A regional approach to solving the problem of vehicle recycling in the Russian Federation / Yu.V. Trofimenko, K.Yu. Trofimenko // Proceedings of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2014. No.1-7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/regionalnyy-podhod-k-resheniyu-problemy-utilizatsii-transportnyh-sredstv-v-rossiyskoy-federatsii> (date of application: 01.11.2024).

6. Resolution of the administration of the city of Orsk, Orenburg region dated 08/24/2023 No. 2526-p "On approval of the Regulations on the procedure for identifying, Moving, Temporary storage and Disposal of abandoned (dismantled), mismanaged vehicles, parts of dismantled vehicles on the territory of the municipality "City of Orsk".

7. Kabanova I.E. Beware of an abandoned car: how unused property becomes a threat to the safety of the urban environment // Property relations in the Russian Federation. 2021. No.6 (237). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/beregis-broshennogo-avtomobilya-kak-neispolzuemoe-imuschestvo-stanovitsya-ugrozoy-bezopasnosti-gorodskoy-sredy> (date of application: 08.11.2024).

## FACTORS AFFECTING THE FUNCTIONING OF THE VEHICLE RECYCLING SYSTEM

Sorokin V.V., Khasanov R.H., Toropov E.P.  
Orenburg State University, Orenburg

Annotation. The article examines the issue of the effectiveness of the functioning of the vehicle recycling system in Russia. The relevance of the system creation is presented and the main stages of the origin of the car recycling system in modern Russia are highlighted. The main problematic points that slow down the creation of a state system of car recycling are outlined.

Keywords: car recycling, system, recycling, decommissioned vehicles, abandoned and dismantled vehicles, efficiency.

## **ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ СЛОЖНОСТИ ИХ ВЫПОЛНЕНИЯ**

**Трубач Е.В.**

Сибирский Федеральный Университет, г. Красноярск

Аннотация. В настоящее время спектр предоставляемых услуг в области сервисного обслуживания автомобилей настолько велик, что включает себя множество технологических операций таких как: диагностика, техническое обслуживание, ремонт узлов и агрегатов, капитальный ремонт и т.д. Данная тенденция напрямую связана с нарастающей сложностью конструкций и систем современных автомобилей, повышенным требованиям к безопасности, интеграций новых технологий. Рассмотрены основные критерии, влияющие на выбор операций, а также методы комплексной оценки, позволяющие учитывать различные аспекты технологического процесса. Работа направлена на улучшение понимания сервисных процессов и оптимизацию работы автосервисов, что, в свою очередь, способствует повышению качества обслуживания, удовлетворенности клиентов и увеличению прибыли.

Ключевые слова: технологический процесс, технологическая операция, сервисное обслуживание, автомобиль, ремонтный рабочий, сложность операции

Технологический процесс – часть производственного процесса, связанная с выполнением основных работ по сервисному обслуживанию автомобиля: разборка его на агрегаты, узлы, детали; ремонт деталей; сборка, испытание и окраска; сдача автомобиля заказчику. Данные работы выполняются в определенной последовательности в соответствии с технологическим процессом. Элементами технологического процесса являются следующие его части. Операция – часть технологического процесса сервисного обслуживания автомобиля, выполняемая на рабочем месте, определенным видом инструмента и оборудования, ремонтно–обслуживающим персоналом определенной квалификации [1].

Разработка технологического процесса состоит в том, что для каждого его элемента устанавливаются описание содержания работ, необходимое оборудование, приспособления и инструмент, сложность работ и нормы трудозатрат. Все эти данные заносятся в технологические карты. В зависимости от объема выполняемых работ устанавливается различная глубина разработки технологического процесса. Для небольших предприятий сервисного обслуживания автомобилей с малым объемом работ технологический процесс разрабатывается на уровне операций и установок с



использованием универсального или специального оборудования и инструмента [3].

Цель работы – по результатам выборки определить пять операций сервисного обслуживания автомобилей от простейшей, такой как замена масла в двигателе, до самой сложной, такой как капитальный ремонт автоматической коробки перемены передач.

Объектом исследования являются технологические операции сервисного обслуживания автомобиля. Был проведен экспертный опрос, представлены обоснования выбора для исследований. Для выборки было использовано более 21 тысячи заказ-нарядов, по 423 видам технического обслуживания (рисунок 1).

Критерии выборки включают в себя:

- повторяемость операции;
- количество инструмента;
- трудоемкость технологического процесса;
- наличие специализированного инструмента;
- квалификация ремонтно–обслуживающего персонала (РОП).



Рисунок 1 – Обоснование выбора операций сервисного обслуживания автомобилей

В таблице 1 представлены операции с учетом оценки факторов, оказывающих на них влияния. Представлены некоторые виды ремонтных работ и требуемые условия для их осуществления, наличие требуемого оборудования и инструментов, присвоен разряд специалиста, посчитана фактическая трудоемкость технологической операции.

Таблица 1– Технологические операции, выбранные для научного исследования

| №                         | Операция 1               | Операция 2                     | Операция 3          | Операция 4           | Операция 5             |
|---------------------------|--------------------------|--------------------------------|---------------------|----------------------|------------------------|
| Наименование операции     | Замена масла в двигателе | Замена водяного насоса (помпы) | Замена стойки       | Ремонт рулевой рейки | Капитальный ремонт ДВС |
| Квалификация специалиста  |                          |                                |                     |                      |                        |
| Разряд специалиста        | Слесарь 1-3 разряда      | Слесарь 3-4 разряда            | Слесарь 4-5 разряда | Слесарь 6 разряда    | Слесарь 7 разряда      |
| Трудоемкость (норма/час)  |                          |                                |                     |                      |                        |
| Нормативная               | 0,6                      | 1,2                            | 2                   | 12                   | 124                    |
| Фактическая               | 0,4                      | 0,9                            | 1                   | 8                    | 96                     |
| Оборудование и инструмент |                          |                                |                     |                      |                        |
| Необходимое оборудование  |                          |                                |                     |                      |                        |

Таким образом, по результат отбора операций сервисного обслуживания автомобилей, следующим этапом исследования является постановка предварительного эксперимента (рисунок 2).

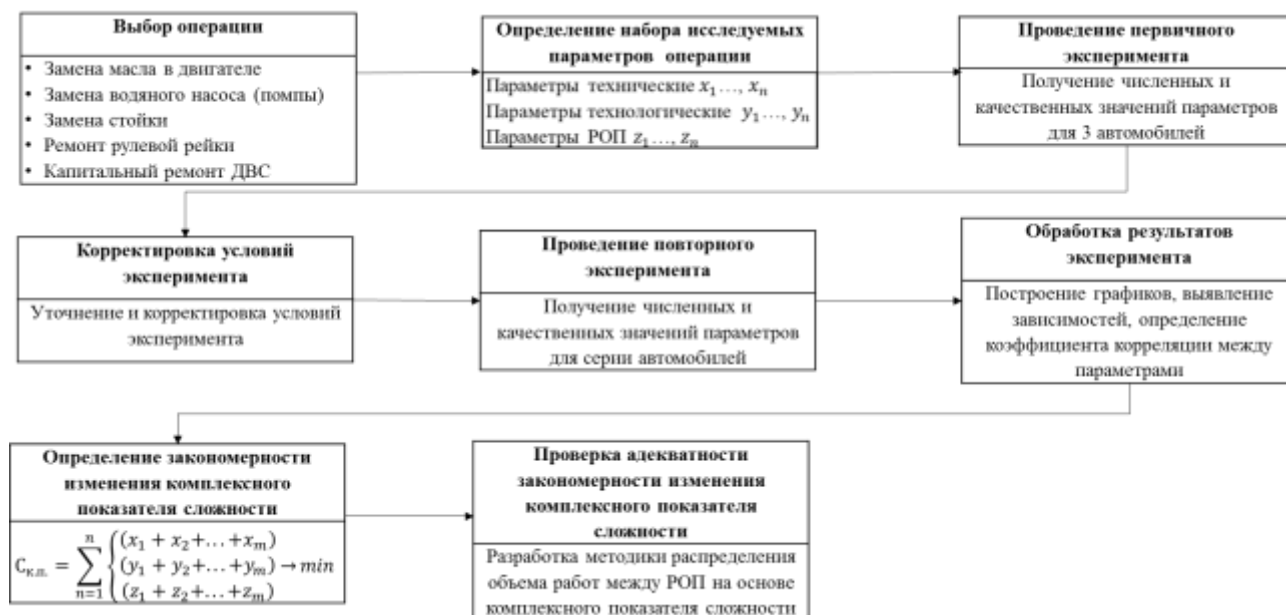


Рисунок 2 – Постановка предварительного эксперимента

### Список использованных источников

1. А.А. Кораблева, А.М. Лотоцкий, А.В. Маданов «Особенности проектирования технологических процессов механообрабатывающего производства в условиях импортозамещения» 2016. 510–515 с.
2. А.Н. Шишлов, С.В. Лебедев, М.Л. Быховский, В.В. Прокофьев «Техническое обслуживание и ремонт автотранспорта» учебно-практическое пособие, Москва. 2017. 352 с.
3. Системы, технологии и организация услуг в автомобильном сервисе : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования / А. Н. Ременцов, Ю. Н. Фролов, В. П. Воронов [и др.] ; под редакцией А. Н. Ременцова, Ю. Н. Фролова. - Москва : Издательский центр «Академия», 2013. - 480 с.
4. Свистунова, В. А. Оптимизация организационных процессов станции технического обслуживания / В. А. Свистунова, Д. А. Чайников, И. А. Шацков. – DOI 10.31660/2782-232X2022-4-82-92. – Текст : непосредственный // Архитектура, строительство, транспорт. – 2022. – № 4 (102). – С. 82–92.

### References

1. A. A. Korableva, A. M. Lototsky, A. V. Madanov "Features of Designing Technological Processes of Mechanical Processing in the Context of Import Substitution" 2016. 510-515 p.
2. A. N. Shishlov, S. V. Lebedev, M. L. Bykhovsky, V. V. Prokofiev "Maintenance and Repair of Motor Transport" a teaching aid, Moscow. 2017. 352 p.
3. Systems, Technologies and Organization of Services in Automobile Service: a textbook for students of higher professional education institutions / A. N. Rementsov, Yu. N. Frolov, V. P. Voronov [et al.]; edited by A. N. Rementsov, Yu. N. Frolov. - Moscow: Publishing Center "Academy", 2013. - 480 p.
4. Svistunova, V. A. Optimization of organizational processes of a service station / V. A. Svistunova, D. A. Chaynikov, I. A. Shatskov. – DOI 10.31660/2782-232X2022-4-82-92. – Text: direct // Architecture, construction, transport. – 2022. – No. 4 (102). – P. 82–92.

### JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF TECHNOLOGICAL OPERATIONS TO ASSESS THE COMPLEX INDICATOR OF THE COMPLEXITY OF THEIR IMPLEMENTATION

Trubach E.V.

Siberian Federal University, Krasnoyarsk

Abstract. Currently, the range of services provided in the field of car service is so large that it includes many technological operations such as: diagnostics, maintenance, repair of units and assemblies, major repairs, etc. his trend is directly related to the increasing complexity of designs and systems of modern cars, increased safety requirements, integration of new technologies. The main criteria

influencing the choice of operations are considered, as well as methods of comprehensive assessment that allow taking into account various aspects of the technological process. The work is aimed at improving the understanding of service processes and optimizing the operation of car services, which, in turn, contributes to improving the quality of service, customer satisfaction and increasing profits.

Keywords: technological process, technological operation, service maintenance car, repair worker, the complexity of the operation

УДК 656.09

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕГИСТРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ**

**Тулупчикова В.А., Фаттахова А.Ф., Штукатурова Е.С., Янучков М.Р.**  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. С развитием технологий и ростом требований к безопасности на дорогах, регистрирующие устройства становятся неотъемлемой частью автомобильного транспорта. Эти устройства фиксируют данные о движении транспортного средства, включая скорость, время работы водителя и другие параметры. В данной статье мы рассмотрим различные типы регистрирующих устройств, их функционал, преимущества и недостатки, а также их влияние на безопасность и эффективность перевозок.

Ключевые слова: регистрирующие устройства, безопасность, автомобильный транспорт, транспортное средство.

Регистрирующие устройства для автомобилей – это широкий спектр технологий, призванных обеспечить безопасность на дороге, защитить права водителей и, в некоторых случаях, снизить финансовые риски. Эти устройства, включая всем известные радар-детекторы и видеорегистраторы, постоянно совершенствуются, предлагая всё более расширенный функционал и улучшенную производительность.

Рассмотрим подробнее каждый тип. Радар-детекторы, основной функцией которых является обнаружение радиоволн, испускаемых полицейскими радарными комплексами контроля скорости, представляют собой сложную электронную систему. Они работают за счет приема и анализа сигналов в различных диапазонах частот (X, K, Ka, Ku и другие), информируя водителя о приближении полицейского автомобиля, использующего радар. Современные модели не ограничиваются простым обнаружением сигнала: многие устройства определяют тип радара (например, различают стационарные комплексы и радары, установленные на патрульных автомобилях), интенсивность сигнала, и даже показывают направление источника сигнала на дисплее. Кроме того, многие современные радар-детекторы оснащены GPS-модулями, которые позволяют им «знать» о расположении

стационарных комплексов фиксации нарушений ПДД, предупреждая водителя заранее. Важно понимать, что эффективность радар-детектора зависит от его технических характеристик, условий эксплуатации (погодные условия, замещённость сигнала) и, разумеется, профессионализма сотрудников ГИБДД, использующих различные методы контроля скорости.

На рынке существуют модели с разнообразными функциями, от простых дешёвых устройств до сложных систем с многочисленными дополнительными функциями, такими как датчики движения, сигнализация о камерах фото- и видеофиксации, и даже интеграция с мобильным приложением для обмена информацией о радарах между пользователями.

Видеорегистраторы, в свою очередь, записывают видеопоток с окружающей обстановки, предоставляя неоспоримые доказательства в случае дорожно-транспортных происшествий, споров с другими участниками движения, или для простого запечатления красивых пейзажей во время поездки. Современные модели предлагают высокое разрешение видеозаписи (Full HD, 4K и выше), широкий угол обзора, функцию ночной съёмки, G-сенсор для автоматической записи при резком ускорении или торможении, а также функцию циклической записи, которая позволяет экономить место на карте памяти.

Некоторые видеорегистраторы имеют встроенный GPS-модуль, записывающий координаты и скорость движения, что является дополнительным доказательством в судебных разбирательствах. Кроме того, на рынке представлены модели с дополнительными функциями, такими как детектор движения, парковочный режим, возможность подключения дополнительных камер (например, для записи обстановки сзади автомобиля). Выбор модели видеорегистратора зависит от индивидуальных потребностей и бюджета. Таким образом, регистрирующие устройства для автомобилей являются незаменимыми помощниками для обеспечения безопасности на дороге.

Они помогают водителям избегать штрафов, защищают их права в спорных ситуациях, и способствуют общему повышению культуры дорожного движения. Однако важно помнить, что использование этих устройств не является гарантией полной безопасности, и ответственное ведение за рулём остаётся главным фактором безопасности на дороге. Выбор конкретной модели зависит от индивидуальных потребностей и финансовых возможностей водителя. Важно изучить характеристики различных моделей, читать отзывы пользователей и выбирать устройство от известных и надежных производителей. Важно провести сравнительный анализ доступных вариантов, чтобы выбрать устройство, соответствующее индивидуальным потребностям и требованиям. Различные типы регистрирующих устройств представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Различные типы регистрирующих устройств

| Тип устройства                        | Функционал   | Преимущества  | Недостатки                                      | Влияние на безопасность и эффективность перевозок                               |
|---------------------------------------|--|---|---|---|
| GPS-трекеры                           | Отслеживание местоположения и маршрута                       | Высокая точность, реальное время                      | Зависимость от сигнала спутника                 | Увеличивает безопасность, позволяет оптимизировать маршруты                     |
| Электронные тахографы                 | Запись данных о движении, времени и скорости                 | Соответствие законодательству, автоматизация учета    | Стоимость, необходимость установки              | Повышает безопасность, снижает вероятность нарушений                            |
| Радарные системы                      | Контроль скорости и расстояния до объектов                   | Предотвращение столкновений, высокая чувствительность | Ограниченный диапазон действий, стоимость       | Увеличивает безопасность, особенно в городских условиях                         |
| Видеокамеры (CCTV)                    | Запись видеонаблюдения на борту                              | Оперативное документирование ситуации, дислокация     | Затраты на установку, вопрос конфиденциальности | Повышает безопасность, может уменьшить риск краж и нападений                    |
| Автоматизированные системы управления | Оптимизация маршрутов, управление транспортом                | Увеличение эффективности перевозок, снижение затрат   | Необходимость в обучении персонала, сложность   | Существенно увеличивает эффективность, снижает расходы                          |
| Датчики температуры и влажности       | Мониторинг условий перевозки (например, для продуктов)       | Сохранение качества товаров, соответствие нормам      | Ограничения по типам грузов                     | Улучшает безопасность и качество перевозок для чувствительных грузов            |
| Мобильные приложения для водителей    | Доступ к информации о маршруте и условиях дорожного движения | Удобство, быстрая реакция на изменения                | Зависимость от смартфона, риск отвлечения       | Увеличение эффективности, позволяет избегать пробок и изменять маршруты на ходу |

Сравнительный анализ регистрирующих устройств на автомобильном транспорте включает в себя изучение различных типов технологий, используемых для сбора и обработки данных о движении транспорта, а также их преимуществ и недостатков. Одним из наиболее популярных являются такие устройства, как радар-детекторы, которые способствуют обеспечению безопасности водителей и минимизировать риск получения штрафов за превышение скорости. Эти устройства становятся особенно актуальными в условиях современных дорог, где контроль скорости осуществляется с помощью различных технологий, включая стационарные и мобильные радары. Типы радар-детекторов представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Типы радар-детекторов

| Тип радар-детектора             | Преимущества  | Недостатки   | Особенности   |
|---------------------------------|---|--|---|
| Базовые радар-детекторы         | - Низкая цена<br>- Простота использования                                 | - Ограниченные возможности<br>- Высокая вероятность ложных срабатываний                | - Обнаруживают только стандартные радары (К-диапазон)                                 |
| Мультимодальные радар-детекторы | - Широкий диапазон обнаружения<br>- Высокая чувствительность              | - Более высокая стоимость<br>- Необходимость в настройке                               | - Обнаруживают К-, Ка-, X-диапазоны и лазерные системы                                |
| GPS-радар-детекторы             | - Актуальная информация о камерах<br>- Возможность обновления базы данных | - Зависимость от GPS-сигнала<br>- Необходимость подключения к интернету для обновлений | - Предупреждают о стационарных камерах и опасных участках                             |
| Комбинированные устройства      | - Многофункциональность<br>- Удобство использования                       | - Высокая стоимость<br>- Сложность в настройке   | - Объединяют функции радар-детектора и GPS-навигации, уведомления о пробках и авариях |

При выборе радар-детектора важно учитывать ваши потребности и бюджет. Базовые модели подойдут для тех, кто ищет простоту, тогда как более продвинутое устройства обеспечивают дополнительные функции и большую надежность. Примеры радар-детекторов, доступных для покупки в России, с их характеристиками, функциями и ценами в рублях представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Примеры радар-детекторов

| Тип радар-детектора             | Примеры                | Цена (примерно)      | Функции  | Показатели                       |
|---------------------------------|------------------------|----------------------|--|----------------------------------|
| Базовые радар-детекторы         | Whistler CR90          | 4,500 - 6,500 руб.   | Обнаружение радаров X, K и Ka диапазонов                           | Дальность обнаружения: до 2.5 км |
|                                 | Cobra RAD 450          | 4,000 - 5,500 руб.   | Обнаружение радаров X, K и Ka диапазонов                           | Дальность обнаружения: до 2.5 км |
| Мультимодальные радар-детекторы | Valentine One          | 30,000 - 40,000 руб. | Обнаружение радаров и лазеров, фильтрация ложных срабатываний      | Дальность обнаружения: до 5 км   |
|                                 | Escort Passport 9500IX | 24,000 - 35,000 руб. | Обнаружение радаров и лазеров, GPS, фильтрация ложных срабатываний | Дальность обнаружения: до 5 км   |
| GPS-радар-детекторы             | Garmin Speak Plus      | 12,000 - 18,000 руб. | GPS-оповещения о камерах, обновления базы данных                   | Дальность обнаружения: до 3.2 км |
|                                 | Cobra DSP 9200BT       | 10,000 - 15,000 руб. | GPS-оповещения о камерах, Bluetooth, обновления базы данных        | Дальность обнаружения: до 3.2 км |
| Комбинированные устройства      | Escort Redline 360c    | 45,000 - 50,000 руб. | Обнаружение радаров, лазеров, GPS, подключение к смартфону         | Дальность обнаружения: до 8 км   |
|                                 | Uniden R7              | 30,000 - 40,000 руб. | Обнаружение радаров, лазеров, GPS, фильтрация ложных срабатываний  | Дальность обнаружения: до 8 км   |

Базовые радар-детекторы: Простые устройства, которые обеспечивают базовую защиту от радаров. Идеальны для водителей, которые не нуждаются в сложных функциях.

Мультимодальные радар-детекторы: Эти устройства могут обнаруживать как радары, так и лазеры. Они обычно имеют функции фильтрации, что делает их более надежными.



GPS-радар-детекторы: Используют GPS для предупреждения о стационарных камерах и обновления базы данных. Идеальны для городских условий.

Комбинированные устройства: Предлагают полный набор функций, включая обнаружение радаров, лазеров и GPS. Эти устройства обеспечивают максимальную защиту и функциональность.

В заключение нашего сравнительного анализа радар-детекторов на автомобильном транспорте следует отметить, что выбор устройства напрямую зависит от индивидуальных потребностей и условий эксплуатации. Разные модели могут отличаться по чувствительности, диапазону частот и дополнительным функциям, что значительно влияет на их эффективность. Например, детекторы, поддерживающие GPS, могут не только обнаруживать радары, но и сообщать о стационарных постах дорожной полиции и опасных участках дороги.

Кроме того, важным аспектом является легальность использования радар-детекторов в различных странах. В некоторых регионах их использование может привести к штрафам, что необходимо учитывать при выборе устройства. Также стоит обратить внимание на качество сборки и надежность радар-детектора, так как это влияет на его долговечность и точность.

Еще одним критерием выбора становится цена. На рынке представлено множество моделей, которые варьируются в стоимости от бюджетных до премиум. При этом дорогие модели не всегда оправдывают свою цену из-за избыточных функций или недостаточно продуманной эргономики.

Таким образом, при выборе радар-детектора необходимо учитывать множество факторов, начиная от технологий обнаружения до легальности использования в вашем регионе. Правильный выбор позволит не только избежать штрафов, но и сделает поездки более безопасными.

#### Список использованных источников

1. Аникеев, Е. А. Информационные технологии на транспорте : учебное пособие / Е. А. Аникеев. – Воронеж : Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2019. – 124 с. – EDN VXNBTW.

2. Власов, В. М. Информационные технологии на автомобильном транспорте: учебник / В. М. Власов и др. . М.: Академия, 2014. 256 с.

3. Горев, А. Э. Информационные технологии в управлении логистическими системами / А. Э. Горев ; А.Э. Горев ; М-во образования Рос. Федерации. С.-Петерб. гос. архитектур.-строит. ун-т. – СПб. : СПбГАСУ, 2004. – 193 с. – ISBN 5-9227-0018-9. – EDN QQDMFR.

4. Горев, А. Э. Информационные технологии на транспорте : Учебник / А. Э. Горев. – 2-е изд., пер. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2020. – 289 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-10636-7. – EDN BGIKRO.

5. Якубович, А.Н. Информационные технологии на автотранспорте: учебное пособие / А.Н. Якубович, Н.Г. Куфтинова, О.Б. Рогова. – М.: МАДИ, 2017. – 252 с.

#### References

1. Anikeev, E. A. Information technologies in transport: a textbook/E. A. Anikeev. - Voronezh: Voronezh State Forestry University named after G.F. Morozov, 2019. – 124 с. – EDN BXNBTW.

2. Vlasov, V. M. Information technologies in road transport: textbook/V. M. Vlasov and others. M.: Academy, 2014. 256 s.

3. Gorev, A. E. Information Technology in Logistics Systems Management/A. E. Gorev; A.E. Gorev; M-formation Ros. Federations. S.-Peterb. state. architectural-construction. un-t. - St. Petersburg: SPbGASU, 2004. - 193 p. - ISBN 5-9227-0018-9. – EDN QQDMFR.

4. Gorev, A. E. Information Technology in Transport: Textbook/A. E. Gorev. - 2nd ed., Per. And add. - Moscow: Yurayt Publishing House, 2020. - 289 p. - (Higher education). – ISBN 978-5-534-10636-7. – EDN BGIKRO.

5. Yakubovich, A.N. Information technologies on vehicles: a textbook/A.N. Yakubovich, N.G. Kuftinova, O.B. Rogova. - M.: MADI, 2017. - 252 s.

#### VEHICLE RECORDERS BENCHMARKING

Tulupchikova V.A., Fattakhova A.F., Shtukatureva E.S., Yanuchkov M.R.  
FSBEI HE "Orenburg State University," Orenburg

Abstract. With the development of technology and the growing requirements for road safety, recording devices are becoming an integral part of road transport. These devices record data on the movement of the vehicle, including speed, driver time and other parameters. In this article, we will consider various types of recording devices, their functionality, advantages and disadvantages, as well as their impact on the safety and efficiency of transportation.

Keywords: recording devices, safety, road transport, vehicle.

УДК 656.02

#### СНИЖЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДЕРЖЕК ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ СКОРОСТНЫХ РЕЖИМОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

Фадина О.С., Глушков А.И., Варворкин М.А.  
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск

Аннотация. При организации дорожного движения важнейшим приоритетом является увеличение пропускной способности улично-дорожной

сети (УДС). Остановки транспортных средств (ТС) на запрещающий сигнал светофора и их постоянные ускорения и замедления отрицательно влияют на пропускную способность, вызывая временные потери и ухудшая экологическую обстановку. В этом исследовании разработана методика бесостановочного проезда автомобилей через перекрестки УДС с использованием технологий компьютерного зрения и динамических дорожных знаков. Сбор данных о движении ТС на регулируемых перекрестках осуществлялся с помощью нейронной сети YOLOv4. В ходе работы были выявлены зависимости средних скоростей лидирующего автомобиля от времени разъезда очереди ТС. Кроме того, было проведено исследование зависимости времени разъезда очереди ТС от ускорения лидирующего автомобиля, структуры очереди и погодных условий. Результаты показали снижение времени задержки до 20% и повышение пропускной способности на 10-15%.

Ключевые слова: транспортный поток, очередь транспортных средств, координированное управление транспортными потоками, пропускная способность перекрестка, скорость, ускорение, нейронные сети.

#### Введение

Одной из ключевых проблем в организации дорожного движения являются задержки транспортных средств, даже в дневное «межпиковое» время. Одно из эффективных решений этой проблемы — внедрение бесостановочного движения через перекрестки, основанного на принципе «зеленой волны» [1, 2]. Применение такого подхода помогает снизить транспортные потери при минимальных финансовых затратах за счет повышения средней скорости и уменьшения числа остановок автомобилей на регулируемых перекрестках. Однако традиционные методы координированного дорожного движения недостаточно учитывают вероятностный характер прибытия отдельных ТС к перекресткам.

В трудах [3-5] представлена децентрализованная мультиагентная система, предназначенная для адаптивного управления светофорами и способствующая созданию эффекта «зеленой волны». Основным аспектом данной системы является то, что решения агентов принимаются на основе прогнозирования локального состояния на следующий временной шаг. Важно отметить, что будущее состояние перекрестка определяется исключительно движением, происходящим на соседних перекрестках. В данном исследовании моделируется взаимодействие децентрализованных агентов с целью совместной координации функционирования каждого перекрестка, опираясь на теоретические модели принятия решений. В исследовании [6] уделили внимание оптимальному скоординированному управлению дорожными сигналами, учитывая как детерминированные, так и стохастические требования.

Вероятностный характер прибытия внегрупповых автомобилей и их динамические характеристики также не рассматриваются в изучаемых методах организации координированного движения. В результате это

приводит к вынужденным остановкам перед перекрестками в 10–15% случаев. Исследования показали, что на время разъезда очереди ТС влияют состав транспортного потока (ТП), ускорение автомобилей и состояние дорожного покрытия.

В области исследования оптимизации движения существуют схожие работы [7, 8], в которых разработаны алгоритмы, нацеленные на оптимизацию скорости транспортных средств с использованием информации о светофорных сигналах. В этих исследованиях подробно анализируются роли ведущего транспортного средства, а также подчеркивается важность времени старта и типа первого автомобиля на изучаемых перекрестках.

В дополнение к вышеупомянутым исследованиям, наше исследование представляет собой инновационный подход к сокращению транспортных задержек, сосредоточенный на организации безостановочного проезда автомобилей через регулируемые перекрестки. В предложенной математической модели учитываются такие параметры, как количество автомобилей в очереди, структура транспортного потока и атмосферные условия.

#### Теория и методы

В рамках нашего исследования были собраны данные с регулируемых перекрестков города Челябинска, применяя нейронную сеть YOLOv4 (рисунок 1) для глубокого анализа параметров движения транспортных средств. Фокус был направлен исключительно на полосы, предназначенные для движения прямо, при этом учитывались как геометрические характеристики этих полос, так и общая структура перекрестков. В результате мы выделили двадцать полос на десяти крупных городских перекрестках. Была осуществлена измерительная работа по динамическим показателям транспортного потока для выявления зависимостей (рисунок 2). Исследование проводилось в «межпиковые часы», так как в дневное время также наблюдается значительный объем поездок, осуществляемых как в рамках служебных нужд, так и для личных задач.



Рисунок 1 – Обнаружение и отслеживание ТС сверточной нейронной сетью YOLOv4 (пр. Ленина – Свердловский пр., г. Челябинск)



Рисунок 2 – Измерение динамики транспортного потока (ул. Труда, г. Челябинск)

В результате исследования были выявлены различные ускорения лидирующего автомобиля при разъезде очереди внегрупповых автомобилей на разных полосах движения ТП (рисунок 3). Исследования проводились только для ТС первой категории.

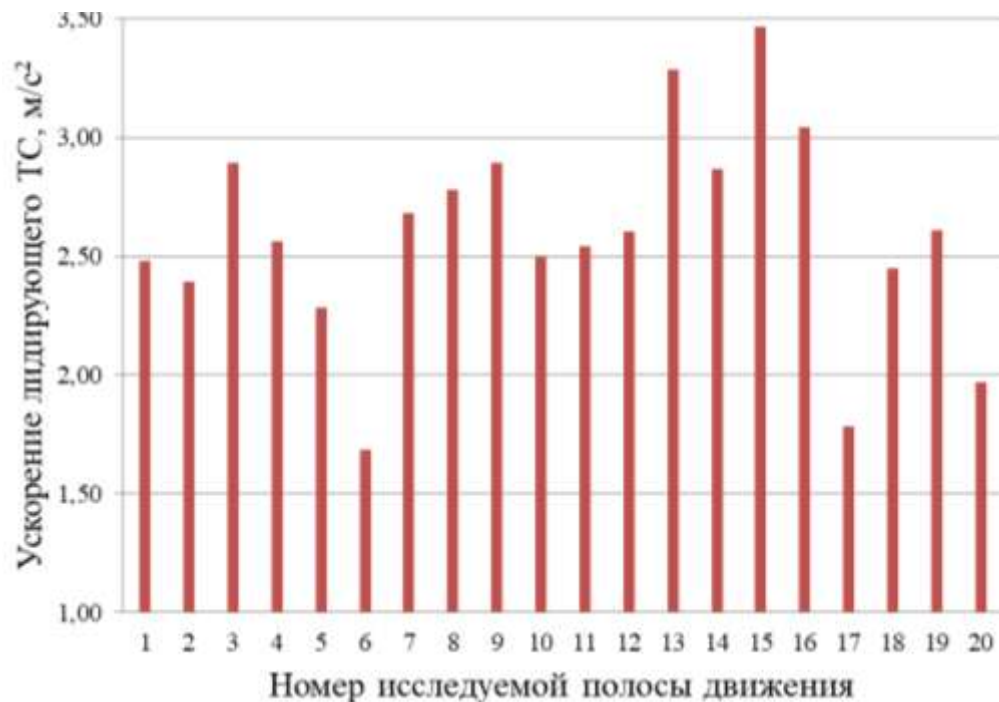


Рисунок 3 – Ускорение лидирующего ТС при проезде перекрестка на исследуемых полосах движения, м/с<sup>2</sup>

В ходе исследования автомобили были классифицированы на категории в зависимости от их тягово-динамических характеристик (таблица 1).

Таблица 1 – Категории транспортных средств

| Категория ТС | ТС                                      |
|--------------|---|
| I            | легковые автомобили                     |
| II           | автофургоны и микроавтобусы до 3,5 тонн |
| III          | грузовые автомобили от 3,5 до 12 тонн   |
| IV           | грузовые автомобили свыше 12 тонн       |
| V            | автобусы свыше 3,5 тонн                 |

При исследовании движения ТП было выявлено, что на время разъезда очереди влияет ускорение первого в очереди ТС автомобиля (лидера) (рисунок 4), а также наличие в очереди ТС других категорий (рисунок 5). Чем ниже ускорение первого в очереди автомобиля, тем дольше время задержки у других ТС в очереди. На ускорение ТС оказывает влияние состояние дорожного покрытия – это колеиность, ямы, трамвайные пути, а также погодные условия, такие как снег и дождь. Чем выше ускорение лидирующего автомобиля, тем быстрее разъезжается очередь внегрупповых автомобилей. Наличие в очереди внегрупповых ТС автомобилей III, IV, V категорий существенно снижает время разъезда очереди в среднем на 15-20%.

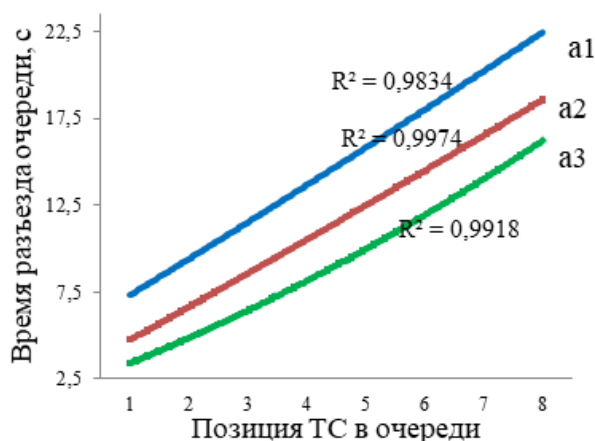


Рисунок – 4 Время разъезда очереди ТС при разных ускорениях лидирующего автомобиля, с (a1 – 0,08 м/с²; a2 – 0,76 м/с²; a3 – 1,34 м/с²)

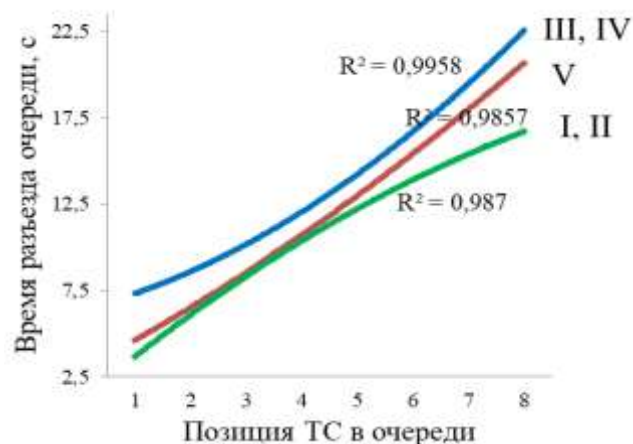


Рисунок 5 – Время разъезда очереди ТС разных групп при выезде с перекрестка, с

Для обеспечения беспрепятственного проезда групповых транспортных средств целесообразно заранее регулировать их среднюю скорость до необходимого уровня, когда они приближаются к перекрестку, принимая во внимание параметры очереди отдельных автомобилей. Контроль скорости групповых транспортных средств на подходах к перекрестку позволяет избежать остановок на запрещающий сигнал светофора и повысить эффективность проезда через регулируемое пересечение.

Определение оптимальной скорости должно учитывать время, необходимое для прохождения расстояния от стоп-линии до конца

пересекаемой проезжей части. Данное расстояние можно вычислить, принимая во внимание характеристики дороги и скорость движения автомобиля. Также следует учитывать время переключения разрешающего сигнала светофора и временные интервалы, необходимые для координации движения между группами транспортных средств. Учитывая все упомянутые аспекты, можно установить рекомендуемую скорость для автомобилей с помощью динамических дорожных знаков «6.2».

$$V_{cp}^l = 3,6 \cdot \frac{L_{п}^i}{t_{cd} - \left( h_i^{sl} + \sqrt{\frac{2 \cdot S_{int}}{a_i^{int}} + \tau_i^r} \right) + \sqrt{\frac{2 \cdot (1,5 + D_i \cdot (n_i - 1))}{a_i}} + t_3^i \cdot k_{сп} \cdot k_{ктс}} \quad (1)$$

где  $V_{cp}^l$  – средняя скорость лидирующего автомобиля (км/ч);  $L_{п}^i$  – длина  $i$ -го перегона (м);  $t_{cd}$  – время сдвига разрешающего сигнала (с);  $h_i^{sl}$  – время на достижение стоп-линии  $i$ -го ТС с момента включения разрешающего сигнала светофора (с);  $S_{int}$  – длина перекрёстка (задается для каждого перекрестка отдельно) (м);  $a_i^{int}$  – ускорение  $i$ -го ТС при проезде участка перекрестка (м/с<sup>2</sup>);  $\tau_i^r$  – время реакции водителя 1-го ТС (запаздывание старта первого ТС) (с);  $D_i$  – динамический габарит  $i$ -го ТС (м);  $n_i$  – порядковый номер в очереди  $i$ -го ТС (м);  $a_i$  – ускорение  $i$ -го ТС (м/с<sup>2</sup>);  $t_3^i$  – время задержки начала старта движения ТС от начала разрешающего такта, с;  $k_{сп}$  – коэффициент состояния покрытия;  $k_{ктс}$  – коэффициент учитывающий динамические показатели лидирующего ТС.

В результате проведенных расчетов были выявлены следующие зависимости (рисунок 6). На представленном графике видно, что при длине перегона в 300 м применение рассматриваемого подхода оказывается наиболее эффективным при временных сдвигах в 25 и 35 секунд. Для 5-го транспортного средства оптимальная скорость составляет 50 км/ч при временном сдвиге 25 секунд, а для 4-го – 35 км/ч при сдвиге в 35 секунд.

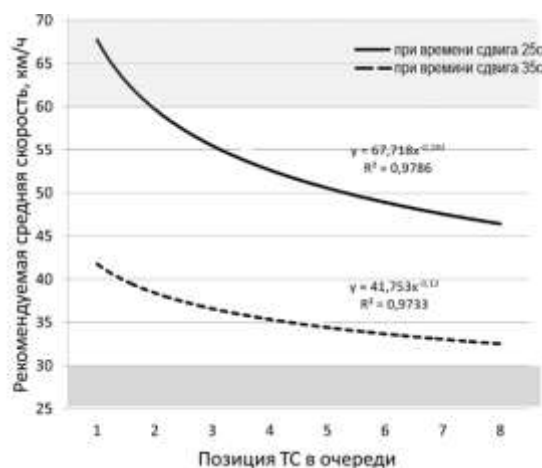


Рисунок 6 – Средняя скорость проезда перегона лидирующим автомобилем, в зависимости от времени разъезда внегрупповых автомобилей при длине перегона 300 м

## Выводы

В результате проведенных исследований сформулированы следующие выводы.

Разработанная методика расчета рекомендуемой скорости для безостановочного проезда перекрестка групповыми автомобилями способствует устранению недостатков, присущих современным подходам к организации координированного движения в условиях высокой интенсивности транспортного потока. Разработанная математическая модель позволяет сократить время задержки ТС перед регулируемым перекрестком до 20%, что одновременно способствует увеличению средней скорости проезда на 10-15%.

Использование полученных результатов позволит избежать необходимости в изменении режимов работы светофорных объектов, что может затруднить движение транспорта по конфликтным направлениям.

Можно сделать вывод, что оптимально подобранная скорость движения позволит увеличить пропускную способность данных участков дороги, снизить количество выбросов выхлопных газов от автотранспорта, за счет сокращения остановок ТС, повышения средней скорости движения, а также способствовать улучшению качества жизни городских жителей.

## Список использованных источников

1 Шепелев, В. Д. Моделирование пропускной способности узлов транспортной городской сети на основе методов нечеткой логики / В. Д. Шепелев, А. И. Глушков, И. С. Слободин [и др.] // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2021. – Т. 15, № 4. – С. 181-187. – DOI 10.14529/em210419. – EDN IMAPPK.

2 Shepelev, V. Identification of distinguishing characteristics of intersections based on statistical analysis and data from video cameras / V. Shepelev, S. Aliukov, A. Glushkov, S. Shabiev // Journal of Big Data. – 2020. – Vol. 7, No. 1. – P. 46. – DOI 10.1186/s40537-020-00324-7. – EDN RWHHKG.

3 Xu, Y. Agent-based decentralized cooperative traffic control toward green-waved effects / Y. Xu, Y. L. Zhang, T. T. Sun, Y. F. Su // Journal of Software. – 2012. – Vol. 23. No. 1. – Pp. 2937–2945. – DOI: 10.3724/SP.J.1001.2012.04307.

4 Kosonen, I. Multi-agent fuzzy signal control based on real-time simulation // Transportation Research. Part C. – 2003. – Vol. 11. – Pp. 389–403. – DOI: 10.1016/S0968-090X(03)00032-9.

5 Daneshfar, F. Adaptive fuzzy urban traffic flow control using a cooperative multi-agent system based on two stage fuzzy clustering / F. Daneshfar, J. Ravan Jam Jah, F. Mansoori et al. // VTC Spring 2009 – IEEE 69th Vehicular Technology Conference. No. 5073360.



6 Kentaro, W. An optimization modeling of coordinated traffic signal control based on the variational theory and its stochastic extension / W. Kentaro, U. Kento, T. Tsubasa, K. Masao // *Transportation Research Procedia*, – Vol. 23. – 2017. – Pages 624-644, ISSN 2352-1465.

7 Mandava, S. Arterial velocity planning based on traffic signal information under light traffic conditions / S. Mandava, K. Boriboonsomsin, M. Barth // *12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*. St. Louis, MO, USA. – 2009. – pp. 1-6. – DOI: 10.1109/ITSC.2009.5309519.

8. Li, Z. Comparative Analysis of Drivers, Start-Up Time of the First Two Vehicles at Signalized Intersections / Z. Li, B. Wang, J. Zhang // *Journal of Advanced Transportation*, – 2016. – 50.2, pp. 228–239. – DOI: 10.1002/atr.1318.

#### List of sources used

1 Shepelev, V. D. Modeling the capacity of urban transport network nodes based on fuzzy logic methods / V. D. Shepelev, A. I. Glushkov, I. S. Slobodin [et al.] // *Bulletin of the South Ural State University. Series: Economics and Management*. – 2021. – vol. 15, No. 4. – pp. 181-187. – DOI 10.14529/em210419. – EMAIL address IMAPPK.

2 Shepelev, V. Identification of distinguishing characteristics of intersections based on statistical analysis and data from video cameras / V. Shepelev, S. Aliukov, A. Glushkov, S. Shabiev // *Journal of Big Data*. – 2020. – Vol. 7, No. 1. – P. 46. – DOI 10.1186/s40537-020-00324-7. – EDN RWHHKG.

3 Xu, Y. Agent-based decentralized cooperative traffic control toward green-waved effects / Y. Xu, Y. L. Zhang, T. T. Sun, Y. F. Su // *Journal of Software*. – 2012. – Vol. 23. No. 1. – Pp. 2937–2945. – DOI: 10.3724/SP.J.1001.2012.04307.

4 Kosonen, I. Multi-agent fuzzy signal control based on real-time simulation // *Transportation Research. Part C*. – 2003. –Vol. 11. – Pp. 389–403. – DOI: 10.1016/S0968-090X(03)00032-9.

5 Daneshfar, F. Adaptive fuzzy urban traffic flow control using a cooperative multi-agent system based on two stage fuzzy clustering / F. Daneshfar, J. Ravan Jam Jah, F. Mansoori et al. // *VTC Spring 2009 – IEEE 69th Vehicular Technology Conference*. No. 5073360.

6 Kentaro, W. An optimization modeling of coordinated traffic signal control based on the variational theory and its stochastic extension / W. Kentaro, U. Kento, T. Tsubasa, K. Masao // *Transportation Research Procedia*, – Vol. 23. – 2017. – Pages 624-644, ISSN 2352-1465.

7 Mandava, S. Arterial velocity planning based on traffic signal information under light traffic conditions / S. Mandava, K. Boriboonsomsin, M. Barth // *12th International IEEE Conference on Intelligent Transportation Systems*. St. Louis, MO, USA. – 2009. – pp. 1-6. – DOI: 10.1109/ITSC.2009.5309519.

8. Li, Z. Comparative Analysis of Drivers, Start-Up Time of the First Two Vehicles at Signalized Intersections / Z. Li, B. Wang, J. Zhang // *Journal of Advanced Transportation*, – 2016. – 50.2, pp. 228–239. – DOI: 10.1002/atr.1318.

## REDUCTION OF TRANSPORT DELAYS DUE TO OPTIMIZATION OF HIGH-SPEED MODES OF TRAFFIC FLOWS

Fadina O.S., Glushkov A.I., Varvorkin M.A.  
South Ural State University, Chelyabinsk

Annotation. When organizing traffic, the most important priority is to increase the capacity of the road network (UDS). Stopping vehicles at a forbidding traffic light signal and their constant acceleration and deceleration negatively affect throughput, causing temporary losses and worsening the environmental situation. In this study, a technique has been developed for non-stop driving of cars through UDS intersections using computer vision technologies and dynamic road signs. Data on vehicle movement at regulated crossings was collected using the YOLOv4 neural network. In the course of the work, the dependences of the average speeds of the leading automobile on the time of departure of the vehicle queue were revealed. In addition, a study was conducted on the dependence of the time of departure of the vehicle queue on the acceleration of the leading car, the structure of the queue and weather conditions. The results showed a 20% reduction in latency and a 10-15% increase in throughput.

Keywords: traffic flow, queue of vehicles, coordinated traffic flow management, crossing capacity, speed, acceleration, neural networks.

УДК 656.13

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РАСХОДА ТОПЛИВА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

**Хасанов И.Х., Долженков Ю.В., Файзуллин М.М., Пилюгин А.М.**  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. Для повышения эффективности автомобильных перевозок на автотранспортных предприятиях необходимо разрабатывать мероприятия по снижению расхода топлива подвижного состава. Причины повышенного расхода взаимосвязаны с эксплуатационными и дорожными факторами. К основным из них относятся: неудовлетворительное техническое состояние транспортного средства, перегруз автомобиля на линии, плохие дорожные условия, недостаточная профессиональная квалификация водителей. В качестве основных мероприятий, направленных на сокращение расхода топлива, можно указать следующие: это контроль загрузки подвижного состава и работы на линии, контроль за техническим состоянием подвижного состава, нормирование и учёт расхода топлива и повышение квалификации водительского состава предприятия. Внедрение этих мероприятий позволит

снизить расхода топлива подвижного состава на автотранспортном предприятии в среднем от 2 до 6 %.

Ключевые слова: снижение расхода топлива, подвижной состав, автотранспортное предприятие, автомобильные перевозки.

С целью повышения эффективности автомобильных перевозок на автотранспортном предприятии иногда требуется разработать мероприятия по снижению расхода топлива подвижного состава. К основным из них относятся: неудовлетворительное техническое состояние транспортного средства, перегруз автомобиля на линии, плохие дорожные условия, недостаточная профессиональная квалификация водителей. Причины повышенного расхода взаимосвязаны с эксплуатационными и дорожными факторами [1-2].

В качестве основных мероприятий, направленных на сокращение расхода топлива и показанных на рисунке 1, можно указать следующие: это контроль загрузки подвижного состава и работы на линии, контроль за техническим состоянием подвижного состава, нормирование и учёт расхода топлива и повышение квалификации водительского состава предприятия. Внедрение этих мероприятий позволит снизить расхода топлива подвижного состава на автотранспортном предприятии в среднем от 2 до 6 %.

Существующие на предприятии организационные мероприятия по экономии расхода топлива подвижного состава были исследованы ранее в работах [3-5].

В качестве внедряемых в данной научной работе предлагается разработать мероприятия по контролю загрузки подвижного состава и работы на линии и повышению квалификации водителей по экономичной эксплуатации автомобилей.

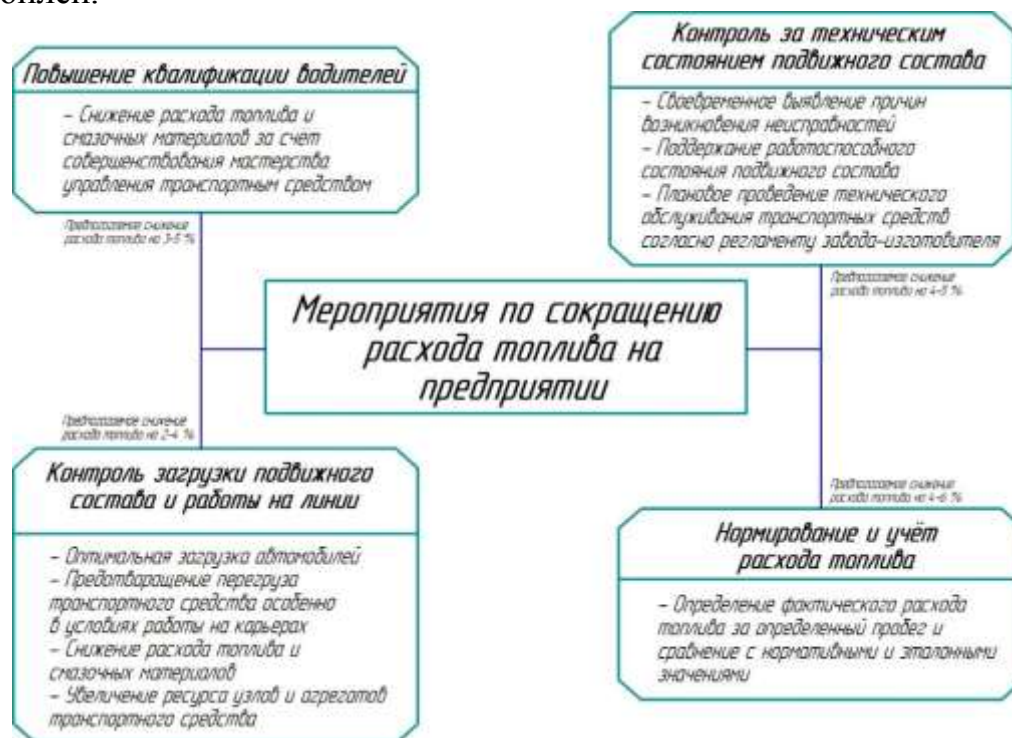


Рисунок 1 – Мероприятия по сокращению расхода топлива на предприятии

Для решения одной из задач исследования на первом этапе разработана схема мероприятий по контролю загрузки подвижного состава и работы на линии. Схема изображена на рисунке 2. Грузовые автомобили, особенно работающие на карьерах, предлагается дооснастить бортовой системой взвешивания и сигнальными устройствами перегрузки. В зависимости от конструктивной особенности подвески транспортных средств предлагается использовать датчики деформации VESA или датчики давления Wabco.

Бортовые системы взвешивания, установленные на автомобили, позволяют водителям отслеживать изменение нагрузок на оси непосредственно при погрузке и в движении, а владельцам парков с помощью удаленного мониторинга решать задачи повышения экономической эффективности грузоперевозок за счет обеспечения оптимальности загрузки, уменьшения простоев, увеличения коэффициента загруженности и снижения удельного расхода топлива на тонну перевезенной продукции.

Компания VESA SYSTEM производит и устанавливает бортовые весы практически на все виды техники и подключает их к облачной системе мониторинга Wialon.

В результате потребитель получает полный контроль за эффективностью перевозок, исключается воровство и неэффективные потери в процессе погрузки и транспортировки.



Рисунок 2 – Схема мероприятий по контролю загрузки подвижного состава и работы на линии

Основная комплектация бортовой системы VESA для измерения осевых нагрузок, полной массы и веса груза, представленная на рисунке 3, включает в себя [6]:

1 - Индикатор загрузки проводной - устанавливается в панель кабины или герметичный бокс и отображает вес груза.

2 - Смартфон для передачи и отображения информации в режиме реального времени.

3 - Весовой контроллер - центральная часть системы, которая преобразует сигналы с датчиков в весовые показатели, далее передает информацию на дисплей, а также в систему мониторинга.

4 - Датчики деформации - высокоточные тензометрические датчики VESA (BECA) устанавливаются непосредственно на мосты транспортного средства через приварные кронштейны.

5 - Датчики давления Wabco (Вабко) - высокоточные оригинальные датчики устанавливаются непосредственно в подушки или в трубки транспортного средства через быстроразъемные фитинги. А также монтажные комплекты.



Рисунок 3 – Установка датчиков и систем VESA на грузовые автомобили с пневмоподвеской [6]

Информационная поддержка системы VESA ANALITICA (рисунок 3) позволяет вести комплексный учёт и анализ работы каждой транспортной единицы, контролировать локацию, время в точках погрузки и выгрузки, пройденное расстояние, израсходованное время и топливо, перевезенный вес на каждом плече.



Рисунок 4 – Информационная поддержка системы VESA ANALITICA [6]

Бортовая система VESA позволит снизить или полностью исключить штрафы, устранить поломки и простои автомобиля из-за перегруза, снизить неэффективные затраты, устранить ошибки во взаиморасчётах с грузоотправителями, а также увеличить эффективность транспортной работы техники на 15-20 %, обеспечив оптимальную загрузку машин.

#### Список использованных источников

1 Горев, А.Э. Грузовые автомобильные перевозки [Текст]: учен. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А. Э. Горев. – 5-е изд., испр. – Москва: Издательский центр, 2007. – 245 с.

2 Кузнецов, Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей. Учебник для вузов. – М.: Наука, 2004. – 535 с.

3 О безопасности колесных транспортных средств: технический

регламент Таможенного союза. Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/902174533> – (дата обращения: 13.11.2024).

4 Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей [Текст]: учеб. пособие / В. М. Виноградов [и др.]. - М.: Академия, 2009. - 256 с.

5 Российская Автотранспортная Энциклопедия [Текст]: техн. эксплуатация, обслуживание и ремонт автотранспорт. средств / под ред. Е.С. Кузнецова. - М.: Просвещение, 2001. - 456 с.

6 Бортовая система взвешивания на автомобилях с пневматической подвеской. Режим доступа: <https://vesasystem.ru/machinery/air-suspension/> – (дата обращения: 14.11.2024).

#### References

1 Gorev, A.E. Freight road transportation [Text]: textbook for students of higher educational institutions / A. E. Gorev. - 5th ed., corrected. - Moscow: Publishing Center, 2007. - 245 p.

2 Kuznetsov, E.S. Technical operation of cars. Textbook for universities. - Moscow: Nauka, 2004. - 535 p.

3 On the safety of wheeled vehicles: technical regulations of the Customs Union. Access mode: <http://docs.cntd.ru/document/902174533> - (date of access: 11/13/2024).

4 Organization of production of technical maintenance and current repair of cars [Text]: textbook / V. M. Vinogradov [et al.]. - M.: Academy, 2009. - 256 p.

5 Russian Motor Transport Encyclopedia [Text]: technical operation, maintenance and repair of motor vehicles / edited by E.S. Kuznetsov. - M.: Education, 2001. - 456 p.

6 On-board weighing system for vehicles with air suspension. Access mode: <https://vesasystem.ru/machinery/air-suspension/> – (date of access: 11/14/2024).

#### IMPROVEMENT OF MEASURES TO REDUCE FUEL CONSUMPTION OF ROLLING STOCK OF A MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE

Khasanov I.Kh., Dolzhenkov Yu.V., Faizullin M.M., Pilyugin A.M.  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Orenburg State University», Orenburg

Annotation. To improve the efficiency of automobile transportation at motor transport enterprises, it is necessary to develop measures to reduce fuel consumption of rolling stock. The reasons for increased consumption are interconnected with operational and road factors. The main ones include: unsatisfactory technical condition of the vehicle, overloading of the vehicle on the line, poor road conditions, insufficient professional qualifications of drivers. The following can be specified as the main measures aimed at reducing fuel consumption: control of the loading of rolling stock and work on the line, control of the technical condition of the rolling stock, standardization and accounting of fuel

consumption and improving the qualifications of the enterprise's drivers. The implementation of these measures will reduce the fuel consumption of rolling stock at a motor transport enterprise by an average of 2 to 6%.

Keywords: reduction of fuel consumption, rolling stock, motor transport enterprise, automobile transportation.

УДК 656.025

## **МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АВТОСЕРВИСНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ**

**Хасанов И.Х., Решетов С.В., Бескровный В.А., Аиткужин И.Р.**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. В работе современного предприятия автомобильного сервиса используется информационная система для его логистического управления. В настоящее время изготовители информационных логистических систем предлагают потребителям широкий спектр своей цифровой продукции. Данная статья представляет собой научно-методическое описание методики рационального выбора информационной системы для логистического управления на станциях технического обслуживания легковых автомобилей методом экспертных оценок.

Ключевые слова: информационная система, логистическое управление, автосервисное предприятие.

При реализации вопросов, связанных с комплектованием программного обеспечения по логистическому управлению на станциях технического обслуживания автомобилей, требуется определённая теоретическая и практическая подготовка по технологии и организации диагностирования, технического обслуживания и ремонта транспортных средств, материально-техническому обеспечению автосервисного предприятия и др. [1-4]. Для использования информационной логистической системы в производственной деятельности автомобильного сервиса необходимо произвести её рациональный выбор с учётом множественных рыночных предложений. Без использования определённого оценочного аппаратного обеспечения достаточно сложно произвести правильное приобретение программного продукта, поэтому в данной статье представлено научно-методическое описание методики рационального выбора информационной системы для логистического управления на станциях технического обслуживания легковых автомобилей методом экспертных оценок. [5].

Алгоритм выбора информационной логистической системы для СТО (рисунок 1) содержит следующие основные этапы [6-9]:



- 1) ввод исходных данных (количество выбираемых объектов -  $N_{об}$ , количество частных критериев -  $a_1 - a_n$ )
- 2) определение значений частных критериев -  $a_1 - a_n$ ;
- 3) определение максимальных значений частных критериев -  $a_1^{max} - a_n^{max}$ ;
- 4) определение численного значения нормализованного критерия ( $a_{ij}^{norm}$ ) по принципу максимума или минимума;
- 5) определение методом анкетирования (опроса) весов частных критериев -  $q_1 - q_n$ ;
- 6) определение численного значения для каждого выбираемого объекта обобщенной целевой функции -  $F_1 - F_n$ ;
- 7) вывод полученных результатов -  $F_1 - F_n$ , выбор  $F_n^{max}$ .

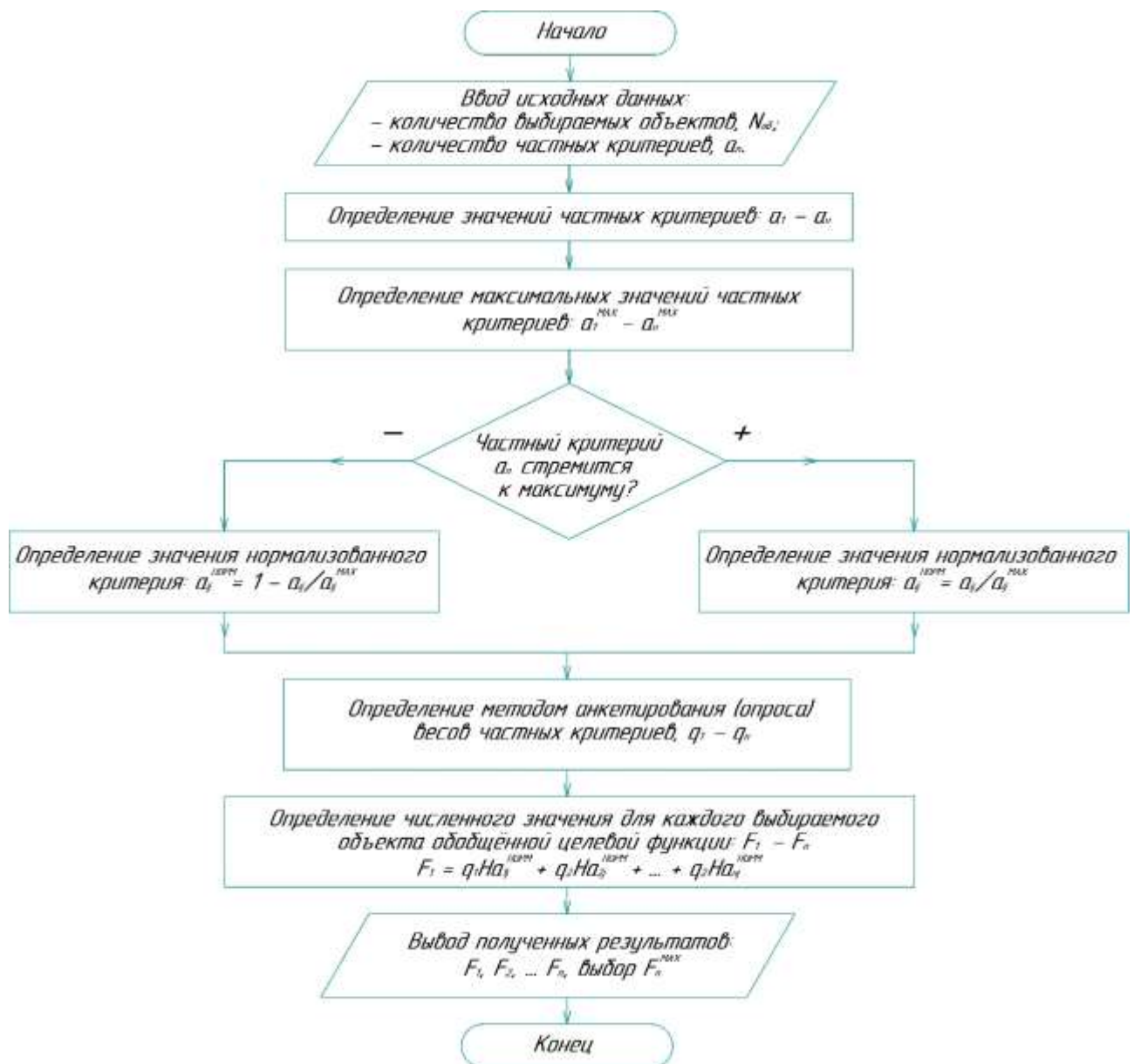


Рисунок 1 – Алгоритм выбора информационной логистической системы для СТО

Численные значения частных критериев, задаваемых в качестве исходных, при выборе информационных систем для логистического управления СТО, определены путём обзора интернет-сайтов производителей программных средств и заполнены в таблицу 1.

Таблица 1 – Задаваемые значения частных критериев при выборе информационной системы для логистического управления СТО [10]

| Наименование выбираемой информационной системы для логистического управления СТО | Задаваемые значения частных критериев                           |                                      |  |  |   |   |   |                                     |  |                                      |
|--|---|--------------------------------------|--|--|---|---|---|-------------------------------------|--|--------------------------------------|
|  | $a_1$   | $a_2$                                | $a_3$  | $a_4$  | $a_5$   | $a_6$   | $a_7$   | $a_8$                               | $a_9$  | $a_{10}$                             |
|  | Стоимость пользования программой, руб. в год за 1 рабочее место | Каталог аналогов запчастей, тыс. ед. | Максимальное количество марок автомобилей, ед. | Максимальное количество показателей для начисления заработной платы, ед. | Максимальное количество производителей запчастей, ед. | Повышение производительности труда сотрудников автосервиса, % | Повышение оборачиваемости, при тех же складских площадях автосервиса, % | Сокращение времени сборки заказа, % | Количество норм времени по Д, ТО и Р, тыс. ед. | Максимальное количество складов, ед. |
| Программа 1  | $a_{11}$  | $a_{12}$                             | $a_{13}$                                       | $a_{14}$   | $a_{15}$  | $a_{16}$  | $a_{17}$  | $a_{18}$                            | $a_{19}$                                       | $a_{110}$                            |
| Программа 2  | $a_{21}$  | $a_{22}$                             | $a_{23}$                                       | $a_{24}$   | $a_{25}$  | $a_{26}$  | $a_{27}$  | $a_{28}$                            | $a_{29}$                                       | $a_{210}$                            |
| Программа n  | $a_{n1}$  | $a_{n2}$                             | $a_{n3}$                                       | $a_{n4}$   | $a_{n5}$  | $a_{n6}$  | $a_{n7}$  | $a_{n8}$                            | $a_{n9}$                                       | $a_{n10}$                            |

С целью проведения дальнейших математических преобразований с частными критериями, представленными в таблице 1 и имеющими различные единицы измерения своего численного значения, требуется произвести операцию нормализации или приведения их к безразмерному выражению. Для этого необходимо по принципу максимизации или минимизации аналитически перевести частные критерии в нормализованные [5-9].

Для выявления значимости и важности критериев выбора информационных логистических систем для автосервисных предприятий было проведено анкетирование, в ходе которого специалистами и персоналом крупных станций технического обслуживания легковых автомобилей им были присвоены численные значения от нуля до единицы в зависимости от веса. Полученные данные представлены в крайнем правом столбце таблицы 2.

Таблица 2 – Численные значения нормализованных ( $a_1 - a_{10}$ ) и весовых частных ( $q$ ) критериев

| Нормализованный критерий | Численные значения нормализованных критериев для информационных логистических систем автосервисных предприятий |                         |                         | Весовой частный критерий, $q$ |
|--------------------------|--|-------------------------|-------------------------|-------------------------------|
|                          | Программа 1  | Программа 2             | Программа n             |                               |
| $a_1$                    | $a_{11}^{\text{норм}}$   | $a_{21}^{\text{норм}}$  | $a_{n1}^{\text{норм}}$  | $q_1$                         |
| $a_2$                    | $a_{12}^{\text{норм}}$   | $a_{22}^{\text{норм}}$  | $a_{n2}^{\text{норм}}$  | $q_2$                         |
| $a_3$                    | $a_{13}^{\text{норм}}$   | $a_{23}^{\text{норм}}$  | $a_{n3}^{\text{норм}}$  | $q_3$                         |
| $a_4$                    | $a_{14}^{\text{норм}}$   | $a_{24}^{\text{норм}}$  | $a_{n4}^{\text{норм}}$  | $q_4$                         |
| $a_5$                    | $a_{15}^{\text{норм}}$   | $a_{25}^{\text{норм}}$  | $a_{n5}^{\text{норм}}$  | $q_5$                         |
| $a_6$                    | $a_{16}^{\text{норм}}$   | $a_{26}^{\text{норм}}$  | $a_{n6}^{\text{норм}}$  | $q_6$                         |
| $a_7$                    | $a_{17}^{\text{норм}}$   | $a_{27}^{\text{норм}}$  | $a_{n7}^{\text{норм}}$  | $q_7$                         |
| $a_8$                    | $a_{18}^{\text{норм}}$   | $a_{28}^{\text{норм}}$  | $a_{n8}^{\text{норм}}$  | $q_8$                         |
| $a_9$                    | $a_{19}^{\text{норм}}$   | $a_{29}^{\text{норм}}$  | $a_{n9}^{\text{норм}}$  | $q_9$                         |
| $a_{10}$                 | $a_{110}^{\text{норм}}$  | $a_{210}^{\text{норм}}$ | $a_{n10}^{\text{норм}}$ | $q_{10}$                      |

Общий вид аналитического выражения обобщённой функции цели ( $F$ ) для определения наиболее эффективной информационной логистической системы для автосервисного предприятия показан следующим уравнением (1):

$$F_i = q_1 \cdot a_{1i}^{\text{норм}} + q_2 \cdot a_{2i}^{\text{норм}} + q_3 \cdot a_{3i}^{\text{норм}} + q_4 \cdot a_{4i}^{\text{норм}} + q_5 \cdot a_{5i}^{\text{норм}} + q_6 \cdot a_{6i}^{\text{норм}} + q_7 \cdot a_{7i}^{\text{норм}} + q_8 \cdot a_{8i}^{\text{норм}} + q_9 \cdot a_{9i}^{\text{норм}} + q_{10} \cdot a_{10i}^{\text{норм}}, \quad (1)$$

Численные значения целевой функции исследуемых информационных логистических систем для автосервисного предприятия докажут, что самым эффективным по совокупности рассматриваемых параметров для решения производственных задач для станции технического обслуживания автомобилей, будет программный продукт, где  $F_i = F_{\text{max}}$ .

#### Список использованных источников

- 1 Техническая эксплуатация автомобилей [Текст]: учеб. для вузов / под ред. Е. С. Кузнецова. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 2004. - 535 с.
- 2 Организация производства технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей [Текст]: учеб. пособие / В. М. Виноградов [и др.]. - М.: Академия, 2009. - 256 с.
- 3 Гаджинский, А.М. Современный склад. Организации, технологии, управление и логистика [Текст]: учеб. пособие / А. М. Гаджинский. – Москва:

Инфра-М, 2012. – 115 с.

4 Транспортная логистика [Текст]: учебник для транспортных вузов / под общей редакцией Л. Б. Миротина. – Москва: Экзамен, 2003. – 504 с.

5 Бережная, Е.В. Математические методы моделирования экономических систем: Учеб. пособие. – 2-е изд., перераб. и доп. / Е.В. Бережная, В.И. Бережной – М.: Финансы и статистика, 2006. – 432 с.

6 Хасанов, И.Х. Обоснование выбора вулканизатора для ремонта камер и шин автомобилей [Электронный ресурс] / И.Х. Хасанов, Д.И. Драгунов, М.Д. Кенешов // Достижения вузовской науки: от теории к практике: сб. материалов V Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 21 апр. 2022 г., Кумертау / Кумертаус. фил. федер. гос. бюджет. образоват. учреждения высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». - Мелеуз: Мелеуз. гор. тип., 2022. - С. 31-34.

7 Хасанов, И.Х. Обоснование выбора комплекта для ремонта автомобильных стёкол на кузовной участок [Электронный ресурс] / И.Х. Хасанов, А.С. Филончиков, Е.Д. Шибалов // Достижения вузовской науки: от теории к практике: сб. материалов V Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 21 апр. 2022 г., Кумертау / Кумертаус. фил. федер. гос. бюджет. образоват. учреждения высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». - Мелеуз: Мелеуз. гор. тип., 2022. - С. 27-30.

8 Хасанов, И.Х. Обоснование выбора программно-информационной системы для складской логистики автотранспортного предприятия / И.Х. Хасанов, Е.С. Золотарев, А.Ш. Байназаров, А.И. Тукумбетов // Достижения вузовской науки: от теории к практике [Электронный ресурс]: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Кумертау, 24 апреля 2024 года) / М-во науки и высшего образования РФ, Кумертауский ф-л Оренб. гос. ун-та; Российский союз молодых ученых Республики Башкортостан. – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2024. - С. 36-40.

9 Хасанов, И.Х. Обоснование выбора информационной логистической системы для автосервисного предприятия / И.Х. Хасанов, Е.С. Золотарев, А.Ш. Байназаров, А.И. Тукумбетов // Достижения вузовской науки: от теории к практике [Электронный ресурс]: сборник материалов VII Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (г. Кумертау, 24 апреля 2024 года) / М-во науки и высшего образования РФ, Кумертауский ф-л Оренб. гос. ун-та; Российский союз молодых ученых Республики Башкортостан. – Кумертау: Кумертауский филиал ОГУ, 2024. - С. 40-45.

10 Топ 10: Программы для автосервисов и автосалонов (для России) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.livebusiness.ru/tools/autoservice/> – (дата обращения: 14.11.2024).

#### References

1 Technical operation of cars [Text]: textbook for universities / edited by E. S. Kuznetsov. - 4th ed., revised and enlarged. - Moscow: Nauka, 2004. - 535 p.

2 Organization of production of technical maintenance and current repair of

cars [Text]: textbook / V. M. Vinogradov [et al.]. - Moscow: Academy, 2009. - 256 p.

3 Gadzhinsky, A. M. Modern warehouse. Organizations, technologies, management and logistics [Text]: textbook / A. M. Gadzhinsky. - Moscow: Infra-M, 2012. - 115 p.

4 Transport logistics [Text]: textbook for transport universities / edited by L. B. Mirotin. – Moscow: Exam, 2003. – 504 p.

5 Berezhnaya, E.V. Mathematical methods for modeling economic systems: Textbook. manual. – 2nd ed., revised and enlarged / E.V. Berezhnaya, V.I. Berezhnoy – Moscow: Finance and Statistics, 2006. – 432 p.

6 Khasanov, I.Kh. Justification for the choice of a vulcanizer for repairing car tubes and tires [Electronic resource] / I.Kh. Khasanov, D.I. Dragunov, M.D. Keneshov // Achievements of university science: from theory to practice: collection of materials of the V All-Russian scientific and practical conf. with international participation, April 21, 2022, Kumertau / Kumertau. branch of the federal state budget educational institution of higher education "Orenburg. state. un-t». - Meleuz: Meleuz. city type., 2022. - P. 31-34.

7 Khasanov, I.Kh. Justification for the selection of a kit for repairing automotive glass for the body shop [Electronic resource] / I.Kh. Khasanov, A.S. Filonchikov, E.D. Shibalov // Achievements of university science: from theory to practice: collection of materials of the V All-Russian scientific and practical conf. with international participation, April 21, 2022, Kumertau / Kumertau. branch of the federal state budget educational institution of higher education "Orenburg. state university". - Meleuz: Meleuz. city type., 2022. - P. 27-30.

8 Khasanov, I.Kh. Justification for the selection of a software and information system for warehouse logistics of a motor transport enterprise / I.Kh. Khasanov, E.S. Zolotarev, A.Sh. Bainazarov, A.I. Tukumbetov // Achievements of university science: from theory to practice [Electronic resource]: collection of materials of the VII All-Russian scientific and practical conference with international participation (Kumertau, April 24, 2024) / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Kumertau branch of Orenburg state University; Russian Union of Young Scientists of the Republic of Bashkortostan. - Kumertau: Kumertau branch of OSU, 2024. - P. 36-40.

9 Khasanov, I.Kh. Justification for the selection of an information logistics system for a car service enterprise / I.Kh. Khasanov, E.S. Zolotarev, A.Sh. Bainazarov, A.I. Tukumbetov // Achievements of university science: from theory to practice [Electronic resource]: collection of materials of the VII All-Russian scientific and practical conference with international participation (Kumertau, April 24, 2024) / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Kumertau branch of Orenburg state University; Russian Union of Young Scientists of the Republic of Bashkortostan. - Kumertau: Kumertau branch of OSU, 2024. - P. 40-45.

10 Top 10: Programs for car services and car dealerships (for Russia) [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.livebusiness.ru/tools/autoservice/> - (date of access: 11/14/2024).

## METHOD OF JUSTIFICATION OF THE CHOICE OF AN INFORMATION SYSTEM FOR LOGISTIC MANAGEMENT OF AN AUTO SERVICE ENTERPRISE

Khasanov I.Kh., Reshetov S.V., Beskrovny V.A., Aitkuzhin I.R.  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Orenburg State University», Orenburg

**Annotation.** In the work of a modern automobile service enterprise, an information system is used for its logistics management. Currently, manufacturers of information logistics systems offer consumers a wide range of their digital products. This article is a scientific and methodological description of the methodology for rational selection of an information system for logistics management at passenger car service stations using expert assessments.

**Keywords:** information system, logistics management, automobile service enterprise.

УДК 656.025

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

**Хасанов И.Х., Решетов С.В., Васильев Н.П., Бескровский В.А.**  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

**Аннотация.** Одним из основных мероприятий по повышению эффективности транспортно-технологической системы доставки грузов на любом автотранспортном предприятии является автоматизация процесса доставки грузов с помощью новейших информационных систем. В настоящий момент рынок автоматизированных информационных систем для решения задач транспортной логистики пребывает в стадии активного роста. Большое количество компаний-разработчиков предлагают свои программные изделия на российском рынке. Информационная логистическая система позволит для автотранспортного предприятия оптимизировать маршруты движения транспорта, загрузки транспортных средств, выполнить планирование транспортных средств и их синхронизацию, обеспечить минимизацию складских запасов при условии бесперебойной доставки грузов, улучшить обслуживание клиентов по срокам, качеству оказываемых транспортных услуг.

**Ключевые слова:** информационная система, логистическое управление, автотранспортное предприятие, транспортно-технологическая система доставки грузов.

Перевозочной деятельностью автотранспортного предприятия руководит транспортный отдел, в состав которого входят отдел логистики и диспетчерская служба. Технологический процесс доставки грузов на предприятии, показанный на рисунке 1, состоит из трёх основных составляющих: это подготовительные операции для груза, складов и подвижного состава, транспортной работы от пункта отправления, на маршруте и в пункте назначения и завершающего процесса, включающего отчётную документацию и размещение груза на складе.



Рисунок 1 - Технологический процесс доставки грузов на предприятии [2]

Технологический график доставки грузов на предприятии показывает время использования подвижного состава в перевозке, время обслуживания подвижного состава у грузоотправителя и время обслуживания подвижного состава у грузополучателя. В графике также указывается продолжительность каждой технологической операции.

Основным назначением транспортно-технологической системы на автотранспортном предприятии является доставка груза надлежащего качества в заданное место, в назначенное время с минимальными затратами. Однако, в ряде случаев, возникают проблемы, нарушающие сроки доставки, в основном из-за недостаточной информативности и сложного документооборота. В настоящее время принятие решений, которые направлены на увеличение эффективности управления транспортными потоками, невозможно осуществлять без наличия точной и достоверной

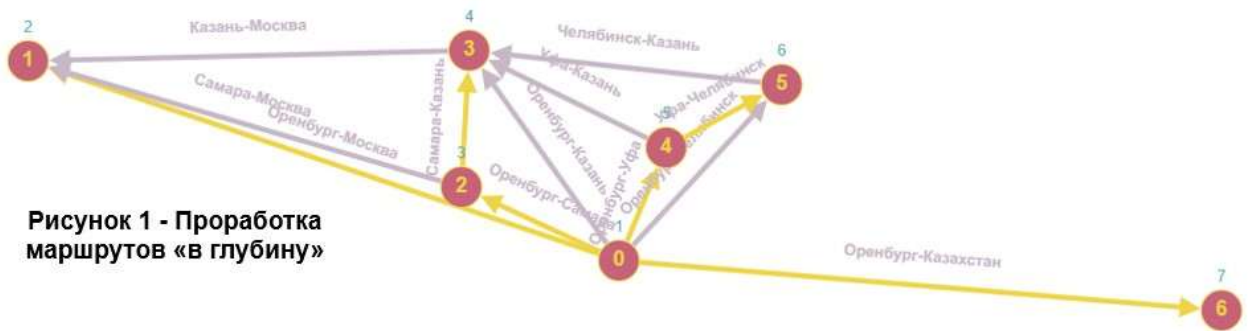
информации о событиях и явлениях. Чем большим количеством информации владеют логисты, тем эффективнее принимаются управленческие решения.

Одним из основных мероприятий по повышению эффективности транспортно-технологической системы доставки грузов на любом автотранспортном предприятии является автоматизация процесса доставки грузов с помощью новейших информационных систем. В настоящий момент рынок автоматизированных информационных систем для решения задач транспортной логистики пребывает в стадии активного роста. Более 30 компаний-разработчиков предлагают свои программные изделия на российском рынке. Информационная логистическая система позволит для автотранспортного предприятия оптимизировать маршруты движения транспорта, загрузки транспортных средств, выполнить планирование транспортных средств и их синхронизацию, обеспечить минимизацию складских запасов при условии бесперебойной доставки грузов, улучшить обслуживание клиентов по срокам, качеству оказываемых транспортных услуг.

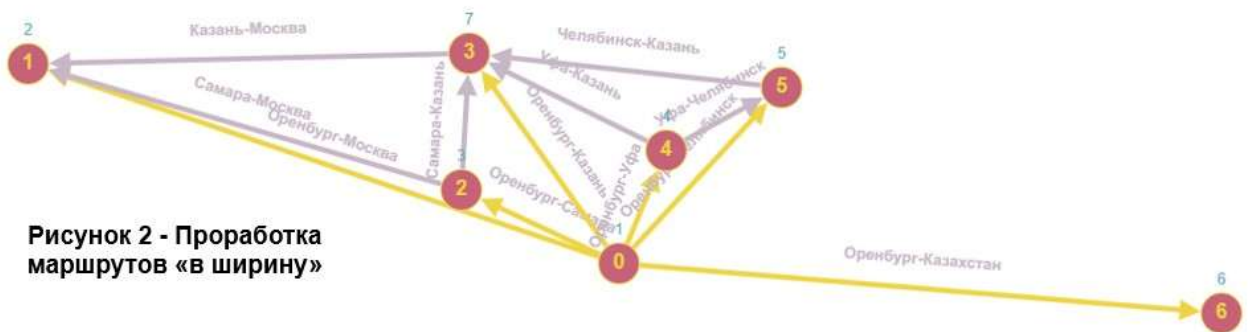
Современная транспортно-технологическая система доставки грузов с указанием движения информационного, материального и финансового потоков, а также детализацией операций между грузоотправителем и грузополучателем и отделами транспортного предприятия, позволит наиболее эффективно осуществлять транспортную работу на автотранспортном предприятии.

С помощью метода граф программного продукта «Graph Online» [5] были разработаны оптимальные маршруты доставки продукции по различным критериям. На рисунке 2 произведена проработка маршрута и поиск оптимального пути по критерию глубины и ширины доставки продукции. Желтым цветом показаны оптимальные направления движения транспортных средств. На рисунке 3 произведена проработка маршрута и поиск оптимального пути по критерию весомости и периферийности доставки продукции. Диаметр пунктов (верхний граф) показывает наибольший грузооборот продукции. Центральный или периферийный пункт доставки (нижний граф) указывает возможность обустройства промежуточного склада. Программа «Graph Online» позволяет производить оценку маршрута и по другим критериям.



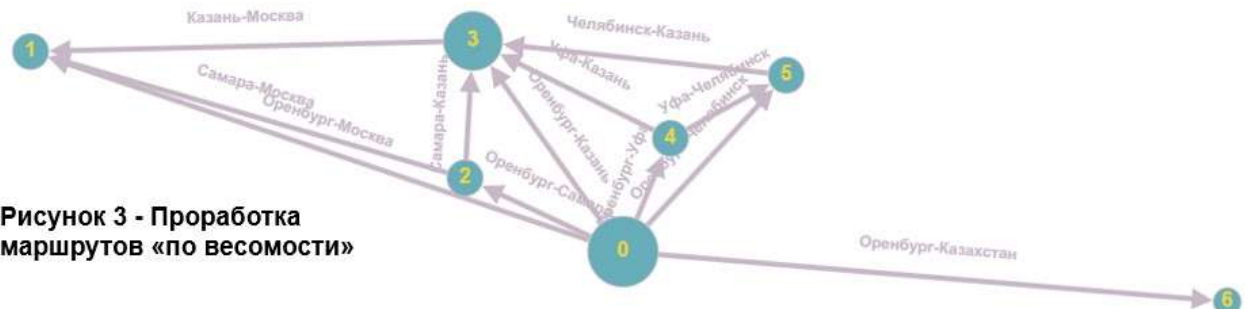


**Рисунок 1 - Проработка маршрутов «в глубину»**



**Рисунок 2 - Проработка маршрутов «в ширину»**

Рисунок 2 - Проработка маршрута и поиск оптимального пути по критерию глубины и ширины доставки продукции с помощью метода граф программного продукта «Graph Online»



**Рисунок 3 - Проработка маршрутов «по весомости»**



**Рисунок 4 - Проработка маршрутов «по периферийности»**

Рисунок 3 - Проработка маршрута и поиск оптимального пути по критерию весомости и периферийности доставки продукции с помощью метода граф программного продукта «Graph Online»

Для оценки эффективности транспортно-технологической системы доставки грузов воспользуемся коэффициентами сохранности груза,

своевременной поставки, отсутствия ошибок в передаче информации и оперативности передачи информации, которые являются показателями транспортной и информационной логистики [1, 3].

Результаты оценки эффективности транспортно-технологического процесса доставки грузов для одного из автотранспортных предприятий города Оренбурга представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Результаты оценки эффективности ТТС доставки грузов до (после) совершенствуемых транспортно-логистических мероприятий на АТП [4]

| До (после) разрабатываемых мероприятий |                      |                             |                      |
|--|----------------------|-----------------------------|----------------------|
| Транспортная логистика                 |                      | Информационная логистика    |                      |
| $K_{\text{сохр.гр.}}$                  | $K_{\text{св.пост}}$ | $K_{\text{о.ош.инф}}$       | $K_{\text{оп. инф}}$ |
| 0,87(0,95)                             | 0,85(0,94)           | 0,86(0,94)                  | 0,8(0,93)            |
| $K_{\text{Т}} = 0,74(0,89)$            |                      | $K_{\text{И}} = 0,69(0,87)$ |                      |

С учетом представленных мероприятий уровень транспортной логистики процесса доставки грузов автотранспортного предприятия предположительно вырастет в среднем на 15 %, а уровень информационной логистики повысится на 18 %.

#### Список использованных источников

1 Гаджинский, А.М. Современный склад. Организации, технологии, управление и логистика [Текст]: учеб. пособие / А. М. Гаджинский. – Москва: Инфра-М, 2012. – 115 с.

2 Теория транспортных процессов и систем: Практикум / А.Н. Казаков., И.И. Фаляхов. – Елабуга: Изд-во ЕИ(Ф) К(П)ФУ, 2016. – 51 с.

3 Транспортная логистика [Текст]: учебник для транспортных вузов / под общей редакцией Л.Б. Миротина. – Москва: Экзамен, 2003. – 504 с.

4 Хасанов, И.Х. Совершенствование транспортно-логистического процесса доставки грузов: Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVIII международной научно-практической конференции, 15-17 ноября 2023 года / М-во науки и высш. образования Рос. Федерации, Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Оренбург. гос. ун-т». / Хасанов И.Х., Рассоха В.И., Ибряев Р.Р., Литвинов М.В. – Электрон. дан. – Оренбург: ОГУ, 2023. – С. 475-478.

5 Graph Online [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://graphonline.ru/> – (дата обращения: 14.11.2024).

## References

1 Gadzhinsky, A.M. Modern warehouse. Organizations, technologies, management and logistics [Text]: study guide / A. M. Gadzhinsky. - Moscow: Infra-M, 2012. - 115 p.

2 Theory of transport processes and systems: Workshop / A.N. Kazakov., I.I. Falyakhov. - Elabuga: Publishing house of EI (F) K (P) FU, 2016. - 51 p.

3 Transport logistics [Text]: textbook for transport universities / edited by L.B. Mirotin. - Moscow: Exam, 2003. - 504 p.

4 Khasanov, I.Kh. Improving the transport and logistics process of cargo delivery: Progressive technologies in transport systems: Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference, November 15-17, 2023 / Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation, Federal State Budget. Educational Institution of Higher Education "Orenburg State University". / Khasanov I.Kh., Rassokha V.I., Ibryaev R.R., Litvinov M.V. - Electronic data. - Orenburg: OSU, 2023. - P. 475-478.

5 Graph Online [Electronic resource]. - Access mode: <https://graphonline.ru/> - (date of access: 11/14/2024).

## IMPROVEMENT OF LOGISTICS PROCESSES AT A MOTOR TRANSPORT ENTERPRISE

Khasanov I.Kh., Reshetov S.V., Vasiliev N.P., Beskrovny V.A.  
Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education  
«Orenburg State University», Orenburg

Annotation. One of the main activities to improve the efficiency of the transport and technological system of cargo delivery at any motor transport enterprise is the automation of the cargo delivery process using the latest information systems. Currently, the market of automated information systems for solving transport logistics problems is in the stage of active growth. A large number of developer companies offer their software products on the Russian market. An information logistics system will allow a motor transport enterprise to optimize transport routes, load vehicles, plan vehicles and synchronize them, ensure the minimization of warehouse stocks under the condition of uninterrupted delivery of goods, improve customer service in terms of timing and quality of transport services.

Keywords: information system, logistics management, motor transport enterprise, transport and technological system of cargo delivery.

## АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ В ТЁМНОЕ ВРЕМЯ СУТОК

**Хасанов Р.Х., Гузь М.М., Паршакова К.А., Косых Д.А.**  
ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. В статье представлены данные по аварийности на автомобильных дорогах нашей страны. По данным федерального казенного учреждения «Научный центр безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации» показатели дорожно-транспортной аварийности в Российской Федерации в последние пять лет имеют общую тенденцию к снижению, однако в 2023 году уровень аварийности охарактеризовался неудовлетворительной ситуацией. Особое место в общей структуре дорожно-транспортных происшествий принадлежит аварийности на автомобильных дорогах в тёмное время суток. Анализ аварийности на автомобильных дорогах в тёмное время суток показал, что причинами этих ДТП могут быть не только прямые факторы, но и косвенные, сопутствующие факторы. К прямым факторам относятся условия недостаточной видимости, вызванные тёмным временем суток. К косвенным, сопутствующим факторам относятся: состояние проезжей части, конструктивно-технологические особенности транспортных средств и другие факторы.

Ключевые слова: безопасность дорожного движения, дорожно-транспортная аварийность, дорожно-транспортные происшествия.

Согласно данных ФКУ НЦ БДД МВД России, за последние пять лет в 2023 году произошло увеличение абсолютных показателей аварийности на автомобильных дорогах РФ. Показатели дорожно-транспортной аварийности в Российской Федерации за последние пять лет представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Динамика основных показателей аварийности [1]

| Показатели | Годы   |        |        |        |        |
|------------|--------|--------|--------|--------|--------|
|            | 2019   | 2020   | 2021   | 2022   | 2023   |
| ДТП        | 164358 | 137662 | 133331 | 126705 | 132466 |
| Ранено     | 210877 | 175170 | 167856 | 159635 | 166500 |
| Погибло    | 16981  | 15788  | 14874  | 14172  | 14504  |



Рисунок 1 – Распределение показателей аварийности в зависимости от освещенности [1]

Кроме того, продолжительное время неизменным остаётся и то, что в каждом одиннадцатом ДТП зафиксирован смертельный случай. Отмечается, что в 2023 году в тёмное время суток совершено 42874 ДТП, что составляет практически третью часть (32,3%) от общего количества ДТП. При этом, в таких происшествиях погибло 6325 человека, то есть 43,6% от общего числа погибших в ДТП. Данные показатели аварийности предопределили то, что тяжесть последствий ДТП (число погибших в ДТП в расчёте на 100 пострадавших) в тёмное время суток составила 10,6 при значении тяжести последствий ДТП равном 6,7 в светлое время суток [1].

В настоящее время в нормативной и технической документации в рамках обзорности транспортных средств с места водителя сформулированы и используются такие термины и определения [3,4], как: обзорность, бинокулярный обзор, зона очистки переднего окна, непросматриваемые зоны, нормативное поле обзора, внешние световые приборы, позволяющие выделить конструктивно-технологические особенности и характеристики транспортных средств, обеспечивающие их безопасную эксплуатацию и в тёмное время суток. При этом, на долю ДТП по причине технической неисправности транспортных средств приходится 3,9%, среди которых и те, что привели к аварийным ситуациям в тёмное время суток.

Дорожно-транспортные происшествия, связанные с нарушением обязательных требований к эксплуатационному состоянию и обустройству автомобильных дорог общего пользования, улиц и дорог городов и сельских поселений, железнодорожных переездов, имели место быть в 2023 году в 29,9% случаев от общего количества ДТП. В данных официальной статистики по аварийности на автомобильных дорогах представлено 39628 таких ДТП, где число погибших составило 4011 человек, а получивших ранения составило 49263 человека. Если рассматривать количество ДТП в тёмное время суток на федеральных автомобильных дорогах вне населённых пунктов, выделяется значение равное 1577 случаев, где указан смертельный исход. Однако доля ДТП в это время составляет 35,1% [1]. Условия движения

в тёмное время суток усугубляются неудовлетворительным состоянием проезжей части, которое может быть вызвано разрушением дорожного покрытия, наличием на нём атмосферных осадков и другими условиями [2]. Так, в 2023 году в 28,1% случаев гибели людей при ДТП были зафиксированы недостатки транспортно-эксплуатационного состояния дорог, где показатель тяжести последствий при данных обстоятельствах составил 17,2 [1].

Анализ аварийности на автомобильных дорогах в тёмное время суток показал, что причинами этих ДТП могут быть не только прямые факторы (недостаточная видимость), но и косвенные, сопутствующие факторы (состояние проезжей части, техническое состояние транспортных средств и другие).

#### Список использованных источников

1. Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации в 2023 году. Информационно-аналитический обзор. – М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2024. – 154 с.
2. Сильянов, В.В. Транспортно-эксплуатационные качества автомобильных дорог и городских улиц / В.В. Сильянов, Э.Р. Домке. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 352 с.
3. ГОСТ 33988-2016. Автомобильные транспортные средства. Обзорность с места водителя. Технические требования и методы испытаний [Электронный документ] – Москва: Изд-во Стандартиформ, 2017. – 48 с. (режим доступа: <https://gostinform.ru/razdel-oks-43-020/gost-33988-2016-obj20574.html>)
4. Технический регламент таможенного союза о безопасности колесных транспортных средств. ТР ТС 018/2011. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011г. №877. – 511с.
5. Хасанов, Р.Х. Анализ основных составляющих элементов структуры безопасности транспортных средств // Прогрессивные технологии в транспортных системах. Материалы XVII международной научно-практической конференции. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2022. С. 606-611.
6. Сертификация и безопасность транспортного процесса [Электронный ресурс]: практикум / Р.Х. Хасанов, Н.Н. Якунин, Н.В. Якунина, М.Р. Янучков; Оренбургский гос. ун-т. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3,66 Мб). – Оренбург: ОГУ, 2024. – 1 электрон. опт. диск (CD-R): зв., цв.; 12 см. – Системные требования: Intel Core или аналогич.; Microsoft Windows 7, 8, 10; 512 Мб; монитор, поддерживающий режим 1024x768; мышь или аналогич. устройство – Загл. с этикетки диска. ISBN 978-5-7410-3300-5.

## References

1. Road traffic accidents in the Russian Federation for 2023. Informational and analytical review. Moscow: FKU "NC BDD of the Ministry of Internal Affairs of Russia", 2023. - 154 p.
2. Sil'yanov, V.V. Transportno-ekspluatatsionnye kachestva avtomobil'nyh dorog i gorodskih ulic / V.V. Sil'yanov, E.R. Domke. – M.: Izdatel'skij centr «Akademiya», 2008. – 352 p.
3. GOST 33988-2016. Technical requirements and test methods [Electronic resource] – Moskva: Izd-vo Standartinform, 2017. – 48 p. (access mode: <https://gostinform.ru/razdel-oks-43-020/gost-33988-2016-obj20574.html>)
4. Technical regulations of the Customs Union on the safety of wheeled vehicles. TR CU 018/2011. By the decision of the Customs Union Commission dated December 9, 2011 No.877. – 511 p.
5. Khasanov, R. H. Analysis of the main components of the structure of vehicle safety // Progressive technologies in transport systems. Materials of the XVII international scientific and practical conference. Orenburg: Orenburg State University, 2022. pp. 606-611.
6. Certification and safety of the transport process [Electronic resource]: practicum / R.H. Khasanov, N.N. Yakunin, N.V. Yakunina, M.R. Yanuchkov; Orenburg State University – T. - Electron. text data. (1 file: 3.66 MB). – Orenburg: OSU, 2024. – 1 electron. opt. disk (CD-R): zv., color.; 12 cm. – System requirements: Intel Core or analog.; Microsoft Windows 7, 8, 10; 512 MB; monitor supporting 1024x768 mode; mouse or similar. The device is a plug from the disc label. ISBN 978-5-7410-3300-5.

## ANALYSIS OF ACCIDENTS ON HIGHWAYS AT NIGHT

Khasanov R.H., Guz M.M., Parshakova K.A., Kosykh D.A.  
Orenburg State University, Orenburg

Annotation. The article presents data on accidents on the highways of our country. According to the data of the federal state institution "Scientific Center for Road Safety of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation", indicators of road traffic accidents in the Russian Federation over the past five years have a general downward trend, but in 2023 the accident rate was characterized by an unsatisfactory situation. A special place in the general structure of road accidents belongs to accidents on highways at night. The analysis of accidents on highways at night showed that the causes of these accidents can be not only direct factors, but also indirect, concomitant factors. Direct factors include conditions of insufficient visibility caused by the dark time of day. Indirect, concomitant factors include: the condition of the roadway, the design and technological features of vehicles and other factors.

Keywords: road safety, traffic accidents, traffic accidents.

## АНАЛИЗ ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

**Хасанов Р.Х.**

ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет», г. Оренбург

Аннотация. В рамках данной статьи предлагается рассмотреть отдельный, но значимый аспект взаимосвязи этапов жизненного цикла автомобиля, связанный с этапами проектирования, конструирования, изготовления и эксплуатации. В настоящее время при анализе и исследовании причин образования недостатков и отказов у элементов транспортных средств в процессе их безопасной эксплуатации, а также при возникновении разногласий по степени ответственности завода-изготовителя и потребителя при возникновении отказов автомобилей возникают проблемы определения признаков соответствия отказов к конструктивному, производственному или эксплуатационному отказу на разных этапах жизненного цикла. В этой связи, предложены пояснения и возможные формулировки производственных и эксплуатационных отказов у элементов транспортных средств, возникших по различным причинам, так как не все моменты изложены в нормативно-правовой документации.

Ключевые слова: безопасность транспортного средства, автомобиль, конструктивные, производственные и эксплуатационные отказы.

Известно, что транспортные средства за полный жизненный цикл проходят следующие основные этапы: проектирование, конструирование, изготовление, эксплуатация и утилизация. При этом, все этапы этого цикла взаимосвязаны на различных уровнях. В рамках данной статьи предлагается рассмотреть отдельный, но значимый аспект взаимосвязи этапов жизненного цикла автомобиля, аффилированный с этапами проектирования, конструирования, изготовления и эксплуатации.

В нормативной документации и других технических источниках [1-6] представлены формулировки конструктивного, производственного и эксплуатационного отказов, а также понятия эксплуатация, техническое обслуживание и ремонт, относящиеся для техники, в том числе и для транспортных средств. При этом, при возникновении разногласий при исследовании причин образования недостатков и отказов у элементов транспортных средств в процессе их безопасной эксплуатации [7,8]. Причём, в Техническом Регламенте [1] понятие эксплуатации определено, как стадия жизненного цикла транспортного средства, на которой осуществляется его использование по назначению, с момента его государственной регистрации до утилизации. Отметим и тот, факт, что редким случаем является проявление отказов и признаков образования отказов у элементов транспортных средств на этапах изготовления, транспортировки и передачи потребителю. В



основном, отказы выявляются в процессе эксплуатационной стадии жизненного цикла транспортного средства.

Понятие конструктивного отказа у транспортного средства, возникшего по причине, связанной с несовершенством конструкции или нарушением установленных правил и (или) норм проектирования и конструирования, как правило, не вызывает разного рода дискуссий. Данное обстоятельство, в большей мере, обусловлено тем, что проявляется массово у целой группы автомобилей, изготовленных по определённому технологическому процессу, сформированному с конструктивной ошибкой. В таком случае, при возникновении такого отказа владелец автомобиля оповещается об этой ситуации, и недостаток устраняется за счёт завода-изготовителя. Аналогичная ситуация может возникнуть и при неудовлетворительных условиях процесса изготовления транспортного средства.

Рассмотрим понятие производственного отказа, изложенное в государственном стандарте [3], где причина возникновения этого отказа связана с несовершенством или нарушением установленного процесса изготовления объекта или его ремонта, выполняемого на ремонтном предприятии. Случай, относящийся к несовершенству или нарушению установленного процесса изготовления автомобиля, был рассмотрен ранее. Обсудим случай, где согласно [3] отказ зарождается из-за несовершенства или нарушения установленного процесса ремонта автомобиля, выполняемого на ремонтном предприятии. Тогда если произошёл отказ транспортного средства по причине его ремонта, выполненного вне ремонтного предприятия, то такой отказ не будет считаться производственным отказом. По моему мнению, указанное в источнике [6], понятие производственного недостатка (включающего понятие производственного отказа) имеет наиболее полную и справедливую форму изложения, выраженную в заложенной на этапе конструирования или возникшей причине, связанной с несовершенством или нарушением установленного процесса изготовления или ремонта транспортного средства и приведший к нарушению его исправности или работоспособности. Отметим, что в рамках рассмотрения причин возникновения отказа и ответственности за него и его последствия собственнику нет различия конструктивный это отказ или производственный. А завод-изготовитель и (при наличии) другие участники процесса изготовления и доставки до потребителя транспортного средства заинтересованы в объективном поиске причин образования отказа.

В нормативном документе [3] указано, что эксплуатационные отказы возникают по причине, связанной с нарушением установленных правил и (или) условий эксплуатации объекта. В ГОСТ [4] указано, что техническое диагностирование есть определение технического состояния объекта.

В таком случае, к каким отказам относятся отказы, возникшие по причине, связанной с несовершенством или нарушением установленного процесса технического обслуживания или технического диагностирования? И к каким отказам относятся отказы, возникшие по причине, не связанной с нарушением установленных правил и (или) условий эксплуатации объекта, а

возникшие при нормальной эксплуатации без нарушения установленных правил и (или) условий эксплуатации?

В рамках этой статьи на данном этапе исследования предлагается производственные отказы формулировать, как отказы, возникшие по причине, связанной с несовершенством конструкции или нарушением установленных правил и (или) норм проектирования и конструирования, а также связанной с несовершенством или нарушением установленного процесса изготовления или ремонта или технического обслуживания или технического диагностирования. При детализации производственных отказов можно разделить на производственные отказы, связанные с проектированием, конструированием, ремонтом, техническим обслуживанием и техническим диагностированием.

Кроме того, эксплуатационные отказы предлагается формулировать, как отказы, возникшие по причине, связанной с нарушением установленных правил и (или) условий эксплуатации объекта, а также как отказы, не являющиеся производственными отказами (с учётом ранее описанного, предлагаемого варианта), возникшие при нормальной эксплуатации без нарушения установленных правил и (или) условий эксплуатации.

Таким образом, имеются обоснованные предпосылки для изучения и исследования системы структурирования отказов с целью обеспечения безопасной эксплуатации автомобилей.

#### Список использованных источников

1. Технический регламент таможенного союза о безопасности колесных транспортных средств. ТР ТС 018/2011. Решением Комиссии Таможенного союза от 9 декабря 2011г. №877. – 511с.

2. ГОСТ Р 59857-2021. Автомобильные транспортные средства. Автотехническая и автотовароведческая экспертиза. Термины и определения.

3. ГОСТ Р 27.102-2021. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения.

4. ГОСТ 20911-89. Техническая диагностика. Термины и определения.

5. Хасанов, Р. Х. Основы технической эксплуатации автомобилей [Текст]: учеб. пособие для вузов / Р. Х. Хасанов; М-во образования Рос. Федерации, Гос. образоват. учреждение высш. проф. образования "Оренбург. гос. ун-т". - Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. - 194 с. - Библиогр.: с. 188.

6. Исследование недостатков легковых автомобилей отечественных моделей, находящихся в эксплуатации: методическое руководство для экспертов и судей. / М.И. Замиховский, А.В. Рузский, Ю.М. Воронков. – М.: ИПК РФЦСЭ, 2006. – 42с.

7. Сертификация и безопасность транспортного процесса [Электронный ресурс]: практикум / Р.Х. Хасанов, Н.Н. Якунин, Н.В. Якунина, М.Р. Янучков; Оренбургский гос. ун-т. – Электрон. текстовые дан. (1 файл: 3,66 Мб). – Оренбург: ОГУ, 2024. – 1 электрон. опт. диск (CD-R): зв., цв.; 12 см. – Системные требования: Intel Core или аналогич.; Microsoft Windows 7, 8, 10;

512 Мб; монитор, поддерживающий режим 1024x768; мышь или аналогич. Устройство – Загл. с этикетки диска. ISBN 978-5-7410-3300-5.

8. Хасанов, Р.Х. Обоснование элементов структуры безопасности транспортных средств // Прогрессивные технологии в транспортных системах. Материалы XVIII международной научно-практической конференции. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. С. 490-494.

#### References

1. Technical regulations of the Customs Union on the safety of wheeled vehicles. TR CU 018/2011. By the decision of the Customs Union Commission dated December 9, 2011 No.877. – 511 p.

2. GOST R 59857-2021. Motor vehicles. Automotive technical and automotive expertise. Terms and definitions.

3. GOST R 27.102-2021. Reliability in technology. Basic concepts. Terms and definitions.

4. GOST 20911-89. Technical diagnostics. Terms and definitions.

5. Khasanov, R. H. Fundamentals of technical operation of cars [Text]: textbook. manual for universities / R. H. Khasanov; The Ministry of Education of the Russian Federation. Federation, State education. institution of higher Prof. education "Orenburg. state University". - Orenburg: GO OSU, 2004. - 194 p. - Bibliogr.: p. 188.

6. The study of the shortcomings of passenger cars of domestic models in operation: a methodological guide for experts and judges. / M.I. Zamikhovsky, A.V. Ruzsky, Yu.M. Voronkov. – M.: IPK RFTSSE, 2006. – 42 p.

7. Certification and safety of the transport process [Electronic resource]: practicum / R.H. Khasanov, N.N. Yakunin, N.V. Yakunina, M.R. Yanuchkov; Orenburg State University – T. - Electron. text data. (1 file: 3.66 MB). – Orenburg: OSU, 2024. – 1 electron. opt. disk (CD-R): zv., color.; 12 cm. – System requirements: Intel Core or analog.; Microsoft Windows 7, 8, 10; 512 MB; monitor supporting 1024x768 mode; mouse or similar. The device is a plug from the disc label. ISBN 978-5-7410-3300-5.

8. Substantiation of the elements of the vehicle safety structure // Progressive technologies in transport systems. Materials of the XVIII international scientific and practical conference. Orenburg: Orenburg State University, 2023. pp. 490-494.

#### ANALYSIS OF THE STAGES OF THE LIFE CYCLE OF VEHICLES

Khasanov R.H.

Orenburg State University, Orenburg

Annotation. Within the framework of this article, it is proposed to consider a separate but significant aspect of the relationship between the stages of the life cycle of a car associated with the stages of design, construction, manufacture and operation. Currently, when analyzing and investigating the causes of defects and

failures in vehicle components during their safe operation, as well as when disagreements arise on the degree of responsibility of the manufacturer and the consumer in the event of car failures, problems arise in determining the signs of compliance of failures with constructive, production or operational failure at different stages of the life cycle. In this regard, explanations and possible formulations of production and operational failures of vehicle components that have arisen for various reasons are proposed, since not all points are set out in the regulatory documentation.

Keywords: vehicle safety, automobile, design, production and operational failures.

УДК 656.1

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ВЫБОРА ТИПА АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ**

**Шепелева М.Д., Коновалова Т.В., Надирян С.Л.**

Кубанский Государственный Технологический университет, г. Краснодар

Аннотация. Автомобильный транспорт является одной из важнейших и крупнейших отраслей общественного производства, влияющей на все сферы деятельности человека и развитие общества в целом. Многообразие номенклатуры грузов и условий их перевозок автомобильным транспортом определяет необходимость наличия разнообразных групп и моделей подвижного состава, отвечающие условиям его эксплуатации. Основными признаками классификации грузовых автомобилей являются: по типу установленного двигателя; по величине осевой нагрузки на опорную поверхность; по конструктивной схеме; по размерности; по виду перевозок; по проходимости. Оценка степени пригодности подвижного состава автомобильного транспорта для выполнения перевозок в конкретных условиях эксплуатации определяется степенью его приспособленности к работе в этих условиях. Одним из основных обобщающих показателей использования подвижного состава является производительность автомобиля, которая зависит от конкретных технико-эксплуатационных показателей, влияние которых на производительность неоднозначно.

Ключевые слова: методика, подвижной состав, грузоподъемность, груз, автомобиль, перевозка.

Автомобили, помимо соответствия функциональным требованиям транспортного процесса, должны также отвечать высоким стандартам технологичности, надежности и экономичности в различных условиях эксплуатации, а также экологическим, эргономическим и эстетическим показателям, включая соответствие актуальным тенденциям автомобильного дизайна и другим критериям. Работа автомобиля определяется сложными

взаимодействиями с внешней средой и процессами, происходящими в его двигателе, агрегатах и системах при движении в разных режимах, которые зависят от конкретных условий эксплуатации. По этой причине, для успешного решения задач, связанных с разработкой новых моделей автомобилей и улучшением существующих, наряду с поиском оптимальных конструктивных решений с помощью современных компьютерных технологий, требуется проведение широкого спектра исследований и испытаний. Они стали неотъемлемой частью процесса создания автомобильной техники и образовали важное направление прикладной науки в машиностроении.

Термин «испытание машин» означает экспериментальное определение их конструктивных и эксплуатационных характеристик для проверки соответствия техническим требованиям или для изучения реальных процессов. В то же время «научное исследование» — это процесс получения новых знаний, одна из форм познавательной деятельности. В промышленной практике эти два понятия часто пересекаются: испытания автомобилей и их компонентов могут включать элементы исследования, а исследования могут содержать элементы стандартных испытательных методик.

Функциональные характеристики автомобиля можно рассматривать как совокупность отдельных, но взаимосвязанных эксплуатационных свойств, таких как тягово-скоростные, тормозные, топливная экономичность, прочность и другие. Для определения точных показателей этих свойств, чтобы довести их до заданных проектных значений у опытных образцов новых и модернизированных моделей, а также для контроля качества или улучшения автомобилей серийного производства, проводятся испытания. Эти испытания могут охватывать полностью или частично широкий спектр эксплуатационных характеристик автомобилей различных типов и назначения. Эффективность испытаний и скорость их проведения напрямую влияют не только на степень проработки автомобилей перед запуском в производство, но и на сроки выполнения конструкторско-экспериментальных работ и подготовку производства, что, в свою очередь, определяет сроки внедрения новой техники. Чтобы испытания были эффективными и достигали своих целей, они должны быть комплексными и строиться на основе научно обоснованных методов, используя необходимое оборудование.

При выборе типа подвижного состава необходимо руководствоваться тем, чтобы подвижной состав автомобильного транспорта в наибольшей степени соответствовал:

- природно-климатическим условиям;
- характеру и структуре грузопотока;
- объемному весу и партийности груза;
- дорожным условиям;
- обеспечению максимальной скорости и безопасности движения;
- обеспечению минимальных затрат, связанных с перевозкой грузов.

На рисунке 1 приведена схема выбора подвижного состава. Грузоподъемность является одним из основных параметров автомобиля. Однако она не всегда выражает действительное количество груза, которое может быть перевезено на данном автомобиле. Это количество зависит от объемной массы груза, внутренних размеров кузова и характеристики погрузочных средств. Поэтому для оценки использования грузоподъемности автомобиля необходимо определить удельную объемную грузоподъемность и коэффициент грузоподъемности.

Выбранная, таким образом, размерная группа автомобилей по грузоподъемности должна быть проверена на их соответствие дорожным условиям. Окончательная модель подвижного состава определяется на основе экономических расчетов. Алгоритм выбора погрузочных механизмов и подвижного состава приведен на рисунке 2. [1]

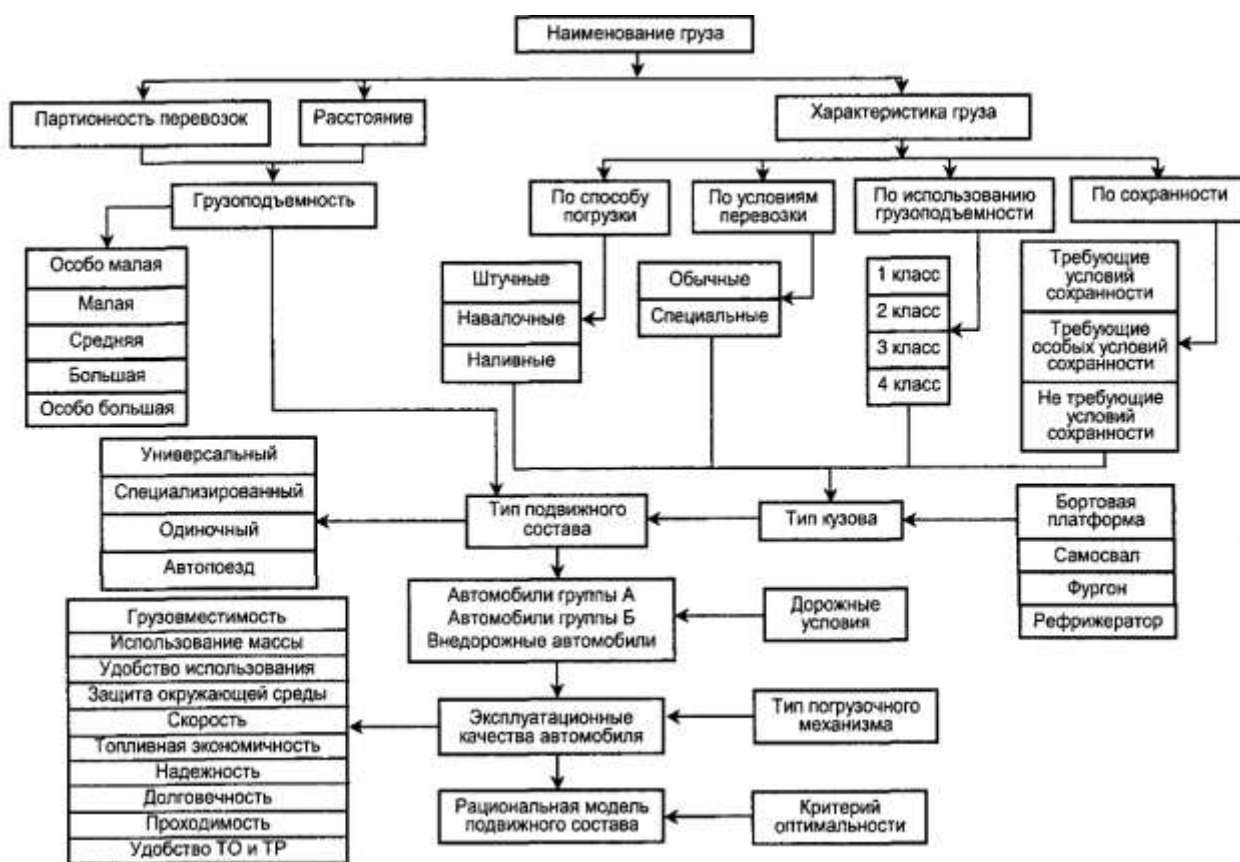


Рисунок 1 – Схема выбора подвижного состава



Рисунок 2 – Алгоритм выбора подвижного состава

Выбор предприятием подвижного состава для совершения грузовой перевозки во многом обуславливается фактическими массой и объемом груза. Завод-изготовитель обычно устанавливает грузовым автомобилям номинальную грузоподъемность, которая показывает максимально допустимую нагрузку. На основе данного показателя проводят классификацию грузовых автомобилей, которые объединяются в следующие группы:

- автомобили особо малой грузоподъемности (до 0,5 тонн);
- автомобили малой грузоподъемности (от 0,5 до 2 тонн);
- автомобили средней грузоподъемности (от 2,1 до 5 тонн);
- автомобили большой грузоподъемности (от 5,1 до 15 тонн);
- автомобили особо большой грузоподъемности (свыше 15 тонн).

После определения необходимой грузоподъемности автотранспортного средства следует оценить груз на предмет необходимости соблюдения особых условий перевозки. В этом случае стоит уделить особое внимание следующим типам грузов:

1. **Скоропортящиеся грузы** — требуют соблюдения определенных температурных и влажностных условий, а также быстрой доставки (например, для перевозки продуктов питания используют изотермические и рефрижераторные автомобили);

2. **Тяжеловесные грузы** — это грузы, масса которых превышает допустимые нормы нагрузки на транспортное средство (например, станки, тяжелая строительная техника и т.д.);

3. **Крупногабаритные (негабаритные) грузы** — превышают хотя бы один из установленных габаритных параметров (длина, высота, ширина) транспортного средства (например, трубы, большие транспортные средства и т.д.).

Также стоит учитывать дорожные условия как один из критериев при выборе подвижного состава. При составлении маршрута перевозчикам следует заранее выяснить, есть ли на пути труднопроходимые участки, дороги с габаритными ограничениями или горные дороги со значительными уклонами.[2]

В обобщенном виде процедуру выбора подвижного состава можно представить следующим образом:

1. Подбор подвижного состава по типу кузова. Производится на основе установления соответствия вида груза и его характеристик существующим типам кузовов грузовых АТС;

2. Корректировка решения о выборе типа кузова подвижного состава исходя из способа выполнения погрузочно-разгрузочных работ и условий хранения грузов у клиентуры;

3. Установление параметров транспортных средств с учетом ограничений по предельным осевым нагрузкам, габаритам и проезжаемости дорог. Данные ограничения оказывают влияние на выбор максимальной грузоподъемности, проходимости и состава АТС;

4. Установление (корректировка) грузоподъемности подвижного состава и его состава (автомобиль, автопоезд) исходя из партионности перевозок. Партионность устанавливается на основе сведений обслуживаемой клиентуры;

5. Проведение сравнительных расчетов по нескольким моделям подвижного состава, удовлетворяющим вышеизложенным требованиям по различным критериям (натуральным и стоимостным);

6. Принятие окончательного решения о выборе конкретной марки и модели АТС и определение требуемого количества автомобилей (автопоездов) исходя из плановой величины объема перевозок за смену (месяц, год).

Выделяют основные факторы, влияющие на выбор вида транспорта (рисунок 3):

1. время доставки,
2. частота отправок груза,
3. надёжность соблюдения графика доставки,
4. способность перевозить разные грузы,
5. способность доставить груз в любую точку территории,
6. стоимость перевозки. [3]

Каждый вид транспорта по каждому фактору подразделяется на определённые ранги: 1 – наилучшее значение фактора, 5 – наихудшее.



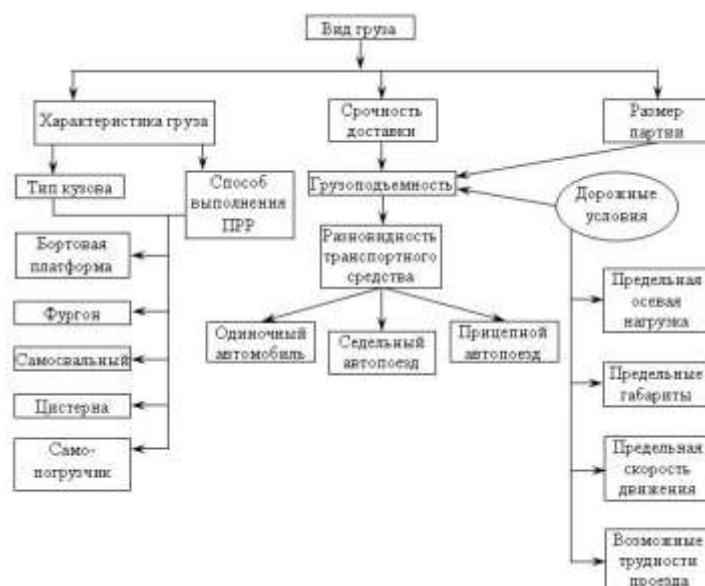


Рисунок 3 – Схема взаимосвязи факторов, влияющих на выбор подвижного состава для перевозки грузов

С учетом данных требований была предложена трехэтапная модель выбора подвижного состава (рисунок 4). В данной модели осуществляется для определенного сегмента рынка транспортных услуг выбор грузового автомобиля на основе оценки конкурентных моделей по критериям экономическая эффективность, качество и конкурентоспособность. Модель реализуется в три этапа.

1 этап. Исследование рынка транспортных услуг с целью раскрытия следующих аспектов рынка услуг по перевозке грузов: виды и свойства грузов; требования к транспортно-технологическому процессу; условия эксплуатации; потенциальная емкость рынка, объем заказов на различные виды грузов; сегмент рынка, не обслуживаемого другими перевозчиками, где имеется спрос на транспортные услуги; уровень конкуренции по видам перевозок; требования к подвижному составу; динамика спроса на транспортные услуги; направления развития видов перевозок; факторы способствующие и/или препятствующие развитию рынка транспортных услуг. [4]

2 этап. По результатам маркетинговых исследований, с учетом вида грузов, условий и маршрутов перевозок производится сегментирование рынка транспортных услуг, с учетом свойств груза формируются требования к автотранспортным средствам со стороны потребителей транспортных услуг. Несоответствие парка подвижного состава требованиям рынка транспортных услуг приводит к не эффективному использованию подвижного состава. Так, для осуществления международных автоперевозок подвижной состав должен отвечать действующим международным требованиям по экологичности и безопасности, которые нормируются в соответствии Правилами ЕЭК ООН.

Кроме требований, связанных со свойствами грузов, на автотранспортные средства (АТС) со стороны клиентов автотранспортных услуг предъявляются следующие требования: грузовой автомобиль должен

соответствовать характеру и структуре грузопотока; весу, объему и партийности груза; условиям эксплуатации; АТС должен обеспечивать максимальную скорость и безопасность движения; обеспечивать целостность груза и своевременную доставку в необходимый пункт без потерь; г) учитываются методы организации перевозок и способы погрузки-разгрузки.

3 этап. Используя справочники, Интернет-ресурсы, каталоги, прайс-листы производителей, дилеров, продавцов выбираются альтернативные модели АТС с соответствующими техническими данными, удовлетворяющими требованиям выбранного сегмента рынка.

Для дальнейшего анализа выбираются те модели автомобилей, которые могут быть приобретены без затруднений, приспособлены для эксплуатации в данном регионе, имеют сервисную сеть. В дальнейшем по методу денежных потоков производится оценка экономической эффективности автомобилей-аналогов за срок службы в одних и тех же условиях эксплуатации. Для инвестиционных товаров, к которым относится грузовой автомобиль, основным оценочным критерием у потребителя является экономическая эффективность за период эксплуатации. [5]

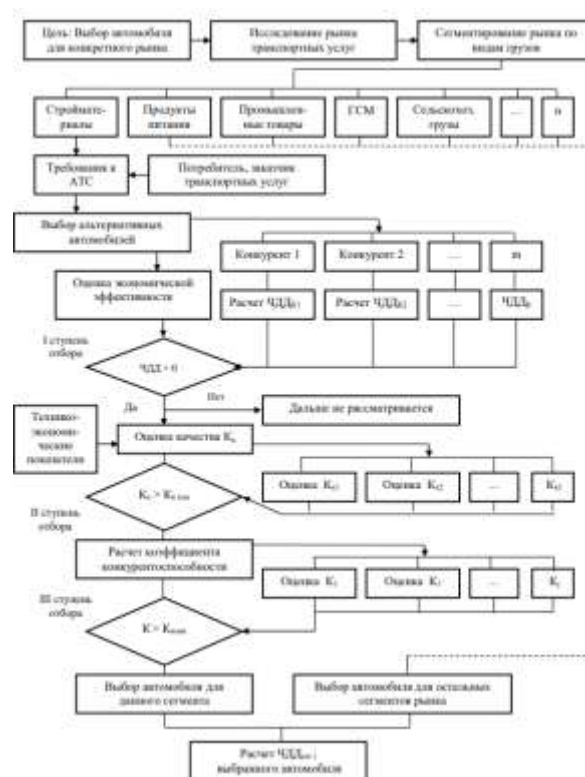


Рисунок 4 – Модель выбора автомобиля для определенного сегмента рынка

#### Список использованных источников

1. Журнал молодой учёный: Международный научный журнал ISSN 2072-0297 № 12 (116) / 2016
2. Федеральный закон № 196 «О безопасности дорожного движения», 1995.

3. Коновалова Т. В., Надирян С.Л. Методические основы оценки эффективности системы управления безопасностью движения на автотранспортных предприятиях. Монография/ Краснодар, 2015.

4. Организация движения: Коновалова Т.В., Котенкова И.Н., Надирян С.Л., Сенин И.С. Краснодар, 2023

5. Оптимизация численности автотранспортных средств, обслуживающих регулярные маршруты городских агломераций: Дрючин Д.А., Коновалова Т.В., Лебедев Е.А., Надирян С.Л., Рассоха В.И. Краснодар, 2024.

#### List of sources used

1. Journal Young Scientist: International Scientific Journal ISSN 2072-0297 No. 12 (116) / 2016

2. Federal Law No. 196 "On Road Safety", 1995.

3. Konovalova T. V., Nadiryan S.L. Methodological foundations for evaluating the effectiveness of the traffic safety management system at motor transport enterprises. Monograph/ Krasnodar, 2015.

4. Organization of the movement: Konovalova T.V., Kotenkova I.N., Nadiryan S.L., Senin I.S. Krasnodar, 2023

5. Optimization of the number of vehicles serving regular routes of urban agglomerations: Dryuchin D.A., Konovalova T.V., Lebedev E.A., Nadiryan S.L., Rassokha V.I. Krasnodar, 2024.

### IMPROVING THE METHODOLOGY FOR SELECTING THE TYPE OF VEHICLES FOR TRANSPORTATION OF GOODS

Shepeleva M.D., Konovalova T.V., Nadiryan S.L.  
Kuban State Technological University, Krasnodar

**Abstract:** Automobile transport is one of the most important and largest branches of social production, affecting all spheres of human activity and the development of society. The diversity of the nomenclature of goods and conditions of their transportation by road determines the need for a variety of groups and models of rolling stock that meet the conditions of its operation. The main features of the classification of trucks are according to the type of engine installed; according to the magnitude of the axial load on the support surface; according to the design scheme; according to dimension; according to the type of transportation; according to cross-country ability. The assessment of the degree of suitability of the rolling stock of motor transport for transportation in specific operating conditions is determined by the degree of its adaptability to work in these conditions.

**Keywords:** methodology, rolling stock, load capacity, cargo, automobile, transportation.

## ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ДАВЛЕНИЯ МАСЛА В СИСТЕМЕ СМАЗКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Шерстнев Н.А.<sup>1</sup>, Барыльникова Е.П.<sup>2</sup>, Калимуллин Р.Ф.<sup>2</sup>, Кулаков А.Т.<sup>2</sup>,  
Малаховецкий А.А.<sup>3</sup>, Галиев Л.Р.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> АО «ТФК «КАМАЗ», г. Набережные Челны

<sup>2</sup> Набережночелнинский институт Казанского (Приволжского) федерального  
университета, г. Набережные Челны

<sup>3</sup> Тюменское высшее командное училище имени маршала инженерных войск  
А.И. Прошлякова, г. Тюмень

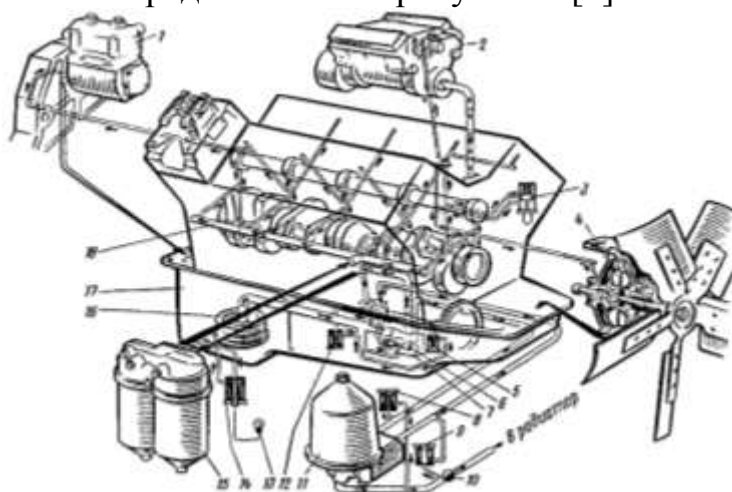
<sup>4</sup> АО «Ремдизель», г. Набережные Челны

Аннотация. В работе представлены описание испытательного стенда и результатов экспериментальных исследований колебательных процессов в системе смазки двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: система смазки, клапаны, масляный насос, давление масла, колебания.

### Введение

Для уменьшения трения и изнашивания трущихся поверхностей, а также отвода от них теплоты и продуктов износа в автомобильных двигателях применяют систему смазки. Устройство системы смазки дизельного двигателя КАМАЗ-740.10 представлено на рисунке 1. [1].



1 – компрессор; 2 – топливный насос высокого давления; 3 – выключатель гидромукты; 4 – гидромукта; 5, 12 – предохранительные клапаны; 6 – клапан системы смазки; 7 – насос масляный; 8, 9 – клапаны центробежного фильтра; 10 – кран включения масляного радиатора; 11 – центробежный фильтр; 13 – лампа сигнализации засоренности фильтра; 14 – перепускной клапан полнопоточного фильтра; 15 – полнопоточный фильтр очистки масла; 16 – маслоприемник; 17 – картер; 18 – главная масляная магистраль

Рисунок 1 – Схема системы смазки двигателя КАМАЗ-740.10

Рассмотрим подробно работу масляного насоса. Масляный насос 7 двигателя КАМАЗ-740.10 - двухсекционный, шестеренчатого типа. Является отдельным агрегатом, устанавливается на площадку блока цилиндров, приводится во вращение при помощи шестерни от ведущей шестерни коленчатого вала. Ограничение максимального давления на выходе из секций насоса осуществляется предохранительными клапанами 5 и 12 (перепускают масло из нагнетающей во всасывающую полость), отрегулированными на давление открытия 0,85-0,95 МПа. Регулировка давления в системе смазки двигателя осуществляется клапаном системы смазки 6 (в технической литературе также используются термины «дифференциальный клапан», «редукционный клапан», далее «КСС»), управляемым от главной масляной магистрали (ГММ) через подводящую трубку и обеспечивающим в ГММ рабочее давление 0,4-0,45 МПа.

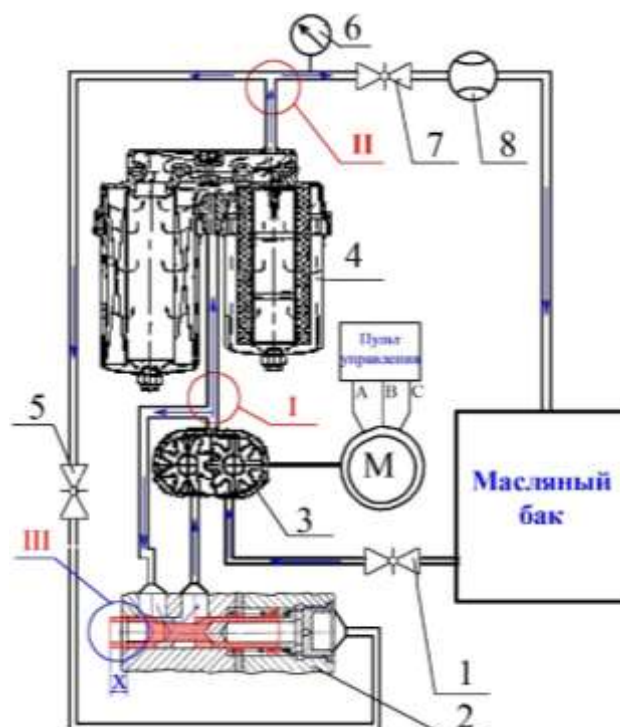
В исследованиях Никишина В.Н. [2] было выявлено наличие колебаний масла на входе в подшипники коленчатого вала. Даже кратковременное уменьшение давления ухудшало процесс смазки подшипников, увеличивало их температуру и уменьшало толщину масляной пленки [3]. Также автором были отмечены неисправности масляного насоса, такие как двухсторонний питтинг износ рабочей и нерабочей поверхности зубьев приводной шестерни, поломку зубьев шестерен привода, их сход с пробитием картера и т.д. При этом было замечено, что двусторонний питтинг практически не встречается в зубчатых нереверсивных передачах, и свидетельствует о знакопеременной нагрузке на зуб. Такую особенность нагружения зуба автор объяснил крутильными колебаниями коленчатого вала, и, как следствие, это являлось источником колебаний шестерен и создаваемого ими давления масла. На основе исследований [2] был выполнен ряд конструкторско-технологических мероприятий, включающих увеличение коэффициента запаса прочности, снижение вибронгруженности, позволившие повысить надежность масляных насосов. Однако, колебания масла при этом не были исключены, а их источник остался не выявлен.

Авторами настоящей статьи было замечено, что колебания давления масла имели небольшую амплитуду при частотах вращения коленчатого вала, на которых давление в ГММ было меньше давления, при котором срабатывает КСС, и наоборот, большую амплитуду колебаний на частотах, при которых срабатывает КСС. Исходя из этого наблюдения было предположено [4], что источником колебаний масла является КСС, который предназначен для экономии энергии на всасывание масла из поддона и регулирования давления в ГММ, путем его отслеживания. При этом частота колебаний напрямую зависит от диаметра  $d_0$  дросселирующего отверстия в пробке клапана - чем больше отверстие, тем выше частота колебаний. Соответственно уменьшение ее позволит стабилизировать давление в ГММ в течение времени и, за счет этого, увеличить долговечность двигателя по давлению масла.

Для подтверждения предложенной гипотезы на базе учебной лаборатории Набережночелнинского института (филиала) Казанского (Приволжского) федерального университета были проведены экспериментально-исследовательские работы по измерению колебаний давления в системе смазки дизельного двигателя в характерных точках в зависимости от положения и автоколебаний КСС на вновь разработанном испытательном стенде [5, 6, 7].

### Экспериментальный испытательный стенд для исследования колебаний давления масла в системе смазки

Схема стенда показана на рисунке 2.



1, 5, 7 – краны управления; 2 – КСС; 3 – насос масляный; 4 – масляный фильтр; 6 – манометр; 8 – расходомер

Рисунок 2 – Схема стенда

Основу испытательного стенда составляет блок цилиндров двигателя КАМАЗ-740.10, с которого сняты все навесное оборудование, головки, поршни и шатуны. В ГММ была установлена заглушка, препятствующая поступлению масла к подшипникам коленчатого вала и другим потребителям. Демонтирован маслозаборник. Объем масла, перекачиваемый радиаторной секцией масляного насоса, поступал в масляный бак через дроссель по отдельному резиновому шлангу. Проведена доработка масляного фильтра: сверху в масляном канале установлен шаровой кран 7, расходомер 8 и шланг слива в масляный бак. Таким образом, движение масла осуществлялось по кругу «масляный бак – масляный насос – масляный фильтр – масляный бак». Измерение количества (л) и объемного расхода (л/мин) перекаченного масла производилось с помощью цифрового турбинного расходомера LLW-25PP.

Для увеличения давления срабатывания и исключения срабатывания предохранительного клапана (стандартное давление срабатывания клапана 0,8-0,9 МПа) под его пружину были подложены дополнительные шайбы.

Работа шарового крана 7 за счет изменения проходного сечения и, соответственно, сопротивления масляной магистрали, позволяло регулировать производимое масляным насосом давление. Измерение давления масла проводилось высокочастотными датчиками измерения давления масла марки MPX5999D фирмы Freescale Semiconductor с диапазоном измерения давления до 1 МПа, временем отклика 1 миллисекунда и погрешностью измерения не более 2,5 %. Один датчик был установлен через переходник на масляном насосе вместо заглушек (точка I, рисунок 2), а второй - на масляном фильтре через тройник (точка II, рисунок 2) вместо датчика аварийного давления масла. Параллельно с этим датчиком установлен радиальный манометр 6 марки ТИМ с классом точности 1,6.

Измерение перемещения  $X$  от исходного положения КСС осуществлялось с помощью тензодатчика (точка III, рисунок 2), наклеенного на металлическую пластину и протарированного перед установкой. Пластина с датчиком крепилась на кронштейне, плунжер КСС при работе отклонял металлическую пластину, тем самым воздействуя на тензодатчик.

Запись показаний датчиков давления и перемещения производилась с частотой 5 кГц на ноутбук в программе ZetLab с помощью осциллографа ZET 230. Полученные данные с датчиков (в вольтах) по формулам переведены в значения давлений и перемещений.

При проведении экспериментов использовался стандартный двухсекционный масляный насос, применяемый на двигателях КАМАЗ. Привод масляного насоса осуществлялся от трехфазного электродвигателя мощностью 1,5 кВт с помощью клиноременной передачи. Изменение частоты вращения электродвигателя осуществлялось с помощью инвертора модели SUSWE-320 мощностью 5,5 кВт. Измерение частоты вращения приводного вала масляного насоса осуществлялось с помощью тахометра NPN с цифросветодиодным индикаторами и датчиком холла.

Для проведения испытания использовалось смесь моторного масла марки OILRIGHT M8V 20W-20 и дизельного топлива (с кинетической вязкостью  $42 \text{ мм}^2/\text{с}$  при  $t = 20^0 \text{ C}$ ) подобранная в соответствии с рекомендациями [8].

Измерение вязкости масел производилось с помощью капиллярного вискозиметра типа ВПЖ-4м;

Для управления работой КСС в подводящую трубку вмонтирован кран управления 5, который позволял полностью выключить из работы КСС, либо включить его.

Испытания проводились после прогрева масла до температуры  $40 \text{ }^\circ\text{C}$  в интервале частот вращения от 600 до 2400  $\text{мин}^{-1}$ , с шагом  $300 \text{ мин}^{-1}$ . Для сравнения частот колебаний давления масла в системе смазки использовались пробки клапана с диаметрами дросселирующих отверстий в 1 мм и 3 мм.

## Результаты испытаний

1. Изменение частоты колебаний КСС в зависимости от диаметра отверстия в пробке (рисунок 3).

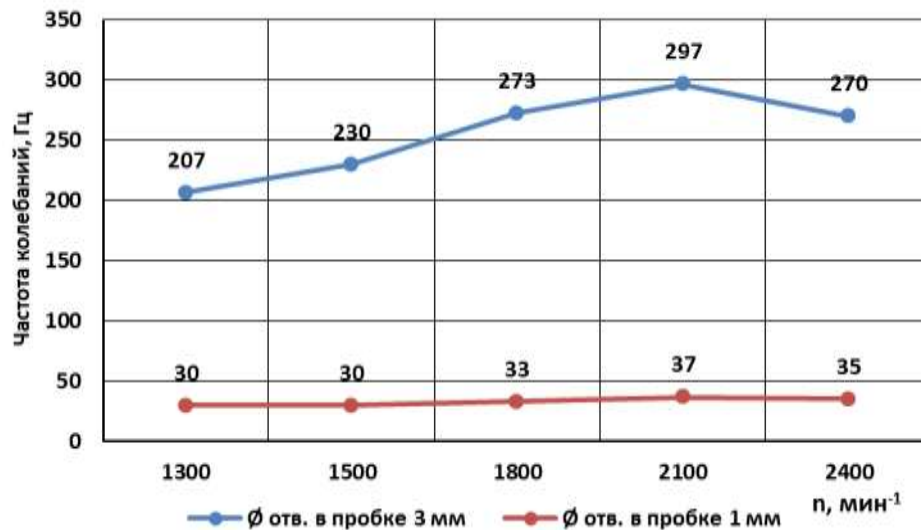
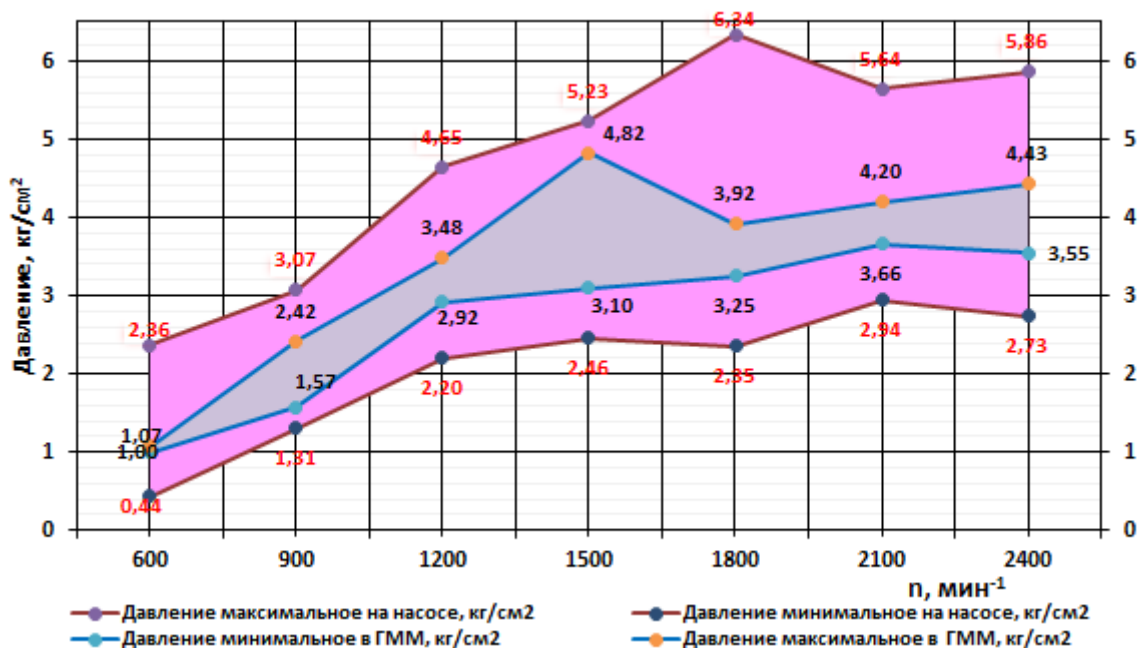


Рисунок 3 – Частота колебания КСС в зависимости от диаметра отверстия в пробке

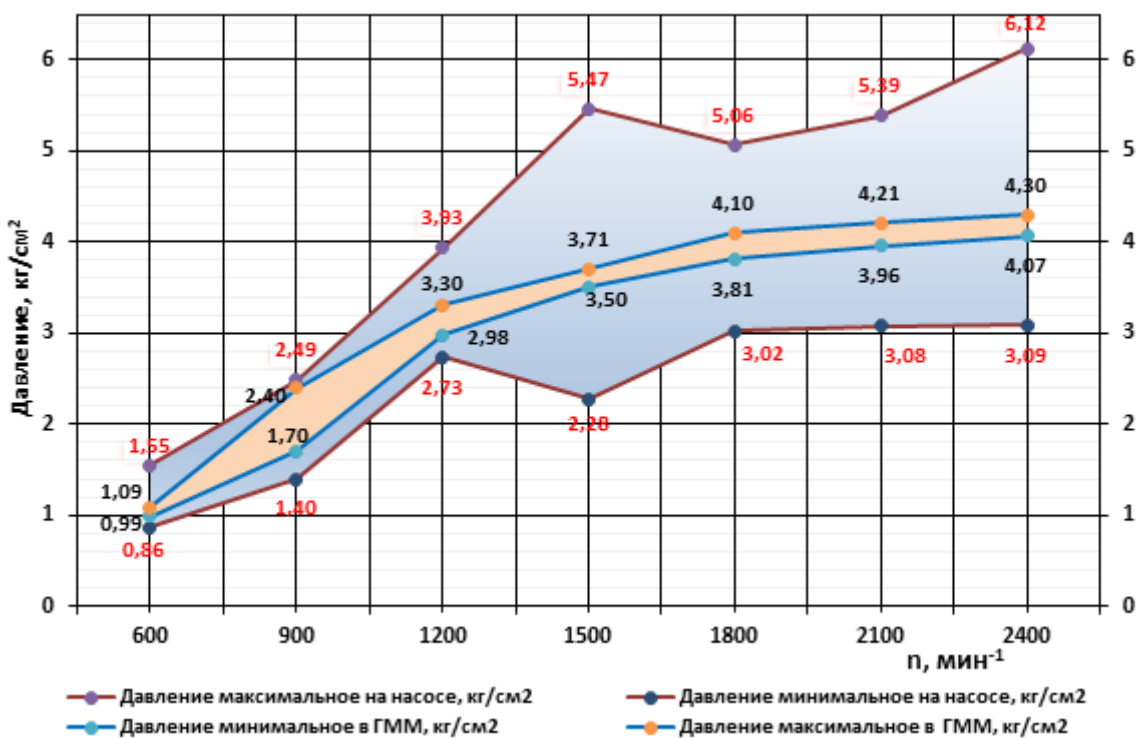
Результаты исследований доказывают, что частота колебаний КСС напрямую зависит от диаметра дросселирующего отверстия в пробке  $d_0$ . Чем больше отверстие, тем выше частота колебаний.

2. Изменение амплитуды колебаний давлений масла, создаваемого масляным насосом и в ГММ (рисунок 4).



а)





б)

Рисунок 4 - Изменение амплитуды колебания давления, создаваемого насосом и в ГММ, в зависимости от частоты вращения при диаметре в пробке  $d_0 = 3$  мм (а) и  $d_0 = 1$  мм (б)

Результаты исследований доказывают, что амплитуда колебаний давления масла, создаваемого насосом и в ГММ, с уменьшением диаметра дросселирующего отверстия в пробке  $d_0$  уменьшается.

Таким образом, проведенные исследования позволили выявить возмущающие факторы, влияющие на долговечность двигателя по давлению масла, и позволяют разработать мероприятия по их снижению.

### Заключение

Проведенные исследования подтвердили, что причиной возникновения колебаний давления масла в системе смазки двигателя является излишняя чувствительность КСС к возникающим возмущениям в ГММ. Успокоение КСС достигается путем уменьшения диаметра дросселирующего отверстия в пробке, что приводит к уменьшению частоты колебаний самого клапана и амплитуды колебаний давления масла на выходе из насоса и в ГММ.

### Список использованных источников

1. Азаматов, Р.А. Восстановление деталей силового агрегата КамАЗ-740.11-240 (EURO-1) / Р.А. Азаматов, А.С. Денисов, А.Т. Кулаков, П.Г. Курдин / ОАО «Камазтехобслуживание», Набережные Челны, 2007. - 307 с.

2. Никишин, В.Н. Формирование и обеспечение качества автомобильного дизеля. Часть II, ГОУ ВПО «Камская госуд. инж.-экон. акад.», г. Набережные Челны, 2008. – 175 с.

3. Kulakov O.A. Investigation of the Thermal Tension of the Bearings of the Crankshaft of an Internal Combustion Engine / O.A. Kulakov, I.R. Akhmetzyanov, V.N. Nikishin, E.P. Barylnikova // Helix. – 2019. – Vol. 9 (5). – P. 5296– 5302. URL: <http://helix.dnares.in/wpcontent/uploads/2019/10/5296–5302.pdf>. DOI 10.29042/2019–5296–5302

4. Никишин, В.Н. Особенности формирования давления масла в системе смазки двигателей КАМАЗ / В.Н. Никишин, А.Т. Кулаков, Е.П. Барыльникова, Р.Ф. Калимуллин, И.Г. Галиев, А.А. Гафиятуллин, Н.А. Шерстнев // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVI Междунар. науч.-практ. конф. - Оренбург: ОГУ, 2021. - С. 357-368.

5. Фахруллин, И.Р. Актуальность разработки и создания безмоторного испытательного стенда для исследования системы смазки двигателя внутреннего сгорания / И.Р. Фахруллин, Е.П. Барыльникова // XV Камские чтения: сборник докладов Всероссийской научно–практической конференции (12 апреля 2024; Набережные Челны). – Набережные Челны: Отдел информации и связей с общественностью Набережночелнинского института КФУ, 2024. – С. 436–438.

6. Стендовое устройство по выявлению высокочастотных колебаний давления масла в системе смазки дизельных двигателей: пат. 207642 Рос. Федерация. № 2021118604; заявл. 25.06.2021; опубл. 09.11.2021, Бюл. № 31. – 11 с.

7. Экспериментальный испытательный стенд для исследования масляного потока системы смазки двигателя внутреннего сгорания. пат. 229945 Рос. Федерация. № 2024109051; заявл. 04.04.2024; опубл. 06.11.2024, Бюл. № 31. – 10 с.

8. Технологические карты по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей КАМАЗ. – М.: НТМП «Политекс», 1992. – 238 с.

#### References

1. Azamatov R.A. Restoration of parts of the KamAZ-740.11-240 power unit (EURO-1) / R.A. Azamatov, A.S. Denisov, A.T. Kulakov, P.G. Kurdin / JSC "Kamaztehoobluzhanie", Naberezhnye Chelny, - 2007. - 307 p.

2. . Nikishin V.N. Formation and quality assurance of automobile diesel. Part II, State Educational Institution of Higher Education "Kamskaya gosudarstvennaya Eng.-ekon.akad.", Naberezhnye Chelny, 2008 – 175с.

3. Kulakov O.A. Investigation of the Thermal Tension of the Bearings of the Crankshaft of an Internal Combustion Engine / O.A. Kulakov, I.R. Akhmetzyanov, V.N. Nikishin, E.P. Barylnikova // Helix. – 2019. – Vol. 9 (5). – P. 5296– 5302. URL: <http://helix.dnares.in/wpcontent/uploads/2019/10/5296–5302.pdf>. DOI 10.29042/2019–5296–5302

4. Nikishin, V.N. Features of oil pressure formation in the lubrication system of KAMAZ engines / V.N. Nikishin, A.T. Kulakov, E.P. Barylnikova, R.F. Kalimullin, I.G. Galiev, A.A. Gafiyatullin, N.A. Sherstnev // Progressive technologies in transport systems: Proc. of the XVI Int. scientific and practical. conf. - Orenburg: OSU, 2021. - Pp. 357-368.

5. Fakhrullin, I.R. Relevance of the development and creation of a motorless test bench for studying the lubrication system of an internal combustion engine / I.R. Fakhrullin, E.P. Barylnikova // XV Kama Readings: collection of reports of the All-Russian scientific and practical conference (April 12, 2024; Naberezhnye Chelny). – Naberezhnye Chelny: Department of Information and Public Relations of Naberezhnye Chelny Institute of KFU, 2024. – P. 436–438.

6. A bench device for detecting high-frequency oil pressure fluctuations in the lubrication system of diesel engines: patent 207642 Russian Federation. No. 2021118604; declared 25.06.2021; published 09.11.2021, Bulletin No. 31. – 11 p.

7. An experimental test bench for studying the oil flow of the lubrication system of an internal combustion engine. patent 229945 Russian Federation. No. 2024109051; declared 04.04.2024; published 06.11.2024, Bulletin № 31. – 10 p.

8. Technological maps for maintenance and repair of KAMAZ vehicles. – M.: NTMP “Politeks”, 1992. – 238 p.

#### STUDY OF OIL PRESSURE FLUCTUATIONS IN THE LUBRICATION SYSTEM OF DIESEL ENGINES

Sherstnev N.A.<sup>1</sup>, Barylnikova E.P.<sup>2</sup>, Kalimullin R.F.<sup>2</sup>, Kulakov A.T.<sup>2</sup>,  
Malakhovetsky A.A.<sup>3</sup>, Galiev L.R.<sup>4</sup>

<sup>1</sup> JSC "TFK "KAMAZ", Naberezhnye Chelny

<sup>2</sup> NChI FGAOU VO "Kazan (Volga Region) Federal University", Naberezhnye Chelny

<sup>3</sup> Tyumen Higher Command School named after Marshal of Engineering Troops A.I. Proshlyakov

<sup>4</sup> JSC "Remdizel", Naberezhnye Chelny

Annotation. The paper presents a description of the test bench and the results of experimental studies of oscillatory processes in the lubrication system of an internal combustion engine.

Keywords: lubrication system, valves, oil pump, oil pressure, fluctuations.

## ОБЗОР ТРАНСПОРТА ДЛЯ СБОРА И ВЫВОЗА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

**Шурыгин В.И.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ФГБОУ ВО «Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

Аннотация. В статье проведен обзор транспорта (мусоровозов) для сбора и вывоза твердых бытовых отходов. Транспорт классифицирован на три основные группы. Рассматриваются основные преимущества и недостатки при проведении необходимых операций. Выбор мусоровоза следует делать исходя из конкретных условий эксплуатации, необходимого объема перевозок, удобства использования на обслуживаемой территории, а также финансовой возможности заказчика.

Ключевые слова: твердые бытовые отходы, мусоровоз, сбор, транспортировка, автомобиль.

Для вывоза твердых бытовых отходов (ТБО) необходим специальный транспорт (мусоровоз), который постоянно обновляется и модернизируется. Спецтранспорт используется коммунальными службами для сбора и транспортировки разных типов отходов на полигоны и дальнейшую их переработку [1-4].

Изначально для вывоза ТБО использовали самосвалы, но одним из недостатков было то, что мусор приходилось складывать в кузов автомобиля вручную (рисунок 1).



Рисунок 1 – КамАЗ-55111

Затем появился спецтранспорт для вывоза ТБО, который значительно облегчает погрузку, трамбовку, транспортировку и дальнейшую выгрузку (рисунок 2).



Рисунок 2 – Мусоровоз МК-4555-06 на базе КамАЗ-65111

Существует большое количество спецтранспорта и навесного оборудования к нему, которые подходят не только для ТБО, но и для крупногабаритного строительного мусора со строительных площадок и промышленных комплексов.

Мусоровозы можно классифицировать на три следующие группы:

- по типу загрузки:

- а) с задней загрузкой (рисунок 3а);
- б) с боковой загрузкой (рисунок 3б);
- в) с передней загрузкой (рисунок 3в);



а)



б)



в)

Рисунок 3 – Тип загрузки ТБО

- по назначению:

- а) собирающий (рисунок 3а-3в);
- б) транспортный (рисунок 4);



Рисунок 4 – Транспортный мусоровоз

- по типу кузова:

а) кузовной (рисунок 5а);

б) бункерный (бункеровоз) (рисунок 5б);



а)



б)

Рисунок 5 – Тип кузова мусоровозов

По конструкции подъемного механизма бункеровозы можно разделить на три вида:

- крюковый (рисунок 6).



Рисунок 6 – Крюковый механизм

- тросовый (рисунок 7).



Рисунок 7 – Тросовый механизм

- порталный погрузчик (рисунок 8).



Рисунок 8 – Портальный погрузчик

Выбор мусоровоза следует делать исходя из конкретных условий эксплуатации, необходимого объема перевозок, удобства использования на обслуживаемой территории, а также финансовой возможности заказчика.

#### Список использованных источников

1. Алексеенко, С.В. Универсальная технология использования твердых бытовых отходов в качестве нетрадиционного топлива / С.В. Алексеенко, А.С. Басин // Энергосбережение. – 2004. – №4. – С. 42-44.
2. Амирханова, Н.А. Проблема утилизации твердых отходов в практикуме по экологии / Н.А. Амирханова, Л.С. Беляева, Р.Р. Невьянцева // Наука - образование - производство в решении экологических проблем: Материалы докл. междунар. науч. - техн. конф., нояб. - дек. 1999 г. - Уфа: Уфим. гос. авиац. ун-т, 1999. – С.173-175.
3. Калугина, С.М. Анализ и оценка зарубежного опыта обращения с твердыми бытовыми отходами / С.М. Калугина, С.В. Селиванова, Е.В. Колыванова // 31 Неделя науки СПбГПУ: Матер. межвуз. науч. конф., Санкт-Петербург, 25-30 нояб. 2002 г. Ч.1. – СПб.: СПбГПУ, 2003. – С.154-155.

4. Лихачев, Ю.М. Анализ и оценка зарубежного опыта обращения с твердыми бытовыми отходами / Ю.М. Лихачев, С.В. Селиванова, И.Н. Глазов и др. // Комплексная переработка твердых бытовых отходов - наиболее передовая технология: Сб. тр. – СПб.: СПбГТУ, 2001. – С.72-88.

#### References

1. Alekseenko, S.V. Universal technology of using solid household waste as an unconventional fuel / S.V. Alekseenko, A.S. Basin // Energy saving. - 2004. – No.4. – pp. 42-44.

2. Amirkhanova, N.A. The problem of solid waste disposal in the practice of ecology / N.A. Amirkhanova, L.S. Belyaeva, R.R. Nevyantseva // Science - education - production in solving environmental problems: Materials of the International Conference. scientific. - Tech. Conf., Nov. - Dec. 1999 - Ufa: Ufa State University. aviac. Univ., 1999. – pp.173-175.

3. Kalugina, S.M. Analysis and evaluation of foreign experience in handling solid household waste / S.M. Kalugina, S.V. Selivanova, E.V. Kolyvanova // 31 Weeks of science SPbGPU: Mater. inter-university. Scientific Conference, St. Petersburg, November 25-30, 2002, Part 1. – St. Petersburg: SPbGPU, 2003. – pp.154-155.

4. Likhachev, Yu.M. Analysis and evaluation of foreign experience in handling solid household waste / Yu.M. Likhachev, S.V. Selivanova, I.N. Glazov and others. // Complex processing of solid household waste - the most advanced technology: Collection of tr. – St. Petersburg: St. Petersburg State Technical University, 2001. – pp.72-88.

#### OVERVIEW OF TRANSPORT FOR THE COLLECTION AND REMOVAL OF SOLID HOUSEHOLD WASTE

Shurygin V.I.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Orenburg State University, Orenburg

Annotation. The article provides an overview of transport (garbage trucks) for the collection and removal of solid household waste. Transport is classified into three main groups. The main advantages and disadvantages of performing the necessary operations are considered. The choice of a garbage truck should be made based on the specific operating conditions, the required volume of transportation, ease of use in the serviced area, as well as the financial capabilities of the customer.

Keywords: solid household waste, garbage truck, collection, transportation, car.



## **«ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ РЕАЛИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ИНФРАСТРУКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ UNITSKY STRING TECHNOLOGIES В Г. ОРЕНБУРГ»**

**Юницкий А.Э., Гаранин В.Н., Артюшевский С.В., Климков А.Г.**  
ЗАО «Струнные технологии», г. Минск

Аннотация. В работе основное внимание уделяется уменьшению влияния транспорта на экологию г. Оренбург с одновременным решением транспортных задач города. Цель статьи – предложить комплексное решение, позволяющее повысить экологическую безопасность города Оренбург за счёт использования рельсо-струнного транспорта uST. Основные задачи работы: описание проблем со стороны, которые создаёт транспорт в городе Оренбург, представить комплексное решение указанных проблем, предложить маршрут для применения рельсо-струнного транспорта uST, определить характеристики указанного транспорта и оценить эффективность его применения. В работе обосновано строительство указанного транспорта в первую очередь между центральным и восточным районами г. Оренбург. Объектом исследования служит маршрут между железнодорожным вокзалом и Петровским рынком города Оренбург. Результатом работы служит обоснование строительства и эксплуатации рельсо-струнного транспорта uST, позволяющее комплексно решать в том числе и экологические проблемы города Оренбург.

Ключевые слова: рельсо-струнный транспорт uST, транспорт, проблемы, экология, безопасность, маршрут, эффективность, стоимость, Оренбург.

### Введение

Традиционные виды транспорта (железнодорожный, автомобильный, водный, воздушный и др.), несмотря на значимый социально-экономический эффект и колоссальное влияние на качество жизни на планете Земля, наносят всёвозрастающий ущерб человечеству.

На сегодняшний день проблема использования транспорта заключается не столько в необходимости его совершенствования, сколько в оперативном решении проблем, связанных с негативным влиянием на окружающую среду машин, самолётов, поездов и др. из-за их высокой потребности в современном обществе. Сегодня практически каждый современный человек в курсе таких глобальных проблем как: пробки и смертность на дорогах; большое количество занятых под дороги земель (которые предназначены главным образом для жизни); нарушение дорогами движения грунтовых вод; загрязнение шумом и вибрациями окружающей среды транспортом и др.

Так, согласно [1] ещё в 2018 г. общая протяжённость дорог (дорожного покрытия) в 222 странах мира составляла более 21 млн км; аналогичная

протяжённость железных дорог в мире согласно [2] по состоянию на 2014 г. составляла более 1 млн км. В результате, совокупная площадь дорожного покрытия в мире составляет более 300 тыс. км<sup>2</sup>, и данная величина ежегодно возрастает вместе с развитием инфраструктуры и человечества в целом.

В свою очередь выбросы углекислого газа в мировом транспортном секторе за последние 50 лет выросли в 3 раза и почти вдвое превышают аналогичный прирост мировой численности населения [3]. При этом, из-за индустриализации человечества, идёт уменьшение территорий, способных поглощать выделяемый транспортом и промышленностью CO<sub>2</sub>, что указывает на экологическую опасность техносферы, которую создаёт мировое общество.

Согласно данным Всемирной организации здравоохранения [4], ежегодно в мире в результате ДТП и их последствий погибает около 1,2 млн человек, при этом более 10 млн человек получают травмы, становятся инвалидами и калеками; ущерб, наносимый в результате ДТП большинству стран, достигает 3% их ВВП.

В результате, наряду с множеством остальных проблем, повышение уровня экологической безопасности особенно на городском транспорте является важнейшей и как никогда актуальной задачей, в том числе и для города Оренбург.

На сегодняшний день многие учёные пытаются решить проблему негативного влияния транспорта на человека и на экологию в целом. От внедрения интеллектуальных систем [5], до развития транспортных стратегий [6]. Однако предлагаемые меры в корне не позволяют её решить, а лишь снижают скорость роста их негативного влияния на городскую среду. Решение здесь в первую очередь необходимо искать в кардинальном подходе, основанном на разделении техносферы (дороги, производства и др.) от биосферы (земля, растения, животные и др.).

Одним из возможных способов преодоления воздействия транспорта на экологию является максимально возможное «отстранение» транспорта от земли, с переносом его, например, на «второй уровень» (по аналогии с метро, где транспорт перемещён на нижний уровень). В этом направлении развития транспорта и ведётся активная работа изобретателем Юницким Анатолием Эдуардовичем, который создал и реализует концепцию рельсо-струнный транспорт uST (далее – струнный транспорт, транспорт ЮСТ) [7]. Со второй половины XX века в СССР им же и положено начало развития струнного транспорта, которому уже сейчас уделяется внимание многими учёными [8].

### Особенности конструкции рельсо-струнного транспорта uST

Не секрет, что сегодня уже используется транспорт, который перемещается над землёй (так называемый транспорт второго уровня). К нему в первую очередь следует отнести монорельсовый транспорт и канатные дороги, которые широко распространены в мире. Однако обратим внимание на некоторые недостатки указанного транспорта.

Особенность канатной дороги заключается в том, что транспортная эстакада выполняет одновременно функцию несущую и тяговую, поскольку вагончики жёстко закреплены на несущем канате во время движения. Эти условия значительно влияют (не в лучшую сторону) на периодичность их замены. Монорельсовый же транспорт перемещается только по несущей направляющей (эстакаде), что значительно повышает её надёжность. Однако используемые эстакады требуют значительного объёма материалов для строительства, что делает их неконкурентоспособными по сравнению с наземным рельсовым транспортом (трамвай, железная дорога).

В отличие от представленного транспорта, струнный транспорт за счёт напрягаемых элементов в эстакаде позволяет значительно снизить количество материалов, необходимых для её возведения на втором уровне, что делает такие комплексы более доступными для применения (особенно в плотных городских застройках).

Ключевыми элементами струнного транспорта являются: конструктивно облегченная струнная рельсовая эстакада, беспилотные электромобили на стальных колёсах (Юнимобили), автоматизированная система управления (АСУ), а также инфраструктура, обеспечивающая функционирование транспорта ЮСТ (рисунок 1).



Рисунок 1 – Транспортно-инфраструктурный комплекс рельсо-струнного транспорта uST подвешенного типа

Главной особенностью струнного транспорта является наличие пред напрягаемых элементов в рельсах, которые находятся над землёй и по которым не оказывая влияние на растения и животных перемещаются транспортные средства (Юнимобили) на стальных колёсах, обеспечивая тем самым более низкий коэффициент трения качению и снижение аэродинамических потерь.

#### Экологическая эффективность струнного транспорта

Представленная транспортная система (струнный транспорт), кардинальным решением (вынос перемещений на второй уровень, уменьшение аэродинамического сопротивления и использование контакта стального колеса по стальному рельсу) позволяет повысить эффективность транспорта, обеспечив тем самым экологическую безопасность города Оренбург за счёт:

- возможности сохранения природных экосистем и биогеоценозов под дорогой (путевой структурой), имеющей точечные опоры на землю;
- сохранения путей перемещения людей и гидрологии почвы;
- использования электроэнергии, что позволяет при эксплуатации транспорта уменьшить выбросы продуктов горения топлива;
- более низкого удельного расхода энергии на движение (от 0,02 кВтч/(т·км)) по сравнению с традиционными видами транспорта (снижение удельного потребления электроэнергии достигается благодаря уменьшению сил сопротивления движению);
- отсутствия выхлопных газов, продуктов износа шин и асфальта (при стирании вместе с асфальтом выделяют в воздух сажу, бензпирен, фенолы и другие канцерогенные вещества);
- снижения уровня шума (из-за отсутствия стыков в рельсах);
- отсутствия необходимости применения при обслуживании путевой структуры противогололёдных материалов (например, солей, опасных для окружающей среды и организма человека);
- низкого объёма земляных работ и малой площади отчуждения земли под элементы транспорта ЮСТ (из расчёта не более 0,01 га на 1 км) минимизируя тем самым воздействие на городские почвы;

На основании указанных особенностей можно утверждать, что транспорт ЮСТ – это одно из наиболее эффективных и экологических транспортно-логистических решений [9], в основу которого заложен принцип бережной интеграции в природную среду, а также в плотные городские застройки, где проблемы влияния транспорта на экологию (из-за шума и выбросов продуктов сгорания топлива) стоят особо остро.

#### Возможности внедрения транспорта ЮСТ в г. Оренбург

Обратив внимание на возможности использования транспорта ЮСТ в г. Оренбург, где проблема транспорта для жителей города является актуальной. Не секрет, что окупаемость строительства любой трассы во многом зависит от пассажиропотока и длины пути. Известно, что чем меньше расстояние между крайними точками трассы и выше пассажиропоток, тем окупаемость проекта внедрения любого нового пассажирского типа транспорта быстрее.

По этой причине, в Оренбургской области для внедрения пилотных проектов струнного транспорта в первую очередь следует рассматривать два города: г. Оренбург и г. Орск с официальной численностью населения 700 и 190 тыс. человек соответственно. В данной работе обратим внимание на г. Оренбург.

Согласно официальному источнику города Оренбург [10] в настоящее время представлена транспортная модель Оренбургской агломерации за февраль 2024 года, показывающая на наличие четырёх основных локаций города и которые условно можно назвать: центральный, степной, восточный и южный (рисунок 2).

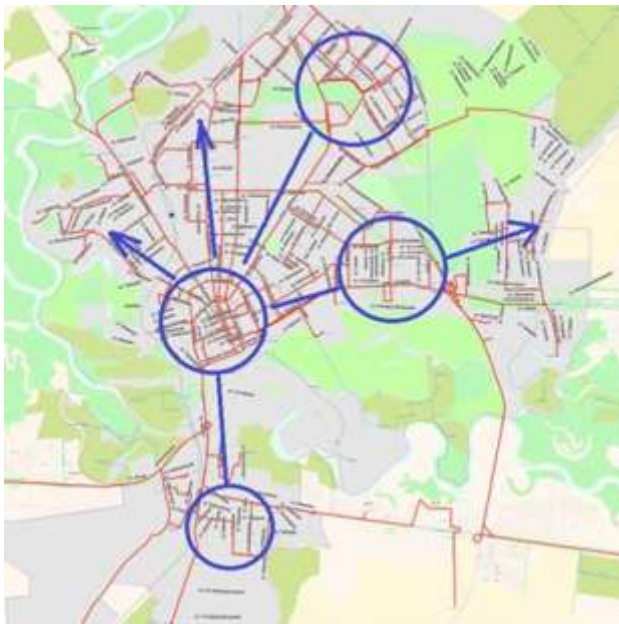


Рисунок 2 – Выделяемые локации г. Оренбург.

На основании информации от официальных лиц г. Оренбург, а также анализа научных материалов [11, 12] в настоящее время в городе существуют помимо влияния транспорта на экологию города и проблемы с нехваткой водителей и изношенностью автобусного парка машин. К указанным проблемам также добавляют и изношенность значительной части городского дорожного покрытия. Имеются и проблемы со списанием оплаты за проезд, отсутствием терминалов, а также о проездах автобусов мимо остановок, что указывает на острую необходимость принятия властями города кардинальных решений.

Решение в значительной степени указанных проблем следует рассматривать внедрением полностью автономных транспортных комплексов (как на стадии покупки билета, так и на стадии осуществления процесса перевозки пассажира). Учёными предлагаются различные частные решения [13, 14], не позволяющие комплексно изменить ситуацию, в отличие от использования транспорта ЮСТ, позволяющего для г. Оренбург дополнительно решить комплексно вопросы как с нехваткой водителей, так и с обновлением транспорта и загруженностью города машинами.

На первом этапе, с целью оценки эффективности использования инновационного транспорта предлагается компанией ЗАО «Струнные технологии» реализовать программу внедрения струнного транспорта на наиболее коротком и загруженном участке города, связывающего Центральный и Восточный районы города (рисунок 2).

В частности, предлагается связать железнодорожный вокзал города (Центральный район) с Петровским рынком (Восточный район) с использованием семи посадочных станций (рисунок 3).

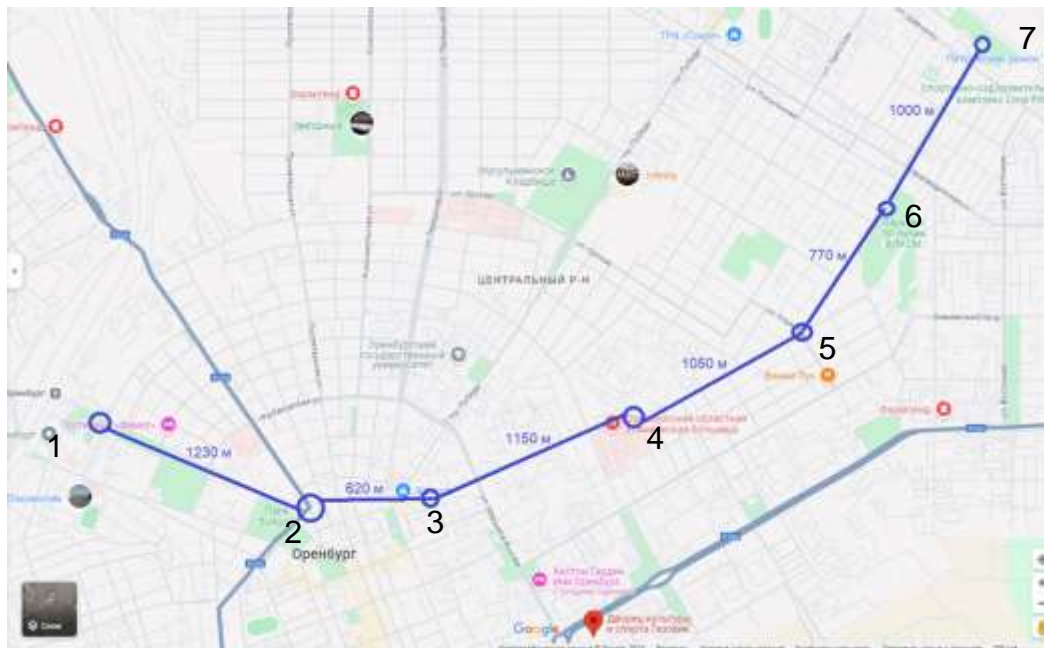


Рисунок 3 – Предлагаемый первый маршрут РСТ в г. Оренбург.

Предлагаемый маршрут №1 струнного транспорта (маршрут №1-ЮСТ) – двухпутная трасса, протяженностью 6,2 км в одном направлении, 7 станций:

1. Ж/д вокзал.
2. Оренбургский государственный медицинский университет.
3. ТЦ Восход.
4. Оренбургская областная клиническая больница.
5. ул. Ульяновская.
6. Дворец творчества детей и молодёжи.
7. Петровский рынок.

Маршрут обоснован:

- а) Отсутствием конкуренции со стороны железнодорожного транспорта и крупных автодорог;
- б) Обеспечением связи с основным транспортным узлом города Оренбург (ж/д станция);
- в) Возможностью продления транспорта ЮСТ до аэропорта;
- г) Нахождением от одной из станций в пешей доступности центра города;
- д) Обеспечением связи образовательных, здравоохранительных, культурных и торговых учреждений города Оренбург.

На основании данных некоторых крупных городов России, для определения характеристик предлагаемого транспорта зададимся пассажиропотоком 36 000 человек в сутки, 3 000 чел/ч в час пик, 1 500 чел/час в обычные часы (в двух направлениях). Использование методики предварительного расчёта компании ЗАО «Струнные технологии» для автономного функционирования струнного транспорта позволила рассчитать транспорт со следующими эксплуатационными характеристиками (таблица 1).

Таблица 1 – Эксплуатационные характеристики маршрута №1-ЮСТ

| Тип подвижного состава  | 16-местный юнимобиль (Карат) |              |
|---|------------------------------|--------------|
| Время в пути от начальной до конечной станции, мин            | 12,1                         |              |
| Время ожидания на станции для посадки/высадки пассажиров, сек | 30                           |              |
| Средняя скорость, км/ч  | 40                           |              |
| Рабочая смена, ч  | 20                           |              |
| Режим движения  | час пик                      | обычные часы |
| Количество юнимобилей на маршруте, шт.                        | 20                           | 10           |
| Интервал движения юнимобилей, мин                             | 1,3                          | 2,6          |

При этом, ориентировочная стоимость величины капитальных затрат на строительство струнного транспорта и среднегодовые затраты на его функционирование представлены в таблицах 2 и 3 соответственно.

Таблица 2 – Статьи затрат на строительство маршрута №1-ЮСТ

| СТАТЬЯ ЗАТРАТ (маршрут 6,2 км)  | Стоимость, млн. руб. (RUB) |
|---|----------------------------|
| Проектно-изыскательские, конструкторские и исследовательские работы   | 455                        |
| Двухпутная рельсо-струнная эстакада   | 2 455                      |
| Объекты инфраструктуры в т.ч.:<br>• пассажирские станции (7);<br>• гараж, совмещённый с ремонтной мастерской (1). | 835                        |
| Шеф-монтаж и пусконаладочные работы   | 210                        |
| Лицензионные платежи  | 260                        |
| Автоматизированная система управления   | 210                        |
| Сертификация  | 90                         |
| Прочие работы и непредвиденные затраты  | 245                        |
| Подвижной состав (20 юнимобилей)  | 1 215                      |
| Итого:  | 5 975                      |

Таблица 3 – Среднегодовые затраты эксплуатацию маршрута №1-ЮСТ

| СТАТЬЯ ЗАТРАТ  | Стоимость, млн. руб. (RUB) |
|--|----------------------------|
| Сырьё и материалы на техническое обслуживание и ремонт           | 47                         |
| Электроэнергия для подвижного состава                            | 18                         |
| Фонд оплаты основного производственного персонала с отчислениями | 20                         |
| Прочие затраты   | 6                          |
| Итого:   | 91                         |

При этом, упрощённая оценка доходности проекта предполагает:  
 - стоимость проездного билета (в реальных ценах) – 55 руб. (RUB).  
 - годовая билетная выручка при пассажиропотоке 36 000 человек в сутки – 722,7 млн. руб. (RUB).

При заданных выше параметрах цены билета и пассажиропотока, годовая билетная выручка полностью покрывает среднегодовые операционные затраты эксплуатации транспорта, обеспечивая срок окупаемости проекта порядка 10 лет, что указывает на его привлекательность не только с экологической, но и с коммерческой точки зрения.

### Заключение

Таким образом, результаты представленной работы свидетельствуют о возможности повышения экологической безопасности транспортного сообщения районов г. Оренбург за счёт реализации транспортно-инфраструктурного решения Unisky String Technologies (струнного транспорта).

Представленный в работе струнный транспорт для решения транспортных задач города помимо снижения влияния на экологию города за счёт высокой степени автоматизации способен не просто решить транспортные проблемы г. Оренбург, а обеспечить доступно высокий уровень комфорта, удобства и безопасности оказываемых транспортных услуг (адаптация количества подвижного состава к актуальному пассажиропотоку, регулирование интервалов движения электромобилей на маршруте, сокращение времени в пути за счёт высоких скоростей передвижения, отсутствия заторов, пробок и др.), и тем самым сформировать положительное общественное мнение в части отказа от использования личного транспорта в пользу общественного. Внедрение экологичных транспортных решений ЮСТ (в частности, струнного транспорта) в транспортную инфраструктуру позволит не только повысить уровень мобильности населения, но и содействовать экологической безопасности горожан, уменьшению негативного воздействия на окружающую среду и повышению экологической культуры общества в целом.

Следующим этапом указанной работы можно рассматривать изучение особенностей строительства струнного транспорта на указанном маршруте с более детальной проработкой вопросов (организационных, социальных, юридических) размещения рельсо-струнных эстакад в плотной городской застройке г. Оренбург.

### Список использованных источников

1. Meijer J. R. et al. Global patterns of current and future road infrastructure //Environmental Research Letters. – 2018. – Т. 13. – №. 6. – С. 064006.
2. Roth R. Up-rise and Decline of the World's Railways—A Bird's Eye View of a 200 Years Development of a Big Infrastructure.
3. Statista. The Statistics Portal for Market Data, Market Research and Market Studies [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.statista.com/>.– Дата доступа: 09.09.2024.



4. Дорожно-транспортный травматизм. Всемирная организация здравоохранения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>. – Дата доступа: 09.09.2024.
5. Галенко Л. А., Николаева Р. В. Интеллектуальные транспортные системы-решение транспортных проблем //Техника и технология транспорта. – 2017. – №. 3. – С. 12-12.
6. Хегай Юрий Александрович Проблемы и перспективы развития транспортной системы в России // Теория и практика общественного развития. 2014. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-transportnoy-sistemy-v-rossii> (дата обращения: 03.10.2024).
7. Юницкий А. Э., Артюшевский С. В. Безопасность путевых структур второго уровня на примере рельсо-струнных транспортных систем Юницкого. – 2020.
8. Веселов А. В., Пивоварова К. А. ТРАНСПОРТ БУДУЩЕГО-ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ ЮНИЦКОГО А. Э //Актуальные проблемы современной науки, техники и образования. – 2015. – Т. 2. – С. 40-43.
9. Юницкий, А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в Космосе / А.Э. Юницкий. – Силакрогс: «ПНБ принт», 2019. – 576 с.
10. Транспортная макромодель Оренбургской агломерации. Официальный портал города Оренбурга [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://orenburg.ru/documents/other/194516/> . – Дата доступа: 09.09.2024.
11. Новая транспортная схема не решит логистические проблемы Оренбурга. Интернет-издание «ProOren.ru» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://prooren.ru/news/obschestvo/novaya-transportnaya-skhemane-reshit-logisticheskie-problemy-orenburga>. – Дата доступа: 09.09.2024.
12. Власов Ю. Л., Рассоха В. И. Состояние и проблемы системы городского пассажирского транспорта города Оренбурга //Проблемы эксплуатации и обслуживания транспортно-технологических машин. – 2006. – С. 29-35.
13. Боброва Виктория Викторовна, Бережная Любовь Юрьевна Направления совершенствования транспортной инфраструктуры Оренбургской области // АНИ: экономика и управление. 2019. №1 (26). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-sovershenstvovaniya-transportnoy-infrastruktury-orenburgskoy-oblasti> (дата обращения: 09.10.2024).
14. Проскурин Георгий Александрович Совершенствование улично-дорожной сети Оренбурга // Вестник ОГУ. 2014. №5 (166). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-ulichno-dorozhnoy-seti-orenburga> (дата обращения: 09.10.2024).

## List of references

1. Meijer J. R. et al. Global patterns of current and future road infrastructure // *Environmental Research Letters*. - 2018. - T. 13. - №. 6. - C. 064006.
2. Roth R. Up-rise and Decline of the World's Railways-A Bird's Eye View of a 200 Years Development of a Big Infrastructure.
3. Statista. The Statistics Portal for Market Data, Market Research and Market Studies [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.statista.com/>. - Date of access: 09.09.2024.
4. Road traffic injuries. World Health Organization [Electronic resource]. - Access mode: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries>. - Date of access: 09.09.2024.
5. Galenko L. A., Nikolaeva R. V. Intelligent transportation systems-solution of transportation problems // *Technika i tekhnologii transporta*. - 2017. - №. 3. - C. 12-12.
6. Hegai Yuri Aleksandrovich Problems and prospects of development of the transportation system in Russia // *Theory and practice of social development*. 2014. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-perspektivy-razvitiya-transportnoy-sistemy-v-rossii> (date of address: 03.10.2024).
7. Yunitskiy A. E., Artyushevskiy S. V. Safety of track structures of the second level on the example of rail-string transportation systems Yunitskiy. - 2020.
8. Veselov A. V. V., Pivovarova K. A. TRANSPORT OF THE FUTURE-TRANSPORT SYSTEMS UNITSKY A. E // *Actual problems of modern science, technology and education*. - 2015. - VOL. 2. - P. 40-43.
9. Yunitsky, A.E. String transportation systems: on Earth and in Space / A.E. Yunitsky. - Silacros: "PNB Print", 2019. - 576 c.
10. Transport macromodel of the Orenburg agglomeration. Official portal of the city of Orenburg [Electronic resource]. - Mode of access: <https://orenburg.ru/documents/other/194516/>. - Date of access: 09.09.2024.
11. The new transportation scheme will not solve the logistical problems of Orenburg. Internet edition "ProOren.ru". [Electronic resource]. - Access mode: <https://prooren.ru/news/obschestvo/novaya-transportnaya-skhemane-reshit-logisticheskie-problemy-orenburga>. - Date of access: 09.09.2024.
12. Vlasov Y. L., Rassokha V. I. State and problems of the system of urban passenger transport of the city of Orenburg // *Problems of operation and maintenance of transport-technological machines*. - 2006. - C. 29-35.
13. Bobrova Victoria Viktorovna, Berezhnaya Lyubov Yuryevna Directions for improving the transport infrastructure of the Orenburg region // *ANI: Economics and Management*. 2019. №1 (26). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/napravleniya-sovershenstvovaniya-transportnoy-infrastruktury-orenburgskoy-oblasti> (date of reference: 09.10.2024).
14. Proskurin Georgy Aleksandrovich Proskurin Improvement of the street and road network of Orenburg // *Vestnik OGU*. 2014. №5 (166). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovershenstvovanie-ulichno-dorozhnoy-seti-orenburga> (date of address: 09.10.2024).

«IMPROVING ENVIRONMENTAL SAFETY BY IMPLEMENTING  
TRANSPORT AND INFRASTRUCTURE SOLUTIONS OF UNITSKY STRING  
TECHNOLOGIES IN THE ORENBURG REGION»

Unitsky A.E., Garanin V.N., Artyushevskiy S.V., Klimkov A.G.  
Unitsky String Technologies Inc., Minsk

Abstract. The paper focuses on reducing the impact of transportation on the ecology of Orenburg while solving the transportation problems of the city. The aim of the paper is to propose a comprehensive solution to improve the environmental safety of the city of Orenburg through the use of uST rail-rail transportation. The main objectives of the work: to describe the problems from the outside, which creates transportation in the city of Orenburg, to present a comprehensive solution to these problems, to propose a route for the use of rail-string uST, to determine the characteristics of the specified transport and evaluate the effectiveness of its use. The paper justifies the construction of the specified transport in the first place between the central and eastern districts of Orenburg. The object of the study is the route between the railway station and Petrovsky market of Orenburg. The result of the work is the justification of construction and operation of the uST rail-string transportation, which allows to solve in a comprehensive way, including environmental problems of the city of Orenburg.

Key words: rail-string transport uST, transportation, problems, ecology, safety, route, efficiency, cost, Orenburg.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| Авдеев Д.А., Фот А.П., Хасанов И.Х., Долженков Ю.В.<br>ОБЩИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНЖЕНЕРНЫХ СЕТЕЙ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ<br>АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ .....  | 5  |
| Аземша С.А.<br>ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ<br>МУЛЬТИМАРШРУТНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ПАССАЖИРСКИХ<br>ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ РЕГУЛЯРНОГО СООБЩЕНИЯ .....   | 12 |
| Архирейский Р.А.<br>АНАЛИЗ МЕТОДА ЭВОЛЮЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ.....  | 20 |
| Асфур Х.М.А., Горяев Н.К.<br>ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ОСТАНОВОЧНЫХ<br>ПУНКТОВ В РЕЖИМЕ КОНВОЯ .....   | 25 |
| Ахромешин А. В., Пышный В. А.<br>К ВОПРОСУ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ.....  | 33 |
| Баландина Т.Л., Штукатурова Е.С., Янучков М.Р.<br>АНАЛИЗ РЕАЛИЗАЦИИ ИТ ПРОЕКТОВ В ОБЛАСТИ ПАССАЖИРСКИХ<br>АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК .....   | 38 |
| Барыкин А.Ю., Галиев Р.М., Нуретдинов Д.И.<br>НАГРУЖЕННОСТЬ КАРДАННОЙ ПЕРЕДАЧИ С НЕСИНХРОННЫМИ<br>ШАРНИРАМИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОМПЛЕКСА ФАКТОРОВ.....   | 46 |
| Бебинов С.Е., Трофимова Л.С.<br>ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ К ВОДИТЕЛЮ ПАССАЖИРСКОГО<br>АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА ПО СФОРМИРОВАННОСТИ<br>ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ НАВЫКОВ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ<br>ЭКСПЛУАТАЦИОННУЮ СКОРОСТЬ АВТОБУСА..... | 52 |
| Бояршинов М. Г., Щукин Ю. А.<br>ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ПАРКОВОЧНОГО ПРОСТРАНСТВА ВДОЛЬ<br>ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ .....  | 61 |
| Булатов С.В.<br>АНАЛИЗ РЫНКА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ В РОССИИ НА 2024 ГОД<br>.....   | 68 |

|   |     |
|---|-----|
| Булатов С.В.<br>СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ БРАКОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ<br>ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ .....   | 72  |
| Власов Ю.А., Фукс В.Р., Мусатова Ю.С.<br>ВЫБОР МЕТОДА ДИСПЕРСИОННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОЦЕНКИ<br>ЗАГРЯЗНЕННОСТИ МОТОРНЫХ МАСЕЛ .....  | 75  |
| Вольнов А.С., Третьяк Л.Н.<br>К ВОПРОСУ О ПОВЫШЕНИИ КАЧЕСТВА СЕРВИСНО-<br>ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИДОМОВЫХ<br>УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ НА ОСНОВЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ<br>ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ .....          | 82  |
| Воробьев А.Л., Лукоянов В.А., Лукоянов Д.А., Горбачев С.В.<br>ОПИСАНИЕ ПРОЦЕССА СЛУЖЕБНОГО РАССЛЕДОВАНИЯ ДТП В<br>НОТАЦИИ VRMN 2.0 .....  | 93  |
| Воробьев А.Л., Лукоянов В.А., Лукоянов Д.А., Криворотько В.А. АНАЛИЗ<br>СТРУКТУРЫ ДОКУМЕНТИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИИ<br>МОНИТОРИНГА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА БЕЗОПАСНОСТИ<br>ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ПО ГОСТ Р ИСО 39001-2014.....    | 97  |
| Воробьев А.Л., Лукоянов В.А., Пономарева Д.А., Лукоянов Д.А.<br>К ВОПРОСУ СТАНДАРТИЗАЦИИ РАБОЧЕГО ПРОСТРАНСТВА<br>АВТОМОБИЛЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ НА ДОРОГАХ .....  | 102 |
| Горбачев Д.В., Фот Н.П., Викторов Д.А., Дусаев И.Д.<br>ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА<br>ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАРШРУТОВ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК<br>ГОРОДСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ .....                                      | 107 |
| Горшенина Е.Ю., Денисов А.С.<br>ОБЕСПЕЧЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ<br>БЕСПИЛОТНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ.....   | 121 |
| Горяев Н.К.<br>АНАЛИЗ ТАРИФОВ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА В КРУПНЫХ<br>ГОРОДАХ .....   | 128 |
| Денисов А.С., Носов А.О., Горшенина Е.Ю., Кондауров А.Ю., Баранов<br>М.А., Сыпченко Т.В.<br>ОЦЕНКА ПОТРЕБНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И<br>ПУТЕЙ ИХ УДОВЛЕТВОРЕНИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ<br>ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ТЮНИНГА..... | 132 |

|   |     |
|---|-----|
| Дошлова А.А., Батищева О.М.<br>АНАЛИЗ ПЕРСПЕКТИВ ОРГАНИЗАЦИИ КООРДИНИРОВАННОГО<br>УПРАВЛЕНИЯ НА УЛ. СОВЕТСКОЙ АРМИИ Г.О. САМАРА .....   | 141 |
| Дрючин Д.А., Михайлов А.Д.<br>МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ОХЛАДИТЕЛЕЙ<br>НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА .....   | 147 |
| Дюсекенов Е.К., Любимов И.И., Тищенко А.С.<br>РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АДАПТАЦИИ МАРШРУТНО-<br>ЛОГИСТИЧЕСКОЙ СХЕМЫ СБОРА И ВЫВОЗА ТВЁРДЫХ<br>КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ К ОПТИМАЛЬНОМУ РАСПОЛОЖЕНИЮ<br>СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОЛИГОНОВ ..... | 159 |
| Ефанов Д.Е.<br>ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТРАНСПОРТНЫХ<br>ПРЕДПРИЯТИЙ НА ОСНОВЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ<br>ПЛАНИРОВАНИЯ ПОТРЕБНОСТИ В ЗАПАСНЫХ ЧАСТЯХ.....   | 168 |
| Жесткова С.А., Котов В.В., Баталина Е.А. ЦИФРОВЫЕ СИСТЕМЫ<br>УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИМ ТРАНСПОРТОМ В ГОРОДСКОЙ<br>АГЛОМЕРАЦИИ.....  | 176 |
| Идиятуллина К.Р., Батищева О.М.<br>ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ СТИХИЙНОЙ ПАРКОВКИ НА СНИЖЕНИЕ<br>ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКОВ УДС Г.О. САМАРА.....  | 182 |
| Ишмухаметов Р.М., Архирейский А.А.<br>АКТУАЛЬНОСТЬ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ<br>МЕНЕДЖМЕНТА В МКП «ОРЕНБУРГСКИЕ ПАССАЖИРСКИЕ<br>ПЕРЕВОЗКИ» .....  | 186 |
| Карагодин В.И., Лещанов А.Н., Суворова П.С.<br>УПРАВЛЕНИЕ ИНТЕНСИВНОСТЬЮ ЭКСПЛУАТАЦИИ НАЗЕМНЫХ<br>ТРАНСПОРТНЫХ И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ<br>.....   | 190 |
| Карагодин В.И., Чан Ван Доан<br>МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО<br>РЕМОНТУ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ МОЛОТОВ .....  | 197 |
| Кеян Е.Г.<br>ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА<br>ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ .....  | 205 |

|  |     |
|--|-----|
| Коновалова Т.В., Домбровский А.Н., Камышникова Н.А. СОЦИАЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД В ОРГАНИЗАЦИИ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК.....   | 213 |
| Коновалова Т.В., Ивина В.С., Домбровский А.Н.<br>РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДЛЯ ЦИФРОВОГО СЕРВИСА<br>ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ СУБЪЕКТОВ АВТОТРАНСПОРТНОЙ<br>ДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....                                  | 218 |
| Коновалова Т.В., Кудряшов А.О., Плаксунова В.М.<br>ТРАНСПОРТНАЯ СИСТЕМА В КОНЦЕПЦИИ «УМНОГО ГОРОДА»...   | 223 |
| Коновалова Т.В., Лавренец И.С., Сенин И.С. ПРОБЛЕМЫ И<br>ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ<br>МОБИЛЬНОСТИ В ГОРОДСКОЙ МОБИЛЬНОСТИ ЖИТЕЛЕЙ.....                                  | 229 |
| Коновалова Т.В., Надирян С.Л., Леонова И.О., Тыргалов К.В. АНАЛИЗ<br>РЕГИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ВЕСОВОГО И<br>ГАБАРИТНОГО КОНТРОЛЯ.....  | 233 |
| Котенкова И.Н., Лебедев Е.А., Рассоха В.И.<br>К ВОПРОСУ О ПРИОРИТЕТНОМ ПРАВЕ ПРОЕЗДА ПАССАЖИРСКОГО<br>ТРАНСПОРТА В ГОРОДАХ .....   | 239 |
| Куликов А.В., Павлов П.А., Вальковская А.А., Куликов А.А.<br>АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ АВТОБУСОВ НА<br>МАРШРУТЕ № 6 «АЭРОПОРТ - ЖД ВОКЗАЛ ВОЛГОГРАД-1».....                          | 248 |
| Куликов А.В., Павлов П.А., Куликов А.А., Мищенко Г.С.<br>АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ<br>АВТОБУСОВ НА МАРШРУТЕ № 2 «ЖД ВОКЗАЛ ВОЛГОГРАД-1 –<br>КОМПЛЕКС ЮБИЛЕЙНЫЙ» ..... | 259 |
| Курганов В.М., Грязнов М.В., Сысоева С.В.<br>ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТЬ ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА ОБЩЕГО<br>ПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРОДАХ С ГРАДООБРАЗУЮЩИМИ<br>ПРЕДПРИЯТИЯМИ.....                               | 271 |
| Лежуков Р.В., Батищева О.М.<br>СНИЖЕНИЕ ЗАТОРОВОЙ СИТУАЦИИ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ<br>НИКОЛАЕВСКОГО ПРОСПЕКТА И УЛ. УТЕВСКАЯ Г.О. САМАРА ....   | 277 |
| Меженков А.В., Ветрова Т.А., Абузярова Л.Д.<br>АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРИМЕНЯЕМЫХ МЕТОДОВ ОРГАНИЗАЦИИ.....   |     |

|   |     |
|---|-----|
| ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА РАБОТУ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА.....   | 284 |
| Моргунова И.В., Якунина Н.В., Якунин Н.Н.<br>ОЦЕНКА СИСТЕМЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК НА ПРИМЕРЕ ВЫВОЗА ТВЁРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ.....   | 291 |
| Надирян С.Л., Лебедев Е.А., Плаксунова В.М.<br>АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ.....  | 297 |
| Надирян С.Л., Тыргалов К.В., Леонова И.О.<br>ОПТИМИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНО-ЛОГИСТИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ НА ПРИМЕРЕ КОМПАНИИ ООО “СЕЛЬТА” .....   | 302 |
| Неволин Д.Г., Черепанова Л.А.<br>РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУР ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ КАДРОВОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА.....   | 307 |
| Нургалиев Л.М., Калимуллин Р.Ф.<br>ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ОБУЧЕНИЯ ВОДИТЕЛЕЙ ПРИНЦИПАМ ПРАВИЛЬНОГО ВОЖДЕНИЯ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ.....                        | 312 |
| Павлишин С.Г., Бянкин А.А., Андрющенко Д.А., Тенищев Н.С.<br>ПРАКТИКО-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ ПОДХОД КАК ИНСТРУМЕНТ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ .....   | 319 |
| Паршакова К.А., Якунин Н.Н., Якунина Н.В.<br>ОРГАНИЗАЦИЯ ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ПО РЕГУЛЯРНЫМ МАРШРУТАМ С ПРИМЕНЕНИЕМ СУТОЧНЫХ ПЛАНОВ ИНТЕРВАЛОВ ДВИЖЕНИЯ ПАССАЖИРСКИХ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ..... | 328 |
| Петров В.С., Захаров Н.С., Сапоженков Н.С.<br>ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕМОНТА И ЗАМЕНЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН: АНАЛИЗ ЗАВИСИМОСТИ СТОИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ ШИН .....  | 335 |



|   |     |
|---|-----|
| Попов И.П., Моисеев О.Ю., Харин В.В., Мосин А.А., Парышев Н.Д.,<br>Ездин Д.П., Харин Д.А.<br>ЛЕГКИЙ МАХОВИК С РЕГУЛИРУЕМЫМ МОМЕНТОМ ИНЕРЦИИ....                                     | 341 |
| Пугачев И.Н.<br>НАЦИОНАЛЬНЫЙ ПРОЕКТ «ЭФФЕКТИВНАЯ ТРАНСПОРТНАЯ<br>СИСТЕМА».....  | 346 |
| Пузаков А.В.<br>РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАМЫКАНИЙ АВТОМОБИЛЬНОГО<br>ГЕНЕРАТОРА С РЕГУЛЯТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ .....  | 352 |
| Пузаков А.В.<br>МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЬНОГО<br>ГЕНЕРАТОРА.....  | 361 |
| Разговоров К.И.<br>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ<br>ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИХ И ВАРИАТОРНЫХ КОРОБОК ПЕРЕДАЧ<br>ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ .....                                | 366 |
| Рассоха В.И., Хасанов И.Х., Аиткужин И.Р., Васильев Н.П.<br>АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОЦЕНКУ<br>КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ АВТОСЕРВИСНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ<br>ГОРОДА ОРЕНБУРГА .....        | 374 |
| Рассоха В.И., Хасанов И.Х., Файзуллин М.М., Пилюгин А.М.<br>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ<br>ПЕРИОДИЧЕСКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА<br>АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ .....   | 380 |
| Саппа Н.Д., Попова И.П., Васильев В.И.<br>ВЛИЯНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ТРЕНАЖЁРОВ НА ПОВЫШЕНИЕ<br>БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ СРЕДИ «МОЛОДЫХ»<br>ВОДИТЕЛЕЙ .....                       | 386 |
| Сариев Э.К.<br>ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА МАЛЯРНО-КУЗОВНЫХ РАБОТ В ГОРОДЕ<br>ОРЕНБУРГЕ.....   | 391 |
| Сологуб В.А., Юсупова О.В.<br>МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ<br>«КОНСТРУКЦИЯ КОЛЁСНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ<br>СРЕДСТВ» СТУДЕНТАМ ТРАНСПОРТНОГО ФАКУЛЬТЕТА..... | 396 |

|   |     |
|---|-----|
| Сорокин В.В., Хасанов Р.Х., Торопов Е.П.<br>ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ<br>УТИЛИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ .....  | 402 |
| Трубач Е.В.<br>ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОПЕРАЦИЙ ДЛЯ<br>ОЦЕНКИ КОМПЛЕКСНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ СЛОЖНОСТИ ИХ<br>ВЫПОЛНЕНИЯ.....  | 408 |
| Тулупчикова В.А., Фаттахова А.Ф., Штукатурова Е.С., Янучков М.Р.<br>СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕГИСТРИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ НА<br>АВТОМОБИЛЬНОМ ТРАНСПОРТЕ .....                                | 412 |
| Фадина О.С., Глушков А.И., Варворкин М.А.<br>СНИЖЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАДЕРЖЕК ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ<br>СКОРОСТНЫХ РЕЖИМОВ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ.....                                       | 418 |
| Хасанов И.Х., Долженков Ю.В., Файзуллин М.М., Пилюгин А.М.<br>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНИЖЕНИЮ РАСХОДА<br>ТОПЛИВА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АВТОТРАНСПОРТНОГО<br>ПРЕДПРИЯТИЯ .....  | 426 |
| Хасанов И.Х., Решетов С.В., Бескровный В.А., Аиткужин И.Р.<br>МЕТОДИКА ОБОСНОВАНИЯ ВЫБОРА ИНФОРМАЦИОННОЙ<br>СИСТЕМЫ ДЛЯ ЛОГИСТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ<br>АВТОСЕРВИСНЫМ ПРЕДПРИЯТИЕМ ..... | 432 |
| Хасанов И.Х., Решетов С.В., Васильев Н.П., Бескровный В.А.<br>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ НА<br>АВТОТРАНСПОРТНОМ ПРЕДПРИЯТИИ .....                                      | 438 |
| Хасанов Р.Х., Гузь М.М., Паршакова К.А., Косых Д.А.<br>АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ В<br>ТЁМНОЕ ВРЕМЯ СУТОК .....  | 444 |
| Хасанов Р.Х.<br>АНАЛИЗ ЭТАПОВ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ<br>.....  | 448 |
| Шепелева М.Д., Коновалова Т.В., Надирян С.Л.<br>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ВЫБОРА ТИПА<br>АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ .....   | 452 |

|   |     |
|---|-----|
| Шерстнев Н.А., Барыльникова Е.П., Калимуллин Р.Ф., Кулаков А.Т.,<br>Малаховецкий А.А., Галиев Л.Р.<br>ИССЛЕДОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ ДАВЛЕНИЯ МАСЛА В СИСТЕМЕ<br>СМАЗКИ ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ.....                         | 460 |
| Шурыгин В.И.<br>ОБЗОР ТРАНСПОРТА ДЛЯ СБОРА И ВЫВОЗА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ<br>ОТХОДОВ.....   | 468 |
| Юницкий А.Э., Гаранин В.Н., Артюшевский С.В., Климов А.Г.<br>ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ОСНОВЕ<br>РЕАЛИЗАЦИИ ТРАНСПОРТНО-ИНФРАСТРУКТУРНЫХ РЕШЕНИЙ<br>UNITSKY STRING TECHNOLOGIES В Г. ОРЕНБУРГ ..... | 473 |

Материалы XIX Всероссийской научно-практической конференции с  
международным участием

**«Прогрессивные технологии в транспортных системах»**

Подписано к использованию 27.01.2025 г.

Объем 7,59 Мб

**Оренбургский государственный университет**

**460018, г. Оренбург, пр-т Победы, 13**