



## МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ



МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

VII (2023)

Материалы VII Всероссийской межвузовской конференции  
«Магистерские слушания»

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет

**МАГИСТРАТУРА –  
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ**

Материалы VII Всероссийской межвузовской конференции  
«Магистерские слушания»

25–26 октября 2022 года

Санкт-Петербург  
2023

УДК 69(063)

*Рецензенты:*

д-р техн. наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ  
*В. Н. Ложкин* (Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России);

д-р техн. наук, профессор *В. В. Лукинский*  
(Департамент менеджмента НИУ ВШЭ – Санкт-Петербург)

**Магистратура – автотранспортной отрасли** : материалы VII Всероссийской межвузовской конференции «Магистерские слушания» [25–26 октября 2022 года] / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2023. – 338 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1278-1

Опубликованы статьи участников VII Всероссийской межвузовской конференции «Магистерские слушания», прошедшей 25–26 октября 2022 г. на базе автомобильно-дорожного факультета СПбГАСУ.

*Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ*

*Редакционная коллегия:*

канд. техн. наук, доцент, декан автомобильно-дорожного  
факультета СПбГАСУ *А. В. Зыкин* (председатель);

д-р техн. наук, профессор, завкафедрой наземных  
транспортно-технологических машин СПбГАСУ *С. А. Евтюков*;

д-р техн. наук, доцент, завкафедрой  
транспортных систем СПбГАСУ *С. С. Евтюков*;

канд. техн. наук, доцент, завкафедрой автомобильных дорог,  
мостов и тоннелей СПбГАСУ *М. П. Клековкина*;

канд. техн. наук, доцент, завкафедрой технической эксплуатации  
транспортных средств СПбГАСУ *И. О. Черняев*;

канд. техн. наук, доцент кафедры технической эксплуатации  
транспортных средств СПбГАСУ *А. В. Марусин* (секретарь)

ISBN 978-5-9227-1278-1

© Коллектив авторов, 2023

© Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет, 2023

---

---

## **СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ**

**УДК 625.7**

*Юлия Юрьевна Бунеева,*

магистрант

(Московский автомобильно-дорожный

государственный технический университет)

*E-mail: kostsov\_msfs@bk.ru,*

*yuliya.buneeva@internet.ru*

*Yulia Yurievna Buneeva,*

Master's degree student

(Moscow Automobile and Road

Construction State Technical University)

*E-mail: kostsov\_msfs@bk.ru,*

*yuliya.buneeva@internet.ru*

### **ПРЕДПОСЫЛКИ ДЛЯ ТЕХНИКО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ РАСЧЕТНЫХ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ КАТЕГОРИИ IA**

#### **PREREQUISITES FOR FEASIBILITY STUDIES FOR DESIGN SPEEDS ON ROADS OF CATEGORY IA**

Последние десятилетия расчетные скорости для проектирования автомагистралей в Российской Федерации, по нормативным документам остаются неизменными, в то же время мировая практика имеет тенденцию снижения расчетных скоростей. В статье представлены результаты исследования скоростей движения потока, состоящего из легковых автомобилей, грузовых и автобусов на участках автомагистралей М-4 «Дон» и М-11 «Нева». Проведена оценки эффективности, которая заключается в определении чистого дисконтированного дохода. Результаты исследования могут быть использованы для выполнения технико-экономических расчетов при решении вопроса обоснования расчетных скоростей движения.

*Ключевые слова:* автомагистраль, проектирование дорог, расчетная скорость, фактическая скорость, транспортный поток.

The design speeds for motorway design in the Russian Federation, according to the regulatory documents, have remained unchanged for the last decades, while the world practice has a tendency to reduce the design speeds. The article presents the results of study of traffic speeds, consisting of passenger cars, trucks and buses

on the sections of M-4 “Don” and M-11 “Neva” highways. An efficiency evaluation has been carried out, which consists in determining the net discounted income. The results of the study can be used to carry out technical and economic calculations when addressing the issue of justification of design traffic speeds.

*Keywords:* highway, road design, design speed, actual speed, traffic flow.

## **Введение**

В первые десятилетия XX века в России продолжал преобладать гужевой транспорт, но вскоре с ростом автомобилизации, такой вид транспорта постепенно заменялся автомобилями и другими видами самоходного транспорта. Автомобилизация страны началась в начале 1930-х годов, в связи с этим начали появляться правила движения и нормы проектирования автомобильных дорог по всей стране. Нормы проектирования не всегда были одинаковые, а постоянно вносились изменения. В настоящее время общемировая практика на уровне скоростей согласно нормам проектирования стран, различна и имеет тенденцию снижения расчетных скоростей.

В рамках настоящей работы произведены исследования скоростей движения транспортных потоков на участках крупнейших автомагистралей РФ М-4 и М-11 с различными скоростными режимами, а именно 120 км/час и 150 км/час. Для получения полной картины обследования скоростей движения поток распределен по типам транспортных средств: легковые автомобили, грузовые автомобили и автобусы. Результаты исследования использованы в технико-экономическом расчете.

Современные принципы обоснования расчетных скоростей движения основаны на технико-экономических расчетах. Для этого необходимо проведение оценки эффективности, которая заключается в определении ЧДД (чистого дисконтированного дохода).

### **Исследование скоростей движения и состава транспортного потока на крупнейших автомагистралях РФ**

В соответствии с данными предоставленными ГК «Автодор» получен массив данных по участкам трассы за период с 01.01.2018 по 31.12.2021 для М-4 «Дон» км 108+00 и с 01.02.2020 по 31.12.2021 для М-11 «Нева» км 59+70 и км 98+95. Измерения ранжированы по часовой интенсивности и скорости движения в течение суток в пря-

мом и обратном направлении применительно к трем типам транспортных средств: легковые автомобили, грузовые автомобили и автобусы.

По результатам выполнения статистического анализа представленных данных получены зависимости распределения изучаемой величины для каждого из участков. Выравнивание произведено по нормальному закону распределения. Зависимости представлены в виде гистограмм и кривых накопленной частоты (рис. 1, 2, 3). Используется кумулятивный вид представления информации.

На диаграммах рассматривается скорость движения 15 % участников движения, то есть минимальная статистически-достоверная величина, 50 %-средняя и 85 % – статистически-достоверная максимальная величина или 85-й перцентиль-скорость, при которой 85 % транспортных средств проезжают в условиях свободного движения мимо контролируемой точки (или которую не превышают 85 % участников движения). Из гистограммы находим фактические скорости движения для рассматриваемых процентов по участкам (табл. 1, 2, 3).

Участок М-11 «Нева», км 98 + 95

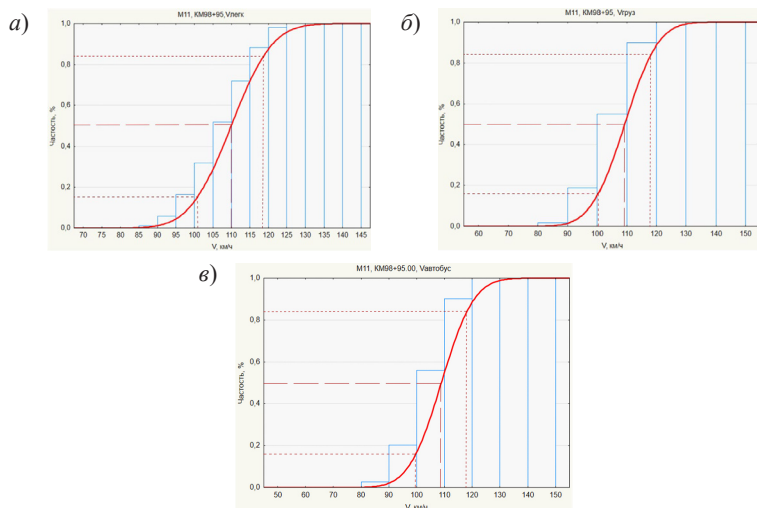


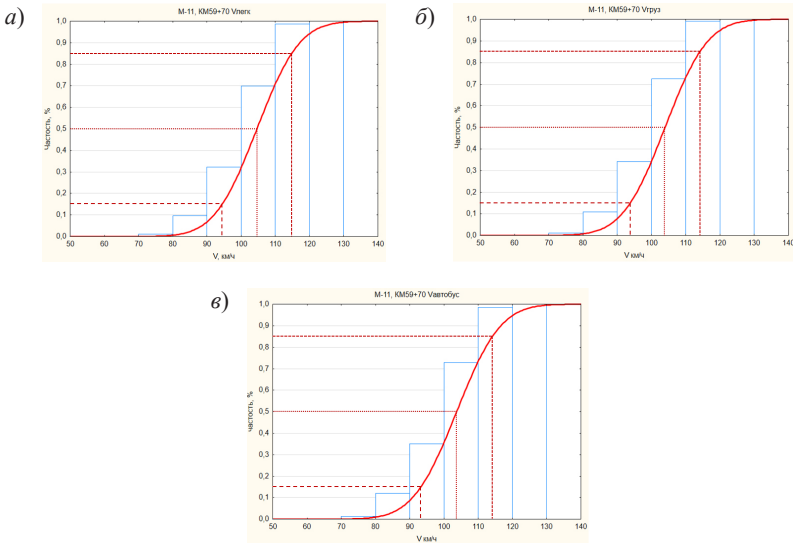
Рис. 1. Гистограммы распределения скоростей движения на км 98 + 95 участка трассы М-11 «Нева»: а) легковых автомобилей; б) грузовых автомобилей; в) автобусов

Таблица 1

**Фактические скорости движения на км 98 + 95 участка трассы М-11 «Нева»**

Тип транспортного средства	Скорость движения, км/ч		
	15 %	50 %	85 %
Легковой тип	101	110	119
Грузовой тип	101	109	119
Автобус	99	109	119

**Участок М-11 «Нева», км 59 + 70**



**Рис. 2. Гистограммы распределения скоростей движения на км 59 + 70 участка трассы М-11 «Нева»: а) легковых автомобилей; б) грузовых автомобилей; в) автобусов**

Таблица 2

**Фактические скорости движения на км 59 + 70  
участка трассы М-11 «Нева»**

Тип транспортного средства	Скорость движения, км/ч		
	15 %	50 %	85 %
Легковой тип	94	104	114
Грузовой тип	93	103	114
Автобус	93	103	114

**Участок М-4 «Дон», км 108 + 00**

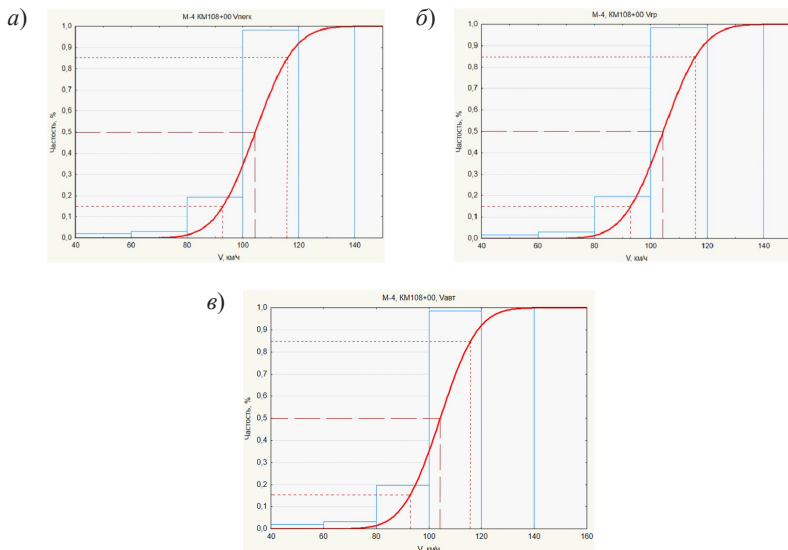


Рис. 3. Гистограммы распределения скоростей движения на км 108 + 00 участка трассы М-4 «Дон»: а) легковых автомобилей; б) грузовых автомобилей; в) автобусов



Таблица 3

**Фактические скорости движения  
на км 108 + 00 участка трассы М-4 «Дон»**

Тип транспортного средства	Скорость движения, км/ч		
	15 %	50 %	85 %
Легковой тип	93	105	116
Грузовой тип	92	105	116
Автобус	91	103	116

Экономическое обоснование расчетных скоростей движения может быть установлено на основании расчёта чистого дисконтированного дохода в заданных и проектных условиях [5]. Важнейшим показателем, который необходимо использовать при расчетах ЧДД является скорость движения транспортных средств.

По результатам исследования получаем что средняя скорость для легковых автомобилей равна 107 км/час, для грузовых автомобилей 106 км/час и для автобусов 106 км/час. Для дальнейших расчетов средние скорости принимаем полученные в исследовании.

**Выводы**

По результату исследований получаем, что средняя скорость движения транспортного потока (50 % обеспеченности) составляет 105 км/ч при расчетной скорости 120 км/ч и 106 км/ч при 150 км/ч.

Максимальная статистически-достоверная скорость движения (85 % обеспеченности) для всех видов транспортных средств не превышает 119 км/ч.

По результатам технико-экономических расчетов [5], экономия от строительства дороги с расчетной скоростью 120 км/ч по сравнению со скоростью 150 км/ч составляет около 2 %.

Проведенное технико-экономическое обоснование показывает, что строительство с расчетной скоростью 120 км/ч позволяет сэкономить около 6 % затрат.

## Заключение

Рекомендуется дальнейшее исследование режимов движения транспортных потоков для обоснования расчетных скоростей движения на дорогах I-A категории с учетом современных условий движения.

### Литература

1. СП 34-13330.2021. «Автомобильные дороги».
2. *Сильянов В. В.* Справочник по безопасности дорожного движения. Обзор мероприятий по безопасности дорожного движения. ОСЛО-МОСКВА-ХЕЛЬСИНКИ 2001. – 1112 с.
3. *Рунэ Эльвик, Аннэ Боргер Мюсен, Трулис Ваа.* Справочник по безопасности дорожного движения / Пер. с норв. Под редакцией проф. В. В. Сильянова. М. : МАДИ(ГТУ), 2001. – 754 с.
4. *Авсеевко А. А.* Экономическое обоснование решений при проектировании автомобильных дорог, – методические указания / Авсеевко А. А., Кикава Н. П. – МАДИ – М., 2011. – 59 с.
5. *Гарманов Е. Н., Владимиров А. П., Добрякова Н. П.* Методические рекомендации по определению величины и эффективности капитальных вложений в реконструкцию (строительство) автомобильной дороги / М. : МАДИ (ГТУ), 2010. – 56 с.
6. Нормы и правила для строительства автомагистралей R1. RAA. Издание 2008 г. – 128 с.
7. AASHTO. THE GREEN BOOK A Policy on Geometric Design of Highways and Streets-2011г. – 906 с.

УДК 625.7

*Иван Андреевич Виноградов,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: dfyz301199@mail.ru*

*Ivan Andreevich Vinogradov,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: dfyz301199@mail.ru*

## **СОВРЕМЕННЫЕ НОРМАТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ВОДООТВЕДЕНИЯ С АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

### **MODERN REGULATORY REQUIREMENTS AND TECHNICAL SOLUTIONS FOR THE ORGANIZATION OF ROADS DRAINAGE**

Выявлены проблемы ухудшения качества автомобильных дорог и возникновения опасного эффекта аквапланирования в отсутствие или при ненадлежащем устройстве систем водоотведения. Произведена систематизация и анализ современных нормативных требований и технических решений по организации водоотведения с автодорог с выработкой алгоритма выбора системы водоотведения. Обобщены основные положения стандартов и правил в части организации водоотведения, выявлена недостаточность стандартных методик обоснования выбора технического решения. Выявлено негативное влияние осадков и грунтовых вод на целостность дорожного покрытия, приведен скетч возможных технических решений по водоотведению и конкретные решения при интенсивных осадках. Приведены современные решения по отдельным элементам систем водоотведения открытого и закрытого типа, конструкциям лотков и оптимизации размещения дождеприемников. Отмечена важность учета экологических факторов и представлены решения по очистке стоков. Предложен алгоритм выбора системы водоотведения с учетом набора критериев.

*Ключевые слова:* система водоотведения, поверхностные воды, дренажные воды, автомобильная дорога, нормативное требование, техническое решение.

The problems of deterioration in the quality of roads and the occurrence of a dangerous effect of aquaplaning in the absence or in case of improper arrangement of drainage systems have been identified. The systematization and analysis of modern regulatory requirements and technical solutions for the organization of water disposal from roads with the development of an algorithm for selecting a drainage system has been carried out. The main provisions of the standards and rules

regarding the organization of wastewater disposal are summarized, the insufficiency of standard methods for substantiating the choice of a technical solution is revealed. The negative impact of precipitation and groundwater on the integrity of the road surface is revealed, a sketch of possible technical solutions for water disposal and specific solutions for heavy precipitation are given. Modern solutions are given for individual elements of open and closed drainage systems, tray designs and optimization of the placement of storm water inlets. The importance of taking into account environmental factors is noted and solutions for wastewater treatment are presented. An algorithm for selecting a drainage system is proposed, taking into account a set of criteria.

*Keywords:* sewerage system, surface water, drainage water, highway, regulatory requirement, technical solution.

Современное дорожное строительство характеризуется наращиванием объемов работ по возведению, ремонту и реконструкции дорожной сети. Так, согласно транспортной стратегии до 2030 г. протяженность дорожной сети России должна возрасти 1,6 раз и достигнуть 1500 тыс. км [1]. Необходимым остается решение вопросов долговременного сохранения качества дорог в ходе их эксплуатации, обуславливающего в свою очередь сокращение затрат на восстановление покрытия и безопасность дорожного движения. Одной из причин разрушения дорожных покрытий, а также возникновения опасного эффекта аквапланирования транспортных средств является ненадлежащее отведение поверхностных вод, а также поступающих из дренарующих слоев оснований дорог. В этой связи актуальным является решение вопросов выбора оптимальной системы водоотведения в интересах безопасного и надежного функционирования автомобильной дороги. Целью данного исследования является систематизация и анализ современных нормативных требований и технических решений по организации водоотведения с автодорог с выработкой алгоритма выбора системы водоотведения.

Исследование нормативной документации в виде государственных стандартов, сводов правил, стандартов национального объединения строителей позволило выявить ряд общих вопросов, регулируемых современным нормативным обеспечением. Так, ГОСТ Р 59611-2021 на системы водоотвода устанавливает общие требования к проектированию систем дорожного водоотведения, содержит классификацию

вариантов водоотведения, требования к организации поверхностного и подземного водоотвода, включает требования к проектам отведения вод в особых условиях высокой интенсивности осадков и возникновения угрозы аквапланирования, а также в сложных природно-климатических условиях. Кроме того, стандарт устанавливает требования к водоотведению при организации различных видов ремонта и реконструкции дорог, а также включает вопросы по организации систем очистки стоков в интересах охраны окружающей среды [2].

Требования к элементам системы водоотведения предъявляются в отдельных стандартах. Например, в ГОСТ 32955-2014 выделены типы дорожных лотков в зависимости от уровня воспринимаемых ими эксплуатационных нагрузок, группы монтажа лотков в зависимости от территорий их установки, марки лотков в зависимости от их назначения и геометрии, показатели качества (прочность, морозостойкость, истираемость и др.) [3]. ГОСТ 32871-2014 устанавливает требования к водопропускным трубам и их устройству в насыпях автодорог, в частности к материалу и геометрии труб, режимам их работы, способу устройства труб, а также их несущей способности, прочности, грузоподъемности и т.д. [4]. Общий свод правил проектирования при строительстве и реконструкции систем водоотведения бытовых и поверхностных стоков, образованных вследствие осадков и таяния снега, приводится в СП 32.13330.2018, однако документ не конкретизирует вопросы проектирования водоотведения применительно к автомобильным дорогам.

Нормативные требования к строительству водоотведения и дренажа при возведении дорог наиболее подробно представлены в СТО НОСТРОЙ 2.25.103-2013, который включает порядок проведения работ при устройстве: поверхностного водоотведения в городских условиях; систем водоотведения вне городских автодорог; дренажа на автодорогах. Стандарт регламентирует работы по: подготовке площадок; разработке траншей, их осушению, укреплению; выбору, подготовке и укладке элементов водоотведения; засыпке дренажным материалом, грунтом и др. Например, для городских автодорог устанавливаются требования к устройству бордюров, лотков, водоприемных колодцев, дренажных систем; для внегородских дорог – к устройству водоотводных кюветов, канав, лотков, водобойных конструкций и колодцев [5].

Анализ нормативной документации позволяет выявить общие требования к составу технического решения организации водоотведения с автомобильных дорог для защиты от поверхностных водных потоков и ограничения поступления подземных вод (рис. 1).

При этом необходимо отметить, что нормативная документация содержит общие рекомендации по выбору проектного решения или устройству системы водоотведения. Так, ГОСТ 32871-2014 указывает, что каждое проектное решение требует обоснования для конкретных условий строительства при заданных климатических, геологических, гидрологических параметрах и агрессивности окружающей среды.

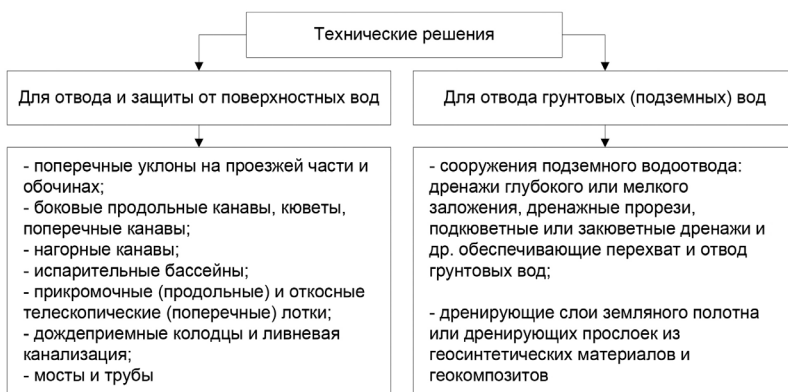


Рис. 1. Комплекс технических решений по организации водоотведения

Аналогично, ГОСТ Р 59611-2021 указывает, что при обосновании технического решения по устройству системы водоотведения необходимо учесть дорожно-климатическую зону; состав и структуру земляного полотна; категорию и число полос автодороги; особенности грунтов, топологию и рельеф местности и площадь водосбора. Однако обоснованию выбора технического решения в зависимости от данных факторов, необходимости учета ситуационных экстремальных объемов осадков или паводков, вопросам проектирования водоотведения с учетом экологических требований уделяется недостаточно внимания, что требует анализа современных публикаций по теме исследования.

В научных публикациях отмечается важность отведения воды с автодороги с учетом трех возможных вариантов ее поступления:

- непосредственно на поверхность покрытия вследствие осадков;
- в толщу основания дороги за счет стекания воды при дождях, ливнях и таянии снега с накоплением ее в почвенной массе, с частичным задержанием в слоях почвы, достижением грунтовых вод и капиллярным поднятием к верхним слоям дороги;
- со стороны территорий, прилегающих к автодороге [6].

Интенсивность негативного воздействия влаги на все слои дороги и земляное полотно определяется объемом осадков, составом грунта, длительностью увлажнения поверхностными и/или грунтовыми водами. Неблагоприятное влияние оказывает тепло-влажностный режим с попеременным замораживанием-оттаиванием влаги, создающий предпосылки к накоплению воды и морозному пучению грунта. Динамическое воздействие на автодорогу транспортных средств в периоды ее избыточного увлажнения создает дополнительные нагрузки и ускоряет разрушение дороги [7] (рис. 2).

Согласно рис. 2 негативные последствия ненадлежащего водоотведения при недостаточном учете пиковых штормовых нагрузок выражаются в формировании зон затопления, повышении скорости износа дорог с образованием трещин, выбоин, гофр, наплывов, ям, пучений и др. дефектов, угрожающих безопасности движения.



Рис. 2. Негативные последствия ненадлежащего водоотведения [6, 8]

Концептуальный набор вариантов организации систем водоотведения с автодорог урбанизированных территорий, переходящих в сельскую местность в условиях сложного рельефа окружающей среды представлен на рис. 3.

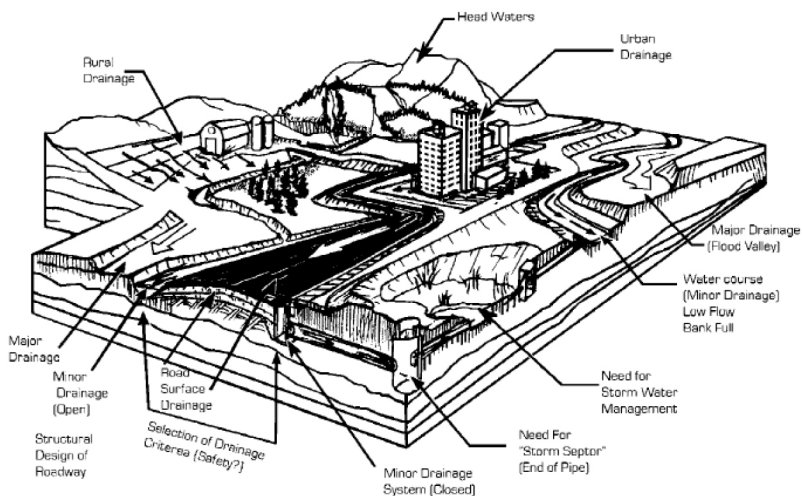


Рис. 3. Скетч возможных вариантов водоотведения [9]

Согласно рис. 3 первичное отсечение потока воды с прилегающих территорий оформляется в виде рва или канавы с естественным травянистым покрытием. Сбор воды с автодороги, у которой предусмотрен проектный уклон от центра к краям, может происходить как с применением открытых лотковых систем (на скетче справа от дороги), так и с применением закрытых водоотводных систем (слева) с поступлением воды в отстойный и фильтрующий коллекторы, а затем в испарительный бассейн. Дискуссионным остается вопрос выбора принципиального технического решения в виде либо открытой, либо закрытой системы водоотведения. В исследованиях подчеркивается, что несмотря на экономические преимущества процесса устройства открытых систем водоотведения, затраты на их эксплуатацию и очистку, а также в целом на поддержание эксплуатационной надежности дороги оказываются выше, чем для автодорог с закрытым водоотведением [10].

Выбор конкретной системы производят исходя из объема осадков, оцениваемых по методу предельной интенсивности. Однако большинство исследователей отмечают несовершенство существующих



методик оценки расходов поступающих вод и производят собственные аналитико-математические расчеты. Кроме того, отмечается, что модели не учитывают современные изменения климата, стихийные штормовые осадки и наводнения. Так, на примере моделирования ситуационного накопления воды с угрозой аквапланирования транспорта и нарушения безопасности движения, с учетом интенсивности и времени воздействия водной среды, установлен экстремальный рост высоты водного слоя, свидетельствующий о ненадлежащей работе системы водоотведения в части улавливания и отвода воды [11].

Технические решения для участков скоростных дорог с опасностью последствий интенсивного воздействия осадков представлены на рис. 4, где показаны варианты сбора воды посредством U-образного бетонного канала или щелевой трубы с последующим отводом стоков в технологические резервуары и коллекторы, а затем к очистным прудам, которые дополнительно укрепляются водостойким геотекстилем для защиты от просачивания [12].

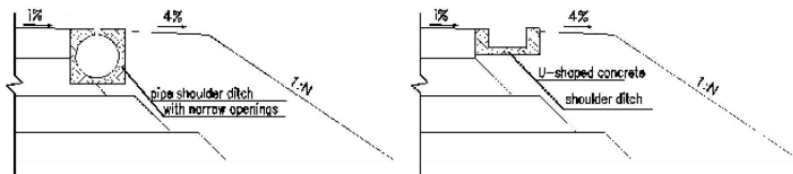


Рис. 4. Решения для ответственных участков скоростных дорог при интенсивных осадках: *слева* – щелевая труба, *справа* – U-образный канал [12]

В исследованиях существующих конструкций элементов систем отведения поверхностных вод с автомобильных дорог отмечается их ненадлежащая работоспособность, что вызывает рост затрат не систематические мероприятия по восстановлению водоотводных систем, а также насыпей и дорожных покрытий. В качестве основной причины отмечается неудовлетворительное функционирование систем водоотведения как открытого, так и закрытого типа, в связи с недостаточной пропускной способностью, вследствие конструктивных особенностей входных участков. Произведено сравнение процесса обтекания потоком воды:

- традиционной конструкции входа сбросного канала (рис. 5, слева) с прямоугольными стенками;
- разработанной конструкции (рис. 5, справа) с размещенными под острым углом к потоку воды левосторонними сопрягающими стенками.

Установлено сокращение максимальных глубин, опасных для перелива, и повышение расхода воды, принимаемой входным участком.

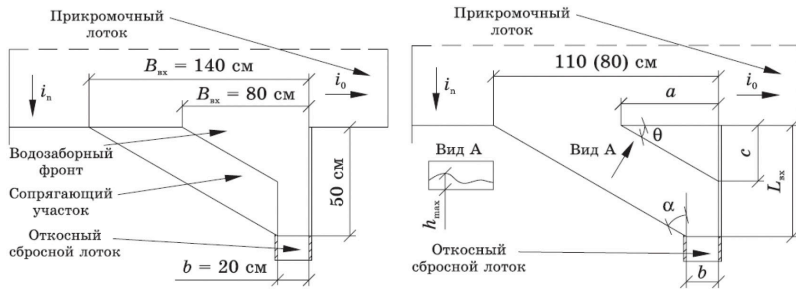


Рис. 5. Традиционный вид входного участка сбросного лотка (слева); разработанная конструкция с острым углом (справа) [13]

Позитивные гидравлические изменения предопределены плавным входом потока воды в предлагаемой конструкции. Также отмечено, что максимальная глубина сокращается при снижении острого угла  $\theta$ , а наличие треугольной вставки обеспечивает понижение глубин до 50 % [13].

Аналогичные исследования проведены для дождеприемников подземных систем водоотведения. На основе расхода воды, интенсивности осадков, площади сбора воды и коэффициента водостока определялась степень проскальзывания воды и объем воды, не попадающей в водоприемник. Расчетные данные позволяют выбрать: типы используемых дождеприемников (с горизонтальным, вертикальным или комбинированным расположением приемного отверстия); схему их расположения – в лотках с продольным уклоном (частичное принятие расхода воды) и в пониженных местах (для полного принятия поступающей воды); количество дождеприемников и расстояние между ними для исключения затоплений [14, 15].

Важной проблемой при выборе технического решения системы водоотведения также является учет экологической безопасности при отведении загрязненных стоков. На основании фактических данных по г. Санкт-Петербург отмечено, что за счет присутствия загрязнителей на автодорогах в виде взвешенных веществ, нефтепродуктов, железа, соединений аммония, цинка, фтора и марганца, и последующего их смыва осадками, они попадают в канализацию с поверхностными водами. Также вследствие проникновения минеральных солей тяжелых металлов в дренажные сети в системах водоотведения формируется водная масса, требующая очистки. Рассматривается эффективность работы очистных станций как важного компонента системы водоотведения, отмечаются наилучшие результаты очистки стоков от нефтепродуктов при использовании полиуретановых, алюмосиликатных и угольных фильтров [16].

При исследовании поверхностных стоков с кольцевой автодороги г. Санкт-Петербург, где система водоотведения предполагает их очистку преимущественно на гидроботанических площадках, установлено значительное угнетение растительности и фауны в прудах и прилегающих территориях за счет накопления органических соединений и тяжелых металлов и аммония. Рекомендуется возведение очистных станций многоступенчатой очистки подземного расположения до поступления вод в открытые водоемы. Предложено использовать несколько фильтров ФОПС® в каждом из которых находится фильтрационный материал различного назначения: грубой очистки, сепарации, угольной и цеолитовой фильтрации [17].

Рассмотренные нормативные требования и многообразие технических решений по организации систем водоотведения с автомобильных дорог позволяют сформулировать алгоритм выбора оптимальной системы, учитывающий набор критериев:

1. Геолого-топографические особенности.

Учет необходимости особых решений при наличии: глин, неустойчивых грунтов, горных пород вблизи поверхности; равнин с недостаточным дренажем и высоким уровнем грунтовых вод; близкого расположения природных водных объектов; вертикальной топографии рельефа; угрозы эрозии; почв со сложными гидрохимическими характеристиками, высокой кислотностью.

2. Урбанизированная территория или сельская местность.

Учет необходимости отчуждения территорий в пользу дороги, перепланировок, реконструкций, наличия доступной инфраструктуры водоотведения и очистки.

3. Объем и состав воды.

Учет при выборе систем водоотведения интенсивности и продолжительности осадков и штормовых угроз. Учет состава воды при выборе систем отстаивания и очистки.

4. Класс дороги, ее категория и технические характеристики

Учитываются нормативные требования.

5. Динамика климатических изменений и сезонных условий эксплуатации системы водоотведения.

Учет периодов промерзания-оттаивания грунтов, таяния снега, угроз паводков.

6. Инжиниринг, эксплуатация и обслуживание.

Учет нормативных требований при подготовке генеральных планов водоотведения, инженерном проектировании, моделировании и оптимизации систем с учетом критериев 1–5 на принципах безопасности дорожного движения, экономической эффективности в течение жизненного цикла системы водоотведения, эстетичности устройства систем в интеграции с удобством эксплуатации, обслуживания и мониторинга экологичности стоков для окружающей среды.

Таким образом, проведены систематизация и анализ современных нормативных требований и технических решений по организации водоотведения с автодорог с выработкой алгоритма выбора системы водоотведения в интересах безопасного и надежного функционирования автомобильной дороги. Представленные результаты служат основой для проведения дальнейших исследований по обоснованию выбора конкретной системы водоотведения в заданных условиях.

### **Литература**

1. *Графова Е. О., Петухова Ж. Н.* Ресурсосберегающие технологии при решении экологических задач при реконструкции федеральной трассы «Кола» // Resources and Technology. 2017. Т. 13. №. 3. С. 84–94.

2. ГОСТ Р 59611-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Система водоотвода. Требования к проектированию. Введен 01.09.2022. М. : Стандартинформ, 2021.

3. ГОСТ 32955-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Лотки дорожные водоотводные. Технические требования. М. : Стандартинформ, 2016.
4. ГОСТ 32871-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Трубы дорожные водопрпускные. Технические требования. М. : Стандартинформ, 2019.
5. СТО НОСТРОЙ 2.25.103-2013. Автомобильные дороги Устройство водоотводных и дренажных систем при строительстве автомобильных дорог и мостовых сооружений. Москва, 2014.
6. *Abhijit P., Patil J.* Effects of Bad Drainage on Roads // *Civil and Environmental Research*. 2011. Vol 1. № 1. 7 p.
7. *Жалко М. Е., Черный К. А.* Влияние водно-теплового режима основания автомобильной дороги на состояние дорожной одежды // *Вестник ПНИПУ. Строительство и архитектура*. 2019. Т. 10, № 3. С. 97–103.
8. *Орифжонов С.* Эффективный способ поверхностного водоотвода путем применения дождеприемников как современное решение от затопления дорог для Узбекистана // *Scientific progress*. 2021. Т. 2, № 1, С. 1134–1139.
9. Road Drainage, Design Alternatives and Maintenance. URL: <https://fcm.ca/sites/default/files/documents/resources/guide/infraguide-road-drainage-design-alternatives-maintenance-mamp.pdf> (дата обращения: 26.04.2022).
10. *Ismiyani E., Handayani D., Hadiani R.* The impact of drainage towards roads in maintenance cost // *MATEC Web of Conference*. 2018. 195. 05012. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819505012>
11. *Awwad M.* Studying the Effects of Roads Geometry and Design Parameters on the Pavement Drainage System // *Civil Engineering Journal*. 2021. Vol. 7. No. 01. Pp. 49–58.
12. *Li Gang, Wang Yue, Wang Pan.* Thoughts of drainage design for Chinese highway in water environment sensitive sections // *7th International Conference on Energy, Environment and Sustainable Development (ICEESD 2018)*. *Advances in Engineering Research*. vol.163. Pp. 1456–1464.
13. *Штеренлихт Д. В., Ханов Н. В., Пикалова И. Ф.* Гидравлическое обоснование конструкции входных участков сбросных лотков в поверхностных водоотводах // *Природообустройство*. 2012. № 3. С. 78–81.
14. *Орифжонов С., Тулаганов А.* Методика расчета поверхностного водоотвода с покрытий автомобильных дорог // *Scientific progress*. 2021. Т. 2. № 2. С. 372–377.
15. *Aranda J. Á., Beneyto C., Sánchez-Juny M., Bladé E.* Efficient Design of Road Drainage Systems. *Water*. 2021. Vol. 3(12):1661. <https://doi.org/10.3390/w13121661>
16. *Феофанов Ю. А., Мишуков Б. Г.* Особенности формирования состава поверхностных сточных вод и выбор сооружений по их очистке // *Вода и экология*. 2017. № 3. С. 49–66.
17. *Глухов В. В., Греков М. А., Козинец Г. Л., Чечевичкин В. Н., Чечевичкин А. В., Якунин Л. А.* Текущее состояние сооружений очистки поверхностного стока кад Санкт-Петербурга и возможности их модернизации // *Экология урбанизированных территорий*. 2020. №. 4. С. 41–52.

УДК 625.731.1:624.139

*Татьяна Валентиновна Гавриленко,*

канд. техн. наук, доцент

*Александра Сергеевна Михайлова,*

студент

(Сибирский федеральный университет)

*E-mail: tvgavrilenko@sfu-kras.ru,*

*amikhaylova-sf21@stud.sfu-kras.ru*

*Tatiana Valentinovna Gavrilenko,*

PhD in Sci. Tech., Associate Professor

*Alexandra Sergeevna Mikhailova,*

student

(Siberian Federal University)

*E-mail: tvgavrilenko@sfu-kras.ru,*

*amikhaylova-sf21@stud.sfu-kras.ru*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ НАСЫПИ, ПРОЕКТИРУЕМОЙ В КРИОЛИТОЗОНЕ ПО ВТОРОМУ ПРИНЦИПУ**

### **INVESTIGATION OF THE RELIABILITY OF THE EMBANKMENT DESIGNED IN THE CRYOLITHOZONE ACCORDING TO THE SECOND PRINCIPLE**

В статье изложена методика оценки надежности дорожной насыпи, проектируемой в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов по второму принципу. Критерием отказа принято условие непревышения осадкой насыпи нормативного значения. В качестве случайных величин приняты относительная влажность и осадка основания насыпи. Так как осадка основания параметрически зависит от относительной влажности грунта, использована методика параметрической теории надежности. Эта задача решается с помощью метода Монте-Карло.

*Ключевые слова:* основание насыпи, устойчивость откосов, многолетнемерзлые грунты, критерии отказа, вероятность безотказной работы.

The article describes a methodology for assessing the reliability of a road embankment designed in the permafrost distribution zone according to the second principle. The criterion of refusal is the condition of not exceeding the normative value of the embankment sediment. The relative humidity and sediment of the embankment base are taken as random variables. Since the sediment of the base parametrically depends on the relative humidity of the soil, the method of parametric reliability theory is used. This problem is solved using the Monte Carlo method.

*Keywords:* embankment base, slope stability, permafrost soils, failure criteria, probability of failure-free operation.

Имеющийся опыт строительства и эксплуатации транспортных сооружений в криолитозоне показывает наличие нерешенных задач, связанных с обеспечением надежности, устойчивости и стабильности основания земляного полотна [1].

Актуальность данной работы заключается в усовершенствовании методики оценки надежности, устойчивости и стабильности основания насыпи автомобильной дороги, запроектированной в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов.

В зоне распространения многолетней мерзлоты применяют три принципа проектирования насыпи. Первый принцип предполагает поддержание основания насыпи в стабильно мерзлом состоянии на протяжении всего срока эксплуатации автомобильной дороги, когда не допускается оттаивание грунта основания, так как это обуславливает появление различных деформаций земляного полотна и разрушений дорожной одежды. Второй принцип допускает частичное оттаивание грунта деятельного слоя в основании насыпи в период эксплуатации дороги при условии ограничения осадок допустимыми предельными значениями. Третий принцип предусматривает полное предварительное оттаивание мерзлого грунта и осушение дорожной полосы и только затем возведение земляного полотна [2].

Цель нашего исследования заключается в развитии методики расчетов устойчивости дорожной насыпи в районе распространения многолетнемерзлых грунтов, запроектированной по второму принципу, с помощью внедрения методов параметрической теории надежности.

Надежность – это свойство объекта выполнять свои функции на протяжении заданного срока эксплуатации в заданном режиме. Данное понятие применительно к автомобильной дороге сформулировано в [3]. Надежность автомобильной дороги – это комплексное свойство, которое обеспечивает безаварийное движение транспорта с расчетной скоростью и интенсивностью движения в течение заданного межремонтного периода при условии соблюдения эксплуатационных правил. При этом за меру надежности принята вероятность безотказной работы или вероятность того, что за период строительных работ и в течение срока эксплуатации сооружения не наступит отказ.

Одним из критериев отказа основания насыпи, запроектированной по второму принципу, в соответствии с [2] является превыше-

ние величины осадки насыпи допустимых значений. Он выражается неравенством

$$S \geq S_{\text{доп}}, \quad (1)$$

где  $S$  – осадка насыпи;  $S_{\text{доп}}$  – допустимая величина осадки. Тогда критерий надежности насыпи сформулируется неравенством

$$S < S_{\text{доп}}, \quad (2)$$

и вероятность безотказной работы насыпи – это вероятность выполнения условия (2).

При расчете невысокой насыпи (нестабильные слои отсутствуют) осадка земляного полотна определяется деформациями только основания насыпи

$$S = S_{\text{осн}}. \quad (3)$$

Согласно рекомендациям [2] осадку насыпи на просадочных грунтах в различных поперечных сечениях земляного полотна определяют по формуле

$$S = e \cdot h_{\text{от}}, \quad (4)$$

где  $e$  – относительная осадка грунта основания после его оттаивания под нагрузкой;  $h_{\text{от}}$  – расстояние от подошвы насыпи до ореола оттаивания.

Вероятность безотказной работы насыпи оценивается методом параметрической теории надежности, когда исследуемый объект рассматривается как система с входными и выходными параметрами, связанными параметрически, то есть уравнением связи. Параметры, которые влияют на надежность насыпи, задаются как входные и являются случайными величинами. Выходной параметр – осадка насыпи, которая также рассматривается как случайная величина.

Рассмотрим случай, когда лишь один входной параметр принимается случайной величиной. В его качестве должен быть взят фактор, который не только оказывает влияние на величину осадки, но и имеет стохастические свойства, достоверно оцениваемые либо



по экспериментальным или натурным данным, либо в результате математического моделирования. Тогда в качестве входного параметра принимаем относительную влажность грунта деятельного слоя  $W$ , так как она подходит под описание нужного параметра для поиска осадки и от нее параметрически зависят величины  $e$  и  $h_{от}$  [3].

Уравнение связи между относительной влажностью и осадкой насыпи может быть записано в виде зависимости

$$S = \varphi(W). \quad (5)$$

В качестве закона распределения случайной величины относительной влажности принимается нормальный закон.

По статистическим данным или с помощью метода экспертных оценок получают вероятностные характеристики входного параметра. Выходной параметр оценивается методами рандомизации, например методом статистической линеаризации или методом статистических испытаний (Монте-Карло). Первый метод был применен в [3]. Основной недостаток метода статистической линеаризации заключается в том, что он применяется на узком интервале, в пределах которого допускается замена зависимостей линейными функциями.

Метод Монте-Карло в этом вопросе является более универсальным. Суть его заключается в том, что для входного параметра  $W$  с помощью генератора случайных чисел моделируется случайная выборка значений. Далее для каждого значения осадки насыпи (многократно) просчитывается математическая модель осадки насыпи. На выходе получается выборка значений  $S$ , по которой получают статистические оценки параметров закона распределения случайной величины осадки.

Моделирование выборки значений случайной величины относительной влажности выполняется с помощью пары независимых стандартных нормальных (то есть гауссовских с нулевым средним и единичной дисперсией) случайных величин  $\xi$  и  $\eta$ , определяемых по формулам

$$\xi = \sqrt{-2 \ln \alpha} \cos(2\pi\beta), \quad (6)$$

$$\eta = \sqrt{-2 \ln \alpha} \sin(2\pi\beta), \quad (7)$$

где  $\alpha$  и  $\beta$  – случайные равномерно распределенные величины из интервала от 0 до 1, генерируемые датчиком псевдослучайных чисел в программе Excel [4].

С помощью критерия согласия Пирсона проводится проверка правдоподобия гипотезы о нормальности распределения. Чтобы получить значения выборки случайной величины осадки насыпи, необходимо провести многократные ее расчеты по методике [2]. Необходимое количество статистических испытаний оценивается по критерию Стьюдента и составляет

$$n_u = t^2 \frac{\sigma_s^2}{(p_s M(S))^2}, \quad (8)$$

где  $p_s$  – предельная относительная ошибка;  $M(S)$  – среднее статистической выборки значений случайной величины  $S$ ;  $\sigma_s$  – стандарт отклонения от него;  $t$  – параметр распределения Стьюдента, задаваемый по специальной таблице [5].

Введение гипотезы о нормальном распределении случайных величин позволяет оценить вероятность безопасного состояния системы по формуле

$$P = P(S < S_{\text{доп}}) = 0,5 + \Phi \left( \frac{M(S_{\text{доп}}) - M(S)}{\sqrt{\sigma_{\text{доп}}^2 + \sigma_s^2}} \right), \quad (9)$$

где  $\Phi(\cdot)$  – функция Лапласа, значения которой определяются по специальным таблицам.

Основные выводы:

1. Рассмотрены основные принципы проектирования насыпи в многолетнемерзлой зоне и понятие надежности автомобильной дороги.

2. Сформулирован критерий отказа основания насыпи.

3. Выведено уравнение связи между относительной влажностью и осадкой насыпи.

4. Описана методика решения задачи с помощью метода Монте-Карло.

### Литература

1. *Халиуллина Л. Э.* О многолетнемерзлых грунтах // Научные исследования. 2018. № 3. С. 10–12.
2. ОДМ 218.2.094-2018. Методические рекомендации по проектированию земляного полотна автомобильных дорог общего пользования из местных талых и мерзлых переувлажненных глинистых и торфяных грунтов в зонах распространения многолетнемерзлых грунтов / Федеральное дорожное агентство (Росавтодор). Москва, 2018. С. 49.
3. *Гавриленко Т. В.* Оценка параметрической надежности насыпи, проектируемой в зоне распространения многолетнемерзлых грунтов по второму принципу / Т. В. Гавриленко, О. А. Иванова // Дороги и мосты. 2020. № 2. С. 74–90.
4. *Половко А. М.* Основы теории надежности / А. М. Половко, С. В. Гуров. – СПб. : БХВ-Петербург, 2008. – 704 с.
5. *Горелова Г. В., Кацко И. А.* Теория вероятностей и математическая статистика в примерах и задачах с применением Excel: учеб. пособие для вузов. – Ростов н/Д : Феникс, 2005. – 480 с.

УДК 691.168

Ольга Михайловна Грачева,

студент

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: gra4yowa-o2015@yandex.ru

Olga Mihailovna Gracheva,

student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: gra4yowa-o2015@yandex.ru

## **АНАЛИЗ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ В СОСТАВЕ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

### **ANALYSIS OF THE USE OF SULPHUR-CONTAINING WASTES IN ASPHALT CONCRETE MIXTURES**

В статье произведен анализ применение серосодержащих отходов в составе асфальтобетонных смесей. Рассмотрены основные способы введения серы в асфальтобетонную смесь. Приведено сравнение физико-механических свойств образцов традиционного асфальтобетона и экспериментального образца сероасфальтобетона. Выявлены основные достоинства и недостатки при возможной реализации сероасфальтобетона в качестве покрытия дорожной одежды. Также в данной статье отмечены слабые стороны при производстве асфальтобетонных смесей с использованием серосодержащих отходов в данное время, такие как нехватка нормативной документации, а также ряд проблем, которые появляются при вводе серы в смесь.

*Ключевые слова:* асфальтобетонная смесь, сера, серосодержащие отходы, технико-экономические показатели, серобитумное вяжущие, сероасфальтобетон.

The article analyzes the use of sulfur-containing wastes in asphalt-concrete mixtures. The main methods of introducing sulfur into asphalt concrete mixture are considered. Comparison of physical-mechanical properties of the conventional asphalt concrete and the experimental sample of sulfur-asphalt concrete is presented. The main advantages and disadvantages of the possible implementation of sulfur-asphalt concrete as a pavement are revealed. Also, this article highlights the weaknesses in the production of asphalt concrete mixtures using sulfur-containing waste at this time, such as the lack of regulatory documentation, as well as a number of problems that appear when sulfur is introduced into the mixture.

*Keywords:* asphalt concrete mixture, sulfur, sulfur-containing waste, technical and economic indicators, serobitum binder, sulfur-asphalt concrete.

В последние годы значительно увеличиваются объемы добычи серосодержащего углеводородного сырья, а также со временем очистка от серы продуктов их переработки становится более глубокой, все это приводит к накоплению огромного запаса отходов, содержащих серу, поэтому встает вопрос реализации данного запаса. Одной из всевозможных альтернатив применения серы является нахождение областей ее применения в качестве вяжущего. Такими областями являются строительная индустрия и дорожное строительство.

Применение серосодержащих отходов в дорожной отрасли целесообразно, так как строительство и ремонт автомобильных дорог происходит постоянно и соответственно происходит поиск материалов, которые могли бы удешевить стоимость, а также улучшить качество производимых дорожных покрытий.

Сегодня известны два основных технологических способа применения серы, как компонента асфальтобетонной смеси: введение комовой или жидкой серы в расплавленный битум; введение серы в смеситель для ее перемешивания с асфальтобетонной смесью.

В связи с тем, что однородность смеси при вводе серы непосредственно в сам смеситель тяжело контролируется, первый способ получения серобитумного вяжущего является более целесообразным, так, изначально изготовленное вяжущее, будет подано в смесительную установку через дозатор битума.

В диссертационной работе Ле Хыу Туан писал, что «... по эксплуатационным свойствам разработанные сероасфальтобетоны превосходят свойства традиционного асфальтобетона...». При анализе физико-механических свойств видно, что значения свойств образцов сероасфальтобетона превосходят показатели образцов из асфальтобетона, следовательно, можно сделать вывод, что применение тщательно подобранных сероасфальтобетонных смесей целесообразно для повышения эксплуатационных характеристик дорог. Для сероасфальтобетонных образцов выражен такой показатель, как «глубина колеи после 9000 проходов колеса», данное значение значительно меньше, чем у образца из асфальтобетона, что говорит о лучшей стойкости к пластическим деформациям. Сравнение части физико-механических свойств, произведенное в диссертационной работе Ле Хыу Туаном, представлено в таблице.

Наименование свойства	Контрольный состав асфальтобетона	Разработанные составы сероасфальтобетона
Предел прочности при сжатии: – при 0 °С, МПа – при 20 °С, МПа – при 50 °С, МПа	6,7 ± 0,2 4,1 ± 0,2 1,5 ± 0,2	10,0 ± 0,2 6,0 ± 0,2 3,5 ± 0,2
Средняя плотность асфальтобетона, кг/м <sup>3</sup>	2520 ± 20	2560 ± 20
Остаточная пористость, %	2,2 ± 0,1	3,2 ± 0,1
Водонасыщение, % по объему	1,3 ± 0,2	1,7 ± 0,2
Предел прочности на растяжение при расколе при 0 °С, МПа	3,2 ± 0,2	3,2 ± 0,2
Сдвигоустойчивость: – коэффициент внутреннего трения – сцепление при сдвиге при температуре 50 °С, МПа	0,98 ± 0,01 0,35 ± 0,01	0,93 ± 0,01 0,82 ± 0,01
Водостойкость при длительном водонасыщении	0,89	0,93
Водостойкость	0,98	0,98
Показатель глубины колеи после 9000 проходов колеса, мм	14,5 ± 0,9	4,6 ± 0,8

Исходя из вышеизложенного приведены преимущества применения асфальтобетонных смесей при использовании серосодержащих отходов:

- 1) использование нереализованных в других отраслях отходов, содержащих серу;
- 2) сниженный расход на битум, что является колоссальным плюсом для регионов, где имеется большой запас серосодержащих отходов производств, а доставка битума является дорогостоящей процедурой;

3) более низкая температура для получения сероасфальтобетонных смесей, в сравнении с традиционным асфальтобетоном;

4) высокая стойкость к динамическим воздействиям при повышенных положительных температурах;

5) возможность применения уже существующего оборудования для изготовления смесей;

6) стойкость к реагентам, часто используемых на дорожном покрытии в некотором количестве регионов нашей страны, а также устойчивость к действию на покрытие шипованной резины.

Однако имеются и недостатки, такие как:

1) выброс в атмосферу токсичных газов (сероводорода и диоксида серы) в процессе производства и укладки сероасфальтобетонной смеси;

2) наличие запаха серы вблизи автомобильных дорог.

При укладке сероасфальтобетона в качестве покрытия автомобильных дорог межремонтный срок увеличивается в среднем на 5–7 лет, что позволяет снизить стоимость эксплуатации автомобильной дороги, улучшаются показатели физико-механических свойств в сравнении с традиционным асфальтобетоном при более низкой стоимости производства работ, обуславливается это тем, что расходы на битум снижаются, а также снижается температура производства смеси.

Для дальнейшего применения сероасфальтобетонных смесей в дорожном строительстве в нашей стране необходимо разрабатывать новые нормативные документы, а также налаживать производство модифицированной серы. Также при подборе сероасфальтобетонных смесей необходимо учитывать эмиссию токсичных газов, которая является проблемой, которую необходимо разрешать.

### Литература

1. *Ле Хью Туан*, Сероасфальтобетон повышенной водостойкости для Азиатско-Тихоокеанского региона : дис. ... канд. техн. наук. СПбГАСУ, 2022.

2. *Алехина М. Н.* Сероасфальтобетонные смеси / М. Н. Алехина, Ю. Э. Васильев, Н. В. Мотин, И. Ю. Сарычев // *Строительные материалы*. – 2011. – № 10. – С. 12–13.

3. *Голубева И. А.* Проблемы производства и утилизации газовой серы в России, основные проблемы их решения, Российский государственный университет нефти и газа им. Губкина.

**УДК 625.7/8**

*Денис Александрович Денисенко,*  
старший преподаватель  
*Анастасия Антоновна Кашинская,*  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: denisenko\_1993@mail.ru,*  
*nasty-a-kashinskaya@yandex.ru*

*Denis Alexandrovich Denisenko,*  
senior lecturer  
*Anastasia Antonovna Kashinskaya,*  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: denisenko\_1993@mail.ru,*  
*nasty-a-kashinskaya@yandex.ru*

## **ИННОВАЦИИ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ. СОЛНЕЧНЫЕ ДОРОГИ**

### **INNOVATIONS IN ROAD CONSTRUCTION. SOLAR ROADS**

Рассмотрен вопрос о внедрении в дорожное строительство такой инновации как солнечные дороги – дорожные покрытия, верхний слой которого представляет собой дорожные панели с солнечными батареями. Проанализированы проблемы разработки и ввода в эксплуатацию данной технологии, а также основные преимущества использования солнечных панелей в строительстве дорог, как: производство солнечной энергии; повышение безопасности на автомобильных дорогах; поддержка заряда электромотоцикла в пути; защита от зимней скользкости; долговечность. Данное технологическое решение в дорожном строительстве позволит приблизить к повышению экологического уровня повседневной жизни людей на планете, повысить безопасность дорожного движения на дорогах, а также решить проблему с некоторыми погодными условиями в виде зимней скользкости дорожного покрытия.

*Ключевые слова:* автомобильная дорога, дорожное покрытие, солнечная дорога, солнечная панель, солнечная энергия.

The question of introducing such an innovation as solar roads – road surface, the top layer of which is a road panel with solar panels – into road construction is considered. Analyzed the problems of developing and commissioning this technology, as well as the main advantages of using solar panels in road construction, such as: the production of solar energy; improving safety on roads; maintaining electric vehicle charge on the road; protection against winter slippage; durability. This technological solution in road construction will bring closer to improving the environmental level of daily life of people on the planet, improve road safety on the roads,



as well as solve the problem with some weather conditions in the form of winter slipperiness of the road surface.

*Keywords:* road, road surface, solar road, solar panel, solar energy.

Сегодня XXI век и инновационные технологии появляются почти ежедневно в каждой сфере и отрасли нашей жизни. Но они закономерны, ведь прогресс не стоит на месте, появляются новые идеи, а за ними и инновационные обновления. Но в погоне за новыми технологиями начали появляться все больше и больше экологических проблем, которые оставляют большой след в нашей повседневной жизни на Земле. Одна из основных проблем стало быстрое истощение природных ресурсов. Поэтому на сегодняшний день все больше и больше ученых, ища пути решения данной проблемы, склоняются к внедрению источников возобновляемой энергии. Так одной из предложенных таких энергий стала дешевая, экологически чистая энергия солнца, для которой пытаются найти место в конструктивных прикладных решения в различных сферах нашей жизни в том числе и в автодорожном строительстве в виде умной дороги или как по-другому еще называют солнечные дороги.

По некоторым данным порядка 0,2–0,5 процента поверхности мировой суши покрыто дорогами. И это отношение должно увеличиться на 60 % к 2050 году, а для экологии это явно не пойдет на пользу. Поэтому внедрение солнечных панелей не обошло вниманием и сферу строительства автомобильных дорог, т. к. именно они являются одними из главных факторов из множества других влияющие негативно на нормальные условия жизни человека. Ведь автомобильные дороги как инженерное сооружение существенно изменяет природные ландшафты, режим стока поверхностных и грунтовых вод, места обитания флоры и фауны, приводит к изменению микроклимата отдельных территорий, появлению оползней, эрозии земель, изменению береговых линий водных объектов, а также является источником шума, вибрации, электромагнитного и ионизирующего воздействия на компоненты окружающей среды, население и животный мир [1].

Солнечные панели так же занимают много места, и соответственно, если совместить две технологии можно решить несколько серьезных проблем в экологии и энергетике, тем самым сохранив нашу яркую и красивую планету.

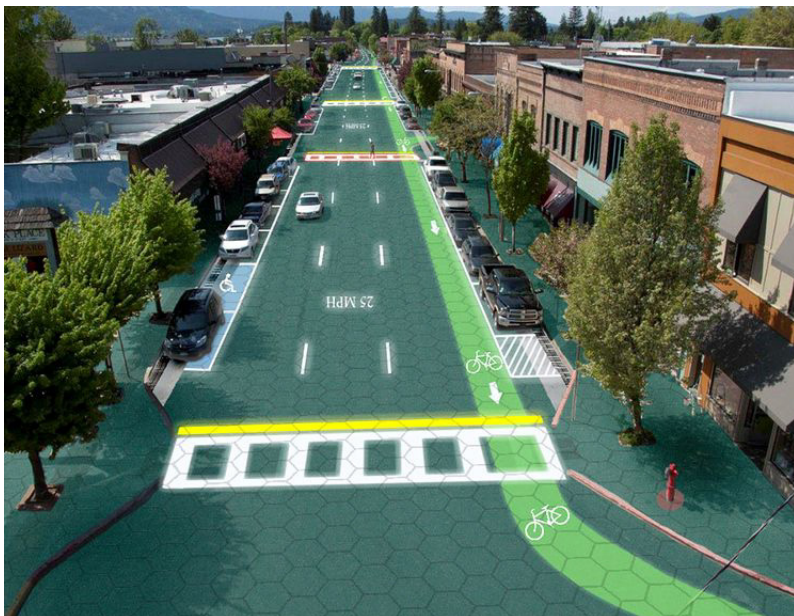


Рис. 1. Эскиз: как может выглядеть солнечная дорога в городе

Основная идея солнечных дорог состоит в том, чтобы использовать пространство дорог для выработки электроэнергии с помощью специальных панелей, установленных вместо обычного асфальтобетонного дорожного покрытия [2].

Американская компания *Solar Roadways Incorporated*, основанная в 2006 году Скоттом и Джули Брусо, выделила такие основные достоинства использования солнечных дорог, как:

- огромная энергетическая мощность: по данным компании, мы могли бы производить в три раза больше нашего годового потребления энергии, перейдя с существующих дорожных покрытий на солнечные.
- повышение безопасности на автомобильных дорогах: панели будут включать светодиодные фонари, датчики веса. Данные элементы могут вывести безопасность на дорогах на новый уровень. Они могут быть использованы для освещения темных дорог ночью, для

создания разметки, для предупреждения водителей о препятствиях, об опасностях на дорогах и многое другое.

- поддержка заряда электромобиля в пути: солнечные дороги смогут обеспечить индуктивную зарядку, что означает, что электромобили можно заряжать, просто управляя ими.

- защита от зимней скользкости: солнечные дорожные панели могут включать нагревательный элемент, который может растопить любой образовавшийся гололед или выпавший снег.

- солнечные панели можно использовать где угодно: солнечные панели можно использовать не только для строительства проезжей части автомобильной дороги, но и на парковках, жилых подъездных путях, велосипедных дорожках, детских площадках. Вариантов достаточно много.



Рис. 2. Участок тротуара, где впервые были использованы солнечные панели компании Solar Roadways Incorporated

- долговечность: компания утверждает, что дорожные панели будут водонепроницаемыми и иметь срок службы от 20 до 30 лет прежде, чем нуждаться в ремонте, в отличие от классических дорожных покрытий.

По структуре сердцем солнечных дорог американской компании *Solar Roadways* является солнечная дорожная панель, имеющая форму шестиугольника. Сама солнечная панель состоит из:

1. Встроенного микропроцессора, размещённого на плате. Микропроцессоры отвечают за управление нагревательных элементов (для предотвращения скопления снега / льда), светодиодами (для освещения дорожных линий, создания графических элементов в виде предупреждающих знаков и т. д.), а также отвечают за передачу информации между другими панелями. Кроме этого, микропроцессор контролирует встроенные датчики температуры, веса и освещенности. Эта информация используется для определения момента включения нагревательных элементов и настройки яркости светодиодов, а также о предупреждения водителя о препятствии на дороге [3].

2. Закаленного стекла, между двумя блоками которого заключены все остальные компоненты солнечной панели – плата с микропроцессором и светодиоды. Такой материал как стекло было выбрано за его твердость, долговечность, водонепроницаемость и за прозрачность. Стекланные блоки имеют определённую структуру для обеспечения надлежащего качества сцепления колеса транспортного средства и дорожного покрытия [3].

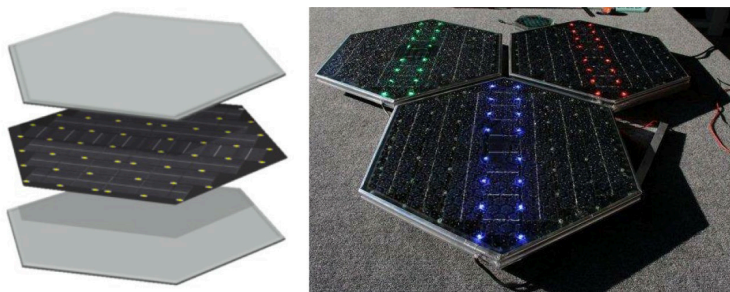


Рис. 3. Структура солнечных панелей компании *Solar Roadways Incorporated*

Попытки внедрения солнечных дорог были в Нидерландах, во Франции, в Китае, но ни одна из них не увенчалась успехом. Выявились достаточно много проблем и недоработок, которые при этапе разработки не были выявлены, самыми основными из них стали:

- высокая стоимость строительства, а также содержания таких дорог. Например, проект *WattWay* во Франции обошелся 8,4 миллиона долларов США за 1,6 км. По оценкам, сама панель для французской компании обошлась в 3–4 раза дороже стандартного асфальтобетонного покрытия и это без учета других компонентов солнечной панели [4].

- низкая выработка солнечной энергии. Согласно экспертному мнению, солнечные дороги производят только треть мощности солнечных панелей эквивалентной мощности на солнечной электростанции. Этому послужили такие причины как:

- размещение: в отличие от систем на крыше домов, у солнечных дорожных панелей не могут быть достигнут наилучший угол наклона, что означает потерю энергии на 20 % или более.

- затенение: происходит затенение солнечных дорог от разъезжающих транспортных средств, окружающих зданий и растительности, а также мусора, таких как пыль и листья.

- избыточное тепло: солнечные батареи, находящиеся в теле солнечных дорог в панелях плотно загерметизированы в целях защиты от разрушения и выдерживания нагрузок высоких нагрузок от транспортного средства из-за этого панели не могут получать хорошее охлаждение. Это снижает эффективность солнечных панелей, которая падает по мере того, как температура панели превышает оптимальные допустимые уровни их перегрева.

- проблемы безопасности и шума: поскольку солнечные дорожные панели построены из стеклянной наружной поверхности, это вызывает сомнения в их способности обеспечить сцепление, необходимое для быстро движущегося автомобильного движения. В случае *WattWay* проблема заключалась в шуме. По-видимому, транспортные средства, движущиеся по подорожному покрытию, создавали такой сильный шум, что ограничение скорости было снижено до 70 км/ч.

Этот основной список проблем означает, что все испытания солнечной дороги до сих пор дали разочаровывающие результаты. Но несмотря на данные проблемы, возникшие при разработке и испытаниях с солнечными дорогами в других странах, американская компания *Solar Roadways Incorporated*, на сегодняшний день являющая-

яся предметом наблюдения всех ведущих стран мира, верит в успех данной технологии, продолжает успешно разрабатывать дорожные панели, работающие на солнечной энергии.

Данная инновация абсолютно может изменить жизнь на нашей плане, так как обладает большим количеством плюсов и достоинств, но несмотря на это главным недостатком этой технологии является ее стоимость, стоимость самой разработки, из-за которой большая часть компаний различных стран отказались от этой идеи. Однако, если разработчики смогут создать такие солнечные панели, не имеющие проблем, рассмотренные в данной статье, то это инновации сможет окупить себя, хоть и через достаточно длительный период времени. Но зато будущем именно с помощью таких дорог мы сможем решить проблему исчерпаемости природных ресурсов, плохой экологической обстановки в мире. Внедрение инновационных решений, в том числе в дорожном строительстве, повысит долговечность дорожного полотна, сократит расходы на его обслуживание и увеличит транспортную безопасность на дорогах. Несмотря на высокую стоимость таких проектов, по прогнозам ученых, через 10–15 лет такие дороги будут абсолютно конкурентоспособны в сравнении с обычными асфальтными дорогами [1].

### Литература

1. Головки С. В., Павленко В. А. «Солнечная дорога» – дорога будущего // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2019. № 1(67). С. 37–43.
2. Солнечные дороги. Возможно ли их создание? URL: <https://dzen.ru/media/id/5dfe6d6d5fd55f00ad227562/solnechnye-dorogi-vozmojno-li-ih-sozдание-5f394124bf22683f1c279998> (дата посещения: 21.10.2022).
3. Solar Roadways Incorporated URL: <https://solarroadways.com/specifics/solar/>
4. All about Solar Roadways: the promise versus the reality URL: <https://www.solarreviews.com/blog/all-about-solar-roadways#promise> (дата посещения: 21.10.2022).
5. Solar Road: A Total Flop Solar Innovation? URL: <https://earthandhuman.org/solar-road/> (дата посещения: 21.10.2022).
6. Benefits of Solar Roads and Why They Seem To Be a Bad Idea URL: <https://www.conserve-energy-future.com/solar-roads-benefits.php> (дата посещения: 21.10.2022).

УДК 629.7:502.13

Екатерина Валерьевна Дмитриева,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: catherine6599@gmail.com

Ekaterina Valer'evna Dmitrieva,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: catherine6599@gmail.com

## ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

### IMPROVING THE ENVIRONMENTAL SAFETY OF ROADS

Цель научной статьи – рассмотреть причины экологических проблем и способы повышения экологической безопасности автомобильных дорог.

*Ключевые слова:* экологическая безопасность, природоохранный объект, поверхностные водоёмы.

The purpose of the scientific article is to consider the causes of environmental problems and ways to improve the environmental safety of roads.

*Keywords:* environmental safety, protected area, surface water.

Природа и человек коммуницируют друг с другом по определенным законам, за нарушением которых следуют необратимые экологические катастрофы. Проблема экологической безопасности актуальна во всех углах Земли, различна лишь степень ее остроты.

Дорожно-транспортный комплекс наносит огромный ущерб окружающей среде, причем его негативное воздействие носит экспоненциальный характер. Объекты дорожно-транспортного комплекса в городах являются регулярными источниками затора загрязняющих веществ в грунты придорожной полосы.

Процесс автомобилизации сопровождается нарастающим отрицательным воздействием на окружающую среду. В масштабах РФ доля автотранспорта в суммарных выбросах веществ загрязняющих атмосферу всеми техногенными источниками доходит до 43 %, в выбросах парниковых газов – около 10 %. Высокому риску и необратимому ухудшению здоровья в результате загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом подвергается около 10–15 миллионов горожан.

Негативное воздействие дорожно-транспортной инфраструктуры на окружающую среду расходуется на территорию более 15 млн га. Продукты износа покрытий, шин и тормозных накладок, топливно-смазочные, антигололёдные материалы, соединения тяжелых металлов, гербициды и другие материалы аккумулируются в полосе отвода и приводят к превышенному пропитыванию поверхностносточковых вод и почвы этими веществами. Объем бытовых и производственных отходов, размещенных в придорожной полосе автомагистралей с интенсивным движением достигает 35–50 м на 1 км дороги в год около больших городов.

Соц-эконом предпосылками загрязнения среды автомобильным транспортом в России являются:

- низкая популярность проблем дорожной и экологической безопасности среди приоритетов государственной политики, ограниченность бюджетных средств, выделяемых на их решение;
- отсутствие экономических стимулов к развитию рынка экологически чистой продукции, услуг и работ природоохранной направленности на транспорте, несовершенство налоговой системы;
- низкий уровень жизни населения, не позволяющий своевременно заменять морально устаревшие АТС индивидуального пользования.

Логично, что трасса проходя должна наносить минимальный вред окружающей среде. Трасса не может проходить по природоохранным объектам. Прокладывать трассу нужно с наименьшими потерями лесных ресурсов (особенно ценных пород древесины и мест с большой численностью животных). Желательно, что бы трасса содержала минимум переходов через водные объекты.

Экологическое предпочтение тому или иному варианту прохождения трассы определяется из рассмотрения наиболее важных экологических и критериев:

Экологические критерии в аспекте снижения воздействий:

- на атмосферный воздух (химического и акустического характера),
- на водную среду,
- на растительный и животный мир,
- на почвы.



Экономические критерии:

- минимизирование приведенных суммарных затрат,
- инвестиционная привлекательность придорожных территорий,
- рост сообщения между объектами хоз. деятельности,
- минимизирование изъятия используемых земель и сноса сооружений.

В поверхностные водоёмы со сточными водами автодорожно-го комплекса и от ливневой канализации поступают взвешенные вещества и нефтепродукты. В поверхностных стоках с проезжей части автодорог содержатся также тяжёлые металлы и хлориды, которые в зимний период применяются для борьбы с гололедицей. В среднем годовой выброс хлоридов за пределы дорог со стоками и снегом составляет около 500 тыс. тонн кроме того, в окружающую среду поступает ежегодно около 35 тыс. тонн частиц сажи в результате стирания шин автомобилей на дорогах.

Евгеньев И. Е. и др. писали: «При строительстве мостов строительные площадки, размещаемые по особому разрешению в водоохраных зонах, должны иметь минимальные размеры. Отметки стройплощадок должны исключать их подтопление в паводок с обеспеченностью 90 %. Как правило, не допускается прямой ливневой сток с территории стройплощадки в реки и водоемы. Ливневой сток должен быть собран и пропущен через специальные очистные сооружения или элементарные отстойники для улавливания хотя бы нефтепродуктов и основной части взвешенных частиц.» [1].

### Литература

1. *Евгеньев И. Е., Каримов Б. Б.* Автомобильные дороги в окружающей среде. – М. : ООО «Трансдорнаука», 1997. – 285 с.
2. ОДМ Экологическая безопасность автомобильной дороги: понятия и количественная оценка.
3. ОДН 218.5.016-2002. Показатели и нормы экологической безопасности автомобильной дороги.

УДК 004.42:625.7:625.089

Ольга Дмитриевна Дубовицкая,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: [duboviczkayaolga@yandex.ru](mailto:duboviczkayaolga@yandex.ru)

Olga Dmitrievna Dubovickaya,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: [duboviczkayaolga@yandex.ru](mailto:duboviczkayaolga@yandex.ru)

## **ВІМ-ТЕХНОЛОГИИ КАК ОСНОВА СОВРЕМЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

### **BIM TECHNOLOGIES AS THE BASIS OF MODERN HIGHWAY DESIGN**

В данной статье представлена эволюция процесса проектирования от выполнения работ на бумажных носителях, зарождения систем автоматизированного проектирования (САПР) до использования методики информационного моделирования (ВІМ). Описаны основные этапы развития, дана их краткая характеристика. Приведены примеры современных программных комплексов как зарубежного, так и отечественного производства, которые являются основой для создания ВІМ. Кратко описана концепция создания информационной модели в программном комплексе научно-производственной фирмы «Топоматик». Указываются основные преимущества использования технологии информационного моделирования относительно систем автоматизированного проектирования.

*Ключевые слова:* проектирование, автомобильная дорога, системы автоматизированного проектирования, ВІМ, модель объекта.

This article presents the evolution of the design process from paper-based work, the emergence of computer-aided design (CAD) systems to the use of information modeling (BIM) techniques. The main stages of development are described, their brief characteristics are given. Examples of modern software complexes of both foreign and domestic production, which are the basis for creating BIM, are given. The concept of creating an information model in the software package of the scientific and production company “Topomatic” is briefly described. The main advantages of using information modeling technology in relation to computer-aided design systems are indicated.

*Keywords:* design, automobile road, computer-aided design systems, BIM, object model.

Проектирование, строительство и эксплуатация линейных объектов капитального строительства включают в себя большое количество процессов и задач, связанных с необходимостью вписания их (объектов) в существующую инфраструктуру и решением локальных проблем. В создании каждого проекта участвует большое количество человек, как со стороны заказчика, так и со стороны исполнителей, поэтому максимальная оптимизация проектирования упрощает как сам процесс, так и взаимодействие его участников.

В статье Строкина А. В. и др. написано: «Проектирование – динамично развивающаяся область деятельности человека, которая, как и он сам, не стоит на месте» [1].

Действительно, ещё несколько десятилетий назад инженеры выполняли свою работу на бумаге с помощью карандашей, рейсшин и кульманов. На создание одного проекта могли уходить годы, так как все чертежи выполнялись полностью вручную. Также при окончательном переносе проектных решений на носитель, чертёж было очень трудно исправить, поэтому при необходимости внесения изменений вся работа начиналась заново. Ещё одной проблемой неавтоматизированного процесса являлось то, что при завершении проектирования оригинальный чертёж необходимо было размножить для использования его разными участниками проекта, это в свою очередь так же занимало время. Поэтому с течением времени появилась необходимость в создании более оптимизированного способа работы с графическими документами.

В начале второй половины прошлого столетия по всему миру начали предприниматься первые попытки автоматизации проектирования. Это было связано со стремительно продвигающимися научно-техническим прогрессом и экономическим развитием, в том числе изобретением компьютеров. Первые программные комплексы позволяли получать плоское изображение объектов, в частности программное обеспечение для дорожников позволяло лишь рассчитывать трассу дороги и её продольный профиль.

По мере возрастания доступности компьютерной техники развивались и программы для проектирования, которые с течением времени стали ориентироваться не только на простое черчение, но и на моделирование, и получили название *CAD (Computer-Aided Design)*

или в переводе на русский САПР (системы автоматизированного проектирования). САПР по отраслевой принадлежности обычно подразделяют на три вида: машиностроительные, радиоэлектронные, архитектуры и строительства. Программы для проектирования дорог относятся к третьей категории, как объекты капитального строительства, хотя системы для дорог используют иные модели данных и принципы работы относительно архитектурных [2].

Итак, эволюция САПР позволила инженерам, при желании, выполнять свои проекты в виде 3D моделей, что позволяло более наглядно представлять свои работы заказчику. Но, как уже было сказано выше, проектирование требует постоянной динамики в своём развитии, поэтому в конце 20-го века появился новый подход к проектированию – *BIM (Building Information Modelling)*, изначально аббревиатура переводилась как информационная модель здания, но позже слово «*Building*» стали переводить как «строительство» и включили в это понятие не только здания, но и объекты инфраструктуры, в частности автомобильные дороги [3]. Он подразумевал рассмотрение объекта и всего, что имеет к нему отношение, как единое целое. Баранник С. В. писал: «Данный подход революционно отличается от всего, что было ранее – на смену набору разрозненных чертежей (пусть даже и электронных, выполненных в программных комплексах САПР), согласно *BIM*, приходит комплексная информационная модель, включающая в себя всю информацию об объекте капитального строительства» [4].

Также, если связать модель объекта со средой общих данных, то для каждого ее элемента можно присвоить необходимую семантическую и атрибутивную информацию, описывающая характеристики элемента. В процессе проектирования при изменении атрибутивной информации того или иного элемента все данные, связанные с этим параметром, меняются автоматически при дальнейшем выводе чертежей, спецификаций, календарных графиков и т. д. В результате применения современной технологии проектирования получаем автоматически актуализированную модель со всеми внесенными изменениями.

В настоящее время существует достаточно много программных комплексов, способных реализовывать *BIM* технологии при

проектировании объектов инфраструктуры, в частности автомобильных дорог. Например, одним из самых известных продуктов является *AutoCAD Civil 3D*, продукт компании *Autodesk*, произведённый в США. Он способен реализовывать как уже традиционный подход к проектированию (создание электронных чертежей, получение информации об объёмах работ, формирование 3D моделей), так и методику информационного моделирования. Российские разработчики программного обеспечения в сфере дорожного проектирования так же идут в ногу со временем, одной из ведущих компаний является научно-производственная фирма «Топоматик», основным продуктом которой является «Топоматик *Robur* – Автомобильные дороги», предназначенный для проектирования загородных дорог и городских улиц.

Методика *BIM* реализуется в *Robur* с помощью создания мастер-проекта, интернет-сервера, в котором объединяются в единое целое результаты разных стадий разработки проекта [5]. То есть имеем хранилище, в которое из программного продукта «Топоматик *Robur* – Изыскания» в сводный документ попадает основа проекта – цифровая модель местности, затем из «Топоматик *Robur* – Автомобильные дороги» добавляются проектные решения, а из «Топоматик *Robur* – Искусственные сооружения» подгружаются запроектированные трубы и т. д.

Помимо моделей, в хранилище можно вложить весь комплект выходной документации, которая при изменении параметров объекта, будет так же автоматически изменяться. Но главное преимущество такого подхода заключается в том, что мастер-проект позволяет не только объединять все решения, но и помогает упрощать процесс взаимодействия участников проекта. В режиме реального времени одна сторона (например, представитель заказчика) может предоставлять замечания, а другая (проектировщик) исправлять их, это сокращает временные затраты на проектирование, так как заказчик контролирует процесс и вносит изменения даже на ранних стадиях разработки проекта.

Таким образом, можно сделать вывод, что *BIM* подход является современной основой проектирования автомобильных дорог, так как позволяет оптимизировать процесс разработки, передачи и согласования документации.

### Литература

1. *Строкин А. В., Черкасова Е. И.* Трехмерное моделирование как основа проектирования XXI века // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Т. 17. – №. 10. – С. 241–242.
2. *Скворцов А. В.* BIM для дорожной отрасли: что-то новое или мы этим уже занимаемся? // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2014. – №. 1 (2). – С. 8–11.
3. *Баранник С. В.* Применимость BIM-технологий в дорожной отрасли // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2015. – №. 1 (4). – С. 24–28.
4. *Скворцов А. В., Сарычев Д. С.* Жизненный цикл проектов автомобильных дорог в контексте информационного моделирования // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2015. – №. 1(4). – С. 4–14.
5. *Баранник С. В.* Применимость BIM-технологий в дорожной отрасли // САПР и ГИС автомобильных дорог. – 2015. – №. 1(4). – С. 24–28.
6. *Глызин И. Д. В., Курдюков Д. П., Вершков А. А.* Опыт применения элементов технологии информационного моделирования на примере объекта на участке автомобильной дороги М-5 «УРАЛ» // Сборник научных трудов ФАУ «РОСДОРНИИ»: «Дороги и мосты». – 2019. – №. 42. – С. 47–55.

УДК 625.7

*Александр Владимирович Ежкин,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: 79517374050@mail.ru*

*Alexander Vladimirovich Ezhkin,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: 79517374050@mail.ru*

## **СОВРЕМЕННЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТЕХНОЛОГИИ НАНЕСЕНИЯ ГОРИЗОНТАЛЬНОЙ ДОРОЖНОЙ РАЗМЕТКИ**

### **MODERN MATERIALS AND APPLICATION TECHNOLOGIES HORIZONTAL ROAD MARKINGS**

Горизонтальная дорожная разметка – это один из основных элементов безопасности дорожного движения, который обеспечивает экономическую эффективность за счет снижения уровня аварийности. Эффективность работы разметки обуславливается ее хорошей видимостью в любую погоду независимо от времени года, в любое время суток и обеспечением необходимого сцепления с колесом автомобиля.

Представлены результаты полевых испытаний системы дорожной разметки, состоящей из структурированного холодного пластика, отражающего свет с использованием высококачественных стеклянных шариков. Рассмотрены различные применяемые материалы для дорожной разметки. Выявлены их достоинства и недостатки. Определен наиболее выгодный и современный материал.

*Ключевые слова:* горизонтальная дорожная разметка, световозвращающая способность, стеклянные шарики, безопасность дорожного движения, долговечность, холодный пластик.

Horizontal road markings are one of the main elements of road safety, which ensures economic efficiency by reducing the accident rate. The effectiveness of the marking is due to its good visibility in any weather, regardless of the time of year, at any time of the day and providing the necessary traction with the wheel of the car. The results of field tests of a road marking system consisting of structured cold plastic reflecting light using high-quality glass beads are presented. Various materials used for road marking are considered. Their advantages and disadvantages are revealed. The most profitable and modern material has been determined.

*Keywords:* horizontal road markings, retroreflectivity, glass beads, road safety, durability, cold plastic.

Транспорт относится к ключевым видам человеческой жизнедеятельности, необходимый для поддержания и развития качества жизни. Большая часть перевозок в настоящее время осуществляется на транспортных средствах, движущихся по дорогам с твердым покрытием. Плотность дорожного движения и невнимательность людей могут стать причиной большинства аварий.

Дорожно-транспортные происшествия наносят экономике России и обществу в целом колоссальный социальный, материальный и демографический ущерб. В Российской Федерации с 2007 по 2016 год в дорожно-транспортных происшествиях погибло 271 тыс. человек, 2,5 млн человек были ранены, пострадали 223 тыс. детей в возрасте до 16 лет, из них 9 тыс. получили травмы, несовместимые с жизнью. Треть погибших в авариях на автомобильных дорогах составляют люди наиболее активного трудоспособного возраста (26–40 лет). Около 20 процентов пострадавших становятся инвалидами [1]. Построить автомобильную дорогу – это недостаточно, нужно создать безопасные условия для ее эксплуатации такие как: освещение, дорожные знаки, светофоры, нанести дорожную разметку.

На сегодняшний день, в России дорожная разметка стала более стремительно приспосабливаться к современным реалиям. Все чаще на дороге можно встретить полосы, указатели, которые нанесены с использованием качественно новых материалов и инновационных технологий. Цель инноваций – улучшить условия движения и повысить безопасность для водителей и пешеходов. Научный сотрудник Грешилов А. В. писал: «Время демонстрирует, что инновации и дорожная разметка – это хорошее объединение, которое позволит сократить количество аварий и летальных случаев на дороге как в черте города, так и на загородных трассах» [2]. Являясь значимым средством организации, упорядочения движения транспортных потоков, она позволяет без больших финансовых затрат увеличить пропускную способность дороги и скорость движения автомобилей.

В последние годы произошел значительный рост автотранспорта на дорогах, поэтому выросла и роль технических средств, регулирующих дорожное движение. Дорожная разметка должна быть спроектирована и устроена таким образом, чтобы ее можно было легко и безопасно распознать как водителям, так и транспортным средствам,



оснащёнными системами помощи водителя. Она служит ориентиром водителей, помогая им оставаться на своем пути.

Эффективность работы разметки обуславливается ее хорошей видимостью в любую погоду независимо от времени года, в любое время суток и обеспечением необходимого сцепления с колесом автомобиля, т. е. состоянием разметки в течение всего срока ее службы. Научный сотрудник Тюшкевич Ю. В. писал: «Состояние разметки, ее долговечность определяются как условиями эксплуатации: интенсивностью движения, шириной проезжей части, наличием искривлений и разворотов на автодороге, назначением линий разметки, так и свойствами материала, из которого она выполнена, а также климатическими условиями» [3]. Несмотря на то, что количество транспортных средств, движущихся ночью по неосвещенным дорогам, значительно ниже, чем в дневное время, количество аварий и их тяжесть значительно выше по сравнению с происходящими в условиях освещения, что связано с меньшим количеством и качеством доступных визуальных сигналов, которые могут быть восприняты водителями в темноте.

Исследования показали, что в этом случае дорожная разметка играет наиболее заметную роль. Её видимость в свете фар транспортных средств достигается за счет световозвращающей способности, выраженной как коэффициент световозвращения разметки при сухом покрытии (RL), и измеряемый в мкд·лк·1·м<sup>-2</sup>. Высокий RL дорожной разметки как в сухих, так и во влажных условиях повышает комфорт водителя, особенно для пожилых водителей [4]. RL был количественно определен на основе статистического анализа аварий между перекрестками на неосвещенных сельских дорогах в ночное время: увеличение до 23 % числа аварий с участием одного транспортного средства в этих условиях может коррелировать со снижением RL на 100 мкд·лк·1·м<sup>-2</sup> [5]. Следовательно, можно предположить, что увеличение RL горизонтальной дорожной разметки может привести к улучшению условий вождения и, следовательно, повышению безопасности дорожного движения, что приведет к повышению качества жизни и мобильности. Благодаря вышеупомянутым преимуществам горизонтальная дорожная разметка с момента ее первого появления более ста лет назад стала одним из важнейших повсеместных элементов безопасности, которому в настоящее время нет альтернативы.

Для разметки применяют различные материалы: специальные устойчивые краски, термопластики, спрей-пластики, термопластичные ленты, холодные пластики, а в отдельных случаях – керамическую и клинкерную брусчатку, фарфоровую крошку, штучные формы из белого полимеро- или цементобетона, цветного асфальтобетона, разметочные блоки и плиты, металлические кнопки и другие материалы [6]. Однако наибольшую долю в общем объеме применяемых для этой цели материалов составляют краски, термопластики и холодные пластики.

Горизонтальная дорожная разметка должна рассматриваться как система, состоящая из базового (цветного) слоя и световозвращающего слоя. Базовым слоем может быть краска на водной основе или на основе растворителя, термопластичная масса или холодный пластик; световозвращающий слой обычно состоит из стеклянных шариков. Базовый слой обеспечивает адгезию к дорожному покрытию, придает желаемый цвет и удерживает стеклянные шарики, в то время как световозвращающий слой обеспечивает  $R_L$  и защищает базовый слой от истирания. Только взаимодействие этих двух слоев дает успешную систему дорожной разметки. Разметку можно разделить на тонкослойную, с нанесенной толщиной менее 1 мм, и толстослойную, толщина которой достигает даже 3 мм и более. Большинство дорог размечено красками, которые обычно наносятся с точностью  $\pm 400$  мкм (т. е.  $\pm 0,6$  г/м<sup>2</sup>) [7]. После испарения растворителя (органического или водного) остается сухая пленка толщиной около 250 мкм. Этого тонкого слоя краски обычно недостаточно для надлежащего удержания стеклянных шариков более 1 года, даже несмотря на то, что оценки, проведенные для высококачественных красок на водной основе, показали, что двухлетняя или более длительная долговечность может быть легко достигнута с помощью систем премиум-класса при благоприятных условиях.

На дорогах с высокой интенсивностью движения предпочтение отдается толстослойным системам дорожной разметки: термопластичным массам горячего нанесения, холодным пластикам, полимеризующимся на дорожном покрытии, или многокомпонентным материалам на основе уретана или эпоксидной смолы, не содержащим растворителей. Разметка с толстым слоем чаще всего наносится в виде структур,

как обычных, так и случайных, поскольку таким образом можно добиться виброакустического эффекта, который предупреждает водителей об отклонении от полосы движения. Кроме того, структуры облегчают отвод воды, что улучшает световозвращающую способность во влажных условиях ( $R_w$  – коэффициент световозвращения разметки при мокром покрытии (во время дождя), мкд·лк<sup>-1</sup>·м<sup>-2</sup>) [8]. Кроме того, некоторые стеклянные шарики на структурированной разметке защищены от воздействия проезжающих транспортных средств и снегоочистителей, что повышает эффективность разметки. Как правило, структурированная разметка наносится при расходе 2–3 кг/м<sup>2</sup> и отражается с помощью стеклянных шариков, нанесенных при расходе 0,4–0,5 кг/м<sup>2</sup>. Применение нанесенной массы вместо толщины слоя является более правильным из-за требуемой неравномерности структуры. Правильно нанесенная типовая дорожная разметка с точечной структурой показана на рисунке.



Типовая точечная  
дорожная разметка в ночное время

Эффективность дорожной разметки заключается в следующих свойствах:

- хорошо видна в любое время суток и в разных погодных условиях;
- обладает устойчивостью к изменениям температуры, химическим и метеорологическим воздействиям;
- обеспечивает необходимое для безопасного движения сцепление колеса с дорогой;

- быстро формируется после нанесения;
- обладает долговечностью.

Согласно ГОСТ Р 51256-2018, к дорожной разметке предъявляются требования, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Вид материала	Продолжительность функциональной долговечности, мес.	Разрушение и износ горизонтальной разметки, %
Термопластики, холодные пластики:		
> 1,5 мм	12	25
< 1,5 мм	6	50
Краски (эмали)	3	50

Основные достоинства и недостатки использования различных типов материалов для горизонтальной дорожной разметки приведены в табл. 2.

Таблица 2

Вид материала	Достоинства	Недостатки
Термопластики	– большая продолжительность функциональной долговечности (особенно для толстослойной разметки) – до 1 года; – достаточно широкое распространение	– относительно высокая стоимость (от 120 руб./кг); – применение специальных устройств для нагрева; – пожароопасность и взрывоопасность при проведении работ; – необходимость в проведении подготовительных работ по подготовке материала с соответствующими затратами времени и энергоносителей

Таблица 2

Вид материала	Достоинства	Недостатки
Холодные пластики	<ul style="list-style-type: none"> <li>– большая продолжительность функциональной долговечности (особенно для толстослойной разметки), превышает данный показатель для термопластиков при прочих равных условиях (2 года и более);</li> <li>– отсутствует необходимость в подготовительных работах по подготовке материала с соответствующими затратами времени и энергоносителей;</li> <li>– возможность использования универсальных машин для нанесения красок (эмалей) и холодных пластиков</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– высокая стоимость (от 190 руб./кг)</li> </ul>
Краски (эмали)	<ul style="list-style-type: none"> <li>– невысокая стоимость материала (от 90 руб./кг);</li> <li>– относительно невысокая стоимость оборудования для нанесения;</li> <li>– широкое распространение</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– очень низкая продолжительность функциональной долговечности (~ 3 мес.)</li> </ul>

Исходя из приведенных выше данных, можно сделать вывод о том, что холодные пластики не только имеют хорошую перспективу использования, но и могут послужить оптимальным материалом для горизонтальной дорожной разметки.

Холодный пластик для дорожной разметки – материал на основе реакционно-способных полимеров, содержащий пигменты и наполнители, отверждаемый в результате химической реакции и образующий при нанесении на дорожное покрытие, а также на искусственные

сооружения и элементы обустройства автомобильных дорог, после отверждения покрытие, соответствующее требованиям, предъявляемым к дорожной разметке [9].

Разметка на основе метилметакрилатного холодного пластика очень устойчива к истиранию. При суточной интенсивности движения не более 10 000 автомобилей, среднее значение истирания составляет приблизительно 0,2 мм в год.

Преимущества использования холодного пластика [10]:

- эластичность покрытия;
- твердость и износостойкость материала;
- однородность цвета на различных участках пути;
- высокие световозвращающие свойства;
- морозостойкость и устойчивость к воздействию агрессивных сред;
- экологически безопасен (отсутствие растворителей и токсинов в составе);
- высокая адгезия;
- материал долговечен (отсутствие потребности в повторном ежегодном нанесении).

Холодные пластики используют для нанесения разметки в местах наибольшего износа: пешеходные переходы, стоп-линии, указатели направления движения, остановки муниципального транспорта и т.д.

Срок службы разметки может сокращаться не только из-за движения транспорта, но и из-за неправильного нанесения разметки.

Распространенные ошибки при нанесении холодного пластика:

- неправильная подготовка поверхности для нанесения;
- несоблюдение соотношения холодного пластика и отвердителя при подготовке раствора;
- неправильная толщина слоя на дорожном покрытии.

Правильный выбор материалов для дорожной разметки в зависимости от условий их эксплуатации является наиболее эффективным способом повышения долговечности и уменьшения аварийности на дорогах. На фоне многочисленных средств выгодно выделяется именно холодный пластик, в состав которого входят метилметакрилатные смолы [11]. Он отлично проявляет себя при эксплуатации, не боится высокой влажности и перепадов температуры, сохраняет

яркость цвета более 3-х лет. Подходит практически для любых работ в дорожных условиях.

Холодный пластик – один из самых выгодных и современных материалов для дорожной разметки.

Также, на сегодняшний день, одна из самых прогрессивных технологий является нанесение горизонтальной дорожной разметки из полимерных лент 3М™ *Stamark*™. Используются полимерные ленты для постоянной разметки 3М™ *Stamark*™ серии А651Е с гладкой структурой верхнего слоя. Полимерные ленты 3М™ *Stamark*™ предназначены для горизонтальной дорожной разметки автомобильных дорог и представляют собой изделия полной заводской готовности, не требующие дополнительных мероприятий по подготовке материала к использованию. Материал поставляется в виде готовых к нанесению рулонов шириной 100, 150 и 200 мм. С технической точки зрения полимерные ленты 3М™ *Stamark*™ существенно превосходят традиционные материалы как по фотометрическим характеристикам (коэффициенту световозвращения, коэффициентам яркости и др.), так и по долговечности и износостойкости, благодаря их особой конструкции. Износостойкость полимерных лент 3М™ *Stamark*™ составляет до 8 млн наездов нешипованных шин, что примерно в 16 раз выше по сравнению с краской и в 4 раза – по сравнению с термопластиком [12].

Таким образом, обоснована актуальность введения инновационных материалов для дорожной разметки. Описана важность ее присутствия на дорожном полотне в надлежащем состоянии.

Выявлены преимущества и недостатки современных материалов, которые используются для дорожной разметки. Проведен их анализ при лабораторных испытаниях, который выявил наиболее технологичные и усовершенствованные материалы для применения их на практике.

### **Литература**

1. Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы. Утверждена Распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. № 1-п. <https://rg.ru/2018/01/24/strategiya-site-dok.html/>

2. *Грешилов А. В., Несмеянов А. А.* Современные технологии нанесения дорожной разметки, применяемые в России. Журнал: Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации (Иркутск). 2018 – с. 36–40. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37139013/>
3. *Тюшкевич Ю. В., Седов Д. В.* Современные материалы и способы нанесения дорожной разметки. Журнал: Восточно-Сибирский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации (Иркутск). 2016 – с. 18–20. – URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=26449264> (дата обращения: 2.10.2022).
4. *Tomasz E. Burghardt.* High durability – high retroreflectivity solution for a structured road marking system. International Conference on Traffic and Transport Engineering (ICTTE2018); Belgrade, Serbia, 27–28 September 2018.
5. *Aboud N., Bowman B. L.* 2002. Cost-and longevity-based scheduling of paint and thermoplastic striping, Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 1794: 55–62, paper 02-2170.
6. ГОСТ Р 51256–2018 «Технические средства организации дорожного движения. Разметка дорожная. Классификация. Технические требования».
7. *Burghardt T. E., Pashkevich A., Piegza M.* 2017. Drivers' Perception of Horizontal Road Marking with High Retroreflectivity [in Polish: Percepcja przez kierowców poziomego oznakowania dróg o wysokiej odbliaskowości], Transport Miejski i Regionalny 8: 5–10.
8. *Burghardt T. E., Pashkevich A., Żakowska L.* 2016a. Contribution of solvents from road marking paints to tropospheric ozone formation, Budownictwo i Architektura 15: 7–18.
9. ГОСТ 32830-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Материалы для дорожной разметки. Технические требования».
10. *Боброва А. В., Кондратенко Т. Е.* Современные материалы для дорожной разметки. Журнал: Тихоокеанский государственный университет (Хабаровск). 2019 – с. 9–12. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38179811/>
11. Метилметакрилатные смолы Silikal для изготовления дорожной разметки методом нанесения холодного пластика [Режим доступа : [http://www.silikal.ru/doc/cold\\_plastik.pdf](http://www.silikal.ru/doc/cold_plastik.pdf)].
12. Материалы и изделия для горизонтальной дорожной разметки URL: <https://multimedia.3m.com/mws/media/1516966O/3m-product-portfolio-for-pavement-marking.pdf>



УДК 624.137.5

*Никита Сергеевич Живницкий,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: nikitazhivnitsky@yandex.ru*

*Nikita Sergeevich Zhivnitsky,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: nikitazhivnitsky@yandex.ru*

## **ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА АРМОГРУНТОВЫХ СИСТЕМ МОСТОВ И ПОДПОРНЫХ СТЕН**

### **FEATURES OF MODERN DESIGN AND CONSTRUCTION OF ARMOGRUNT SYSTEMS OF BRIDGES AND RETAINING WALLS**

Показана актуальность проведенного анализа в области проектирования и строительства армогрунтовых конструкций, как альтернативы габионным конструкциям и монолитным железобетонным подпорным стенам. Рассмотрена возможность использования армогрунтовых систем для удержания грунтов насыпи автодороги в стесненных условиях, берегоукрепления и устройства подходов к мостовым сооружениям. Приведено сравнение расчетных схем из разных источников. Проведен обзор ведущих брендов и компаний на примере армогрунтовых конструкций типа Tenax и конструкции из габионов с армирующей панелью «Система Террамеш». Анализ эффективности технологии показан на примере реализованных проектов.

*Ключевые слова:* расчетная модель, армированный грунт, армогрунтовые конструкции, геосинтетические материалы, берегоукрепление, габионные конструкции.

The relevance of the analysis in the field of design and construction of reinforced-ground structures as an alternative to gabion structures and monolithic reinforced concrete retaining walls is shown. The possibility of using armogruunt systems for retaining the soils of the embankment of the highway, shore protection and the device of approaches to bridge structures is considered. The comparison of calculation schemes from different sources is given. The review of the leading brands and companies is carried out on the example of “Tenax” type armogruunt structures and gabion structures with a reinforcing panel “System Terramesh”. The analysis of the effectiveness of the technology is shown by the example of implemented projects.

*Keywords:* calculation model, reinforced soil, reinforced structures, geosynthetic materials, shore protection, gabion structures.

## Введение

**Армогрунтовая система.** Система, состоящая из грунта основания, уплотняемых слоев грунта насыпи и армирующих элементов в виде металлических стержней, полос, арматурных каркасов или геосинтетических тканей, решеток, сеток, закладываемых между слоями грунта насыпи с определенным вертикальным шагом, и облицовок различных конструкций [1].

В современных реалиях дорожного и мостового строительства все больше предпочтение отдается армогрунтовым конструкциям вместо стандартных железобетонных монолитных подпорных стен. В данном случае происходит армирование грунта обратной засыпки. Для этого используются армоэлементы: армопанели и геосинтетические решетки. Они увеличивают сцепление несвязанных грунтов. В ряде случаев такая конструкция имеет преимущества перед железобетоном. Не приходится монтировать арматурные каркасы и опалубку, выдерживать бетон для набора прочности, видоизменять систему для работы в холодное время года. В результате армогрунтовые конструкции оказываются заметно дешевле ж/б монолитных аналогов.

## Историческая справка

Началом современной истории строительства подпорных сооружений стоит считать 1773 г. Когда Французский ученый Ш. Кулон разработал способ расчета давления сползающего грунта на подпорные сооружения (в частности для строительства фортификационных сооружений на юге Франции). Данное исследование известно как закон Кулона-Мора.

В дальнейшем вместе с развитием технологий появилось множество конфигураций проектных решений для укрепления склонов и строительства в стесненных условиях, где невозможно применить стандартные системы трапециевидального типа либо железобетонные монолитные подпорные стены.

## Область применения в дорожно-транспортном строительстве

- Укрепление конусов мостов
- Возведение подпорных стен в ограниченной полосе отвода неограниченной высоты
- Устройство насыпей на слабых грунтах
- Защита от опасных геологических процессов

### Особенности расчета статически неопределимых армогрунтовых систем

Практическое применение расчетных моделей армогрунтовых систем мостов и подпорных стен на автомобильных дорогах, часто используемых в последнее время, показывает, что в ряде случаев повреждение сооружений или аварийные ситуации возникают в результате несоответствия расчетной схемы и конструкции реального сооружения.

В подобных проектах армирующие элементы соединяют с лицевой стенкой. При этом образуется статически неопределимая стержневая система. Распределение усилий в таких системах происходит совсем по другим законам строительной механики. Они зависят от соотношения гибкостей элементов, составляющих систему. Обычный расчет, использующий предельное равновесие призмы обрушения (по Кулону), в этом случае не применим.

### Пример простейшей статически неопределимой армогрунтовой системы

Армогрунтовая система высотой  $H$  имеет лицевую стенку в виде жестких плит на всю высоту конструкции (рис. 1).

Армирующие элементы расположены с шагом  $\Delta H = \frac{H}{4}$  и имеют одинаковую длину и постоянную жесткость  $EF$ . Изгибную жесткость лицевых плит примем  $EI = \infty$ . Фундамент лицевой сетки мелкого заложения с пазом для установки плит позволяет принять опирание плит за шарнирное соединение.

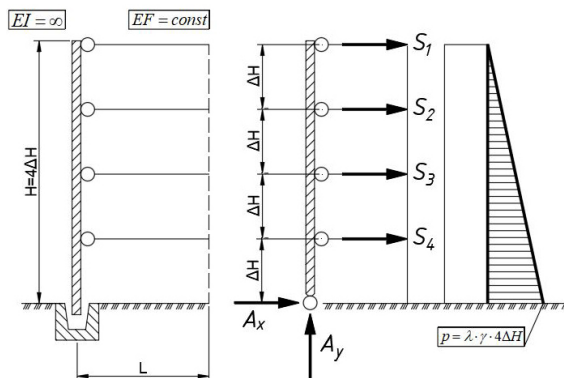


Рис. 1. Простейшая статически неопределимая армогрунтовая система

Грунт находится в предельном состоянии, поэтому нагрузкой является активное давление грунта. Отбрасывая все связи, имеем шесть неизвестных  $A_x$ ,  $A_y$ ,  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$  при возможных трех уравнениях статики. То есть степень статической неопределимости составляет  $n = 3$ .

Составим уравнение моментов относительно точки А:

$$\begin{aligned} \sum M_A = S_1 \cdot 4\Delta H + S_2 \cdot 3\Delta H + S_3 \cdot 2\Delta H + \\ + S_4 \cdot \Delta H = \frac{\lambda \cdot \gamma \cdot 64\Delta H^3}{6} \end{aligned} \quad (1)$$

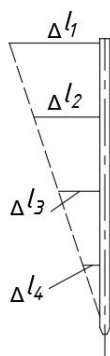


Рис. 2. Перемещения армогрунтовой системы

Жесткая плита лицевой стенки диктует форму перемещений системы (рис. 2), из которой следует:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta l_1}{\Delta l_2} = \frac{4}{3} &\rightarrow S_2 = \frac{3}{4} S_1 \\ \frac{\Delta l_1}{\Delta l_3} = \frac{4}{2} &\rightarrow S_3 = \frac{2}{4} S_1 \\ \frac{\Delta l_1}{\Delta l_4} = \frac{4}{1} &\rightarrow S_4 = \frac{1}{4} S_1 \end{aligned} \quad (2)$$

Подставляя (2) в (1), получим  $\frac{30}{4} S_1 = \lambda \gamma \Delta H^2 \cdot \frac{32}{3}$ ;

$$\text{или} \left. \begin{aligned} S_1 &= \lambda \gamma \Delta H^2 \cdot \frac{64}{45} = 4 \Delta S \\ S_2 &= \lambda \gamma \Delta H^2 \cdot \frac{48}{45} = 3 \Delta S \\ S_3 &= \lambda \gamma \Delta H^2 \cdot \frac{32}{45} = 2 \Delta S \\ S_4 &= \lambda \gamma \Delta H^2 \cdot \frac{16}{45} = 1 \Delta S \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где  $\Delta S = \frac{16}{45} \lambda \gamma \Delta H^2$

Составляя уравнение проекций на ось X, получим:

$$\lambda \gamma \Delta H^2 \left( \frac{64 + 48 + 32 + 16}{45} \right) + A_x = \lambda \gamma \Delta H^2 \cdot 8$$

Или  $A_x = 4,444 \lambda \gamma \Delta H^2$ .

Из расчета следует, что усилия в армирующих элементах возрастают снизу вверх, то есть противоположно возрастанию нагрузки P.

Для сравнения приведем пример со свободно деформируемой армогрунтовой системой (рис. 3).

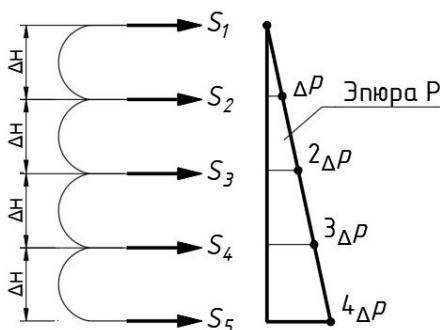


Рис. 3. Свободно деформируемая армогрунтовая система

Обозначим  $\lambda\gamma\Delta H = \Delta P$ , тогда получим, распределяя эрюру  $P$  по армирующим элементам:

$$\left. \begin{aligned} S_1 &= \frac{1}{6} \Delta P \Delta H \\ S_2 &= 1 \Delta P \Delta H \\ S_3 &= 2 \Delta P \Delta H \\ S_4 &= 3 \Delta P \Delta H \\ S_5 &= \frac{11}{3} \Delta P \Delta H \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

На двух примерах получены противоположные результаты.

Из этого следует, что при расчете армирования армогрунтовых систем, большое значение имеет правильно выбранная расчетная схема. Армирование следует располагать за кулоновской плоскостью обрушения согласно СП 472.1325800.2019 [1].

ОДМ 218.2.027-2012 [2] по расчету и проектированию армогрунтовых подпорных стен на автомобильных дорогах носит рекомендательный характер и требует более детальной проработки, потому что не содержит множество важных аспектов проектирования и строительства армогрунтовых конструкций.



В данном проекте также рассматривались варианты с габионными конструкциями (рис. 4). Окончательное решение было принято в пользу армированных конструкций типа «Тепак» после детального сравнения вариантов:

1. Трудоемкость работ, требуемых для устройства конструкций типа «Тепак» меньше, чем для устройства габионных подпорных стен.
2. Для устройства габионных конструкций требуется большое количество штучных каменных материалов, с доставкой которых возникают определенные трудности ввиду их отсутствия в близлежащих районах.
3. Эстетический вид армированных конструкций типа «Тепак» более благоприятен для транспортных развязок, чем вид габионных конструкций.

Примером типовой конструкции армированных стен являются сооружения на транспортной развязке на пересечении Пулковского шоссе и КАД в г. Санкт-Петербурге. На рис. 5 показаны основные составные части конструкции армированных стен.



Рис. 5. Основные составные части армированных стен



Для сооружения конструкций большой высоты хорошо себя зарекомендовали конструкции из габионов с армирующей панелью. Технология получила широкое распространение под брендом «Система Террамеш».

В лицевой грани здесь находится габион – традиционная коробчатая конструкция. Отличительной особенностью является армопанель – своего рода «хвост». Благодаря ему стенка приобретает устойчивость за счёт давления грунта обратной засыпки на армопанель.

Примером такой конструкции является участок берегоукрепления при строительстве транспортной развязки в г. Сочи (рис. 6).



Рис. 6. Участок берегоукрепления в г. Сочи

Армогрунтовые сооружения можно ещё и замаскировать под местность. В этом случае в лицевой грани вышеописанной конструкции располагается биоразлагаемое полотно. Система укрепляет грунт обратной засыпки и создаёт прекрасные условия для скорейшего развития растительного покрова (рис. 7).

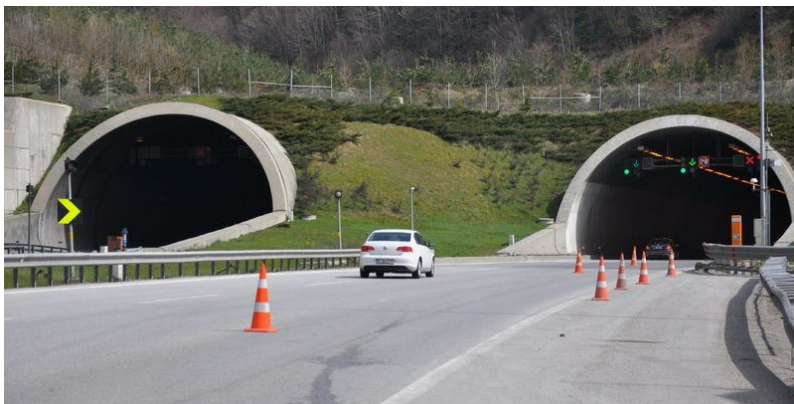


Рис. 7. Укрепление порталов тоннеля с помощью системы «Зеленый Террамеш»

### Заключение

Технология строительства и проектирования армогрунтовых конструкций все больше применяется на территории Российской Федерации, реализованные проекты доказали свою эффективность. По сравнению с классическими вариантами укрепления высоких насыпей с крутыми откосами рассматриваемая технология позволяет обеспечить экономию материалов и устойчивость грунтов в теле насыпи, а также добиться компактности сооружения в стесненных условиях.

#### Литература

1. СП 472.1325800.2019 Армогрунтовые системы мостов и подпорных стен на автомобильных дорогах. Правила проектирования.
2. ОДМ 218.2.027–2012 Рекомендации по расчету и проектированию армогрунтовых подпорных стен на автомобильных дорогах.
3. Проектная документация совмещенная (автомобильная и железная) дорога адлер – горноклиматический курорт «альпика-сервис» (проектные и изыскательские работы, строительство) ЗАО «Петербург-ДОРСЕРВИС».
4. Чижиков И. А. Применение геосинтетических материалов (геотканей) для обеспечения экологической безопасности строительства нефтегазопромысловых дорог. Современные проблемы науки и образования. Электронный научный журнал № 1, 2012. [Электронный ресурс]. Доступно по ссылке <https://science-education.ru/ru/article/view?id=5346/>

**УДК 625.74**

*Владислав Александрович Коротков,*  
магистр

*Дмитрий Петрович Курдюков,*  
аспирант

*Татьяна Васильевна Самодурова,*  
д-р техн. наук, профессор  
(Воронежский государственный  
технический университет)

*E-mail: samodurova@vgasu.vrn.ru*

*Vladislav Aleksandrovich Korotkov,*  
master's degree

*Dmitriy Petrovich Kurduykov,*  
postgraduate student

*Tatiana Vasilevna Samodurova,*  
Dr. Sci. Tech., Professor  
(Voronezh State  
Technical University)

*E-mail: samodurova@vgasu.vrn.ru*

**РАСЧЕТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ  
ОТНЕСЕННОГО ЛЕВОГО ПОВОРОТА  
В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**CALCULATION THE GEOMETRIC PARAMETERS  
OF ASSIGNED LEFT TURN ACCESS RAMP  
IN DECREASE CONDITIONS**

Рассмотрена задача определения расчетных значений минимально необходимых параметров (радиус и ширина полосы разворота) разворота при проектировании отнесенного левого поворота расположенного в стесненных условиях. Проведены поисковые исследования по теории движения автопоездов и разработан алгоритм расчета геометрических параметров для различных типов автомобилей и автопоездов.

Результаты исследований реализованы при проектировании конкретно-го объекта. В качестве опытного участка с отнесенными левыми поворотами, расположенными в стесненных условиях выбран участок автомобильной дороги М-5 «Урал» Москва-Рязань-Пенза-Самара-Уфа-Челябинск, подъезд к г. Екатеринбург.

*Ключевые слова:* автомобильная дорога, отнесенный левый поворот, геометрические параметры, автопоезд, расчет.

The problem of estimation the calculated values of the left turn minimum parameters in decrease conditions is considered have been discussed. The main parameters are radius and width of the turn lane. Search studies were carried out. The algorithm for calculating geometric parameters for various types of cars and road trains was developed.

The research results are implemented on the highway M-5 “Ural” Moscow-Ryazan-Penza-Samara-Ufa-Chelyabinsk, on the entrance to Yekaterinburg.

*Keywords:* highway, assigned left turn, geometric parameters, road train, calculation.

Национальный проект России «Безопасные и качественные автомобильные дороги» предусматривает в качестве основных целей увеличение доли автомобильных дорог, соответствующих нормативным требованиям и снижение доли автомобильных дорог, работающих в режиме перегрузки. Среди нормативных требований к состоянию дорог, особое внимание уделяется повышению их пропускной способности и снижению аварийности. К наиболее опасным участкам автомобильных дорог относят пересечения и примыкания в одном уровне, так как в таких местах имеются конфликтные точки и возможно пересечение транспортных потоков. Решению задачи обеспечения безопасности движения на пересечения в одном уровне способствует грамотный инженерный подход к геометрическому проектированию таких узлов. Однако современные программные средства САПР-АД предлагают типовые решения, которые не всегда обоснованы соответствующими расчетами, учитывающими габариты и особенности транспортных средств в транспортном потоке.

Современные транспортные средства характеризуются увеличивающейся грузоподъемностью и изменением габаритных размеров, которые выходят за границы тех размеров, для которых предлагаются типовые проектные решения.

В составе современных транспортных потоков наблюдается увеличение доли автопоездов, которые позволяют значительно увеличить производительность грузоперевозок. Увеличению доли грузов, перевозимых автопоездами способствуют несколько причин: более низкая себестоимость производства прицепов, удобства эксплуатации и хранения, снижение себестоимости перевозок, увеличение доли междугородных перевозок и улучшение дорожных условий за счет расширения сети дорог высоких категорий.

Усовершенствование технических параметров автопоездов (поворотные устройства, автоматизированные устройства для вписывания в полосу движения, активные автопоезда с ведущими колесами прицепных звеньев и т. д.) значительно расширяют возможности и сферу применения автопоездов в транспортных перевозках грузов.

Эти тенденции необходимо учитывать при геометрическом проектировании и разработке проектно-сметной документации на автомобильные дороги.

Современный этап проектирования транспортных сооружений характеризуется некоторыми особенностями, среди которых для решаемой задачи можно отметить:

- ужесточение требований к прохождению государственной экспертизы проектной документации;
- прогнозирование и оценка транспортно-эксплуатационных характеристик дороги на этапе ее содержания;
- повышение требований к безопасности дорожного движения;
- рост стесненных условий в современной дорожной инфраструктуре.

Применение при проектировании дорог основных положений теории движения автопоезда в стесненных условиях является одним из способов выполнения указанных требований.

Пересечение считают безопасными для движения при условии, если при совершении поворотных маневров большегрузными автомобилями и автопоездами не возникает затруднений. Для этих целей минимальные радиусы закруглений рекомендуется назначать не менее 30 м.

Для исключения неправильных действий водителей в пределах пересечения оно должно быть предельно понятным водителю.

Анализ работ по теории движения транспортных средств позволяет сделать вывод о том, что в настоящее время имеется теоретическая база для проведения обоснованных расчетов геометрических параметров пересечений и примыканий в одном уровне с учетом особенностей движения автомобилей с повышенными габаритами и автопоездов [1–4].

Проведены исследования по расчету нестандартного радиуса отнесенного левого поворота и разработан алгоритм проведения расчетов для его проектирования.

Алгоритм определения расчетных значений минимально необходимых параметров отнесенного левого поворота в стесненных условиях может быть представлен несколькими шагами:

Шаг 1. Расчет ширины наружной полосы кругового движения автомобиля по формуле:

$$B_n = \sqrt{\left(R_0 + \frac{B_0}{2}\right)^2 + (L_0 + C'_0)^2} - R_0 \quad (1)$$

где  $B_0$  – габаритная ширина ведущего звена, м;  $C'_0$  – передний свес, м;  $L_0$  – длина базы тягача, м;  $R_0$  – минимальный радиус поворота, м;

Шаг 2. Расчет ширины внутренней составляющей полосы движения автопоезда по формуле:

$$B_e = \frac{B_0}{2} + C_k, \quad (2)$$

где  $C_k$  – сдвиг траектории середины ходовой оси прицепного звена по отношению к основной траектории.

Шаг 3. Расчет предельного сдвига для выбранного типа автопоезда по формулам:

$$C_{k\text{ пр}} = \left[ 1 - \sqrt{1 + \left(\frac{C_0}{R_0}\right)^2 - U^2 \left(\frac{L_2}{R_0}\right)^2} \right] \cdot R_0 \quad (3)$$

где  $C_{k\text{ пр}}$  – предельный сдвиг для любых типов двух- и трех- звеньевых прицепных;  $C_0$  – задний свес, м; (1,2–2 м);  $U^2$  – коэффициент (двухосный прицеп);  $L_2$  – длина двухосного прицепа, м;

Значения коэффициента  $U$  для разных структурных схем автопоездов может быть рассчитано по формулам:

$$U^2 = \left[ (1 - 2i_n) + 2(1 - i_n)\zeta \right] \vartheta^2 \quad (4)$$

Двухосный прицеп (два звена первого рода)

$$U^2 = 1 + \vartheta^2 = 1 + \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^2. \quad (5)$$

Для современных двухосных прицепов с базой  $L_2 = 2,5 - 5,0$  м коэффициент  $\vartheta^2 = 0,40 - 0,80$ .

Шаг 4. Расчет ширины полосы движения для автомобиля-тягача по формуле:

$$B_{\text{тик}} \cong \left[ B_0 + (L_0 + C'_0) \frac{1 - \cos \gamma}{\sin \gamma_0} \right] \div C_{k\text{ пр}}, \quad (6)$$

Шаг 5. Расчет ширины полосы движения для одиночного автомобиля по формуле:

$$\text{Взк од.авт.} \approx \left[ B_0 + (L_0 + C'_0) \frac{1 - \cos \gamma_0}{\sin \gamma_0} \right], \quad (7)$$

Разработанный алгоритм легко применим на практике. Расчеты запрограммированы с использованием электронных таблиц Excel.

Алгоритм расчета реализован в проекте капитального ремонта участка автомобильной дороги М-5 «Урал» Москва – Рязань – Самара – Уфа – Челябинск на подъезде к городу Екатеринбург.

Для проектирования был выделен участок автомобильной дороги с отнесенным левым поворотом.

Результаты проектирования приведены в таблице и на рисунке.

#### Общая ширина полосы разворота

Наименование	Ед. изм.	Значение			
		Для автопоездов 18 м (в частности, КАМАЗ 6387-01 + 8462)	Для автопоездов 15 м (в частности, КАМАЗ-65116 + МАЗ-938660-044)	Для автопоездов 13 м (в частности, КАМАЗ-5410 + ОдаЗ-9370)	Для автопоездов 11 м и менее (в частности, КАМАЗ-65117)
Минимальный радиус поворота $R_0$	м	7,85	6,32	6,11	7,15
Ширина передней оси $B_0$	м	2,6	2,6	2,5	2,5
Длина базы тягача $L_0$	м	7	7	5	2,8
Передний свес	м	2	2	2	2
Ширина наружной составляющей круговой габаритной полосы движения автопоезда $B_n$	м	4,83	3,79	2,16	1,67

Окончание таблицы

Наименование	Ед. изм.	Значение			
		Для автопоездов 18 м (в частности, КАМАЗ 6387-01 + 8462)	Для автопоездов 15 м (в частности, КАМАЗ-65116 + МАЗ-938660-044)	Для автопоездов 13 м (в частности, КамАЗ-5410 + ОдАЗ-9370)	Для автопоездов 11 м и менее (в частности, КАМАЗ-65117)
Ширина внутренней составляющей полосы движения автопоезда $B_v$	м	3,10	3,10	3,05	3,05
Коэффициент (двухосный прицеп)		1,64	1,64	1,16	1,16
Ширина полосы $B_{цк}$	м	1,50	0,83	1,55	2,02
Предельный сдвиг для любых типов двух- и трех-звеньевых прицепных элементов автопоездов	м	3,15	5,70	2,98	2,30
Ширина полосы движения одиночного автомобиля/автомобиля-тягача	м	4,73	4,73	4,63	4,63
Общая ширина полосы разворота $B_{обц}$	м	9,44	7,72	6,76	6,74

Таким образом, на основе анализа научных работ по теории движения специализированных автомобилей обоснованы основные параметры и схемы движения автопоездов, выбран и обоснован метод





УДК 625.7:004.45

*Иван Викторович Модин,*

студент

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

*E-mail: modin.ivan.692@gmail.com*

*Ivan Viktorovich Modin,*

student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: modin.ivan.692@gmail.com*

## **ТЕХНОЛОГИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И УРОВНИ РАЗРАБОТКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ BIM-ПРОЕКТА**

### **PARAMETRIC MODELLING TECHNOLOGIES AND LEVEL OF DEVELOPMENT (LOD) IN THE IMPLEMENTATION OF A BIM PROJECT**

В данной статье рассмотрены тенденции перехода к инновационным методам проектирования. Объектом исследования – технология параметрического моделирования, которая является базой для всего информационного моделирования в целом. Обоснована актуальность данной темы, связанная с нарастающими темпами внедрения в автомобильно-дорожную отрасль BIM-технологии. Описаны преимущества внедрения информационных технологий как на стадии проектирования, так и на этапах строительства объекта транспортной инфраструктуры. Применение BIM-технологии на стадиях содержания и эксплуатации с целью мониторинга объекта является еще одним из многочисленных достоинств. Приведены основные уровни проработки проекта. Представлена описательная информация каждого уровня, позволяющая уточнить степень проработки объекта.

*Ключевые слова:* BIM-технологии, параметрическое моделирование, уровень разработки, LOD, семантика, атрибутивная информация.

This article discusses the trends in the transition to innovative design methods. The object of research is the technology of parametric modeling, which is the basis for all information modeling in general. The relevance of this topic, associated with the increasing pace of introduction of BIM technology into the road industry, is substantiated. The advantages of introducing information technologies both at the design stage and at the stages of construction of a transport infrastructure facility are described. The use of BIM-technology at the stages of maintenance and operation in order to monitor the object is another of the many advantages. The main levels of

project development are given. Descriptive information of each level is presented, which allows to clarify the degree of development of the object.

*Keywords:* BIM-technologies, parametric modelling, level of development, LOD, semantics, attribute information.

В настоящее время при разработке проектов транспортной инфраструктуры в связи с Постановлением Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства...» [1] и Распоряжение Минтранса России от 17.09.2020 N АК-177-р «О подготовке проектной документации с использованием технологии информационного моделирования» [2] возникает необходимость перехода от *2D CAD* к объектно-ориентированному моделированию. Новый подход к проектированию позволяет работать над проектами одновременно разным специалистам (геодезистам, проектировщикам дорожного и мостового отдела, сметчикам и т.п.), а также возможность осуществлять промежуточный контроль со стороны заказчика над ходом реализации проекта.

В результате в дорожной отрасли возникает современный подход к проектированию с применением технологий параметрического моделирования объектов.

Параметрическое моделирование – это самый продвинутый уровень информационного моделирования объектов транспортной инфраструктуры. Данный подход к проектированию является более эффективным по сравнению с технологиями *2D CAD*.

Объектно-ориентированное параметрическое моделирование использует множество функций, называемых параметрами или атрибутивной информацией, для демонстрации свойств каждого объекта как отдельных составляющих модели, так и в совокупности для формирования полноценного представления о проекте. Атрибутивная информация содержит некоторые негеометрические свойства и функции, такие как пространственное отношение, производитель, поставщик, свойства материала и требования к нему и любые другие параметры необходимые для строительства и эксплуатации данного элемента

или конструкции. Данная информация, хранящаяся в каждом объекте, вместе с введением объектных правил и классификацией объектов по различным категориям или семействам легла в основу так называемых «интеллектуальных моделей». С помощью этих моделей можно находить конфликты, коллизии или отклонения от установленных стандартов. Проектирование объектов с присвоением их элементам атрибутивной информации делает возможным получение 3D-визуализации, которая позволяет смоделировать и воссоздать ситуации, которые будут происходить с объектом еще до начала строительства и эксплуатации. Именно параметрическое моделирование объектов заложило основу для всего программного комплекса для реализации BIM.

BIM – это вся имеющая числовое описание и нужным образом организованная и управляемая информация об объекте, используемая как на стадии проектирования и строительства здания, так и в период его эксплуатации и даже сноса [3]. Данное определение в наибольшей степени раскрывает суть и основную концепцию средств проектирования с применением данной технологии.

В связи с многообразием и обширностью возможностей параметрического моделирования возникает необходимость в определении границ проработки моделей для той или иной стадии проекта – уровня реализации или проработки (*LOD*).

Уровень проработки (*LOD, Level of Development*) – это набор требований, определяющий полноту проработки элемента BIM-модели [4]. Уровень проработки задает минимально необходимый и достаточный объем геометрической, пространственной, количественной, а также любой атрибутивной информации, необходимой для решения задач проекта на конкретной стадии жизненного цикла объекта строительства [4]. В свою очередь, уровень проработки (*LOD*) подразделяется на:

- уровень графической детализации/точность моделирования (*LOd*);
- количество, качество и актуальность атрибутивной информации (*LOi*).

Уровень графической детализации (*LOd*) определяет степень геометрической точности 3D-модели к фактическому виду элемента после реализации на объекте.

Вторым наиболее востребованным аспектом является полнота и актуальность атрибутивной информации (*LOi*). Важность и точность атрибутивной информации возрастает на этапах проектирования и достигает максимального уровня на этапах содержания и эксплуатации объекта.

Американским Институтом Архитектуры было определено пять основных уровней проработки для определения степени готовности информационной модели. Для структуризации процессов и исключения разночтений между участниками проектно-строительного процесса каждому уровню был присвоен свой код в порядке возрастания детализации модели: *LOD100*, *LOD200*, *LOD300*, *LOD400* и наивысший *LOD500*. Эти коды соответствуют стадиям проекта. Например, на этапе вариантного проектирования линейного объекта допускается присвоение кода *LOD100*. Это означает, что соответствующего уровня проработки на этой стадии будет достаточно для принятия итогового варианта для дальнейшей разработки проекта. Рассмотрим подробнее каждый из уровней проработки для более четкого понимания их границ.

#### ***LOD100* – Концептуальный**

Элемент модели может быть графически представлен с помощью символа или другого общего представления. Информация, относящаяся к элементу модели, может быть получена из других элементов модели, но считается приблизительной.

#### ***LOD200* – Приблизительная геометрия**

Элемент модели графически представлен в модели как общая система, объект или сборка с приблизительной формой, размером, расположением и ориентацией.

#### ***LOD300* – Точная геометрия**

Элемент модели графически представлен в модели как конкретная система, объект или сборка с точки зрения количества, размера, формы, местоположения и ориентации. Атрибутивная информация также может быть присоединена к элементу модели. Исходная точка проекта определена, и элемент расположен точно относительно фактической точки на местности.

#### ***LOD400* – Готовая к строительству модель**

Элемент модели графически представлен в модели как конкретная система, объект или сборка с точки зрения размера, формы, местопо-

ложения, количества и ориентации с полной атрибутивной информацией о материалах и требованиях к ним, поставщике и изготовителе. Атрибутивная информация присвоена к каждому элементу и является точной технической составляющей информационной модели.

### **LOD500 – Модель существующего готового объекта, введенного в эксплуатацию**

Элемент модели представляет собой точную копию с реального объекта на местности с точки зрения размера, формы, расположения, количества и ориентации. Атрибутивная информация дополнена необходимыми параметрами для успешной эксплуатации объекта инфраструктуры.

В связи с этим ещё до начала работ необходимо четко определять оптимальный уровень проработки той или иной стадии проекта для достижения поставленных целей в кратчайшие сроки и без дополнительных затрат на чрезмерное моделирование.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что применение *BIM*-технологии является новым важным направлением в проектно-строительной отрасли. Благодаря развитию современного подхода наблюдается исключение систематических ошибок на этапах проектирования, которые приводили в дальнейшем к излишним затратам на стадии строительства.

Применение данной технологии и разграничение уровней проработки проектов исключает переработки и облегчает труд проектировщиков различных направлений.

### **Литература**

1. Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1431 «Об утверждении Правил формирования и ведения информационной модели объекта капитального строительства, состава сведений, документов и материалов, включаемых в информационную модель объекта капитального строительства и представляемых в форме электронных документов, и требований к форматам указанных электронных документов, а также о внесении изменения в пункт 6 Положения о выполнении инженерных изысканий для подготовки проектной документации, строительства, реконструкции объектов капитального строительства» (с изменениями и дополнениями). URL:<https://base.garant.ru/74644278/> (дата обращения 08.11.2022).

2. Распоряжение Минтранса России от 17.09.2020 № АК-177-р «О подготовке проектной документации с использованием технологии информационного

моделирования». URL:<https://legalacts.ru/doc/rasporjzhenie-mintransa-rossii-ot-17092020-p-ak-177-r-o-podgotovke/> (дата обращения 08.11.2022).

3. *Таланов В. В.* Основы BIM: введение в информационное моделирование зданий // ДМК-Пресс. 2011 г. URL:<https://studylib.ru/doc/6223984/osnovy-bim.-vvedenie-v-informacionnoe-modelirovanie-zdanij/>

4. Руководство по информационному моделированию (BIM) для заказчиков на примере промышленных объектов // ООО «КОНКУРАТОР». 2019 г. URL:<https://infrabim.csd.ru/upload/news/bim-standart-dlia-zakazchikov-na%20primere-promyshlennogo-obiekta.pdf/>

**УДК 625.768**

*Татьяна Васильевна Самодурова,*  
д-р техн. наук, профессор  
*Сергей Анатольевич Тимошук,*  
магистр  
*Александра Олеговна Степанова,*  
магистр  
(Воронежский государственный  
технический университет)  
*E-mail: samodurova@vgasu.vrn.ru*

*Tatiana Vasilevna Samodurova,*  
Dr. Sci. Tech., Professor  
*Sergey Anatolevich Timoshuk,*  
master's degree  
*Aleksandra Olegovna Stepanova,*  
master's degree  
(Voronezh State  
Technical University)  
*E-mail: samodurova@vgasu.vrn.ru*

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОДСИСТЕМЫ ПОГОДНОГО МОНИТОРИНГА НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ**

### **ROAD WEATHER SYSTEM DESIGNING ON HIGHWAYS**

Основная цель проводимых исследований – выбор технических средств для дорожного погодного мониторинга и обоснование мест установки автоматических дорожных метеостанций на проектируемых участках автомобильных дорог. Проанализирован зарубежный и отечественный опыт использования систем погодного дорожного мониторинга и их влияние на безопасность движения. Приведено сравнение различных дорожных датчиков. Оценены их достоинства и недостатки.

Проектирование подсистемы погодного мониторинга произведено для конкретного участка реконструкции участка дороги и транспортной развязки в Ленинградской области. Учтены особенности дорожных, климатических условий и придорожной ситуации.

*Ключевые слова:* автомобильная дорога, зимнее содержание, погодный мониторинг, автоматическая дорожная метеостанция, дорожный датчик.

Consider the technical means for road weather monitoring system. The installation sites of automatic road weather stations on the highways were determined. The foreign and domestic experience of using weather road monitoring systems and their impact on traffic safety have been discussed. Various types of road sensors were compared.

The weather monitoring system design was carried out on the reconstruction section of road and interchange in the Leningrad region. The peculiarities of road, climatic conditions and roadside situation are taken into account.

*Keywords:* highway, winter maintenance, road weather monitoring, automatic road weather station, road sensor.



В перечне национальных проектов, утвержденных указом Президента России на период до 2024, особое место для дорожно-транспортного комплекса занимает проект «Безопасные и качественные дороги», которым предусмотрены мероприятия, способствующие повышению пропускной способности существующих автомобильных дорог в России и обеспечению безопасности движения. Достижению целей данного проекта способствует развитие интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [1].

В зимний период проблема повышения безопасности движения становится наиболее актуальной из-за высокой вероятности снижения сцепных качеств дорожных покрытий при образовании зимней скользкости. На скользком покрытии снижается скорость движения транспортных средств и пропускная способность дороги.

Для своевременного проведения работ по борьбе с зимней скользкостью необходима информация, которая поступает от дорожных погодных систем, входящих в состав ИТС. Национальным стандартом РФ ГОСТ Р ИСО 14813-1-2011 мониторинг погодных условий на дорогах предусмотрен в качестве одной из основных ее сервисных услуг [2].

В связи с актуальностью проблемы повышения безопасности движения в сложных погодных условиях авторами рассмотрены перспективы развития подсистемы дорожного погодного мониторинга, проанализированы технические средства и датчики, предоставляющие информацию для организации работ по зимнему содержанию и управлению движением при образовании зимней скользкости.

Дорожная погодная система должна предоставлять не только точную текущую метеорологическую и дорожную информацию, но и выработанные на основе ее обработки производственно-технологические предупреждения, адаптированные по конкретному участку дороги – температуру и состояние дорожного покрытия, в том числе на мостах, эстакадах, в туннелях [3].

Специфика современного дорожного метеорологического обеспечения заключается в том, что с помощью получаемой информации дорожные организации должны проводить профилактические мероприятия по предупреждению образования скользкости на дорожном покрытии.

В этой связи, проблемы эффективного контроля и управления специальным транспортом Дорожных Эксплуатационных Предприятий (ДЭП), проводящих работы по содержанию, актуальны и для транс-

портных предприятий и для пользователей дорог, а контроль за состоянием дороги становится одним из способов эффективного управления дорожным хозяйством.

В придорожной полосе создается свой особый микроклимат, поэтому для оценки состояния дорожного покрытия недостаточно информации, которую можно получить от предприятий Росгидромета. Общие прогнозы погоды разрабатываются для больших территорий с достаточно большими временными интервалами по заблаговременности, что не позволяет оперативно принимать решения по выбору технологии проведения работ [4].

Прогнозы погоды общего назначения не учитывают особенности микроклимата, формирующегося в пределах полосы отвода и в непосредственной близости от дорожного покрытия.

Современные тенденции развития специализированного дорожного метеорологического обеспечения связаны с автоматизацией процессов сбора, передачи, обработки метеорологических и дорожных данных. Такая информация поступает со специальных датчиков автоматических дорожных метеостанций (АДМС), размещенных вдоль дороги. На начальном этапе развития дорожных метеосистем АДМС целесообразно оборудовать следующим минимальным комплектом датчиков: дорожный датчик; датчики температуры и относительной влажности воздуха, скорости и направления ветра, осадков.

Набор датчиков может определяться для каждой АДМС индивидуально в зависимости от конкретных условий в месте ее установки.

При проектировании мест установки АДМС возможны два основных подхода:

- размещение на участках дорог, где существует высокая вероятность и повторяемость возникновения скользкости;
- размещение на типичных участках дорог, что позволяет экстраполировать данные измерений дорожных датчиков.

Наиболее ценным по информации в АДМС является дорожный датчик. Информация, полученная с дорожных датчиков, позволяет оценить температуру поверхности и состояние дорожного покрытия в режиме реального времени. В настоящее время известно четыре основных типа дорожных датчиков: активные, пассивные, дистанционные (бесконтактные) и мобильные. Их сравнительная характеристика приведена в табл. 1.

Таблица 1

Сравнительная характеристика дорожных датчиков

Вид датчика	Измеряемые параметры	Достоинства	Недостатки
Пассивный	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Температура поверхности дороги</li> <li>– Состояние дороги (сухо/влажно/ мокро/лед )</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Простая конструкция</li> <li>– Более низкая стоимость по сравнению с другими типами датчиков</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Не предупреждает об опасности обледенения</li> <li>– Находится в покрытии и подвергается механическому воздействию транспорта</li> <li>– При наличии снежного наката неинформативен</li> </ul>
Активный	То же	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Дает предупреждение об опасности обледенения покрытия</li> <li>– Используется для любых типов антигололедных реагентов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Более дорогостоящий</li> <li>– Находится в покрытии и подвергается механическому воздействию транспорта</li> <li>– При наличии снежного наката датчик неинформативен</li> </ul>

<p>Бесконтактный</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Толщина водяной пленки</li> <li>– Температура поверхности дороги</li> <li>– Наличие и толщина слоя снега</li> <li>– Сцепные качества покрытия</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Отсутствие необходимости установки датчика в дорожное покрытие</li> <li>– Определяет наличие и толщину слоя снега</li> <li>– «Обучается» различным погодным ситуациям</li> <li>– Предоставляет информацию «сцепление/трение»</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Более низкая точность измерения температуры поверхности дороги (<math>\pm 0,8</math> °C)</li> <li>– Датчик является «интеллектуальным» и требует «обучения» по специальным алгоритмам</li> <li>– Самый дорогостоящий</li> </ul>
<p>Мобильный</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Состояние поверхности дороги</li> <li>– Температура поверхности дороги</li> <li>– Сцепление (трение)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Ведёт термокартрирование в реальном времени</li> <li>– Позволяет оптимизировать маршруты спецтехники и расход противогололедных реагентов</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Более низкая точность измерения температуры поверхности дороги (<math>\pm 0,8</math> °C)</li> <li>– Непостоянная работа на дороге</li> <li>– Высокая стоимость</li> </ul>

К техническим средствам можно отнести и системы автоматического распределения противогололедных реагентов. Они связаны с дорожными метеостанциями и работают по информации дорожных датчиков. Первым разработчиком такой системы стала швейцарская фирма BOSHUNG MECATRONIC. В этих системах растворы противогололедных реагентов подаются через специальные форсунки в начале формирования ледяных отложений, которые зафиксировали дорожные датчики. Распределительные устройства обеспечивают распыление раствора по поверхности дорожного покрытия по команде, поступающей от насосной станции [4].

Изложенные выше основные положения по выбору датчиков и мест их установки были реализованы при разработке проекта реконструкция путепроводной развязки комплекса защитных сооружений Санкт-Петербурга от наводнений и Кронштадтского шоссе. Объект проектирования расположен на острове Котлин и представляет собой транспортную развязку в разных уровнях на пересечении ФСАД и Кронштадтского шоссе.

В связи с народно-хозяйственной важностью проектируемого объекта и высокой перспективной интенсивностью движения, а также из-за климатических особенностей района прохождения сооружения (зона повышенной влажности воздуха), особого решения требуют вопросы обеспечения безопасности движения и содержания в сложных погодных условиях. Как показали поисковые исследования, наиболее перспективным следует считать развитие подсистемы погодного мониторинга.

В соответствии с результатами анализа технических средств погодного мониторинга, для установки на объекте проектирования предлагается два комплекта датчиков для АДМС. В качестве дорожного датчика предлагается бесконтактный, так как он имеет больше преимуществ перед другими видами датчиков. Состав датчиков приведен в табл. 2.

Таблица 2

## Состав комплектов датчиков для системы погодного мониторинга

Перечень датчиков	
Комплект № 1	Комплект № 2
температуры воздуха	температуры воздуха
относительной влажности воздуха	относительной влажности воздуха
скорости и направления ветра	скорости и направления ветра
осадков, для измерения интенсивности, суммарного количества и вида осадков	–
атмосферного давления	–
видимости (видеокамера)	видимости (видеокамера)
бесконтактный дорожный	бесконтактный дорожный

Различие в наборах датчиков связано с тем, что такие параметры, как атмосферное давление и осадки более однородны, чем остальные.

Подходы к развязке расположены в непосредственной близости к водному объекту, что оказывает значительное влияние на состояние покрытия в различных погодных условиях. В связи с этим, предлагается одну АДМС с комплектом датчиков № 1 разместить на подходе к развязке со стороны защитных сооружений.

Транспортные развязки – места повышенного внимания при организации движения. Путепроводы являются наиболее опасными местами по гололедообразованию из-за особенностей температурного режима покрытия, так как оно расположено высоко над поверхностью земли. Обычное дорожное покрытие меняет температуру в зависимости от температуры земной поверхности и прилегающей прослойки воздуха, тогда как температура покрытия, являющегося частью развязки, уже будет зависеть от температуры воздуха на соответствующей высоте. В связи с этим, предлагается разместить

АДМС с комплектом датчиков № 2 на транспортной развязке между обособленными съездами. Дополнительно к дорожным датчикам в составе АДМС предлагается установить отдельно стоящие дорожные датчики на съездах.

Схема установки датчиков приведена на рисунке.

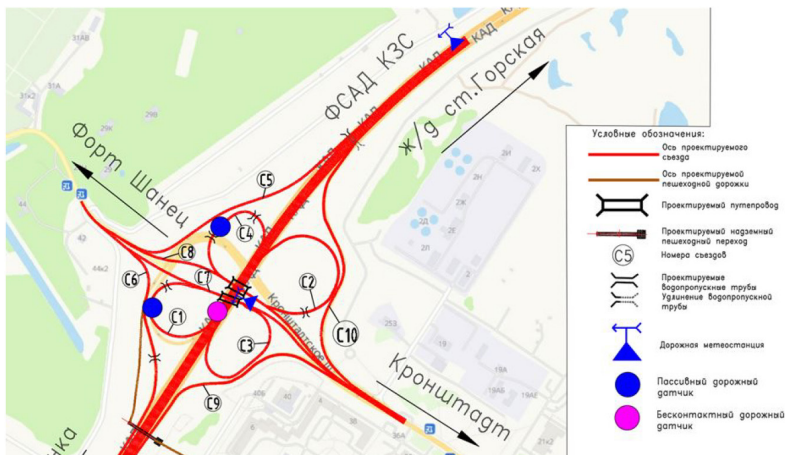


Схема установки технических средств погодного мониторинга

## Выводы:

1. Анализ технических средств позволил определить набор датчиков, которые войдут в систему погодного мониторинга и обосновать их выбор.
2. Проведен сравнительный анализ дорожных датчиков и их возможностей в измерении дорожных параметров. Установлено, что в качестве дорожного датчика наиболее целесообразно использовать бесконтактные, имеющие значительные преимущества.
3. По результатам исследований предложены варианты размещения технических средств погодного мониторинга для реального объекта, выбор которого обусловлен его народно – хозяйственной важностью и сложными климатическими условиями его местонахождения.

### Литература

1. *Евстигнеев И. А.* Основы создания интеллектуальных транспортных систем на автомобильных дорогах федерального значения России. М. : Издательство «Перо», 2016. 260 с.
2. ГОСТ Р ИСО 14813-1-2011 Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 1. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы. Введ. 2012-03-01. URL: <http://dokipedia.ru> (дата обращения 27.03.2022).
3. *Самодурова Т. В.* Оперативное управление зимним содержанием дорог: Научные основы. Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2003. 168 с.
4. *Самодурова Т. В.* Метеорологическое обеспечение зимнего содержания автомобильных дорог / Ассоциация «РАДОР». М. : ТИМР, 2003. 183 с.



УДК 625.7

Юрий Николаевич Смирнов,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: smirnovyura2010@yandex.ru

Yurii Nikolaevich Smirnov,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: smirnovyura2010@yandex.ru

## СРЕДСТВА И МЕТОДЫ УСПОКОЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ

### MEANS AND METHODS OF TRAFFIC CALMING

В статье рассматривается проблема безопасности и организации дорожного движения и возможные методы ее решения. Одной из таких мер является успокоение движения. Исследование зарубежной литературы и опыта в строительстве, позволило выявить основные виды средств и методов успокоения движения, область применения и их эффективность.

*Ключевые слова:* безопасность дорожного движения, успокоение движения, дорожно-транспортное происшествие, скорость, «лежачие полицейские», кольцевые пересечения.

In this paper discusses the problem of safety and organization of traffic and possible methods of its solution. One of these measures is the calming of the movement. The study of foreign literature and experience in construction allowed to identify the main types of means and methods of calming movement, the scope of application and their effectiveness.

*Keywords:* road traffic safety, traffic calming, traffic accident, speed, speed bumps, roundabouts.

Проблема обеспечения безопасности и организации дорожного движения привлекает большое внимание в связи с ростом автомобилизации, а также в связи с высокой смертностью и со значительными материальными потерями при дорожно-транспортных происшествиях.

С каждым годом количество транспортных средств стремительно увеличивается, что несомненно приводит к увеличению дорожно-транспортных происшествий.

Несмотря на огромные усилия, которые предпринимаются для сокращения числа погибших и травмированных в ДТП, безопасность дорожного движения продолжает оставаться насущным вопросом, который волнует многих людей во всем мире.

Скорость является ключевым фактором в серьезных авариях с участием пешеходов, с её увеличением возрастает риск летального исхода и получения тяжелых травм. Была установлена зависимость между риском гибели пешеходов и скоростью движения транспортного средства (рис. 1) из которой видно, что когда транспортные средства движутся со скоростью ниже 30 км/ч, вероятность столкновений между транспортными средствами и пешеходами гораздо меньше, а если они и происходят, то обычно не приводят к смерти.

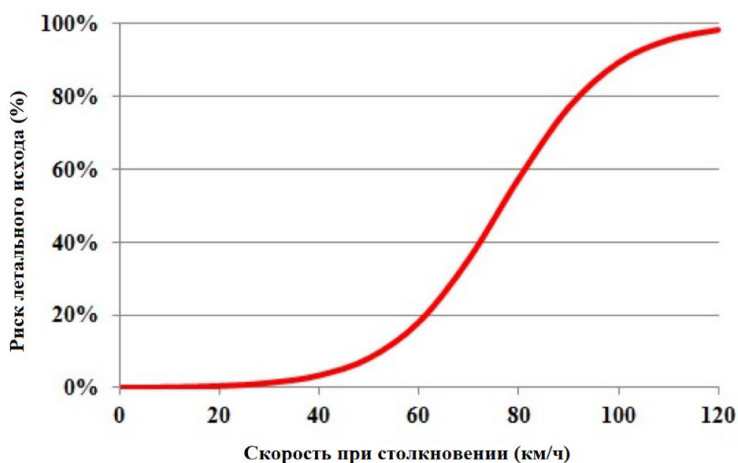


Рис. 1. Зависимость риска летального исхода от скорости столкновения

Идея ограничения скорости автомобилей в центрах старых городов и некоторых других районах агломерации родилась в голландском городе Зутермере в начале 1970-х годов, хотя первым городом с таким решением был шведский Гетеборг (конец 1960-х годов). Идея заключалась в том, чтобы увеличить в городе количество пешеходов за счёт сокращения транзитного движения транспортных средств. Это должно было обеспечивать так называемое общее пространство, где дороги и тротуары не разделены, а также оно должно было стать местом встреч, общения и игр, а не загазованной, шумной и опасной улицей. Благоустройство и дизайн нового типа улиц получил название *Woonerf* (в переводе “жилой двор”).

В связи с предложениями по успокоению трафика, инженеры стали учитывать и другие функции улиц. В градостроительных публикациях стали часто использоваться термин *liveable streets* (в переводе “удобные для жизни улицы”). Концепция *liveable streets* подразумевает баланс интересов различных пользователей пространства улицы. В настоящее время эту концепцию стали внедрять в нормы проектирования (США, Канада, Англия).

В книге *Livable Streets* Дональда Апплеярда [1] было представлено исследование, которое показало, что автомобильное движение серьезно ухудшает социальные и рекреационные функции улиц. Жители улиц с менее интенсивным движением имели в среднем на троих друзей и в два раза больше знакомых, чем люди на улицах с высокоинтенсивным движением.

Институт транспортной инженерии (ITE) описывает «успокоение движения» (*traffic calming*) как: «комбинация физических мер, которая уменьшает негативные последствия использования автомобилей и улучшает условия для других пользователей улицы» [2].

Основной стратегией успокоения движения является возможность одновременного сочетания контроля скорости и ограничения транзитного движения через исторический центр города или жилой район. Это достигается изменением улично-дорожной сети, то есть реконструкцией и благоустройством улиц (рис. 2, 3), а также техническими мероприятиями по организации дорожного движения.

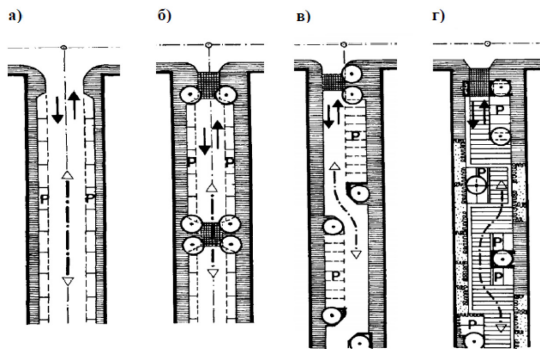


Рис. 2. Зоны успокоения движения: а – исходная улица до введения мер; б–г – варианты реконструкции улицы



Рис. 3. Примеры размещения зеленых насаждений и элементов благоустройства

Идея заключается в том, чтобы снизить скорость до безопасных величин, обычно она составляет 30 км/ч, поэтому зону иногда называют «зоной 30 км/ч». Улицы не закрыты в отличие от пешеходных улиц, но препятствуют транзитному движению транспортных средств за счёт использования сложной геометрии улиц, сужения дороги, чаще всего до одной полосы, в том числе и за счёт создания препятствий на проезжей части (зеленые зоны, трамвайные островки, барьеры, неровности, памятники, фонтаны). Все это очеловечивает уличное пространство, психологически влияет на водителей и не дает им ездить быстро и агрессивно.

По результатам изучения узконаправленной литературы самыми распространенными видами средств и методов успокоения движения являются:

- использование искусственных неровностей;
- применение приподнятых пешеходных переходов;
- перекрытие половины проезжей части;
- применение кольцевых пересечений.

Искусственные неровности (ИН) – (так называемые «лежачие полицейские») их использование широко распространено во всем мире, чаще всего они располагаются по всей ширине проезжей части в тех местах, где необходимо снижение скорости движения транспортных средств. Хотя «лежачие полицейские» – недорогая и эффективная мера для снижения скорости транспортных средств, но их использование приводит к нанесению ущерба окружающей среде, который связан

с выбросами вредных веществ автомобилями при резком торможении перед лежачим полицейским и наборе скорости после его проезда. Также в некоторых случаях ИН приводят к повреждению транспортного средства. Связано это с тем, что они могут быть слишком высокие или иметь слишком резкий угол наклона.

Берлинская подушка – разновидность искусственной неровности, чем-то похожая на лежачий полицейский, но является инновационным средством успокоения движения (рис. 4).



Рис. 4. Искусственная неровность «берлинская подушка»

Отличие «берлинской подушки» от лежачего полицейского заключается в том, что она более компактна и занимает не всю проезжую часть. Автомобили с широкой колесной базой (автобусы, грузовики) проезжают участок незаметно и с комфортом, а легковые машины обязаны снижать скорость перед преодолением такого препятствия. При этом благодаря более плавной форме конструкции подвеска автомобиля не страдает. Подобные устройства изготовлены из ударопрочного пластика, имеют выпуклую форму, выдерживают резкие перепады температур и осадков.

Приподнятые пешеходные переходы по сути являются искусственной неровностью, заставляющей автомобилистов снижать ско-

рость. Верхнюю часть окрашивают цветом, отличающимся от цвета проезжей части для привлечения внимания. Так как такие переходы находятся на одном уровне с тротуаром, водители чаще уступают дорогу пешеходам. Благодаря этому средняя скорость движения снижается на 18–20 %. Несмотря на все преимущества, местные жители жалуются на постоянный шум при проезде автомобилей через такие препятствия.

Перекрытие половины проезжей части осуществляется посредством установки барьеров или иных препятствий на коротком участке на одной из полос движения двухполосной проезжей части улицы (рис. 5).



Рис. 5. Вариант перекрытия половины проезжей части

Данный вид мероприятий эффективен как средство снижения скорости и интенсивности дорожного движения, но в то же время может вызывать затруднение для движения машин скорой помощи и аварийно-спасательных служб. Также недобросовестные водители могут переезжать такие препятствия, не снижая скорость, в случае неудачного проектирования.

Кольцевые пересечения представляют собой перекрестки, в центре которых расположены островки малого диаметра (возможно,

с элементами озеленения и ландшафтного дизайна), вокруг которых осуществляется движение транспортных средств (рис. 6).



Рис. 6. Малые кольцевые пересечения

Они чрезвычайно эффективны как средство снижения аварийности. Так, в США и странах Европы после реконструкции обычных нерегулируемых перекрестков в мини-кольцевые пересечения количество аварий за год снизилось на 40–80 %. Такое снижение аварийности достигается благодаря уменьшению конфликтных точек с 32 до 8 по сравнению с обычным перекрестком. Немаловажно и то, что кольцевые пересечения визуально привлекательны с точки зрения благоустройства города.

В заключение, можно сделать следующие выводы:

1. Основными показателями эффективности дорожного движения является скорость и безопасность. Разнопрофильные специалисты и организации совместно трудятся над гармоничным соотношением этих показателей, что поможет увеличить эффективность дорожного движения в несколько раз.

2. Успокоение движения как средство контроля скорости и интенсивности движения получило очень широкое распространение, также оно признано одним из самых эффективных мер по повышению безопасности движения. В настоящее время зоны успокоения движения являются стандартными в центрах и старых городах высокоразвитых стран, особенно в Европе. Они также появляются в США и в более богатых странах Азии.

3. Этот вид мероприятий очень редко рассматривался в российской градостроительной литературе и фактически не применялся в нашей стране. Для внедрения зон успокоения движения в нашей стране должна быть проделана большая работа по разработке нормативной документации и реконструкции улиц местного значения.

#### **Литература**

1. *Donald Appleyard, M. Sue Gerson, Mark Lintell.* Livable Streets. University of California Press. 1981. 384 s.

2. *Куприянова А. Б.* Методы успокоения движения. – М., 2009. 26 с. Деп. в ВИНТИ 24.12.09; № 821.

3. [https://www.mdpi.com/1996-1073/14/23/8146/html/](https://www.mdpi.com/1996-1073/14/23/8146/html)

4. *Бутузова А. Б., Лыткина А. А.* Технические и планировочные приемы успокоения движения. 2014. 138-142 с. ВЕСТНИК ИрГТУ; № 6.

5. *Охотников В. И.* Успокоение дорожного движения как средство повышения безопасности дорожного движения. – М., 2013. 27–29 с. Известия вузов; № 2.

6. *Михайлов А. Ю., Головных И. М.* Современные тенденции проектирования и реконструкции улично-дорожных сетей городов. – Новосибирск : Наука, 2004. – 267 с.

7. *Липницкий А. С.* Исследование эффективности применения мини-колец и компактных колец при организации дорожного движения. – М., 2009. 57–61 с.

8. *Prinz D.* Stadtebau: Band 1: Stadtebauliches Entwerfen. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart-Berlin-Köln, 1995. – 224 s.

9. [https://polymeridn.ru/berlinskie\\_podushki\\_lezhachie\\_policeyskie/](https://polymeridn.ru/berlinskie_podushki_lezhachie_policeyskie/)

10. *Михайлов А. Ю., Куприянова А. Б.* Зоны успокоения движения. 6 с.



**УДК 625.7/.8**

*Ильшат Ахнафович Шангараев,*  
студент  
*Руслан Валитович Разяпов,*  
старший преподаватель  
(Уфимский государственный  
нефтяной технический университет)  
*E-mail: shanngaraev.is.60@mail.ru,*  
*rusla777@yandex.ru*

*Ilshat Akhnafovich Shangaraev,*  
student  
*Ruslan Valitovich Razyapov,*  
senior lecturer  
(Ufa State Petroleum  
Technological University)  
*E-mail: shanngaraev.is.60@mail.ru,*  
*rusla777@yandex.ru*

## **ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ПРОМЫСЛОВОЙ ДОРОГИ**

### **LIFE CYCLE OF SITE ACCESS ROAD**

Промысловыми именуют дороги, соединяющие между собой объекты нефтегазовой отрасли. В отличие от дорог общего пользования, они эксплуатируются несколько в ином режиме и по ним передвигается по большей части тяжёлая техника. Собственно этим и обусловлены некоторые конструктивные спецификации этого покрытия.

*Ключевые слова:* промышленные дороги, строительство дорог, эксплуатация дорог, покрытие дороги, георешетки.

Field roads are roads connecting oil and gas industry facilities. Unlike public roads, they are operated in a slightly different mode and for the most part heavy equipment moves along them. Actually, this is the reason for some of the design specifics of this coating.

*Keywords:* field roads, road construction, road maintenance, road surface, geogrids.

### **Введение**

К промышленным относятся дороги, обеспечивающие транспортной связью нефтегазопромысловые объекты. Структура сети промышленных дорог должна определяться совместно с системами сбора, транспорта, подготовки нефти и газа и электроснабжения.

Промысловые дороги нефтяных и газовых промыслов, как правило, должны размещаться на одной полосе (в одном коридоре) с другими нижележащими коммуникациями (нефтепроводы, газопроводы,

водоводы, линии электропередач и т. д.). Выбор положения для размещения коммуникаций в плане должен определяться генеральной схемой или перспективным планом развития нефтегазодобывающих промыслов с учетом расположения дороги в наиболее благоприятных топографических, инженерно-геологических и гидрологических условиях. В связи с узкой рассматриваемой спецификой, источники информации о промысловых дорогах закрыты, так как, как правило, промысловые дороги являются собственностью нефтяной компании, и статистику по наличию своих активов не распространяет. Информацию такую можно получить из закрытых источников, доступные были сведения ПАО АНК Башнефть, приведены ниже. Рассмотрим крупные месторождения Башнефти: 1) Соровское месторождение промысловых дорог – 62 км, зимних дорог – 57,3 км; 2) Месторождение Р. Требса и А. Титова промысловых дорог – 51 км зимних дорог – 250 км; 3) НМР Ванкор промысловых дорог – н/д, – зимних дорог – 210 км.

Исходя из данных что в РФ 2157 месторождений нефти и газа то предположим, что средняя доля промысловых дорог на 1 месторождение – 55 км, итого по РФ численность промысловых дорог составляет 118 635 км.

Специфические особенности промысловых дорог связаны в первую очередь с высокими нагрузками при эксплуатации, а также строгими требованиями к безопасности на промышленных объектах. Основными критериями эксплуатации промысловых дорог является устойчивость к агрессивным факторам внешней среды и исключительная долговечность, позволяющая уменьшить затраты на сезонный ремонт промысловых дорог.

Проблема автодорожного обеспечения строительства и эксплуатации нефтегазовых объектов становится определяющей. В этой проблеме значительная роль отведена промысловым дорогам и технологическим подъездным путям, обеспечивающим достаточно низкую себестоимость перевозок и круглогодичную проезжаемость при выполнении аварийных, ремонтно-профилактических работ и надзора за состоянием нефтегазовых объектов.

## Жизненный цикл промысловой дороги

Промысловые дороги эксплуатируются сверх отведённого им эксплуатационного срока, не подвергаясь плановым ремонтным работам. В связи с этим инженеры-проектировщики нередко наделяют подобное покрытие повышенными прочностными характеристиками, производя укрепление дорожных одежд объёмными георешётками. Такой подход позволяет продлить эксплуатационный срок дорожного покрытия и вместе с тем снизить толщину полотна. При грамотном проектировании и правильном размещении геосинтетической прослойки между нижним слоем дорожных одежд и земляным полотном, можно добиться предельной прочности автомобильных дорог нефтяных и газовых промыслов. С целью укрепления откосов и обочин дорожные инженеры также прибегают к использованию геосинтетики. Помимо объёмных георешёток, популярным продуктом для промышленного строительства является геотекстиль – полотно из бесконечных полимерных нитей, создающее эффективный разделительно-дренажный слой между дорожными одеждами и пучинистым грунтом. Применение комбинации георешёток и геотекстильного полотна особенно рекомендовано при создании промысловых дорог на нестабильных грунтах гравийно-песчаного типа. В процессе создания дорожных одежд каждый слой стройматериала отделяется прослойкой геополотна, не допускающей перемешивания слоев и препятствующей просадке и деформации дорожного покрытия. Применение современных материалов при строительстве выгодный и современный способ в несколько раз снизить затраты на ремонт и обслуживание промысловых дорог газовых и нефтяных промыслов, повысить общую рентабельность промышленных объектов и обеспечить высокий уровень безопасности при транспортировке промышленного сырья.

Рассмотрим вариант строительства промысловых дорог в болотистой местности. Строительство на торфах требует дополнительных мероприятий, для создания устойчивого основания и равномерной осадки используются обоймы грунта (грунт заключенный в геотекстильный материал) такая конструкция позволяет равномерно насыпать лечь на минеральное дно, торф равномерно сжимается и представляет несущий слой для конструкции в целом. При нарушении

технологии строительства (сезонности строительства, укладки выравнивающего слоя, нарушения укладки геотекстильного материала) возможны поднятия болотной толщи вдоль дороги (из-за ее наполнения водой и нарушения циркуляции микро струй к тяготению воды – озера, реки) топо отметки местности увеличиваются что приводит нарушения руководящей отметки и подтопления проезжей части. Вымывание песка из основания насыпи, тем самым вызывается постоянная осадка насыпи и досыпка грунта (при условии, что дорожная одежды еще уложена).

Специфические особенности промышленных дорог связаны в первую очередь с высокими нагрузками при эксплуатации, а также строгими требованиями к безопасности на промышленных объектах. Основными критериями эксплуатации промышленных дорог является устойчивость к агрессивным факторам внешней среды и исключительная долговечность, позволяющая уменьшить затраты на сезонный ремонт промышленных дорог. К особенностям можно отнести:

- На территории России большинство промышленных дорог строятся в геологических условиях, относящихся к категории проблемных (промерзающие почвы, нестабильный грунт, сложные погодные условия);

- Внутренние промышленные дороги используются для прохода спецтехники и подвоза стройматериалов для возведения основной промышленной площадки. По этой причине их строительство становится первым этапом при создании промышленного объекта и должно осуществляться в сжатые сроки;

- Дороги на территории газовых и нефтяных промыслов в большинстве случаев проходят на одной полосе с нефтепроводами и газопроводами, а также различных инженерных коммуникаций;

- В связи с крупными масштабами грузоперевозок и использованием тяжелого транспорта нагрузки на промышленную дорожную сеть значительно превышают нагрузки на обычные автодороги, для пассажирского транспорта;

- Крупные затраты на сезонный ремонт промышленных путей снижают рентабельность промышленной площадки, в связи с чем для строительства промышленных автодорог используются максимально долговечные и безопасные дорожно-строительные материалы;

- В связи с близостью пожароопасных объектов, промышленные дороги должны обладать высокой огнестойчивостью (использование пеноплекса для теплоизоляции вечномерзлых грунтов – может быть не пожаробезопасным);

- В зависимости от капитальности промышленная дорога должна иметь срок службы от 5 до 10 лет.

Эксплуатация при вечномерзлых грунтах (ВМГ) в основании, для того чтобы сохранить устойчивое состояние основания и исключить растепления ВМГ при строительстве закладывают теплоизолирующие материалы, тем самым поддерживают низкую температуру круглый год в основании дорог. При необходимости, для того чтобы уменьшить ареал растепления под откосами дорог, дополнительно предусматриваются насыпные бермы вдоль всех откосов промышленных дорог. Мероприятия по эксплуатации связаны с наблюдением процессов растепления, предотвращения разрушения основания насыпи и при необходимости устройство теплоизолирующих прослоек на данных участках.

Еще одна особенность эксплуатации промышленных дорог состоит в эрозии откосов насыпи, при строительстве используют несколько вариантов укрепления откосов насыпи, от засева трав до укрепления плитами бетонными или биоплитами, в которых за короткий летний сезон успевает прорасти укрепление откоса и семян травы. Так как, обычный способ проращивания травы не всегда является эффективным, как правило насыпь отсыпают в таких условиях из местного грунта (песка) то в песке плохо прорастают семена, используют тофопесчанную смесь, но из-за короткого лета семена вырасти не успевают и при наступлении осени и зимы попросту семена сдувает ветром. А при наступлении весны не защищенный откос подвержен водной и ветряной эрозии. При эксплуатации участки с отсутствующим укреплением откоса требуется восстанавливать.

### **Практическое применение**

Практическое применение промышленных дорог можно найти в Арктике, Таймыр Норильский. При соблюдении использовании в проекте инновационных материалов, при соблюдении проектных

решений, и не нарушении технологии строительства промышленных дорог такой вид строительства может зарекомендовать себя как надежное и экономически выгодное решение задачи по транспортировке материалов и оборудования при обустройстве нефтяных месторождений. Так как строение данного типа предусматривает не большой жизненный цикл (на время эксплуатации месторождения) то и инвестирования и последующую эксплуатацию (транспортировка дорогостоящих материалов и техники в отдаленные районы месторождения) требуется минимизировать, а для этого изначально сформировать надежную конструкцию при минимальных затратах. Отличия труднодоступных территория для строительства промышленных дорог заключается в том, что материалы для строительства будут преимущественно привезенные, местных дорожно-строительных материалов пригодных для строительства очень мало. Этим и обусловлено применение промышленных дорог в Арктике, Таймыре и Норильске. Достаточным по габаритам может оказаться однополосное движение с устройством периодических разъездных площадок. С устройством устойчивого основания. Для этого применяют современные материалы – георешетку и геосинтетические материалы, которые имеют ряд преимуществ для строительства промышленных дорог.

### **Заключение**

Таким образом, промышленные дороги играют большую роль в нефтегазовой промышленности. Применение современных материалов при строительстве выгодный и современный способ в несколько раз снизить затраты на ремонт и обслуживание промышленных дорог газовых и нефтяных промыслов, повысить общую рентабельность промышленных объектов и обеспечить высокий уровень безопасности при транспортировке промышленного сырья.

### **Литература**

1. СП 37.13330.2012 Промышленный транспорт.
2. Инструкция по проектированию и строительству промышленных дорог нефтяных и газовых промыслов западной Сибири ВСН 26-90.

---

---

**ОБЪЕДИНЕННАЯ СЕКЦИЯ ДОРОЖНЫХ**  
**И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН**  
**И ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**  
**АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

УДК 62-192

*Дарья Андреевна Андреева,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: evamoriati@gmail.com*

*Daria Andreevna Andreeva,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: evamoriati@gmail.com*

**ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ**  
**НАЗЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ**  
**МАШИН С ПОМОЩЬЮ РЕКУПЕРАЦИИ**  
**ЭНЕРГИИ ТОРМОЖЕНИЯ**

**INCREASING THE EFFICIENCY**  
**OF GROUND-TRANSPORT TECHNOLOGICAL**  
**MACHINES WITH THE HELP**  
**OF BRAKING ENERGY RECOVERY**

В статье анализируются грузоперевозки, их важность для экономики страны. Представлен метод повышения топливной экономичности и экологичности грузовых автомобилей. Обосновано, что для повышения топливной и экологической экономичности грузового автомобиля следует внедрять и использовать рекуперацию энергии торможения. Выполнена статистическая оценка грузоперевозок по стране. Представлены формулы для общего расчета возможной возвращаемой энергии торможения для различных грузовых транспортных средств. Приведен пример в виде расчета рекуперации энергии торможения для конкретного автомобиля, что подтверждает эффективность данного метода повышения топливной экономичности.

*Ключевые слова:* топливная экономичность, рекуперация энергии торможения, грузовой автомобиль, эффективность, грузоперевозки.

The article analyzes cargo transportation, its importance for the country's economy. The method of increasing fuel efficiency and environmental friendliness of trucks is presented. It is proved that in order to increase the fuel and environmental efficiency of a truck, braking energy recovery should be introduced and used. A statistical assessment of cargo transportation in the country was carried out. Formulas for the general calculation of the possible return braking energy for various cargo vehicles are presented. An example is given in the form of calculating the recovery of braking energy for a specific car, which confirms the effectiveness of this method of increasing fuel efficiency.

*Keywords:* fuel efficiency, braking energy recovery, truck, efficiency, cargo transportation.

Грузоперевозки автомобильным транспортом в Российской Федерации – один из самых распространенных видов доставки товаров. Грузоперевозки являются важным фактором эффективной работы различных предприятий Российской Федерации, так как территория нашей страны очень обширна, следовательно, расстояния между центрами производства и центрами потребления достаточно большие, в связи с чем грузоперевозки являются услугами особой важности. Также грузоперевозки активно используются в строительстве для перевозки оборудования, конструкций и строительных материалов.

Эффективность использования материальных и энергетических ресурсов на единицу произведенного валового национального продукта является значимым показателем, который характеризует уровень социального и экономического развития общества. Экономическое состояние страны и уровень перевозок неразрывно связаны между собой и взаимно влияют друг на друга: развитие экономики приводит к росту объемов перевозок в народном хозяйстве, а высокая эффективность перевозочного процесса снижает затраты в производящих отраслях и повышает отдачу инвестиций, следовательно огромное значение имеет усовершенствование грузовых автомобилей, с помощью которых совершаются грузоперевозки, с целью максимально снизить себестоимость грузоперевозок и повысить их эффективность. Внедрение новых технологий является важным фактором, позволяющим повышать производительность труда и развивать сферу грузоперевозок с получением максимальной выгоды.

Движение автомобиля в городских условиях представляет собой цикл «разгон – торможение», который начинается разгоном



с накоплением кинетической энергии машины за счет избыточной работы двигателя по сравнению с потребностями полезного сопротивления. Впоследствии торможение автомобиля приводит к дополнительным потерям, так как энергия рассеивается в воздухе в виде тепла и не совершает никакой полезной работы.

Рекуперация энергии торможения позволяет полезно использовать ее путем превращения ее в электрическую энергию, которая сохраняется впоследствии в аккумуляторах и применяется для разгона. Использование рекуперативной системы торможения позволяет повысить топливную экономичность, и, как следствие, понизить выбросы вредных веществ в атмосферу без ухудшения динамических качеств и без снижения производительности.

В рассматриваемом случае рекуперативного торможения начальную скорость торможения грузового автомобиля в усредненном варианте принимаем равной 16,7 м/с, конечную 5,56 м/с.

Кинетическая энергия в начале и в конце торможения:

$$W_n = \frac{m \cdot V_n^2}{2}$$

$$W_k = \frac{m \cdot V_k^2}{2}$$

где  $W_n$  – кинетическая энергия автомобиля при начальной скорости;  $W_k$  – кинетическая энергия автомобиля при конечной скорости.

Количество энергии, возвращаемой при рекуперации:

$$\Delta W = W_n - W_k$$

$$\Delta W = 139,45m - 15,5m = 123,95m \text{ кДж}$$

Общий КПД трансмиссии грузового автомобиля при рекуперативном торможении автомобиля составит:

$$\eta = \eta_{\text{кд}} \cdot \eta_{\text{гп}} \cdot \eta_{\text{эм}} \cdot \eta_{\text{аб}}$$

где  $\eta_{\text{кд}}$  – КПД колесо-дорога, 0,95;  $\eta_{\text{гп}}$  – КПД главной передачи, 0,93;  $\eta_{\text{эм}}$  – КПД электрической машины, 0,9;  $\eta_{\text{аб}}$  – КПД аккумуляторной батареи, 0,75;  $\eta = 0,95 \cdot 0,93 \cdot 0,9 \cdot 0,75 = 0,6$ .

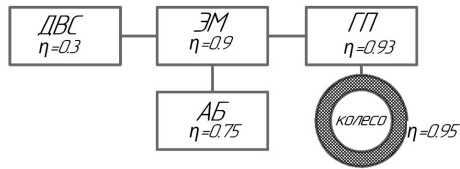


Схема расчета КПД для рекуперативного торможения грузового автомобиля

С учетом КПД трансмиссии, энергия рекуперации составит:

$$W_{\text{рек}} = \Delta W \cdot \eta_{\Gamma}$$

$$W_{\text{рек}} = 123,95 \text{ м} \cdot 0,6 = 74,37 \text{ м кДж}$$

Благодаря внедрению метода рекуперации энергии торможения в грузовом автомобиле расход топлива существенно снизится. В среднем, на 1 км приходится 2 торможения, используя расчет энергии рекуперации торможения можно вычислить экономию топлива на 100 км.

Для примера возьмем грузовой автомобиль КАМАЗ 4308, который часто применяется в России именно для перевозок груза. Данный автомобиль расходует на 100 км 24 литра дизельного топлива, то есть, 792 мДж.

Рассчитаем сэкономленную на 100 км энергию:

$$W = W_{\text{рек}} \cdot 200$$

$$W = 840,75 \cdot 200 = 16850 \text{ кДж} = 168,15 \text{ мДж}$$

Следовательно, экономия дизеля на 100 км составит:

$$\frac{24 \cdot 168,15}{792} = 6 \text{ л}$$

Таким образом, использование рекуперации энергии торможения в грузовых автомобилях позволяет существенно экономить топливо, что в целом повышает экономичность грузоперевозок с учетом того, что в среднем по статистическим данным за год грузовой автомобиль проезжает более 1000 км.

### Литература

1. *Евтюков С. А.* Строительно-дорожные машины: учебное пособие / С. А. Евтюков, С. А. Рысс-Березарк, Я. Райчык; под ред. С. А. Евтюкова. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2001.
2. Повышение эффективности грузовых автомобильных перевозок: Научный журнал № 5 / Волков В. С., Буторин Т. А., Филатов Г. М. / ФГБОУ ВПО «Воронежская государственная лесотехническая академия Минобразования России», 2013.
3. *Филонов А. И.* Проблемы рекуперации кинетической энергии на автомобилях с гибридными силовыми установками М., 2009. – 328 с.
4. *Mathews T., Nishanth D.* Flywheel based kinetic energy recovery systems (KERS) integrated in vehicles. Journal Policy International Journal of Engineering, Science and Technology, 2013, vol. 5, no. 9, pp. 1694–1699.
5. *Агеева Л. И., Акимова И. В., Акимова М. А., Кобринская Л. Н., Севостьянова Т. Н., Уварова Г. А.* Транспорт в России. 2021: Стат.сб. / Росстат. – М., 2021. – 101 с.

**УДК 621.83.05**

*Гамил Марифатович Бакиров,*

магистрант

*Нодирбек Муьидинжон угли Набиев,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

*E-mail: gamilbakirov@gmail.com,*

*5750195@mail.ru*

*Gamil Marifatovich Bakirov,*

master's degree student

*Nodirbek Muьuginjon Ugli Nabiev,*

master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: gamilbakirov@gmail.com,*

*5750195@mail.ru*

## **ЦИФРОВЫЕ ДВОЙНИКИ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

### **DIGITAL COUNTERPARTS OF GROUND TRANSPORT-TECHNOLOGICAL MACHINES**

Цифровые двойники улучшают способы планирования, строительства и эксплуатации капитальных проектов и инфраструктуры по всему миру. Однако, несмотря на их очевидные преимущества – оптимизированное принятие решений и лучшие результаты проектов – и успешные примеры использования, цифровые двойники остаются новым и в основном неиспользованным ресурсом.

*Ключевые слова:* цифровой двойник, машиностроение, автомобилестроение, безопасность, эффективность, цифровизация.

Digital twins are improving the way capital projects and infrastructure are planned, built, and operated around the world. However, despite their obvious advantages – optimized decision-making and better project results – and successful use cases, digital twins remain a new and mostly unused resource.

*Keywords:* digital twin, mechanical engineering, automotive industry, safety, efficiency, digitalization.

В то время как программное обеспечение для моделирования становится все более развитым, доступные входные данные становятся все более приоритетными в усилиях по увеличению потенциальных преимуществ моделирования продукта. Если в имитационные модели можно ввести данные о фазе использования из реальных приложений или использовать данные о фазе использования для проверки результатов моделирования, можно построить более точные имитационные модели, которые в конечном итоге приведут к созданию более качественных продуктов.

Основная концепция модели цифровых двойников была основана на идее, что цифровая информационная конструкция о физической системе может быть создана как самостоятельная сущность. Эта цифровая информация являлась бы «двойником» информации, которая была встроена в саму физическую систему, и была бы связана с этой физической системой на протяжении всего жизненного цикла системы.

Проанализировав статьи научного характера, специальную литературу и прочие актуальные источники, удалось найти термин, который наиболее четко описывает понятие «цифровой двойник». Цифровой двойник – это копия человека, продукта или процесса, созданная с использованием данных [3].

Участники в секторе инфраструктуры используют цифровых двойников для отслеживания прогресса и ресурсов на протяжении всего строительства, постоянно сравнивая готовую модель с моделью по проекту. Это гарантирует качество активов и позволяет быстро вносить исправления, экономя время и деньги проекта. На заключительном этапе капитального проекта также используется цифровой двойник – операционные данные позволяют прогнозировать сбои, моделировать обновления, предписывать корректирующие процедуры и прогнозировать графики технического обслуживания.

Работая по всей цепочке поставок и на протяжении всего жизненного цикла активов, цифровой двойник собирает данные, постоянно собирая информацию об активах и поддерживая лучшие результаты. Это становится возможным благодаря динамической интеграции данных и информации на протяжении всего жизненного цикла активов для достижения краткосрочной и долгосрочной эффективности и повышения производительности [4].

В промышленности цифровые двойники могут иметь радикальные последствия. Если технический отдел той или иной промышленной компании способен смоделировать систему взаимодействия человека и машины, у компании есть возможность распределять ресурсы, предвидеть нехватку и поломки и делать наиболее рациональные и реалистичные прогнозы [5].

На сегодняшний день для того, чтобы оставаться конкурентоспособными и соответствовать запредельным стандартам качества веду-

щие мировые автомобильные компании вынуждены создавать автомобили при помощи цифрового двойника. Несмотря на то, что данная тенденция требует существенных финансовых вложений, целесообразность не ставится под сомнение, так как при помощи цифрового двойника механикам и инженерам удастся смоделировать информационно-виртуальный образ автомобиля, который будет досконально соответствовать реальному образу по параметрам внешнего вида, программного обеспечения, агрегатно-ходовую часть и так далее [6].

В настоящее время технология цифровых двойников стала ключевой областью исследований во всем мире. В этом контексте он применяется и используется в различных областях. Одной из таких областей является автомобильная промышленность, технологическая область, которая имеет большое значение в повседневной жизни пользователей [7].

Технология цифровых двойников вносит большой вклад не только на начальных этапах проектирования и до окончательной сборки транспортных средств, но и во время их использования, извлекая полезную информацию из своих повседневных функций и делая вождение более приятным, комфортным и безопасным. Стоит отметить, что транспортные средства, которые могут значительно выиграть от использования цифровых двойников, – это электромобили, доля которых в последнее десятилетие, как правило, увеличивается.

В современной России транспортные и технологические машины играют важнейшую роль в жизнедеятельности крупных производств, так как без них осуществлять регулярное, масштабное, эффективное и безопасное производство продукции является сложным и почти невозможным процессом [8].

Нормативно-техническое регулирование компьютерных моделей и моделирования в современной промышленности обеспечено следующими стандартами:

1. ГОСТ Р 57700.22 – 2020 «Компьютерные модели и моделирование»;
2. ГОСТ Р 57700.37 – 2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения» [9] [10].

В данных стандартах также сделан акцент на основных понятиях, таких как «цифровой двойник изделия», «виртуальные испытания» и многие другие.

Указанные выше стандарты определяют положение разработки цифровых двойников высокотехнологичных промышленных изделий.

Цифровая трансформация многомерна. Она включает в себя трансформацию бизнес-процессов, бизнес-моделей, областей и культуры/организации [1].

Цифровая трансформация – это применение дальновидного мышления для решения проблем, связанных с бизнесом, и оптимизации процессов наряду с внедрением цифровых технологий и стратегий, которые внедряются для достижения успеха. Например, пересмотр операционных моделей, переосмысление процессов обработки данных и планов восстановления для обеспечения устойчивости бизнеса и переоценка взаимодействия со сторонними поставщиками технологий, а также обновление соответствия требованиям, стратегий безопасности, средств контроля конфиденциальности данных.

Ключевые преимущества цифрового двойника создаются на ключевом этапе – на этапе разработки. Всего существует 3 цифровых двойника: 1-ой стадии (разработки), 2-ой стадии (производство), 3-ей стадии (эксплуатация). [2]

Наиболее удачным примером использования данной технологии на сегодняшний день является продукция Apple. С каждым касанием гаджета Apple компания лучше понимает, какие программные компоненты работают бесперебойно, а какие нет. Каждые несколько недель Apple использует информацию, полученную на основе этих данных, для обновления программного обеспечения на каждом используемом устройстве.

В отрасли машиностроения, например, Tesla создает цифрового двойника каждого автомобиля, который она реализует. Для решения многих проблем технического обслуживания интеграция программного обеспечения Tesla настолько тщательно, что проблемы могут быть устранены с помощью обновлений программного обеспечения – например, регулировка гидравлики для компенсации дребезжания двери. Объединяя искусственный интеллект и базу данных, Tesla может постоянно извлекать уроки из реального мира и оптимизировать каждый из своих автомобилей индивидуально, в режиме реального времени.

Благодаря постоянному мониторингу состояния транспортного средства решения для удаленной диагностики позволят предприняти-

ям разработать более подробный график технического обслуживания, проводить более своевременный ремонт и значительно сократить время простоя грузовиков. Также прогнозируется, что технология также даст производителям грузовиков полное представление о том, как используются транспортные средства, а также возможность дистанционно управлять их электроникой. [11]



Типичная схема создания цифрового двойника

В завершении необходимо отметить, что отечественный пример использования цифровых двойников в машиностроении является недостаточно обширным и разносторонним, а также требует существенного развития. Помимо безопасности и улучшения качества производства, данная технология позволит производителям в отрасли машиностроения, а также производителям транспортных и технологических машин вывести качество своей продукции на новый уровень и снизить количество финансовых затрат на потенциальный ремонт.

### Литература

1. Сулов А. Г. Основы технологии машиностроения (для бакалавров) / А. Г. Сулов. – М. : КноРус, 2018. – 384 с.
2. Шрубченко И. В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / И. В. Шрубченко, А. А. Афанасьев, А. А. Погонин. – М. : Инфра-М, 2017. – 224 с.



3. *Круглик В. М.* Технология обслуживания и эксплуатации автотранспорта: Учебное пособие / В. М. Круглик, Н. Г. Сычев. – М. : Инфра-М, 2016. – 48 с.
4. *Мороз С. М.* Обеспечение безопасности технического состояния автотранспортных средств в эксплуатации: Учебное пособие / С. М. Мороз. – М. : Академия, 2018. – 320 с.
5. *Пузанков А. Г.* Автомобили: Устройство автотранспортных средств: Учебник / А. Г. Пузанков. – М. : Academia, 2016. – 208 с.
6. *Антипов Д. В., Иващенко А. В.* Подходы к повышению производительности и качества производственных процессов предприятий машиностроения // Известия Самарского научного центра РАН. 2017. Т. 19. № 4–2. С. 300–309.
7. *Mittal S., Khan M. A., Romero D., Guest T.* Smart manufacturing: Characteristics, technologies and enabling factors // Proc. of the Institution of Mechanical Engineers, Part B: Journal of Engineering Manufacture. 2019. Vol. 233(5). P. 1342–1361.
8. *Боровков А. И., Рябов Ю. А.* Цифровые двойники: определение, подходы и методы разработки // Цифровая трансформация экономики и промышленности: Сб. тр. науч.-практ. конф. с зарубежным участием, 20–22 июня 2019 г. СПб. : Политех-Пресс, 2019. С. 234–245.
9. [Электронный ресурс] – ГОСТ Р 57700.37–2021 «Компьютерные модели и моделирование. Цифровые двойники изделий. Общие положения» – <https://translate.yandex.ru/?from=tabbar&lang=ru-en&text=ГОСТ%20Р%2057700.37–2021%20«Компьютерные%20модели%20и%20моделирование.%20ЦИФРОВЫЕ%20ДВОЙНИКИ%20ИЗДЕЛИЙ.%20Общие%20положения»>
10. [Электронный ресурс] – ГОСТ Р 57700.22-2020 Компьютерные модели и моделирование – <https://docs.cntd.ru/document/573114585>
11. [Электронный ресурс] – Learnings From The Digital Twin’s Data Architecture Of Tesla – <https://www.cloudflight.io/en/blog/learnings-from-the-digital-twins-data-architecture-of-tesla/>

**УДК 65.011.56**

*Сергей Игоревич Богданов,*

магистрант

*Елена Алексеевна Голубцова,*

магистрант

*Валерий Вячеславович Жуков,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: mail@bogdanovsi.ru*

*Sergei Igorevich Bogdanov,*

master's degree student

*Elena Alekseevna Golebtsova,*

master's degree student

*Valery Vyacheslavovich Zhukov,*

master's degree student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: mail@bogdanovsi.ru*

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ КАК СРЕДСТВО АВТОМАТИЗАЦИИ В РАБОТЕ СКЛАДА**

### **INFORMATION TECHNOLOGY AS A WAREHOUSE AUTOMATION TOOL**

В данной статье рассматривается важность складского хранения в жизни человечества. Кратко изложены этапы развития складского хранения, от примитивного подobia современного склада, до высокотехнологичного, компьютеризованного склада. Намечены логические пути его совершенствования, начиная с этапа нашего времени – этапа компьютеризации, с последующим внедрением *WMS* систем. Основные возможности *WMS* систем и роль в логистических цепочках. А также логичный путь развития в сторону еще большей автоматизации с применением новых технологий и роботизированной техники совместно с *WMS* системами.

*Ключевые слова:* складское хранение, информационные технологии, автоматизация, роботизация.

This article is devoted to the importance of warehouse storage in people's lives. The stages of development in warehouse storage are briefly outlined, from a primitive similarity of a modern warehouse to a high-tech, computerized warehouse. The logical ways of its improvement are outlined, starting from the stage of our time – the stage of computerization, with the subsequent introduction of *WMS* systems. And some main features from *WMS* systems in warehousing. As well as a logical development path towards even greater automation using new technologies and robotic technology in conjunction with *WMS* systems.

*Keywords:* warehousing, information technology, automation, robotics.

История складского хозяйства уходит своими корнями вглубь веков, ведь сохранность запасов продовольствия была актуальна с древних времен и по наше время. С развитием человечества развивалась и система складского хранения.

Одними из ранних источников, как древние цивилизации использовали прообраз современных складов – зернохранилища, являются Египетские иероглифы. Растущая потребность в хранении продуктов земледелия во многом ограничивалась техническим уровнем и применяемыми материалами в организации системы складов.

В дальнейшем, с развитием торговли, складирование товаров стало неотъемлемой частью большинства деловых операций. Специальные склады строились вокруг портов и других торговых центров для облегчения крупномасштабной торговли.

С развитием промышленности и массового выпуска продукции требовались более крупные склады. Применяя более прочные материалы, на складах люди стали наращивать плотность хранения. Появление паровых машин расширило возможности ручного труда по подъему и перемещению тяжелых грузов.

С повсеместным внедрением электрических сетей, появилась возможность создавать еще более высокие и эффективные склады. С изобретением, в начале 20 века, вилочного погрузчика изменились возможности использования многоуровневых стеллажей. Что поспособствовало еще большему повышению плотности хранения.

В наше время, несмотря на все нововведения в торговле, на применение новых технологий, логистическая цепочка, соединяющая производство с конечными потребителями, никогда не будет настолько хорошо организована, чтобы полностью исключить складское хранение. Складское хранение в ходе всё большего распространения нововведений и технологий постоянно меняется и подстраивается, как живой организм, под новые потребности, все чаще и чаще.

В наше время можно выделить несколько этапов развития складского хранения. Из которых, первым этапом является появление компьютера, который пришел на замену «бумажному учету» так как постоянное увеличение объемов товарооборота сделало ручной труд крайне неэффективным и затратным. Внедрение компьютеров позволило более эффективно вести учет движения и хранения товарного

запаса, сократить время оформления документов и обобщить накопленные данные для анализа. В то же время компьютеризация в полной мере не избавила складские процессы от возможных ошибок человеческого фактора как, например, нарушение принципов и правил хранения товара, отсутствие точной информации о наличии и местонахождении товаров, сложность проведения контрольных процедур.

Улучшением этапа компьютеризации, в развитии склада, является появление *WMS* систем. Этот этап расширил границы автоматизации складского хранения. Как следствие, начали совершенствоваться связи бизнес-процессов и корпоративных систем учета со складскими процессами. Логистика размещения стала осуществляться с минимальным участием персонала, что позволило снизить риски возникновения дефектов и потерь, увеличить скорость и плотность размещения товара. Цель автоматизации складского хозяйства на данном этапе – комплексный учет товарно-материальных ценностей, контроль за действиями персонала, мониторинг товарных запасов, оптимизация деятельности склада. Автоматизированное управление технологическими процессами современного складского хозяйства позволяет предприятию своевременно получать информацию о состоянии дел и при необходимости оперативно корректировать его работу. Во многих *WMS* системах предусматривается так же возможность установки различных информационных табло, позволяющих сформировать мотивационно соревновательный элемент для работающего персонала, тем самым еще больше увеличить эффективность работы. Сегодня на российском рынке достаточно широко представлены как отечественные, так и иностранные *WMS* системы, среди которых: *1c*, *Manhattan*, *PSI*, *Catalyst WMS* и другие.

В наши дни новые технологии способны качественно изменить подход к решению поставленных задач, позволяют начать новый этап автоматизации склада и максимально снизить влияние человеческого фактора на его функционирование, тем самым мы становимся свидетелями следующего важного события в области складирования – автоматизации-роботизации.

Автоматизация путем применения роботов уже активно внедряется во всех развитых странах. Вопрос замены людей автономными роботами назревал давно, но только недавно, пару десятилетий назад,

появились технологии позволившие воплотить идеи фантастов, мечты людей и идеи бизнеса в жизнь. Процесс роботизации, однако, достаточно дорогостоящий, но эффективность этого метода достигается в долгосрочной перспективе за счет увеличения производительности и эффективности логистических цепочек, а также за счет снижения фонда оплаты труда и связанных с наймом сотрудников рисков.

Следующей выгодой роботизации – снижение ошибок, травм и аварий сотрудников, сводя их к полному отсутствию. На роботизированном складе людей почти не остается, снижаются риски прогулов, больничных, получения травм и сопутствующего вреда здоровью, на компенсацию которых ранее уходили внушительные суммы.

Складское хранение меняется вслед за требованиями рынка. Бизнес в погоне за высокой прибылью ищет возможности сокращения издержек складских процессов. Все это неизбежно приближает этап перехода от ручного труда к абсолютно роботизированному. Темпы этого перехода не быстрые в связи с долгим сроком окупаемости для большинства предприятий. Однако, с каждым годом увеличивается количество новых технологий, позволяющих удешевить внедрение роботов. Поэтому можно прогнозировать постепенное и стабильное увеличение роботизированных предприятий на территории РФ в ближайшие годы.

### Литература

1. *Дыбская В. В.* Управление складированием в цепях поставок. – М. : Альфа-Пресс, 2009. 709 с.
2. *Горев А. Э.* Информационные технологии в управлении логистическими системами. – СПб. : СПбГАСУ, 2004. 193 с.
3. *Рыкалина О. В.* Теория и методология современной логистики. – М. : НИЦ ИНФРА-М, 2020. 208 с.
4. Форд М., пер. с англ. *С. Чернина.* Роботы наступают. Развитие технологий и будущее без работы. – М. : Альпина нон-фикшн, 2016. 430 с.

**УДК 681.5:625.7/.8:625.76.08**

*Андрей Викторович Дорохов,*

магистрант

*Анастасия Алексеевна Дученко,*

магистрант

*Андрей Петрович Прокопьев,*

канд. техн. наук, доцент

(Сибирский федеральный университет)

*E-mail: ezolenta941@gmail.com,*

*nas\_99@mail.ru, prokl@yandex.ru*

*Andrey Victorovich Dorokhov,*

master's degree student

*Anastasia Alekseevna Duchenko,*

master's degree student

*Andrey Petrovich Prokopev,*

PhD in Sci. Tech., Associate Professor

(Siberian Federal University)

*E-mail: ezolenta941@gmail.com,*

*nas\_99@mail.ru, prokl@yandex.ru*

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОЦЕССАМИ СТРОИТЕЛЬНЫХ И ДОРОЖНЫХ МАШИН НА БАЗЕ ГИБРИДНЫХ НЕЙРОСЕТЕВЫХ СТРУКТУР**

### **AUTOMATED CONTROL OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF CONSTRUCTION AND ROAD MACHINES BASED ON HYBRID NEURAL NETWORK STRUCTURES**

Интеллектуализация систем управления строительными и дорожными машинами связана с цифровизацией, развитием технических средств автоматизации, сетей, киберфизических систем. Задачи синтеза систем управления являются актуальными и часто решаются с использованием методов искусственного интеллекта. В статье рассмотрена задача синтеза систем управления технологическими процессами строительных и дорожных машин на базе гибридных нейросетевых структур. Представлены результаты синтеза нейро-нечеткого регулятора на примере системы управления процессом уплотнения дорожных материалов. Объект управления описан моделью передаточной функции четвертого порядка. Получена имитационная модель системы управления на языке программы MATLAB/Simulink. Приведены результаты вычислительного эксперимента.

*Ключевые слова:* дорожный материал, процесс уплотнения, автоматизация, математическая модель, нейро-нечеткий регулятор.

The intellectualization of control systems for construction and road machines is associated with digitalization, the development of technical means of automation, networks, and cyber-physical systems. The tasks of synthesis of control systems

are relevant and are often solved using artificial intelligence methods. The article deals with the problem of synthesis of control systems of technological processes of construction and road machines based on hybrid neural network structures. The results of the synthesis of a neuro-fuzzy regulator on the example of a control system for the compaction of road materials are presented. The control object is described by a fourth-order transfer function model. A simulation model of the control system in the MATLAB/Simulink program language is obtained. The results of a computational experiment are given.

*Keywords:* road material, compaction process, automation, mathematical model, neuro-fuzzy regulator.

Стратегией развития инновационной деятельности в области дорожного хозяйства на период 2021–2025 годы (УТВЕРЖДЕНО распоряжением Федерального дорожного агентства от 03.03.2021 № 771-р) предусматривается повышение качества работ на всех этапах жизненного цикла автомобильной дороги. На этапе жизненного цикла – строительства дорожных покрытий, повышение качества обеспечивается нивелированием поверхности и уплотнением асфальтобетонной смеси (АБ). Согласно паспорту инициативы «Исследования в области технологий строительства и реконструкции» предусматриваются мероприятия инициатив – совершенствование подходов к производству работ по укладке и уплотнению асфальтобетонных слоев с учетом передового зарубежного опыта.

Передовой зарубежный опыт характеризуется широким внедрением систем автоматического контроля и систем автоматического управления (САУ) дорожно-строительными процессами, интеллектуализации принятия решений. Примерами могут служить технологии интеллектуального уплотнения (ИС) и непрерывного контроля уплотнения (ССС), применяемые на вибрационных катках. В Российской Федерации асфальтоукладчики, с учетом принятых технологий, могут использоваться для более высокого уплотнения с коэффициентом уплотнения больше 0,96 при оптимальном температурном диапазоне АБ смеси 140 °С ÷ 120 °С, что способствует уменьшению количества и типов дорожных катков. При этом возможно улучшение качества АБ покрытий, снижение затрат на строительство, повышение производительности за счет уменьшения времени уплотнения катками.

В работе рассматривается интеллектуальная система управления на примере САУ уплотнением дорожных материалов укладчиком на

базе гибридной нейронной сети. Основные динамические переменные колебаний рабочего органа укладчика, а также материала, необходимые для контроля качества уплотнения – частота, амплитуда, скорость и ускорение. Математическое объектов управления, в зависимости от подробности динамической системы, часто получается в форме модели высокого порядка [1]. Решение задач синтеза систем управления с ПИД-регуляторами и моделями ОУ высокого порядка всегда актуально и имеет повышенную сложность [2]. Исследование альтернативных ПИД-регуляторам вариантов применения интеллектуальных регуляторов (на базе искусственных нейронных сетей, гибридных сетей, нечеткой логики, экспертных систем) в САУ технологическими процессами является объектом современных научных дискуссий [3, 4].

Цель работы – исследовать возможность и эффективность применения нейронечетких регуляторов в САУ коэффициентом уплотнения дорожных материалов рабочим органом асфальтоукладчика.

Задачи для достижения поставленной в работе цели:

- 1) получить компьютерную модель процесса уплотнения дорожного материала рабочим органом укладчика;
- 2) определить коэффициенты ПИД-регулятора для САУ с объектом управления высокого порядка;
- 3) построить имитационную модель САУ с непрерывным и интеллектуальным регуляторами в программной среде *MATLAB/Simulink*;
- 4) получить переходные характеристики моделей САУ с непрерывными и интеллектуальным регуляторами и сравнить их прямые показатели качества.

Алгоритм синтеза модели нейронечеткого регулятора.

Шаг 1. Разработка математической модели объекта управления и параметрический синтез непрерывного регулятора.

Шаг 2. Проведение тестирования построенной САУ (шаг 1) в диапазоне известных режимов работы и проверка устойчивости. Определение обучающей выборки для создания модели на основе *ANFIS* в среде программы *MATLAB*.

Шаг 3. Определение структуры нейронечеткого регулятора.

Шаг 4. Запуск *ANFIS*-редактора.

Шаг 5. Загрузка обучающей выборки.



Шаг 6. Создание исходной системы нечеткого логического вывода в области генерирования (*Generate FIS*).

Шаг 7. Обучение сети (*Train FIS*).

Шаг 8. Тестирование нечеткой системы с выводом результатов в область визуализации: в области тестирования (*Test FIS*).

Шаг 9. Сохранение нечеткой нейронной сети под названием U1.fis.

Шаг 10. Анализ переходной характеристики САУ.

На основе метода переменных состояния построена передаточная функция (ПФ) объекта управления [1]:

$$W(s) = \frac{0,001115 \cdot s^2 + 0,02509 \cdot s + 153,3}{s^4 + 29,41 \cdot s^3 + 1,553 \cdot 10^5 \cdot s^2 + 7,963 \cdot 10^5 \cdot s + 7,436 \cdot 10^8}.$$

Полученная передаточная функция соответствует нормальному виду, т. к. порядок числителя модели меньше порядка знаменателя.

По алгоритму методики [2] определены коэффициенты непрерывного ПИД-регулятора для системы с ОУ четвертого порядка:  $K_p = 8,427 \times 10^4$ ;  $K_i = 1,379 \times 10^7$ ;  $K_d = 1,113 \times 10^5$ .

В программной среде Simulink построена компьютерная модель САУ с непрерывным регулятором, рис. 1.

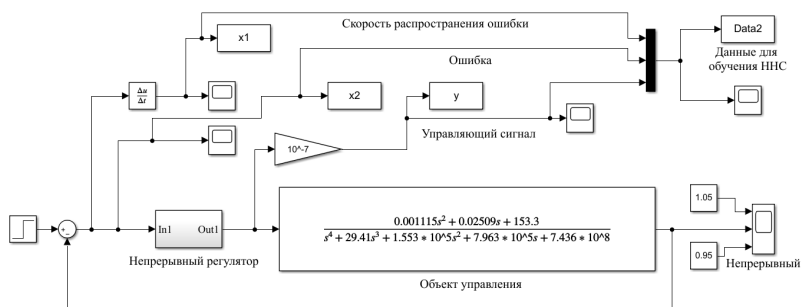


Рис. 1. Simulink-модель САУ с непрерывным регулятором

Выполнено имитационное моделирование переходной характеристики. Результаты: вид процесса аperiodический; время переходного процесса – 1,1 с.; без перерегулирования. Полученные результаты удовлетворяют заданию на синтез САУ.

Синтез модели САУ с интеллектуальным регулятором на базе программной среды *MATLAB/Simulink*. В качестве интеллектуальной системы для исследования принята «адаптивная нейро-нечеткая система вывода (*adaptive network-based fuzzy inference system – ANFIS*)». *ANFIS* использует нечеткий вывод Сугено [4, 5].

В результате предварительного исследования получена обучающая выборка по данным функционирования САУ с непрерывным ПИД-регулятором. Обучающая выборка включает данные ошибки, скорость распространения ошибки и управляющий сигнал.

Для запуска *ANFIS*-редактора в программе *MATLAB* используется команда *anfisedit*. Создана структура гибридной сети. Задано количество нечетких термов – по 3 для каждой входной переменной. *ANFIS* доступны восемь функций принадлежности (ФП), к которым относятся группы треугольных и П-образных функций [6]. В работе использованы два типа ФП для входных переменных: треугольная (*trimf*); П-образная (*pimf*). Для обучения нейронной сети применен алгоритм гибридного метода оптимизации (*hybrid*), который представляет собой комбинацию метода обратного распространения ошибки и метода наименьших квадратов.

Для задания типа выхода ФП в системе нейро-нечеткого вывода типа *ANFIS* из двух поддерживаемых типов принят тип линейной функции [7].

Обученная система проверена и протестирована. Выполнена запись разработанной системы на диске в файлы *U1 (trimf)* и *U2 (pimf)* (с расширением файла \*.fis), для дальнейшего исследования и подключения в имитационную модель САУ. Имитационная модель САУ с гибридным регулятором на языке программной среды блочного моделирования *Simulink* показана на рис. 2.

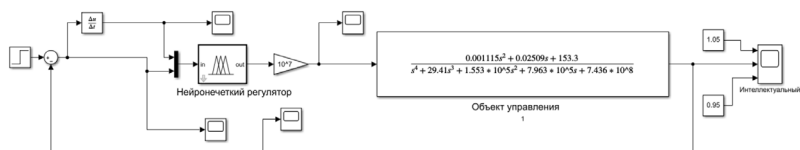


Рис. 2. Модель САУ с гибридным регулятором на языке Simulink

Выполнено имитационное моделирование. Получен график переходной характеристики, рис. 3, – процесс апериодический, время переходного процесса округленно равно 1,02 с. Пунктирной линией показана переходная характеристика  $h_1(t)$  непрерывного регулятора, непрерывной линией –  $h_2(t)$  интеллектуального регулятора с ФП треугольная (*trimf*), точечной –  $h_3(t)$  интеллектуального регулятора с ФП П-образная (*pimf*). Полученные переходные характеристики систем без перерегулирования. Время регулирования по полученным зависимостям переходных характеристик –  $h_1(t) = 1,017$  с,  $h_2(t) = 1,0163$  с,  $h_3(t) = 1,011$  с, т. е. отличаются меньше чем на 1 %.

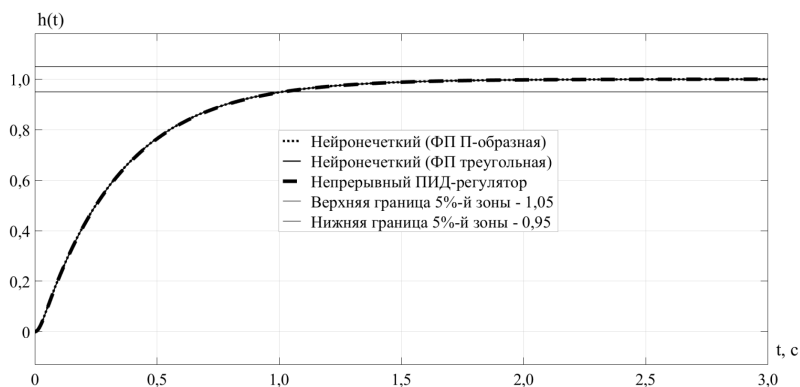


Рис. 3. Переходные характеристики исследованных систем управления

## Выводы

По результатам исследования можно отметить следующие положения:

- нейронечеткие регуляторы могут использоваться в системах управления с объектами высокого порядка, обеспечивая высокую эффективность;
- для проверки адекватности функционирования САУ с гибридным регулятором в направлении продолжения научного исследования необходимо проведение экспериментов с получением опытных данных для обучения нейронечеткой сети.

### Литература

1. *Прокопьев А. П., Огородникова И. Н., Дунаев Д. А., Иванчура В. И.* Математическая модель процесса уплотнения смеси рабочим органом асфальтоукладчика в пространстве состояний // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-32. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2019. Том 1. С. 25–30.
2. *Прокопьев А. П., Набижанов Ж. И., Иванчура В. И., Емельянов Р. Т.* Аналитический синтез модели регулятора для систем высокого порядка с учетом расположения комплексных полюсов // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-32. СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2019. Том 1. С. 7–11.
3. *Филлимонов А. Б., Филлимонов Н. Б.* Некоторые проблемные аспекты нечеткого ПИД регулирования // Мехатроника, автоматизация, управление. 2018. Т. 19. № 12. С. 762–769.
4. *Бураков М. В., Коновалов А. С.* Синтез нечетких логических регуляторов // Информационно-управляющие системы. 2011. № 1. С. 22–27.
5. *Jang J.-S. R.* ANFIS: adaptive network based fuzzy inference system // IEEE Transaction Systems, Man and Cybernetics. 1993. Vol. 23. 3. P. 665–684.
6. Edoras. CentOS server at San Diego State University. URL:<https://edoras.sdsu.edu/doc/matlab/>
7. *Terano T., Asai K., Sugeno M.* Applied Fuzzy Systems. Academic Press. 1989. 314.

УДК 629.331

*Илья Юрьевич Евтушенко,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

*E-mail: evtilya@gmail.com*

*Ilya Yuryevich Yevtushenko,*

master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: evtilya@gmail.com*

## **ПРОЕКТ РЕКОНСТРУКЦИИ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ТЮНИНГ-АТЕЛЬЕ BGT.SPB С ВНЕДРЕНИЕМ РОЛИКОВОГО СТЕНДА**

### **RECONSTRUCTION PROJECT OF THE EXISTING TUNING STUDIO BGT.SPB WITH THE INTRODUCTION OF A POWER STAND**

Самый эффективный способ узнать, насколько увеличились тягово-скоростные характеристики – это замер на мощностном стенде. На данном стенде измеряется не только мощность и крутящий момент на колесах, но и учитываются потери в трансмиссии, что позволяет определять реальные характеристики двигателя. Также, мощностные стенды универсальны и пригодны для замеров автомобилей самых различных классов, от суперкаров и мощных внедорожников до малолитражек. В данной статье представлены основные этапы реконструкции действующего тюнинг ателье BGT.SPb с внедрением участка проверки тягово-скоростных свойств автотранспортных средств, а также произведено прогнозирование спроса на услуги данной СТО, расчет производственной программы, числа рабочих, постов, и площадей.

*Ключевые слова:* стенд, тюнинг, мощность, крутящий момент.

The most effective way to find out how much traction and speed characteristics have increased is to measure on a power stand. At this stand, not only the power / torque on the wheels is measured, but also losses in the transmission are recorded, which allows you to determine the direct power and torque of the engine. Also, power stands are universal and suitable for measuring cars of various classes, from supercars and powerful SUVs to subcompacts. This article presents the main stages of the reconstruction of the existing tuning studio BGT.SPb with the introduction of a site for checking the traction and speed properties of vehicles, as well as forecasting the demand for the services of this service station, calculating the production program, the number of workers, posts, and areas.

*Keywords:* stand, tuning, power, torque.

Чип-тюнинг – это изменение программы управления двигателем с целью повышения мощности, экономичности или исправления ошибок. После данной процедуры важно проверить автомобиль, чтобы убедиться, что чип-тюнинг сделал работу двигателя лучше и экономичнее, и не ухудшил тягово-скоростные свойства автотранспортного средства. Также, при проектировании гоночных машин зачастую встаёт вопрос об испытании различных систем двигателя и трансмиссии. В условиях города проводить такие испытания практически незаконно и небезопасно. Так как наиболее достоверной и всесторонней проверкой любого агрегата являются испытания его в условиях эксплуатации автомобиля, организуются испытания двигателя с полной постоянной нагрузкой на динамометрических стендах по специальной программе. Работа автомобильного двигателя происходит при большом изменении скоростных и нагрузочных режимов. При этом независимо от частоты вращения коленчатого вала двигателя и развиваемой им мощности его работа должна быть устойчивой и экономичной.

Динамометрический стенд (рис. 1) – это стационарная или передвижная площадка с беговыми барабанами, фиксирующими уровень усилия вращения колес автомобиля в различных режимах движения (разгон, накат, постоянные обороты двигателя). Это позволяет определять реальную мощность и крутящий момент двигателя, а также обеспечивает возможность определить тяговые характеристики, время и путь разгона, потери в трансмиссии и ходовой части, а также параметры динамичности автомобиля.

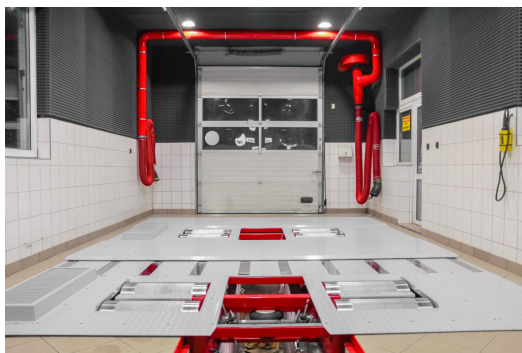


Рис. 1. Динамометрический стенд

Определив прогноз потребности в услугах станции технического обслуживания с динамометрическим стендом, делаем вывод, что количество обращений по данным услугам с каждым годом только увеличивается, что видно на графике зависимости насыщения региона автомобилями от времени (рис. 2). И согласно этому расчету, полное насыщение рынка не наступит в ближайшее время.

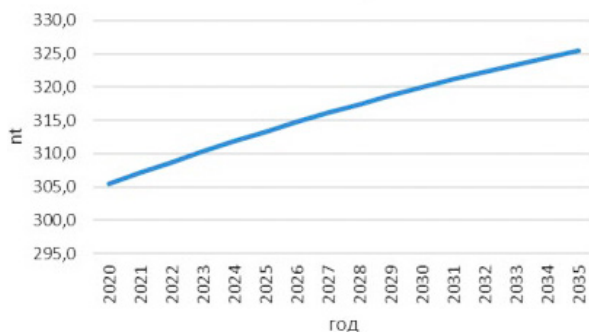


Рис. 2. График зависимости насыщения региона автомобилями от времени

Зная фактическое годовое число обращений на станции технического обслуживания с динамометрическим стендом, а также процент удовлетворительного спроса для каждой такой станции, можно произвести оценку спроса на их услуги. Под удовлетворительным спросом подразумевается количество обслуженных заездов  $k$  на СТО. При этом следует не забывать тот факт, что это фактическое количество заездов, то есть общий годовой спрос  $M$  на данные станции, может быть выше годового количества заездов автомобилей рассматриваемого региона, так как данные станции технического обслуживания могут обслуживать также автовладельцем из других районов.

Удовлетворительный спрос по  $k$ -ой СТО  $M_{yk}$  определяется по формуле 1.13 [1]:

$$M_{yk} = \frac{M_k \cdot W_k}{100},$$

Результаты расчетов удовлетворительного спроса по  $k$ -ой СТО приведены на рис. 3.

СТО к	Годовой спрос $M_k$	Удовлетворение спроса $W_k$	Удовлетворительный спрос $M_{yk}$
1	2200	97 %	2134
2	1800	91 %	1638
3	1950	93 %	1814
4	1980	95 %	1881
5	2000	94 %	1880
Итого:	9930		9347

Рис. 3. Оценка удовлетворительного спроса

В свою очередь был проведён маркетинговый анализ, из которого сделаны следующие выводы:

1. Рассчитав прогноз потребности в услугах СТО с динамометрическим стендом, видно, что к 2022 году количество обращений возрастет и составит примерно 10308 обращений в год. Разница между количеством обращений в 2019 году и 2022 году составит около 3,7 %. Так как прогноз показал, что количество обращений с каждым годом будет только увеличиваться, то проект СТО с динамометрическим стендом можно назвать востребованным в будущем для потребителей, а также прибыльным.

2. По итогам расчетов оценки спроса на услуги СТО с динамометрическим стендом, видим, что в Санкт-Петербурге присутствует неудовлетворенный спрос на обслуживание автомобилей на СТО с динамометрическим стендом. Из чего следует, что необходимо применять меры по улучшению обслуживания клиентов, для повышения удовлетворения спроса.

3. Также, спрогнозировав динамику спроса на данные услуги, можно сказать, что даже при наихудших условиях, количество обращений будет вполне приемлемым, и строительство проектируемой СТО с динамометрическим стендом оправдано.

Для поддержания работоспособности, восстановительного ремонта, диагностирования автомобиля, на станциях технического обслуживания требуются автомобиле-места, которые оснащены соответствующим оборудованием. (рис. 4)



Посты	Год. объем работ	Посты	
		расчетное	принятое
Диагностирование	2526,6	0,74	1
ТО и Р	5895,5	1,72	2
Чип-тюнинг	842,2	0,25	1
Выпускная система	842,2	0,25	
Кастомные работы	842,2	0,25	
Тормозная система	842,2	0,25	
Развал-схождения	1684,4	0,49	
Участки			
Шиномонтаж	1684,4	0,49	-
Динамометрический стенд	842,2	0,25	-
Приемка и выдача	842,2	-	-
<b>Итого:</b>	<b>16 844</b>	<b>4,67</b>	<b>5</b>

Рис. 4. Результат расчёта числа постов

В зависимости от определенных условий могут быть запроектированы автомобиле-места ожидания и хранения, размещаемые как в крытых помещениях, так и на открытых площадках. Автомобиле-места ожидания – это места, которые занимают автотранспортные средства, ожидающие постановки их на посты ТО и ТР. При необходимости автомобиле-места могут использоваться для выполнения конкретных видов работ ТО и ТР, поэтому расстояния на данных автомобиле-местах между ТС и элементами зданий обязаны быть такие же, как и для рабочих постов. Автомобиле-места хранения предусматриваются для готовых к выдаче автомобилей и автомобилей, принятых в ТО и ТР.

В данной работе была выполнена специальная оценка условий труда (СОУТ) на разрабатываемом участке с динамометрическим стендом. По итогам этой оценки, для работы на данном участке работодатель обязан за счет своих средств в соответствии с установленными нормами обеспечивать выдачу специальной хлопчатобумаж-

ной одежды, комбинированных перчаток, индивидуальные средства для защиты органов слуха, а также обязательное использование вытяжки для отведения и утилизации выхлопных газов.

### **Литература**

1. *Напольский Г. М., Зенченко В. А.* Обоснование спроса на услуги автосервиса и технологический расчет станций технического обслуживания легковых автомобилей: учебное пособие к курсовому проектированию по дисциплине «Производственно-техническая база автосервиса». – М. : МАДИ(ТУ), 2000.
2. *Напольский Г. М.* Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебник – М. : Транспорт, 1985.
3. *Тахтамышев Х. М.* Основы технологического расчета автотранспортных предприятий: учебное пособие для студентов вузов – М. : Академия, 2011.
4. *Веревкин Н. И., Новиков А. Н., Давыдов Н. А.* и др. Производственно-техническая инфраструктура сервисного обслуживания автомобилей: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. Под ред. Н. А. Давыдова. – 2-е изд., стер. – М. : Издательский центр «Академия», 2013.
5. Подготовка выпускной квалификационной (бакалаврской) работы: метод. указания / сост.: Н. И. Подольский, И. О. Черняев; СПбГАСУ. – СПб., 2011. – 37 с.

УДК [629.31+621.31]:62-2

Юлия Алексеевна Клушина,

магистр

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

E-mail: [juliy880@gmail.com](mailto:juliy880@gmail.com)

Yulia Alekseevna Klushina,

master's degree

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: [juliy880@gmail.com](mailto:juliy880@gmail.com)

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ РАСХОДА ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ**

### **DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR FORECASTING SPARE PARTS COSTS FOR GAS-CYLINDER CARS**

В данной статье описан один из методов прогнозирования расхода запасных частей для электромобиля основывающийся на фундаментальных вероятностных закономерностях, который может быть использован для расчета. Приведены примеры требуемых данных для разработки краткосрочных и среднесрочных прогнозов необходимого количества запасных частей. Описаны проблемы, возникающие при отсутствии требуемых запасных частей для электромобилей. Актуальность данной работы заключается в снижении выброса вредных веществ и значительная экономия традиционного топлива, а следовательно экономия денежных средств делает электротягу реальной альтернативой бензину или дизельному топливу на пути к нулевому выбросу загрязняющих веществ. В последнее время наблюдается рост числа электромобилей, связано это в первую очередь с неудовлетворительной экологической обстановкой, истощением запасов нефти в мире, а также с возрастанием цен на традиционное жидкое топливо.

*Ключевые слова:* запасные части, электромобиль, прогноз, информация, метод.

This article describes one of the methods for predicting the consumption of spare parts for an electric vehicle based on fundamental probabilistic patterns, which can be used for calculation. Examples of the required data for the development of short-term and medium-term forecasts of the required number of spare parts are given. The problems that arise when the required spare parts for electric vehicles are not available are described. The relevance of this work is to reduce the emission of harmful substances and significant savings in traditional fuel, and therefore saving

money, makes electric traction a real alternative to gasoline or diesel fuel on the way to zero emissions of pollutants. Recently, there has been an increase in the number of electric vehicles, this is primarily due to the unsatisfactory environmental situation, the depletion of oil reserves in the world, as well as the increase in prices for traditional liquid fuels.

*Keywords:* spare parts, electric car, forecast, information, method.

Неудовлетворительная экологическая ситуация в мире вынуждает людей использовать транспорт, который минимально воздействует на окружающую среду. На пути к нулевому выбросу вредных веществ электромобили являются реальной и действующей альтернативой перед газобаллонным оборудованием и водородными автомобилями.

Ухудшающаяся экологическая обстановка и рост количества заболеваний населения вынуждают автопроизводителей создавать все более экологичный транспорт, так у многих компаний появились различные модификации электромобилей, которые способны выполнять любые транспортные и транспортно-технологические работы.

Однако, как и обычные автомобили, подверженные интенсивной эксплуатации, электромобили требуют поддержания и восстановления работоспособности путем проведения технического обслуживания (ТО) и ремонта (Р).

В свою очередь, процесс ТО и Р должен быть своевременно снабжен требуемой номенклатурой запасных частей в установленный срок.

Отсутствие необходимых деталей/узлов/агрегатов при снабжении данных процессов увеличивает простой транспортно-технологических машин, приводит к снижению эффективности их использования, увеличивает затраты денежных средств на ТО и Р. Проблема удовлетворения потребности в запасных частях для автомобиля особенно актуальна. Это обусловлено тем, что потери основного производства от одного часа простоя зачастую оказываются в несколько раз выше стоимости самой запасной части, из-за отсутствия которой возникли простои [1].

Сложность в обеспечении процесса ТО и Р запасными частями для электромобилей имеет свои сложности и связана со следующими факторами:

1) Данные автомобили имеют худшие показатели безотказности по сравнению с их бензиновыми или дизельными аналогами

вследствие отказов и неисправностей, возникающих с элементами конструкции аккумуляторной батареи;

2) Увеличивается номенклатура запасных частей: теперь в неё входят не только стандартные узлы/агрегаты/детали, а также компоненты электрооборудования. Вследствие этого возрастает складское хозяйство АТП и усложняется процесс учета и движения запасных частей;

3) Отсутствуют нормативы расходов запасных частей и компонентов электромобилей для ТО и Р данных автомобилей;

4) Невозможность применения существующих методов расчета требуемого количества запасных частей.

Все эти факторы ведут к увеличению времени простоя при ТО и Р, снижению коэффициента технической готовности парка и неэффективному использованию электромобилей, что затрудняет их широкое внедрение в коммерческую эксплуатацию.

Решить данную проблему и обеспечить запасные части для электромобиля требуемой номенклатурой можно:

1) С помощью создания классификации и официальных каталогов ЗЧ и компонентов, что позволит обеспечить правильность выбора при заказе и закупки требуемой номенклатуры ЗЧ;

2) Разработкой метода расчета требуемых ЗЧ для электромобиля на основе прогноза.

Создание внутренней классификации для электромобиля и внутреннего каталога запасных частей для ООО «Грин-Трак СПб». Далее будет описан один из более применимых методов прогноза для расчета требуемого количества ЗЧ.

Как известно, прогноз – это научно-обоснованное суждение о возможных состояниях объекта в будущем и (или) об альтернативных путях и сроках их достижения с относительно высокой степенью достоверности.

Для оценки количества запасных частей и материалов обычно разрабатываются краткосрочные и среднесрочные прогнозы с временем применения от одного месяца до года или от года до пяти лет.

Стремление разработать максимально точный прогноз (с минимальным доверительным интервалом для заданной вероятности) либо максимально достоверный прогноз (с максимальной вероятностью его осуществления) предлагает выявление и использование максимального количества информации об объекте.

Зафиксировав в процессе ТО и Р и проконтролировав работу автомобиля в эксплуатации такие данные как: среднегодовой пробег; пробег детали/узла/агрегата до предельного состояния; число отказавших элементов в течении определенного времени, можно получить реализации изменения оценочно-нормативных показателей в зависимости от технологических и эксплуатационных факторов. Поэтому на основных этапах разработки прогнозов основным является статистический метод.

Для разработки прогноза необходимого количества запасных частей используется метод, основывающийся на фундаментальных вероятностных закономерностях, а именно закон больших чисел.

По теореме Чебышева: при достаточно большом количестве независимых факторов среднее арифметическое наблюдаемых значений случайной величины (например количество отказавших электромагнитных клапанов подачи газа) сходятся по вероятности к ее математическому ожиданию:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} P\left(\left|\frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} - M(x)\right| < \varepsilon\right) = 1 \quad (1)$$

Суть теоремы в том, что «среднее арифметическое» достаточного большого числа независимых случайных величин утрачивает характер случайной величины, а при выполнении условий теоремы Маркова:

$\frac{D\left[\sum_{i=1}^n X_i\right]}{n^2} \rightarrow 0$  закон больших чисел распространяется и на зависимые величины [2].

Записав (1) в виде:

$$P\left(\left|\bar{X} - M(X)\right| \geq \varepsilon\right) \leq \frac{D(X)}{n\varepsilon^2} \quad (2)$$

и положив что:

$$\frac{D(X)}{n\varepsilon^2} = 1 - P_d$$

где  $n$  – число наблюдаемых значений величины;  $X$  – допустимое отклонение прогнозируемой величины от среднего значения;  $P_d$  – доверительная вероятность.

Значения  $n$  при заданной доверительной вероятности  $P_d$  в зависимости от величины соотношения:

$$n \geq \frac{D(X)}{\varepsilon^2(1-P_d)} \quad (3)$$

Данный метод в основе которого лежит устойчивость средних значений, применяется при выполнении условия (3) при прогнозировании пробегов автомобилей и узлов/агрегатов в стабильных условиях эксплуатации [3].

Достоверное прогнозирование требуемого количества запасных частей и компонентов для электромобилей позволит бесперебойно снабжать процессы ТО и Р требуемой номенклатурой элементов. Что, в свою очередь, повысит эффективность использования электромобилей, увеличит коэффициент технической готовности парка, исключит простой и уменьшит затраты денежных средств на ТО и Р.

#### Литература

1. *Филатов М. И., Юсупова О. В.* Формирование резерва запасных частей для ремонта транспортно-технологических машин // Вестник ОГУ. 2014. № 10(171) С. 213–219.
2. *Вентцель Е. С.* Теория вероятностей. М. : Физматгиз, 1982 – 560 с.
3. *Алифанов А. Л.* Методические основы прогнозирования потребности в ремонтах агрегатов и автомобилей для обеспечения работоспособности автомобильного парка северного региона: дис. ...д. т. н.: 05.22.10: М. : 1999. 362 с.
4. *Брежнев Д. Ю., Допира Р. В., Судариков А. А.* Методический подход к моделированию обеспечения сложных технических систем запасными частями // Программные продукты и системы. – 2018. – Т. 31. – №. 2. – С. 374–381.
5. *Варнаков Д. В., Варнаков В. В., Дежаткин М. Е.* Оптимизация системы технического сервиса путем внедрения обслуживания по фактическому состоянию машин // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2017. – № 2(38). – С. 168–173.
6. *Сушко А. Е.* Разработка специального математического и программного обеспечения для автоматизированной диагностики сложных систем // М.–МИФИ. –2007.–170 с. – 2007.

**УДК 62-192**

*Алексей Витальевич Ковнацкий,*

магистрант

*Кирилл Андреевич Бабкин,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: wikipdeya@mail.ru*

*Alexey Vitalievich Kovnatsky,*

master's degree student

*Kirill Andreevich Babkin,*

master's degree student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: wikipdeya@mail.ru*

## **РАЗРАБОТКА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ ОПЕРАТОРА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА**

### **DEVELOPMENT OF THE PRODUCTION AND TECHNICAL BASIS OF THE OPERATOR OF TECHNICAL INSPECTION**

В статье анализируется понятие технического осмотра в отношении нескольких ключевых тем, к которым уделяется особое внимание в России и в мире на протяжении последних лет. Также, в статье проводится анализ зарубежного опыта проведения технического осмотра, проводится оценка целесообразности организации пункта технического осмотра в городе Санкт-Петербург, изучается спрос на данную услугу. Нормам и правилам охраны труда, технологии проведения работ уделяется особое внимание. Результатом проведения исследования и разработки служит готовый проект производственно-технической базы оператора технического осмотра транспортных средств категорий М2 и М3, а также сформулирован вывод о целесообразности организации данной производственно-технической базы, сделано заключение о перспективах развития.

*Ключевые слова:* технический осмотр, эксплуатация, охрана труда, технологический процесс, зарубежный опыт.

The article analyzes the concept of technical inspection in relation to several key topics that have received special attention in Russia and in the world over the past years. Also, in the article, an analysis of foreign experience in conducting a technical inspection is carried out, an assessment is made of the feasibility of organizing a technical inspection point in the city of St. Petersburg, and the demand for this service is being studied. Special attention is paid to the norms and rules of labor protection, technology of work. The result of the research and development is a ready-made project for the production and technical base of the operator of the technical inspection of vehicles of categories M2 and M3, and a conclusion is made about the



feasibility of organizing this production and technical base, and a conclusion is made about the development prospects.

*Keywords:* technical inspection, operation, labor protection, technological process, foreign experience.

Россия – это страна, в которой уровень автомобилизации стремительно растёт, начиная с конца XX века, что подтверждается официальной статистикой.

За последние 15 лет в нашей стране, в рамках повышения безопасности дорожного движения (БДД), проводилось множество мероприятий, рассматривался ряд нововведений, а также принимались законы и утверждались требования. Всё вышперечисленное напрямую связано с тем, что, несмотря на повышение уровня автомобилизации страны, количество транспорта, возраст которого превышает 5 лет, в значительной мере превышает количество новых автомобилей на дорогах.

Технический осмотр транспортных средств – это проверка технического состояния транспортных средств (в том числе их частей, предметов их дополнительного оборудования) на предмет их соответствия обязательным требованиям безопасности транспортных средств в целях допуска транспортных средств к участию в дорожном движении на территории Российской Федерации и в случаях, предусмотренных международными договорами Российской Федерации, также за ее пределами [2].

При проведении технического осмотра транспортных средств приводится ряд мероприятий, направленных на изучение состояния автомобиля и выявление неисправностей узлов и агрегатов, проведение анализа отработавших газов, изучение правовой законности автомобиля.

Помимо безопасности дорожного движения, технический осмотр важен и в разрезе темы защиты окружающей среды и экологии, так как в ходе процедуры технического осмотра проводится не только проверка узлов и агрегатов на исправность, но и осуществляется визуальный осмотр, проверка качества выхлопных газов.

Для разработки производственно-технической базы оператора технического осмотра потребуется провести ряд мероприятий, которые позволят оценить главное: возможность и целесообразность разработки.

Для проведения разработки и расчетов была выбрана подходящая база, а именно одна из производственных площадок Автобусного парка № 1 «Хрустальная». Это самый современный автобусный парк в Санкт-Петербурге. Учитывая специфику работы предприятия, персонал, месторасположение и строительную готовность площадки, была определена область аккредитации пункта технического осмотра (ПТО) – категории транспортных средств М2 и М3.

Для оценки целесообразности разработки данного ПТО, был проведен анализ месторасположения схожих производственно-технических баз операторов технического осмотра в Санкт-Петербурге, результаты которого представлены ниже (рис. 1).

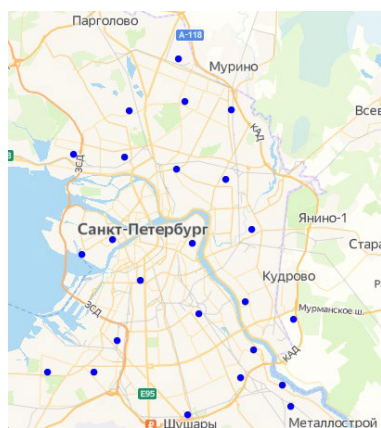


Рис. 1. Расположение ПТО в Санкт-Петербурге

Пункт технического осмотра на производственной площадке «Хрустальная», в первую очередь, должен обслуживать подвижной состав Автобусного парка № 1, а именно автобусы, которые хранятся и обслуживаются на следующих парковых зонах: «Бухарестская» (ул. Бухарестская, дом 18), «Хрустальная» (ул. Хрустальная, дом 22), «Днепропетровская» (ул. Днепропетровская, дом 18).

Производственные площадки «Бухарестская» и «Хрустальная» расположены во Фрунзенском районе Санкт-Петербурга, а «Хрустальная» в Невском районе. Организация пункта технического осмотра по адресу улица Хрустальная дом 22 целесообразна по следующим причинам:

1. В данном районе города имеется только одна станция технического осмотра. Именно на ней, подвижной состав Автобусного парка № 1 проходит технический осмотр и получает диагностические карты в данный момент. Таким образом, ПТО на производственной площадке «Хрустальная» будет иметь всего одного конкурента. Также, стоит отметить наличие в данном районе города множество СТО и автостоянок коммерческого транспорта (рис. 2).



Рис. 2. Схема расположения производственных площадок Автобусного парка № 1

2. На производственной площадке «Хрустальная» имеется здание, над которым недавно проводилась реконструкция. В указанном здании располагается свободный бокс, в котором можно развернуть производственно-техническую базу оператора технического осмотра (рис. 3).

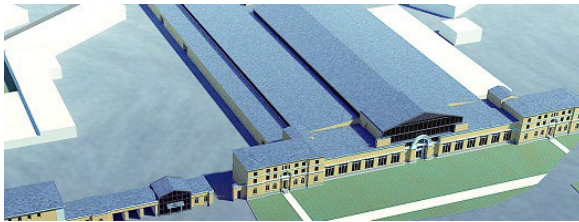


Рис. 3. 3Д-модель площадки Автобусного парка № 1 «Хрустальная»

Разработка планировки диагностической линии – это неотъемлемая часть при проектировании производственно-технической базы оператора технического осмотра, так как в дальнейшем, для получения аттестата аккредитации оператора технического осмотра, ПТО должно соответствовать требованиям. Данные требования прилагаются к Приказу Министерства транспорта РФ от 9 июля 2020 г. № 232 [7]. Результаты анализа соответствия производственного здания на производственной площадке Автобусного парка № 1 «Хрустальная» показали, что размещение в данном помещении производственно-технической базы оператора технического осмотра возможно. Помимо характеристик помещения, требования к производственно-технической базе оператора технического осмотра [7] также применяются к технологическому оборудованию.

Результатом проведенного анализа здания, на предмет возможности размещения в нем производственно-технической базы оператора технического осмотра, а также выбора оборудования, стал готовый проект пункта технического осмотра.

Для наиболее качественной и безопасной организации работы данного проекта, стоит уделить особое внимание таким темам как: специальная оценка условий труда и организация технологического процесса.

Организация технологического процесса заключается в составлении технологической карты процесса. Благодаря этому документу технический эксперт сможет наиболее полно и качественно выполнять свои обязанности и правильно использовать технологическое оборудование.

Специальная оценка условий труда – это большой и ключевой раздел в области охраны труда на транспорте. Путём применения методик представляется возможным провести анализ и установить класс опасности условий труда.

Ключевым опасным фактором, который воздействует на эксперта технического осмотра, является выброс отработавших газов осматриваемых автобусов. К вредным факторам стоит отнести шум, который создает работающий двигатель, а также вибрации от диагностического оборудования. Не стоит упускать из виду тот факт, что эксперт по техническому осмотру постоянно должен работать стоя, а в некоторых

случаях и в согнутом положении. Согласно Приложению 20 приказа Минтруда России № 33н, выполнение рабочих обязанностей в сопровождении этого фактора, относят работу эксперта производственно-технической базы оператора технического осмотра к классу вредных условий труда (подкласс 3.1).

Итог проведенного исследования таков: реализация данного проекта целесообразна, имеет хорошие экономические показатели, и в целом логична.

Стоит отметить перспективность данного ПТО, так как при решении части проблемных вопросов, область аккредитации можно расширить и на другие категории ТС.

#### Литература

1. Федеральная служба государственной статистики. URL: <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport#> (Дата обращения 22.05.2022).

2. О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты российской федерации: Федеральный закон от 01.07.2011 № 170.

3. ПДД РФ с изменениями от 1 января 2022 года. URL: <https://pdds.ru/pdd/> (Дата обращения 22.05.2022).

4. Лисенко В. И. Государственный технический осмотр транспортных средств: современные проблемы и пути их решения // Вестник ННГУ. 2018. № 1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennyu-tehnicheskiy-osmotr-transportnyh-sredstv-sovremennye-problemy-i-puti-ih-resheniya> (Дата обращения: 08.05.2022).

5. Техосмотр в провале: что делать? URL: <https://www.zr.ru/content/articles/823571-texosmotr-v-provale-chto-delat/> (Дата обращения 22.05.2022).

6. О техосмотре в мире. URL: <https://www.doroga78.ru/advice/841/> (Дата обращения 22.05.2022).

7. АП-3 «Хрустальная». Было и стало. URL: <https://www.drive2.com/b/597737128008362817/> (Дата обращения 22.04.2022).

8. Сведения из реестра операторов технического осмотра. URL: <https://oto-register.autoins.ru/pto/> (Дата обращения: 23.05.2022).

9. Приказ Министерства транспорта РФ от 9 июля 2020 г. № 232. URL: <https://base.garant.ru/74573158/> (Дата обращения 22.05.2022).

10. Приказ Министерства транспорта РФ от 30 апреля 2020 г. № 151. URL: <https://base.garant.ru/74573168/> (Дата обращения 24.05.2022).

11. Приложение № 1 к приказу Минтранса России от 30 апреля 2020 г. № 151 «Методика расчета значения пропускной способности пункта техниче-

ского осмотра». URL: <https://base.garant.ru/74573168/53f89421bbdaf741eb2d1ecc4ddb4c33/> (Дата обращения 24.05.2022).

12. Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1434. URL: <https://base.garant.ru/74671754/?> (Дата обращения 24.05.2022).

13. Порядок проведения ТО. URL: [https://xn--24-gmcr.xn--p1ai/to\\_order](https://xn--24-gmcr.xn--p1ai/to_order) (Дата обращения 04.06.2022).

14. Прибор исл 401м инструкция. URL: <https://chaplin-lounge.ru/pribor-isl-401m-instruktsiya/> (Дата обращения 01.06.2022).

15. ТК РФ Статья 217. Система управления охраной труда. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_34683/651d8ec0bc6209d48b7ee854c22d5f62baa35239/?](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683/651d8ec0bc6209d48b7ee854c22d5f62baa35239/?) (Дата обращения 23.05.2022).

16. Какие существуют виды инструктажей по охране труда. URL: [https://nalog-nalog.ru/ohrana\\_truda/kakie\\_suwestvuyut\\_vidy\\_instruktazej\\_po\\_ohrane\\_truda-nn/?](https://nalog-nalog.ru/ohrana_truda/kakie_suwestvuyut_vidy_instruktazej_po_ohrane_truda-nn/?) (Дата обращения 25.05.2022).

УДК 621.83.05

Полина Александровна Лосева,  
магистрант  
Анатолий Николаевич Тюрюмин,  
магистрант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: pol.loseva@mail.ru,  
22002509@edu.spbgasu.ru

Polina Aleksandrovna Loseva,  
master's degree student  
Anatoliy Nikolaevich Turumin,  
master's degree student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: pol.loseva@mail.ru,  
22002509@edu.spbgasu.ru

## МОДЕРНИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КОЗЛОВОГО КРАНА

### MODERNIZATION OF GANTRY CRANE DESIGN

В статье рассматривается применение грузоподъемных машин, основные параметры козлового крана и конструкции его пролетного строения, приводится обоснование для разработки новой модели крана.

*Ключевые слова:* козловой кран, пролетная конструкция, балки.

The article discusses the use of hoisting machines, the main parameters of the gantry crane and the design of its superstructure, provides justification for the development of a new model of the crane.

*Keywords:* gantry crane, span structure, beams.

В зависимости от назначения и конструктивного исполнения подъемно-транспортные машины подразделяют на две основные группы: грузоподъемные машины и транспортирующие машины. Одна из основных задач грузоподъемного оборудования – это осуществление перемещения, подъема или опускания различных материалов. Данный вид техники широко применим в отрасли машиностроения, сельского хозяйства, на строительных объектах, в заготовочных, доготовочных и специализированных цехах, то есть на объектах, где требуется провести монтаж и демонтаж, ремонт, перемещение, погрузку и разгрузку грузов.

Промышленное оборудование в виде грузоподъемной техники циклического действия используют для перемещения и подъема крупногабаритных грузов в пространстве и выполнения тяжелых монтажных работ на территории производства или цеха. Применение подъемно-

транспортной техники считается лучшим техническим решением для открытых или закрытых производственных площадок. Эффективность такого типа оборудования обусловлена его высокой производительностью и скоростью. Многочисленные модификации позволяют применять кран в зависимости от сложности рабочего процесса.

Козловой кран является одним из главных подъемно-транспортных механизмов на современных машиностроительных производствах. Именно от рабочего состояния крана зависит организация всего строительного процесса предприятия, так как важнейшим условием эффективности работы и функционирования всего производства является механизация, то есть бесперебойная работа всех его звеньев.

Помимо преимуществ данного типа оборудования существуют и недостатки, один из которых – ограниченное пролетное расстояние мостового пути. Перед производителем стоит задача не только повысить эффективность производства, но и снизить расходы на проектирование и разработку модели.

Цель моей работы – увеличение производительности козлового крана путем модернизации его монолитного моста. Моделью для модернизации станет рабочий проект крана козлового ККУ-12,5 г/п 12,5т разработанный ОАО «Балткран» (рис. 1).



Рис. 1. Козловой кран ККУ-12,5 г/п 12,5 т

Технические характеристики данной модели представлены в таблице.



Таблица

## Технические характеристики ККУ 12,5

Параметр	Значение
Грузоподъемность, т	12,5
Скорости, м/мин Подъем груза	9,6
Передвижение тележки грузовой	40,2
Передвижение крана	63,6
Масса крана, не более, т	40,0
Масса грузовой тележки, т	8,9
Пролет, м	16,0
База крана, м	13,2
Вылет со стороны ж. опоры, м	4,5
Вылет со стороны г. опоры, м	4,5
Ширина тележечного пути, м	12,8
База грузовой тележки, м	2,4
Режим работы крана по ISO 4301/1	A5

За счет модульной конструкции козлового крана, содержащего пролет и четыре опорные стойки, установленные на балансирные тележки добавочный эффект заключается в расширении арсенала технических средств, в частности, упрощённая регулировка длины пролета крана.

Технический результат заключается в повышении эффективности козлового крана, за счет выполнения мостового пути модульным. Длина моста крана регулируется с помощью двух пролетных балок, каждая из которых содержит по меньшей мере две модульные секции, как представлено на рис. 2, крепление секций осуществляется с помощью фланцевого соединения. Данный тип соединения обеспечивает надежную фиксацию элементов конструкции крана, позволяет уменьшить время монтажа и менее подвержен внешним воздействиям. Мост крана с одной модульной секцией позволяет регулировать

его длину на заданную величину. При ином количестве модульных секций длина крана может изменяться.

Новый вид модели показан на рис. 2.

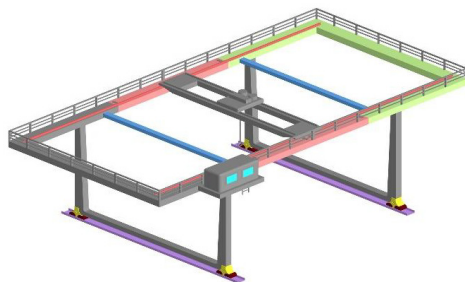


Рис. 2. Модернизированная модель козлового крана

Такой вид модернизации позволяет эффективно эксплуатировать кран на различных строительных площадках, регулируя длину пролета. Это позволяет сэкономить средства на производство нового грузоподъемного оборудования, сократить сроки и повысить экономическую эффективность проекта.

В результате работы была изучена имеющаяся информация по козловому крану ККУ-12,5. Анализируя, все приведённые выше данные и факты делаем заключение, что в настоящей работе решена задача увеличения производительности предприятия путем изменения конструкции моста крана.

#### Литература

1. Эльяш Н. Н. Металлоконструкции подъемно-транспортных машин: Электронное учебное пособие (конспект лекций). Екатеринбург : Изд-во Рос. гос. проф. -пед- ун-та, 2015. 60 с.
2. СТО 24.09-5821-01093. Краны грузоподъемные промышленного назначения. Нормы и методы расчета элементов стальных конструкций.
3. Вайнсон, А. А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности: Атлас конструкций: Учебное пособие для технических вузов / А. А. Вайнсон. – М. : Альянс, 2014. – 150 с.
4. Основы проектирования автомобилей. [Электронный ресурс] URL: [https://studopedia.ru/11\\_47534\\_lektsiya--osnovi-proektirovaniyaavtomobilya.html](https://studopedia.ru/11_47534_lektsiya--osnovi-proektirovaniyaavtomobilya.html)
5. Стропальщик. Грузоподъемные краны и грузохватные приспособления, Игумонов С. Г., 2017.

**УДК 656.1**

*Борис Александрович Лукин,*

магистрант

*Денис Алексеевич Кирк,*

магистрант

*Энрике Да Силва Каштру,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: lukin\_b@list.ru*

*Boris Aleksandrovich Lukin,*

master's degree student

*Denis Alekseevich Kirk,*

master's degree student

*Enrique Da Silva Castro,*

master's degree student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: lukin\_b@list.ru*

**ВЛИЯНИЕ КОМПЛЕКСА ПОДСИСТЕМ  
МОНИТОРИНГА ИТС ОРЛОВСКОЙ ГОРОДСКОЙ  
АГЛОМЕРАЦИИ НА ЭКОНОМИЧЕСКИЕ  
ПОКАЗАТЕЛИ**

**THE INFLUENCE OF THE COMPLEX OF SUBSYSTEMS  
FOR MONITORING ITS OF THE ORYOL URBAN  
AGGLOMERATION ON ECONOMIC INDICATORS**

Проведен анализ улично-дорожной сети Орловской городской агломерации. Приведены протяженность улично-дорожной сети Орловской городской агломерации, а также маршруты обслуживания дорожной инфраструктуры. Проведен анализ общей архитектуры ИТС дорожной инфраструктуры. Рассмотрены несколько подходов к формированию архитектуры ИТС. Приведены структурные схемы инструментальных подсистем ИТС дорожной инфраструктуры. Определен экономический эффект при рациональном применении метеорологических данных, оказывающий воздействие на экономические показатели дорожной службы и муниципального хозяйства Орловской городской агломерации.

*Ключевые слова:* анализ, архитектура ИТС, развитие, улично-дорожная сеть, рациональное применение.

The analysis of the street and road network of the Oryol urban agglomeration is carried out. The length of the street and road network of the Oryol urban agglomeration, as well as the routes of road infrastructure maintenance are given. The analysis of the general architecture of ITS road infrastructure is carried out. Several approaches to the formation of ITS architecture are considered. Structural diagrams of instrumental subsystems of ITS road infrastructure are given. The technical and economic indicators of the operation of a complex road vehicle are determined. The economic effect of the rational use of meteorological data, which has an impact on

the economic indicators of the road service and the municipal economy of the Oryol urban agglomeration, is determined.

*Keywords:* analysis, ITS architecture, development, road network, rational application.

В соответствии с Региональным проектом «Программа комплексного развития объединенной дорожной сети Орловской области, а также Орловской городской агломерации на 2019–2024 года» (утверждена 14.12.2018г.) на территории Орловской области сформирована «Орловская городская агломерация», включающая в себя территорию города Орла и Орловского района и «вылетные магистрали» на территорию сопредельных муниципальных районов.

«Орловская городская агломерация» включает в себя 781 км автомобильных дорог, из них:

- 119 км – федеральные;
- 352 км – региональные и межмуниципальные;
- 310 км – местные автомобильные дороги.

В состав «Орловской городской агломерации» входят два муниципальных образования:

- город Орел;
- Орловский район.

Обязанности по содержанию улично-дорожной сети (УДС) Орловской городской агломерации (рис. 1) возложены на Муниципальное унитарное предприятие «Спецавтобаза по санитарной очистке города Орла».

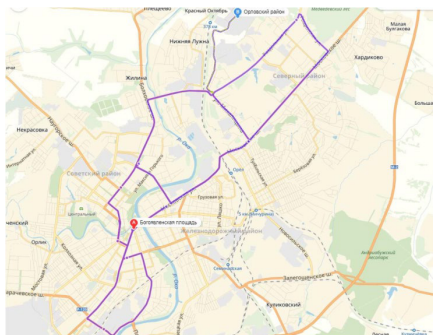


Рис. 1. Схема обслуживания УДС г. Орла

- маршрут 1: ул. Северный парк – ул. Раздольная – ул. Роцинская – Московское ш. – ул. Михалицына – ул. Северный парк;
- маршрут 2 – обратный маршрут 1;
- маршрут 3: ул. Северный парк – ул. Герцена;
- маршрут 4 – Обратный маршрут 3;
- маршрут 5: ул. Северный парк – ул. Розы Люксембург;
- маршрут 6 – Обратный маршрут 5;
- маршрут 7: ул. Северный парк – ул. Михалицына – ул. Северный парк.

На сегодняшний день, в нашей стране сформировался определенный подход к архитектуре ИТС, который нашёл отражение в ряде нормативных и методических документах. Так, в частности ГОСТ Р 56294-2014 «Интеллектуальные транспортные системы. Требования к функциональной и физической архитектурам интеллектуальных транспортных систем» предусматривает следующую обобщённую физическую архитектуру ИТС (рис. 2).

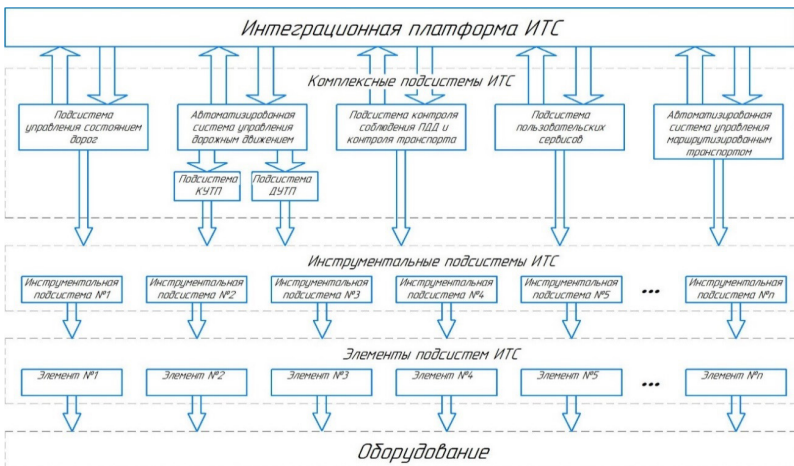


Рис. 2. Обобщённая физическая архитектура ИТС в соответствии с ГОСТ Р 56294–2014

1. Общий пробег за оборотный рейс ( $L_{\text{ОБЩ}}$ ):

$$L_{\text{ОБЩ}} = L_1 + L_2. \quad (1)$$

$$L_1 = 78 \text{ км.}$$

$$L_{\text{ОБЩ}} = 78 \text{ км}$$

2. Грузенный пробег за оборотный рейс ( $L_{\text{ГР}}$ ):

$$L_{\text{ГР}} = L_1 + L_2. \quad (2)$$

$$L_1 = 50,3 \text{ км.}$$

$$L_{\text{ГР}} = 50,3 \text{ км.}$$

Таблица 1

**Технико-эксплуатационные характеристики выбранного маршрута**

Показатель	Значение показателя
Общий пробег за оборотный рейс, км	78
Пробег с грузом, км	50,3
Пробег холостой, км	19,7
Коэффициент использования пробега	0,64

Исходя из приведенных расчетов, общий пробег за день составит 78 километров, пробег с грузом 50,3 километров, тогда коэффициент использования пробега равен 0,64, для кольцевых маршрутов это довольно высокий показатель. Холостой пробег составит 19,7 километров.

Экономическое воздействие при верном применении метеорологических данных будет действующим экономическим воздействием для дорожной службы и экономическим воздействием в народном хозяйстве и определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ОБ}} = \mathcal{E}_{\text{ДО}} + \mathcal{E}_V + \mathcal{E}_{\text{ДТП}} + \mathcal{E}_{\text{ОС}}. \quad (3)$$

где  $\mathcal{E}_{\text{ДО}}$  – экономическое воздействие дорожной службы от понижения количества расходуемой соли;

$\mathcal{E}_V$  – экономическое воздействие дорожной установки в связи с поддержкой установленных скоростных свойств транспортных

средств зимой, благодаря снижению времени пребывания дорожно-го покрытия с образовавшейся зимней скользкостью;

$\mathcal{E}_{\text{ДТП}}$  – экономическое воздействие в связи с понижением количества ДТП, возникающего при плохом сцеплении колес находящихся в движении автомобилей с покрытием дороги;

$\mathcal{E}_{\text{ос}}$  – экономическое воздействие, приведенное уменьшением показателя загрязнения окружающей среды, в связи со снижением числа потребляемых противогололедных материалов и снижения объемов выброса автомобильным транспортом с малыми скоростями в период зимней скользкости.

Таблица 2

**Экономическое воздействие при зимнем содержании автомобильных дорог от использования метеорологической информации**

Ширина проезжей части, м	Экономический эффект на 10 км участка автомобильной дороги, руб.
16,5	8140,53
7,0	2263,21

**Литература**

1. *Беляев В. М.* Терминальные системы перевозок грузов автомобильным транспортом. М. : Транспорт, 2013. – 184 с.
2. *Беляев Э. И., Макарова И. В., Хабибуллин Р. Г.* Применение современных методов оптимизации транспортной системы // Инновации в науке : материалы науч.-практ. конф. / под ред. Я. А. Полонского. – Новосибирск : Сибирская ассоциация консультантов, 2012. – 110 с.
3. ГОСТ Р 56294-2014.
4. *Власов В. М.* Телематика на автомобильном транспорте / В. М. Власов [и др.]. – М. : МАДИ, 2003. – 173 с.
5. *Евстегнеев И. А.* Основы создания интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях России. – М. : Издательство «Перо», 2021. – 294 с.
6. *Жанказиев С. В.* Разработка концепции создания интеллектуальной транспортной системы на автомобильных дорогах федерального значения / С. В. Жанказиев, Д. Б. Ефименко, А. И. Воробьев, А. В. Багно, А. Е. Росланов // Отчет по государственному контракту № УД-47/261 от 07.10.2016 г.
7. *Жанказиев С. В.* Современное представление о маршрутном ориентировании участников дорожного движения в Интеллектуальных транспортных системах / С.В. Жанказиев, А.И. Воробьев, А.В. Багно // Средства и технологии телематики на автомобильном транспорте: сб. науч. тр. МАДИ. – М. : Изд-во МАДИ, 2016. – С. 220–232.

**УДК 62-192**

*Дмитрий Михайлович Лучков,*

магистрант

*Олег Алексеевич Попков,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

*E-mail: luchkovdm@mail.ru*

*Dmitrii Mikhailovich Luchkov,*

master's degree student

*Oleg Alekseevich Popkov,*

master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: luchkovdm@mail.ru*

## **АНАЛИЗ ОСОБЕННОСТЕЙ РЫНКА СТРАХОВАНИЯ ДОРОЖНЫХ МАШИН**

### **ANALYSIS OF THE FEATURES OF THE ROAD CAR INSURANCE MARKET**

Рассмотрены основные особенности рынка страхования дорожных машин, начиная от этапа формирования универсальных правил страхования и оценки рисков, заканчивая анализом страхового мошенничества с использованием дорожных машин.

*Ключевые слова:* дорожные машины, страхование, андеррайтинг, страховое мошенничество.

The main features of the road car insurance market are considered, starting from the stage of formation of universal insurance rules and risk assessment, ending with the analysis of insurance fraud using road cars.

*Keywords:* road cars, insurance, underwriting, insurance fraud.

Современный этап научно-технического прогресса и постоянно развивающаяся автодорожная инфраструктура привели к многообразию дорожных машин, улучшению их технических характеристик и увеличению стоимости.

Владельцы дорожных машин, осознавая, что характер их использования может повлечь как причинение ущерба самой дорожной машине, так и повлечь наступление ответственности перед третьими лицами за причиненный при ее использовании вред, стремятся обеспечить свои имущественные интересы путем заключения договоров страхования.



В связи с этим, страховые компании, с учетом значительных объемов страхового рынка, стремятся унифицировать и оптимизировать свои бизнес-процессы.

С нормативной точки зрения унификация процесса заключения и исполнения договоров предусмотрена возможностью определения страховщиком стандартных условий страхования в правилах по соответствующему виду.

Указанное послужило основанием для формирования страховщиками типовых правил страхования специализированной техники, что, в свою очередь, позволяет сделать процесс страхования более прозрачным и удобным для всех участников.

Подобные правила обычно содержат в себе как общие положения, применимые ко всем видам специализированной техники, так и специальные условия, конкретизирующие порядок заключения и исполнения договора страхования в отношении конкретного вида специализированной техники, в том числе дорожных машин.

Вместе с тем, нельзя не сказать, о процедуре андеррайтинга, проводимой страховщиками при заключении договоров страхования, поскольку именно она служит инструментом, позволяющим определить степень возможности наступления страхового события и размер страховых тарифов по конкретному договору.

Андеррайтинг (*англ. Underwriting*) – это процедура, предназначенная для анализа и классификации страховых рисков, убыточности, определения размера страхового тарифа.

Андеррайтинг применяется к процедуре заключения как договоров страхования имущества, то есть непосредственно дорожной машины от неблагоприятных событий, так и страхования гражданской ответственности при использовании дорожной машины, то есть ответственности перед третьими лицами.

Далее рассмотрим два основных вида договоров страхования в отношении дорожных машин:

1. Договор страхования дорожной машины как имущества.

В рассматриваемом случае дорожная машина является объектом страхования, то есть в случае повреждения или полной гибели

дорожной машины в результате события, определенного правилами страхования, страховщиком выплачивается страховое возмещение, которое компенсирует причиненный страхователю или выгодоприобретателю ущерб.

2. Договор страхования гражданской ответственности при использовании дорожной машины.

Использование дорожной машины, являющейся источником повышенной опасности, предполагает высокую вероятность причинения им ущерба имуществу, вреда здоровью либо смерти потерпевшим.

Для понимания подходов, используемых страховщиками при заключении договоров страхования далее приводятся результаты сравнительного анализа положений действующих правил страхования в части классификации дорожных машин, подходов андеррайтинга, определения перечня страховых рисков и возможности страхования гражданской ответственности трех крупнейших страховщиков Российской Федерации (Таблица):

1. СПАО «РЕСО-Гарантия», Правила страхования № 188 от 07.05.2018 года.

2. САО «ВСК», Правила страхования № 110/2 от 30.04.2019 года.

3. АО «АльфаСтрахование», Правила страхования № 359 от 29.12.2018 года.

Отдельно следует упомянуть о единстве подхода страховщиков к определению перечня страховых рисков, поскольку значительная часть возможных неблагоприятных событий находит свое отражение в правилах страхования и отличается исключительно способом их описания:

1. Риски, связанные с повреждением дорожной машины при проведении работ (пожар, опрокидывание, взрыв, столкновение, падение с высоты).

2. Риски, связанные с повреждением дорожной машины в результате стихийных бедствий, при этом удар молнии включен в риск «Пожар».

3. Риски, связанные с преступлениями: хищение, угон.

4. Риски, связанные с падением летательных аппаратов.

Анализ правил страхования крупнейших страховщиков

Критерий анализа	СПАО «РЕСО-Гарантия»	САО «ВСК»	АО «АльфаСтрахование»
Классификация дорожных машин	Строительная техника	Дорожно-строительная техника	Специализированная техника
Андеррайтинг (характеристики, влияющие на тариф)	Марка, модель, технические характеристики	Марка, модель, технические характеристики, территория страхования	Не упоминаются
Дополнительные страховые риски	Неосторожность работников страхователя	Воздействие животных	Повреждение застрахованного имущества водой из водопроводных, канализационных, отопительных систем и систем пожаротушения
Страхование гражданской ответственности	Определяется иными правилами	Определяется иными правилами	Возможно

Рассматривая вопрос особенностей урегулирования страховых случаев, произошедших с дорожными машинами, следует отметить, что в 2003 году Российский союз автостраховщиков впервые начал разрабатывать концепцию борьбы со страховым мошенничеством, которая завершилась в 2004<sup>1</sup>.

30.05.2022 Национальное Рейтинговое Агентство (НРА) по заказу Всероссийского союза страховщиков (ВСС) провело 2 этапа работ по разработке Стратегии развития страховой отрасли Российской Федерации на 2022-2025 гг., одним из акцентов которой является «противодействие недобросовестным практикам»<sup>2</sup>.

Во II квартале 2022 года, по данным ВСС страховщики обратились в правоохранительные органы по фактам страхового мошенничества с посчитанным убытком более 1,0 млрд р.

В том числе ущерб на 513,5 млн р. был заявлен по ОСАГО. Также на 214 млн р. заявлен ущерб от мошенничеств по каско, на 210 млн р. – по страхованию имущества, на 47,1 млн р. – по страхованию жизни и здоровья и ещё на 19 млн р. по иным видам страхования<sup>3</sup>.

Именно поэтому вопрос противодействия страхового мошенничества актуален в страховом бизнесе.

Основными способами страхового мошенничества с использованием строительных машин являются:

1. Поджог/возгорание.

Поджог/возгорание – возгорание в результате умышленных действий, приводящее к возникновению самопроизвольно распространяющегося пожара (предусмотрена уголовная ответственность по ст. 167 УК РФ «Умышленные уничтожение или повреждение имущества»).

2. Хищение техники/кража.

Кража – это тайное хищение чужого имущества (предусмотрена уголовная ответственность по ст. 158 УК РФ «Кража»).

3. Хищение съемных запасных (противоправные действия третьих лиц).

Хищение съемных запасных (противоправные действия третьих лиц) – Умышленные уничтожение или повреждение чужого имущества,

---

<sup>1</sup> <https://www.insur-info.ru/press/2093/>

<sup>2</sup> <https://www.ra-national.ru/ru/node/65083/>

<sup>3</sup> <https://www.asn-news.ru/news/80428/>

если эти деяния повлекли причинение значительного ущерба пожара (предусмотрена уголовная ответственность по ст. 167 УК РФ «Умышленные уничтожение или повреждение имущества»).

4. Инсценировка опрокидывания, съезда в кювет.

5. Инсценировка дорожно-транспортного происшествия с участием двух машин одного предприятия.

Безусловно, существуют и иные способы для незаконного получения страхового возмещения.

Однако, следует отметить, что страховые компании с целью противодействия страховому мошенничеству, создают специальные подразделения, имеющие все необходимые компетенции для выявления и пресечения подобных случаев.

Поскольку согласно отчетам крупнейших страховщиков в Санкт-Петербурге по результатам поданных в правоохранительные органы обращений лишь чуть более чем в одном проценте случаев возбуждаются уголовные дела, как правило, споры между страховщиками и страхователями носят гражданско-правовой характер и являются предметом рассмотрения судов.

В завершение следует отметить, что в настоящее время рынок страхования дорожных машин претерпевает существенные изменения, поскольку наиболее распространённые марки и модели в связи с наложенными на Российскую Федерацию санкциями замещаются новыми для рынка дорожными машинами, произведенными в дружественных странах, преимущественно Китайской Народной Республике.

В связи с этим продакт-менеджерами и андеррайтерами пересматриваются подходы к тарификации и наполнения договоров страхования дорожной техники, а сотрудники подразделений по противодействию страховому мошенничеству меняют подходы к выявлению соответствующих событий.

### Литература

1. *Евтюков С. С.* Наземные транспортно-технологические машины и комплексы / С. С. Евтюков, С. А. Евтюков, А. В. Чудаков, Е. В. Куракина. – СПб. : ИД «Петрополис», 2016. – 504 с.

2. Страхование и управление риском: Терминологический словарь / Сост.: В. В. Тулинов, В. С. Горин. – М. : Наука, 2000. – 565 с.

3. *Алгазин А. И.* Защита бизнеса от страхового мошенничества : монография / Алгазин А. И., Жуков А. Б. – Москва : Проспект, 2022. – 199 с.

УДК 621.981.21

Жаухар Махжуб,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: jowharmahjoub007@yandex.ru

Jowhar Mahjoub,

master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: jowharmahjoub007@yandex.ru

## ВАЛЬЦЫ ДЛЯ ЛИСТОВОГО МЕТАЛЛА

### SHEET METAL ROLLING MACHINE

Прокатка – это формовочная операция, при которой из плоского листового металла получается цилиндрический наконечник. Цель этой работы, выполненной в сотрудничестве с компанией СМІ, состоит в том, чтобы представить библиографическое исследование станка, в котором мы уточняем различные типы прокатных станков, а затем показываем процесс прокатки листового металла на прокатном станке типа Crocker и показываем функциональный анализ станка с предложениями различных типов. решения. Затем мы проведем необходимые расчеты и разработаем конструкцию нашей машины.

*Ключевые слова:* прокатка, моделирование, прокатный стан, функциональный анализ.

Rolling is a molding operation in which a cylindrical tip is obtained from a flat sheet metal. The purpose of this work, carried out in collaboration with CMI, is to present a bibliographic study of the machine, in which we clarify the various types of rolling machines, and then show the process of rolling sheet metal on a rolling machine of the Crocker type and show a functional analysis of the machine with suggestions of various types decisions. Then we will carry out the necessary calculations and develop the design of our machine.

*Keywords:* rolling, modeling, rolling mill, functional analysis.

Прокатка – это гибка, предназначенная для плоских изделий (листового металла) большой длины. Это связано с тем, что разработка прокатных деталей выполняется на нейтральном волокне, расположенном в середине толщины, где радиус больше толщины. Это делается с помощью машины, обычно называемой прокатным станком. В мастерской ее часто называют валками или прокатным станком.

Машины оснащены тремя цилиндрами А, В и С (рис. 1.2) с высокой прочностью на изгиб. Приводные цилиндры а и в одинакового

диаметра приводятся в движение и приводят в движение листовой металл. Они расположены на достаточном расстоянии друг от друга, чтобы получить желаемый радиус изгиба в листовом металле. В зависимости от вертикальной оси на равном расстоянии от этих цилиндров действует цилиндр качения С. диаметр цилиндра качения С равен (а иногда и больше) диаметру ведущих цилиндров. Цилиндры изготавливаются из чугуна или обработанной стали: – цилиндры а и в представляют собой ведущие цилиндры (нижние ролики); – цилиндр с представляет собой катящийся цилиндр (верхний ролик). Листовой металл приводится в движение поступательными движениями двумя приводными роликами а и в с механическим приводом. Затем она непрерывно подвергается воздействию ролика качения С, что вызывает непрерывный изгиб, что приводит к плавной прокатке.

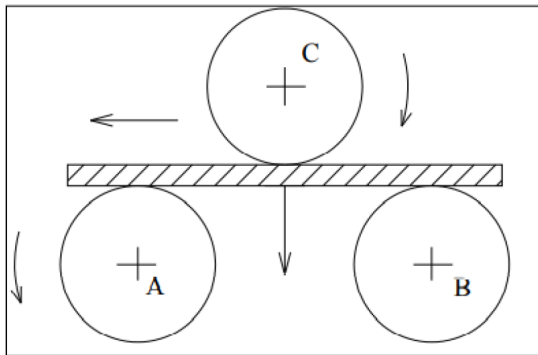


Рис. 1. Трехвалковая прокатка

Существует два основных типа трехвалковых машин:

- Каталки пирамидального типа.
- Прокатные станки типа «Крокер».

На рис. 2 показано положение роликов на машине пирамидального типа. Диаметр нижних валков обычно на 10–50 % меньше диаметра верхнего валка. Привод обеспечивается нижними роликами, которые неподвижны при перемещении. Верхний ролик свободно вращается и перемещается в вертикальном направлении, что позволяет прокатывать листовой металл до желаемого диаметра.

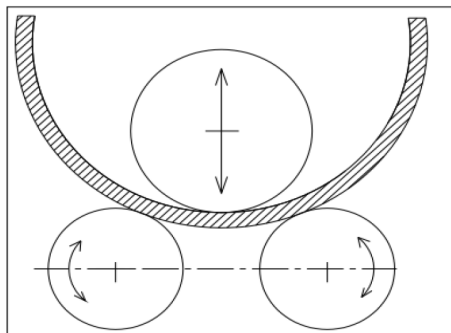


Рис. 2. Прокатный стан пирамидального типа

Однако машины пирамидального типа вызывают значительное уплощение на каждом конце прокатного листа. Это связано с невозможностью прямого воздействия на работу качения (рис. 3).

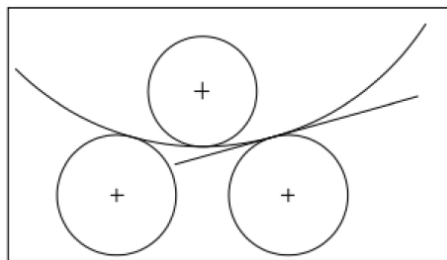


Рис. 3. Плоская поверхность после прокатки пирамидального типа

Второй тип – это прокатные станки типа *croque*. Эти станки имеют то преимущество, что сами выполняют прокатку торцов листового металла. Толщина оставшейся плоской поверхности варьируется от 0,5 до 2 раз в зависимости от конструкции машины и ее мощности. Расположение и относительное движение роликов зависят от модели машины.

Расположение роликов показано на рис. 4. ролики имеют одинаковый диаметр. Привод обеспечивается двумя роликами, верхним роликом и нижним роликом, расположенным под ним. Приводные



ролики расположены либо в одной вертикальной плоскости (рис. 4), либо немного смещены относительно друг друга (рис. 4). последнее расположение позволяет увеличить способность к хрусту. Нижний приводной ролик регулируется по вертикали. Вальцовочный станок асимметричного типа позволяет получить более точную заготовку цилиндрической формы благодаря тому, что листовой металл во время прокатки удерживается зажатым между нижним и верхним валками.

Ролик качения регулируется с наклоном на один угол  $\psi$  относительно вертикали. Наклонное движение этого ролика определяет диаметр сформированного цилиндра. Ролик качения приводится в движение трением. Основным недостатком этого типа прокатных станков является необходимость переворачивания листового металла для скручивания обоих концов.

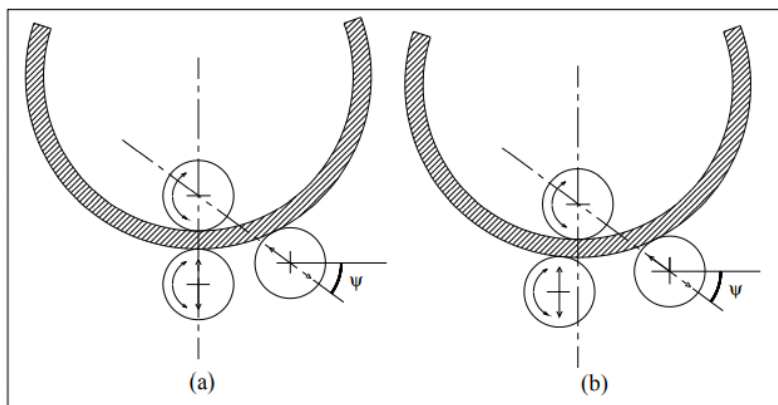


Рис. 4. Прокатный стан типа «Крокер»

Для этого был выбран тип «Крокер» для создания цифрового дизайна.

Это решение обеспечивается четырьмя основными гидравлическими цилиндрами, обеспечивающими перемещение роликов, следовательно, деформацию листового металла, и еще одним гидравлическим цилиндром, обеспечивающим выход листового металла после окончания прокатки и это хорошо видно на рис. 5.

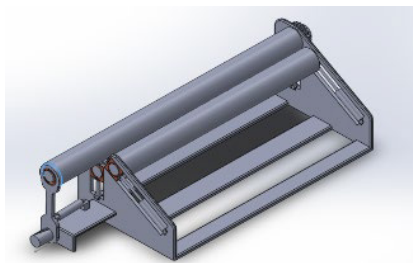


Рис. 5. Проектирование решения с помощью SOLIDWORKS

Конструкция была выполнена с использованием программного обеспечения «*SOLIDWORKS*», в котором мы реализовали наше решение, проверили ограничения смещения и обнаружили, что наше решение работает без деформации во время работы. И мы проверили напряжения при извлечении листового металла после прокатки и обнаружили, что у нас не будет деформации или неисправностей в нашей машине и ее различных компонентах.

Таким образом, в статье были изучены различные типы станков для прокатки листового металла, проведено моделирование с использованием программного обеспечения для проверки правильности работы и избежания проблем при фактическом разрешении.

#### Литература

1. *Байков Ю. А.* Квантовая механика: Учебное пособие / Ю. А. Байков. – М. : БИНОМ. ЛЗ, 2016. – 291 с.
2. *Бать М. И.* и др. Теоретическая механика в примерах и задачах. Учеб. пособ. для вузов. В 2-х т. / М. И. Бать, Г. Ю. Джанелидзе, А. С. Кельзон. – 9-е изд., перераб. – М. : Наука, 2016. – 670 с.
3. *Бутенин Н. В.* и др. Курс теоретической механики: Учеб. пособие для студентов вузов по техн. спец.: В 2-х т. / Н. В. Бутенин, Я. Л. Лунц, Д. Р. Меркин. СПб. : Лань. – 5-е изд., испр. – 2017. – 729 с.
4. *Джамай В. В.* Прикладная механика: Учебник для бакалавров / В. В. Джамай, Е. А. Самойлов, А. И. Станкевич. – М. : Юрайт, 2016. – 360 с.
5. *Иосилевич Г. Б.* Прикладная механика: Для студентов вузов / Г. Б. Иосилевич, П. А. Лебедев. – М. : Машиностроение, 2016. – 576 с.
6. *Акимов В. А.* Теоретическая механика. Кинематика. Практикум: Учебное пособие / В. А. Акимов, О. Н. Скляр, А. А. Федута; Под общ. ред. проф. А. В. Чигарев. – М. : ИНФРА-М, Нов. знание, 2017. – 635 с.

УДК 624.132.3

*Владимир Андреевич Попов,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

*E-mail: vp.4.4.36.612@gmail.com*

*Vladimir Andreevich Popov,*

master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: vp.4.4.36.612@gmail.com*

## **РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ КАРЬЕРНОЙ ТЕХНИКОЙ**

### **DEVELOPMENT OF AN AUTOMATION SYSTEM FOR THE MANAGEMENT OF QUARRY EQUIPMENT**

В статье рассмотрены текущие проблемы горной промышленности, возникающие при разработке месторождений, и описаны алгоритмы предлагаемой системы автоматизации для управления карьерной техникой. Также подробно разбираются модули, обеспечивающие слаженную работу всей системы, и предлагаются варианты по модернизации органов управления, которые позволяют реализовать автономное управление, на примере карьерного автосамосвала БелАЗ 75131.

*Ключевые слова:* разработка месторождений, карьерные работы, автономное управление, система автоматизации, алгоритм.

The article discusses the current problems of the mining industry arising during the development of deposits, and describes the algorithms of the proposed automation system for the management of quarry equipment. The modules that ensure the smooth operation of the entire system are also analyzed in detail, and options are offered for the modernization of controls that allow for autonomous control, using the example of the BelAZ 75131 dump truck.

*Keywords:* field development, quarrying, autonomous management, automation system, algorithm.

Открытая разработка месторождений – это один из самых востребованных типов работ в горной промышленности. Из открытых карьеров добываются полезные ископаемые, которые используются в широком спектре производственных сфер. При этом во всем мире наблюдается тенденция к увеличению глубины и ширины карьеров что влечет за собой усложнение условий освоения недр земли, требует развития рабочих мощностей, повышения производительности тру-

да и влечет за собой рост опасности для здоровья операторов горной техники, работающих непосредственно в карьерах. Также стоит обратить внимание на то, что открытые горные работы зачастую проходят в отдаленных и труднодоступных регионах с нехваткой кадровых ресурсов и плохо развитой социальной инфраструктурой. Все эти факторы ведут к снижению эффективности открытых карьерных работ.

Современным способом решения данных проблем будет создание и внедрение автоматизированной системы управления карьерной техникой, которая позволит автономно производить разработку карьеров, полностью исключая присутствие человека в зоне проведения открытых горных работ, что даст возможность минимизировать или исключить вовсе затраты на построение социальной инфраструктуры, снизить риски причинения вреда здоровью человека, а также повысить эффективность деятельности горнодобывающей компании путем оптимизации процесса производства за счет исключения простоев, связанных с человеческим фактором, и выбора оптимального пути передвижения техники с возможностью повторить траекторию своего движения вплоть до нескольких сантиметров, что также способствует экономии бюджета предприятия при создании проезжей части для автомобильной карьерной техники путем сужения ширины дороги, увеличения угла наклона и уменьшения размеров площадки для разворота до минимально необходимого значения.

Так, в связи с активным развитием в современном мире спутниковых систем передачи данных, облачных хранилищ и электронных датчиков, создание парка автономного карьерного транспорта будет наиболее актуальным способом повысить производительность горнодобывающего предприятия, снизить себестоимость добычи ископаемых, тем самым увеличив доход компании, и свести к минимуму пагубное влияние на здоровье рабочего персонала.

В состав разработанной системы входят такие модули, как:

- Модуль определения положения, компонентами которого являются датчик GPS/GLONASS, акселерометр и гироскоп.
- Модуль подготовки изображения, представленный камерами.
- Модуль определения препятствий.
- Модуль управления движением, он же микроконтроллер.
- Модуль управления исполнительными механизмами.
- Модуль связи.

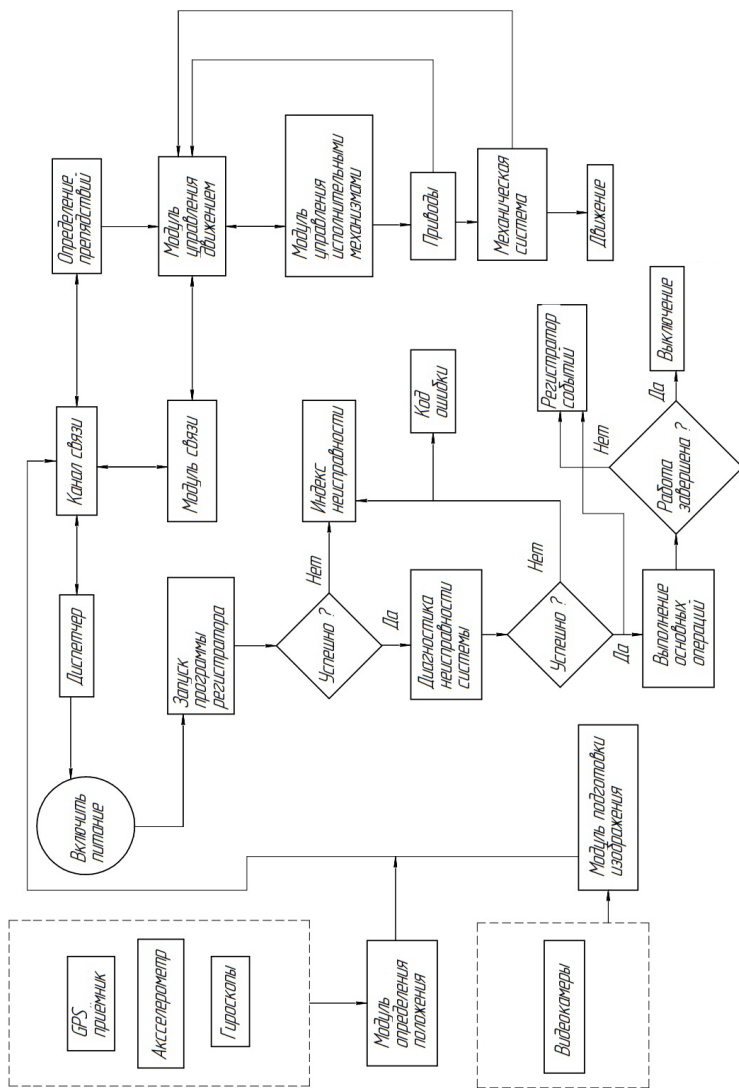


Рис. 1. Алгоритм работы системы

В качестве базовой машины для модернизации под автоматизированное управление выбран БелАЗ 75131. Одно из основных звеньев предложенной системы – это диспетчер, который производит запуск автосамосвала и следит за его работой, местоположением и состоянием, основываясь на информации, поступающей от GPS-датчиков, акселерометра, гироскопа и камер по каналу связи. Модуль связи представлен беспроводными антеннами для подключения систем Wi-Fi и LTE.

Во время запуска автосамосвала в автоматическом режиме происходит диагностика всех датчиков, узлов и агрегатов, после чего, в случае исправности всех систем, транспортное средство начинает осуществление заданной программы, в обратном случае – диспетчеру поступает информация о неисправности вместе с соответствующим кодом, основываясь на которой человек принимает решение о способности продолжения работы в автономном режиме.

Непосредственно движение карьерного самосвала обеспечивают несколько модулей:

- Модуль определения препятствий, представленный лидаром, который расположен на передней и задней частях корпуса самосвала, и радары, расположенными спереди, сзади и по бокам корпуса, позволяет построить цифровую модель окружающей среды, включающую в себя подробную информацию об объектах вокруг, их скорости и местоположении относительно транспортного средства, на котором данный модуль установлен.

- Модуль управления движением, к которому подключаются остальные модули, представляет из себя запрограммированный микроконтроллер, анализирующий всю поступающую информацию от датчиков и на основе этого анализа отдающий команды следующему модулю.

- Модуль управления исполнительными механизмами, который контролирует работу рулевой и тормозной систем на основе электрических сигналов, поступающих от микроконтроллера, представлен электромагнитным гидрораспределителем в рулевой системе и электромагнитным толкателем в тормозной системе.



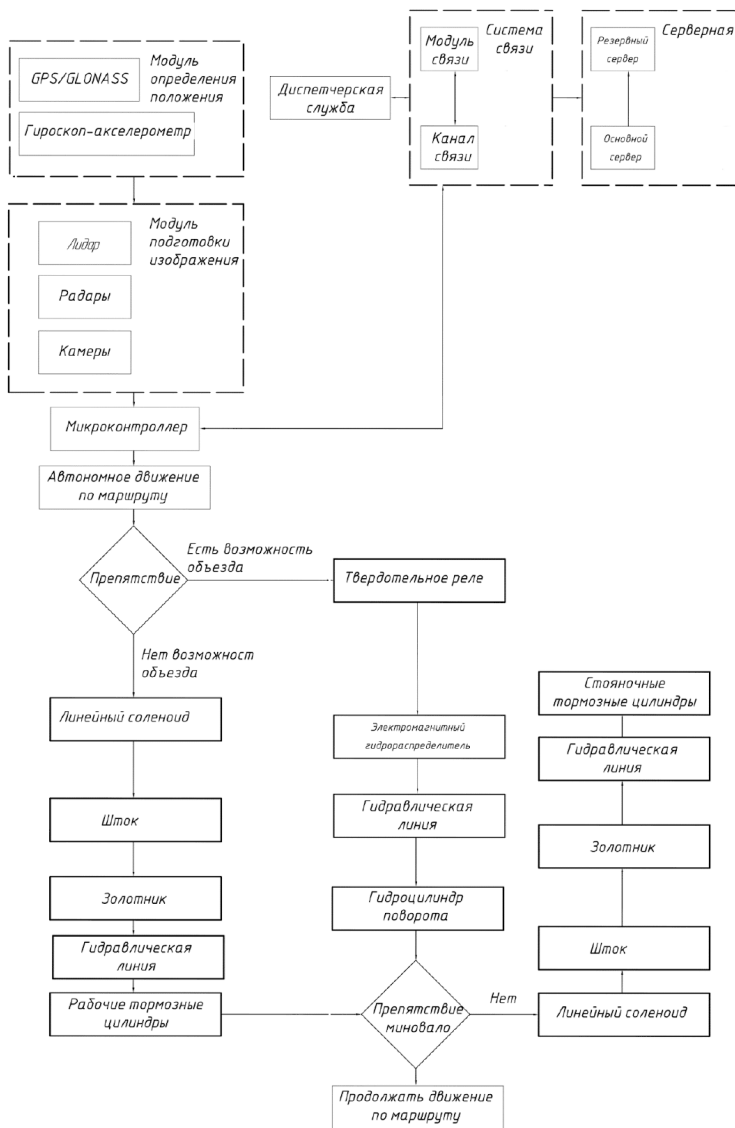


Рис. 3. Алгоритм работы исполнительных механизмов



Для реализации беспилотного управления необходимо модернизировать органы управления. Так стандартный рулевой механизм был заменен гидрораспределителем с электромагнитным управлением.

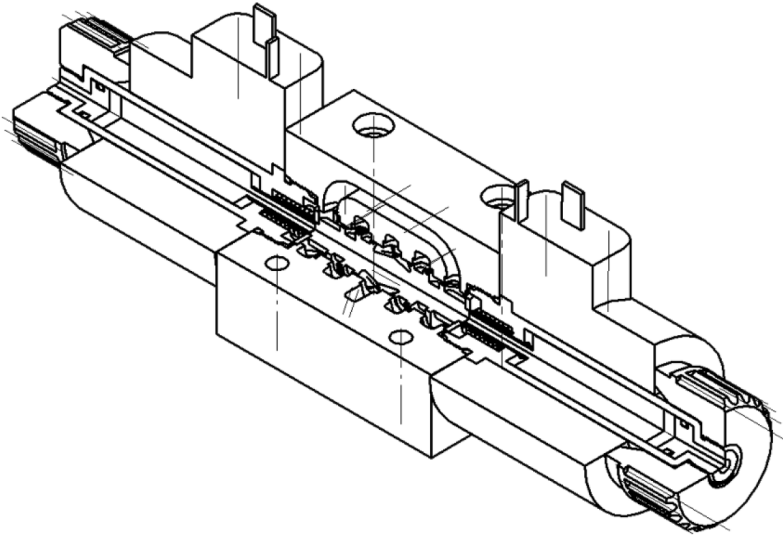


Рис. 4. Гидрораспределитель с электромагнитным управлением

В устройстве рабочей и стояночной тормозных систем толкатель был заменен на электромагнитный соленоид постоянного тока.



Рис. 5. Электромагнитный соленоид

В ходе данной работы была проанализирована организация карьерных работ, найдены главные недостатки в процессе транспортировки горных пород, которые связаны с человеческим фактором при управлении карьерным автосамосвалом: повышенная опасность для здоровья человека и некорректное управление транспортным средством. На примере автосамосвала БелАЗ 75131 была представлена модернизированная конструкция исполнительных механизмов, позволяющая осуществлять автономное управление и отвечающая всем требованиям безопасности и актуальным направлениям развития систем автоматизации управления карьерной техникой.

В результате проведенной работы была получена новая современная машина, способная в короткие сроки полностью выполнять свои функциональные задачи, что сделало процесс разработки месторождений более экономичным и безопасным.

#### **Литература**

1. Гидропневмопривод: монография / В. П. Чмиль; СПбГАСУ. – СПб., 2010., 176 с.
2. Гидропневмопривод транспортно-технологических машин: учеб. пособие / В. П. Чмиль; СПбГАСУ. – Спб., 2016., 220 с.
3. Чмиль В. П. Гидропневмопривод строительной техники. Конструкция, принцип действия, расчет: учебное пособие. – СПб. : Издательство «Лань», 2011., 320 с.
4. Строительные и дорожные машины и основы автоматизации : учебное пособие / И. Ф. Дьяков; Ульян. гос. техн. ун-т. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 516 с.
5. Добронравов С. С. Строительные машины и основы автоматизации / С. С. Добронравов, В. Г. Дронов. – М. : Высш. шк., 2003. – 575 с.

УДК 622-1/-9

*Яна Андреевна Примакина,*

магистрант

*Карина Игоревна Гранкова,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: primakina.yana@yandex.ru,*

*22002506@edu.spbgasu.ru*

*Yana Andreevna Primakina,*

master's degree student

*Karina Igorevna Grankova,*

master's degree student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: primakina.yana@yandex.ru,*

*22002506@edu.spbgasu.ru*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ САМОСВАЛА БЕЛАЗ НА ОСНОВЕ ПЕРЕВОДА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЕ ПИТАНИЕ**

### **IMPROVING THE EFFICIENCY OF THE BELAZ DUMP TRUCK ON THE BASIS OF SWITCHING TO ELECTRIC POWER**

Актуальность темы статьи обусловлена тем, что в горной промышленности имеются некоторые проблемы, тормозящие ее развитие. До 30 % сырья расходуется на энергию, которая рассеивается в окружающем пространстве. Ряд экологических проблем карьеров дополнился еще одной – непрекращающимся ростом цен на моторное топливо. Из-за этого повышается значимость следующей проблемы – проблемы значительного сокращения топлива, которое потребляется карьерной техникой. Одним из вариантов повышения экологичности на открытых горных работах может быть перевод автотранспорта на потребление электроэнергии.

В ходе написания статьи была усовершенствована конструкция карьерного самосвала БелАЗ для перевода на электрическое питание, позволяющая исключить загазованность карьера и образование дыма, тем самым разработка стала экологичной.

*Ключевые слова:* горная промышленность, энергоэффективность, электрическое питание, контактная сеть.

The relevance of the topic of the article is due to the fact that there are certain problems in the mining industry that hinder its development. Up to 30 % of raw materials are spent on energy, which is dispersed in the surrounding space. A number of environmental problems of quarries have been supplemented by another one – the incessant increase in motor fuel prices. Because of this, the importance of the

following problem increases – the problem of a significant reduction in fuel consumed by quarry equipment. One of the options for improving environmental friendliness in open-pit mining can be the transfer of vehicles to electricity consumption.

During the writing of the article, the design of the BelAZ dump truck was improved for conversion to electric power, which allows to eliminate the gas contamination of the quarry and the formation of smoke, thereby the development became environmentally friendly.

*Keywords:* mining industry, energy efficiency, electric power supply, contact network.

В качестве базовой машины принимаем карьерный самосвал БелАЗ-75600 грузоподъемностью 320 тонн с электромеханической трансмиссией (рис. 1), который предназначен для перевозки горной массы в сложных горнотехнических условиях глубоких карьеров, на открытых разработках месторождений полезных ископаемых по технологическим дорогам в различных климатических условиях эксплуатации (при температурах окружающего воздуха от  $-50$  до  $+50$  градусов). Его технические характеристики представлены в таблице.



Рис. 1. БелАЗ-75600

**Технические характеристики БелАЗ-75600**

Параметр	Значение	Единица измерения
Длина	15,3	м
Ширина	9,7	м
Высота	7,67	м
Масса самосвала без груза	240	т
Грузоподъемность	320	т
Полная масса автомобиля	560	т
Максимальная скорость	64	км/ч
Мощность двигателя Cummins QSK 78-C	2610 (3549)	кВт (л. с.)
Масса двигателя	11 300	кг
Удельный расход топлива (min, max)	196/201 (233)	г/кВт · ч
Мощность тягового генератора Kato YJ177B	1316	кВт
Масса генератора	3750	кг

Основной и самой запоминающейся частью дизель-троллей-воза является пантограф (токосъемник), изображенный на рис. 2. Оборудование становится активным, когда самосвал подъезжает к контактной сети. В этот момент механизм поднимается и своей верхней частью касается провода. Напряжение от троллей через шкаф управления поступает на электродвигатели редукторов мотор-колес, и 320 т груза едут вверх.

Существует вариант замены дизельного двигателя на карьерном самосвале. При движении машины за пределами карьера возможно снабжение электроэнергией инвертора от контактной сети, а при движении внутри карьера – автономный накопитель электроэнергии, применение которого необходимо из-за невозможности проложить контактную сеть в забое и на пункте выгрузки из-за постоян-

ного перемещения этих зон и активного ведения горных работ, при которых повреждение сети неизбежно после взрывов.

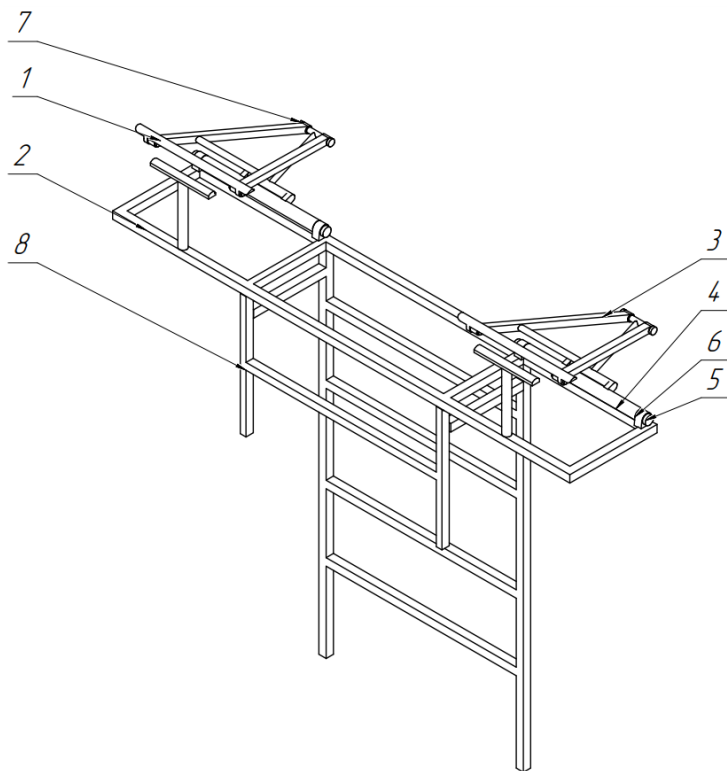


Рис. 2. Пантограф

Автономным накопителем электроэнергии может выступать блок аккумуляторных батарей. Для него используются литий-ионные аккумуляторы 26 650. Блок батарей устанавливается вместо ДВС и генератора, масса блока равна массе ДВС + массе генератора (двс 11 300 кг, генератор 3750 кг). Таким образом, запаса емкости хватит на маневрирование от аккумулятора. Необходимая емкость одной ячейки блока равна 660 А\*ч, а ее вес 15 кг.

Следовательно, количество аккумуляторов равно 165 550 шт (1003 ячейки), а емкость блока – 662 кА\*ч.

Таким образом, в результате работы над статьей была представлена машина, питающаяся от линии электропередач на тяжелых ответственных участках, а в забое и в отвале машина работает на аккумуляторной тяге. Потребление вместо дизельного топлива электрической энергии для питания самосвала позволит увеличить производительность, энергетический КПД, маневренность и скорость его движения, сведет к минимуму выбросы в окружающую среду, тем самым сократит загрязнение атмосферы карьера, сведет к минимуму экологические платежи и затраты на доставку топлива, тем самым обеспечив безопасные условия труда его работников и снизив требования к системе вентиляции карьера, соответственно сделает самосвал экологически чистым транспортом,

#### Литература

1. БелАЗ-75131: Технические характеристики: [Электронный ресурс]. URL: <https://trucksreview.ru/belaz/belaz-75131-tehnicheskie-harakteristiki.html>
2. Журнал «Карьерная и горная техника»: [Электронный ресурс]. URL: <https://exkavator.ru/mining>
3. *Хазин М. Л., Штыков С. О.* Карьерный электрифицированный транспорт // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г. И. Носова. 2018. Т. 16. № 1. С. 11–18.
4. ОАО «БелАЗ»: [Электронный ресурс]. URL: <https://belaz.by/products/products-belaz/dumpers/>
5. *Гроз Х., Русс Г.* «Бензиновые и дизельные двигатели». Перевод с нем. ЧМП РИА «ГММ-пресс». – М. : ООО «Издательство «За рулем», 2013–272 с.
6. *Тарасов А. П.* (Тарасов П. И., Тарасов А. П., Ворошилов А. Г., Журавлев А. Г.) «Применение троллейвозного транспорта на открытых горных работах» // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2006. – № 6. – С. 271–278.

**УДК 528.5-752.2**

*Андрей Владимирович Старостенко,*

магистрант

*Петр Владимирович Рогалис,*

магистрант

*Ольга Александровна Маркина,*

магистрант

*Роман Владимирович Солдатов,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: starostenko2637@mail.ru*

*Andrei Vladimirovich Starostenko,*  
master's degree student

*Pyotr Vladimirovich Rogalis,*  
master's degree student

*Olga Alexandrovna Markina,*  
master's degree student

*Roman Vladimirovich Soldatov,*  
master's degree student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: starostenko2637@mail.ru*

## **МНОГОРАЗОВАЯ ДОРОЖНАЯ ДЕМПФИРУЮЩАЯ СИСТЕМА**

### **REUSABLE ROAD DAMPING SYSTEM**

В статье рассматривается теоретическая модель дорожной демпфирующей системы, которая содержит раму, разделяющую конструкцию на ряд последовательно расположенных отсеков с ударопоглощающими элементами, наружные боковые панели, металлический монорельс, жестко прикрепленный к полотну дороги, отличающийся тем, что ударопоглощающие элементы выполнены в виде автомобильных шин, размеры которых увеличиваются по мере удаления от передней стороны демпфирующей системы, причем часть шин снабжена воздушными камерами и наполнителем из сыпучего материала, а перед передней шиной установлен эластичный контейнер с сыпучим материалом, шины дополнительно прикреплены к раме посредством тросов, а наружные панели выполнены в виде транспортной ленты.

*Ключевые слова:* дорожный демпфер, безопасность, ударопоглощение, вторичное использование.

The article considers a theoretical model of a road damping system, which contains a frame dividing the structure into a series of sequentially arranged compartments with shock-absorbing elements, external side panels, a metal monorail rigidly attached to the roadbed, characterized in that the shock-absorbing elements are made in the form of automobile tires, the dimensions of which increase with distance from the front side of the damping system moreover, part of the tires is equipped with air chambers and a filler made of bulk material, and an elastic container with bulk material is installed in front of the front tire, the tires are additionally attached to the frame by means of cables, and the outer panels are made in the form of a conveyor belt.

*Keywords:* road damper, safety, shock absorption, secondary use.



Анализ технической литературы показывает, что для эффективного гашения энергии удара, столкнувшегося с дорожной системой автомобиля необходимо определенное значение пути, в течение которого энергия удара должна снизиться до приемлемого уровня, исключающего летальный исход для участников дорожного происшествия. Используемые в настоящее время импортные секционные дорожные демпфирующие системы обеспечивают требуемую величину «хода» системы, однако достигается это за счет деформирующихся сменных демпфирующих конструкций одноразового действия (картриджей). Для повторного использования такой системы необходима замена картриджей и восстановление формы складывающихся панелей, что повышает эксплуатационные расходы на содержание подобных конструкций.

Наиболее оптимальным вариантом эффективной дорожной антиударной демпфирующей системы явилось бы устройство, не требующее замены вышедших из строя демпфирующих элементов, не подверженное внешним климатическим воздействиям и исключающее упругий отскок столкнувшегося автомобиля обратно на проезжую часть. При этом восстановление системы защиты должно быть минимальным, а эксплуатационные расходы незначительными.

Таким образом, дорожная демпфирующая система (ДДС) должна удовлетворять следующим условиям:

1. Для эффективного гашения ударного импульса система должна иметь значительный «ход» по пути распространения удара.
2. Система должна быть многоразовой и восстанавливаемой.
3. Необходимо отказаться от использования одноразовых сменных ударопоглощающих демпфирующих картриджей, заменив их многоразовыми системами с ударопоглощающими элементами, исключающими также «эффект пружинящего отскока».
4. Для эффективной работы в различных местах установки система должна иметь модульную конструкцию и возможность комплектоваться необходимым количеством секций.
5. Демпфирующая система должна быть экологична и приемлема к применению в регионах России с различными климатическими условиями.

6. Стоимость разрабатываемой системы должна быть существенно ниже зарубежных аналогов, не уступая им при этом по эксплуатационным характеристикам.

7. Дорожная система должна быть создана только из доступных отечественных материалов.

Известна демпфирующая система TAU, которая содержит раму с картриджами в виде пластиковых резервуаров с воздухом, тросовые крепления рамы к дороге, облицовку в виде гнутых металлических полос. Гашение силы удара автомобиля происходит за счет сжатия воздуха в пластиковых резервуарах, и сила воздействия распределяется по рамной металлической конструкции. Недостатком данной конструкции является возможность упругого отброса автомобиля после удара с системой, а также низкая ударогасящая способность и высокая нагрузка на раму конструкции, т. к. малая масса пластиковых резервуаров не обеспечивает гашения инерции автомобиля.

Наиболее близкой по конструктивному исполнению американская дорожная система демпфирования «Quadguard System» фирмы Quixote из Чикаго, которая состоит из рамы, разделяющей конструкцию на ряд последовательно расположенных отсеков. Внутри каждого отсека помещен специальный ударопоглощающий элемент, выполненный в виде пластикового контейнера (картриджа), деформирующегося и разрушающегося при ударе и поглощающего, таким образом, энергию удара. Снаружи устройство скреплено прочными рифлеными боковыми панелями с использованием полимерных материалов и алюминиевых деталей.

Вся конструкция стоит на массивном металлическом монорельсе, жестко прикрепленном к полотну дороги. При фронтальном столкновении автомобиля с дорожной системой отсеки складываются друг с другом, двигаясь по монорельсу. При этом расположенные в отсеках картриджи деформируются. Для восстановления системы после столкновения ее вытягивают вдоль монорельса, а деформированные картриджи меняют на новые. Этот вариант американской дорожной демпфирующей системы, в зависимости от модификации, способен выдерживать удар транспортного средства массой до 1800 кг, движущийся со скоростью до 100 км/ч. При этом требуется конструкция, состоящая из 10–14 секций.

Недостатком описываемого устройства является высокая стоимость восстановления после срабатывания, т.к. требуется замена деформированных при ударе одноразовых картриджей на новые, поставляемые из США. Стоит один такой картридж около 500 долларов США, а замене обычно подлежат 6–10 картриджей после каждого столкновения.

Сущность модели заключается в том, что: поглощение энергии фронтального удара происходит за счет деформации и сил инерции шин, причем в передней части ДДС устанавливаются шины меньшего размера и, следовательно, меньшей жесткости и инерции. Эти шины без воздушных камер. Это позволяет снижать силу ударного воздействия на автомобиль на первой стадии соударения. По мере удаления от передней части ДДС устанавливаются шины большего размера, т.е. более жесткие и большей массы. Это обеспечивает постепенное нарастание ударогасящей силы. Еще более дальние от начала ДДС шины заполняются балластом в виде пластиковых мешков с сыпучим материалом, например, песком. Таким образом повышается масса деформируемых элементов, что способствует более эффективному гашению сил инерции автомобиля. Последние 2–3 шины снабжаются воздушными камерами, повышающими упругость ДДС и мягко гасящими силу удара на последней стадии, за счет чего снижается динамическая нагрузка на автомобиль и раму ДДС.

Требуемые характеристики ДДС, а именно, ударопоглощающая способность, жесткость, упругость, размеры – легко регулировать подбором количества отсеков с шинами, размерами шин, массой их заполнителя, количеством воздушных камер и давлением в них.

Дополнительным преимуществом ДДС является использование практически бесплатных комплектующих в виде вышедших их употребления автомобильных шин, что способствует также решению проблемы утилизации старых шин.

Конструкция полезной модели поясняется чертежом, на котором представлена общая конструктивная схема дорожной демпфирующей системы, причем на рис. 1 показан вид сверху на устройство, на рис. 2 – разрез А-А по продольной оси, на рис. 3 – поперечный разрез Б-Б.

Дорожная демпфирующая система, содержит раму 1, установленную на монорельсе 2, жестко прикрепленном к полотну дороги 3.

Рама разделяет конструкцию на ряд последовательно расположенных отсеков с ударопоглощающими элементами 4, выполненными в виде автомобильных шин, размеры которых увеличиваются по мере удаления от передней стороны демпфирующей системы, причем часть шин снабжена наполнителем из сыпучего материала 5 или воздушными камерами 6, а перед передней шиной установлен эластичный контейнер 7 с сыпучим материалом. Шины дополнительно прикреплены к раме посредством тросов 8. Конструкция облицована снаружи широкой лентой 9 из прочного эластичного материала, например, новой или отслужившей срок лентой транспортера, окрашенной в соответствии с ПДД.

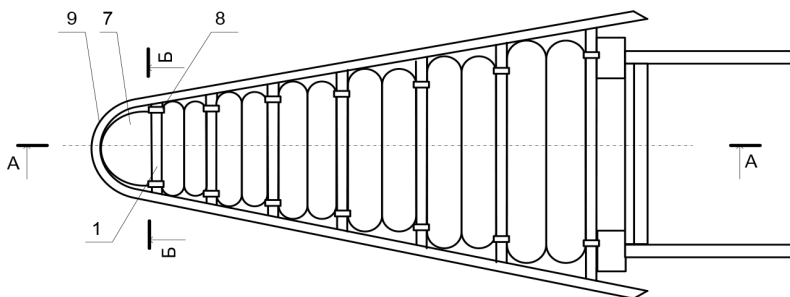


Рис. 1

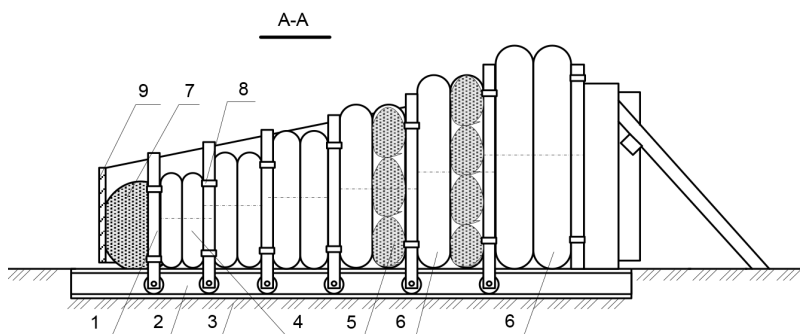


Рис. 2

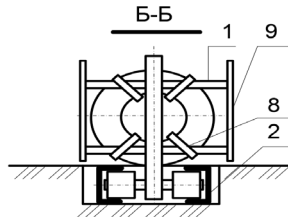


Рис. 3

Принцип работы дорожной демпфирующей системы следующий: Фронтальный удар автомобиля воспринимается сначала эластичным контейнером 7 с сыпучим материалом, который, деформируясь, охватывает соударяемую часть автомобиля, выполняя функции буфера и распределяя ударную нагрузку по большей поверхности, снижая тем самым возможные повреждения автомобиля. Далее происходит последовательный сдвиг отсеков рамы 1 за счет деформации шин 4. Причем в передней части ДДС устанавливаются шины меньшего размера и, следовательно, меньшей жесткости и инерции. Это позволяет снижать силу ударного воздействия на автомобиль на первой стадии соударения. По мере удаления от передней части ДДС устанавливаются шины большего размера, т. е. более жесткие и большей массы. Это обеспечивает постепенное нарастание ударогасящей силы. Еще более дальние от начала ДДС шины заполняются балластом 5 в виде пластиковых мешков с сыпучим материалом, например, песком. Таким образом повышается масса деформируемых элементов, что способствует более эффективному гашению сил инерции автомобиля. Последние 2–3 шины снабжаются воздушными камерами 6, повышающими упругость ДДС и мягко гасящими силу удара на последней стадии, за счет чего снижается динамическая нагрузка на автомобиль и раму ДДС. Выбрасывание шин из отсеков исключается за счет крепления их к раме торсами 8. При деформации ДДС облицовочная лента 9 складывается в «гармошку».

При соударении с автомобилем не происходит разрушения и необратимой деформации элементов ДДС. Поэтому восстановление в рабочее состояние происходит вытягиванием передней части рамы до первоначальных размеров ДДС.

Техническим результатом является улучшение ударогазящей способности устройства и снижение затрат на эксплуатацию ДДС за счет использования недорогих комплектующих.

### **Литература**

1. *Рехов С. В.* О разработке и практической реализации проектов повышения безопасности движения на автомобильных дорогах / С. В. Рехов // Юбилейный сборник научных трудов к 10-летию Научно-исследовательского и проектного института территориального развития и транспортной инфраструктуры. – Санкт-Петербург, 2006.
2. *Бабков В. Ф.* Дорожные условия и безопасность движения. М., «Транспорт», 1970. 256 с.
3. ГОСТ Р 50597-93. Автомобильные дороги и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. – Ввел. 01.07.94; Ввел, впервые. – М. : ИПК Издво стандартов, 1993. – 14 с.
4. ГОСТ 33128–2014 Дороги автомобильные общего пользования. Ограждения дорожные. Технические требования.
5. *Бадагуев Б. Т.* Безопасность дорожного движения. Приказы, инструкции, журналы, положения / Б. Т. Бадагуев. – М. : Альфа-Пресс, 2016. – 264 с.

УДК 62-50

*Евгений Сергеевич Трофимов,*

магистр

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

*E-mail: e001st178@yandex.ru*

*Evgeny Sergeevich Trofimov,*

master's degree

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: e001st178@yandex.ru*

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЁЖНОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ КОЛЁС ИННОВАЦИОННОЙ КОНСТРУКЦИИ**

### **RESEARCH OF SAFETY AND RELIABILITY INDICATORS OF AUTOMOBILE WHEELS OF INNOVATIVE DESIGN**

С целью избежать крупных катастроф, которые происходят на автомобильном транспорте по причине отказа колёс на большой скорости, разработаны две современные конструкции автомобильных колёс. Разработанные и запатентованные технические решения позволяют повысить уровень безопасности и безаварийности на дорогах. Изготовлены в масштабе конструкции колёс обеих конструкций для установки на модель для дальнейшей их апробаций с помощью ряда экспериментов. Проведённые на точной уменьшенной копии грузового автомобиля эксперименты доказывают правильность и актуальность описываемых изобретений. Эксперименты проведены в различных режимах, имитирующие разнообразные условия эксплуатации реальных транспортных средств. Все полученные результаты фиксировались с дальнейшей их обработкой в компьютерной программе Mathcad 15.

*Ключевые слова:* автотранспортное средство, авария, техническая эксплуатация, конструкция автомобильного колеса, эксперименты, безопасность дорожного движения, модернизация автомобильного колеса.

In order to avoid major disasters that occur in road transport due to the failure of wheels at high speed, two modern designs of automobile wheels have been developed. Developed and patented technical solutions allow to increase the level of safety and accident-free on the roads. The wheel designs of both designs were made to scale for installation on the model for their further testing using a series of experiments. Experiments carried out on an exact reduced copy of a truck prove the correctness and relevance of the described inventions. The experiments were carried out in various modes, simulating a variety of operating conditions of real vehicles. All the results obtained were recorded with their further processing in the Mathcad 15 computer program.

*Keywords:* motor vehicle, accident, technical operation, car wheel design, experiments, road safety, car wheel modernization.

Общеизвестно, что несовершенства дорожного покрытия существенно негативно влияют на техническое состояние автомобиля и, в частности, на его колёса, с помощью которых автомобиль и осуществляет контакт с дорогой. Разбросанные на поверхности проезжей части дороги колющие и режущие предметы могут повредить покрышку. Выбоины и ямы, особенно в тёмное время суток можно не заметить (например, если в яме осталась дождевая вода), что также приводит к негативным последствиям, такая ударная нагрузка также может нарушить целостность автомобильного колеса. Помимо случаев выхода конструкции из строя, покрышки подвержены постоянному износу, который при достижении предельных показателей также способен стать причиной серьёзной аварии.

В эксплуатации автотранспортных средств случается множество аварий по разным причинам, но те, что произошли по причине отказа колеса (особенно на большой скорости) причиняли наибольший вред попутным и встречным автомобилям, перевозимым грузам, а также сопровождалась большим количеством погибших и раненых.

Особо опасен отказ переднего колеса транспортного средства, которое установлено на управляемой оси и обеспечивает управляемость и манёвренность автомобиля. В этот момент пользователь теряет контроль над машиной, а её траектория сильно меняется, что способствует дальнейшему опрокидыванию автомобиля.

Разработаны и запатентованы два технических решения [1, 2], каждое из которых представляет собой усовершенствованную конструкцию автомобильного колеса. Данные разработки существенно снизят показатели аварийности как на личном, так на пассажирском и коммерческом транспорте.

Для подтверждения актуальности и правильности выдвинутых технических решений был проведён ряд экспериментов для каждого из вариантов конструкции колёс. Были изготовлены две модели изобретённых колёс соответствующего масштаба, с их последующей установкой на уменьшенную копию грузового автомобиля Урал.

Эксперимент с конструкцией № 1 заключался в установке на переднюю ось автомобиля страховочного диска (рис. 1).





Рис. 1. Модель грузового автомобиля с установленным страховочным диском

Страховочный диск состоит из двух частей, которые соединяются замком. На внешней стороне страховочного диска расположен протектор, который позволяет безаварийно и своевременно остановиться, а также возобновить движение на определенной скорости. Протектор защитит такую конструкцию от излишнего скольжения как на сухом, так и на мокром дорожном покрытии [3], [4].

Вторая разработанная конструкция наиболее подходит для большегрузного подвижного состава (грузовые автомобили, карьерные самосвалы и другие). Фрагмент испытания колеса второй конструкции представлен на рисунке (рис. 2).



Рис. 2. Испытание конструкции колеса для большегрузных ТС

В таком исполнении к стандартной конструкции колеса добавляются два страховочных диска из прочного материала, а между ними дополнительно устанавливается страховочное кольцо из литого резинового материала с металлическим армированием внутри. Все три элемента, как и в предыдущей конструкции, имеют протектор на внешней стороне.

Все эксперименты проводились на радиоуправляемом автомобиле Урал (уменьшенная копия) с колёсной формулой 6×6. На горизонтальной поверхности максимальная скорость автомобиля не превышала 8 км/ч.

Первый эксперимент (конструкция № 1) состоял из четырёх фаз/этапов.

На первом этапе с помощью пульта дистанционного управления имитировалась активная работа рулевым колесом (качение) при движении на максимальной скорости. При этом все колёса были классической конструкции.

Второй этап заключался в установке вместо одного из колёс страховочного диска. Движение было идентично первому этапу.

Третий и четвёртый этап идентичны первым двум, отличалось лишь покрытие – оно было влажным, что соответствует разным погодным условиям, а также различным коэффициентам трения.

Эксперимент для конструкции № 2 также состоял из нескольких этапов.

Учитывалось каждое условие, под которое выделялся отдельных этап эксперимента:

- покрытие с разными коэффициента сцепления (влажная и сухая поверхность);
- конструкция колёс (классическая/совместно с разработанной конструкцией);
- различные варианты нагружений (порожний/при нагрузке в 0,5 и 1 кг)

Также при проведении экспериментов автомобилю задавалось прямолинейное движение, а его отклонения от прямой траектории фиксировались. Пример полученной траектории движения представлен на рисунке (рис. 3).

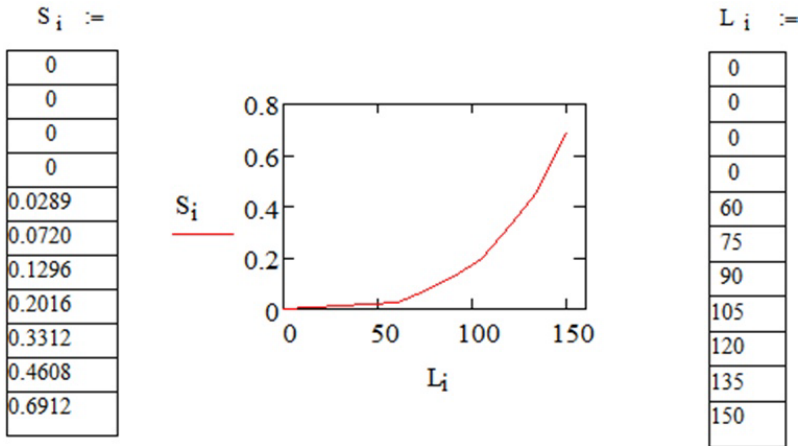


Рис. 3. Траектория движения модели с колесом новой конструкции

На рисунке видно, что имеется отклонение от прямой траектории, которое естественно и объясняется разницей внешних диаметров между классической покрывкой и элементами, которые располагаются под ней.

Обе конструкции хорошо себя зарекомендовали и успешно справились с проводимыми испытаниями. Ни на одном этапе автомобиль не опрокинулся, а также не получил каких-либо повреждений.

Таким образом, при эксплуатации колесных транспортных средств с колёсами представленных конструкций, повышается и резервируется надёжность автомобильных колёс, что существенно благоприятно сказывается на безаварийности движения, а также безопасности пользователей.

Расположенный на внешней поверхности элементов проектор позволяет сохранять сцепление с дорогой и продолжить движение даже при полном разрушении покрывки.

Следует подчеркнуть, что данные технические решения могут оказать положительный эффект и на авиацию, резервируя тем самым надёжность шасси самолётов.

### **Литература**

1. Пат. 2728200 Российская Федерация, МПК В60С17/04. Колесо безопасное для транспортных средств : № 2020104988 : заявл. 03.02.2020 : опубл. 28.07.2020 / Трофимов Е. С. ; патентообладатель Трофимов Евгений Сергеевич.
2. Пат. 2740952 Российская Федерация, МПК В60С17/04, В60С17/06. Колесо безопасное для транспортных средств с повышенной нагрузкой № 2020115949 : заявл. 20.04.2020 : опубл. 21.01.2021 / Войнов К. Н., Трофимов Е. С. ; патентообладатель Войнов Кирилл Николаевич, Трофимов Евгений Сергеевич.
3. Трибология: Международная энциклопедия. Том I: историческая справка, термины, определения / Под ред. д. т. н., академика, профессора К. Н. Войнова. Краснодар-Санкт-Петербург, АНИМА, 2010. – 176 с.
4. Трибология: Международная энциклопедия. Том XI: Компьютерные программы и примеры расчётов в трибологии и триботехнике /Под ред. д.т.н., академика, профессора К. Н. Войнова. СПб., Нестор-История, 2016. – 240 с.

**УДК 004.9**

*Николай Андреевич Черепанов,*  
магистрант  
*Евгения Сергеевна Турышева,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Сибирский федеральный университет)  
*E-mail: nikolay-35@mail.ru,*  
*e.turysheva@mail.ru*

*Nikolay Andreevich Cherepanov,*  
master's degree student  
*Evgeniya Sergeevna Turysheva,*  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
(Siberian Federal University)  
*E-mail: nikolay-35@mail.ru,*  
*e.turysheva@mail.ru*

**ПРИНЦИП ПЕЧАТИ КОНСТРУКЦИЙ  
С ПОМОЩЬЮ СТРОИТЕЛЬНОГО 3D-ПРИНТЕРА**

**THE PRINCIPLE OF PRINTING STRUCTURES USING  
A CONSTRUCTION 3D PRINTER**

В данной статье рассматривает процесс печати различных конструкций с помощью 3D принтера с подробным описанием элементов принтера и печатающей головки. Также описываются требуемые размеры строительных принтеров для построения. Взят конкретный пример продукции компании и выделены его преимущества в работе по печати 3D моделей. В статье рассмотрен основной материал, используемый для строительной 3D печати и описано подробное соотношение рабочего состава строительной смеси, который играет огромную роль в печати конструкций.

*Ключевые слова:* 3D печать, строительная смесь, экструдер, моторизованная группа, бункер, формовочная вставка.

This article discusses the process of printing various designs using a 3D printer with a detailed description of the elements of the printer and print head. It also describes the required dimensions of construction printers for building. A specific example of the company's products had taken and its advantages in 3D model printing are highlighted. The article considers the main material used for building 3D printing and describes the detailed ratio of the working composition of the building mixture, which plays a huge role in the printing of structures.

*Keywords:* 3D printing, mortar, extruder, motorized group, hopper, mold insert.

**ВВЕДЕНИЕ**

На сегодняшний день аддитивные технологии, которые прошли большой путь – от 3D-печати макетов до изготовления готовой

продукции для различных сфер строительства, привлекают большой интерес людей для использования и инвестиций. Такой интерес вызван следующими факторами: высокий уровень механизации и автоматизации строительства, повышение качества продукции, ускоренный процесс реализации продукции, уменьшение отходов производства.

На данный момент технология 3D-печати активно развивается. За последние несколько лет аддитивные технологии стали примером наиболее динамично развивающихся отраслей. Уникальность аддитивных технологий заключается в том, что использование 3D-принтера позволяет печатать объект практически любых размеров в различных отраслях промышленности.

Использование всего потенциала 3D-печати сэкономит вам деньги, время и производительность.

Аддитивные технологии все больше проникают в повседневную жизнь людей. Они также использовались в строительстве, где технология 3D-печати может значительно облегчить ряд производственных операций. Развитие технологий 3D-печати открывает новые возможности в различных областях человеческой деятельности, в том числе и в строительстве. В связи с этим разрабатываются различные программы для автоматизации и ускорения строительных процессов с использованием 3D-принтеров. Основной проблемой на данный момент является подбор составов смесей для полиграфических материалов.

### **1. Описание процесса печати и элементов 3D-принтера**

Суть печати строительных конструкций состоит в послойной укладке и затвердения строительной смеси, которая заранее подготовлена в программах 3D моделирования.

Модель в формате *STL* или *SLC* разделяется на слои, затем отправляется на 3D-принтер для печати. Экструдер принтера, который перемещается по направлениям *X* и *Y*, печатает чертеж в форме сечения модели бетонной смесью, бывает и гипсовой и каолиновой смесями. После завершения первого слоя, печатающая головка поднимается по направлению *Z* на толщину нового слоя, печатает каждый последующий новый слой, пока изделие не будет готово. Печатающая головка состоит из бункера с мешалкой, шнекового или роторного экструдера, который формирует необходимый слой бетона. Во время печати

легко настраивается геометрия выдавленного слоя, также можно изменить скорость печати, чтобы добиться максимального качества.

Все основные компоненты перемешивают в определенном соотношении в бетономесителях или на специальных станциях до получения однородной массы. Далее смесь поступает в печатающую головку 3D-принтера. Вес партии варьируется в пределах 10–100 кг. Подача готового бетонного раствора к головке может производиться, как вручную, так и автоматически. Замешивать рабочую смесь можно в самой печатающей головке, что сильно влияет на быструю печать изделия.

Примером может служить печатающая головка серии *EVO e120* от *Nordimpianti*.

Экструзионная машина формирует изделия за один цикл методом экструзии без вибрации, что позволяет свести к минимуму шум машины. Станок имеет структуру модуля, в котором блок питания вместе с бункером можно переставлять так, что производить панели можно различной высоты. Стандартная высота и 150–520 мм, допустимая ширина может составлять 600 мм, 1200 мм, 1250 мм, 1500 мм и 2400 мм.

Принцип работы экструдера показан на рис. 1.

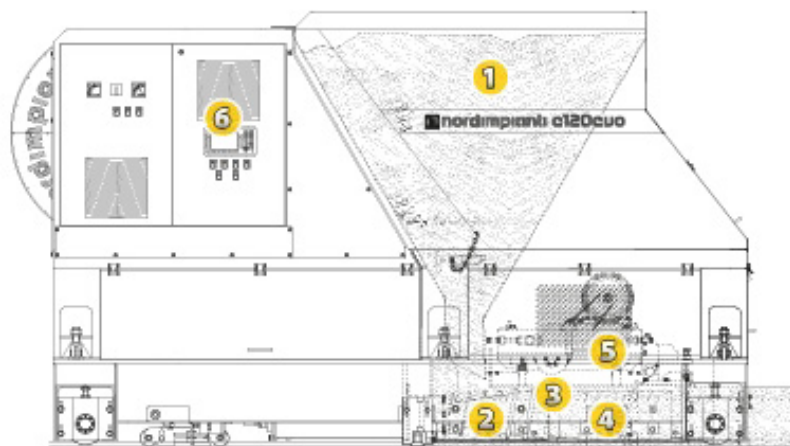


Рис. 1. Экструдер EVO e120

Принцип заключается в том, что бетон, загруженный в бункер экструдера (1), падает под собственным весом на шнеки (2). Затем шнеки проталкивают бетон в камеру уплотнения (3), где расположены формующие трубы (4). Формовочные трубы вместе с боковыми формовочными плитами создают пустоты в изделии без использования вибрации. Шнеки, формователи труб, боковые пластины и верхний выравниватель (5) колеблются вперед и назад, и трубы также колеблются, что обеспечивает превосходное уплотнение бетона в каждой точке и обеспечивает отличные характеристики продукта. Экструдер оснащен системой контроля уплотнения (6), которая позволяет оператору полностью контролировать машину, чтобы уменьшить или увеличить плотность бетона до желаемого значения.

Этот экструдер состоит из 3-х основных частей:

1. Моторизованная группа.

Моторизованная группа включает главные двигатели, привод, пульт управления.

Моторизованная группа показана на рис. 2.



Рис. 2. Моторизованная группа экструдера EVO e120

2. Бункер.

Бетон подается в бункер машины. Из бункера бетон подается в шнеки формующей вставки. Уровень бетона в бункере контролируется лазерным датчиком минимального уровня, который останавливает машину, если бетона недостаточно. Это устройство останавливает машину, чтобы избежать повреждения продукта, когда машина



полностью из бетона. При загрузке бункера экструдера машина автоматически возобновляет работу.

Бункер показан на рис. 3.



Рис. 3. Бункер экструдера EVO e120

### 3. Формовочная вставка.

Формовочная вставка состоит из специального редуктора, заполненного маслом для смазки компонентов трансмиссии. В его состав также входят шнеки, формовочные трубы, боковые формователи, разглаживающее устройство и направляющие троса. Формовочная вставка определяет высоту и пустотность изготавливаемого изделия. Для изготовления плит разных размеров необходимо заменить вставку. Стандартные формовочные вставки производят пустотные плиты с 8, 6, 5 или 4 отверстиями.

Формовочная вставка показана на рис. 4.



Рис. 4. Формовочная вставка экструдера EVO e120

Основными преимуществами данной модели экструдера являются:

- Все двигатели с инверторным приводом обеспечивают точное управление машиной;
- Идеальная обработка поверхности;
- Точный контроль размеров плиты;
- Машина оснащена функцией управления уровнем плотности бетона изготавливаемого изделия;
- Высота плит от 150 мм до 520 мм;
- Широкий выбор стандартных и отдельных секций для удовлетворения любых технических требований;
- Экструдер EVO может использоваться для производства плит шириной 2×600 мм, 1200 мм, 1250 мм, 1500 мм, 2×1200 мм или 2400 мм.

## 2. Материал, используемый для 3D-печати конструкций

Одним из основных материалов для печати является мелкозернистые компоненты, которые отличаются от обычного бетона. У любой фирмы имеется в разработке своя рецептура, соответствующая характеристикам принтера и его выходного отверстия, а также требованиям к качеству готовой продукции. Одни из наиболее важных характеристик бетона являются его прочность, сроки схватывания, водопоглощение и пластичность. Основные свойства бетона регулируются водоцементным отношением, качеством заполнителей, а также добавками-пластификаторами.

Состав рабочей смеси играет важную роль в печати 3D конструкций. Основой является быстротвердеющий бетон, который может содержать различные добавки для улучшения различных параметров несущих элементов сооружений, таких как стены и перекрытия, также может сочетаться с различными видами фибры и стальной арматурой.

Основные требования к быстротвердеющим составам бетонной смеси:

- низкое водоцементное отношение
- использование добавок-ускорителей твердения
- сухой или мокрый помол цемента с добавлением гипса (2–5 % от массы цемента)
- активация цементного раствора.

Самая распространенная добавка-ускоритель – это хлористый кальций, который предполагает лучшие результаты по сравнению с другими добавками.

Соотношение и выбор компонентов для печати определяется условиями эксплуатации строительного объекта и требования получения определенных физико-механических свойств изделий: плотности, прочности, теплостойкости, теплопроводности, устойчивости к механическим воздействиям в условиях значительного температурного изменения.

От размера фракции заполнителей зависит толщина слоя бетонной смеси, которую наносит экструдер. Рекомендованная толщина слоя 5–50 мм. Чтобы добиться требуемых свойств готового продукта, нужно правильно подобрать гранулометрический состав с помощью изменения размера зерен различных компонентов.

Перемешивание компонентов бетонной смеси происходит в различных рода бетоносмесителях. В результате дополнительного измельчения можно добиться более предпочтительного гранулометрического состава.

Поступление готового раствора к экструдеру может осуществляться, как вручную, так и автоматически. Выбор вяжущего компонента зависит от выбора остальных параметров заполнителей. Количество вяжущего определяется требуемой прочностью готового изделия.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проанализировав устройство экструдера и принцип печати 3D конструкций, можно сделать вывод о том, что экструдер является одним, из наиболее важных элементов устройства 3D принтера. Благодаря тому, что печатающая головка представляет собой полностью автоматизированную легко настраиваемую машину, она всецело поддается регулировке. Предусматривается возможность не только конкретная регулировка рабочего состава бетонной смеси, но и регулировка самих шнеков. Данная машина позволяет увеличить скорость производства и оптимизировать весь рабочий цикл производства, а также экструдер позволяет производить высокого качества железобетонные изделия, которые могут отличаться высокой огнеупорностью.

### Литература

1. Журнал «Аддитивные технологии» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://additiv-tech.ru/>
2. Лунова Д. А., Кожевникова Е. О., Калошина С. В. Применение 3D-печати в строительстве и перспективы ее развития // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Строительство и архитектура. – 2017.
3. Зленко М. А., Попович А. А., Мутьлина И. Н. Аддитивные технологии в машиностроении: Учебн. пособие. СПб. : СПбГУ, 2013. 221 с.
4. Пермяков М. Б, Пермяков А. Ф, Давыдова А. М. Аддитивные технологии в строительстве // Сборник научных трудов Sworld «Научные исследования и их практическое применение. Современное состояние и пути развития». Одесса: Куприенко, 2013. Т. 50. № 3. С. 38–43.
5. Загороднюк Л. Х, Лесовик В. С, Беликов Д. А. Аддитивные технологии и современные технологии строительства // Вестник Центрального регионального отделения РААСН. Выпуск 18. Москва. 2014. С. 112–119.
6. Зленко М. А, Нагайцев М. В, Довбыш В. М. Аддитивные технологии в строительстве. Проблемы и перспективы – М. : ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ», 2015. – 220 с.
7. Спрукуль В. О., Говорина О. В. Внедрение аддитивных технологий // Сибирский федеральный университет г. Красноярск. 2017.
8. Савицкий Н. В., Конопляник А.Ю. Определение физико-механических характеристик бетонов для 3D-печати строительных конструкций // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури, 2020, № 2(263–264).
9. Сбоева И. А., Бородин Ю. Н. Патентное исследование конструкций герметичных насосов в разрезе применения технологий 3D-печати для их прототипирования // Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» № 1/2021.
10. Кубанова А. Н., Сергеев А. Н., Добровольский Н. М. Особенности материалов и технологий аддитивного производства изделий // Чебышевский сборник. Том 20. Выпуск 3. 2019.
11. Загороднюк Л. Х. Композиционные вяжущие для 3D аддитивных технологий / Л. Х. Загороднюк, М. Ю. Елистраткин, Д. С. Подгорный, Ал Мамури Саад Ххалил Шаид. – DOI: <https://doi.org/10.26518/2071-7296-2021-18-4-428-439> // Вестник СибАДИ. – 2021. – Т. 18, № 4(80). – С. 428–439.
12. Колесников А. Г. Модернизация конструкции экструдера строительного 3D принтера и подбор составов для него // Урбанистика. – 2019. – № 2.

**УДК 629.083**

*Илья Евгеньевич Чупахин,*

магистрант

*Артур Анатольевич Крюков,*

магистрант

*Роман Витальевич Кырченов,*

магистрант

*Владислав Игоревич Анисимов,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

*E-mail: Djimmijim@gmail.com*

*Ilya Evgenievich Chupakhin,*

master's degree student

*Artur Anatolyevich Kryukov,*

master's degree student

*Roman Vitalievich Kirchenov,*

master's degree student

*Vladislav Igorevich Anisimov,*

master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: Djimmijim@gmail.com*

## **ТЕХНОЛОГИЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ЛЕГКОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛЮФТ-ДЕТЕКТОРА**

### **TECHNOLOGY FOR DIAGNOSING THE CHASSIS OF PASSENGER CARS USING A BACKLASH DETECTOR**

Повышение эксплуатационной надёжности автомобилей является одной из важнейших целей, стоящих перед автомобильным транспортом. Для поддержки подвижного состава в надлежащем состоянии требуется создание необходимой производственно-технической базы и автоматизации производственных процессов. Одним из путей решения этой проблемы является широкое внедрение методов и средств технического диагностирования. В связи с этим в статье рассмотрена технология диагностирования ходовой части легковых автомобилей с применением люфт-детектора. Проанализированы причины возникновения неисправностей в ходовой части автомобилей и их причины. Рассмотрены основные виды люфт-детекторов, их принцип работы и конструктивные особенности. Так же в соответствии с перечнем операций, изложенных в инструкциях по эксплуатации и сервисных книжках, Положении о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава составлена технологическая карта на проведение работ по диагностике ходовой части автомобилей с применением люфт-детектора.

*Ключевые слова:* люфт-детектор, эксплуатация, ходовая часть, дефект, технологическая карта.

Improving the operational reliability of cars is one of the most important goals facing road transport. To maintain the rolling stock in proper condition, it is neces-

sary to create the necessary production and technical base and automation of production processes. One of the ways to solve this problem is the widespread introduction of methods and means of technical diagnostics. In this regard, the article discusses the technology of diagnosing the chassis of passenger cars using a backlash detector. The causes of malfunctions in the chassis of cars and their causes are analyzed. The main types of backlash detectors, their operating principle and design features are considered. Also, in accordance with the list of operations set out in the operating instructions and service books, the Regulations on maintenance and Repair of rolling stock, a technological map has been compiled for carrying out work on the diagnosis of the chassis of cars using a backlash detector.

*Keywords:* backlash detector, operation, chassis, defect, technological map.

В процессе эксплуатации автомобиля нередко можно столкнуться с проблемами связанными с неисправностями его ходовой части. Размер деталей подвески, обеспечиваемый при сборке на заводе, допустимый износ к зазорам в основных сопряженных деталях и состояние их рабочих поверхностей являются основополагающими факторами при оценке технического состояния ходовой части автомобиля. В основном неисправности в подвеске автомобиля проявляются постепенно за достаточно длительный промежуток времени, но бывает и такое что дефект проявляется внезапно, например, при езде по неровному участку дороги [6].

Люфт-детектор (рис. 1) предназначается для определения состояния компонентов подвески автомобиля, таких как: подшпипники ступиц колес, сайлентблоки, шаровые опоры, кронштейны амортизаторов, рулевые наконечники и т. д., а также для выявления мест возникновения различных посторонних шумов, стуков и скрипов.

Вышеупомянутое диагностическое оборудование представляет собой две стационарно установленные платформы, состоящие из неподвижных пластин с антифрикционными накладками. На каждой из этих платформ установлены подвижные площадки, которые лежат на антифрикционных накладках и могут перемещаться под воздействием штоков гидравлических или пневматических цилиндров, расположенных во взаимно перпендикулярных направлениях [1].

Принцип работы стенда заключается в принудительном перемещении колес автомобиля подвижными площадками, которые под действием привода попеременно перемещаются в разные стороны, тем самым имитируя его движение по неровностям дорожного полотна,

как следствие узлы ходовой части начинают работать в условиях приближенных к реальному передвижению автомобиля по ухабистой дороге. Исходя из этого, производится визуальное определение соответствующих люфтов, наличие дефектов и неисправностей подвески.

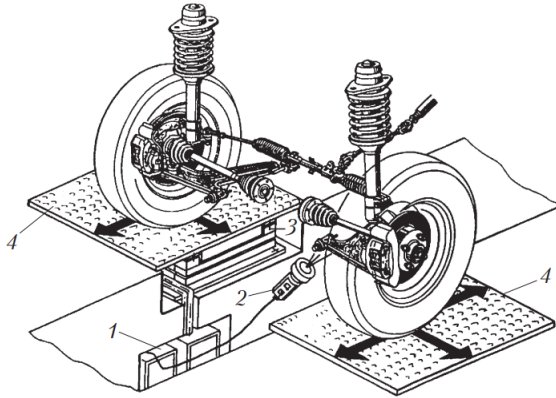


Рис. 1. Внешний вид люфт-детектора:

- 1 – электрический шкаф;
- 2 – пульт управления с электрическим фонарем;
- 3 – гидравлические или пневматические цилиндры;
- 4 – подвижные платформы

Площадки люфт-детектора, на которые устанавливаются колеса автомобиля, в зависимости от своей модели могут передавать следующие виды колебаний: поперечные, поперечно-продольные или поперечно-продольные и диагональные под углом 45 с частотой примерно одно движение за одну секунду, имитируя движение автомобиля по неровной дороге. В зависимости от модели стенда ход площадок в одном направлении может существенно отличаться, но в среднем он составляет от 40 до 150 мм. Люфт-детектор для легковых автомобилей может развивать усилие около 11 кН, а для грузовых – около 30 кН [4].

Переносной пульт управления (рис. 2) оснащен подсветкой с помощью которой осуществляется визуальный контроль состояния ходовой части автомобиля. Так же на пульте управления расположена кнопка управления площадками люфт-детектора [3].



Рис. 2. Внешний вид пульта управления, совмещенного с фонарем

Люфт-детектор устанавливается как на платформенные электрогидравлические подъемники (с заглаблением или с установкой на поверхность), так и на осмотровые каналы и эстакады.

В результате анализа рынка технологического оборудования, а именно люфт-детекторов, выявлено, что все многообразие предлагаемых конструкций можно условно разделить на 3 группы.

### **1. Ножничные подъемники со встроенными люфт-детекторами**

В основном ножничные подъемники со встроенными люфт-детекторами являются электрогидравлическими с ровными платформами. Встроенные люфт-детекторы имеют от 8 до 11 направлений. Грузоподъемность таких конструкций от 3,5 т до 6 т. Стоимость подъемников варьируется от 1 300 000 руб. до 1 850 000 руб. в зависимости от грузоподъемности и функционала.

### **2. Люфт-детекторы для установки на смотровую яму**

Привод таких конструкций в основном является электрогидравлическим, что позволяет уменьшить рывки и вибрацию при проведении диагностики ходовой части, но, встречается и пневматический привод. Люфт-детекторы имеют от 8 до 11 направлений. Грузоподъемность



таких конструкций от 3,5 т до 16 т. Стоимость электрогидравлического люфт-детектора для установки на смотровую яму с нагрузкой на ось до 3500кг, усилием на площадке до 11 кН составит около 820 000 руб. Стоимость электрогидравлического люфт-детектора для легковых автомобилей с нагрузкой на ось до 3 т (канавный вариант) составит около 170 000 руб.

### **3. Переносные люфт-детекторы**

Вес таких люфт-детекторов в зависимости от конструкции варьируется от 30 до 75 кг. Стоимость ручного люфт-детектора с максимальной нагрузкой на платформу до 2 т составит около 66 000 руб., с нагрузкой до 16 т – 129 000 руб. Стоимость гидравлического люфт-детектора с максимальной нагрузкой на платформу до 2 т составит 92 000 руб. Преимущество данных конструкций заключается в относительно низкой стоимости. Недостатки данных конструкций следующие: переносные люфт-детекторы не парные, а как следствие процесс диагностирования ходовой части одной оси автомобиля усложняется; кроме того, данные конструкции как о правило устанавливаются на ровный пол, что затрудняет доступ к ходовой части автомобиля (при наличие смотровой ямы данный недостаток отсутствует).

Для организации работ по диагностированию ходовой части легковых автомобилей с применением люфт-детектора составлена технологическая карта (рис. 3).

**Содержание работ:** Диагностирование ходовой части автомобиля  
**Трудоёмкость:** 0,6 чел.-час. **Число исполнителей:** 1  
**Специальность и разряд исполнителя:** Слесарь – диагност IV

№ п/п	Наименование и содержание работы	Место выполнения	Число мест или точек обслуживания	Специальность и разряд исполнителя	Оборудование, инструмент	Трудоёмкость, чел.-час	Технические условия
1	Установить платформы люфт-детектора на подъемник	Сверху	1	Слесарь IV	Подъемник, люфт-детектор	0,1	-
2	Установить автомобиль передними колёсами на платформы люфт-детектора	Сверху	1	Слесарь IV	-	0,1	-
3	Поднять автомобиль на подъемнике	Снизу	1	Слесарь IV	Подъемник	0,05	Не допускается перемещение и нахождение водителя в салоне
4	Произвести диагностирование ходовой части автомобиля	Снизу	1	Слесарь IV	Люфт-детектор	0,2	Диагностирование производить визуально, используя пульт управления, совмещенный с фонарем. При отсутствии неисправностей продолжить выполнение работ. При наличии неисправностей убрать автомобиль с поста.
5	Освободить платформы люфт-детектора	Сверху	1	Слесарь IV	Подъемник	0,05	-

Рис. 3. Технологическая карта диагностирования ходовой части легкового автомобиля

### Литература

1. *Бакаева Н. В.* Технологическое оборудование для технического обслуживания автомобилей [Текст]: учебное пособие / Н. В. Бакаева, В. В. Чикулаева. – Орел : ОрелГТУ, 2007. – 208 с.
2. *Малкин В. С.* Техническая эксплуатация автомобилей. Теоретические и практические аспекты: учеб. пособие для вузов / В. С. Малкин. – М. : Академия (Academia), 2007. – 287 с.
3. *Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для ВУЗов / Е. С. Кузнецов [и др.]; Под ред. Е. С. Кузнецова.* – 3-е изд., переб. и доп.–М. : Транспорт, 2001. – 413 с.: ил.
4. *Шишлов А. Н., Лебедев С. В.* Ходовая часть автомобилей. Органы управления автомобилей: учебно-практическое пособие для автомобильных колледжей. М. : ГБПОУ КАТ № 9, 2017. – 279 с.
5. *Глазков Ю. Е.* Типаж и эксплуатация технологического оборудования : учебное пособие / Ю. Е. Глазков, А. В. Прохоров, Н. В. Хольшев. – Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2015. – 81 с.
6. *Папшев В. А.* Техника транспорта, обслуживание и ремонт. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей : учебное пособие / В. А. Папшев, Г. А. Родимов. – 2-е изд. – Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2016. – 141 с.

УДК 656.1/5

*Сергей Анатольевич Шурин,*

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

*E-mail: 79600262802@yandex.ru*

*Sergey Anatolyevich Shirin,*

master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: 79600262802@yandex.ru*

## **СНИЖЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РАСХОДОВ ЗА СЧЁТ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ СПУТНИКОВОГО МОНИТОРИНГА ТРАНСПОРТА**

### **REDUCTION OF OPERATING COSTS THROUGH THE USE OF A TRANSPORT SATELLITE MONITORING SYSTEM**

В статье рассмотрена возможность снижения эксплуатационных расходов предприятия за счёт применения систем спутникового мониторинга. При помощи информации, получаемой этими системами, возможно повысить эффективность эксплуатации транспорта.

Рассмотрены факторы, влияющие на топливную экономичность, приведена их классификация. Представлен алгоритм предполагающий использование первичных данных от систем спутникового мониторинга, который позволяет обрабатывать эти данные и подсчитывать значения ускорений и нормативного расхода топлива. На основе алгоритма подсчитана теоретически возможная экономия на топливных затратах. Его использование может повысить эффективность предприятия.

*Ключевые слова:* спутниковый мониторинг, эксплуатация, расход топлива, контроль эксплуатации, снижение топливных затрат.

The article discusses a possibility of reduction of exploitation costs of enterprise due to application of satellite monitoring systems. With the information obtained by these systems, it is possible to improve the efficiency of transport operation.

The factors influencing fuel economy are considered, their classification is resulted. An algorithm involving the use of primary data from satellite monitoring systems is presented, which allows processing of these data and calculation of acceleration and normative fuel consumption values. Theoretically possible savings on fuel costs have been calculated on the basis of the algorithm. Its use can increase the efficiency of the enterprise.

*Keywords:* satellite monitoring, exploitation, fuel consumption, operation control, fuel cost reduction.

На сегодняшний день основной задачей в сфере эксплуатации является обеспечение длительной работоспособности НТТМ одновременно с максимальной производительностью при наименьших затратах. Реализацию данной задачи предлагается предусмотреть за счет обеспечения интенсивного роста внедрения техники и информационных систем в процессы эксплуатации.

В настоящее время в структуре затрат предприятий, осуществляющих свою деятельность в транспортной сфере, до 35–40 % от всех затрат на уходят на стоимость топлива. В связи с этим высокое значение имеют мероприятия, связанные с повышением топливной экономичности. Топливную экономичность определяет расход топлива, который, в свою очередь, зависит от большого числа дополнительных факторов [1]. Данные факторы представлены на рис. 1.

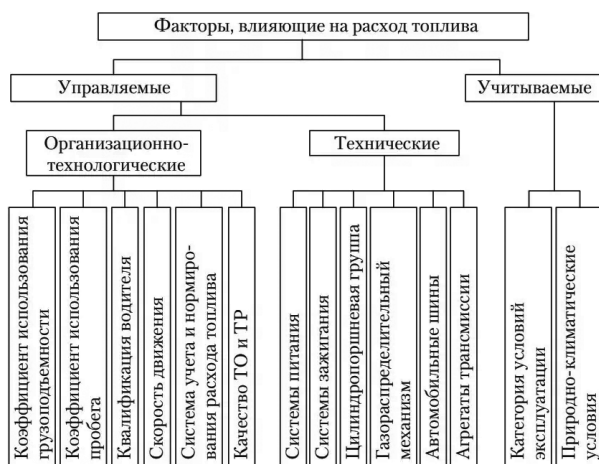


Рис. 1. Факторы, влияющие на расход топлива

Глобально на расход топлива влияют факторы, которые можно классифицировать как управляемые и учитываемые. Управляемые факторы – те, на которые можно повлиять, осуществляя направленные на это мероприятия. В свою очередь эти факторы состоят из технических и организационно технологических. Организационно-

технологические мероприятия, направленные на повышение топливной экономичности, осуществляются методами и средствами увеличения эффективности трат на расход топлива с привязкой к единице выполненной работы. Увеличить показатели организационно-технологической группы факторов позволит использование систем спутникового мониторинга транспорта.

Фактические показатели эксплуатационного расхода топлива транспорта, могут существенно отличаться от нормативных значений. Из-за этого, в зависимости от конкретных условий эксплуатации контроль за этими показателями должен быть оперативным.

Программная часть систем спутникового мониторинга позволяет отслеживать треки движения транспорта на основе полученных, обработанных и отправленных терминалом значений координат, времени. На основе этой информации возможно рассчитать нормативное значение расхода и сравнить его с фактическим, чтобы выявить возможные перерасходы и установить режимы использования транспорта водителем.

Расход топлива транспортного средства за все время работы на линии можно определить на основе известной методики согласно распоряжению Министерства Транспорта РФ [2].

Алгоритм действий для работы с данными, полученными системой спутникового мониторинга представлен на рис. 2.

В предварительных экспериментах для проверки этого алгоритма на примере существующего предприятия, осуществляющего деятельность по перевозке пассажиров в условиях мегаполиса было установлено, что использование данного алгоритма позволяет повысить аккуратность использования техники, а также снизить топливные затраты на 3,5 %; количество ежедневно используемого транспорта – 383 единицы. На крупном предприятии, использующем большое количество транспортных средств, годовая экономия может составлять значительное количество денежных средств, что может оказать сильное влияние на экономическую эффективность использования транспорта и транспортных комплексов.

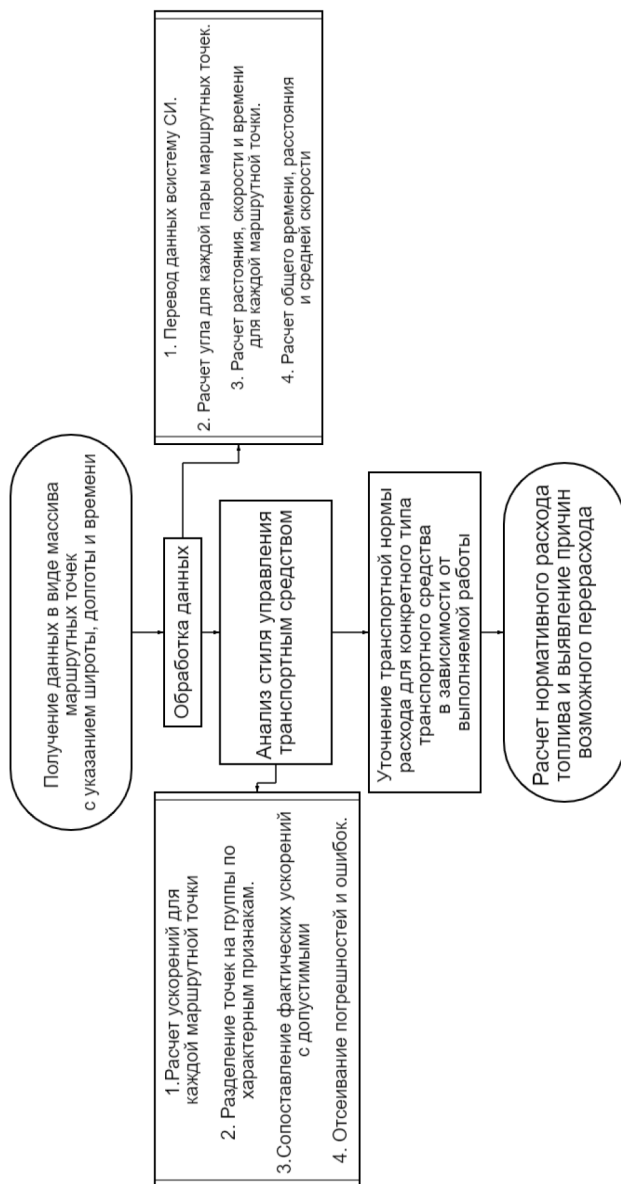


Рис. 2. Алгоритм работы с данными, полученными системой спутникового мониторинга

### Литература

1. *Напольский Г. М.* Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебник – М. : Транспорт, 1985. – 320 с.
2. О введении в действие методических рекомендаций «Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте»: Распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 № АМ – 23 – р // Собрание законодательства. – 2008, № 32, ст. 3342.
3. *Горностаев А. И., Шевченко К. А.* Влияние эксплуатационных режимов на безопасность и надежность автомобильной техники // Научный резерв. – 2021. – № 2(14).
4. *Ботов М. И.* Введение в теорию информационных систем / М. И. Ботов, В. А. Вяхирев, В. В. Девотчак; ред. М. И. Ботов. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 394 с.
5. *Тарасик В. П., О.В. Пузанова О. П.* Влияние режима движения автомобиля на его топливную экономичность // Вестник Белорусско – Российского университета. – 2020. – № 1(66).
6. *Грушецкий С. М.* Перспективы развития системы ТО и ремонта транспортно-технологических машин СПбГАСУ / С. М. Грушецкий // Материалы 6-й Межд. конф. «Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах». – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2004. – С. 385–387.



**УДК 629.067**

*Александр Юрьевич Шкуратов,*

студент

*Егор Михайлович Лазарев,*

студент

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

*E-mail: aleks1861@list.ru*

*Alexander Yurievich Shkuratov,*

student

*Egor Mikhailovich Lazarev,*

student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: aleks1861@list.ru*

## **СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ АВТОМОБИЛЯ В ВОДЕ**

### **VEHICLE SAFETY SYSTEM IN WATER**

В данной статье рассматриваются: особо тяжелые последствия ДТП связаны с падением транспортного средства в водоемы. Для легковых автомобилей известны системы безопасности, смягчающие силу удара при столкновении автомобиля с твердыми препятствиями. Для предотвращения погружения автомобиля в воду и поддержания его плавучести, такие устройства практически отсутствуют, а столкновение с водой и дальнейшее погружение на дно водоема несет более тяжелые последствия, чем удар о твердое препятствие.

*Ключевые слова:* дорожное транспортное происшествие, дорожные машины, падение, водоемы, плавучесть.

This article discusses: particularly severe consequences of an accident are associated with the fall of a vehicle into reservoirs. For passenger cars, safety systems are known to mitigate the force of impact when a car collides with solid obstacles. To prevent the car from sinking into the water and maintaining its buoyancy, such devices are practically absent, and a collision with water and further immersion to the bottom of the reservoir has more severe consequences than hitting a solid obstacle. *Keywords:* traffic accident, road vehicles, fall, reservoirs, buoyancy.

*Keywords:* traffic accident, road vehicles, fall, reservoirs, buoyancy.

Основной проблемой для пассажиров автомобиля, в момент, когда он тонет – открыть дверь. За счет наружного давления воды сделать это не так просто, особенно если глубина водоема достаточно большая. Другая ситуация – это попытки разбить одно из стекол автомобиля, как правило, стараются разбить боковое стекло. Если в первых автомобилях это можно было сделать с помощью тяжелых или колющих предметов, то в современный автомобиль стекла часто бьют куда прочней металлических поверхностей.

Вовремя погружение под воду автомобиля невозможности выбраться из-за разности давлений. За счет уравнивания давлений внутри машины и снаружи, дверь будет открыться проще. Если есть возможность разбить стекло, то делать это стоит до того, как салон полностью наполнится водой. Удар должен быть точным и в одну цель, если несколько раз. Больше вероятности, что стекло быстрее будет разбито и как только уравниется давление можно покинуть автомобиль, в ином случае под напором воды вас обратно вдавит в салон машины. Данная проблема особенно актуально в той части страны где большое количество водных ресурсов. Дороги вдоль рек, озер, водоемов и морей часто бывают извилистыми, горными и не оборудованы специальными ограждениями, кроме того из-за нехватки воздуха, температуру воды и возникновения паники у водителя и пассажиров шансов выбраться из автомобиля мало. По статистике в России тонет ежемесячно минимум 10 автомобилей. За год Нидерландах тонет в среднем 750 автомобилей и 50 человек погибает из-за того, что оказались заблокированы в салоне тонущей машины [1]. Больше всего статистика утопленных автомобилей касается местности, где маршрут дороги проходит возле водных артерий и чем больше воды, тем вероятность такой ситуации растет.

Пассивные системы безопасности все шире применяются, а новых легковых автомобилях подобные системы носят уже серийный характер, но их конструкцию не предоставляется возможность применить на грузовом транспорте

Известна конструкция транспортных средств с положительной плавучесть «болотоходы» [2]. Это разновидность вездехода способная передвигаться по грунтам с очень низкой несущей способностью. Чаще всего имеют гусеничный или пневмокатковый движитель. Пневмокатковые болотоходы часто имеют положительную плавучесть за счёт шин большого объёма.

Многие болотоходы могут передвигаться также по песку и снегу (поэтому они ещё называются снегоболотоходами). Снегоход в отличие от снегоболотохода не может ездить по болотам. Болотоходами также часто называют лодки, способные двигаться по трясине, но лодок-снегоболотоходов не существует (это свойство автомобилей-амфибий). Болотоходы хорошо плавают и многие из них считаются также амфибиями. Кроме колёсных болотоходов бывают и шнекороторные.

Существуют такие виды болотоходов, как: болотоходный трактор, танк-амфибия, шнекоход, снегоболотоход.

Недостаток представленной конструкции заключается в шинах. Такая конструкция не предназначена для повседневного пользования в городских условиях. Кроме того, высокий центр тяжести может привести к перевороту транспортного средства в воде и травмам водителя и пассажиров.

Более удачное конструктивное решение предложено инженерами Волжского автомобильного завода ВА3-2122 «Река» – автомобиль-амфибия [3]. Единственная разработанная на сегодняшний день на АвтоВАЗе модель типа вездеход-амфибия. По назначению ВА3-2122 позиционировался как армейский автомобиль командира роты, в открытом документообороте завода проходил как «автомобиль для рыболовов и охотников», в Министерстве обороны СССР НИОКР по этой теме проходили под шифром «Река». Транспортное средство повышенной проходимости способное двигаться по суше и по воде. Конструктивно ВА3-2122 создан с применением узлов трансмиссии и ходовой части от ВА3-2121. КПП и раздаточная коробка убраны в герметичный снизу кузов, мосты находились снаружи. Автомобиль передвигается по воде за счет вращения собственных колёс и способен вплавь пересекать неширокие водоёмы со спокойной водой и не очень быстрым течением. Форсирование водных преград возможно с хода, без предварительной подготовки, для этого закрывается передний воздухозаборник, машина входит в воду с герметично закрытым капотом, затем, на плаву откидывается крышка-волноотражатель верхнего воздухозаборника.

Все операции проводятся с рабочего места водителя. Запуск двигателя на 40-градусном морозе осуществляется после прогрева обычной паяльной лампой через систему жаровых трубы с пламегасителями, которые размещались в моторном отсеке. Автомобиль имеет штатную дугу безопасности, встроенную в силовой каркас кузова и кроме краш-тестов на лобовое столкновение и удар сзади, прошёл краш-тест «удар в крышу». Кузов оборудован быстростъёмным тентом, который в сложенном виде сворачивался в рулон за задними сиденьями, окна тента выполнены из мягкого прозрачного пластика. ВА3-2122 прошёл полный цикл разработки и испытаний, был при-

нят государственной комиссией и рекомендован к производству, по автомобилю подготовлен полный комплект тщательно выверенной технической документации, однако в 1988 году проект был закрыт на стадии внедрения в производство.

Недостатком данной конструкции является, не смотря на пройденные краш-тесты высокая травмоопасность для пешеходов и других участников движения, а также водителя и пассажиров из-за отсутствия сменяемых зон. Кроме того, такая конструкция не гарантирует устойчивость транспортного средства на водной поверхности и всплытия ее на поверхность.

Компания *Volvo* представила систему безопасности под названием *Rescue and Escape Guidance System (REGS)*, позволяющую пассажирам выбраться из автомобиля в том случае, если во время ДТП он попал в озеро или реку и начала тонуть [4].

Основной задачей системы *REGS* является разрушение стекол автомобиля, как только он попадает в воду на определенном уровне. Это способствует беспрепятственному и быстрому освобождению с автомобиля. В основе системы *REGS* (спасение пассажиров из тонущего автомобиля) установлен ряд датчиков давления. Первые модели системы комплектовались по одному датчику на каждую дверь. Теперь же по два датчика, один датчик основной, а второй контрольный. К каждому датчику подключен так называемый активатор, который дает старт работе всей системе. Как правило, такой активатор *REGS* крепится на нижнюю торцевую часть стекла, за обшивкой дверей. К активатору последовательно крепятся металлический ударник и пиропатрон. Таким образом, после срабатывания системы *REGS*, стекло расслаивается и разделяется на мелкие части. Под наружным давлением воды стекло самостоятельно раскрошится, тем самым освободив проход наружу.

В случае погружения автомобиля в воду, система *REGS* работает без ошибок, так как она полностью автономная и не зависит от основной системы питания автомобиля. Инженеры разрабатывали её для самых экстремальных условий эксплуатации. Как только вода попадает в автомобиль до определенного уровня и давления, датчик сразу отзывается и генерирует сигнал старта для срабатывания системы. В свою очередь сигнал передается на активатор системы *REGS*,

последний передает сигнал на пиропатрон. За счет срабатывания пиропатрона, выход заряда передается на ударник. Большую роль имеет значение расположение ударника, он должен быть только в торце стекла, в ином случае ожидаемого эффекта не будет или же расколется только часть стекла.

За счет торцевого удара на стекле возникают сотни мелких трещин по всей поверхности. После срабатывания системы *REGS* (системы спасения пассажиров из тонущего автомобиля), разбить стекло можно с минимальными усилиями, или вовсе не придется его разбивать. С прогрессом доработки системы *REGS*, её стали оснащать водонепроницаемыми светодиодными полосами по краям, а также специальными датчиками, которые включают светодиодную ленту в случае попадания автомобиля под воду.

За счет подсветки стекол, упрощается ориентация пассажира машины на боковые стекла, в случае мутной воды или темного времени суток. Впервые систему спасения пассажиров из тонущего автомобиля *REGS* протестировали на автомобилях компании *Volvo*, успех не заставил себя ждать. Теперь же решается вопрос о полной покупке прав на систему *REGS*, так как Шведский производитель с 2019 года планирует оснастить все серийные автомобили, в том числе и грузовые автомобили.

Не смотря на всю продуманность данной контракции, есть один существенный недостаток. Транспортное средство все равно будет погружаться под воду

Связи с эти предлагается перспективное конструктивное решение повышающая пассивную безопасность грузовых и легковых автомобилей при столкновении с водной поверхностью и дальнейшим погружением. Полезная модель относится к устройствам внешней пассивной безопасности автомобилей, а именно к конструкции элементов кузова.

Мероприятия по повышению внешней пассивной безопасности направлены на снижение тяжести травм водителей и пассажиров транспортного средства, участвовавшее в ДТП, путем обеспечения такого конструктивного выполнения наружных поверхностей и элементов транспортного средства, при котором вероятность повреждений человека была бы минимальной [5].

Предлагаемая конструкция включает в себе три системы безопасности. Одна из которых будет смягчать первичный удар транспортного средства об водную поверхность. Вторая предотвращать погружение машины на дно водоема и ее переворачивание. Третья поддерживающая транспортное средство в плавучем состоянии на поверхности водоема. Подробное описание конструкции на данный момент невозможно представить из-за конфиденциальности, так как патентный документ на заявляемую конструкцию еще не получен.

### Литература

1. Аналитическое агентство Автостат [электронный ресурс] <https://www.autostat.ru/>
2. Болотоходы [электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D1%82%D0%BE%D1%85%D0%BE%D0%B4>
3. ВАЗ-2122 «Река» – автомобиль-амфибия [электронный ресурс] <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%90%D0%97-2122>
4. Система REGS [электронный ресурс] [https://fastmb.ru/auto\\_shem/2411-sistema-regs-spasenie-passazhirov-iz-tonushego-avtomobilya.html](https://fastmb.ru/auto_shem/2411-sistema-regs-spasenie-passazhirov-iz-tonushego-avtomobilya.html)
5. *Молодцов В. А.* Безопасность транспортных средств. Учебное пособие для вузов. – Тамбов : ТГТУ. – 2013. – С. 181.

**УДК 62.838**

*Александр Юрьевич Шкуратов,*

студент

*Егор Михайлович Лазарев,*

студент

*Анастасия Александровна Утко,*

студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: aleks1861@list.ru*

*Alexander Yurievich Shkuratov,*

student

*Egor Mikhailovich Lazarev,*

student

*Anastasia Alexandrovna Utko,*

student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: aleks1861@list.ru*

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ В РОССИИ**

### **PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF ROAD-BUILDING MACHINES WITH ELECTRIC DRIVE IN RUSSIA**

В данной статье рассматриваются: перспективы развития дорожно-строительных машин с электроприводом, их преимущества и недостатки. Внедрение дорожно-строительных машин на данный момент имеет сугубо рыночный характер, в статье описывается, как государство может ускорить этот процесс. Стимулировать появление или же разработку, в уже существующих компаниях более широкого ассортимента дорожно-строительной техники на электродвигателях. Также как будет развиваться добыча в сфере электроэнергетики в России, какие достижения уже имеются на балансе и что можно ожидать в ближайшие 30 лет в плане постройки новых объектов. И как развитие электроэнергетики повлияет на производителей дорожно-строительных машин.

*Ключевые слова:* электропривод, электроэнергетика, атомные электростанции, дорожно-строительные машины.

This article discusses: prospects for the development of road construction machines with electric drive, their advantages and disadvantages. The introduction of road-building machines at the moment has a purely market character, the article describes how the state can accelerate this process. To stimulate the emergence or development, in existing companies, of a wider range of road construction equipment powered by electric motors. Also, how will production in the electric power industry develop in Russia, what achievements are already on the balance sheet and what can be expected in the next 30 years in terms of the construction of new facilities.

And how the development of the electric power industry will affect manufacturers of road construction machines.

*Keywords:* electric drive, electric power industry, nuclear power plants, road construction machines.

Количество потребления энергоресурсов в России непрерывно растет. Именно поэтому происходит рост стоимости бензина, дизеля, газа и других не возобновляемых источников энергии. Логично что стоит обратить внимание на возобновляемые источники такие как электроэнергия. В России электричество по большей части (около 67 %) генерируется за счёт тепловых электростанций, использующих в качестве «топлива» уголь и газ, но оставшиеся 33 % приходятся на атомные и гидроэлектростанции, что как раз является возобновляемым источником энергии (см. рисунок).



График распределения производства электричества в России

Оптимальным вариантом для России является наращивание строительства атомных электростанций, так как имеется большая территория, что позволит размещать атомные электростанции на безопасном расстоянии и большой опыт в их строительстве и эксплуатации. Сейчас государственная корпорация Росэнергоатом эксплуатирует 10 действующих АЭС в стране, строят 8 АЭС за пределами страны



(Турецкую, Белорусскую, Египетскую, Китайскую, Индийскую, Венгерскую и другие) [1]. Конечно, строительство в России атомных электростанций пока не ведется, так как в основном из-за полезных ископаемых для ТЭЦ это невыгодно, но так как топливо для ТЭЦ, конечно, это всего лишь вопрос времени, когда станет выгодно и начнется строительство внутри страны. 67 % на тэц это катастрофически большая цифра необходимо уже сейчас начать ее сокращать до приемлемых 10–15 %. Такие вещи может осуществить только государство, но на ближайшие лет 5–10 решаться этот вопрос не будет, потому что денег на такие проекты государство в виду текущих обстоятельств выделить не сможет.

Мир, в 21 веке достиг предела развития в двигателях внутреннего сгорания и человечество стало искать более эффективные, простые и «экологичные», а главное использующие в качестве топлива возобновляемые источники [2]. Так вспомнили что можно использовать двигатели, работающие на возобновляемом легко добываемом источнике энергии электричестве, электродвигатели. Действительно коэффициент полезного действия у электродвигателя близок к 95 %, у них отсутствует коробка передач, что упрощает конструкцию, меньшее число деталей, которые совершают трения, вращения или какие-либо движения, что приводит к меньшему износу деталей, а значит ремонту. Если по поводу эффективности и простоты не возникает вопросов, то вот по поводу «экологичности» и тем что будет приводить его в действие они имеются.

На данный момент используется следующий вид – это связка генератор и двигатель внутреннего сгорания, который приводит его в действие, из-за добавочного двигателя на «традиционном» топливе существенно снижается его эффективность и не решается вопрос вредными выбросами. На данный момент мир решил, что стоит попробовать заменить двигатель на «традиционном» топливе на емкий аккумулятор. Но почему-то не берет в оборот то, что их производство токсично, а утилизация очень сложная, а так как большая часть мусора в мире не перерабатывается, а просто складывается на полигонах, то это приведет возможно к более негативным последствиям чем связка генератора с двигателем внутреннего сгорания. Так же необходимо рассмотреть, а откуда берется это электричество для за-

рядки аккумулятора и какие потери на доставку его до аккумулятора. Все передовые страны мира используют в качестве топлива для электроэнергии полезные ископаемые [3]. Такие страны как США, Китай добывают до 60 % всей энергии, используя уголь, другие страны действуют в той же тенденции. Плюс если добавить потери на линиях. Нормой считается до 10 %, это при условии того что сеть полностью исправна, что далеко не так, поэтому нужно ориентироваться на 15–20 % если не больше. Даже если принять потери в 30 % процентов КПД электродвигателя все же будет около 65 % что будет ощутимо выше их бензиновых и дизельных конкурентов, которые максимум могут иметь 50 % в идеальном состоянии.

Для дорожно-строительной техники использование генераторов не является новинкой. Его внедрение было обеспечено такими качествами как: более высокая эффективность в сравнении с бензиновым, дизельным, что выгодно при эксплуатации любого транспортного средства; обладание более большим ресурсом ввиду более простого механизма, с меньшим числом соприкасающихся деталей; простота в уходе из-за простого устройства, большой мощностью, что является очень важным параметром ведь спецтранспорту жизненно необходима высокая мощность с наименьшими затратами; экономичность, так как электричество всегда сильно дешевле любых видов топлив из нефти или газа [4].

К сожалению, сейчас вся техника на электродвигателях ограничена либо гибридной связкой, либо с питанием через шнур с подключением в розетку, например: самоходные краны, погрузчики. Развитие направления электродвигателях будет до тех пор пока не найдется более экономичные и стабильные возобновляемые источники энергии, например на текущий момент самый популярный является водород, но если посмотреть что мировая тенденция склоняется к связке розетка-аккумулятор- генератор, то на ближайшие лет 30–40 если не произойдут какие-то мощнейшие потрясения в передовых странах изобретателях, то все дорожно-строительные машины перейдут на эту связку, а традиционные ископаемые оставят, так как на рубеже этих лет цена на них будет расти по экспоненте[5].

Как же может повлиять на эту ситуацию государство? На данный момент мы испытываем сильнейшее давление и разрыв всех

логистических поставок, что с одной стороны отрезает нас от мира передовых технологий, а с другой дает возможность создать у себя те самые необходимые технологии. Так вот, в этой сфере можно использовать имеющиеся на текущий момент опыт эксплуатации в дорожно-строительной технике использующие гибридные установки по типу: бензин-электрогенератор, дизель-электрогенератор. Собрать данные об выявленных недостатках в процессе эксплуатации, решить эти задачи, начать выпускать эту продукцию с государственным субсидированием. Если все проблемы решены, то такой транспорт будет конкурентно способен западным аналогам, а на появившийся спрос начать разработку емких аккумуляторов, которые смогут обеспечить хотя бы легковой транспорт, чтобы начать продавать их, и на вырванные средства закончить разработку для грузового транспорта.

В заключении хотелось бы отметить что перспективы у них есть, но лет 5 будет без особых изменений, но как только смогут поставить производство на поток за счёт этого сбросить, стимулировав к покупке более экономичных дорожно-строительных транспортных средств, то это даст ощутимый толчок в сторону усовершенствования моделей. Ведь первые автомобили были вообще неказисты, маломощны, некомфортны, но как только в сфере появились деньги пошло усовершенствование и доработка их.

### Литература

1. Строительство АЭС за рубежом росэнергоатомом. URL: [https://www.rosenergoatom.ru/stations\\_projects/perspektivy-sooruzheniya-rossiyskikh-aes-zarubezhom](https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/perspektivy-sooruzheniya-rossiyskikh-aes-zarubezhom) (дата обращения 1.11.2022).
2. Перспективы развития транспортных средств с электроприводом URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-razvitiya-transportnyh-sredstv-s-электроприводом/viewer> (дата обращения 1.11.2022).
3. Хорош Алексей Иванович Дизельные двигатели транспортных и технологических машин. Учебное пособие / Хорош Алексей Иванович. – М. : Лань, 2012. – 150 с.
4. Дорожно-строительные машины / А. В. Вавилов [и др.]; под общ. ред. А. М. Щемелев. – Минск : Технопринт, 2000. – 515 с.
5. Бургонутдинов А. М. Машины для строительства, ремонта и содержания автомобильных дорог: учебное пособие / А. М. Бургонутдинов, Б. С. Юшков, В. С. Юшков. – Пермь : ПНИПУ, [б. г.]. – Часть 5: Лесовозные дороги, машины и оборудование – 2013. – 114 с.

**УДК 421.568**

*Данила Сергеевич Шулюшенков,*  
студент  
(Сибирский федеральный университет)  
*Евгения Сергеевна Турышева,*  
канд. техн. наук, доцент  
(Инженерно-строительный институт)  
*E-mail: danka.shul@mail.ru*

*Danila Sergeevich Shulyushenkov,*  
student  
(Siberian Federal University)  
*Evgenia Sergeevna Turysheva,*  
PhD in Sci. Tech., Associate Professor  
(Civil Engineering Institute)  
*E-mail: danka.shul@mail.ru*

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЙ СТЕНД ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА АРБОЛИТА И ИЗДЕЛИЙ ИЗ НЕГО С АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМОЙ КОНТРОЛЯ СМЕСИ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ**

### **EXPERIMENTAL STAND FOR PRODUCING ARBOLITH AND PRODUCTS FROM IT WITH AUTOMATED MIXTURE CONTROL SYSTEM AND RESEARCH METHOD**

В статье рассмотрен пример стенда для производства арболита и изделий из него с автоматизированной системой контроля, а также предложена методика исследования качества смеси. Проанализированы конструктивно-эксплуатационные характеристики экспериментального стенда, выявлены предпосылки, обосновывающие необходимость в создании автоматизированной системы контроля арболитовых смесей, предложена схема такой системы. Целью работы является создание экспериментального стенда бетоноукладчика и методики автоматизированного контроля для экспериментальных исследований арболитовых смесей в лабораторных условиях.

*Ключевые слова:* арболит, стенд, бетоноукладчик, автоматизированный контроль, микроконтроллер Arduino.

The article considers an example of a stand for the production of wood concrete and products from it with an automated control system, and also proposes a methodology for studying the quality of the mixture. The design and operational characteristics of the experimental stand are analyzed, the prerequisites are identified that justify the need to create an automated control system for arbolite mixtures, and a scheme of such a system is proposed. The aim of the work is to create an experimental bench for a concrete paver and an automated control technique for experimental studies of arbolite mixtures in laboratory conditions.

*Keywords:* wood concrete, stand, paver, automated control, Arduino microcontroller.

## Введение

Сегодня комплексная автоматизация технологических процессов производства является актуальным вопросом в более функциональной работе любого предприятия, поскольку автоматика выполняет процессы намного быстрее человека. Замена человеческого труда на автоматику даёт большое преимущество владельцу предприятия, поскольку за счёт применения машин, не понадобятся люди для выполнения определённой работы.

Применение автоматизации технологических процессов позволяет сократить численность обслуживающего персонала, увеличить объём выпускаемой продукции, повысить эффективность производственного процесса, улучшить качество продукции, снизить расходы сырья, повысить безопасность, экологичность и экономичность производства [1].

Необходимость внедрения систем автоматизации давно принята во внимание, поскольку большинство руководителей понимают, что невозможно изготавливать качественный и конкурентный товар на шестидесятилетнем оснащении, с ручным приводом.

Ниже перечислены некоторые причины, используемые для обоснования автоматизации:

- повышение производительности труда;
- снижение трудозатрат;
- смягчение последствий нехватки рабочей силы;
- сокращение или устранение рутинных ручных и канцелярских задач;
- улучшение качества продукции;
- сокращение времени производства.

Таким образом, промышленная автоматизация позволяет получать продукт высокого качества, сократить финансовые издержки, повысить конкурентную способность для большого количества товаров и усовершенствовать производственную безопасность для сотрудников.

Целью работы является стенда бетоноукладчика арболитовых смесей, оборудованного автоматизированной системой контроля динамических переменных на базе микроконтроллера *Arduino*.

Задачей данной статьи является установление зависимости динамических переменных рабочего процесса бетоноукладчика и арболитовой смеси, а также разработка программного обеспечения для проведения измерений и обработки результатов экспериментальных исследований.

### Описание исследуемого стенда

Изучаемым оборудованием является бетоноукладчик необходимый для укладки, распределения, уплотнения и выравнивания бетонной смеси с целью формирования монолитных дорожных и аэродромных покрытий, разделительных стенок и бортов, водоотводных каналов и иных элементов.

Применяется, как правило, для строительства и ремонта взлётно-посадочных полос, автодорог, заливке фундаментов зданий, а также при изготовлении железобетонных блоков, в основном для строительства жилых домов и производственных помещений [2].

Устройство нашего бетоноукладчика непрерывного действия состоит из основных компонентов, таких как: приемный бункер, профилировщик основания, колесная база, бухта с армирующей проволокой, электродвигатель с дебалансом, защитный кожух, пульт управления, микроконтроллер с датчиками. Внешний вид исследуемого бетоноукладчика показан на рис. 1.

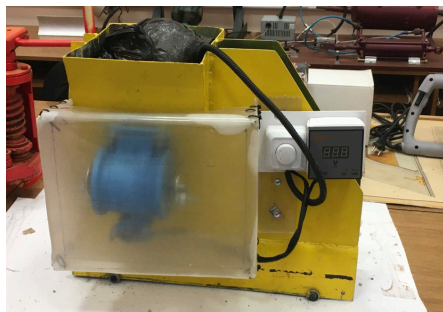


Рис. 1. Бетоноукладчик для арболитовых изделий:

- 1 – загрузочное устройство; 2 – электродвигатель с дебалансом;
- 3 – пульт управления с микроконтроллером; 4 – защитный кожух;
- 5 – основание с подвижными роликами

## Автоматизированная система

Необходимость внедрения автоматизированной системы на бетоноукладчик состоит в том, чтобы можно было считать частоту колебаний при вибропрессовании смеси, замерить скорость движения укладчика, и на основании полученных данных, вывести зависимость качества готового арболитового изделия от частоты колебаний и скорости движения, а также полностью автоматизировать процесс укладки готовой смеси [3].

После подключения всех необходимых контактов датчиков, готовая автоматизированная система монтируется на исследуемую установку с помощью крепежных элементов, затем можем перейти к написанию кода программирования, посредством которого, наша система будет управляться, и считывать нужные нам показания частоты виброуплотнения смеси, а также скорости движения укладчика.

В качестве автоматизированного оборудования примем: автоматизированную систему на основе микроконтроллера *Arduino «Nodemcu V3»*, датчик акселерометр, датчик энкодера, плазменный экран для вывода информации. Перечисленные компоненты устанавливаются на экспериментальный бетоноукладчик после чего в него загружается готовая арболитовая смесь, включается электродвигатель с дебалансом, а затем с помощью пульта управления регулируется частота вибропрессования смеси, увеличивая, либо уменьшая количество оборотов электродвигателя.

Визуальная схема подключения вышеперечисленных устройств, представлена на рис. 2.

Для корректной и стабильной работы микроконтроллера и датчиков был написан специальный скетч.

## Методика исследования

Методика проведения исследований взаимодействия рабочего органа с уплотняемым материалом состоит из следующих шагов: 1 – предварительная подготовка стенда и проверка готовности; 2 – подключение стенда к электросети 220 вольт; 3 – тестирование работоспособности; 4 – подготовка рабочей смеси и перемещение ёмкости

с ней в рабочую зону; 5 – размещение арболитовой смеси в загрузочное устройство; 6 – установка необходимой частоты вибропрессования; 7 – проведение замеров и получение данных; 8 – испытание образцов на прочность; 9 – анализ полученных данных. При необходимости эксплуатация и процесс исследования могут меняться для получения различных зависимостей взаимодействия частоты вибропрессования с уплотняемой средой.

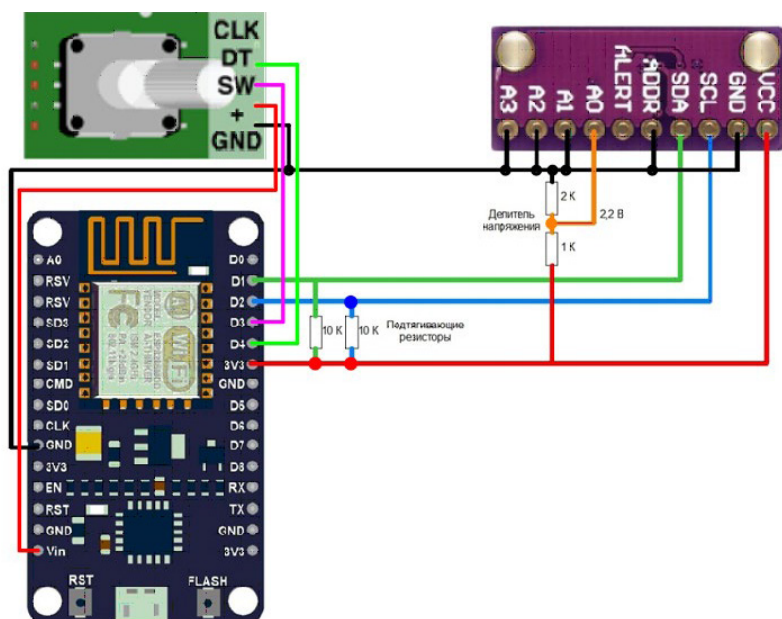


Рис. 2. Схема подключения энкодера и акселерометра к микроконтроллеру

## Выводы

В результате проведенной работы разработана методика экспериментального исследования динамических переменных рабочего процесса бетоноукладчика арболитовой смеси.

Разработан и изготовлен лабораторный стенд бетоноукладчика арболитовой смеси.



Выполнен подбор технических средств автоматизации экспериментальных работ (микроконтроллер, энкодер, акселерометр) и разработано программное обеспечения для проведения измерений и обработки результатов экспериментальных исследований.

#### **Литература**

1. *Дастин Э.* Тестирование программного обеспечения. Внедрение, управление и автоматизация / Э. Дастин, Д. Рэшка, Д. Пол; Пер. с англ. М. Павлов. – М. : Лори, 2016. – 567 с.
2. *Иванов А. А.* Автоматизация технологических процессов и производств: Учебное пособие / А. А. Иванов. – М. : Форум, 2016. – 224 с.
3. *Схиртладзе А. Г.* Автоматизация технологических процессов и производств: Учебник / А. Г. Схиртладзе, А. В. Федотов, В. Г. Хомченко. – М. : Абрис, 2016. – 565 с.

---

---

## **СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ** **ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ**

**УДК 629.052.9**

*Инна Ивановна Абозова,*

студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*E-mail: i.abozowa2015@yandex.ru*

*Inna Ivanovna Abozova,*

student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*E-mail: i.abozowa2015@yandex.ru*

### **АНАЛИЗ АКТУАЛЬНЫХ ПРОБЛЕМ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МОБИЛЬНОСТИ В РОССИИ**

#### **ANALYSIS OF ACTUAL PROBLEMS OF INDIVIDUAL MOBILITY EQUIPMENT IN RUSSIA**

Статья посвящена вопросам безопасности использования средств индивидуальной мобильности в России. Несмотря на эффективность и удобство данных средств передвижения, города сталкиваются с массой проблем, связанных с этим видом транспорта. В данной статье проводится анализ дорожно-транспортных происшествий, произошедших с участием средств индивидуальной мобильности. Особое внимание уделяется статистике этих дорожно-транспортных происшествий. Также в статье рассматриваются новые изменения в Правилах дорожного движения, утвержденные Правительством России 7 октября 2022 года: анализируются проблемы и недостатки данных изменений. Стоит обратить внимание, что количество средств индивидуальной мобильности в следующем 2023 году значительно вырастет, и вопрос о безопасности использования данных средств остается актуальным.

*Ключевые слова:* средства индивидуальной мобильности, статистика, правила дорожного движения, правонарушение, безопасность.

The article is devoted to the safety of the use of personal mobility equipment in Russia. Despite the efficiency and convenience of these means of transportation, cities face a lot of problems associated with this type of transport. This article analyzes the road accidents that occurred with the participation of individual mobility aids. Special attention is paid to the statistics of these road accidents. The article also discusses new changes in the Rules of the Road approved by the Russian

Government on October 7, 2022: the problems and shortcomings of these changes are analyzed. It is worth noting that the number of means of individual mobility in the next 2023 will grow significantly, and the question of the safety of using these means remains relevant.

*Keywords:* means of individual mobility, statistics, traffic rules, offense, safety.

В настоящее время в России за счет своего удобства, мобильности и эффективности большую популярность приобрел микроэлектротранспорт. Современные технологии позволили людям совершать короткие поездки без усилий и беспрепятственно. Также предпочтение электромеханическим средствам отдается за счет экономии времени, высокой маневренности и получении минимальных затрат на совершение поездки. К тому же этот вид транспорта считается весьма экологичным.

Несмотря на то, что средства индивидуальной мобильности приносят пользу городу, также имеется и ряд проблем, касающихся использования этого вида транспорта. В первую очередь это связано с нарушением безопасности дорожного движения. Количество электросамокатов в городах растет, а с ними учащаются и дорожно-транспортные происшествия.

По данным «Известий» в 2023 году прокатных самокатов в России станет больше в полтора раза (примерно 330 тыс. штук) [1]. Стоит отметить, что число аварий с такими транспортными средствами за прошлый год выросло на 35%, и статистика учитывает не все случаи, обходя вниманием, например, происшествия в парках и скверах.

Число дорожно-транспортных происшествий с участием средств индивидуальной мобильности в 2022 году по сравнению с 2021 увеличилось почти в 3 раза [2]. Такие данные приведены в информационно-аналитическом обзоре Научного центра безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел России (за первое полугодие 2022 года) [3].

За шесть месяцев 2022 года произошло 370 дорожно-транспортных происшествий, сведения о которых внесены в официальную статистическую информацию, в которых участвовали лица, передвигающиеся на средствах индивидуальной мобильности, оснащенных электродвигателем. В данных происшествиях погибли 6 человек и получили ранения 382 человека.

Согласно документу, по сравнению с аналогичным периодом прошлого года количество таких происшествий увеличилось на 174 %, число погибших – на 100%, а число раненных – на 176,8 %.

Самым аварийным регионом стала Москва – 94 дорожно-транспортных происшествий, на втором месте Санкт-Петербург – 57, на третьем месте Краснодарский край – 26.

В 78,8 % случаев средства индивидуальной мобильности наезжали на пешеходов, в 13,5 % дорожно-транспортное происшествие классифицировались как столкновение. В 32 % аварии происходили на пешеходных переходах, чуть реже (31 %) – на выездах с прилегающих территорий и перекрестках.

С 1 марта 2023 года начинает действовать новая редакция правил дорожного движения, содержащая огромное количество изменений, которые также коснутся также и электротранспорта. 7 октября 2022 года Правительство России утвердило изменения в Правилах дорожного движения, касающиеся электросамокатов, гироскутеров и сигвеев, которые теперь получили принятый и закрепленный статус «средства индивидуальной мобильности» [4]. Это транспортные средства с двигателем, который приводит в движение одно или несколько колес и роликов: электросамокаты, электровелосипеды, электроскейтборды, гироскутеры, сегвеи, моноколеса и другой аналогичный транспорт. Масса такого электротранспорта, на котором разрешается передвигаться по тротуарам, вело- и пешеходным дорожкам не должна превышать 35 килограммов.

До изменений в Правилах дорожного движения не было ограничено использование средств индивидуальной мобильности ни по массе, ни по скорости. Теперь перемещаться на данных средствах можно со скоростью не более 25 км/ч. Но совершенно не известно, кто и как будет контролировать соблюдение установленных ограничений скоростного режима водителями электротранспорта. Комплексы фотовидеофиксации использовать не получится. Контроль будет только у прокатных самокатов, потому что их скорость жестко ограничена. Также, стоит отметить, что средства индивидуальной мобильности не обладают номерным знаком, по которому можно их идентифицировать.

Средства индивидуальной мобильности должны быть оборудованы тормозной системой, а также фарами белого и красного цвета. Однако, если вспомнить про электроскейтборд, то неоднозначность

ситуации становится сразу же понятна. На электроскейте стандартных фар нет и установить их некуда, следовательно с 1 марта 2023 г. его без нарушения правил использовать не получится.

На электросамокатах любой массы разрешено ездить по правому краю проезжей части дорог. Делать это можно людям старше 14 лет и только там, где отсутствует другая инфраструктура (велодорожки, велополосы, тротуары, обочины). И тут возникает вопрос: как двигаться по правому краю проезжей части, если движению препятствуют припаркованные транспортные средства?

На человека, который управляет средством индивидуальной мобильности не распространяются общие обязанности водителей: предъявлять документы, за нарушение правил дорожного движения будет отвечать, как пешеход и, если уедет с места дорожно-транспортного происшествия, его не привлекут к ответственности. Страховки у них нет, поэтому все вопросы с возмещением вреда в случае аварии придется решать в суде, и то если кто-то сможет догнать водителя электросамоката или иного аналогичного средства.

Подводя итог, можно сказать, что с увеличением числа средств индивидуальной мобильности, количество ДТП будет значительно возрастать, что потребует введения новых правовых ограничений их допуска к участию в дорожном движении с учетом типа средства, а также контролирование соблюдения правил дорожного движения, разработка новых требований к инфраструктуре для передвижения данных транспортных средств. Стоит отметить, что новые изменения в ПДД требуют корректировки и новых дополнений.

### Литература

1. Известия. Эксперты спрогнозировали рост парка прокатных электро-самокатов в РФ. URL: <https://iz.ru/1398623/2022-09-21/>
2. Министерство внутренних дел Российской Федерации. Научный центр безопасности дорожного движения: Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 6 месяцев 2021 года. 2021.
3. Министерство внутренних дел Российской Федерации. Научный центр безопасности дорожного движения: Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 6 месяцев 2022 года. 2022.
4. Постановление Правительства РФ от 06.10.2022 № 1769 «О внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации и признании утратившими силу некоторых актов Правительства Российской Федерации и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации». 2022.

**УДК 656.073**

*Есения Александровна Битюкова,*  
магистрант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: eseniya9817583699@mail.ru*

*Eseniya Alexandrovna Bityukova,*  
master's degree student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: eseniya9817583699@mail.ru*

## **МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ДОСТАВКИ ГРУЗОВ**

### **MULTI-CRITERIA OPTIMIZATION OF THE TRANSPORT-TECHNOLOGICAL SCHEME OF CARGO DELIVERY**

В условиях глобализации современной экономики повышение эффективности доставки грузов входит в приоритетные направления сокращения издержек промышленных организаций, торговли и сферы услуг. Поиск наиболее рационального варианта доставки грузов на одном или нескольких видах транспорта является одной из главных транспортных задач в современных условиях. Наиболее развитым инструментом оптимизации и моделирования решений является линейное программирование, позволяющее получить решение при максимизации или минимизации одной целевой функции. Однако, в большинстве случаев при перевозке грузов необходимо максимизировать несколько различных критериев, что делает задачу многокритериальной и требует применения других методов оптимизации.

В статье приведены основные проблемы при выборе наилучшего варианта доставки груза из множества альтернативных, а также проанализированы существующие методы многокритериальной оптимизации.

*Ключевые слова:* многокритериальная оптимизация, транспортная задача, транспортно-технологическая схема, мультимодальная перевозка, критерий, множество решений, выбор наилучшего варианта доставки.

In the context of the globalization of the modern economy, increasing the efficiency of cargo delivery is among the priority areas for reducing the costs of industrial organizations, trade and the service sector. The search for the most rational option for the delivery of goods by one or more modes of transport is one of the main transport tasks in modern conditions. The most developed tool for optimizing and modeling solutions is linear programming, which allows you to get a solution while maximizing or minimizing one objective function. However, in most cases,

when transporting goods, it is necessary to maximize several different criteria, which makes the problem multi-criteria and requires the use of other optimization methods.

The article presents the main problems in choosing the best cargo delivery option from a variety of alternative ones, and also analyzes the existing methods of multi-criteria optimization.

*Keywords:* multi-criteria optimization, transport problem, transport-technological scheme, multimodal transportation, criterion, variety of decisions, choice of the best delivery option.

Одним из основных этапов нахождения оптимальной транспортно-технологической схемы доставки груза является выбор критериев. От данного этапа зависит итоговый результат оптимизации. В процессе организации перевозки необходимо учесть множество различных факторов. Сложность заключается в выборе таких параметров, которые бы наиболее точно соответствовали конкретной перевозке и к конкретному грузу.

При организации перевозочного процесса чаще всего выделяются следующие основные критерии:

- затраты (тарифы) на перевозку;
- общее время доставки;
- сохранность груза;
- надежность времени доставки.

Немаловажное значение также могут иметь следующие факторы:

- возможность отслеживания доставки;
- финансовая стабильность перевозчика;
- квалификация сотрудников;
- себестоимость перевозки;
- гибкость маршрутов;
- частота отправок груза;
- способность перевозить различные грузы;
- пакетный сервис;
- уровень информирования;
- провозная способность видов транспорта;
- загруженность транспортных узлов;
- сложность процедуры таможенного оформления;
- параметры экологической безопасности транспорта, участвующего в перевозке;

- готовность (гибкость) перевозчика к изменению тарифов;
- удобство процедуры заказа;
- наличие дополнительных услуг;
- наличие специального оборудования у перевозчика.

На практике может не быть такого варианта схемы доставки, который по всем показателям был бы лучше остальных. Выбор перестает быть таким простым и однозначным, как в однокритериальной задаче, и решение заключается в нахождении оптимального соотношения критериев.

Так, практические задачи системного анализа в логистике нередко соотносятся с ситуациями, когда для нахождения оптимального решения требуется учитывать одновременно ряд целей, условий или критериев, в частности, возможно и противоречивых (например, при желании максимизировать рентабельность, качество, надежность и т. д. при одновременной минимизации стоимости, издержек и т. п.). В таком случае говорят о задачах многокритериальной или векторной оптимизации. Указанные задачи оптимизации имеют следующую особенность. Каждое лицо, принимающее решения, может иметь собственный опыт, собственную систему предпочтений, собственное отношение к возможным потерям или выигрышам в рамках частных критериев. Поэтому, определяя в формате одной и той же задачи многокритериальной оптимизации системы логистики или звена цепи поставок наилучшее или оптимальное решение, различные лица, принимающие решения могут выбирать в качестве оптимальных альтернатив совершенно разные решения [1].

На сегодняшний день для решения подобных задач применяются такие методы, как выделение главного критерия (условная максимизация), метод ранжированных показателей, метод многокритериальной оценки, метод сетевого планирования, метод определения удельных весов, интегральный критерий и другие. Рассмотрим каждый из методов выбора наилучшего варианта из множества альтернативных.

Способ условной максимизации использует тот факт, что различные критерии не равнозначны между собой. Здесь выделяется основной, главный критерий, а остальные рассматриваются как дополнительные, или сопутствующие. Задача выбора, таким образом, формулируется как задача нахождения условного экстремума основного критерия.



Метод ранжированных показателей. В данном методе необходимо упорядочить факторы (проранжировать) по убыванию важности, присваивая им числа 1, 2, ...,  $n$ . В случае, когда сложно различить по важности два или более фактора, нужно присвоить им одинаковые или связанные ранги. Далее необходимо привести значения к интегральному показателю и найти наилучший вариант по суммарному коэффициенту.

Одним из способов решения многокритериальной задачи является сведение ее к однокритериальной. Это означает введение интегрального критерия («суперкритерия»), зависящего от частных критериев.

Оценка альтернативы по интегральному критерию, таким образом, зависит от ее оценок по каждому частному критерию, т. е. интегральная оценка каждой альтернативы есть некоторая функция от оценок по частным критериям.

При определении интегральной оценки, кроме того, необходимо учитывать вклад каждого частного критерия в интегральный критерий. Дело в том, что частные критерии могут иметь разный вес (важность, ценность).

Метод многокритериальной оценки. Алгоритм метода многокритериальной оценки транспортно-технологических схем (ТТС):

- выбор показателей (критериев)  $A_{ij}$ , характеризующих данную схему доставки;
- выбор вариантов ТТС;
- группировка показателей (количественные, качественные, релейные);
- проверка соответствия критериев ТТС основным ограничениям, если показатели не соответствуют – исключение их и выбор других вариантов ТТС;
- ранжирование критериев для оставшихся ТТС;
- присвоение балльных (ранговых) оценок;
- построение таблицы, в строках которой – показатели, в столбцах – значения анализируемых ТТС по каждому критерию  $A_{ij}$ ;
- присвоение баллов (значений) каждой  $j$ -той ТТС;
- определение весовых коэффициентов  $W_j$ , учитывающих степень влияния показателей на интегральную оценку, рассчитываются для каждого показателя с учетом их общего ранжирования по формуле:

$$Wi = \frac{2(N-i+1)}{N(N+1)}, i = 1, 2, \dots, N,$$

где  $N$  – количество учитываемых показателей;  $i$  – ранг (балл), присвоенный  $i$  - му показателю;

– определение эталонного значения для каждого параметра;

– определение оценок, основанных на эталонных значениях: если в качестве эталонного выбрано наибольшее  $Ai_{\max}$ , то все значения данной строки делятся на него, в клетки таблицы заносится

$a_{ij} = A_{ij} / A_{i\max}$ , если в качестве эталонного выбрано наименьшее  $Ai_{\min}$ , то эталонное значение делится на другие значения данной строки и в клетке таблицы заносятся  $a_{ij} = A_{ij} / A_{i\min}$ ;

– определение рейтинговых оценок для каждого показателя с учетом веса:  $a \cdot ij = Wi \cdot Aij$ ;

– расчет интегрального показателя (ранга)  $A_j$  для каждой  $j$ -ой ТТС:

$$A_j = \sum Wi \cdot aij;$$

– выбор наилучшей ТТС, соответствующей наибольшему рейтингу.

Метод сетевого планирования. Сетевое планирование - метод анализа сроков (ранних и поздних) начала и окончания нереализованных частей проекта, позволяет увязать выполнение различных работ и процессов во времени, получив прогноз общей продолжительности реализации всего проекта.

Задача сетевого планирования – построение рационального плана проведения комплекса работ, состоящего из отдельных элементарных взаимно обусловленных операций.

Метод сетевого планирования позволяет:

- указать сроки начала каждой работы комплекса;
- вычислить время, необходимое для выполнения всего комплекса работ;

- выявить критические работы;

- выявить не критические работы.

Также существуют критерии принятия решения в условиях неопределенности:

- критерий Лапласа;

- критерий Вальда;

- критерий Сэвиджа;
- критерий Гурвица [2].

В основе всех описанных методов лежит упорядочивание показателей по степени важности путем выставления экспертных оценок и сведение задач к однокритериальному виду. Основным недостатком такого подхода – субъективность решения на этапе определения экспертных оценок.

При решении задач многокритериальной оптимизации приходится решать специфические вопросы, связанные с неопределенностью целей и несоизмеримостью критериев. Основные проблемы, возникающие при разработке методов многокритериальной оптимизации:

- проблема нормализации критериев, то есть приведение критериев к единому (безразмерному) масштабу измерения;
- проблема выбора принципа оптимальности, то есть установление, в каком смысле оптимальное решение лучше всех остальных решений;
- проблема учета приоритетов критериев, возникающая в тех случаях, когда из физического смысла ясно, что некоторые критерии имеют приоритет над другими;
- проблема вычисления оптимума задачи [3].

Таким образом, организация грузопотоков представляет собой сложную многокритериальную задачу по разработке транспортно-технологической схемы доставки груза от грузоотправителя до грузополучателя с использованием одного или комбинации нескольких видов транспорта, в условиях координирования в транспортных узлах с морскими портами, железнодорожными станциями и складскими комплексами.

Разработка оптимальной транспортно-технологической схемы играет важнейшую роль, ведь выбор нерациональной схемы доставки грузов приведет к увеличению затрат и срока доставки грузов.

### **Литература**

1. *Бродецкий Г. Л.* Методы оптимизации многокритериальных решений в логистике. – М., 2009. – 220 с.
2. Транспортно-экспедиционное обслуживание: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / С. Э. Сханова, О. В. Попова, А. Э. Горев. – М. : Издательский центр «Академия», 2005. – 432 с.
3. *Черноруцкий И. Г.* Методы принятия решений: Учебное пособие – СПб. : БХВ-Петербург, 2005. – 40-45 с.

УДК 656.072

Анна Алексеевна Бошняк,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: anja-bosh@rambler.ru

Anna Alekseevna Boshnyak,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: anja-bosh@rambler.ru

## **ПРОБЛЕМЫ И РЕШЕНИЯ В ОБСЛУЖИВАНИИ ГОРОДСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК В УДАЛЕННЫХ РАЙОНАХ ГОРОДА**

### **PROBLEMS AND SOLUTIONS IN THE MAINTENANCE OF URBAN PASSENGER TRANSPORTATION IN REMOTE AREAS OF THE CITY**

Статья посвящена исследованию актуальных проблем в области обслуживания городских пассажирских перевозок в удалённых районах города. Анализируются основные задачи пассажирского транспорта. Замечена тенденция развития автомобильных перевозок. Также можно рассмотреть подходы в организации пассажирских автомобильных перевозок, позволяющие увеличить эффективность и скорость обслуживания работы транспорта в часы «пик». В статье приводятся несколько предложений по решению проблем обслуживанию городских пассажирских перевозок в удалённых районах города.

*Ключевые слова:* транспорт, пассажирские перевозки, обслуживание, городские перевозки, удалённые районы.

The article is devoted to the study of current problems in the field of urban passenger transportation in remote areas of the city. The main tasks of passenger transport are analyzed. A trend in the development of road transport has been observed. It is also possible to consider approaches in the organization of passenger road transport, allowing to increase the efficiency and speed of maintenance of transport during peak hours. The article provides several suggestions for solving the problems of servicing urban passenger transportation in remote areas of the city.

*Keywords:* transport, passenger transportation, transport service, urban transportation, remote areas.

Пассажирские перевозки занимают одно из важных мест в жизни общества. Пассажирский транспорт с каждым годом, все больше вовлекается во все области общественной жизни, становится

материальной основой всех видов обмена и взаимодействия экономических, социальных, политических. По мере повышения этой его роли все сложнее становится потребность оценить затраты на развитие пассажирского транспорта и его эксплуатацию, отыскать экономически эффективные методы повышения качества транспортного обслуживания населения, сделать его более экономным и безопасным.

Одной из главных задач пассажирского транспорта является полное, своевременное и качественное удовлетворение потребностей населения в перевозках. При этом следует сконцентрировать внимание в совершенствовании качества обслуживания пассажиров транспортными услугами [1].

Тем не менее развитие автомобильных перевозок в стране сдерживается слабо сформированной сетью автомобильных дорог, а также их низкими эксплуатационными характеристиками, что служит причиной работы большого числа дорог в режиме перегрузки. Одной из главных проблем автомобильного пассажирского транспорта следует признать сильную изношенность и медленные темпы обновления автобусного парка. Увеличения темпа мобильности населения в городах и пригородах при сокращении производственных возможностей автотранспортных предприятий приводит к переполненности салонов автобусов, достигающей практически их физического предела в так называемые часы «пик». Это препятствует не только комфорту пассажиров, но и соблюдению условий безопасности перевозок.

В настоящее время сложно представить жизнь людей без участия транспорта. Каждый день люди пользуются городскими наземными перевозками для личных нужд, например, чтобы добраться до работы из одной части города в другую.

В основном городской транспорт работает надёжно, соблюдая безопасность и комфортность обслуживания пассажиров, но что же касается обслуживания удаленных районов города. Одной из основных проблем пассажирских перевозок в городе является совершенствование перевозочного процесса в часы «пик», улучшение качества обслуживания пассажиров, а также нехватка автомобильного транспорта в удалённые жилые районы.

Появление «заторов» не дает возможности перевозчикам соблюдать график движения автобусов, нарушая при этом одно из главных

условий качества предоставляемой услуги [2]. Рациональные подходы в организации пассажирских перевозок, основанных на надежности информации, полученной с помощью систем и современных методов управления, позволят увеличить эффективность работы и, соответственно, прибыль транспортных компаний за счёт:

- планирования и анализа маршрутов;
- составления графика движения транспорта;
- отслеживания передвижения транспортных средств;
- планирования сети остановок и станций;
- учёта и анализа происшествий;
- проведения демографического анализа пассажиропотоков;
- реконструкции опасных участков трасс;
- планирования объемов пассажирских перевозок
- регулярность движения.

Как решить проблему с городским наземным транспортом в часы пик в больших городах, чтобы обеспечить качественное обслуживание пассажиров. Можно оптимизировать маршрутную сеть. На строительство новых линий метрополитена и трамваев уйдет много времени, а самое главное очень затратно. В мире существует вариант, который объединяет работу автобусов и метрополитена, данная система называется «скоростная автобусная перевозка». Данная система применяется в Европе [3].

Маршруты скоростного автобуса проложены специально сделанных для них дорожным полосам, пользоваться которыми запрещено другим видам транспорта. Чаще всего они физически отделены от основного транспортного потока. В основном выделенные полосы для скоростного автобуса проложены посередине улицы, это сделано специально, чтобы на его пути было меньше помех – велосипедистов, заездов во дворы, остановок обычного общественного транспорта. Это позволит данному виду транспорта двигаться с увеличенной скоростью, а также размещение автобусных остановок на большом расстоянии друг от друга, в отличие от городского автобусного транспорта.

Отличие скоростного автобуса, от обычных автобусных маршрутов:

- независимость от заторов на дорогах. В основном линии для скоростного автобуса строят в центре улицы;

- маршруты с большой протяжённостью, которые связывают весь город в одно целое с минимальным дублированием;
- большое расстояние между автобусными остановками для увеличения скорости.

Подводя итоги, можно сказать, чтобы оптимизировать обслуживание удалённых жилых районов города, можно путём увеличения автобусного парка, выпуска «скоростного автобуса», прокладыванием оптимальной маршрутной сетью.

### Литература

1. *Миротин Л. Б., Гудков В. А., Вельможин А. В., Ширяев С. А.* «Пассажирыские автомобильные перевозки» Изд. Москва «Горячая Линия – Телеком», 2004 г. – 448 с.
2. *Клинковитейн Г. И.* «Организация дорожного движения», Изд. Москва «Транспорт», 1982 г. – 395 с.
3. Метробус или скоростной трамвай. URL: <https://transportnet.ru/skorostnoj-avtobus-ili-skorostnoj-tramvaj-brt-ili-lrt-chto-luchshe/?ysclid=lafst4dudo991181263/>

**УДК 656.1**

*Елизавета Юрьевна Быстрова,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: lizaliiis26@yandex.ru*

*Elizaveta Yuryevna Bystrova,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: lizaliiis26@yandex.ru*

## **ОРГАНИЗАЦИЯ СКОРОСТНЫХ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТОВ**

### **ORGANIZATION BUS RAPID ROUTE**

Главной целью развития наземного транспорта общего пользования и её транспортной инфраструктуры является обеспечение эффективности, доступности и безопасности работы транспортной сети, которая должна отвечать потребностям жителей и учитывать текущее состояние и потенциал города с приоритетом в сторону городского пассажирского транспорта.

Из существующих основных видов городского пассажирского транспорта, в которые входят такие понятия как – метро, трамвай, троллейбус, автобус. Наиболее распространённым является автобус, а в некоторых городах это единственный вид транспорта.

Сейчас во многих городах мира набирает популярность новый вид общественного транспорта – скоростной автобус, менее популярный вариант названия – метробус, который позволяет увеличить пропускную способность и надежность городского пассажирского транспорта, что непосредственно перекликается с главной целью развития наземного транспорта общего пользования.

*Ключевые слова:* городской пассажирский транспорт, скоростной автобусный транспорт, метробус, выделенная полоса, скорость, пропускная способность.

The main goal of the development of public land transport and its transport infrastructure is to ensure the efficiency, accessibility and safety of the transport network, which should meet the needs of residents and take into account the current state and potential of the city with priority towards urban passenger transport.

Of the existing main types of urban passenger transport, which include such concepts as – metro, tram, trolleybus, bus. The most common is the bus, and in some cities it is the only mode of transport.

Now a new type of public transport is gaining popularity in many cities of the world – a bus rapid transit (BRT), a less popular variant of the name – metrobust, which allows increasing the capacity and reliability of urban passenger transport, which directly echoes the main goal of the development of public land transport.



*Keywords:* urban passenger transport, bus rapid transit, metrobus, dedicated lane, speed, bandwidth.

Скоростной автобусный транспорт – это система общественного транспорта, предназначенная для повышения пропускной способности и надежности в перегруженных транспортных городах.

От обычных систем автобусного транспорта, скоростные системы отличаются некоторыми особенностями:

- Трассы проходят по выделенным полосам (полностью или большей частью). На перекрестках автобусы имеют преимущества благодаря формированию правильных фаз работы светофоров;
- Часто используются нестандартные автобусы, например сочленённые многосекционные;
- На некоторых системах остановки напоминают станции рельсового транспорта: они закрыты со всех сторон, имеют билетные и справочные кассы, оборудованы турникетами (что способствует более быстрой посадке пассажиров в автобус, поскольку проверка и покупка билетов осуществляется до посадки в автобус); [1]

С каждым днём населения городов мира прирастает в большом количестве. ООН прогнозирует, что к 2050 году эта доля достигнет примерно 70 процентов – с учетом прироста мирового населения. Потребность людей в мобильности возрастает – это касается и быстрорастущих регионов. Личный транспорт больше не может выполнить это требование. Выход из транспортного коллапса – это внедрение скоростного автобусного транспорта, что непосредственно связано с совершенствованием работы транспорта общего пользования, транспортной инфраструктуры и всей транспортной системы города.

К преимуществам скоростного автобусного транспорта относится множество факторов:

1. За счет выделенных полос движения, право преимущественного проезда на перекрестках и непродолжительные остановки позволяют достичь привлекательной длительности поездок.

2. Ценовое преимущество по сравнению с другими транспортными средствами с пропускной способностью. Расходы на инфраструктуру для систем скоростного автобусного транспорта ниже, чем расходы на схожие рельсовые транспортные средства, для которых

часто требуются дорогостоящие туннельные структуры или надземная железная дорога. Вместе с тем системы скоростного автобусного транспорта получают преимущество за счет низких эксплуатационных расходов, в особенности если доступны структуры по техническому обслуживанию и опытная рабочая сила уже имеющихся обычных автобусных систем.

3. Для систем скоростного автобусного транспорта необходимо детальное планирование, позволяющее найти оптимальное решение для соответствующих местных ограничивающих факторов. Однако опыт проектов по всему миру показывает, что для планирования и реализации систем скоростного автобусного транспорта требуется значительно меньше времени, чем для схожих систем рельсового транспорта.

4. Транспортные системы, основанные на применении автобусов, получают преимущество от высокой степени гибкости в отношении формирования инфраструктуры и эксплуатации. Гибкость автобуса как транспортного средства позволяет создавать программы эксплуатации, при которых линии инфраструктуры скоростного автобусного транспорта переходят в обычное уличное сообщение. Создание отдельных элементов инфраструктуры необходимо только там, где можно создать преимущества, и необязательно для всей системы.

5. Наряду со снижением локальных выбросов за счет скоростного автомобильного транспорта при оценке экологичности транспортного средства необходимо также рассматривать глобальные выбросы. Выделенные полосы движения и преимущество при проезде способствуют более плавному движению с меньшим числом остановок и сниженным расходом топлива. Кроме того, за счет увеличения использования скоростного автобусного транспорта выброс  $\text{CO}_2$  на человека очень низок. Привлекательное предложение систем скоростного автобусного транспорта в качестве дополнения к городскому транспорту способствует изменению процента перевозок в пользу общественного транспорта. В системах скоростного автобусного транспорта используются современные, экологичные машины, соответствующие самым современным нормам выброса ОГ. На новых развивающихся рынках системы скоростного автобусного транспорта часто берут на себя роль новатора в отношении новых, экологичных технологий привода и новых норм выброса ОГ. [2]

В настоящий момент системы скоростного автобусного транспорта используются на всех континентах в самых разных городах – от мегаполисов, таких как Стамбул, Рио-де-Жанейро и Мехико, до маленьких европейских городов, таких как Страсбург и Нант во Франции.

Рио-де-Жанейро был местом проведения чемпионата мира по футболу в 2014 году, а в 2016 году благодаря Олимпийским играм стал местом проведения другого крупного спортивного события. Такие крупные события для городов – это вызов во многих отношениях, в особенности в сфере транспорта. Транспортные средства должны как удовлетворять высокую потребность в передвижении во время проведения, так и отвечать потребностям местного населения после окончания мероприятия. Поэтому власти большинства городов, принимающих чемпионат мира 2014 года, сделали выбор в пользу гибкого и экономичного решения: введение систем скоростного автобусного транспорта.

Вся запланированная система скоростного автобусного транспорта в Рио-де-Жанейро включает несколько линий общей протяженностью 157 км. Первая линия скоростного автобусного сообщения длиной 60 км – *Transoeste* – была открыта в 2012 году, своевременно перед началом чемпионата мира. Система рассчитана на большую пропускную способность. Как остановки, так и транспортные средства – сверхдлинные сочлененные автобусы с высоко расположенным полом – адаптированы для этих целей. Кроме обычных линий система включает экспресс-линии, которые останавливаются не на всех станциях. Во всей системе скоростного автобусного транспорта Рио-де-Жанейро курсируют 101 23-метровый автобус *Mercedes-Benz*, 161 18-метровых автобусов, а также 26 12-метровых автобусов, использующихся на подъездных линиях.

Кроме Рио-де-Жанейро данная система также внедрена в столице Колумбии – Боготе. Скоростные автобусы ходят непрерывным потоком по выделенным полосам и имеют преимущество на перекрестках. На линиях могут быть использованы многосекционные автобусы, что увеличивает вместимость. Вместимость одного автобуса 270 пассажиров. Маршрутная скорость такого вида транспорта составляет порядка 35 км/ч.

На данный момент в эксплуатации находится 11 линий общей протяженностью 87 км, 136 станций, около 1500 автобусов. Ежедневный пассажиропоток составляет 1,6 млн человек.

Раздельная четырехполосная система *TransMilenio* в Боготе имеет максимальную пиковую грузоподъемность 45 000 пассажиров в каждом направлении в час на самой загруженной линии. Среднее время остановки – 24 секунды. Терминалы магистральных линий имеют встроенную парковку для велосипедов.

*TransMilenio* был назван «образцовой системой *BRT*» в отчете Национального института скоростных автобусных перевозок за май 2006 года. Он обслуживает Боготу с помощью сочлененных трехдверных автобусов большой вместимости.

Далее не мало важным показателем успешного внедрения системы является город Сан-Паула. Он имеет одну из самых разветвленных сетей эксклюзивных автобусных полос в мире с 129 км более чем 10 маршрутами. В результате развития системы *BRT* произошло 30-летнее снижение доли поездок на общественном транспорте с 44,7 % в 2002 году до 55,7 % в 2007 году. В то время как в системе отсутствует посадка на уровне платформы, обычно связанная с *BRT*, предлагаются эксклюзивные полосы движения. высокая средняя скорость почти 20 км/ч и 3 164 000 пассажиров в день перевозились в 2013 году [3].

В России так же начали вводить в эксплуатацию скоростной автобусный транспорт.

Белгород стал первым городом в России где ввели систему *BRT*. Выделенный коридор по центру позволил достичь максимальной средней скорости, чтобы каждый пассажир внутри быстрее добирался до нужного места. Кроме того, это самый надёжный способ обособления – меньше конфликтных точек, значит меньше вероятность аварии и задержек, так как участок, выбранный для развития скоростного автобусного транспорта города Белгород, пиково перегружен общественным транспортом. По этому участку проходит примерно 80 % маршрутов транспорта общего пользования Белгородской агломерации. По всей длине скоростного автобусного участка скоростной лимит составляет 40 км/ч.

Огромное количество островков безопасности позволяет даже в плохую погоду ориентироваться на местности и совершать безопасные передвижения.

Автобусные остановки построены по принципам трамвайных платформ. Пешеходным переходом оснащены обе стороны платформы,

что позволяет совершить безопасный переход через дорогу с максимально короткой траекторией для населения.

На загруженных остановках длина платформ рассчитана на одновременную посадку в три больших автобуса. Это необходимо для равномерного распределения по всей платформе прибывающих автобусов, без перекрытия перекрестка из-за ожиданий освободившегося места для высадки и посадки пассажиров. Сама платформа приподнята на 30 см – это выше обычного уровня тротуара, за счёт этого между остановкой и автобусом нет ступеньки, уровень пола единый, что позволяет маломобильным пассажирам без труда и помощи посторонних попасть в автобус.

Исходя из мирового и Российского опыта можно понять, что система скоростного автобусного маршрута довольно востребованная в различных городах мира и даёт свои плоды в разгрузке дорожной сети и организации пассажирских перевозок.

Скоростной автобусный маршрут – это отличная возможность увеличить проходную способность пассажирского транспорта на загруженных участках дорожной сети. Решить проблему с приоритетностью проезда, а также данную систему можно переоборудовать на трамвайную или троллейбусную.

### **Литература**

1. What is BRT? Institute for Transportation and Development Policy. URL: <https://www.itdp.org/library/standards-and-guides/the-bus-rapid-transit-standard/what-is-brt/>
2. Mercedes-Benz. Скоростной автобусный транспорт. URL: [https://www.mercedes-benz-bus.com/ru\\_RU/buy/bus-rapid-transit.html/](https://www.mercedes-benz-bus.com/ru_RU/buy/bus-rapid-transit.html/)
3. Скоростной автобусный транспорт в Бразилии – Викибриф. URL: [https://ru.wikibrief.org/wiki/Bus\\_rapid\\_transit\\_in\\_Brazil/](https://ru.wikibrief.org/wiki/Bus_rapid_transit_in_Brazil/)

УДК 625.748.54

Станислав Сергеевич Евтюков,  
д-р техн. наук, доцент  
Юлия Александровна Бондаренко,  
студент  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: sevtyukov@lan.spbgasu.ru,  
y\_pakhtusova@mail.ru

Stanislav Sergeevich Yevtyukov,  
Dr. Sci. Tech., Associate Professor  
Yulia Alexandrovna Bondarenko,  
student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: sevtyukov@lan.spbgasu.ru,  
y\_pakhtusova@mail.ru

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ ЗАПРАВКИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ КАТЕГОРИИ M1

### IMPROVEMENT OF THE SAFETY SYSTEM FOR REFUELING VEHICLES OF CATEGORY M1

С приходом каршеринга в Россию, появился новый вид заправки транспортных средств и в корне изменил жизнь не только любителей автомобилей в аренду, но и самих автовладельцев. Авторы статьи раскрывают понятие мобильных автозаправщиков, их тенденции развития на рынке услуг. Рассмотрена схема предоставления услуги для клиентов. Приведена стандартная комплектация автозаправщиков для заправки топливом автомобилей. Рассмотрено, как пользуется спросом эта услуга в зарубежных странах. Особое внимание уделено примерам, как заправляют автомобили в больших мегаполисах у жилых домов, детских садов и школ. Приведены предложения для системы безопасности заправки транспортных средств. Сделаны выводы о том, что такие сервисы будут нужны людям и очень удобны.

*Ключевые слова:* мобильные автозаправщики, заправка, каршеринг, перевозка топлива, АЗС, система безопасности.

With the arrival of carsharing in Russia, a new type of vehicle refueling has appeared and radically changed the lives of not only car rental enthusiasts, but also car owners themselves. The authors of the article reveal the concept of mobile gas stations, their development trends in the service market. The scheme of service provision for clients is considered. The standard equipment of gas stations for refueling cars is given. It is considered how this service is in demand in foreign countries. Special attention is paid to examples of how cars are refueled in large megacities near residential buildings, kindergartens and schools. The proposals for the vehicle refueling safety system are given. Conclusions are drawn that such services will be needed by people and are very convenient.

*Keywords:* mobile gas stations, refueling, carsharing, fuel transportation, gas station, security system.

В 2013 году в России появились первые каршеринг-сервисы, где транспортные средства сдаются в краткосрочную аренду [2]. С приходом такого сервиса выявились ряд проблем, но актуальной из них является заправка транспортного средства. Изначально такую проблему решали заключением договора с топливными компаниями на предмет топливных карт [3]. Арендатор должен заправить автомобиль на АЗС по топливной карте, но эти карты терялись или были непригодны по каким-либо причинам. Спустя время арендодатели стали заправлять свой парк мобильными автозаправщиками, а еще через некоторое время эта услуга стала доступна для владельцев своих автомобилей [4]. Сегодня в России более 15 компаний, для которых этот вид деятельности является основным, но в основном все они были зарегистрированы в последние два-три года. Согласно действующему законодательству им позволено возить по городу без специальной лицензии до 300 л бензина или до тонны дизельного топлива, что представляет огромную опасность для окружающей среды.

Мобильные автозаправщики – новая услуга заправки топливом автомобилей. Они не похожи на оранжевые бензовозы, которые можно встретить на дорогах. Автозаправщик обслуживает автомобили, оставленные на уличных парковках и во дворах, поэтому они должны быть компактными и маневренными. Обычно используют минивэны в грузовом исполнении – вместо задних сидений у них отсек для перевозки грузов, в отсеке установлен топливный бак.

Схема предоставления такой услуги проста. Заказать мобильного заправщика можно через мобильное приложение, указав данные об автомобиле и точное место его парковки. Сама заправка может быть проведена как в присутствии владельца машины, так и без него – в последнем случае нужно оставить открытым лючок бензобака. Оплатить услугу можно онлайн или банковской картой, а стоимость формируется из цены топлива, которая, как утверждается, не превышает расценки столичных АЗС, и расходов по его доставке [5].

Стандартная комплектация мобильного заправщика состоит из:

1. Мобильная топливная ёмкость (полиэтиленовые емкости для транспортировки бензина, в комплекте с топливными оборудованием);

2. Насосное оборудование;
3. Измерительное оборудование;
4. Катушка для топливного шланга (для удобства заправки, ёмкости могут быть оборудованы раздаточной катушкой со шлангом на 10 или 15 метров);
5. Система учета и контроля (измеритель объема с классом точности в 0,25 % и электромагнитный клапан позволяют контролировать количество топлива с максимальной точностью) [1];
6. Аксессуары и запчасти для мобильной АЗС.

Перспективы у мобильных АЗС есть и можно предположить, что они сделают большой шаг вперед в своем развитии, но завоевывать клиента им придется только качеством бензина, а здесь риск совершенно очевиден. По утверждению компаний мобильных заправщиков, горючее они закупают по прямым контрактам у ведущих производителей, а проверить необходимые документы можно непосредственно у заправщика [6]. Но это, конечно же, не отменяет человеческий фактор, особенно в случае, когда заправка проходит в отсутствие владельца автомобиля. С этой точки зрения цена любой ошибки выглядит весьма высокой. Главный риск этих проектов лежит в сфере безопасности. Ведь на автомобилях нет никаких маркировок, и в условиях трафика это выглядит откровенным источником опасности.

Подобные опасения возникали у американских властей. «Это запрещено», – прямо заявили 3 года назад официальный представитель пожарного департамента из Сан-Франциско. Жителям города посоветовали немедленно сообщать пожарным о случаях, когда заправка машин происходит на улице. Основатели американских сервисов утверждали, что им приходится соответствовать множеству регулятивных требований на всех уровнях, от муниципального до федерального, но с точки зрения самой бизнес-модели это очень опасно. Несмотря на предупреждения пожарных, на американском рынке услуга по доставке топлива прижилась.

На рисунке можно увидеть, как заправляют каршеринги и автомобили в больших мегаполисах. Заправка осуществляется в жилых дворах, рядом с детскими садами, школами и детскими площадками и т. д. Такие автомобили не маркируются, но перевозят значительное количество топлива [7]. Сами же автозаправщики не соблюдают



меры безопасности при заправке автомобилей, что может привести к печальным последствиям.



Мобильный автозаправщик

Необходимые изменения в системе безопасности заправки транспортных средств мобильными автозаправщиками, а именно:

- нанесение соответствующей маркировки на транспортное средство, перевозящее топливо, как для грузовых автомобилей;
- проверка документации мобильных автозаправщиков сотрудниками ГИБДД (согласования, разрешения, лицензии, ДОПОГ на водителей);
- организация заправки топливом в специально отведённых местах;
- создание системы штрафов для мобильных заправщиков.

Безопасность стоит на первом месте, еще не засвидетельствовано ни одно ДТП с мобильными автозаправщиками, но последствия будут масштабными.

Мобильные автозаправщики являются достаточно популярным явлением в наше время, которое набирает все большую и большую

популярность не только в среде каршеринг-сервисов, но и обычных владельцев транспортных средств.

### Литература

1. Коваленко В. Г., Сафонов А. С., Ушаков А. И., Шергалис В. Автозаправочные станции: Оборудование. Эксплуатация. Безопасность. – НПИКЦ, 2003. – 280 с.
2. Федотова О. А., Чумляков К. С. Исследование и разработка методики применения каршеринга на предприятии: пояснительная записка к магистерской диссертации, 2020. – 142 с.
3. Возмещение средств за заправку топливом от каршеринговой компании. URL: <https://mfc74.ru/dogovor/vozmeshhenie-sredstv-za-zapravku-toplivom-ot-karsheringovoj-kompanii.html>
4. Заправка автомобиля, взятого в каршеринг: нужна ли, кто оплачивает. URL: <https://auto.today/bok/17036-zapravka-avtomobilya-vzyatogo-v-karshering.html>
5. Мобильный топливозаправщик как бизнес. URL: <https://blog.piusishop.ru/BpLS4QGfS>
6. Услуга доставка топлива в СПб. URL: [https://www.pit-stop24.ru/dostavka\\_topliva](https://www.pit-stop24.ru/dostavka_topliva)
7. BRFuel – мобильные АЗС. URL: <https://brfuel.ru/delivery/>

УДК 656.073

*Анастасия Александровна Елисеева,*  
магистрант

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: nastyhakutishceva@mail.ru*

*Anastasia Alexandrovna Eliseeva,*  
master's degree student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: nastyhakutishceva@mail.ru*

## **ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КРИТЕРИЕВ ДЛЯ ОЦЕНКИ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ГРУЗОВОГО ТРАНСПОРТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

### **FORMATION OF A SYSTEM OF CRITERIA FOR ASSESSING THE COMPETITIVENESS OF A CARGO TRANSPORT ENTERPRISE**

Грузоперевозки играют большую роль в инфраструктуре государства и являются важным фактором развития экономики страны и обеспечения ее внешне-экономических связей. Процесс формирования системы критериев для оценки конкурентоспособности является одним из важнейших этапов, который определяет преимущества грузовых транспортных предприятий на рынке и в значительной степени определяет их стратегические действия.

Исследуя рынок, можно сделать вывод, что на данный момент существует большое количество предприятий с разным качеством обслуживания, с различной стоимостью услуг и их количеством. Рынок данных услуг можно назвать насыщенным и с каждым днем спрос на транспортные услуги увеличивается, соответственно транспортных компаний становится больше, поэтому актуальными являются вопросы, связанные с оценкой и повышением конкурентоспособности грузовых транспортных предприятий, поиском новых источников конкурентных преимуществ для ведения конкурентной борьбы.

Следовательно, для эффективной работы транспортного предприятия требуется всё время повышать уровень конкурентоспособности на рынке. Транспортные компании должны принимать жизненно важные для предприятия решения, способные обеспечить его долгосрочную конкурентоспособность и устойчивость к воздействию внешних факторов. Принятие подобных решений невозможно без глубокого предварительного анализа существующего положения и возможных результатов. Каждому предприятию необходимо придерживаться определенной конкурентной стратегии для эффективного функционирования на рынке. В статье приведены основные проблемы, которые влияют на конкурентоспособность грузового предприятия на рынке. И от их решения во многом зависит качество воспроизводимых процессов, доходность организаций, их адаптация к рыночным условиям и последующий экономический рост. Задача оценки конкурентоспособности грузовых транспортных предприятий многосложна.

*Ключевые слова:* конкурентоспособность грузового транспортного предприятия, грузовое предприятие, оценка конкурентоспособности, факторы, влияющие на конкурентоспособность АТП.

Cargo transportation plays an important role in the infrastructure of the state and is an important factor in the development of the country's economy and ensuring its foreign economic relations. The process of forming a system of criteria for assessing competitiveness is one of the most important stages that determines the advantages of freight transport enterprises in the market and largely determines their strategic actions.

Examining the market, we can conclude that at the moment there are a large number of enterprises with different quality of service, with different cost of services and their number. The market of these services can be called saturated and every day the demand for transport services increases, accordingly, there are more transport companies, therefore, issues related to the assessment and improvement of the competitiveness of freight transport enterprises, the search for new sources of competitive advantages for competitive struggle are relevant.

Therefore, for the efficient operation of a transport company, it is necessary to constantly increase the level of competitiveness in the market. Transport companies must make vital decisions for the enterprise that can ensure its long-term competitiveness and resistance to external factors. Making such decisions is impossible without a deep preliminary analysis of the current situation and possible results. Each company needs to adhere to a certain competitive strategy for effective functioning in the market. The article presents the main problems that affect the competitiveness of a cargo enterprise in the market. And the quality of reproducible processes, the profitability of organizations, their adaptation to market conditions and subsequent economic growth largely depend on their solution. The task of assessing the competitiveness of freight transport enterprises is complex.

*Keywords:* competitiveness of a cargo transport enterprise, cargo enterprise, competitiveness assessment, factors affecting the competitiveness of АТП.

В первую очередь, для понимания того, какие показатели в наибольшей степени будут отражать эффективность использования всех видов ресурсов, положение предприятия на рынке и соответствующий ему уровень конкурентоспособности, следует изучить факторы, которые непосредственно влияют на конкурентоспособность предприятия, так как формирование конкурентных преимуществ является необходимым направлением компании. Для этого был проанализирован транспортный комплекс и сформулированы основные проблемы на автомобильном рынке услуг. На рис. 1 изображены проблемы и вытекающие из них факторы, влияющие на конкурентоспособность грузовых транспортных предприятий.

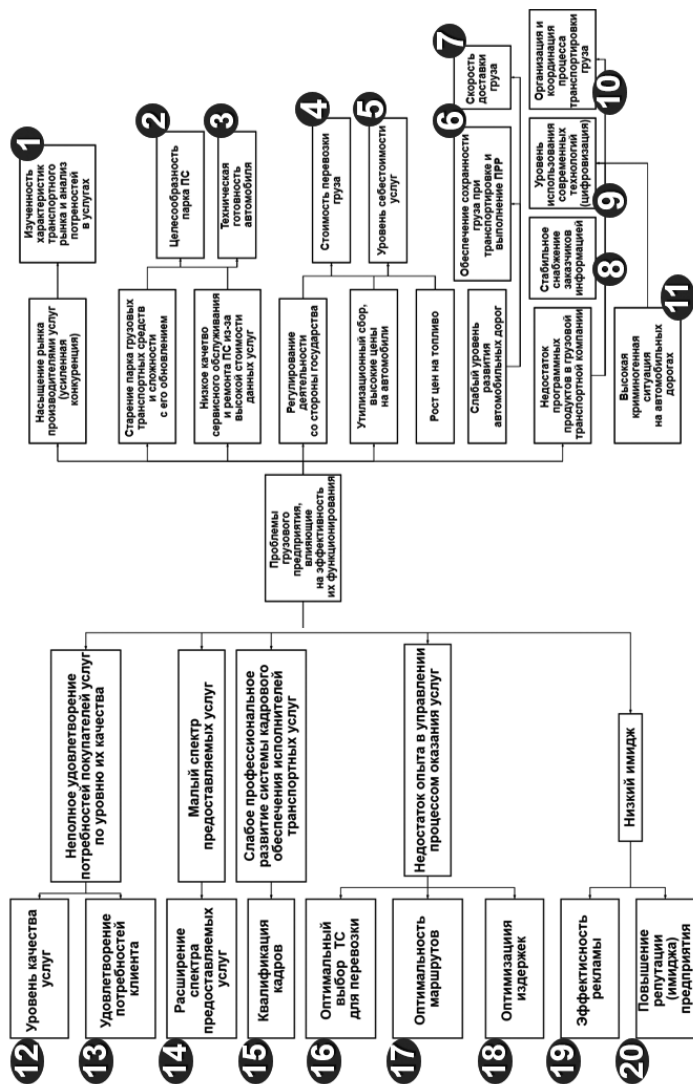


Рис. 1. Проблемы и вытекающие из них факторы, влияющие на конкурентоспособность грузовых транспортных предприятий

В первую очередь это усиленная конкуренция, так как не все транспортные компании могут оказывать услуги на должном уровне, в результате чего на рынке остаются наиболее профессиональные игроки или происходит укрупнение и слияние предприятий в более крупное, чтобы повысить качество предоставляемых услуг.

Проблемы, касающиеся парка грузовых транспортных средств: старение и сложности с его обновлением, низкое качество обслуживания, слабый уровень развития автомобильных дорог, из-за чего ТС приходит быстро в негодность, утилизационный сбор, рост цен на топливо, высокая криминогенная ситуация на дорогах.

Проблемы, касающиеся удовлетворения покупателей: по уровню качества услуг, по спектру предоставляемых услуг.

Проблемы компаний, такие как низкий имидж, недостаток опыта в процессе оказания услуг, слабое кадровое обеспечение, отсутствие программных продуктов, необходимых для успешной работы грузового АТП

Выявление и анализ проблем позволяет авторски выделить 20 факторов, влияющих на конкурентоспособность грузового предприятия. Факторы, вытекающие из каждой проблемы, представлены ниже.

1. стоимость перевозки груза;
2. уровень качества услуг;
3. удовлетворение потребностей клиента;
4. уровень себестоимости услуг;
5. стабильность снабжения заказчика информацией;
6. повышение репутации (имиджа) предприятия;
7. эффективность рекламы;
8. оптимальность маршрутов;
9. оптимальный выбор транспортного средства для перевозки;
10. целесообразность парка подвижного состава;
11. техническая готовность автомобиля;
12. скорость доставки груза;
13. обеспечению сохранности груза при транспортировке и выполнении погрузочно-разгрузочных работ – надёжность перевозки;
14. расширение спектра предоставляемых услуг;
15. изученность характеристик транспортного рынка и анализ потребностей в услугах;

16. уровень использования современных технологий (цифровизация);
17. организация и координацию процесса транспортировки грузов;
18. квалификация кадров;
19. собственные и заемные финансы (устойчивое финансовое положение);
20. оптимизация издержек.

Изучение и анализ факторов позволяет определить, насколько они способствуют или наоборот препятствуют достижению уровня конкурентоспособности АТП.

Весь комплекс выявленных факторов, можно разделить на внешние и внутренние. На рис. 2 изображена систематизация факторов, влияющих на конкурентоспособность транспортного предприятия.

К внешним факторам относятся меры воздействия, которые позволяют сориентироваться грузовому предприятию на рынке и определить дальнейшую стратегию развития транспортных услуг.

К внутренним факторам можно отнести меры, позволяющие принимать действия для эффективной работы транспортных услуг в конкурентной среде.

Для дальнейшей оценки конкурентоспособности будут рассматриваться внутренние факторы, так как на них компания может непосредственно воздействовать. и благодаря оценки и расчёту, улучшать данные показатели.

Таким образом, анализируя специфические особенности конкурентоспособности услуг грузового транспортного предприятия можно предположить, что они охватывают обширную область научного познания, т. е. их можно рассматривать как совокупность взаимосвязанных компонентов или как систему.

Выявление и анализ проблем позволяет определить пути их решения для успешного функционирования предприятия. Адаптация транспортного предприятия к конкурентной борьбе и достижению эффективных результатов осложняется в связи с необходимостью постоянного приспособления к изменяющимся условиям.

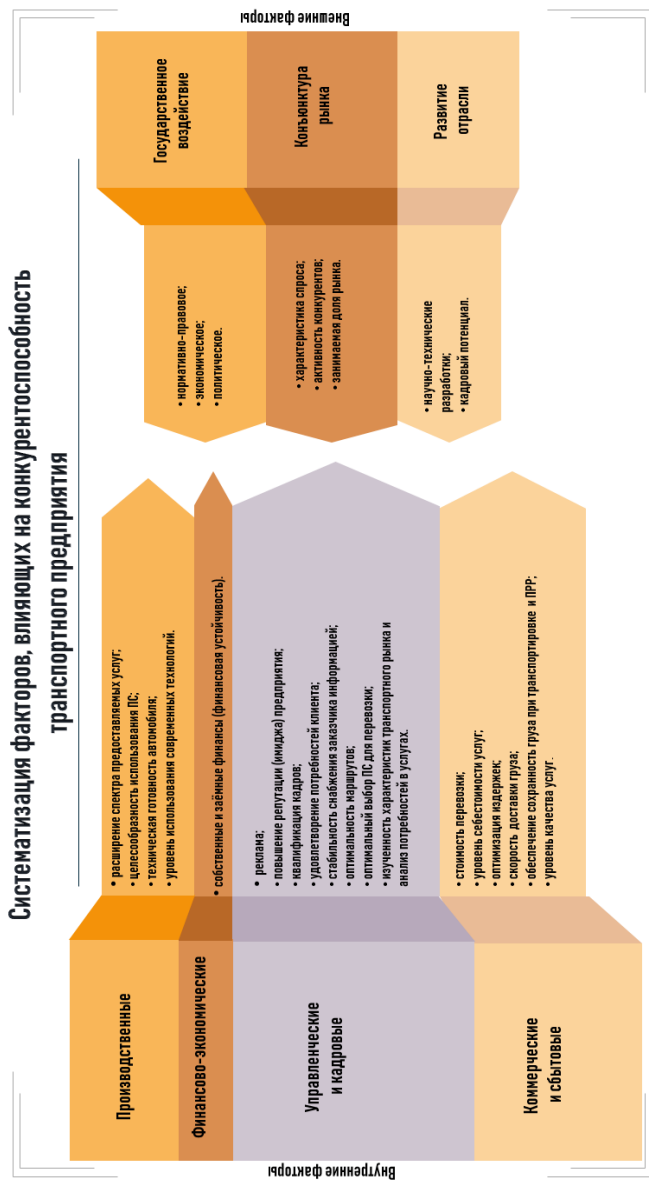


Рис. 2. Систематизация факторов, влияющих на конкурентоспособность транспортных предприятий



**Литература**

1. *Васильева А. В.* Анализ конкурентных преимуществ и оценка конкурентоспособности АМГУ Благовещенск 2006, 151с.
2. *Воронов Д. С.* Конкурентоспособность предприятия: оценка, анализ, пути повышения / Д. С. Воронов, В. В. Криворотов – Екатеринбург : УГТУ – УПИ, 2015. – 96 с.
3. *Будрина Е. В.* Проблемы формирования и управления развитием регионального рынка транспортных услуг / Е. В. Будрина. – СПб. : СПб. ГИЭУ, 2002. – 276 с.

УДК 656.025.2

Варвара Сергеевна Жидкова,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: gidkova17@mail.ru

Varvara Sergeevna Zhidkova,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: gidkova17@mail.ru

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РАЗВИТИЮ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ ГОРОДА-СПУТНИКА «ЮЖНЫЙ»

### PROPOSALS FOR THE DEVELOPMENT OF THE TRANSPORTATION NETWORK OF THE SATELLITE CITY “YUZHNY”

Статья посвящена рассмотрению предложений по развитию транспортной сети города-спутника «Южный».

Рассмотрено местоположение будущего города-спутника относительно рядом расположенного мегаполиса (Санкт-Петербург), характеристики касательно планируемой застройки, примерного числа населения и создания рабочих мест. Также определено назначение города и транспортно-дорожная сеть, в том числе и наземного городского пассажирского транспорта, имеющаяся в районе города в настоящее время. В выводе статьи выявлены потенциальные проблемы, с которыми город может столкнуться в ближайшем будущем, а также предложены несколько вариантов решения данных проблем.

*Ключевые слова:* город-спутник «Южный», наземный городской пассажирский транспорт, проблемы города, развитие транспортной сети, проблемы транспортной доступности.

The article is devoted to the consideration of proposals for the development of the transportation network of the satellite city “Yuzhny”.

The location of the future satellite city relative to the nearby metropolis (St. Petersburg), characteristics regarding the planned development, approximate population and job creation are considered. The purpose of the city and the transport and road network, including ground urban passenger transport, which are currently available in the city area, are also determined. In the conclusion of the article, potential problems that the city may face in the near future are identified, and several options for solving these problems are proposed.

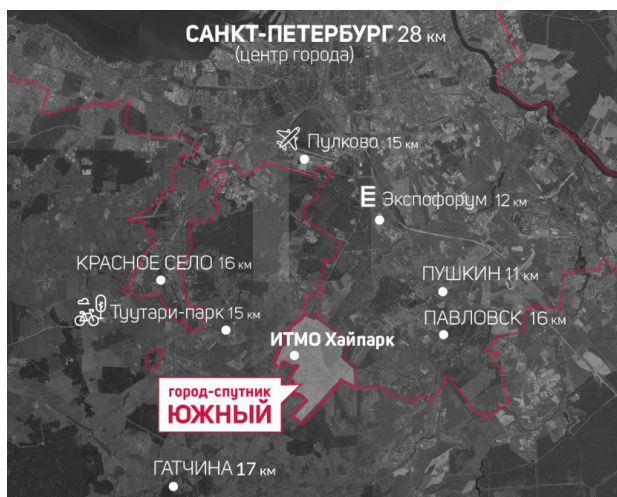
*Keywords:* satellite city “Yuzhny”, ground urban passenger transport, problems of the city, development of the transportation network, problems of transport accessibility.

Город-спутник – это город или посёлок городского типа, находящийся и развивающийся вблизи более крупного города или крупного предприятия (фабрика, завод, АЭС) и составляющий с ним единую экономическую и демографическую систему [1]. Но при этом подобные города могут существовать и независимо от мегаполисов, рядом с которыми расположены.

Формирование городов-спутников является практически неизбежным будущим для любого большого города, в котором со временем перестанет хватать новых земельных участков под жилую застройку и территорий, на которых можно было бы разместить новые производственные мощности для дальнейшего развития городской экономики. В случае с проектом «Южный» изначальный замысел возник, исходя именно из данных факторов.

Город-спутник «Южный» – стратегический проект Санкт-Петербурга, который планирует совместить в себе жилые районы и научно-образовательный инновационный центр.

Месторасположением его станет участок в Пушкинском районе по обе стороны от федеральной трассы М20 (Киевское шоссе) вблизи исторического района Кондакопшино в городе Пушкине (см. рисунок).



Месторасположение города-спутника «Южный»

На территории около двух тысяч гектаров (20 км<sup>2</sup>) под застройку жилыми зданиями планируется выделить около 10 км<sup>2</sup>, население данного города по примерным подсчетам будет составлять 134 тысячи человек. Также в городе создадут 50 тысяч рабочих мест, большую часть из которых предоставит ИТМО Хайпарк – научно-технологический центр мирового уровня. Здесь будут поддерживать существующие и создавать новые высокотехнологичные предприятия для роста цифровой экономики России [2].

В связи с многочисленностью планируемого населения, в целях обеспечения комфортной жизни будущих жителей и работников города очень важно подумать о транспортной доступности. На настоящий момент Киевское шоссе – главная автомобильная дорога, ведущая к городу-спутнику. По ней от центра города на личном автомобиле без крупных заторов можно добраться примерно за один час. Также возможны варианты через Пушкин и Павловск по Красносельскому шоссе с выездом на Киевское [3].

По Киевскому шоссе проходят несколько маршрутов наземного городского пассажирского транспорта (НГПТ), но от самой ближайшей остановки пешком до города придется идти минимум полчаса.

Также на территории будущего города-спутника «Южный» расположена железнодорожная станция «Лесное», до которой на электропоезде прямо от Балтийского вокзала можно добраться за 35 минут.

Обобщая вышеизложенное, можно выделить несколько проблем, с которыми город может столкнуться в будущем.

Первой проблемой является отсутствие НГПТ в районе будущего города. Будущие жители и работники города будут вынуждены пользоваться личным транспортом. Увеличение населения в Пушкинском районе, отсутствие НГПТ, а также рост использования личного транспорта приведет к заторам на Пулковском и Киевском шоссе, соответственно, увеличится время в пути.

Из данной проблемы вытекает следующая – экологическая опасность. Увеличение использования личных автомобилей приведет к росту выбросов вредных веществ от выхлопных газов, что будет приводить к еще большему загрязнению атмосферы.

Следующая возможная проблема – проблема с парковочными местами. Она также является следствием первой проблемы и связана

с увеличением количества личных автомобилей, так как в городе планируется поселить более 100 тысяч человек и создать 50 тысяч рабочих мест.

Решением выявленных возможных проблем могут стать следующие предложения:

1) Создание новых маршрутов НГПТ для обеспечения транспортной доступности города. Данное предложение также поможет сократить количество заторов и выбросов вредных веществ от выхлопных газов, что, соответственно, сократит время в пути и улучшит экологическую ситуацию в городе.

2) Возможность расширения дорог, ведущих к городу-спутнику, либо рассмотрение целесообразности строительства нового шоссе в целях уменьшения загруженности имеющихся дорог.

3) Рассмотрение варианта создания зон платных парковок, а также многоярусных парковочных мест для размещения большого количества автомобилей.

#### **Литература**

1. Город-спутник. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Город-спутник> (дата обращения: 21.10.2021).

2. ИТМО Хайпарк. URL: <https://startdevelop.com/projects/high-park> (дата обращения: 18.10.2022).

3. Город-спутник «Южный». URL: <https://startdevelop.com/projects/yuzhniy> (дата обращения: 17.10.2022).

**УДК 656.025**

*Глеб Игоревич Зинуков,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)

*Светлана Энверовна Сханова,*

канд. экон. наук, доцент

(Санкт-Петербургский политехнический  
университет Петра Великого)

*E-mail: gleb-rus2013@yandex.ru,*

*legenda54@mail.ru*

*Gleb Igorevich Zinukov,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)

*Svetlana Enverovna Sxanova,*

PhD in Sci. Ec., Associate Professor

(Peter the Great St.Petersburg  
Polytechnic University)

*E-mail: gleb-rus2013@yandex.ru,*

*legenda54@mail.ru*

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗОК**

### **IMPROVING THE EFFICIENCY AND QUALITY OF FREIGHT TRANSPORT**

Актуальность темы обусловлена отставанием современного уровня качества транспортных услуг от растущих требований потребителей в условиях усиленной конкуренции между транспортными компаниями и потребностями экономического развития России. Транспортная деятельность является связующим звеном во всех остальных сферах человеческой деятельности и показателем общих тенденций в российской и мировой экономике. Основной характеристикой этой деятельности является ее «перекрестный» характер, заключающийся в том, что функционирование преобладающего числа других отраслей экономики не может быть завершено без использования транспортных услуг для перевозки грузов или пассажиров.

*Ключевые слова:* грузовые перевозки, эффективность перевозок, качество перевозок, транспорт, автомобильные перевозки.

The relevance of the topic is due to the lag of the current level of quality of transport services from the growing demands of consumers in the conditions of increased competition between transport companies and the needs of economic development in Russia. Transport activity is a link in all other spheres of human activity and an indicator of general trends in the Russian and global economy. The main characteristic of this activity is its “cross” nature, which consists in the fact that the functioning of the predominant number of other sectors of the economy cannot be completed without the use of transport services for the transportation of goods or passengers.

*Keywords:* freight transportation, transportation efficiency, transportation quality, transport, automobile transportation.

Современные условия предоставления транспортных услуг всегда требуют повышенного внимания со стороны специалистов автомобильного транспорта при решении задач организации и управления автомобильным транспортом. При решении этой серьезной проблемы возникает необходимость повышения точности планирования, анализа и экономической оценки работы крупных транспортных систем и отдельных транспортных средств. Только на основе точных расчетов и анализа можно будет разработать рациональную ресурсосберегающую схему транспортировки грузов. Правильное экономическое решение – залог успешного развития автотранспортного предприятия и получения стабильной прибыли.

Выделяют следующие виды транспортных средств, используемых в логистике:

- Автомобильный;
- Железнодорожный;
- Авиатранспорт;
- Трубопроводный;
- Морской.

Основной функцией транспорта является перемещение грузов, представляющее собой изменение местоположения груза с учетом сокращения издержек и временных затрат. Каждый вид транспорта имеет свои преимущества и недостатки. Показатель эффективности транспортного процесса, с одной стороны, должен характеризовать объем выполняемых перевозок, а с другой стороны, согласованность выполняемых перевозок с удовлетворением потребностей обслуживаемого предприятия, со стабильностью и пропорциональностью функционирования звеньев транспортный комплекс. Сложность оценки заключается в том, что автомобильный транспорт перевозит разные грузы и подвижной состав работает в разных условиях. Проблема заключается в нахождении конкретной формы взаимосвязанного суммирования количественных и качественных функций отдельных звеньев и компонентов транспортного комплекса. Основными показателями транспортировки являются своевременность и скорость доставки [1]; сохранность груза в пути; производительность транспортных средств, машин и механизмов, участвующих в погрузке/разгрузке; энергоемкость доставки; стоимость топлива и материалов; экология, безопасность дорожного движения.

Особенность автомобильного транспорта (как и других его видов) заключается в том, что производственный процесс в этой отрасли заключается в работе подвижного состава на линии и техническом обслуживании транспортных средств. Производственный процесс выходит за рамки самого предприятия. Это требует более четкого взаимодействия отдельных служб и отделов для обеспечения транспортировки грузов, хранения, технического обслуживания и ремонта подвижного состава, а точнее, эффективного использования подвижного состава, материальных и денежных ресурсов, своевременного и результативного выполнения перевозок.

С помощью автомобильного транспорта вы можете перевозить все виды грузов: скоропортящиеся, крупногабаритные и тяжеловесные, опасные. Именно во время транспортировки происходит наименьшая потеря, повреждение и порча товара. Все вышеперечисленные особенности автомобильного транспорта делают его наиболее эффективным среди всех других видов. Большое количество дорожных операторов, как российских, так и зарубежных, порождает жесткую конкуренцию. Оператору необходимо расширять количество предоставляемых услуг, но в то же время не снижать уровень качества уже предоставляемых услуг. Обилие предоставляемых дополнительных услуг делает компанию самой востребованной на рынке, ведь в современном мире простой доставки из пункта А в пункт Б недостаточно. Часто клиентам требуются дополнительные услуги, такие как страхование, грузовая или таможенная поддержка. Клиентов привлекает различный подвижной состав (тентовый, бортовой, утепленный, рефрижераторный), средства крепления (стропы, надувные мешки, распорные стойки), транспортные маршруты (внутренние, международные). Сейчас в мире создаются благоприятные условия для развития автотранспортных средств. Автомобильный транспорт постепенно становится самым популярным способом перевозки грузов. Гибкость доставки, присущая автомобильному транспорту, и высокая скорость междугородних перевозок стали основными причинами его активного использования в логистических системах.

С помощью автомобильного транспорта перевозка грузов может осуществляться «от двери до двери» с необходимой степенью срочности. Транспортировка обеспечивает регулярность поставок



и возможность доставки товаров в небольших количествах, а по сравнению с другими видами грузоперевозок к упаковке товаров предъявляются менее жесткие требования. Именно автомобильные грузовые перевозки сохраняют центральное положение в обеспечении потребностей транспортной логистики в будущем.

Важнейшими показателями грузоперевозок автомобильным транспортом являются своевременное выполнение перевозки, сохранность количества и потребительских свойств перевозимых грузов и эффективность системы доставки. Своевременное выполнение перевозки зависит от своевременности передачи товара от отправителя и времени доставки товара получателю. Целостность груза, его потребительские свойства и экономическая эффективность доставки зависят от типа подвижного состава, который осуществляет перевозку груза.

В результате транспортное средство должно соответствовать типу груза, обеспечивая наибольшую сохранность груза и механическое выполнение погрузочно-разгрузочных работ. В рыночной экономике определяющим фактором коммерческого успеха предприятия является эффективность его экономической деятельности. Это многомерная концепция, которая заключается в получении наибольшей прибыли при удовлетворении транспортных потребностей автомобильного транспорта, при определенном уровне качества и имеющихся финансовых, материально-технических ресурсах. При поиске путей повышения эффективности предприятия реальным способом является повышение эффективности грузовых перевозок.

Перевозка грузов играет важную роль в логистической системе и составляет значительную долю затрат (20–40 % и более), поэтому особое внимание следует уделять оптимизации транспортных, погрузочно-разгрузочных, упаковочных, экспедиторских и складских операций с целью снижения затрат и экономии ресурсов. С экономической точки зрения повышение эффективности грузоперевозок в основном достигается за счет увеличения производительности подвижного состава компании. Качество – это совокупность свойств продукции, обуславливающих ее пригодность удовлетворять определенные потребности в соответствии с ее назначением. Таким образом, понятие качества транспортного обслуживания неотрывно связано с запросами ее потребителя. На основе запросов потреби-

теля должен строиться весь процесс оказания транспортной услуги. Согласно ГОСТ Р 51005-96 Услуги транспортные. Перевозки грузов. Номенклатура показателей качества порядок выбора номенклатуры показателей качества предусматривает определение:

- вида транспорта;
- наименования (содержания) транспортной услуги;
- основных требований потребителей к перевозочному процессу;
- цели применения номенклатуры показателей качества;
- исходной номенклатуры групп показателей качества;
- метода выбора номенклатуры показателей качества.

Показатели качества грузовых перевозок изображены на рис. 1 [2].



Рис. 1. Показатели качества грузовых перевозок

Чтобы обеспечить синхронность всех логистических процессов, грузовладельцы и участники системы доставки должны быть заинтересованы в гораздо меньшей неопределенности в отношении сроков доставки товаров. Несвоевременная доставка товара может привести к значительным потерям для клиентов в виде потери заказов из-за ограниченного времени обслуживания или потери части выручки из-за бракованного товара. Поэтому при заключении договора поставки клиенты часто требуют доставки «в срок», указывая

требуемый интервал времени доставки или допустимую величину задержки. Автомобильные грузоперевозчики оказывают сильное влияние на темпы развития регионального товарного рынка, который обеспечивает возникающие транспортные потребности национальной экономики Российской Федерации. На долю автомобильного грузового транспорта приходится около 80 % от общего объема перевозок в России. Собрав данные сведения, осуществляют анализ и создают график, позволяющий производить доставки точно срок. На рис. 2 изображен общая схема доставки груза [3].



Рис. 2. Общая схема доставки груза

Грузоперевозки всегда играли важную роль для поступательного развития национальной экономики Российской Федерации, как определенный вид экономической деятельности, который по сути связан с оказанием услуг. В то же время сферу автомобильных перевозок грузов можно считать ведущим полигоном для зарождения и функционирования малого и среднего бизнеса. Сегодня в России более 200 тысяч индивидуальных предприятий и небольших частных компаний предлагают свои услуги на рынке грузоперевозок.

Таким образом, изучение и анализ проблемы качества транспортно-экспедиторских услуг для потребителей показывает, что в основе существующей концепции обслуживания лежит утверждение: высокий уровень качества транспортных услуг достигается при предоставлении комплексных услуг. Другими словами, чем больше услуг предоставляется потребителю, тем выше уровень качества об-

служивания. В то же время в рыночных условиях услуги с более широким спектром предлагаемых услуг, чем это необходимо потребителю, стоят дороже. Таким образом, основным фактором, определяющим качество доставки груза, является время доставки груза, которое считается одним из наиболее значимых параметров качества обслуживания клиентов. И выбор подвижного состава окажет огромное влияние на эффективность перевозок, что обеспечит более низкий расход топлива, более экологичные нормы расхода топлива и, соответственно, от этого будет напрямую зависеть уровень амортизации. Выбор маршрута влияет на качество перевозки, от маршрута зависит скорость доставки груза. Кроме того, сокращение холостого хода напрямую влияет на эффективность транспортировки, поэтому его необходимо сократить.

#### **Литература**

1. ГОСТ 30595-97. Услуги транспортные. Перевозки грузов. Номенклатура показателей качества (с Изменением № 1) (принят в качестве межгосударственного стандарта ГОСТ 30595-97). URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200006075?section=status>
2. Показатели качества перевозок . URL: [https://studref.com/556373/tehnika/pokazateli\\_kachestva\\_perevozok](https://studref.com/556373/tehnika/pokazateli_kachestva_perevozok)
3. *Афанасьев Л. Л., Островский Н. Б., Цекерберг С. М.* Единая транспортная система и автомобильные перевозки // М. : Транспорт, 1984. – 384 с.

**УДК 656.052**

*Дарья Александровна Коновалова,*

магистрант

*Ольга Юрьевна Булатова,*

канд. техн. наук, доцент

(Донской государственной технической

университет)

*E-mail: dkonovalova94@gmail.com,*

*mip.rnd@yandex.ru*

*Daria Alexandrovna Konovalova,*

master's degree student

*Olga Yurievna Bulatova,*

PhD in Sci. Tech., Associate Professor

(Don State Technical

University)

*E-mail: dkonovalova94@gmail.com,*

*mip.rnd@yandex.ru*

**ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ  
ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ  
С ЦЕЛЬЮ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ДТП**

**APPLICATION OF INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS  
TO REDUCE TRAFFIC ACCIDENTS**

В современном обществе возникает необходимость контроля дорожных происшествий ввиду повышения смертности и травмоопасности. В данной статье рассматриваются варианты применения интеллектуальных транспортных систем для регулирования дорожного трафика и сокращения уровня ДТП. Необходимо создание всех возможных условий для обеспечения структурной и функциональной однородности транспортного потока в рамках дорожной безопасности. Целью данной статьи является рассмотреть, представить и описать варианты использования ИТС для регулирования уровня коллизий и уменьшения смертельных исходов в происшествиях. Помимо этого, данные системы также могут помочь в поддержании эффективного транспортного движения, что является основной целью управления дорожным движением.

*Ключевые слова:* ИТС, управление дорожным движением, дорожная безопасность, ДТП, Vision Zero.

This article is devoted to the problem of intelligent transport systems implementation in traffic management and reducing the level of accidents. Today it is necessary to create all possible conditions to ensure the structural and functional homogeneity of traffic flow within the framework of road safety. The aim of this article is to review, present, and describe possible options for using ITS to regulate collision rates and reduce the number of fatalities in accidents. In addition, these systems can also help maintain efficient traffic flow, coordination between vehicles and people, which is a fundamental goal of traffic regulation systems.

*Keywords:* ITS, Traffic Management, Road Safety, Traffic Collision, Vision Zero.

Интеллектуальные транспортные системы (ИТС) – это комплекс современных электронных информационных технологий и телекоммуникаций, направленных на обеспечение безопасности и эффективности дорожного движения, а также изменение и управление транспортными системами всех видов. Этот синтез высоких технологий в области информации и коммуникации призван содействовать важному развитию транспортной системы во многих аспектах, в том числе сокращению дорожно-транспортных происшествий. В качестве основного результата, ИТС создает более удобную и выгодную транспортную систему, особенно в сферах эффективности и полезности дорожного движения, при этом, уменьшая трудности и издержки дорожного регулирования, и решая транспортные проблемы с помощью синхронного управления как функционированием транспорта, так и поведением участников движения.

За последние несколько десятилетий, дорожно-транспортные происшествия стали важной проблемой для правительств, исследователей и производителей транспортных средств. Одной из основных целей применения интеллектуальных транспортных систем в современном транспортном регулировании является сокращение уровня ДТП и любых происшествий с непосредственным вовлечением транспорта. Политика многих государств направлена на максимизацию собственных возможностей и усилий в данной сфере, а также внедрение современных технологий для управления происшествиями, в том числе реагирования на них транспортных систем и распределение транспортного потока.

Стратегия снижения дорожно-транспортных происшествий выступает ключевой в создании и имплементации новых поколений ИТС. На данный момент происходит разработка четвертого поколения, однако только в наиболее развитых городах (таких как, Сеул, Токио и Сингапур) оперативно используется треть. Несмотря на активную заинтересованность правительства, в России довольно редко можно встретить эффективное применение интеллектуальных систем для регулирования трафика и уровня ДТП. Единственным городом, где применяются элементы второго поколения, является Москва, что говорит об отставании формирования системы от мировых лидеров. Концепция внедрения ИТС представляет собой видение пользовательских

услуг, идеологии построения системы, постановки задач и разработки планов системного продвижения ИТС в России.

Не стоит забывать о том, что в России отсутствуют официальные организационные структуры, ответственные за развитие ИТС, а также нет единой политики, концепции или других атрибутов зрелого процесса развертывания ИТС [5]. Несмотря на действие Российского международного конгресса по ИТС, не было достигнуто результатов в построении архитектуры ИТС по всей стране. Однако именно в этом заключается успешное внедрение интеллектуальных систем для управления дорожным движением. В данной статье представлены идеи, которые рассказывают о возможностях создания и применения комплекса ИТС для улучшения ситуации не только в случае возникновения ДТП, но и в создании условий для безопасной мобильности в целом.

Как и любые другие комплексные системы, интегрированные приложения ИТС требуют создания стратегической инфраструктуры в качестве основы для принятия решений и их исполнения. Реализация принятых решений выступает самой важной частью в формировании любой системы, поскольку именно на этом этапе закладываются все возможные последствия происшествия, и нужно уметь прогнозировать не только действия самой системы, но и ответную реакцию участников дорожного движения. Подобную структурную основу обычно называют архитектурой системы.

Архитектура ИТС должна включать в себя различные технические аспекты и связывать множественные организационные, правовые, комплементарные элементы, а также интегрировать системы управления и реагирования. Архитектуры ИТС могут быть разработаны на национальном, региональном или городском уровне, или же могут быть связаны с конкретными секторами или отдельными услугами. Однако не стоит забывать, что только при внедрении ИТС на территории всей страны может быть достигнуто их результативное использование.

Большинство аварий происходят непосредственно в дорожном движении и довольно часто приводят к гибели людей, повреждению инфраструктуры и нанесению вреда здоровью. Поэтому существует необходимость в разработке протокола, позволяющего избе-

жать или предотвратить дорожно-транспортные происшествия на базовом уровне, чтобы уменьшить человеческие потери. В таблице ниже приведена статистика дорожно-транспортных происшествий в России за последние годы, в которой четко наблюдается, что показатели смертности до сих пор далеки от идеальных в отношении к количеству аварий.

#### Статистика ДТП России за последние 5 лет

Годы	Количество ДТП	Погибло	Ранено
2018	168 099	18 214	214 854
2019	164 358	16 981	210 877
2020	145 073	16 152	183 040
2021	133 331	14 874	167 856
1–3 квартал 2022	91 255	10 078	115 139

Несмотря на стабильный спад как числа самих ДТП, так и уровня смертельных исходов, основной целью политики регулирования транспортного движения остается сокращение количества ДТП до возможного минимума. В рамках такого подхода, необходимо регулировать не только трафик, но и внедрять архитектуру интеллектуальных транспортных систем на всех уровнях дорожного движения. Для непосредственного регулирования уровня ДТП, рекомендуется использовать ряд подсистем ИТС, таких как:

##### 1. Система управления транспортным потоком.

Данная система включает в себя: светофорные объекты (в том числе адаптивные); знаки переменной информации; знаки изменяемых ограничений скорости. Все эти элементы можно использовать для создания системы, которая будет благоприятна для сокращения ДТП и минимизации транспортных издержек путем применения современных технологий.

Например, если на перекрестке установлен адаптивный светофор и определенное количество транспорта проходит через него, то процессор автоматически зафиксирует необходимость смены цвета



с красного на зеленый, при этом определяя количество проехавших автомобилей [6]. На этом этапе можно справиться с проблемой отложенного спроса, которая нередко является причиной возникновения ДТП, путём регулирования потока и пропускной способности.

## 2. Система мониторинга транспортным потоком.

Здесь, в первую очередь, нужно говорить об использовании и внедрении видеодетекторов и фотофиксации на протяжении всего маршрута следования автомобилей. Помимо этого, эффективным будет применение радиочастотных детекторов, которые помогают перейти на новый план координации потока, путем определения количества автомобилей. Основной задачей данного этапа является прямой мониторинг транспортного спроса для прогнозирования возможности возникновения нарушений и коллизий, что обеспечивает дорожную безопасность. Помимо этого, данная система позволит помочь в выявлении очагов повышенного транспортного спроса, что в дальнейшем ускорит решение проблем заторов движения.

## 3. Система реагирования на дорожные происшествия.

Основой данной системы выступает формирование эффективной V2P (vehicle to person – непосредственное сообщение между транспортом и человеком) коммуникации. Создание таких условий, позволит настроить быстрое реагирование на ДТП, что сократит количество смертельных исходов, а также увеличит полезность индикатора «золотого часа» – системы ликвидации последствий ДТП.

В рамках данной системы, предусмотрено применение различных датчиков давления и движения, которые устанавливаются непосредственно в транспортных средствах. Когда два или более транспортных средств вступают в контакт и, в определенной степени, придают друг другу тягу, то компьютерные системы автоматически определяют, является ли данная ситуация аварийной или нет. Таким образом, после обнаружения аварии, GPS на этих автомобилях отправляет сигналы на спутниковое управление, которое перераспределяет данные сигналы в ближайшие больницы, полицейские участки, пожарные службы и другие аварийные службы, тем самым сокращая время определение факта возникновения ДТП [2].

Помимо перечисленных выше систем, в последние годы в ряде европейских стран была предложена концепция «Vision zero» – при-

менение максимальных усилий для устранения травматизма. Иными словами, данная концепция направлена на сокращение смертельных исходов и серьезных травм до нуля. Постоянный прогресс в достижении данной цели требует принятия прогрессивного взгляда на безопасность дорожного движения, основанного на совместной ответственности между участниками дорожного движения и ухода от традиционно-принятых подходов, которые возлагают бремя ответственности на отдельных участников дорожного движения для обеспечения их собственной безопасности.

В то время, как достижение концепции «Vision zero» является сложной задачей, города и страны предпринимают все возможные усилия, чтобы решить вызовы, которые возникают в связи с обязательствами по созданию безопасных дорог и безопасной мобильности. Многие международные организации, в том числе ООН, ВОЗ и Организация экономического сотрудничества и развития, одобрили подход создания и применения подобной системы безопасности дорожного движения [1].

Основной идеей «Vision zero» выступает существование возможности избежания возникновения смертельных исходов и серьезных травм в ДТП. Эффективные интеллектуальные транспортные системы включают в себя координацию поведения людей, инфраструктуры и транспортных средств, путем применения технологий и соответствующих данных для формирования безопасной среды перемещения людей и грузов. Именно тогда, когда ИТС рассматривается комплексно, а не сосредотачиваясь исключительно на технологических и инновационных аспектах, она достигает наиболее благоприятных результатов. Без такого системного подхода, потенциально положительные изменения в отдельных аспектах могут иметь неблагоприятное воздействие на другие аспекты системы, поскольку выступают приоритетным направлением, в котором концентрируется все внимание и усилия инженеров. От такого подхода страдает и сама система управления дорожным движением в целом.

Изменение парадигмы безопасности дорожного движения в сторону «Vision Zero» приводит к значительному сокращению числа жертв дорожно-транспортных происшествий. Согласование ИТС с данной концепцией и ее методологией создает стабильную кооперацию,

которая полна возможностей для преобразования проектирования, эксплуатации и управления дорожно-транспортных сетей и достижения значимых результатов в сокращении фатальных исходов.

Таким образом, существует ряд концепций, которые возможно применить для улучшения ситуаций на дороге, в том числе, и в среде реагирования на дорожно-транспортные происшествия. Сокращение уровня смертности является первостепенной задачей, которая определяет эффективность интеграции ИТС в жизнь человека. Именно поэтому выявлена необходимость использования данных систем для разработки единого плана по ликвидации последствий ДТП как в транспортных системах, так и в других сферах жизни человека.

### Литература

1. *Patey I., Wickham L., Hassner K.* Intelligent Transport Systems Advance Vision Zero Road Safety. WSP. 2020. 8 p.
2. *Purkayastha S., Iqbal K. I. M.* Application of sensors in intelligent transport systems. BUET. 2020.
3. *Abdulaziz A., Humera Y., Hafsa M., Munam A. S., Amjad M., Nabil A., Song H.* Smart Road Traffic Accidents Reduction Strategy Based on Intelligent Transportation Systems (TARS). *Sensors* 18(7):1983. 2018.
4. *Козлов Л. Н., Урличич Ю. М., Циклис Б. Е.* О концептуальных подходах формирования и развития интеллектуальных транспортных систем в России // *Транспорт Российской Федерации. Журнал о науке, практике, экономике.* 2009. № 3–4 (22–23).
5. *Шейна С. Г., Гуря Л. В., Путьк Е. С., Медведев О. В.* Интеллектуальная городская система и ее реализация на современном этапе развития России // *ИВД.* 2019. № 1 (52).
6. *Zornić D., Radovanović D., Nebojsa D.* Infrastructure for Intelligent Transport Systems. *Scientific Researcher.* 2014. P. 14–19.
7. *Булатова О. Ю.* Применение элементов интеллектуальных транспортных систем при организации транспортно-логистического обслуживания во время проведения массовых городских мероприятий // *Дороги и мосты.* 2022. № 1(47). С. 294–304.

УДК 661.3/.2

Анна Юрьевна Леонова,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: leonova.ann2606@gmail.com

Anna Yurievna Leonova,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: leonova.ann2606@gmail.com

## ВЛИЯНИЕ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

### IMPACT OF WEATHER CONDITIONS ON ROAD SAFETY

Проблема безопасности дорожного движения актуальна на сегодняшний момент во всех странах мира, из-за урбанизации, увеличения количества машин и дорог. Одна из причин появления ДТП являются природные условия, на которые человек не в силах повлиять, но в силах изменить последствия природных условий и не допустить появления ДТП, сделав безопасным дорожное движение. Самыми опасными природными факторами, которые влияют на безопасность дорожного движения, являются снегопад, дождь, туман, гололед. Из-за них теряется сцепление шины с дорожной поверхностью и вследствие чего теряется управление машины, что может привести к жертвам.

*Ключевые слова:* дорожная безопасность, дорожно-транспортное происшествие, погодные условия, снегопад, дождь, туман, сцепление шин.

The problem of road safety is relevant today in all countries of the world, due to urbanization, an increase in the number of cars and roads. One of the reasons for the appearance of an accident is natural conditions, which a person cannot influence, but is able to change the consequences of natural conditions and prevent the occurrence of an accident by making road traffic safe. The most dangerous natural factors that affect road safety are snowfall, rain, fog, ice. Because of them, the grip of the tire with the road surface is lost, as a result of which the control of the car is lost, which can lead to casualties.

*Keywords:* road safety, traffic accident, natural conditions, snowfall, rain, fog, tire grip.

Функционирование транспорта, а в следствии и безопасность дорожного движения, зависит от природных условий.

Природные условия характеризуют состояние атмосферы и атмосферных процессов. Такие как: температура, давление, влажность, облачность и осадки, туманы, грозы, высота снежного покрова. Погодные

условия могут быть длительными – отрицательная температура и снег в зимнее время, и кратковременными – дождь, туман, гололед.

**Оценку безопасности движения** основываясь на данных о ДТП.

**Причины ДТП, на которые влияют погодные условия:**

1. Низкие сцепные качества покрытия;
2. Сужение проезжей части при наличии снега на ней снега.
3. Наличие снежных валов в зоне треугольника видимости;
4. Ограничение видимости по метеоусловиям.

**Также учитывается влияние погодных условий на изменение следующих дорожных факторов:**

- Сезонное колебание интенсивности и состава дорожного движения;
- Уменьшение обочины из-за появления снежных валов;
- Снижение видимости из-за снегопадов, туманов и метелей;
- Изменение числа используемых полос для движения на дороге из-за снежных валов на дорогах;
- Снижение коэффициента сцепления на дороги из-за скольжения.

### **1. Влияние дождя**

Проблемы, возникающие при дожде это скользкость дороги, размятые обочины, снижение видимости, плохое сцепление шины с дорожным покрытием. Скользкость очень опасна при дожде, т. к. пыль и грязь смешиваются с водой и образует прослойку между шинами и верхним покрытием дороги, которое становится скользким. Также грязь и лужи могут скрывать дефекты в асфальте, что может создавать аварийные ситуации.

Движение с невысокой скоростью это единственный способ для избежания аварийных ситуаций, т. к. при мокром и скользком дорожного покрытия остановочный путь увеличивается в 4–5 раз.

Еще одна серьезная проблема при движении транспортного средства при дожде, является аквапланирование.

Аквапланирование – это явление, при котором сцепление колеса с дорогой полностью пропадет. Оно возникает из-за появления водяной плёнки на дороге. Возникает, когда машина едет на скорости, превышающей допустимую для текущих условий преодолевает большое скопление воды. Опасность состоит в том, что сцепление

шины с покрытием дороги полностью теряется. При аквапланировании автомобиль более неуправляем, чем на льду, поскольку в зоне контакта с поверхностью трения полностью отсутствует.

Хорошее сцепление автомобильных шин с дорожным покрытием – это одно из условий безопасного движения. Но оно может ухудшиться под влиянием некоторых факторов.

Решающую роль играет состояние дороги. Если она мокрая или влажная, сцепление шины с дорожной поверхностью ухудшится. У автомобильных шин есть рисунок протектора, с помощью которого выдавливается и удаляется вода из зоны контакта шины с дорогой при движении по влажному полотну. При увеличении скорости машины и толщи водяной плёнки увеличивается объём воды, который подлежит отводу. При этом эффективность отвода воды из контакта шины с дорогой зависит от изношенности шины. Чем менее ярче выражен рисунок протектора, тем хуже сцепление колеса с дорогой. При движении на большой скорости по влажной дороге возрастает риск аквапланирования – ситуации, когда автомобиль становится неуправляем.

Факторы, влияющие на аквапланирование автомобиля

- Рисунок шин

Рисунок и износ протектора оказывают большое влияние на возможность появления аквапланирования. Наиболее эффективны шины с широкими, прямыми и часто повторяющимися канавками и ламелями. Они обеспечивают быстрый и эффективный отвод воды из пятна контакта, благодаря чему увеличивается сцепление колеса с дорогой.

- Толщина водяной пленки

Толщина водяной плёнки – еще один фактор, влияющий на риск возникновения аквапланирования. Если лужа большая, то протектор не сможет быстро отвести всю воду из зоны контакта шины с дорогой. Следовательно, высокая скорость и большая толщина водяной плёнки неизбежно вызывает аквапланирование.

- Скорость движения

Фактор, являющийся наиболее частой причиной возникновения аквапланирования, это высокая скорость. Из-за высокой скорости, канавки могут не успеть удалить влагу из пятна контакта шины с дорогой. В результате в зоне контакта образуется водяная плёнка, делающая машину неуправляемой.

### **3. Влияние низких температур и осадков.**

Часто не успевшая просохнуть от дождя поверхность дороги покрывается незаметным для человека. Снег, укатанный машинами, становится также опасен, как лед. Во время зимних оттепелей лед и снег поочерёдно оттаивает и замерзает, делая поверхность дороги скользкой, мокрой и опасной.

Сильный снегопад

Интенсивный снегопад снижает видимость и может вызывать заносы на дорогах. и быстрое и существенное изменение сцепления колес с дорогой. Это изменение опасно еще и по тому, что водитель, настроившись на определенные условия торможения, может не заметить и не учесть резкого изменения условий при начавшемся снегопаде. Опытные водители в снегопад избегают резких торможений, т. к. снег может скрывать обледенелые участки.

Перечислим еще некоторые опасности, подстерегающие водителя во время снегопада:

1. Размягченная обочина, прикрытая снегом.
2. Неровности или дефекты дороги.
3. Ухудшение видимость светофоров, знаков, разметки;
4. Небезопасная скорость и дистанция;

Гололед

Скользкие дороги являются одной из главных причин автотранспортных аварий и катастроф. Большинство аварий в зимний период обусловлены гололедом.

Гололед – образование слоя льда на поверхности дорожного покрытия, образуется в результате осадков при положительной температуре на дорожное покрытие с отрицательной температурой.

Чаще появление гололеда происходит при температуре воздуха, равной нулю градусов, и относительной влажности воздуха от 80–100 %. При возникновении скользкой дороги коэффициент сцепления колес с дорогой снижается, что приводит к резкому снижению безопасности движения.

Существуют разные виды наземного обледенения, среди них можно выделить 3 группы.

- К первой группе относится обледенение, которое образовалось из-за перехода пара в лед, избегая жидкое состояние. Оно может быть инеем, твердым налетом или кристаллической изморозью.

- Иней появляется в ясную погоду в виде тонкого слоя ледяных кристаллов на поверхности предметов, у которых сильное тепловое излучение ночью и охлаждающихся при этом до температур ниже 0 °С.

- Твердый налет появляется при потеплениях, когда предметы сохраняют более низкую температуру по сравнению с массами теплого воздуха.

- Кристаллическая изморозь образуется в тихую погоду при морозе в виде рыхлых снегообразных кристаллах льда из-за пересыщения воздуха водяным паром.

- Более прочными являются ледяные отложения второй группы, которые обусловлены присутствием в атмосфере переохлажденной воды в виде капель дождя, тумана или мороси.

- Прочные образования представляют также наземные обледенения третьей группы

#### Снег

Высота и состояние снежного покрова на дороге также создают опасность для транспорта. Наличие снега на дороге даже высотой в 3 см вызывает снижение скорости потока, а при высоте более 25 см движение становится невозможным. Уплотнение снега колесами машин приводит к созданию снежного наката со скользкой поверхностью.

Также происходит сужение дороги, что усложняет движение транспортных средств. Снежные валы у края проезжей части закрывают обзор водителям. Дорога становится особенно опасной во время первого снега, когда на проезжей части появляется утрамбованный снег и первый лед. В это время резко увеличивается число ДТП, потому что водители не успели привыкнуть к изменившимся условиям движения.

Основным способом защиты дорог от снежных заносов и борьбы с наледями является снегоочистка.

#### **4. Влияние тумана**

Сильный туман создает почти полное отсутствие видимости, в результате чего скорость движения транспортных средств должна быть резко снижена. Туман также является серьезным препятствием для движения. При движении в тумане всегда надо быть готовым остановить транспортное средство; не выезжать на середину дороги, держаться как можно ближе к краю проезжей части, избегать перестроений, опережений и обгонов. Такие действия в тумане



опасны вдвойне, поэтому перед сменой полосы движения, а также перед поворотом или разворотом в густом тумане необходимо подать звуковой сигнал.

Туман значительно снижает видимость, меняет окраску предметов.

Так, желтый цвет становится красноватым, а зеленый – желтоватым. Условия движения в густом тумане схожи с движением ночью, но сложнее. Свет фар в густом тумане не может создать необходимой освещенности. Пелена тумана может быть настолько густой, что ничего нельзя различить на расстоянии несколько метров. Дальний свет фар в тумане создает перед автомобилем непроницаемую световую завесу, а в некоторых случаях, отражаясь от частиц тумана, может слепить водителя. Поэтому на автомобиле рекомендуется иметь дополнительные противотуманные фары, лучи которых проникают через туман.

Туман часто появляется зимой и, на холодной поверхности дороги туманный осадок может превратиться в лед или ухудшится видимость, что приводит к оптическому обману зрения. Поэтому при движении в тумане безопасное расстояние должно быть большим, а скорость должна быть невысокой. В тумане тормозной путь увеличивается, из-за скольжения, и машина становится неуправляемой. В такую погоду задние фонари переднего автомобиля хорошо видны лишь при приближении к нему вплотную. При плохой видимости фары должны быть включены. Противотуманные фары включаются при видимости до 50 м, при лучшей видимости и более высокой скорости они не включаются по причине ослепляющего воздействия.

Для повышения безопасности дорожного движения рекомендуется предусматривать решение задач:

- определение дальности видимости;
- выбор оптимальной скорости движения автомобилей;
- проектирование дорог с учетом влияния рельефа, ландшафта и растительности на частоту образования тумана;
- устройство специального искусственного освещения и разметки.

### **Литература**

1. *Леонович И. И.* Дорожная климатология.
2. *Бабков В. Ф.* Дорожные условия и безопасность движения : учебник для вузов. – М. : Транспорт.
3. *Шаров А. Ю., Чижов А. А.* Дорожные условия и безопасность движения : учебное пособие. – Екатеринбург.

УДК 629.058

Алина Вадимовна Маркова,

студент

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: mark.alina.vad@gmail.com

Alina Vadimovna Markova,

student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: mark.alina.vad@gmail.com

## ОПТИМИЗАЦИЯ РАСХОДОВ ПРЕДПРИЯТИЯ ПУТЕМ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ТЕЛЕМАТИКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

### OPTIMIZATION OF ENTERPRISE COSTS BY INTRODUCING TELEMATICS SYSTEMS

В данной работе уделено внимание разработке решений по внедрению телематических систем подвижного состава для оптимизации маршрутов и расходов транспортного предприятия. Определены основополагающие критерии для оценки результатов предложенных решений, в которых в полной мере отражены основные цели повышения качества и эффективности выполняемых предприятием транспортных работ. В качестве аргументов в пользу необходимости внедрения предложенных решений приведен анализ качеств и последствий внедрения предложенных решений, по результатам которого выстроена основная гипотеза о полезности установки систем телематики на подвижной состав предприятий транспортной отрасли, сделаны выводы.

*Ключевые слова:* системы телематики, подвижной состав, оптимизация транспортных расходов, безопасность перевозок, статистика ДТП, оптимизация и контроль логистической цепочки.

This article is focused on attention, that paid to the development of solutions for the implementation of telematic systems for cars to optimize routes and costs of a transport enterprise. The fundamental criteria for evaluating the results of the proposed solutions are determined, which fully reflect the main goals of improving the quality and efficiency of transport operations performed by the enterprise. As arguments in favor of the need to implement the proposed solutions, statistical data are given, based on the results of the analytics of which the main hypothesis is built on the usefulness of installing telematics systems on the rolling stock of transport industry enterprises, conclusions are drawn.

*Keywords:* telematics systems, rolling stock, optimization of transport costs, transportation safety, traffic accident statistics, optimization and control of the supply chain.

Сегодня, интенсивный рост грузооборота влечет за собой стремительное увеличение объема транспорта, что становится причиной высокой нагрузки на дорожную инфраструктуру. Данные условия свидетельствуют о необходимости совершенствования систем оперативного управления процессами перевозок, разработки новых предложений, методов во избежание предельных нагрузок на инфраструктуру.

В данных условиях, для удовлетворения возникших запросов транспортной индустрии, как решение, рассматривается внедрение транспортно-телематических систем на подвижные составы. В Российской Федерации некоторые решения поддерживаются на уровне правительства, созданы такие программы, как «Повышение безопасности дорожного движения» и «Глобальные навигационные системы». Также, проблему использования транспортных телематических систем рассматривали многие авторы.

В своих статьях они схожи во мнении, что применение телематических систем обеспечит надлежащий уровень безопасности и экономичности перевозок как в России, так и за рубежом. Кроме того, постоянно растущее количество транспорта и возрастающая интенсивность дорожного движения являются серьезными проблемами в таких крупных городах, как Москва, Санкт-Петербург и др. Методы решения данных проблем вариативны и универсальны. В нынешних условиях уже сложно представить, что реформирование подходов к управлению транспортными потоками может обойтись без внедрения современных технологий и программного обеспечения [1].

Выдвижение предложений, решений и новых методов по использованию систем телематики должно, в первую очередь, быть обоснованными спецификой и законодательной базой транспортной отрасли или предприятия. К примеру, автомобильные перевозки горючего топлива и самосвальные перевозки щебня по своей специфике достаточно отличаются. Как следствие – помимо общих – ключевые функции контроля для телематических систем будут заданы разные. Более того, пороговые значения, допустим, датчиков давления шин и нагрузки на ось будут разные.

Разнообразие предложений от производителей телематических систем охватывает практически все виды транспортных работ. Во многих субъектах Российской Федерации уже внедрены автоматизирован-

ные инструменты диспетчерских служб, использующие различные навигационные спутниковые технологии, которые направлены на облегчение управления различными транспортными составами. Стоит отметить, что данные системы децентрализованы, и скорее являются частными решениями, чем масштабной единой системой. Данные решения требуют глубокой обработки и интеграции в единый механизм управления с постоянным обменом информацией и статистикой между узлами для обеспечения интенсивного роста [2].

Ниже перечислены задачи, способные быть решенными за счет внедрения систем телематики:

- получение оплаты на участках магистралей, на которых предусмотрены денежные сборы за проезд;
- постоянный удаленный мониторинг систем подвижного состава, осуществляющего перевозки повышенной опасности;
- мониторинг соблюдения режима отдыха водителей;
- соблюдение и контроль установленных нормативов по охране труда водителей;
- проектирование оптимальных маршрутов следования с учетом особенностей груза, сроков доставки и т. д.;
- управление транспортными потоками в режиме реального времени;
- информирование пользователей ТТС (водителей и пассажиров);
- оперативное реагирование на опасные ситуации во время движения;
- поиск похищенного транспорта;
- использование поступающих в ТТС данных о транспортных средствах для решения задач правоохранительных органов.

Внедрение телематических систем влечет за собой рост производительности транспортной отрасли в целом, и, как следствие, рост экономики. [3] В наши дни есть множество актуальных проблем в транспортной сфере:

- перенасыщение городских магистралей транспортом, низкая пропускная способность дорог;
- низкий технический уровень и неудовлетворительное состояние производственной базы транспортной системы, недостаточное развитие дорожной сети;

- минимальные инновации в структуре паркингов или их отсутствие;

- несовершенство нормативной и регламентирующей базы;
- некомпетентность транспортных служб, обеспечивающих безопасность водителей и комфортабельность езды.

Внедрение транспортных телематических систем позволит:

- спровоцировать новый виток социально-экономического роста благодаря развитой транспортной инфраструктуре;

- повысить уровень безопасности транспортных процессов;
- снизить затраты на устранение последствий аварий и ущерба инфраструктурам;

- повысить частоту использования пассажирского транспорта, за счет более понятной и эффективной организации его работы;

- увеличить пропускную способность дорог.

Также, внедрение различных систем телематики позволит решить давно имеющиеся проблемы:

- предложение гражданам безопасного общественного транспорта путем обеспечения индивидуальной безопасности. Внедрение видеоконтроля, отслеживание в реальном времени нахождения транспорта на маршруте, постоянная связь с центрами управления.

- обеспечение выполнения графиков прохождения маршрутов за счет оптимизации движения транспортного трафика.

Внедрение ЭРА ГЛОНАСС – системы экстренного реагирования при авариях, по которой можно определить характер ДТП, положение транспортного средства до и после аварии, скорость и направление удара. Эти данные позволяют предсказать тяжесть ДТП и осуществить немедленное реагирования машин скорой помощи.

Дорожно-транспортные происшествия с участием грузового транспорта считаются не только самыми опасными, но и сложными для остальных участников транспортного движения, вынужденных тратить время на простой в многочасовых пробках. В авариях с участием этих транспортных средств портится подвижной состав, гибнут люди, ценный груз становится непригодным, а также теряются временные ресурсы.

Согласно данным сервиса «СтатГИБДД» за 2021 год насчитывается более 133 тыс. ДТП, из которых 9,3 тыс. было с участием гру-

зового транспорта с полной массой более 3,5 тонн. За этот же период погибло более 14 тыс. человек, из которых каждый одиннадцатый человек погиб в результате аварии при участии грузовиков [4].

Статистика за 2021 год показывает, что около 40 % ДТП происходит в темное время суток. Происшествия на ночных дорогах отличаются большей тяжестью и чаще дневных заканчивается летальным исходом. Причиной этому являются: плохая видимость, проблемы с освещением дорог, усталость водителя, климатические условия, нарушение ПДД (чаще всего скоростного режима). В ночное время на дорогах относительно небольшое количество автомобилей, что, однако, является отрицательным фактором, приводящим к потере бдительности водителя и, как следствие, к увеличению скорости движения транспортного средства.

С целью снижения количества аварий с участием грузового транспорта, предприятия все чаще выдвигают на первый план отслеживание режима труда водителей. Для этого в транспортное средство устанавливается тахограф, с помощью которого можно проверить был ли сделан водителем необходимый перерыв.

Кроме того – все с той же целью – современные разработчики встраивают в подвижной состав системы контроля физического состояния водителя. [5] Эти помощники созданы на основе компьютерного зрения: они способны распознавать лицо водителя и признаки усталости на нем. Также, системы такого типа имеют возможность вести фото- и видеофиксацию происходящего в кабине. Таким образом представители компаний могут наблюдать и анализировать поведение водителей, к примеру, разговоры за рулем или курение.

Анализируя и сравнивая статистику зимнего и летнего периода, можно отметить, что в теплый период года происходит больше ДТП. Связано это с тем, что в зимнее время водители неизбежно снижают среднюю скорость, что положительно сказывается на их внимании и реакции. А с наступлением лета средняя скорость возрастает, что в итоге ведет к неизбежному повышению количества аварий.

Для реализации мер по внедрению транспортных телематических систем необходимо:

1. Организовать взаимодействие между Минтрансом России и региональными предприятиями транспортной сферы;

2. Создание и развитие системы оперативного взаимодействия, планирования и диспетчерского регулирования в транспортных узлах и законодательное обеспечение функционирования такой системы на региональном уровне;

3. Повышение качества и доступности услуг городского пассажирского транспорта и повышение его способности оперативно реагировать на изменения транспортных потребностей населения;

4. Регулирование использования автомобилей при решении проблемы ликвидации заторов с помощью средств транспортной телематики;

5. Создание системы транспортного обслуживания населения «от двери до двери», используя транспортную сеть как единую систему.

Анализ проведенной работы доказывает целесообразность использования транспортных телематических систем с целью мониторинга транспортных процессов, оптимизации маршрутов, контроля соблюдения графиков движения и обеспечения максимума безопасности. Так как основной задачей является обеспечение безопасности, удобства и экономичности перевозок с наименьшим воздействием в окружающую среду, то проведенная оценка позволяет сделать вывод, что выполнение этих требований возможно только на основе широкого применения на транспорте современных систем телематики.

### Литература

1. *Марусин А.* Методы оценки функциональной эффективности автоматизированных систем управления движением. Кандидат технических наук. Санкт-Петербургский архитектурно-строительный университет. Санкт-Петербург, 2017. 203 с.

2. *Назаркин В. Г.* Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей на рабочих постах // Вестник гражданских инженеров. 2019. – 73 с.  
*Масуев М. А.* Проектирование предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. М.: Издательский центр «Академия», 2007. 224 с.

3. *Сафиуллин Р. Н., Керимов М. А., Марусин А. В., Марусин А. В.*, 2016. Повышение эффективности системы фото и видеофиксации административных правонарушений в дорожном движении. Бюллетень гражданских инженеров, 3 (56), 233–237.

4. Статистика ДТП. URL: <http://stat.gibdd.ru> (дата обращения 10.09.2022).

5. Интеллектуальная система видеоконтроля. <https://corp.blackvue.ru> (дата обращения 10.09.2022).

УДК 656.13.08

*Элина Геннадьевна Миняева,*  
магистрант  
(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: minyaevaelina@gmail.com*

*Elina Gennadievna Minyaeva,*  
master's degree student  
(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: minyaevaelina@gmail.com*

## **ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ГОРОДСКИХ АГЛОМЕРАЦИЯХ**

### **IMPROVING THE QUALITY OF TRANSPORT SERVICES IN URBAN AGGLOMERATIONS**

Вопрос организации и обеспечения безопасности дорожного движения в городах продолжает быть актуальным и не потеряет значимость, ввиду отставания развития транспортной инфраструктуры в городах от роста уровня автомобилизации.

Функционирование и развитие современных городских транспортных систем невозможно без решения ключевых проблем автомобильного транспорта и тем самым снижения негативных последствий его деятельности для общества.

С учетом возрастания уровня аварийности, повышения транспортных задержек и, как следствие, образования транспортных заторов, негативно влияющих в том числе и на работу общественного транспорта, качественная организация дорожного движения является значимым условием эффективного транспортного процесса на улично-дорожной сети (УДС) в городах и на автомобильных дорогах, а также для обеспечения безопасности дорожного движения.

*Ключевые слова:* транспорт общего пользования, транспортные заторы, организация дорожного движения, транспортные потоки, улично-дорожная сеть, дорожное движение.

The issue of organizing and ensuring road safety in cities continues to be relevant and will not lose importance, due to the lag in the development of transport infrastructure in cities from the growth of the level of motorization.

The functioning and development of modern urban transport systems is impossible without solving the key problems of road transport and thereby reducing the negative consequences of its activities for society.

Taking into account the increasing level of accidents, increased transport delays and, as a result, the formation of traffic congestion, which negatively affects, among other things, the operation of public transport, high-quality traffic management is an



important condition for an effective transport process on the road network in cities and on highways, as well as to ensure road safety movements.

*Keywords:* public transport, traffic congestion, traffic management, traffic flows, road network, road traffic.

Главным основополагающим фактором неутешительной транспортной ситуации в городских агломерациях выступает несоответствие роста спроса на передвижение автомобильным транспортом, увеличивающийся ввиду ускорения автомобилизации, и несоответствующая ему пропускная способность улично-дорожной сети. На сегодняшний день улично-дорожная сеть (УДС) не удовлетворяет в действительности транспортные интересы города по главным параметрам: пропускной способности, связанности, развитию магистральных улиц и дорог, техническому состоянию УДС. Кроме того, практический опыт и многочисленные исследования говорят нам о том, что большинство планировочных решений, существующая организация движения и технические параметры улиц не соответствуют текущим транспортным потокам.

Движение транспорта в условиях насыщенных транспортных потоков характеризуется интенсивностью, составом и скоростью движения, интервалами между автомобилями и плотностью потока. Вследствие взаимодействия автомобилей в потоке все эти характеристики функционально связаны друг с другом. Действующая дорожная сеть не справляется с существующей нагрузкой, что приводит к системным заторам, а следовательно, к большим затратам времени на поездки граждан, как на индивидуальном, так и на общественном транспорте.

На примере Санкт-Петербурга согласно комплексной схеме организации дорожного движения, транспортная ситуация характеризуется довольно сложной дорожной обстановкой, снижением средних скоростей движения, увеличением затрат времени на поездки в наземном транспорте общего пользования. Средняя скорость движения в Санкт-Петербурге за последние 5 лет существенно снизилась и составляет примерно 25 км/ч, снижаясь в часы «пик» до 5–10 км/ч при оптимальных 30–35 км/ч. Средние затраты времени на передвижения с трудовыми и учебными целями с использованием НТОП превышает 70 минут. Распределение средних скоростей движения ТС на УДС

по времени суток для направления движения в центр/из центра соответственно представлены на рисунках 1 и 2 [1].

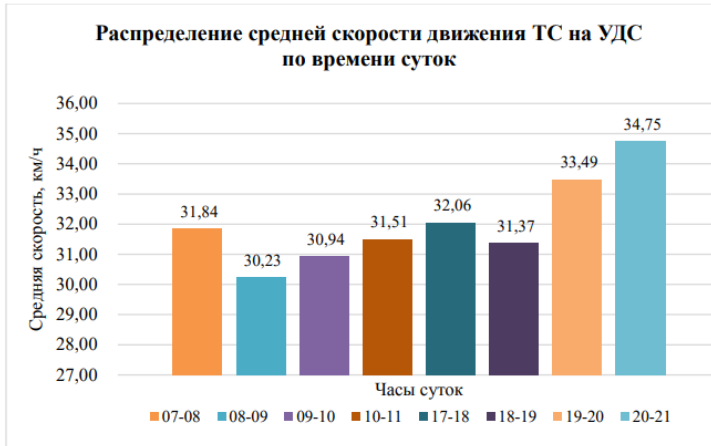


Рис. 1. Распределение средних скоростей движения ТС на УДС по времени суток для направления движения в центр

Можно выделить факторы, негативно влияющие на условия и безопасность движения:

- недостаточная развитость автомобильной транспортной инфраструктуры, включающей мостовые переходы, многоуровневые развязки и пр.;
- несбалансированность системы управления светофорной сигнализацией и отсутствие полноценного информирования участников дорожного движения в реальном режиме времени о текущем состоянии транспортной ситуации;
- наличие участков парковки на значительном количестве магистралей;
- малое количество внеуличных пешеходных переходов, особенно в центральной части города
- низкая привлекательность пассажирского транспорта общего пользования ввиду недостаточной скорости, комфортности, регулярности и надежности [1].

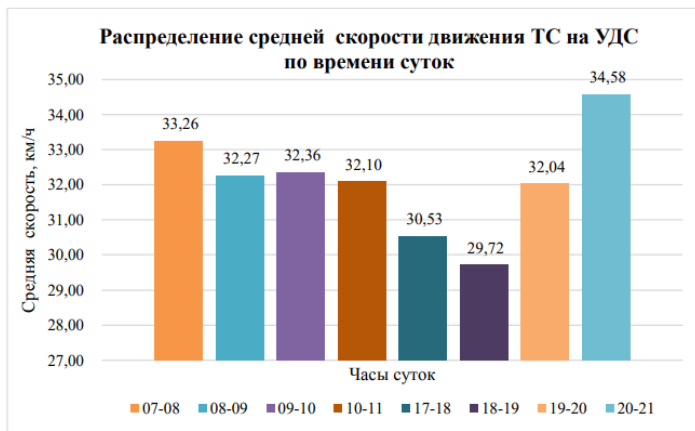


Рис. 2. Распределение средних скоростей движения ТС на УДС по времени суток для направления движения из центра

Для исключения негативных факторов, влияющих на условия и безопасность движения, повышения пропускной способности элементов УДС необходимо применять локальные мероприятия, которые могут из себя представлять:

- мероприятия реконструктивно-планировочного типа;
- мероприятия инженерно-строительного типа;
- мероприятия организационно-технического характера.

Применение комплекса мероприятий в каждом конкретном случае дает наибольший эффект, обеспечивая повышение пропускной способности наиболее загруженных транспортных узлов и участков УДС, увеличивая среднюю скорость движения транспортного потока, существенно повышая безопасность движения [2].

Рассматривая различные локальные мероприятия по совершенствованию организации дорожного движения, наименее капиталоемким являются мероприятия организационно-технического характера.

Управление парковочным пространством является важным средством повышения пропускной способности с точки зрения ограничения и запрещения парковочных мест на большей части опорной улично-дорожной сети.

Значительную роль в улучшении транспортной ситуации также играет перераспределение транспортных потоков в пространстве и во времени, что включает в себя: запрет разрешение отдельных маневров, организация одностороннего движения, запрет грузового движения, ограничение движения грузового транспорта по времени.

В дополнение к вышеперечисленному, достаточно рациональным решением является и применение одностороннего движения, организация выделенных полос для маршрутного пассажирского транспорта общего пользования, введение реверсивного движения на магистральных улицах.

Применяя те или иные мероприятия по повышению пропускной способности, следует брать во внимание конструктивную сложившуюся особенность УДС. Обобщая вышесказанное, локальные мероприятия по совершенствованию планировочных решений УДС представляют собой:

- управление парковочным пространством;
- перераспределение транспортных потоков в пространстве;
- создание безопасных пешеходных переходов как в разных уровнях (подземных и надземных), так и в одном уровне;
- устройство уширений на подходах к перекресткам и на перекрестках;
- устройство карманов для остановок общественного транспорта
- выделение полос движения для потоков различного направления;
- физическое разделение «сливающихся» потоков;
- устройство специальных местных проездов для левоповоротных потоков;
- устройство мест для разворота с выделением специальной полосы до пешеходных переходов и перекрестков [3].

Применение комплекса мероприятий, включающего локальные планировочные мероприятия, позволят существенно улучшить основные параметры движения транспортных потоков, что приведет к повышению уровня обслуживания дорожного движения до требуемых значений и позволит существенно снизить нагрузку на УДС, минимизировать потери времени пользователей, повысить эффективность

и безопасность дорожного движения. Повышение качества транспортного обслуживания в городских агломерациях.

### **Литература**

1. Комплексная схема организации дорожного движения Санкт-Петербурга на период до 2033 года, URL: [https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/tr\\_infr\\_kom/tekobjekt/ksodd/](https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/tr_infr_kom/tekobjekt/ksodd/)

2. *Черных Н. В.* Эффективность применения локальных мероприятий на улично-дорожной сети / Н. В. Черных // Прогрессивные технологии в транспортных системах: Оренбургский государственный университет, 2019. – С. 680–685.

3. *Солодкий А. И.* Современные возможности обеспечения мобильности в городах России // Управление транспортными потоками в городах: монография / под общ. ред. А. Н. Бурмистрова. – М. : ИНФРА-М, 2019. 207 с.

УДК 338.47

Юлия Олеговна Молоткова,

студент

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: yla\_piter@mail.ru

Julia Olegovna Molotkova,

student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: yla\_piter@mail.ru

## **АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩЕГО ПОДХОДА К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ ГОРОДСКИМ НАЗЕМНЫМ ТРАНСПОРТОМ**

### **ANALYSIS OF THE EXISTING APPROACH TO ASSESSING THE QUALITY OF PASSENGER SERVICE BY URBAN LAND TRANSPORT**

В статье перечислены основные регламентирующие нормативно-правовые акты Российской Федерации, определяющие критерии качества обслуживания пассажиров, а также рассмотрены региональные социальные стандарты на примере городов Санкт-Петербург, Казань, Нижний Новгород, а также комплексная схема организации транспортного обслуживания населения общественным транспортом в Екатеринбурге. Вместе с тем в данной статье отмечено об отсутствии критерия и инструментов получения обратной связи от пассажира, как одного из ключевых элементов перевозочного процесса.

*Ключевые слова:* городские пассажирские перевозки, качество обслуживания, транспортные услуги, социальные стандарты.

The article lists the main regulatory legal acts of the Russian Federation defining the criteria for the quality of passenger service, as well as regional social standards on the example of the cities of St. Petersburg, Kazan, Nizhny Novgorod, as well as a comprehensive scheme for organizing public transport services in Yekaterinburg. At the same time, this article notes the absence of criteria and tools for receiving feedback from the passenger, as one of the key elements of the transportation process.

*Keywords:* urban passenger transportation, quality of service, transport services, social standards.

В настоящее время в Российской Федерации большое внимание уделяется повышению качества предоставления транспортных услуг населению. Разрабатываются как федеральные, так и региональные транспортные стратегии с поэтапными планами по развитию

маршрутной сети и транспортной инфраструктуры, обновлению парка подвижного состава, в том числе с учетом требований по перевозке маломобильных групп населения, созданию современных и комфортных транспортно-пересадочных узлов, а также расширению количества остановочных пунктов, отвечающих требованиям пассажиров.

Вместе с тем вопрос подхода к оценке качества обслуживания пассажиров в СССР и Российской Федерации формировался на протяжении 20-го века и основным показателем качества являлся коэффициент качества, который определяется как отношение величины затрат времени на поездку при заданных абсолютных комфортных условиях поездки, к фактическим затратам времени на поездку в реальных условиях [1].

Кроме того, в градостроительных документах так же были определены нормативы, где в числе критериев качества основным являлось время перемещения, а также установлены предельные нормативы затрат времени на трудовые поездки для городов с разной численностью населения [2].

Сформированные и сгруппированные показатели качества обслуживания пассажиров описывает в своем учебнике И. В. Спирин «Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками» [3].

Согласно данной классификации качество обслуживания населения подразделяется на 4 укрупненные группы свойств: доступность, результативность, надежность и удобство пользования, которые подразделяются на подгруппы и определяющие их показатели [3: стр. 333].

В настоящее время в Российской Федерации основным нормативным документом, регламентирующим перевозки пассажиров и багажа по маршрутам регулярных перевозок, является Федеральный закон от 13.07.2015 № 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» [4].

Одним из ключевых элементов вышеуказанного Федерального закона является Документ планирования регулярных перевозок пас-

сажиров и багажа по муниципальным и межмуниципальным маршрутам автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом (далее – Документ планирования).

В соответствии с Методическими рекомендациями по разработке Документа планирования регулярных перевозок, утвержденными Министерством транспорта Российской Федерации, указанный документ следует разрабатывать на основании документов территориального, транспортного и социального-экономического планирования, а также обязательным условием для разработки Документа планирования является наличие разработанного на основе распоряжения Минтранса России от 31.01.2017 № НА-19-р «Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» [5] и утвержденного на региональном или местном уровне Социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом или другого нормативного правового акта исполнительного органа государственной власти субъекта Российской Федерации или исполнительно-распорядительного органа муниципального образования, устанавливающего аналогичные требования к качеству транспортных услуг, оказываемых населению.

Социальным стандартом также предусматриваются показатели качества такие как доступность, надежность и комфортность и их нормативные значения. Расчеты по каждому из индикаторов каждой категории показателей рассчитывается по формулам согласно Методике оценки качества транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом по маршрутам регулярных перевозок, приложенной к Социальному стандарту.

Социальным стандартом предлагается оценивать качество обслуживания населения исходя из количества набранных баллов по показателям по отношению к максимальному количеству баллов по всем показателям, при этом в качестве дополнительной меры оценки качества обслуживания населения городским транспортом общего



пользования получение обратной связи от пассажиров Социальным стандартом не предусмотрено.

В настоящее время в соответствии с требованиями федерального законодательства в городах Российской Федерации сформированы региональные социальные стандарты.

Социальные стандарты городов Санкт-Петербурга, Казани, Нижнего Новгорода созданы в соответствии с федеральным Социальным стандартом. Несмотря на то, что федеральный Социальный стандарт устанавливает рекомендованный уровень и показатели качества транспортного обслуживания населения, утвержденные социальные стандарты Санкт-Петербурга, Казани и Нижнего Новгорода содержат унифицированные базовые показатели без учета региональных особенностей данных городов [6], [7], [8].

Иной подход отражен в Комплексной схеме организации транспортного обслуживания населения общественным транспортом на территории муниципального образования «город Екатеринбург» на 2020–2023 годы [9], создателями данного документа был проведен анализ действующих региональных социальных стандартов на территории Российской Федерации, был также отмечен формализованный подход при создании вышеуказанных документов.

В связи с этим авторами был предложен перечень параметров и показателей стандарта качества транспортного обслуживания населения транспортом общего пользования города Екатеринбурга на основании федерального Социального стандарта, но и, в том числе, с учетом региональных особенностей. Таким образом предлагаются уточненные показатели предельных интервалов движения транспорта в зависимости от категории маршрутов и времени суток, территориальной доступности остановочных пунктов, соблюдения норм вместимости и количества пересадок на маршрутах. Также данные показатели предлагается оценивать в динамике.

Кроме того, более полную картину о соблюдении критериев качества обслуживания пассажиров городским транспортом общего пользования, а также о необходимости внесения изменений в региональные стандарты можно получить путем использования программных средств ГИС-анализа, поисково-информационных картографических служб, официальных источников открытых данных, а также

новостей сторонних источников и получения обратной связи от населения об оценке работы городского транспорта общего пользования.

В настоящее время органы государственной власти заинтересованы в получении обратной связи от пассажиров не только путем обращения на официальные интернет-страницы, но и посредством использования специальных приложений (Госуслуги, региональные порталы обратной связи, мессенджеры) и на страницах в социальных сетях (система «Инцидент Менеджмент»). Вместе с тем, учитывая объем и количество поступающей обратной связи, зачастую дублируемой в разные ведомства, отсутствие регионального консолидированного центра оценки и анализа поступающих обращений снижает эффективность работы данных систем, так как статистика ведется каждой организацией отдельно. Пример распределения обратной связи от пассажиров в Санкт-Петербурге представлен на рисунке.

Также, различные методики оценки удовлетворенности потребителей услуг городского транспорта общего пользования формируются и используются локально в организациях, без расширения подобной практики на региональный и федеральный уровни.

Создание в государственной организации структурного подразделения, наделенного функционалом по сбору, анализу и аналитике обратной связи от пассажиров по всем видам наземного городского транспорта общего пользования, поступающей из многочисленных каналов вхождения, а кроме того с возможностью организации дополнительных маркетинговых исследований об удовлетворенности пассажирами качеством транспорта общего пользования как текущим, так и с учетом планируемых изменений в отношении различных показателей (маршрутная сеть,купаемый подвижной состав и пр.) позволит городским органам власти своевременно получать статистическую и аналитическую информацию для принятия решений.

Таким образом, в настоящее время подход к оценке качества обслуживания пассажиров можно назвать достаточно формализованным, так как в соответствии с действующим законодательством разработаны региональные социальные стандарты транспортного обслуживания, не отражающие в полной мере потребности населения и уровень развития транспортной инфраструктуры в том или ином регионе, а также отсутствует показатель удовлетворенности пассажирами качеством транспорта общего пользования как один из индикаторов наравне с ключевыми.



## Литература

1. *Тарханова Н. В.* Анализ показателей качества пассажирских перевозок / Н. В. Тарханова // Совершенствование организации дорожного движения и перевозка пассажиров и грузов: сборник научных статей Международной научно-практической конференции: Минск, БНТУ, 2009. – С. 33–38.
2. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений: СНиП 2.07.01–89\*: утв. постановлением Государственного строительного комитета СССР 16.05.1989 г. – М., 1994. – С. 167.
3. *Спирин И. В.* Организация и управление пассажирскими автомобильными перевозками: учебник для студ., учреждений среднего проф. образования // И. В. Спирин. – 5-е изд., перераб. – М. : Издательский центр «Академия», 2010. – С. 400
4. Федеральный закон от 13 июля 2015 г. № 220-ФЗ «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом в РФ и о внесении изменений в отдельные законодательные акты РФ» (с изменениями на 8 июня 2020 г.) // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Консультант Плюс».
5. Распоряжение Министерства транспорта Российской Федерации от 31.01.2017 № НА-19-р «Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Консультант Плюс».
6. Стандарт качества транспортного обслуживания населения Санкт-Петербурга // Утвержден Комитетом по транспорту 03.11.2020.
7. Постановление от 30.12.2019 № 4751 «Об утверждении Социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом г. Казани» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Консорциум Кодекс».
8. Постановление от 27.11.2019 № 4644 «Об утверждении социального стандарта транспортного обслуживания населения при осуществлении перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом на территории города Нижнего Новгорода» // Официальный сайт администрации города Нижний Новгород.
9. Постановление от 30.01.2020 № 131 «Об утверждении Комплексной схемы организации транспортного обслуживания населения общественным транспортом на территории муниципального образования «город Екатеринбург» на 2020–2023 годы» // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации «Консорциум Кодекс».

**УДК 656.073.7**

*Георгий Михайлович Потанов,*  
магистрант  
(Российский университет  
транспорта)  
*E-mail: goshapwh@gmail.com*

*Georgiy Mikhailovich Potanov,*  
master's degree student  
(Russian University  
of Transport)  
*E-mail: goshapwh@gmail.com*

## **УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТИРОВКОЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЛОГИСТИКОЙ ORACLE TRANSPORTATION MANAGEMENT**

### **TRANSPORTATION MANAGEMENT BASED ON THE LOGISTICS MANAGEMENT SYSTEM “ORACLE TRANSPORTATION MANAGEMENT”**

В статье обозначены риски и проблемы, которые являются актуальными для транспортного сектора. Одним из решений данных проблем является система управления логистикой «Oracle Transportation Management» – это ведущее решение для планирования и исполнения перевозок для грузоотправителей и сторонние поставщики логистических услуг. Нами также представлены преимущества управления ОТМ, которые позволяют уменьшить затраты транспорта на 30 %. Рассмотрен принцип работы системы управления транспортом. Его работа тесно связана с фундаментальными системами SCM, такими как Планирование ресурсов предприятия (ERP) и Система управления складом (WMS), участвующими в обработке заказов.

*Ключевые слова:* транспортная логистика, цифровизация, транспорт, управление логистикой, транспортный сектор.

The article identifies risks and problems that are relevant for the transport sector. One of the solutions to these problems is the logistics management system “Oracle Transportation Management” – a leading solution for the planning and execution of transportation for shippers and third-party logistics service providers. We also present the advantages of OTM management, which can reduce transport costs by 30 %. The principle of operation of the transport management system is considered. His work is closely related to fundamental SCM systems such as Enterprise Resource Planning (ERP) and Warehouse Management System (WMS) involved in order processing.

*Keywords:* transport logistics, digitalization, transport, logistics management, transport sector.

Растущие цены на топливо, сырье и рабочую силу, в дополнение к ужесточению законодательства, создают постоянное давление с целью снижения затрат и повышения эффективности цепочки поставок [1]. Сокращение транспортных расходов всегда было приоритетом для компаний розничной торговли, производства и логистики, но поскольку глобальные цепочки поставок требуют все большей гибкости, требуется новый уровень контроля.

В условиях продолжающейся глобализации возникает необходимость обслуживать все более требовательных клиентов более персонализированными продуктами и делать это быстрее.

Требуется быстрая реакция на изменения спроса, чтобы обеспечить глобальный рост, а также должное управление внешними рисками, такими как политическая нестабильность и регулирование.

Транспортный сектор несет ответственность за значительную часть выбросов  $CO_2$ , что создает давление, требующее также сокращения выбросов и точной отчетности. Компаниям всё чаще и чаще необходимо оптимизировать и измерять производительность, улучшать видимость цепочки поставок и ускорять выход на рынок, одновременно улучшая обслуживание клиентов.

Все вышеперечисленное оказывает давление на транспортную сферу, что подчеркивает актуальность исследования.

Доказано, что системы управления перевозками (*TMS*) быстро снижают транспортные и логистические расходы на целых 30 %. Это достигается за счет интеграции и оптимизации логистического планирования, исполнения, затрат на доставку и автоматизации процессов на всех видах транспорта. Так, типичная экономия может быть достигнута за счет следующего:

- Управление контрактами – использование договорных цен, перечисление дополнительных затрат и уменьшение ошибок в ценообразовании может привести к минимизации административных расходов на 5–10 %.

- Загрузка транспортных средств (ТС) и выбор маршрута – снижение загруженности документов, понимание ограничений и расчет маршрутов с наименьшими затратами могут привести к минимизации ежегодных транспортных расходов на 5–17 %.

- Выбор способа и перевозчика – сравнение доступных вариантов, мониторинг затрат и устранение необходимости в срочной доставке могут привести к сокращению ежегодных транспортных расходов на 2–7 %.

- Транспортные операции – повышение наглядности хода доставки и автоматизация повторяющихся задач могут снизить транспортные расходы на 5 % в год.

- Мониторинг и улучшение эффективности – установление внутренних и внешних показателей эффективности и внедрение надежного управленческого контроля, основанного на фактических данных, может снизить транспортные расходы до 3 % [2].

*Oracle transportation management (OTM)* – это ведущее решение для планирования и исполнения перевозок для грузоотправителей и сторонних поставщиков логистических услуг. Это позволяет интегрировать и оптимизировать планирование перевозок, их выполнение, оплату фрахта и автоматизацию бизнес-процессов с помощью единого приложения.

Рассмотрим, как *OTM* может повлиять на *transportation management system (TMS)*, прежде всего перейдём к классификации перевозок по модальности.

Унимодальные перевозки – вид транспортных перевозок, когда транзит осуществляется единственным видом транспорта на всем его пути движения, будь то речной, морской, автомобильный, железнодорожный или воздушный транспорт.

Мультимодальные перевозки – перевозки, когда процесс доставки осуществляется несколькими видами транспортных средств.

Интермодальные – вид перевозки, где участвует 2 и более вида транспорта, одновременно с этим, груз остаётся внутри ТС без перегруза в случае смены вида транспорта [3].

Программное обеспечение для управления транспортом – это не только обширная база данных перевозчиков, но и система, позволяющая людям планировать, выполнять и контролировать перевозки [4]. Поэтому для хорошей работы он должен быть интегрирован с разными источниками данных и базами носителей или иметь возможность подгружать необходимые данные. Это может облегчить ввод заказов клиентов и соответствующей информации

Чтобы полностью понять, что такое система управления транспортом, давайте выясним, как она функционирует. Его работа тесно связана с фундаментальными системами *SCM*, такими как Планирование ресурсов предприятия (*ERP*) и Система управления складом (*WMS*), участвующими в обработке заказов. Таким образом, заказы автоматически поступают из системы управления заказами или *ERP*, интегрированной с программным обеспечением системы управления транспортом. Его также можно использовать с системой управления складом (*WMS*). Для координации таких действий, как управление двором планирование рабочей силы или кросс-докинг, выполняемый между складами и грузовыми перевозчиками.

Работая вместе, *TMS*, *ERP* и *WMS* могут обмениваться определенной информацией и документами, чтобы быстро доставлять нужные элементы клиентам. Рассмотрим функции каждой из этих систем.

Система управления грузоперевозками работает с информацией о заказах из *ERP*, что позволяет подготовить и выполнить отгрузку. *ERP* также предоставляет подробную информацию о товарах и клиентах, чтобы обеспечить правильную доставку товаров в соответствующие пункты назначения. Кроме того, *TMS* предоставляет имя перевозчика, номер для отслеживания и информацию о стоимости, которую требует система *ERP*.

Система *ERP* также занимается бухгалтерским учетом, выставлением счетов, заказами и управлением запасами. *WMS* может помочь пользователям выполнить выполнение, отгрузку и получение заказов на складе. Его работа в инвентаризации заключается в отслеживании данных от считывателей штрих кодов и *RFID*-меток и обновлении блока управления запасами в *ERP*. Данные инвентаризации в системах *ERP* и *WMS* синхронизируются через интеграционное соединение. *Oracle transportation management* является лидером среди производителей, предоставляющих такое объединенное программное обеспечение для управления перевозками.

Таким образом, системы управления транспортом имеют ряд неоспоримых преимуществ, привлекательных для различных компаний для улучшения своих рабочих процессов, сокращения операционных расходов и выполнения других действий.



Оптимизация посредством *TMS* требуется практически везде, от строительства до научных исследований. За *TMS* регулярно обращаются компании, которым требуется отгрузка, перевозка и получение товара. Таким образом, специалисты по программному обеспечению создают *TMS*-систему для перевозчиков, дистрибьюторов, компаний розничной торговли и электронной коммерции, производителей, а также предприятий, предлагающих сторонние (*3PL*) / (*4PL*) логистические услуги и так далее.

Рынок логистики активно растет во всем мире. По данным *Expert Market Research* [5], доля мирового рынка логистических услуг достигла 9 525,1 млрд долларов. Прогнозы развития будущего мирового рынка логистики также оптимистичны: так, по итогам 2027 года он должен получить более \$13 млрд. Данной тенденции способствует развитие технологий цифровизации – искусственного интеллекта, машинного обучения, интернет вещей и технологии блокчейн.

#### Литература

1. *Ерохина Е. В., Гретченко А. И.* Риски и проблемы в условиях цифровизации российской экономики // Научно-аналитический журнал Наука и практика Российского экономического университета им. Г. В. Плеханова. 2021. Т. 13. № 1(41). С. 64–73.
2. Oracle Transportation Management Cloud Named a Leader in Gartner Magic Quadrant. URL: <https://questoraclecommunity.org/learn/blogs/oracle-transportation-management-cloud-named-a-leader-in-gartner-magic-quadrant/> (дата обращения 23.10.2022).
3. Лукинский Логистика автомобильного транспорта / Лукинский В. С. – М. : Финансы и статистика, 2017. – 368 с.
4. *Ларин О. Н.* Актуальные вопросы применения цифровых блокчейн-платформ для транспортной логистики / О. Н. Ларин, Ю. Д. Буш, С. П. Некрутова // Интеллектуальный анализ данных и цифровая экономика»: материалы Международной научно-практической конференции 22–24 ноября 2018 г. – Пятигорск: Рекламно-информационное агентство на Кавминводах, 2018. С. 8–22.
5. EMR: Global Logistics Market Outlook URL: <https://www.expertmarketresearch.com/reports/logistics-market> (дата обращения 24.10.2022).

УДК 004:656.001.25

*Екатерина Андреевна Рахматова,*  
магистрант  
(Российский университет  
транспорта)  
*E-mail: ekaterina.r17@mail.ru*

*Ekaterina Andreevna Rakhmatova,*  
Master's degree student  
(Russian University  
of Transport)  
*E-mail: ekaterina.r17@mail.ru*

## **АКТУАЛЬНОСТЬ ВОПРОСА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА БАЗЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

### **THE RELEVANCE OF THE ISSUE OF ENSURING TRANSPORT SECURITY BASED ON THE USE OF INTELLIGENT INFORMATION SYSTEMS**

Информационные технологии активно разрабатываются и интегрируются во многих профессиональных сферах жизнедеятельности современного человека. Одним из актуальных направлений развития данного сегмента является логистическая сфера. Особенную актуальность из сферы логистики получают вопросы, связанные с обеспечением транспортной безопасности. Основной целью текущей статьи является анализ вопроса, связанного с использованием интеллектуальных информационных систем с целью обеспечения транспортной безопасности. В работе применяются теоретические методы исследования, а также используются результаты научных материалов зарубежного и отечественного авторства.

*Ключевые слова:* логистика, информационные технологии, транспортная безопасность, цифровизация, информационная система.

Information technologies are actively being developed and integrating in many professional spheres of a modern person's life. One of the actual directions of development of this segment is the logistics sector. Issues related to ensuring transport security receive particular relevance from the field of logistics. The main purpose of the current article is to analyze the issue related to the use of intelligent information systems in order to ensure transport security. The paper uses theoretical research methods, as well as the results of scientific materials of foreign and domestic authorship.

*Keywords:* logistics, information technology, transport security, digitalization, information system.

Сегмент информационных технологий занимает ключевое место в рамках современного технологического прогресса, а также становлении и развитии многих бытовых и профессиональных областей жизнедеятельности человека. Посредством разработки и интеграции инновационных цифровых инструментов значительно повышается эффективность и рациональность использования ресурсов на предприятии, происходит сокращение ручного труда и, как следствие, сведение человеческого фактора к минимуму, а также ряд иных позитивно-влияющих на производство факторов. Таким образом, рассматриваемая научная область представляет колоссальную актуальность для современного транспортно-логистического комплекса, заключающуюся в значительном повышении эффективности и обеспечения уровня безопасности работы предприятий [1].

Информационные технологии находят свое применение в абсолютно разных областях деятельности человека. Активное использование наблюдается в архитектуре и строительстве, экономике, транспорте и иных актуальных на сегодняшний день профессиональных сферах. Именно поэтому в современном мире уделяется колоссальное внимание не только на повсеместную интеграцию цифровых решений, но и активное развитие самого инструментария информационных технологий. Именно инновационный потенциал данных технологий способен привести к качественным изменениям в сферах своей интеграции.

Одной из наиболее актуальных областей интеграции цифровых решений в рамках современного этапа развития является транспортная отрасль. Так, к примеру, Правительством Российской Федерации от 30.09.2018 года был утвержден план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры до 2024 года. План включает приоритет в сторону развития транспортной части страны и повышение уровня транспортной безопасности, представляя собой необходимость внедрения передовых технологий и лучших практик из области цифровизации транспортной отрасли и различных логистических процессов. Так, к примеру, разработкой современных информационных систем для логистической сферы занимается ряд передовых российских компаний (рис. 1) [2].

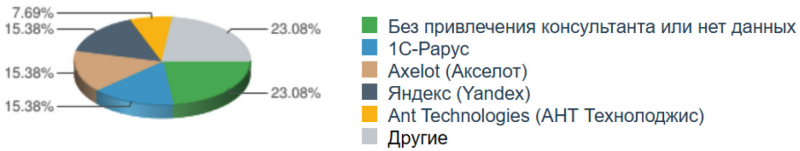


Рис. 1. Распределение компаний по соотношению интегрированных логистических информационных систем

На основе интеллектуальных информационных систем (ИИС) предоставляются возможности выполнения многофункциональных задач. Основными особенностями таких логистических систем является гибкость и возможность интеграции при решении задач из разных областей логистических процессов.

Гибкость в данном случае выражается в возможности адаптации к изменениям происходящих в исследуемой области бизнес-процессов и быстрого реагирования на инциденты нарушения безопасности.

Под интеграционной особенностью понимается возможность интеграции информационных систем в различные инфраструктуры, выходящие за рамки одного предприятия, что значительно повышает эффективность работы таких систем в вопросах безопасности. Использование набора данных инструментов представляется возможным ввиду непрерывного обновления и разработки инновационных цифровых решений, способных в режиме реального времени реагировать на изменения потребностей в сфере логистики [3–4].

Функционально рассматриваемые системы состоят из ряда решаемых задач, сгруппированных относительно признака общности цели. Основные элементы данных обеспечивающих систем включают в себя следующие составляющие, представленные на рис. 2 [5].

Анализируя составляющие ИИС, необходимо отметить, что данные решения представляют собой автоматизированные решения по управлению и мониторингом логистическими процессами. Основой данных решений является математический комплекс, включающий в себя программы и средства программирования, направленные на автоматизированную обработку текстов, получение справочных данных и обеспечение функционирования технических средств.

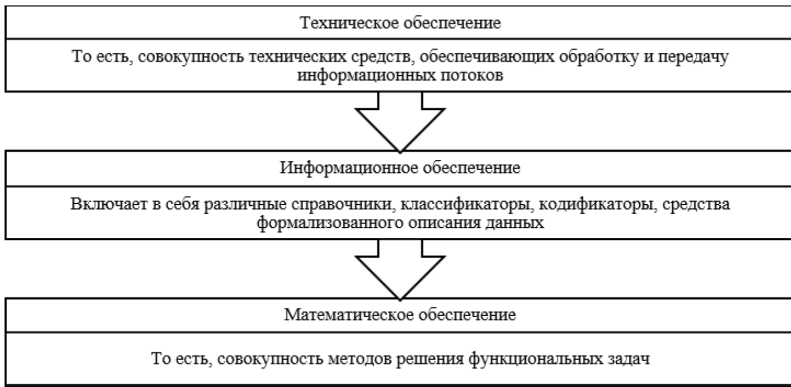


Рис. 2. Элементы логистических информационных систем

Логистические информационные системы позволяют обеспечивать бесперебойную и качественную работу по получению и обработке информации о товарах, грузах, складах и транспорте. Необходимо отметить, что без использования данных систем, ввиду более долгой обработки и получения данных, актуальность информации может быть потеряна и неэффективно использована при решении задач по обеспечению безопасности. Именно на основе средств информационных технологий представляется возможным создание и интеграция единой системы по сбору, обработке и передаче данных в режиме реального времени, что способствует оптимизации использования ресурсов и значительному повышению уровня транспортной безопасности [6].

На основе ИИС решается ряд ключевых задач, связанных с консолидацией информации о перевозках, условиях хранения и транспортировке грузов. Помимо этого, на основе цифровых решений обеспечивается бесперебойная интеграция совокупности систем, взаимодействующих между собой при выполнении логистических задач, и непрерывный документооборот на каждом из этапов в режиме реального времени. Помимо аспекта безопасности, на основе быстро получаемой и обрабатываемой с помощью машинного обучения информации, современный логистический бизнес получает возможность оптимизации загрузки складов и транспорта. Также

наблюдается возможность быстрого и эффективного расчета рентабельности и управления ценообразованием. Интеллектуальные системы способны не только производить контроль и решение логистических задач по ранее заданным шаблонам, но также и адаптироваться к текущим условиям и изменять работу алгоритмов с целью получения наиболее эффективных результатов.

Необходимо отметить, что одним из наиболее инновационных примеров обеспечения транспортной безопасности на основе ИИС является нейронная система видео-аналитики. Приложения используют видео-аналитику для принятия немедленных мер на основе своего решения без какого-либо взаимодействия с человеком. Кроме того, несколько систем управления базами данных, которые работают с данными и обрабатывают запросы к видео, имеют более продвинутые функции для поддержки видео-аналитики. Основными классическими алгоритмами видео-аналитики являются детекция движения и построение траектории движущихся объектов (трекинг). На основе данных алгоритмов разработаны несколько модулей аналитики *Domination* (рис. 3). Обнаруженное поведение объекта на видео помогает пользователям предпринимать соответствующие действия [7].

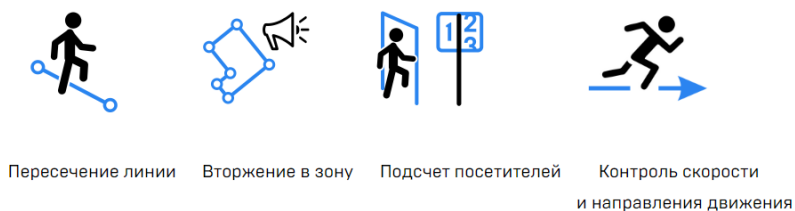


Рис. 3. Примеры детектирования движения посредством видеоаналитики

Обнаружение движения, отслеживание объектов и анализ сцен – все это рассматривается как видео-аналитика. Обнаружение движения заключается в сравнении текущего изображения со статическим фоном сцены. Отслеживание объектов позволяет найти конкретный объект в текущем кадре, который относится к объекту в следующем кадре. Анализ сцены заключается в распознавании действий в сцене.

Видео-аналитика помогает понять ситуацию в видео и спрогнозировать следующие шаги, отслеживая объекты в видео.

Как уже было сказано, важным преимуществом при интеграции нейронной видео-аналитики является вопрос безопасности. Информационные системы, обрабатывающие данные с камер, способны решать вопросы безопасности не только определенного транспортного объекта, но и объектов инфраструктуры, к которым относятся, в частности, транспортно-пересадочные узлы, склады, мастерские, депо, стоянки, а также линейные объекты – автодороги, путепроводы и иные. Безопасность таких разнородных объектов может обеспечиваться с помощью систем интеллектуального видеонаблюдения, но в каждом случае используется свой подход к организации мониторинга [8].

Исходя из этого, интеллектуальное видеонаблюдение помогает автоматизировать широкий спектр задач, которые ежедневно выполняют работники транспортных служб и служб безопасности, специалисты технического контроля. В дополнение необходимо отметить, что обработка запросов в видеопотоках должна быть быстрой, точной и масштабируемой. Важно, чтобы алгоритмы, используемые в видео-аналитике, были достаточно эффективными для обработки огромного объема данных.

Таким образом, основной целью представленной статьи являлось выполнение анализа вопроса использования интеллектуальных информационных систем с целью обеспечения транспортной безопасности. В заключение необходимо отметить, что сегмент информационных технологий предоставляет современному логистическому комплексу инновационные технологии, позволяющие более быстро и эффективно решать задачи из области безопасности относительно классических методов. Так, к примеру, одним из перспективных направлений применения информационных технологий для повышения транспортной ситуации можно считать нейронную видео-аналитику. В сравнении со стандартным наблюдением видеопотока человеком, данные системы способны в автоматическом режиме идентифицировать нарушения и подать соответствующие сигналы в пункт обработки информации.

### Литература

1. *Панфилова Е. Е., Соколов К. С.* Информационные технологии в логистике // СИЛА систем. 2019.
2. *Зимин А. С., Титов Т. П.* Информационные технологии в транспортной логистике // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. 2019.
3. *Распопина Т. А., Тарасов Е. Б., Шматков Р. Н.* Информационные технологии как основа эффективного развития транспортной отрасли // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2020.
4. *Markaryan U. K.* Research of information flows in the logistics system // Symbol of Science. 2016.
5. *Зайкова С. Н.* Транспортная безопасность в Российской Федерации: понятие и система // Вестник СГЮА. 2021.
6. *Мамаев Е. А., Guzenko N. V.* Digital transformations in transport holdings: rail transport // Bulletin of RSEU RINH. 2018.
7. *Volegzhantina I. S.* Transformation of forms of knowledge representation in didactic support of the process of teaching English in a transport university // Bulletin of Science and practice. 2018.
8. *Куликовская И. С.* Инновационные технологии как средство обеспечения антитеррористической безопасности на морском транспорте // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2021.



УДК 656.025.2:629.331

Марина Вячеславовна Солопова,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: marina.solopova@inbox.ru

Marina Vyacheslavovna Solopova,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: marina.solopova@inbox.ru

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ПАССАЖИРСКИХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК**

### **ORGANIZATION OF ROAD PASSENGER TRANSPORTATION**

В современном мире общественный транспорт играет огромную роль в транспортном сообщении между частями города. Это влияет и на стабильное функционирование предприятий, поскольку каждый день населению необходимо комфортное перемещение на работу и домой. Именно поэтому важно поддерживать благоприятную обстановку на дорогах.

Транспортная система затрагивает не только компании по перевозкам, но и безопасность перемещения пассажиров на общественном и личном транспорте. Для поддержания ситуации на дорогах важно поддерживать качество перевозки и тщательно следить за транспортной системой, дорабатывая и обновляя в зависимости от актуальной обстановки.

Статистика показывает, что с каждым годом все больше людей предпочитают общественный транспорт личному авто. Эта тенденция в долгосрочной перспективе очень благоприятно скажется на транспортной системе в целом, ведь люди, сидящие в десятках машин, могут без проблем поместиться в одном автобусе, что в свою очередь приведет к экономии места на дороге, и, следовательно, к уменьшению заторов. Кроме того, загрязнение атмосферы выхлопными газами при уменьшении транспортных средств на дорогах существенно уменьшится. Однако для того, чтобы мотивировать жителей на использование общественного транспорта вместо личного автомобиля, необходимо создать комфортные условия и качественные услуги дорожно-транспортной инфраструктуры.

*Ключевые слова:* общественный транспорт, транспортное сообщение, качество перевозки, транспортная система, дорожно-транспортная инфраструктура.

In today's world, public transportation plays an enormous role in transportation between parts of the city. It also affects the stable functioning of businesses, because every day the population needs to travel comfortably to and from work. That is why it is important to maintain a favorable environment on the roads.

The transportation system not only affects transportation companies, but also the safety of moving passengers on public and private vehicles. It is important to maintain the quality of transportation and carefully monitor the transportation system, tweaking and updating as the current situation arises, in order to maintain the situation on the roads.

Statistics show that every year more and more people prefer public transport to private cars. This trend in the long term will be very beneficial for the transport system as a whole, because people sitting in dozens of cars can fit in one bus with no problem, which in turn will lead to saving space on the road and, consequently, to reducing congestion. In addition, air pollution by exhaust gases with fewer vehicles on the roads will be significantly reduced. However, in order to motivate residents to use public transport instead of a personal car, it is necessary to create comfortable conditions and quality road transport infrastructure services.

*Keywords:* public transport, transport service, quality of transportation, transport system, road transport infrastructure.

Одной из основных потребностей населения является качественное транспортное обслуживание, поэтому автотранспорт, задействованный в перевозке населения, играет важную роль в транспортном комплексе страны.

Пассажирский транспорт города – это транспорт, зарегистрированный на территории Российской Федерации и предоставляющий пассажирам возможность перемещаться по населенному пункту. Подвижные составы включают автомобильные и электрические виды транспортных средств.

Ко всем категориям городского транспорта применяются одинаковые нормы определения стоимости билетов и тарифы, проходит распределение графиков передвижения и маршрутов.

К пассажирскому транспорту относятся:

- автобусы;
- троллейбусы;
- трамваи;
- маршрутные и линейные такси;
- метрополитен.

Наиболее распространенным видом общественного транспорта является автобус, способный выполнять нескольких различных функций. Нередко транспортные средства перемещения по населенному пункту состоят исключительно из автобусов. Так, например,

это может быть единственный вид транспорта, позволяющий перемещаться между отдаленными районами города и станциями метро. Чаще всего автобусы выполняют роль основного транспортного сообщения в мелких городах, поселках и пригородных зонах. В крупных Российских городах с достаточно массовыми пассажиропотоками действует система метро, абсолютно отделенная от наземного автотранспортного потока.

С повышением доступности для широких слоев населения России, наблюдается бурный рост количества числа владельцев личных автомобилей. За последние 10 лет парк индивидуальных собственников увеличился почти в полтора раза. По данным Федеральной службы государственной статистики, число собственных легковых автомобилей на 1000 человек населения России выросло с 242 в 2011 году до 327,6 в 2021 году, или на 35 %, при этом городское население на начало 2022 года составляет в России 74,8 % [1]. Таким образом, большая часть городского населения сталкивается с ростом аварийности и ухудшением экологической обстановки, потерей времени из-за транспортных заторов, а также повышенным расходом топлива.

Рост числа владельцев личных автомобилей обостряет для муниципалитетов городов серьезные социально-экономические и экологические проблемы, опережая развитие транспортной инфраструктуры и сервисной сферы. Наибольшая часть городов России особенно в исторически сформированных центрах испытывают проблемы с перегрузкой узких улиц, а также нехваткой парковочных мест.

Огромную роль в социальной области города играет работа городского руководства, которое регулирует функционирование транспортной системы и следит за пассажирскими перевозками. В свою очередь, городской транспорт должен обеспечивать комфортное перемещение пассажиров между остановочными пунктами с минимальными временными затратами. Возможность быстрого и удобного перемещения влияет на создание и поддержание контактов среди населения, особенно, жителей, проживающих в разных частях населенного пункта. Также экономия времени позволяет соблюдать рабочий график и отводить больше времени на социальное взаимодействие. Пассажирский транспорт дополнительно влияет на стабильную работу отраслей хозяйственного комплекса в целом.

Во многих странах Европы и в США проводились эксперименты передачи транспортного сообщения в частные руки, но ни один из опытов не завершился успехом, поэтому большинство стран, в том числе, и Россия в настоящее время нацелены на расширение открытого транспортного сообщения. Стратеги транспортных средств убеждены, что участие государства в данной сфере экономики действительно важна.

Для успешного решения проблем повышения пропускной способности УДС все больше городов мира переходят на концепцию устойчивого или сбалансированного развития, заключающуюся в экономической, социальной и экологической стабильности в долгосрочной перспективе.

Развитие транспортной системы является главной составляющей сбалансированного развития городов. Совет министров транспорта ЕС определяет сбалансированную транспортную систему как систему, которая:

- обеспечивает удовлетворение потребностей отдельных лиц, компаний и общества в доступности и надежности передвижения, не причиняя вреда экосистемам и здоровью человека, и способствует установлению принципа справедливости как внутри социальных групп и поколений, так и между ними;

- является доступным по средствам, работает четко и эффективно, предлагает виды транспорта на выбор, поддерживает конкурентоспособность экономики, а также сбалансированность регионального развития;

- минимизирует выбросы и отходы на уровне возможности природы поглощать их, использует возобновляемые ресурсы на уровне или ниже темпа их восстановления, использует невозобновляемые ресурсы на уровне или ниже темпов развития возобновляемых заменителей, сводит к минимуму воздействие на занимаемую землю, заботится о снижении шума. [2].

Качество услуг общественного автотранспорта оценивается согласно ряду характеристик, которые демонстрируют удовлетворенность пассажиров требованиями населения к концепции общественного автотранспорта: минимальное время в пути, безопасность и комфорт передвижения, комфорт ожидания, низкие цены на билеты.

Конструктивно каждое транспортное средство должно отвечать определенным требованиям по безопасности, скорости, комфорту и удобству пассажиров и других участников дорожного движения, которые в соответствии с классификацией, приведенной на рис. 1, относятся к группе промышленных и бытовых показателей.



Рис. 1. Структура показателей эффективности транспортной системы

Необходимо выделить, то что каждое поселение тесно сопряжено с природной средой. Излишняя сосредоточение автотранспортных средств порождает вредоносное загрязнение атмосферы, воды также грунта. Вредоносные воздействия ощущает не только природа, но также непосредственно человек, вынужденный жить в обстоятельствах, не отвечающих санитарно-гигиеническим условиям. Оценка воздействия автотранспорта на естественную также природоохранную ситуацию ведется по нормативным уровням загрязнения находящейся вокруг сферы, вибрации, шума также иных видов автотранспорта на микроклимат, то есть санитарно-гигиеническим показателям.

Для того чтобы повысить эффективность функционирования пассажирских перевозок существует ряд мероприятий организационно-го характера и методов организации дорожного движения.

К таким мероприятиям относятся:

- оптимизация маршрутной сети и расписания движения пассажирского транспорта;
- способы электронной оплаты проезда;
- регулирование перекрестков за счет специальных режимов для светофоров;
- ограниченный въезд индивидуального транспорта в центр города;

К методам организации дорожного движения ГПТ могут быть отнесены следующие:

- выделенные полосы для пассажирского транспорта;
- организация транспортных пересадочных узлов;
- организация остановок с пешеходными переходами между перекрестками.

Пассажирский автомобильный транспорт – наиболее выгодный и удобный способ перемещения пассажиров с экономической точки зрения. Главная задача перевозок заключается в предоставлении безопасного движения по дорогам и удовлетворении потребностей населения в сфере транспортного сообщения. Транспортная система напрямую влияет на качество жизни и играет важную роль в развитии и функционировании градостроительной и социально-экономической отраслях города.

Также каждый год проходит смена 10 % транспортных средств, за обеспечение которой отвечают не только городские власти, но и транспортные компании. Во все транспортные средства добавлены спутниковые устройства GPS и автоматические устройства определения местоположения, это позволяет отслеживать качество перемещений автобусов, соблюдение графиков и поддерживать удобство перемещение населения.

Для стабильного функционирования города необходима качественно спроектированная транспортная система.

В возможности современной транспортной сети города входит:

- соединение отдаленных частей города;
- высокая скорость перевозок;
- высокая маневренность;

При построении маршрутной карты необходимо учитывать особенности каждого города отдельно.

Таким образом, требуется переорганизация транспортной системы города для разгрузки движения и повышения комфорта и безопасности пассажирских перемещений.

### **Литература**

1. Статистика // Федеральная служба государственной статистики: официальный сайт. – 2021. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 27.09.2022).
2. Горев А. Э. Городской транспортный комплекс: учебник / Горев А. Э., Попова О. В., Солодкий А. И. – Москва: КноРус, 2022. – 273 с. – URL: <https://book.ru/book/942419> (дата обращения: 28.12.2021). – Текст: электронный.
3. Ульяновский И. А. Разработка методов организации маршрутных сетей городского пассажирского транспорта на базе совершенствования методики обследования пассажиропотоков: дис. канд. тех. наук: Ульяновский Иван Александрович. – Вологда. – 2006.

УДК 656.025.4:656.9

Екатерина Юрьевна Теплова,  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
E-mail: eteplova1@mail.ru

Ekaterina Yuryevna Teplova,  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
E-mail: eteplova1@mail.ru

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА ДЛЯ МАГИСТРАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗОВ

### THE USE ELECTRIC TRANSPORT FOR LONG-DISTANCE TRANSPORTATION OF GOODS

Еще несколько лет назад аккумуляторный электрический автотранспорт исчислялся единичными моделями, и мало кто всерьез задумывался о том, что электромобили составят конкуренцию двигателям внутреннего сгорания. Тем не менее, уже сегодня доля электромобилей в легковом сегменте составляет 3 %, и повышается со стремительной скоростью. По прогнозам, к 2025 году этот показатель достигнет 10 %. Такой быстрый рост объясняется в первую очередь большей осведомленностью о пагубном влиянии выхлопных газов на климат, а также на здоровье людей.

Что касается грузового автотранспорта, полная электрификация в этой области долгое время считалась невозможной, так как грузовые автомобили требуют огромного количества энергии, и, следовательно, громоздких аккумуляторов, отнимающих часть полезной грузоподъемности подвижного состава. В связи с этим в настоящее время грузовые электромобили в большинстве своем используются только для региональных и внутригородских грузоперевозок, и это уже сейчас способствует уменьшению загрязнения городского воздуха вредными выхлопными газами.

*Ключевые слова:* электрификация, грузовой транспорт, качество перевозок, аккумуляторы, климат.

A few years ago, battery electric vehicles were calculated in single models, and few people seriously thought that electric vehicles would compete with internal combustion engines. Nevertheless, already today the share of electric vehicles in the passenger segment is 3%, and it is growing at a rapid pace. This figure is projected to reach 10% by 2025. This rapid growth is primarily due to greater awareness of the harmful effects of exhaust gases on the climate, as well as on human health.



As far as trucks are concerned, full electrification in this area has long been considered impossible, as trucks require huge amounts of energy, and therefore bulky batteries that take up part of the payload of the rolling stock. In this regard, at present, electric trucks are mostly used only for regional and intercity cargo transportation, and this is already helping to reduce urban air pollution with harmful exhaust gases.

*Keywords:* electrification, freight transport, transportation quality, batteries, climate.

Альтернативные источники энергии становятся популярнее с каждым годом – это в первую очередь связано с ужесточением требований по сохранению климата на планете. Такие меры оказались вынужденными после того, как стало известно, насколько пагубное влияние на окружающую среду оказывают выбросы газов в атмосферу от разных областей промышленности. Согласно докладу Global Emissions Gap Report, подготовленному экспертами программы ООН по окружающей среде (UNEP), за 2018 год в атмосферу были выброшены рекордные 55,3 гигатонны парниковых газов. График на рис. 1 показывает, насколько стремительно увеличиваются выбросы углекислого газа: за период с 1990 года до 2019 года в атмосферу было выброшено больше CO<sub>2</sub>, чем за все время с начала ведения промышленности в XVIII веке до 1990 года.

Несмотря на то, что большая часть вредных газов выделяется при производстве электричества (28 %), на долю автомобильного транспорта приходится не менее 21 %, а из них около 27 % составляют выбросы грузового автотранспорта и автобусов. Автомобили также чаще находятся в непосредственной близости к людям, в центрах городов, загрязняя вдыхаемый ими воздух, в отличие от заводов и электростанций, которые чаще располагаются в пригороде.

В России проблема изменения климата, и, следовательно, использование альтернативных видов топлива на автомобильном транспорте обсуждается недостаточно активно – в стране не такие строгие нормы по выбросу углекислого газа, из-за чего внедрение электромобилей происходит с запозданием. На данный момент исследования в области альтернативных видов топлива проводятся в основном касаясь легкового автотранспорта, поэтому проведение исследований о том, что грузовые электромобили способны не только снизить вредное влияние на окружающую среду, но также снизить транспортные расходы

ды, может дать толчок к развитию грузового электротранспорта. Для того, чтобы уменьшить углеродный след от грузоперевозок, разрабатываются технологии использования альтернативных видов топлива для грузовых автомобилей. Наиболее популярная и многообещающая технология – это использование электромоторов. Электромотор может питаться от аккумуляторов, располагающихся на борту автомобилей (электромобили), или же от энергии, генерируемой непосредственно во время езды топливными элементами, использующими в качестве топлива сжиженный водород (автомобили с топливными элементами).

Несмотря на преимущества, многие издания считают водородный транспорт неэффективным. Главная проблема заключается в производстве самого водорода – это очень энергозатратный процесс. Издание CleanTechnica провело исследование и выяснило, что общий КПД у водородных топливных элементов равен 22 %. Для сравнения – у электромобилей на аккумуляторах этот показатель равен 73 %, у автомобилей с ДВС – всего 13 % (рис. 1).

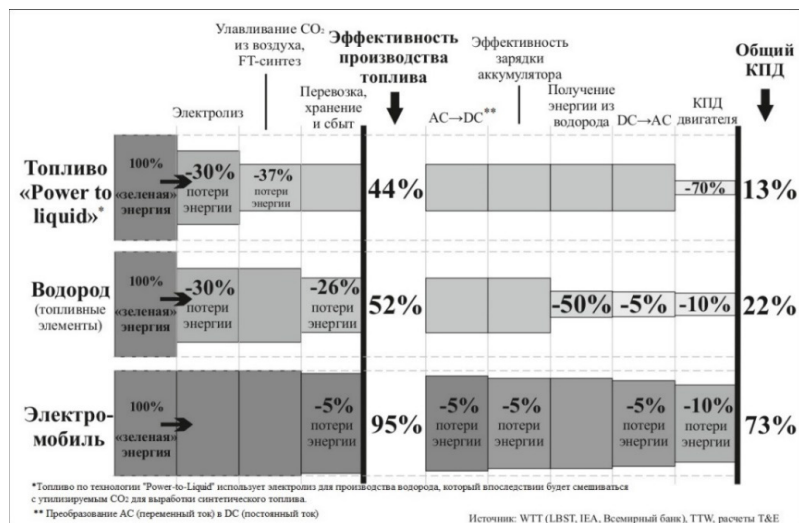


Рис. 1. Энергоэффективность автомобилей с ДВС, водородных автомобилей и электромобилей

Как можно заметить из рис. 1, неэффективность этого вида топлива заключается в том, что для производства водорода посредством электролиза, наиболее распространенного в настоящее время метода, требуется огромное количество энергии. Процесс преобразования водорода в электричество в топливном элементе также по своей сути неэффективен. Согласно исследованию, в этом процессе теряется еще 65 % оставшейся энергии.

Электрификация привлекательна не только как способ сокращения выбросов парниковых газов: некоторые исследования показывают, что массовое использование грузовых электромобилей позволит заметно снизить транспортные расходы, график на рис. 2 представляет собой сравнение транспортных расходов на перевозку груза на 1 км грузовым автомобилем на водородных топливных элементах, дизельным и электрическим грузовыми автомобилями в рублях:

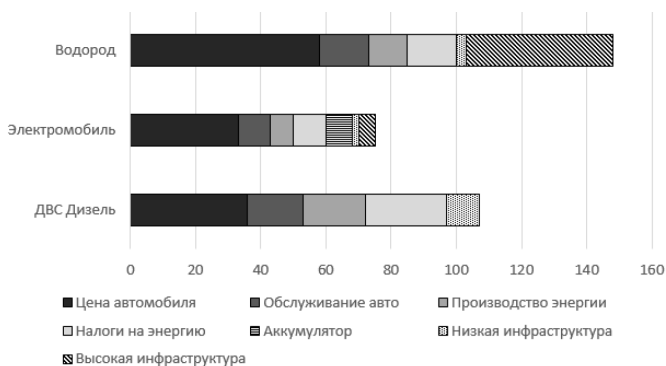


Рис. 2. Стоимость перевозки груза на 1 км у водородных, дизельных и электрических грузовых автомобилей, руб.

В 2021 году мировой автопром продемонстрировал скромный 4,7 % рост, чуть-чуть превзойдя показатели кризисного 2020 года. В то же время поставки подключаемых к розетке машин во время пандемии не только не снижались, а бурно росли.

В 2021 году было продано 6.75 млн «зелёных» авто, что на 108 % больше, чем годом ранее, сообщает аналитик агентства EV-Volumes.com

Роланд Ирле. Эти цифры включают в себя поставки легковых автомобилей, легкого коммерческого транспорта и легких грузовиков.

Тому, кто не следит за рынком нового транспорта, особенно в России может показаться, что «бурный», «галопирующий» – это громкие слова, за которыми скрываются единичные продажи. Однако в прошлом году их доля на мировом авторынке выросла уже до значимых 8,3 %. При этом большая их часть (71 %) приходится на настоящие батарейные электромобили (BEV), а доля временных решений – подключаемых гибридов – снижается.

Быстрый рост отрасли активизировал как производителей, так и государственные ведомства. Их волнуют не только меры по стимуляции производства и улучшению электрической инфраструктуры, но и глобальные решения по переработке и утилизации батарей, выработавших свой ресурс.

Когда аккумулятор в конце срока службы извлекают из автомобиля, может быть два варианта развития событий.

- **Переработка**

Извлечение ценных металлов для дальнейшего производства новых аккумуляторов.

- **Вторичное использование**

Использование АКБ в других сферах электрификации. Например, для питания электричеством жилых домов.

Учитывая все изложенные выше факты, подтверждающие высокую эффективность именно аккумуляторных электромобилей, было решено оценить эффективность их использования в грузовых автомобильных перевозках, так как помимо очевидного уменьшения пагубного влияния на окружающую среду и здоровье людей ввиду отсутствия выхлопов от эксплуатации, есть основания полагать, что грузовые электромобили могут также снизить транспортные расходы.

### **Литература**

1. Альтернативные топлива и технологии в автомобильном транспорте / Ю. В. Синяк // Отчет о научной деятельности лаборатории прогнозирования топливно-энергетического комплекса ИНП РАН. – 2015.
2. Fuel cell systems explained. Second edition / J. Larmini, A. Dicks // John Wiley & Sons, Ltd. – 2003. – С. 406.
3. Электронный ресурс <http://www.e-vesti.ru/ru/mirovye-prodazhi-elektromobilej-udvoilis-v-2021-godu/>. (дата обращения 29.09.2022).

УДК 629.331

*Александр Сергеевич Шишкин,*  
студент

(Санкт-Петербургский государственный  
архитектурно-строительный университет)  
*E-mail: ssaandro\_shinay@mail.ru*

*Aleksandr Sergeevich Shishkin,*  
student

(Saint Petersburg State University  
of Architecture and Civil Engineering)  
*E-mail: ssaandro\_shinay@mail.ru*

## **ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ РЕАГИРОВАНИЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ СЛУЖБ ПРИ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЯХ**

### **THE IMPACT OF THE RESPONSE TIME OF EMERGENCY SERVICES IN ROAD ACCIDENTS**

В настоящее время обеспечение безопасности дорожного движения является одним из наиболее важных направлений в развитии транспортной инфраструктуры в России. Причиной этого является рост социальной и экономической значимости проблемы ДТП, ведь рост автомобильного парка приводит к увеличению тяжести последствий от ДТП, повышению ущерба и уровня опасности (характеризуемого, например, вероятностью гибели участника движения в ДТП). Обеспечение высокого уровня БДД сводится не только к деятельности по предупреждению дорожно-транспортных происшествий, включающей совершенствование эксплуатационных свойств автомобилей, дорог, а также повышение мастерства водителей и уровня их транспортной дисциплины, но и к организации средств помощи пострадавшим после ДТП. Приоритетно задачей является уменьшение времени реагирования аварийно-спасательных служб.

*Ключевые слова:* безопасность дорожного движения, чрезвычайные ситуации на транспорте, организация средств помощи пострадавшим при дорожно-транспортных происшествиях, транспорт, смертность на дорогах.

Currently, road safety is one of the most important areas in the development of transport infrastructure in Russia. The reason for this is the growth of the social and economic significance of the accident problem, because the growth of the car fleet leads to an increase in the severity of the consequences of an accident, an increase in damage and the level of danger (characterized, for example, by the probability of death of a traffic participant in an accident). Ensuring a high level of road safety is reduced not only to the prevention of road accidents, including improving the operational properties of cars, roads, as well as improving the skill of drivers and the level of their transport discipline, but also to the organization of means of assistance to victims after an accident. The priority task is to reduce the response time of emergency services.

*Keywords:* road safety, transport emergencies, organization of means of assistance to victims of road accidents, transport, road deaths.

Обеспечение безопасности дорожного движения – комплексная проблема, находящаяся во взаимосвязи со многими правовыми институтами, а также зависящая от значительного количества факторов. Безопасность дорожного движения является одним из составляющих элементов общественного порядка и безопасности.

Анализируя различные научные публикации и статьи в области безопасности дорожного движения, а также анализируя статистические данные, можно сделать вывод, что ежегодные экономические потери Российской Федерации от аварий составляют около двух процентов ВВП, ведь треть погибших в авариях – это граждане в возрасте от 26 до 40 лет.

Транспортная инфраструктура претерпевает значительные изменения – совершенствование и развитие парка транспортных средств, реализация многочисленных мер, направленных на обеспечение транспортной безопасности в последние годы и тому подобное. Несмотря на это, в последние годы в Российской Федерации произошло множество дорожно-транспортных происшествий (ДТП), часть которых были отнесены к категории чрезвычайных ситуаций (ЧС), повлекших за собой многочисленные человеческие жертвы (по официальной статистике более 16 тыс. чел. в год) [1], значительный материальный ущерб, а также нанесение вреда окружающей среде. В условиях возникновения ЧС и других происшествий на транспорте органам управления Единой государственной системы предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций (РСЧС) всех уровней необходимо адекватно и оперативно реагировать на развивающиеся события и принимать решения применения сил и средств аварийно-спасательных служб (АСС) для немедленного оказания помощи пострадавшим

Помимо вводимых в последнее время нормативных изменений и технических решений, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения, одним из перспективных и важных направлений является реализация потенциала АСС МЧС России, быстрое и эффективное реагирование которых на происшествия и ЧС на транспорте способно привести к возможному сокращению числа

погибших. Дело в том, что большинство случаев смертельных исходов при происшествиях и ЧС на транспорте происходит на догоспитальном этапе, где некоторые из них можно было бы предотвратить за счет более эффективной деятельности АСС [2]. Так, например, согласно данным Экономической комиссии Организации Объединенных Наций около 50 % смертей происходит на месте аварии или во время транспортировки в больницу менее чем через 1 ч после аварии. Одной из актуальнейших задач является проблема повышения оперативности реагирования АСС на ДТП и ЧС на транспорте [3].

Нельзя не брать во внимание важность быстрого и точного сообщения об аварии на транспорте экстренным службам, ведь это значительно сокращает число погибших. Используя ежегодные данные, можно выделить достаточно заметную корреляцию между ущербом (количество погибших и травмированных) от ЧС и аварий на транспорте и следующими переменными: развитие транспортной инфраструктуры, число ТС, их виды, показатели оперативности реагирования АСС.

По результатам исследования, посвященного оценке эффективности реагирования АСС. В исследовании посвященном оценке эффективности реагирования АСС были проработаны вопросы оптимизации времени прибытия спасательных служб на примере решения задачи маршрутизации движения пожарных автомобилей. Исследование посвящено оценке эффективности реагирования АСС на ДТП на территории Северо-Западного федерального округа (СЗФО). Согласно проведенному комплексному анализ происшествий и ЧС на транспорте в СЗФО на автомагистралях и на обычных дорогах за период 2017 г. (охват составил около 84 % всех ЧС и аварий, произошедших за данный отчетный период). Учитывались такие исходные данные по каждой отдельной аварии, как: дата, время, место и данные по оперативной деятельности АСС (время прибытия, используемая техника и технические устройства, вид и продолжительность спасательных работ), данные по участникам аварий и пострадавшим, тяжестим травм (легкие, средние, тяжелые травмы или летальный исход). Информация представлена не в полном объеме. Например, зачастую отсутствовала информация о дорожных и погодных условиях, возрасте используемых транспортных средств, приме-

няемых мерах безопасности и др. Однако, имеющейся информационной базы достаточно для получения определенных статистических закономерностей взаимовлияния оперативности реагирования АСС на показатели социального ущерба. В табл. 1 представлены исходные данные по ущербу в ДТП и ЧС в СЗФО за 2017 г., в том числе их распределение по типам дорог.

Таблица 1

**Статистические данные о ДТП и ЧС на транспорте в СЗФО за 2017 г.**

Параметр	Значение
Количество ДТП и ЧС на транспорте	14 599
Число автомашин	21 988
Количество пострадавших	11 048
Из них:	
погибло	778
с тяжелыми травмами	2670
с легкими травмами	7600

Согласно данным анализа, основную помощь, которую оказывают спасатели АСС МЧС России при реагировании на ДТП, составляют следующие виды работ: в 59 % случаев – первая медицинская помощь, в 32 % случаев – разблокировка транспортных средств, в 9 % случаев – прочие работы (тушение загоревшихся транспортных средств, транспортировка пострадавших, психологическая помощь и др.).

С целью определения взаимосвязи времени реагирования АСС МЧС России с показателями смертности в ДТП и ЧС на транспорте необходимо связать два массива данных, где один из них содержал всю информацию о самих происшествиях (о транспортных средствах, пострадавших, внешних условиях и др.), другой же представлял информацию о времени прибытия и оказания помощи АСС.

Исследование включало в себя сбор информации по ДТП и ЧС на транспорте в СЗФО на автомагистралях и на обычных дорогах



за период 2017 г. (охват составил около 90 % всех происшествий), в ходе которого были получены полные данные по более чем 13 000 происшествий, включающие в себя дату, время и место происшествия, данные по оперативной деятельности АСС (время прибытия, используемая техника и технические устройства, вид и продолжительность спасательных работ), данные по пострадавшим (количество пострадавших и погибших в каждом происшествии по каждой категории участников происшествия: водитель, пассажир, пешеход; степени тяжести каждого пострадавшего: легкие, средние, тяжелые травмы или летальный исход). Распределение количества ДТП по видам дорог и погибшим в них представлено в табл. 2

Таблица 2

**Распределение аварий и смертельных случаев по видам дорог**

Виды дорог	Количество ДТП и ЧС на транспорте	Количество погибших
Автомагистраль	4712	292
Обычные дороги	8414	446
Другие	1473	40
Всего	14 599	778

В табл. 3 представлены основные описательные статистики распределения времени реагирования АСС для различных типов дорог. Распределение времени реагирования АСС весьма схожи для обоих видов дорог. Основное отличие проявляется в правом хвосте распределений. В 95 % аварий на автомагистралях АСС прибывали на место аварии менее чем за 45 мин. На обычных дорогах этот показатель составляет 52 мин. Среднее время прибытия АСС составляет около 23 мин, при этом различия между обоими типами дорог незначительны.

Одним из критериев отнесения ДТП к ЧС является, в том числе количество погибших и пострадавших. В следствие этого вводится в рассмотрение показатель  $R$ , представляющий собой отношение числа погибших к числу пострадавших в ДТП. К погибшим будут отно-

ситься те, кто умирает в течение 24 ч после происшествия, а к пострадавшим – те, кому требуется помощь на срок более 24 ч. На рис. 1, 2 представлена взаимосвязь между коэффициентом  $R$  и временем прибытия АСС на происшествия и ЧС на транспорте. На рисунках представлены 5-минутные интервалы времени реагирования АСС на происшествия и ЧС, произошедшие на автомагистралях и обычных дорогах (с указанием их количества) и соответствующим им значением коэффициента  $R$ .

Таблица 3

**Время реагирования АСС МЧС России на ДТП и ЧС на транспорте, мин.**

Статистические показатели	Автомагистраль	Обычные дороги
Среднее время	22,3	23,4
Стандартное отклонение	16,1	18,5
Минимум	0	0
Максимум	184	223

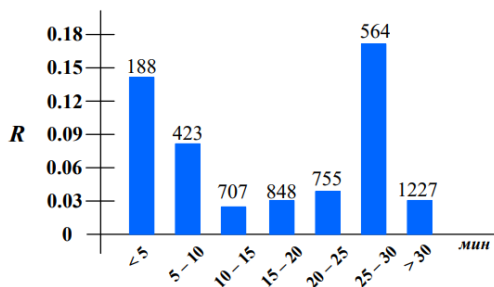


Рис. 1. Зависимость коэффициента  $R$  от времени прибытия АСС МЧС России в СЗФО на автомагистралях

Анализируя данные на рис. 1 и 2, можно легко сделать вывод, что в происшествиях и ЧС на автомагистралях наблюдается более высокий коэффициент  $R$  в первые два интервала времени, то есть когда время реагирования АСС меньше 10 мин. Это высокое

значение  $R$  объясняется типом аварий, происходящих на автомагистралях, так как они, как правило, более серьезны, чем на обычных дорогах (в первую очередь по причине различного скоростного режима). В этой связи более вероятно, что водители или пассажиры пострадавших транспортных средств погибают почти мгновенно.

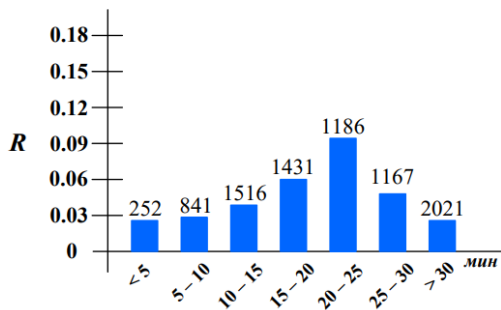


Рис. 2. Зависимость коэффициента  $R$  от времени прибытия АСС МЧС России в СЗФО на обычных дорогах

Для тех аварий, в которых время реагирования подразделений больше чем 10–15 мин, коэффициент  $R$  увеличивается по мере увеличения времени прибытия спасателей к месту оказания помощи. На последнем временном интервале (время прибытия больше 30 мин),  $R$  будет намного ниже, а, следовательно, на данном временном интервале важнее оказание помощи травмированным. С происшествиями и ЧС на обычных дорогах ситуация совершенно иная. В первые интервалы времени коэффициент  $R$  находится на низком уровне, что можно интерпретировать как меньшую вероятность мгновенной смерти, по сравнению с авариями и ЧС, произошедшими на автомагистралях. Вместе с тем до 25 мин коэффициент  $R$  растет по мере увеличения времени прибытия АСС. [4]

Закономерности, представленные на рис. 1, 2, свидетельствуют о том, что первые минуты после аварии имеют решающее значение для спасения жизней, будь то автомагистраль, или обычная дорога. Это первые 25–30, так называемых, «золотых минут». Данные цифры подтверждают явную зависимость количества погибших в ДТП

и ЧС на транспорте от оперативности реагирования и готовности АСС, которая определяется, в том числе и уровнем укомплектованности и технического состояния аварийно-спасательных средств.

#### **Литература**

1. РОССТАТ, статистика дорожно-транспортных происшествий URL: <http://stat.gibdd.ru/>
2. Гудзь Ю. В., Башинский О. А. Эпидемиологическая оценка травм и повреждений, при которых спасатели и пожарные МЧС России оказывают первую помощь пострадавшим // Медико-биологические и социально-психологические проблемы безопасности в чрезвычайных ситуациях. 2017. № 2. С. 25–33.
3. UNECE Statistic on Road Traffic Accident. United Nations Economic Comission for Europe. Transport Division – 2004.
4. Воднев С. А., Максимов А. В., Матвеев А. В. Методика выбора оптимального варианта программы технического обеспечения аварийно-спасательных служб в интересах повышения их готовности к ликвидации ЧС на транспорте // Техносферная безопасность. 2018. № 3(20). С. 92–99.

---

---

## Содержание

### СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ

<i>Бунеева Ю. Ю.</i> Предпосылки для технико-экономического обоснования расчетных скоростей движения на автомобильных дорогах категории IА . . . . .	3
<i>Виноградов И. А.</i> Современные нормативные требования и технические решения по организации водоотведения с автомобильных дорог . . . . .	10
<i>Гавриленко Т. В., Михайлова А. С.</i> Исследование надежности насыпи, проектируемой в криолитозоне по второму принципу . . . . .	21
<i>Грачева О. М.</i> Анализ использования серосодержащих отходов в составе асфальтобетонных смесей . . . . .	27
<i>Денисенко Д. А., Кашинская А. А.</i> Инновации в дорожном строительстве. Солнечные дороги . . . . .	31
<i>Дмитриева Е. В.</i> Повышение экологической безопасности автомобильных дорог . . . . .	38
<i>Дубовицкая О. Д.</i> ВМ-технологии как основа современного проектирования автомобильных дорог . . . . .	41
<i>Ежкин А. В.</i> Современные материалы и технологии нанесения горизонтальной дорожной разметки . . . . .	46

<i>Живницкий Н. С.</i> Особенности современного проектирования и строительства армогрунтовых систем мостов и подпорных стен. . . . .	56
<i>Коротков В. А., Курдюков Д. П., Самодурова Т. В.</i> Расчет геометрических параметров отнесенного левого поворота в стесненных условиях . . . . .	66
<i>Модин И. В.</i> Технологии параметрического моделирования и уровни разработки при реализации ВІМ-проекта . . . . .	73
<i>Самодурова Т. В., Тимощук С. А., Степанова А. О.</i> Проектирование подсистемы погодного мониторинга на автомобильных дорогах. . . . .	79
<i>Смирнов Ю. Н.</i> Средства и методы успокоения движения . . . . .	88
<i>Шангараев И. А., Разяпов Р. В.</i> Жизненный цикл промысловой дороги . . . . .	96

**ОБЪЕДИНЕННАЯ СЕКЦИЯ ДОРОЖНЫХ  
И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН И ТЕХНИЧЕСКОЙ  
ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

<i>Андреева Д. А.</i> Повышение экономичности наземно-транспортных технологических машин с помощью рекуперации энергии торможения . . . . .	102
<i>Бакиров Г. М., Нодирбек Муйдинжон угли Набиев</i> Цифровые двойники наземных транспортно-технологических машин . . . . .	107
<i>Богданов С. И., Голубцова Е. А., Жуков В. В.</i> Использование информационных технологий как средство автоматизации в работе склада . . . . .	113

<i>Дорохов А. В., Дученко А. А., Прокопьев А. П.</i> Автоматизированное управление технологическими процессами строительных и дорожных машин на базе гибридных нейросетевых структур . . . . .	117
<i>Евтушенко И. Ю.</i> Проект реконструкции действующего тюнинг-ателье BGT.SPB с внедрением роликового стенда . . . . .	124
<i>Клушина Ю. А.</i> Разработка методики прогнозирования расхода запасных частей для электромобилей. . . . .	130
<i>Ковнацкий А. В., Бабкин К. А.</i> Разработка производственно-технической базы оператора технического осмотра. . . . .	135
<i>Лосева П. А., Тюрюмин А. Н.</i> Модернизация конструкции козлового крана. . . . .	142
<i>Лукин Б. А., Кирк Д. А., Энрике Да Силва Каштру</i> Влияние комплекса подсистем мониторинга ИТС Орловской городской агломерации на экономические показатели . . . . .	146
<i>Лучков Д. М., Попков О. А.</i> Анализ особенностей рынка страхования дорожных машин. . . . .	151
<i>Жаухар Махжуб</i> Вальцы для листового металла . . . . .	157
<i>Попов В. А.</i> Разработка системы автоматизации управления карьерной техникой . . . . .	162
<i>Примакина Я. А., Гранкова К. И.</i> Повышение эффективности самосвала БелАЗ на основе перевода на электрическое питание . . . . .	170
<i>Старостенко А. В., Роголис П. В., Маркина О. А., Солдатов Р. В.</i> Многоразовая дорожная демпфирующая система. . . . .	175
<i>Трофимов Е. С.</i> Исследование показателей безопасности и надёжности автомобильных колёс инновационной конструкции . . . . .	182

<i>Черепанов Н. А., Турьишева Е. С.</i> Принцип печати конструкций с помощью строительного 3D-принтера . . . . .	188
<i>Чупахин И. Е., Крюков А. А., Кырченко Р. В., Анисимов В. И.</i> Технология диагностирования ходовой части легковых автомобилей с применением люфт-детектора . . . . .	196
<i>Ширин С. А.</i> Снижение эксплуатационных расходов за счёт применения систем спутникового мониторинга транспорта . . . . .	203
<i>Шкуратов А. Ю., Лазарев Е. М.</i> Система безопасности автомобиля в воде . . . . .	208
<i>Шкуратов А. Ю., Лазарев Е. М., Утко А. А.</i> Перспективы развития дорожно-строительных машин с электроприводом в России . . . . .	214
<i>Шулюшенков Д. С., Турьишева Е. С.</i> Экспериментальный стенд для производства арболита и изделий из него с автоматизированной системой контроля смеси и методика исследования . . . . .	219

## **СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ**

<i>Абозова И. И.</i> Анализ актуальных проблем средств индивидуальной мобильности в России . . . . .	225
<i>Битюкова Е. А.</i> Многокритериальная оптимизация транспортно-технологической схемы доставки грузов . . . . .	229
<i>Бошняк А. А.</i> Проблемы и решения в обслуживании городских пассажи́рских перевозок в удаленных районах города . . . . .	235
<i>Быстрова Е. Ю.</i> Организация скоростных автобусных маршрутов . . . . .	239



<i>Евтюков С. С., Бондаренко Ю. А.</i> Совершенствование системы безопасности заправки транспортных средств категории М1 . . . . .	245
<i>Елисеева А. А.</i> Формирование системы критериев для оценки конкурентоспособности грузового транспортного предприятия . . . . .	250
<i>Жидкова В. С.</i> Предложения по развитию транспортной сети города-спутника «Южный» . . . . .	257
<i>Зинуков Г. И., Сханова С. Э.</i> Повышение эффективности и качества грузовых перевозок . . . . .	261
<i>Коновалова Д. А., Булатова О. Ю.</i> Применение интеллектуальных транспортных систем с целью снижения уровня ДТП . . . . .	268
<i>Леонова А. Ю.</i> Влияние погодных условий на безопасность дорожного движения . . . . .	275
<i>Маркова А. В.</i> Оптимизация расходов предприятия путем внедрения систем телематики подвижного состава . . . . .	281
<i>Миняева Э. Г.</i> Повышение качества транспортного обслуживания в городских агломерациях . . . . .	287
<i>Молоткова Ю. О.</i> Анализ существующего подхода к оценке качества обслуживания пассажиров городским наземным транспортом . . . . .	293
<i>Потапов Г. М.</i> Управление транспортировкой на основе системы управления логистикой Oracle transportation management . . . . .	300
<i>Рахматова Е. А.</i> Актуальность вопроса обеспечения транспортной безопасности на базе использования интеллектуальных информационных систем . . . . .	305

<i>Солопова М. В.</i>	
Организация пассажирских автомобильных перевозок . . . . .	312
<i>Теплова Е. Ю.</i>	
Использование электрического транспорта для магистральных перевозок грузов . . . . .	319
<i>Шишкин А. С.</i>	
Влияние времени реагирования аварийно-спасательных служб при дорожно-транспортных происшествиях . . . . .	324

Научное издание

**МАГИСТРАТУРА –  
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ**

Материалы VII Всероссийской межвузовской конференции  
«Магистерские слушания»

25–26 октября 2022 года

Компьютерная верстка *О. Н. Комиссаровой*

Подписано к печати 31.01.2023. Формат 60×84  $\frac{1}{16}$ . Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 19,65. Тираж 300 экз. Заказ 11. «С» 9.

Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет.

190005, Санкт-Петербург, 2-я Красноармейская ул., д. 4.

Отпечатано на МФУ. 198095, Санкт-Петербург, ул. Розенштейна, д. 32, лит. А.