ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

Материалы XVI Международной конференции,
посвященной памяти доктора технических наук, профессора
Кравченко Павла Александровича

25–28 сентября 2024 года

Санкт-Петербург
2025

УДК 656

Рецензенты:

канд. воен. наук, профессор, завкафедрой *А. С. Афанасьев*
(Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II);

д-р техн. наук, доцент, завкафедрой *П. А. Пегин*
(Петербургский государственный университет
путей сообщения Императора Александра I)

Организация и безопасность дорожного движения в крупных городах : Материалы XVI Международной конференции, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Кравченко Павла Александровича [25–28 сентября 2024 г.] / Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2025. – 152 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1419-8

Опубликованы статьи участников XVI Международной конференции, прошедшей 25–28 сентября 2024 г. на базе автомобильно-дорожного факультета СПбГАСУ.

Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ

Редакционная коллегия:
д-р техн. наук, завкафедрой наземных
транспортно-технологических машин *Е. В. Куракина* (СПбГАСУ);
д-р техн. наук, профессор кафедры наземных
транспортно-технологических машин *С. А. Евтюков* (СПбГАСУ);
канд. техн. наук, доцент кафедры наземных
транспортно-технологических машин *А. А. Абросимова* (СПбГАСУ)

Секретарь:
аспирант кафедры наземных транспортно-технологических машин
Д. С. Орлов (СПбГАСУ)

ISBN 978-5-9227-1419-8

© Авторы статей, 2025
© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2025

УДК 656.13

Денис Васильевич Капский,
д-р техн. наук, профессор
Сергей Валерьевич Богданович,
канд. техн. наук, доцент
(Белорусский национальный
технический университет)
E-mail: d.kapsky@gmail.com,
bsw001@gmail.com

Denis Vasilievich Kapski,
Dr. Sci. Tech., Professor
Sergey Valerievich Bogdanovich,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Belarusian National
Technical University)
E-mail: d.kapsky@gmail.com,
bsw001@gmail.com

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПРОВЕДЕНИЯ СОЦИОЛОГИЧЕСКОГО ОПРОСА ПО ПРОБЛЕМАМ БЕЗОПАСНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ КАЗАХСТАНА)

DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY FOR CONDUCTING A SOCIOLOGICAL SURVEY ON SAFETY ISSUES (ON THE EXAMPLE OF KAZAKHSTAN)

Получение эмпирических данных путем социологического обследования пользователей дорог позволяет перейти к изучению проблем безопасности дорожного движения в условиях отставания развития дорожной инфраструктуры, несовершенства нормативной правовой базы, изменении морально-этических приоритетов и норм поведения населения. Поэтому необходимо получение нового научного знания о состоянии, качественной характеристике безопасности дорожного движения как социального явления.

Ключевые слова: дорожное движение, социологические обследования, безопасность, поведение населения.

Obtaining empirical data through a sociological survey of road users allows us to move on to studying road safety issues in the context of lagging road infrastructure development, imperfect regulatory framework, changing moral and ethical priorities and norms of behavior of the population. Therefore, it is necessary to obtain new scientific knowledge about the state, qualitative characteristics of road safety as a social phenomenon.

Keywords: road traffic, sociological surveys, safety, population behavior.

Основные способы проведения социологических опросов приведены в табл. 1.

Таблица 1

Методы сбора данных социологических опросов [1–10]

Метод	Преимущества	Недостатки	Страны
Телефонный опрос	Обученные интервьюеры и возможность задать уточняющие вопросы. Возможность пропустить вопросы	Высокие затраты. Влияние на ответы. Нет возможности использовать фотографии или карты. Ограниченные возможности. Мало домашних телефонов, мобильные телефоны не отвечают	Дания, Швеция, Австрия, Эстония
Опрос по почте	Больше времени подумать над ответами. Возможность добавлять фотографии, карты	Низкая скорость. Нет контакта с не респондентами. Частота ответов часто низкая	Финляндия, Швеция
Интернет опрос (электронная почта)	Низкие затраты. Эффективно и быстро. Возможность добавить материал, который помогает респонденту (карты и т. д.). Возможность пропустить вопросы	Зависит от уровня охвата интернета по стране, в различных возрастных группах. Нет контроля над тем, кто и когда отвечает. Не обязательно репрезентативный образец	Нидерланды
Опрос в браузере	Устойчивая группа людей, готовых ответить на вопросы в короткие сроки (быстро, эффективно). Низкие затраты. Возможность добавить материал, который помогает респонденту (карты и т. д.) Возможность пропустить вопросы	Не обязательно репрезентативный образец. Требуется постоянный отбор, чтобы сохранить хорошее качество	Великобритания, Швеция

Окончание табл. 1

Метод	Преимущества	Недостатки	Страны
Личный опрос дома	Обученные интервьюеры и возможность задать уточняющие вопросы. Возможность использовать фотографии, карты. Возможность пропустить вопросы	Высокие затраты. Влияние на ответы. Низкая скорость. Люди могут стесняться отвечать	Великобритания
Личный опрос в специальном месте (например, на АЗС)	Обученные интервьюеры и возможность задать уточняющие вопросы. Возможность использовать фотографии, карты. Возможность пропустить вопросы. Возможность задать вопросы, связанные с текущим местоположением	Зачастую пользователи готовы отвечать только на короткие вопросы (укороченная анкета)	Португалия, Нидерланды
Опросный лист в специальных местах (например, на паркинге)	Низкие затраты. Легко опросить специальные группы, такие как туристы или некоторые пользователи парковки / паркинга / А(ЭГ)ЗС. Способ собрать группу, которая может быть использована позже	Нет контроля над тем, кто и когда отвечает. Нет гарантии определенного количества ответов. Нет репрезентативной выборки	Великобритания, Эстония

Оптимальный размер выборки при проведении социологического опроса должен определятся по формуле:

$$N_e = \frac{\dfrac{z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{e^2}}{1 + \left[\dfrac{z^2 \cdot p \cdot (1-p)}{N \cdot e^2}\right]}, \quad (1)$$

где N_e – оптимальный размер выборки, чел.; z – уровень доверия в виде z-оценки, $z = 1{,}96$; p – процентная доля выборки, $p = 0{,}5$; e – предел погрешности, в долях единицы; N – численность совокупности, чел.

Подобным образом возможно определить количество респондентов не только для всей сети автомобильных дорог, но и для отдельных регионов, а также отдельных автомобильных дорог. В табл. 2 приведены оптимальные размеры выборки при проведении социологического опроса с различным уровнем погрешности.

Таблица 2

Оптимальный размер выборки

Численность совокупности	Оптимальный размер выборки, чел., при погрешности e		
	± 3 %	± 5 %	± 10 %
500	341	218	81
1000	517	278	88
3000	788	341	93
5000	880	357	95
10 000	965	370	96
25 000	1024	379	96
50 000	1045	382	96
100 000	1056	383	96
500 000	1065	384	97
1 000 000 и более	1066	385	97

Исходя из расчетов принимаем оптимальное количество опрашиваемых респондентов 1100 человек, которые равномерно распределены по всей территории Республики Казахстан: Акмолинская область – 101 чел.; Актюбинская область – 52 чел.; Алма-Атинская область – 227 чел.; Атырауская область – 37 чел.; Восточно-Казахстанская область – 87 чел.; Жамбылская область – 69 чел.; Западно-Казахстанская область – 40 чел.; Карагандинская область – 86 чел.; Костанайская область – 55 чел.; Кызылординская область – 48 чел.; Мангистауская область – 39 чел.; Павлодарская область – 47 чел.; Северо-Казахстанская область – 35 чел.; Южно-Казахстанская область – 177 чел.

Каждый из респондентов должен быть в возрасте 18 лет и старше и использовать автомобильные дороги в течение предыдущих 12 месяцев.

Респонденты должны указать следующие данные: пол (мужской или женский); возраст (число полных лет); стаж вождения (число полных лет); образование; наличие водительских категорий; как часто при поездках используются республиканские автомобильные дороги (в процентном отношении ко всем поездкам); ориентировочный ежегодный пробег транспортного средства; профессиональность водителя; тип транспортного средства; место проживания. Среди опрашиваемых должно быть не менее 20 % женщин и не менее 30 % профессиональных водителей.

Трихотомические закрытые вопросы предполагают выбор ответа из списка: да; нет; затрудняюсь ответить. На такие вопросы требуются обязательно дать ответ. Дискретные вопросы предполагают шкалу, пронумерованную баллами от 1 до 5, где 1 – «очень плохо», 5 – «отлично». Формулировка крайних ответов зависит от конкретного вопроса и может изменяться. Такие вопросы допускают пропуск ответов, но не более 50 %.

При обработке ответов трихотомических закрытых вопросов производится их группировка по ответам «да» и «нет». При этом ответ «затрудняюсь ответить» добавляется в каждую из групп с коэффициентом 0,5. По результатам ответов строятся диаграммы, с помощью которых можно анализировать результаты социологического опроса. Такие диаграммы возможно применять не только для всей сети автомобильных дорог, но и для отдельных регионов, а также отдельных автомобильных дорог. Кроме того, их можно строит по каждому направлению отдельно. Индекс удовлетворенности пользователей является ключевым показателем восприимчивости проблемы безопасности дорожного движения и мониторинга изменения общественного сознания. Основная цель – индекс удовлетворенности более 75 %. По результатам ответов на дискретные закрытые вопросы социологического опроса определяется общий уровень удовлетворенности дорожной сети автомобильных дорог Республики Казахстан по формуле:

$$I_s = \frac{20 \cdot \sum \left(R \cdot N_e \right)}{\sum N_e}, \qquad (2)$$

где I_s – индекс удовлетворенности, %; R – средний результат опроса по каждому вопросу анкеты, %; N_e – размер выборки, ответившей на вопрос, чел.

Изменения индекса удовлетворенности по годам, областям, дорогам также могут быть отражены при помощи различных графиков или диаграмм. Данный показатель возможно применять не только для всей сети автомобильных дорог, но и для отдельных регионов, а также отдельных автомобильных дорог. Кроме того, его можно рассчитывать по каждому вопросу и направлению отдельно.

Заключение

Проведены теоретические исследования и практические социологические исследования, составившие основу рекомендаций по проведению социологических обследований пользователей дорог по вопросам безопасности дорожного движения.

Литература

1. Разработка новой машины для очистки дорог от снежно-ледяных образований / Иванов И. И. // Строительные и дорожные машины. – 4/2022. – С. 33–37.

2. Customer Satisfaction Surveys / User Surveys in European Road Administrations [Электронный ресурс] // CEDR Task 15: Questionnaire to CEDR member countries. – 2010. – 7 p.

3. Wege zur nachhaltigen Mobilität. Nachhaltigkeitsbericht [Электронный ресурс] // ASFINAG. – Wien, 2018. – P. 77.

4. Jensen A.K. Trafiksikkerhed ifølge danskerne – 5 paradokser om sprit og fart i trafikken [Электронный ресурс] / A. K. Jensen, T. Frydkjær, L. Fisker // Mandag Morgen. – 2011. – 38 p.

5. Liikenneviraston tienkäyttäjätyytyväisyystutkimus Valtakunnallinen raportti – Talvi 2015 [Электронный ресурс] // Liikennevirasto. – Helsinki, 2015. – 96 p.

6. Wegbelevingsmonitor automobilisten gemeenten, provincies en Rijkswaterstaat. November 2017 [Электронный ресурс] // WOW. – Amsterdam, 2017. – 123 p.

7. NRUSS Methodology Note 2017/2018 [Электронный ресурс] / AECOM. – 2018. – 8 p.

8. National Road Users' Satisfaction Survey 2017–18 [Электронный ресурс] // Transport Focus. – London, 2018. – 36 p.

9. Краткий обзор социологических опросов по проблемам восприимчивости проблемы безопасности дорожного движения и мониторинга изменения общественного сознания в разных странах / Д. В. Капский, С. В. Богданович, Е. Н. Кот, С. В. Скирковский // Проблемы безопасности на транспорте : Материалы XII МНПК. Том Часть 2. – Гомель: БелГУТ, 2022. – С. 115-117. – EDN OFDQSC.

10. *Капский, Д. В.* Психофизиология участников дорожного движения (Автотранспортная психология): учебно-методическое пособие для студентов специальности 1-44 01 02 «Организация дорожного движения» / Д. В. Капский, И. И. Лобач, П. А. Пегин. – Минск: БНТУ, 2016. – 302 с. – EDN MCVCPI.

УДК 656.13.05

Анатолий Кирьянович Погодаев,
д-р техн. наук, профессор
(Липецкий государственный
технический университет)
Сергей Аркадьевич Евтюков,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Владимир Эрнстович Клявин,
д-р техн. наук, доцент
Антон Сергеевич Сысоев,
канд. техн. наук, доцент
Светлана Викторовна Жихорева,
аспирант
(Липецкий государственный
технический университет)
*E-mail: pogodaev_ak@mail.ru,
s.a.evt@mail.ru, vllk@list.ru,
anton_syssoyev@mail.ru,
szhikhoreva@list.ru*

Anatoly Kiryanovich Pogodaev,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Lipetsk State
Technical University)
Sergey Arkadievich Evtyukov,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Vladimir Ernstovic Klyavin,
Dr. Sci. Tech., Associate Professor
Anton Sergeevich Sysoev,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Svetlana Viktorovna Zhikhoreva,
postgraduate student
(Lipetsk State
Technical University)
*E-mail: pogodaev_ak@mail.ru,
s.a.evt@mail.ru, vllk@list.ru,
anton_syssoyev@mail.ru,
szhikhoreva@list.ru*

ОЦЕНКА УРОВНЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ НА МАРШРУТЕ*

ASSESSMENT OF THE LEVEL OF ROAD SAFETY ON THE ROUTE

Рассмотрена возможность оценки уровня обеспечения безопасности дорожного движения для маршрутов общественного транспорта и транспортных потоков, направленных на обслуживание транспортно-логистических систем. Методика расчета позволяет не только выявить риски возникновения аварийных ситуаций на формируемом маршруте, но и определить необходимые мероприятия для снижения этих рисков на наиболее проблемных участках маршрута.

Ключевые слова: интеллектуальная транспортная система, безопасность дорожного движения, дорожно-транспортное происшествие, формируемый маршрут.

* Исследование выполнено при поддержке Российского научного фонда (проект 24-21-00291, https://rscf.ru/projects/24-21-00291)

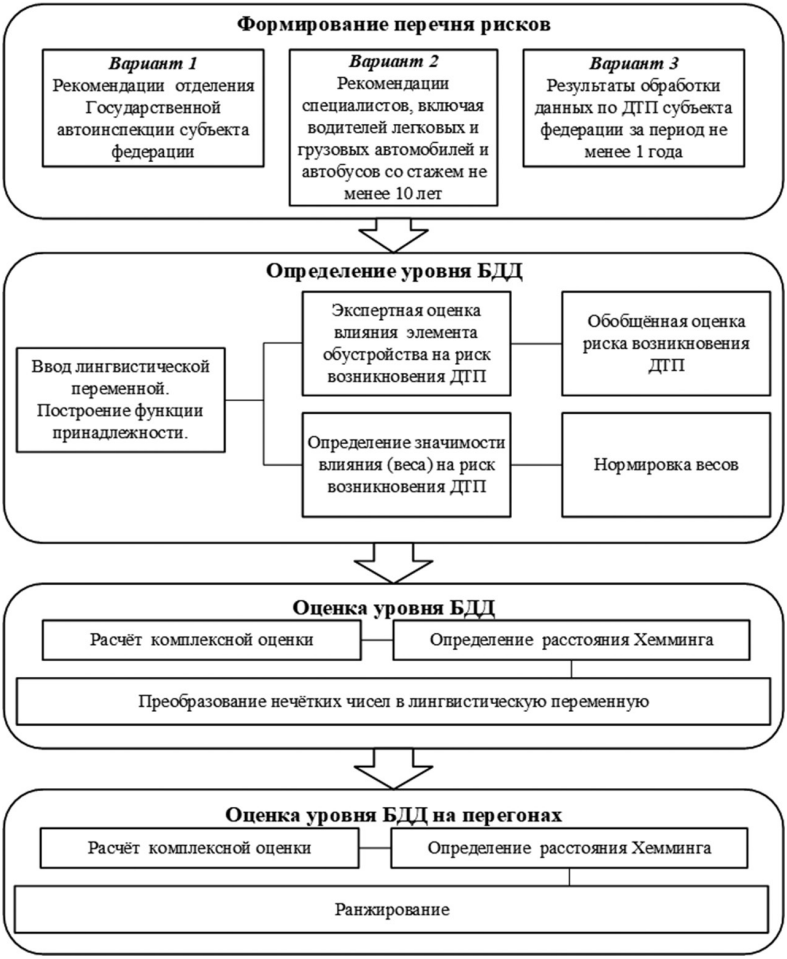
The possibility of assessing the level of road safety for public transport routes and traffic flows aimed at servicing transport and logistics systems is considered. The calculation method allows not only to identify the risks of emergency situations on the formed route, but also to determine the necessary measures to reduce these risks on the most problematic sections of the route.

Keywords: intelligent transport system, road safety, road accident, route being formed.

Принятый в России курс на внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) не отменяет необходимость формирования маршрутов не только для общественного транспорта, но и для обслуживания центров притяжения, включающих производственные предприятия, исторически расположенных в черте городов и требующих обеспечения грузодвижения, входящего в транспортно-логистические системы. Основным критерием выбора маршрута как правило является минимизация задержек движения транспортных средств. [1] Однако с учетом высокого уровня автомобилизации не менее важно оценивать уровень обеспечения безопасности дорожного движения (БДД) на формируемых маршрутах. Ведь любое дорожно-транспортное происшествие (ДТП), будь оно с материальным ущербом и тем более с пострадавшими, приводит к задержкам движения транспортных потоков, причем зачастую к существенным. Причем, по последним данным [2] за 6 месяцев текущего года на улично-дорожной сети и дорогах населенных пунктов регистрируется 78,8 % всех ДТП. И это без учета ДТП с материальным ущербом, большинство из которых также вызывают значительные задержки движения. Поэтому большое значение приобретает оценка рисков возникновения ДТП.

Учитывая, что транспортно-логистические маршруты и маршруты общественного транспорта в городах федерального значения и столицах субъектов федерации формируются с возможностью управления непосредственно или в перспективе ИТС, делается допущение, что на маршруте присутствуют только регулируемые и кольцевые пересечения. Регулируемые пересечения обеспечивают бесконфликтное разделение транспортных потоков. Кольцевые пересечения не имеют конфликтных точек «пересечение» и являются общепринятым средством повышения безопасности движения [3]. Поэтому в предлагаемой методике особое внимание уделяется перегонам.

В основе методики лежит статический анализ, приведенный в работе [4], но переработанный для оценки уровня БДД на формируемом маршруте (см. рисунок), базирующийся на теории нечетких множеств [5] и экспертной оценке [6]. Объектом исследования являются элементы обустройства перегонов формируемого маршрута, оказывающих влияние на риск возникновения ДТП [3].



Метод комплексной оценки уровня обеспечения БДД

Для построения функции принадлежности для каждого элемента терм-множества настоятельно рекомендуется использовать нормальный закон распределения [7], область существования которого с целью уменьшения размытости функции принадлежности необходимо ограничить интервалом 0,5.

Для определения уровня обеспечения БДД используется расстояние Хэмминга между парами функций принадлежности [5], дающее линейную оценку расстояния, позволяющую также провести ранжирование перегонов по степени риска возникновения ДТП.

Заключение

Предлагаемый метод оценки уровня обеспечения БДД позволяет не только выявить риски возникновения ДТП на формируемом маршруте, но и определить необходимые мероприятия для снижения этих рисков на наиболее проблемных участках маршрута.

Литература

1. *Болбаков Р. Г., Маркелов В. М., Цветков В. Я.* Топологическое моделирование на геоданных // Перспективы науки и образования. 2014. № 2. С. 34–39.

2. *Баканов К. С.* Дорожно-транспортная аварийность в российской федерации за 6 месяцев 2024 года. Информационно-аналитический обзор / К. С. Баканов, П. В. Ляхов, А. С. Айсанов и др. Под ред. Д. В. Митрошина и О. М. Порташникова – М: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2024. – 36 с.

3. Global status report on road safety 2015. Geneva: World Health Organization; 2015. 324 p.

4. Метод объективной оценки уровня обеспечения безопасности движения / В. А. Корчагин, А. К. Погодаев, В. Э. Клявин, В. А. Суворов // Наука и техника в дорожной отрасли. 2017. № 1. С. 10–12.

5. *Кофман Л.* Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с франц. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.

6. *Заде Л. А.* Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1976 – 165 с.

7. *Вентцель Е. С.* Теория вероятностей: Учеб. для вузов. – 6-е изд. стер. – М.: Высш. шк., 1999. – 576 с.

УДК 656.11:004.89

Вячеслав Валерьевич Морозов,
канд. техн. наук
(Тюменский индустриальный университет)
E-mail: morozov1990_72@mail.ru

Viacheslav Valerevich Morozov,
PhD in Sci. Tech.
(Industrial University of Tyumen)
E-mail: morozov1990_72@mail.ru

УПРАВЛЕНИЕ ТРАНСПОРТНЫМИ ПОТОКАМИ НА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ГОРОДОВ ПРИ ПОМОЩИ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

TRAFFIC FLOW MANAGEMENT ON THE URBAN STREET AND ROAD NETWORK USING NEURAL NETWORK TECHNOLOGIES

Формирование транспортных заторов на городской улично-дорожной сети городов остается одной из актуальных и нерешенных проблем в сфере транспорта. Одним из возможных способов решения данной проблемы может являться применение искусственного интеллекта в целом и нейронные сети в частности. В связи с этим предлагается использовать нейросетевые технологии для мониторинга и управления транспортными потоками в целях предотвращения формирования транспортных заторов. Статья подготовлена в рамках выполнения проекта гранта РНФ № 23-79-01021 «Исследование процесса управления транспортными потоками в городах на основе нейросетевых технологий», 2023–2025 гг.

Ключевые слова: организация дорожного движения, транспортный поток, улично-дорожная сеть, мониторинг дорожного движения, нейронная сеть.

The formation of traffic congestion on the urban street and road network of cities remains one of the urgent and unresolved problems in the field of transport. One of the possible ways to solve this problem may be the use of artificial intelligence in general and neural networks in particular. In this regard, it is proposed to use neural network technologies for monitoring and managing traffic flows in order to prevent the formation of traffic jams. This research was funded by the Russian Science Foundation grant project «Study of Urban Traffic Flow Management Based on Neural Network Technologies» (# 23-79-01021, 2023–2025).

Keywords: traffic management, traffic flow, road network, traffic monitoring, neural network.

Во многих субъектах Российской Федерации сохраняется высокий уровень автомобилизации. Тюменская область, являющаяся одним из самых экономически развитых регионов, также не является

исключением. При этом автомобилизация в областном центре за последние 10 лет увеличилась в среднем в 1,5 раза больше, чем в целом по региону [1]. Анализируя динамику изменения автомобилизации г. Тюмени, можно заметить следующее. Несмотря на то, что в последние годы темпы прироста существенно снизились, значение уровня автомобилизации приближается к отметке в 600 авт./тыс.чел.

Регрессионный анализ показал, что процесс изменения значения уровня автомобилизации может быть описан полиноминальной функцией второго порядка (рис. 1). Следовательно, прогнозирование также может быть основано на продолжение линии тренда. Таким образом, возникают обоснованные предположения, что уровень автомобилизации продолжит повышаться и к 2030 г. приблизится к отметке в 1000 авт./тыс. чел. Это означает, что в среднем у каждого жителя города будет личный автомобиль.

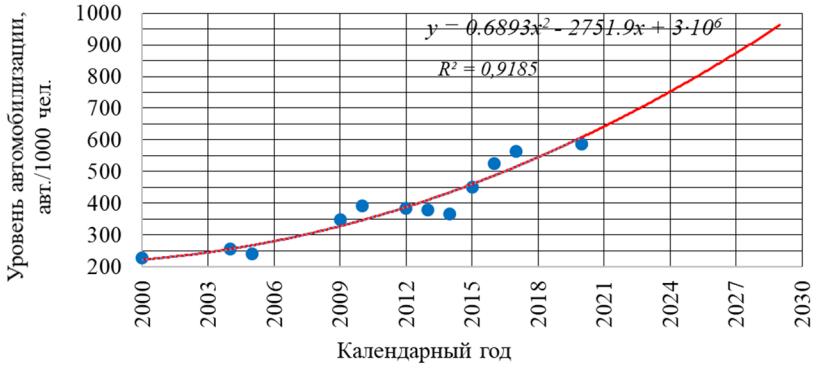


Рис. 1. Прогнозирование дальнейшего изменения автомобилизации в г. Тюмени

Постоянное увеличение количества транспортных средств на городской улично-дорожной сети неизбежно влечет за собой целый ряд проблем, наиболее значимой из которых можно определить формирование транспортных заторов [2]. Поиск выхода из данной ситуации представляет собой нетривиальную задачу для современного научного сообщества.

По результатам анализа результатов исследований, выполненных ранее в данном направлении, установлено, что образование транспортных заторов является следствием снижения интенсивности движения

автомобилей на участке улично-дорожной сети, обслуживающем транспортные потоки, по отношению к участку улично-дорожной сети, формирующем транспортные потоки [2]. Поэтому предотвращение образования транспортных заторов напрямую связано с процессом изменения интенсивности движения автомобилей.

На предыдущих этапах исследования для максимизации интенсивности движения транспортных потоков была разработана методика повышения эффективности организацией дорожного движения на городских регулируемых пересечениях с учетом концентрации транспортного потока во времени (рис. 2). Задача предотвращения формирования транспортных заторов в рамках данной методики выполнялась за счет корректировки светофорного цикла по критерию оптимизации – занятости полосы [3]:

$$Q = (b\theta - a\theta^2)M_H\lambda, \quad (1)$$

где Q – интенсивность движения ТП, авт./ч; θ – занятость полосы, %; a, b – параметры модели, 1/%; M_H – поток насыщения, авт./ч; λ – доля разрешающего сигнала в светофорном цикле.

Изначально, сбор данных для реализации методики предлагалось производить посредством видеодетекторов. Однако за последние 10 лет по ряду объективных причин стоимость данного оборудования существенно увеличилась. Кроме того, детектор сам по себе является очень узконаправленным оборудованием с ограниченным функционалом. При этом, во многих городах имеются различные видеокамеры уличного наблюдения с открытом доступом. Поэтому, в рамках данного исследования предлагается использовать нейросетевые технологии для обработки видеоизображения с уличных камер наблюдения для получения исходных данных, необходимых для реализации процесса управления транспортными потоками.

Для получения исходного видеоизображения необходимо использовать камеры уличного видеонаблюдения с большим углом обзора. В качестве таких камер могут быть использованы камеры ООО «Русская компания» [5], которые расположены практически во всех наиболее проблемных участках г. Тюмени.

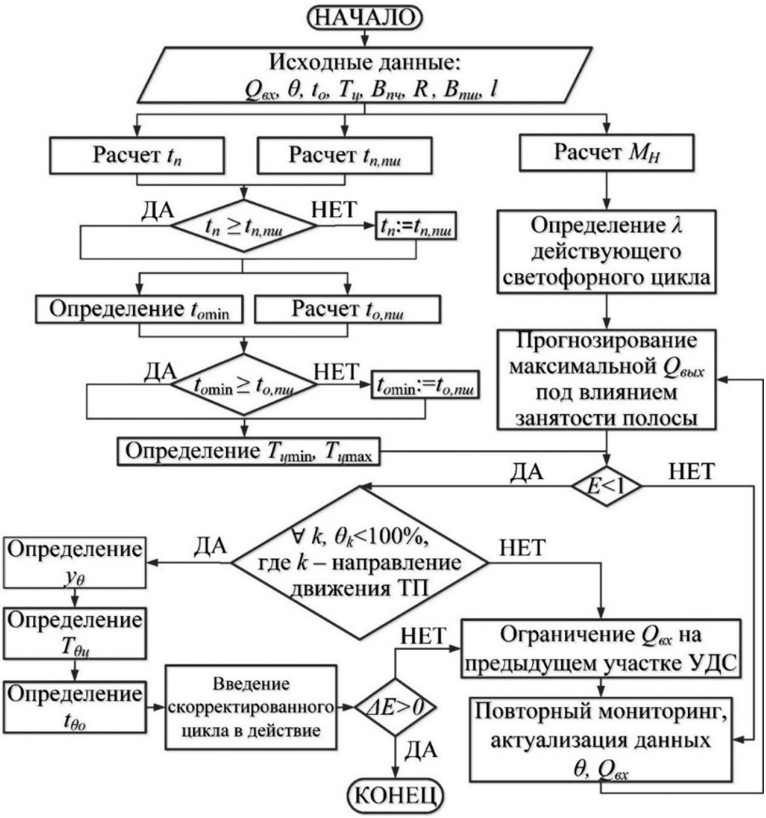


Рис. 2. Методика корректировки светофорного цикла регулирования с учетом влияния концентрации ТП во времени [4]: $Q_{вх}$ – интенсивность движения на подходах к регулируемому пересечению, авт./ч; θ – занятость полосы, %; $T_ц$ – продолжительность светофорного цикла, с; t_o – длительность основных тактов фаз для движения ТП, с; $B_{пч}$ – ширина полос проезжей части для движения ТС, м; R – радиус поворота, м; l – расстояние от стоп-линий до самых дальних конфликтных точек, м; $t_ц$, $t_{o\,min}$ и $t_{п,пш}$, $t_{o,пш}$ – длительность промежуточных тактов и минимальная допустимая длительность основных тактов для ТП и пешеходов соответственно, с; $T_{ц\,min}$ и $T_{ц\,max}$ – минимальная и максимальная допустимая продолжительность светофорного цикла регулирования, с; $M_Н$ – поток насыщения, авт./ч; λ – доля разрешающего сигнала для ТП в светофорном цикле; E – эффективность организации дорожного движения, $E = Q_{вых} / Q_{вх}$

Для обработки видеоизображения предлагается использовать модель нейронной сети YOLO, разработанную J. Redmon [6]. В качестве базовой архитектуры модели была выбрана YOLOv8x. Для обучения нейронной сети на базе YOLOv8x использовался датасет «Center_of_intersection», размещенный в открытом доступе на электронном ресурсе Roboflow [7]. Для повышения точности работы нейронной сети было принято решение о дополнительной аугментации датасета: искусственное наращивание и увеличение тренировочного датасета посредством изменения различных характеристик исходного изображения. Такими характеристиками могут выступать оттенок, насыщенность, яркость, масштаб и другие характеристики изображения. По результатам обучения и тестирования модель нейронной сети показала высокие показатели точности.

Реализация программного обеспечения для мониторинга транспортных потоков выполнялась на языке Python. Для тестирования разработанной программы была выбрана камера уличного наблюдения, установленная на регулируемом пересечении ул. 50 лет ВЛКСМ – ул. М. Горького в г. Тюмени. После запуска программы осуществился вызов модуля визуализации и появился инструмент для отрисовки измерительных зон. После завершения отрисовки зон продолжилась работа остальной части программного обеспечения. После завершения работы программы сформировался выходной файл (рис. 3). Визуальный анализ выходного файла показал, что в целом разработанное программное обеспечение успешно реализует функции распознавания и отслеживания движения транспортных средств.

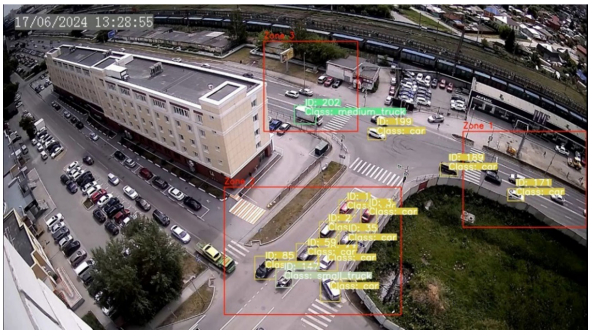


Рис. 3. Выходной видеофайл с результатами распознавания

Экономический эффект от результатов исследования в первую очередь будет заключаться в сокращении расходов на оборудование, требуемого для проведения мониторинга. В случае использования разработанного программного обеспечения на перекрестке ул. 50 лет ВЛКСМ и ул. М. Горького, потенциальный экономический эффект может достигать почти 2 млн. руб. В перспективе, он может увеличиться благодаря оптимизации светофорного регулирования и сокращению транспортных задержек.

Литература

1. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс] // РОССТАТ. URL: https://rosstat.gov.ru/ (дата обращения: 08.09.2024).

2. *Морозов В. В., Захаров Д. А., Ярков. С. А.* Закономерности изменения характеристик транспортных потоков. Тюмень: Тюменский индустриальный университет, 2020. 166 с.

3. *Morozov V., Iarkov S.* Formation of the traffic flow rate under the influence of traffic flow concentration in time at controlled intersections in Tyumen, Russian federation // Sustainability. 2021. Vol. 13. № 15. P. 8234.

4. *Morozov V., Shepelev V., Kostyrchenko V.* Modeling the Operation of Signal-Controlled Intersections with Different Lane Occupancy // Mathematics. 2022. Vol. 10. № 24. P. 4829.

5. Городские камеры [Электронный ресурс] // Русская компания. URL: http://t72.ru/video (дата обращения: 15.06.2023).

6. You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection / J. Redmon, S. Divvala, R. Girshick, A. Farhadi // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR). 2016. P. 779-788.

7. Center_of_intersection Computer Vision Project [Electronic resource]: Roboflow. URL: https://universe.roboflow.com/intersectionvehicletracking-e7llp/center_of_intersection. (дата обращения: 09.09.2024).

УДК 699.8

Павел Анатольевич Пегин,
д-р техн. наук
Алина Владимировна Павловец,
магистрант
Никита Владимирович Павловец,
магистрант
(Петербургский государственный
университет путей сообщения
Императора Александра I)
*E-mail: ppavel.khv@gmail.com,
pavlovec@pgups.ru,
pavlovecspb@yandex.ru*

Pavel Anatolyevich Pegin,
Dr. Sci. Tech.
Alina Vladimirovna Pavlovets,
Master's degree student
Nikita Vladimirovich Pavlovets
Master's degree student
(Emperor Alexander I
St. Petersburg State
Transport University)
*E-mail: ppavel.khv@gmail.com,
pavlovec@pgups.ru,
pavlovecspb@yandex.ru*

КОНСТРУКЦИОННЫЕ ПРИЧИНЫ АВАРИЙ НА ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЯХ

STRUCTURAL CAUSES OF ACCIDENTS ON ARTIFICIAL STRUCTURES

В статье исследована проблема влияния конструкций элементов ограждения моста на тяжесть аварий с участием автобусов. Данная тема актуальна ввиду периодической частоты совершения аварий, связанных со съездом автобусов с моста. Даны рекомендации, с целью предотвращения рассмотренных аварийных ситуаций.

Ключевые слова: транспортные сооружения, аварийная ситуация, безопасность, конструкция, мост.

The article examines the problem of the influence of the structures of the bridge fence elements on the severity of accidents involving buses. This topic is relevant due to the periodic frequency of accidents related to the departure of buses from the bridge. Recommendations are given in order to prevent the considered emergencies.

Keywords: transport facilities, emergency, safety, construction, bridge.

Случаи аварий и разрушений строительных конструкций, включая различные сооружения транспортных объектов, таких как мосты, периодически совершаются во всех странах. Это подтверждается статистическими данными. Тяжесть таких аварий является высокой, особенно для общественного транспорта.

Снижение количества аварий и их тяжести возможно при выполнении трех условий [2–3]:

- комплексном анализе аварии,
- выявление всех причин;
- разработке корректирующих мероприятий.

Эти три составляющие могут обеспечить «нулевую» смертность на дороге [4–6].

На примере двух дорожно-транспортных происшествий рассмотрим процедуру реализации этих трех условий. В Хабаровске, в 2022 году (Рис. 1). Рейсовый автобус ПАЗ, выполнял рейс по маршруту. На городской двухуровневой развязке автобус съехал со второго уровня и опрокинулся. В автобусе на момент аварии находились более 50 человек, из них погибло 4.

Рис. 1. Аварийная ситуация в г. Хабаровске, 2022 г.

Водитель перед рейсом прошел медицинское освидетельствование и был допущен к работе. При даче показаний, водитель сказал, что он потерял сознание и автоматически увел автобус влево, после чего упал с эстакады.

Второй аварийный случай произошел в Санкт-Петербурге, в 2024 году, в результате падения автобуса в реку Мойка (Рис. 2). Автобус Volgabus-4298 следуя с Крюкова канала налево на Большую Морскую улицу, которая в этом месте представляет собой набережную Мойки, и проехал до Поцелуева моста. Но вместо того, чтобы повернуть по полосе направо на мост, выехал на встречную полосу, задел две машины, развернулся и въехал в ограду моста, пробив ее. Автобус упал в воду и затонул. Количество пострадавших – 9, из них погибло – 7.

Рис. 2. Аварийная ситуация в г. Санкт-Петербурге, 2024 г.

В обоих случаях автобус развернулся на 90° к оси моста, набирая скорость пересек ограждающие устройства и выехал за пределы моста.

Если рассмотреть соответствие нормативным требованиям, то в первом аварийном случае: мостовое ограждающее устройство удерживающее, боковое, барьерного типа, одностороннее, высотой 0,75 м. ГОСТ 26804-2012 Ограждения дорожные металлические барьерного типа. Нормативным требованиям – соответствует.

Второй случай: мостовое ограждающее устройство удерживающее, боковое, бордюрное, высотой 0,30 м. ГОСТ 32961-2014. Камни бортовые. Нормативным требованиям – соответствует.

В обоих случаях мостовые ограждения восстановлены в «первоначальном» виде.

Для предотвращения подобных аварийных ситуаций предлагаются следующие корректирующие действия:

- добавить в нормативные требования к ограждающим мостовым устройствам, расположенным на маршруте движения общественного транспорта (особая высокопрочная конструкция, рассчитанная на фронтальный наезд, минимальная высота (0,75 см);
- разработать дополнительные технические требования к оборудованию автобусов (с заниженным передним бампером (просвет до 0,2 м), автоматическим открыванием дверей и люка при аварийном попадании в воду, дополнительным усилением рамы автобуса, рассчитанным на падение с высоты на крышу).

Заключение

Аварии и разрушения транспортных объектов происходили в прошлом, наблюдаются в настоящее время и, вероятно, будут иметь место

в будущем [1]. Систематизация информации об авариях и разрушениях транспортных сооружений, изучение причин их появления, доведение этой информации до специалистов, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией транспортных сооружений, позволит уменьшить количество аварий, снизить тяжесть их последствий.

Литература

1. *Майстренко И. Ю., Овчинников И. И., Овчинников И. Г., Кокодеев А. В.* Аварии и разрушения мостовых сооружений, анализ их причин. Часть 1 // Интернет-журнал «Транспортные сооружения», Том 4, № 4 (2017) https://t-s.today/PDF/13TS417.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/13TS417.

2. *Подопригора Н. В.* Информационные аспекты системы «участник дорожного движения – транспортное средство – дорога – внешняя среда» / Н. В. Подопригора, П. А. Пегин, С. Н. Доценко // Прогрессивные технологии в транспортных системах: материалы XVI Международной научно-практической конференции. – Оренбург, 2021. – С. 395–402.

3. *Пегин П. А.* Повышение эффективности и безопасности эксплуатации автомобильного транспорта на основе увеличения пропускной способности автомагитралей: дисс. … д-ра техн. наук / П. А. Пегин. – Орел: Орловский государственный технический университет, 2011.

4. *Гейдт А. А.* Стратегическое планирование развития дорожной инфраструктуры в транспортной политике России: автореф. дисс.... д-ра экон. наук / А. А. Гейдт. – СПб., 2005. – 273 с.

5. *Пегин П. А.* Анализ внешних и внутренних факторов, влияющих на эффективность деятельности транспортного предприятия / П. А. Пегин, В. К. Цуцкарев // Бюллетень результатов научных исследований. – 2021. – № 1. – С. 22–32.

6. *Пономарев В. П., Травуш В. И., Бондаренко В. М., Еремин К. И.* О необходимости системного подхода к научным исследованиям в области комплексной безопасности и предотвращения аварий зданий и сооружений // Электронный журнал «Предотвращение аварий зданий и сооружений», 2012. Электронный ресурс: http://pamag.ru/pressa/bss-pse. с. 1–9.

7. *Пегин П. А., Карев В. Ф., Карева В. В.* Обеспечение безопасности дорожного движения в сложных погодно-климатических условиях. Хабаровск, 2016.

8. *Капский Д. В., Пегин П. А., Головнич А. К., Иванов В. П.* Аудит дорожного движения – инструмент повышения безопасности движения. Вестник Полоцкого государственного университета. Серия В. Промышленность. Прикладные науки. 2018. № 3. С. 22–33.

9. *Скирковский С. В., Седюкевич В. Н., Пегин П. А.* Методика повышения эффективности перевозок пассажиров городским маршрутизированным транспортом. Интеллект. Инновации. Инвестиции. 2017. № 1. С. 69–77.

УДК 656.13

Николай Геннадьевич Шешера,
канд. техн. наук
(Дальневосточный юридический
институт МВД России
имени И. Ф. Шилова)
Игорь Николаевич Пугачев,
д-р техн. наук, доцент
(Хабаровский Федеральный
исследовательский центр
Дальневосточного отделения
Российской академии наук)
*E-mail: kolyaka239@mail.ru,
ipugachev64@mail.ru*

Nikolay Gennadievich Sheshera,
PhD in Sci. Tech.
(Far Eastern law institute of the Ministry
of the internal Affairs of the Russian
Federation named after I. F. Shilov)
Igor Nikolaevich Pugachev,
Dr. Sci.Tech., Associate Professor
(Khabarovsk Federal
Research Center
of the Far Eastern Branch
of the Russian Academy of Sciences)
*E-mail: kolyaka239@mail.ru,
ipugachev64@mail.ru*

ПРОГНОЗ ИНТЕНСИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ОТ ИЗМЕНЕНИЙ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДОРОГ МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ Г. ХАБАРОВСКА

FORECAST OF TRAFFIC FLOW INTENSITY FROM CHANGES IN WEATHER CONDITIONS AND GEOMETRIC ELEMENTS OF ROADS USING MACHINE LEARNING METHODS ON THE EXAMPLE OF KHABAROVSK CITY

Транспортные системы городов решают важнейшие экономические задачи страны. Разрабатываются модели распределения автомобильных и пешеходных потоков для автоматизированных объектов управления дорожным движением, эффективность которых определяется глубокими научными исследованиями параметров улично-дорожной сети, в том числе интенсивностью дорожного движения. Как правило, этот показатель получают путем приведения после контрольного подсчета. На сегодняшний день нет объективного представления об изменениях данной характеристики от погодных условий, поэтому в работе предлагается решение обозначенной проблемы с использованием методов машинного обучения.

Ключевые слова: интенсивность транспортного потока, метод глубокого обучения, метод случайного леса.

Urban transport systems solve the most important economic problems of the country. Models of distribution of automobile and pedestrian flows for automated objects

of traffic control are developed, the efficiency of which is determined by deep scientific research of parameters of the street and road network, including traffic intensity. As a rule, this indicator is obtained by reduction after control calculation. To date, there is no objective idea of changes in this characteristic from weather conditions, therefore, the work proposes a solution to the designated problem using machine learning methods.
Keywords: traffic intensity, deep learning method, random forest method.

Для моделирования изменения интенсивности транспортных потоков от погодных условий использовались такие методы машинного обучения как нейронная сеть и случайный лес.

Нейронная сеть представляет собой методологию в области искусственного интеллекта, направленную на эмуляцию обработки данных аналогично когнитивным процессам человеческого мозга. В данном проекте использовался подход глубокого обучения – (BackPropagation) обратное распространение ошибки [1]. Этот метод применяется для корректировки весов связей между нейронами с целью минимизации ошибки прогноза сети.

Метод случайного леса (random forest), является разновидностью Ансамблевых методов машинного обучения. Принцип моделирования данным методом заключается в создании множества деревьев решений, которые обучаются на различных случайных подмножествах данных и с использованием различных наборов признаков [2]. В случае классификации, каждое дерево в случайном лесу принимает решение на основе голосования большинства классов, присваивая класс с наибольшим количеством голосов.

Данные для исследования были собраны с различных информационных ресурсов за 2016–2021 года [3]. Погодные условия предоставлены Хабаровским центром по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды с функциями регионального специализированного метеорологического центра Всемирной службы погоды со станции Хабаровск № 4853511. Учитывалась фактическая интенсивность транспортных средств, с программно-аппаратного комплекса системы Интегра КДД, которая в круглосуточном режиме ведет подсчет автомобилей со 107 рубежей контроля полос г. Хабаровска. Они расположены в разных частях города и имеют различные условия работы, описав их мы также получили возможность охарактеризовать интенсивность транспортного потока от геометрических элементов дорог [4].

Программно-аналитическим способом подобраны толщины интервалов исследуемых признаков [5]. В результате интенсивность транспортного потока будет классифицироваться с толщиной интервала 250 авт/час (0–250 1 класс, 251–500 2 класс и т. д.)

Разработана программа обработки данных, создан перцептрон с из входного, выходного и двух скрытых слоев, первый из которых содержит 250 нейронов, второй 150. Обучены модели для каждого рубежа.

Качество моделей оценены метрикой Accuracy (точность, используется для оценки производительности в задачах классификации). Продемонстрированы невысокие прогностические возможности. Но это не значит, что результаты не информативны.

Проведен тестовый прогноз на данных о погоде за сутки, которые не участвовали в обучении, с одного из рубежей контроля (3221). На данном рубеже точность модели составила 64 %. Для наглядного представления расхождений показателей фактической интенсивности транспортного потока с прогнозом построен график (рис. 1), на котором изображены: прогностический интервал 250 авт/час (верхняя и нижняя граница) и прогноз.

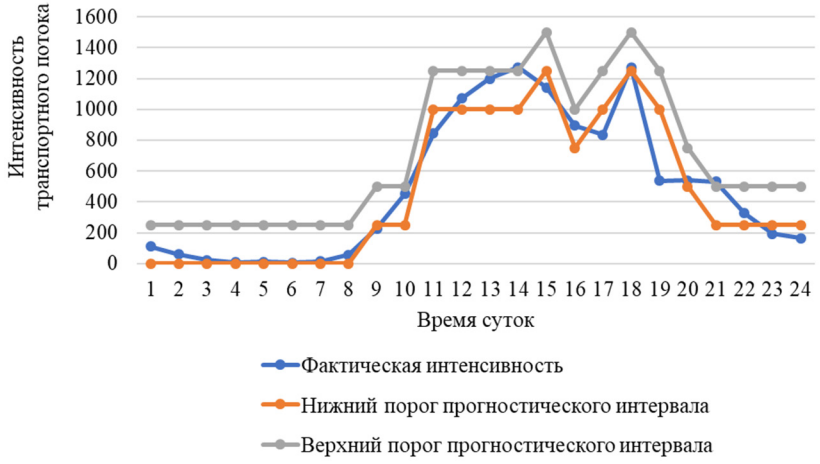


Рис. 1. Графическое представление отклонения прогноза модели, обученной с использованием нейронной сети

Если модель не попала в нужный интервал при прогнозе, в большинстве случаев истинное значение интенсивности находится рядом, соответственно, результаты достаточны для анализа транспортных процессов.

Исследования показателя интенсивности транспортного потока с использованием случайного леса показали точнее результат прогноза. Метод оказался более гибким чем нейронная сеть. Потребовалось обучить всего одну модель на всей генеральной совокупности. Точность составила 71%. Аналогично первому подходу модель была проверена на заранее подготовленных данных, которые не участвовали в обучении. Результаты представлены рис. 2.

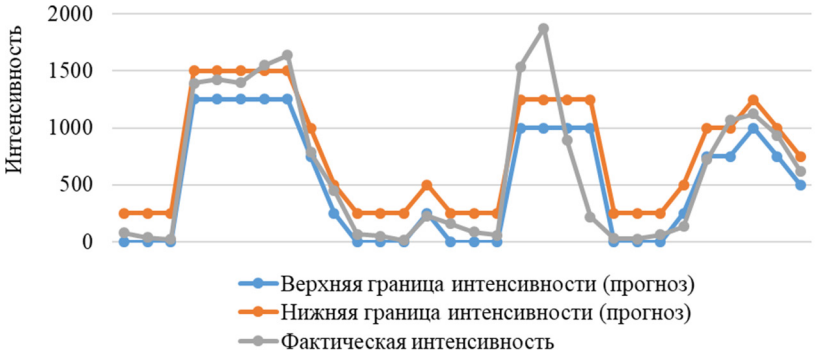


Рис. 2. Графическое представление отклонения результатов прогноза модели, обученной с использованием метода случайного леса

Заключение

Методы машинного обучения предоставляют широкий спектр инструментов по обработке больших данных. Появилась возможность охарактеризовать интенсивность транспортного потока в часовых интервалах времени от погодных условий и геометрических элементов дорог. Прогноз данного параметра позволяет поддерживать на высоком уровне пропускную способность УДС и развивать системы управления дорожным движением.

Литература

1. Совершенствование системы безопасности дорожного движения, стремящейся к нулевой смертности на автомобильных дорогах: монография / И. Н. Пугачев, Н. Г. Шешера, Д. Е. Григоров. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2024. – 183 с.

2. *Пугачев И. Н., Евтюков С. С., Шешера Н. Г., Григоров Д. Е.* Прогноз интенсивности транспортного потока. Обучение с учителем. Метод случайных деревьева // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2024. Том 18. №4. С. 36–47.

3. *Пугачев И. Н., Скрипко П. Б., Шешера Н. Г.* Программный подход к комплексному сбору и подготовки данных об интенсивности движения транспортных средств, погодных условий и естественной освещенности в часовых интервалах // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2023. Том 17. №10. С. 43–51.

4. *Пугачев И. Н., Шешера Н. Г., Щеглов В. И.* Анализ геометрических элементов дорог с помощью современных геоинформационных систем при оценке их аварийности // Вестник гражданских инженеров. 2021. № 3 (86). С. 127–133.

5. *Пугачев И. Н., Шешера Н. Г., Григоров Д. Е.* Определение эффективных широт интервалов влияния температурных режимов на интенсивность транспортного потока с использованием ранговой корреляции Спирмена // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2024. Том 18. № 3. С. 34–40.

УДК 656.11

Юсуф Вагифович Гусейналиев,
аспирант
Вениамин Николаевич Богумил,
канд. техн. наук, доцент
Владимир Михайлович Власов,
д-р техн. наук, профессор
(Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ))
E-mail: guseinaliev99@mail.ru, v_bogumil@mail.ru, vmv@transnavi.ru

Yusuf Vagifovich Guseinaliev,
postgraduate student
Veniamin Nikolayevich Bogumil,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Vladimir Mikhailovich Vlasov,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Moscow Automobile and Road Construction State Technical University (MADI))
E-mail: guseinaliev99@mail.ru, v_bogumil@mail.ru, vmv@transnavi.ru

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ВЫБОРА И ОБОСНОВАНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ РАБОТЫ ДОРОЖНЫХ МАШИН ПО СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

STATEMENT OF THE PROBLEM OF SELECTING AND JUSTIFYING DESIGN SOLUTIONS FOR THE SYSTEM OF MONITORING THE OPERATION OF ROAD MACHINES FOR THE MAINTENANCE OF MOTORWAYS

Нарушение нормативного состояния улиц и дорог является причиной многих дорожно-транспортных происшествий, в том числе с тяжелыми последствиями.

Действие данного фактора проявляется как в летний, так и зимний периоды. И основная причина – это некачественное выполнение работ по содержанию автомобильных дорог. Видимыми признаками нарушений технологии уборки дорог в зимний период эксплуатации являются сужение проезжей части из-за неубранного снега, в весенне-летне-осенний период эксплуатации – это грязь и мусор на дорогах. Повысить качество работ по содержанию дорог можно на основе использования средств телематики для контроля рабочих органов дорожных машин.

Ключевые слова: безопасность движения, содержание дорог, дорожные машины, датчики рабочих органов, звуковой след.

Violation of the standard condition of streets and roads is the cause of many road accidents, including those with serious consequences. The effect of this factor is manifested both in summer and winter periods. The main reason is poor quality of road maintenance. Visible signs of violations of road cleaning technology in the winter period of maintenance are narrowing of the roadway due to uncleaned snow, in the

spring-summer-autumn maintenance are dirt and garbage on the roads. The quality of road maintenance work one can improves by using telematics to control the working bodies of road machines.

Keywords: traffic safety, road maintenance, road machines, working element sensors, sound trace.

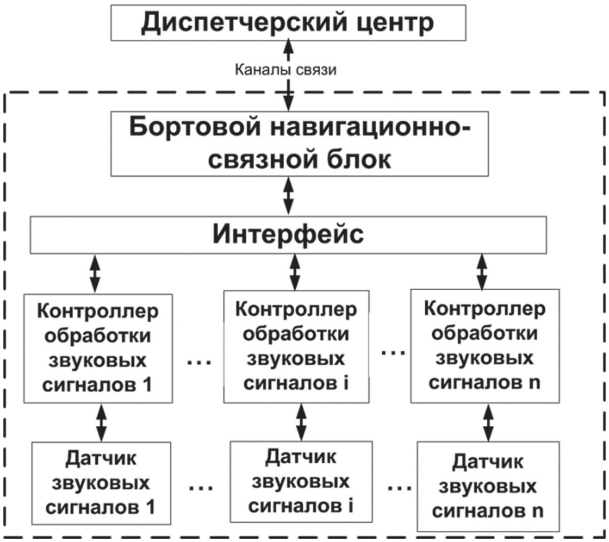
В России существует опыт использования телематических систем для контроля работы дорожных машин. Так Федеральное дорожное агентство с 2010 года эксплуатирует систему спутникового навигационного контроля работ по содержанию автомобильного дорог общего пользования федерального значения «Дортранснавигация». В данной система каждая дорожная машина получает оперативное задание с указанием объекта работ, содержание работ и плановый период времени выполнения работ. Навигационное и картографическое обеспечение системы позволяет автоматически отслеживать факт нахождения машины на объекте, поскольку каждый объект содержания имеет цифровую пространственную модель. При необходимости диспетчеры предприятия, а также специалисты заказчика могут в любой момент контролировать данный процесс. [1]

Однако основным недостатком данной системы является невозможность контроля состояния рабочих органов дорожных машин, что создает условия для нарушения установленных технологических режимов недобросовестными исполнителями. Кроме того, отсутствует возможность оценки объемов работ в натуральном выражении, т. е. возможность, например, посчитать площадь очистки дорожного покрытия и оценить стоимость работ по действующим нормативам. Причина: отсутствие датчиков состояния рабочих органов в конструкции дорожных машин отечественных производителей и бортовых систем обработки сигналов этих датчиков.

На пути устранения данной проблемы необходимо решить две задачи: 1) применить датчики, способные формировать сигналы без физического контакта с рабочими органами; 2) защитить датчики от воздействия факторов внешней среды. Для этого предлагается использовать подход на основе применения математического анализа акустических сигналов (звукового следа) рабочих органов машины и их приводов.

По результатам проведенных исследований разработана архитектура бортового навигационно-связного оборудования для формирования

первичной информации о состоянии рабочих органов или их приводов и передачи данной информации в центр (см. рисунок).



Архитектура трехуровневой бортовой системы формирования и передачи информации о состоянии рабочих органов

Поскольку акустическое излучение представляет собой периодические звуковые сигналы, предлагается в качестве математического аппарата использовать методы спектрального анализа. [2] Реализация функции сбора и первичной обработки сигнала должна осуществляться на борту дорожной машины, поэтому предполагается использовать подход на базе дискретного преобразования Фурье. [3] Результатом обработки акустического сигнала должен быть условный код состояния рабочего органа (выключен, холостой ход, рабочий режим и т. д.).

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку бортового аппаратно-программного обеспечения и проведения экспериментальных исследований по сбору и обработке акустических сигналов дорожной машины. В качестве объекта исследования выбрана отечественная вакуумная подметально-уборочная машина КО-326 на базе автомобиля КамАЗ. Особенность конструкции данной машины

заключается в наличии мощного вентилятора, привод которого, а также водяного насоса, осуществляется от дополнительного двигателя. [4]

Заключение

Предложена архитектура бортового комплекса, представляющая из себя иерархическую систему, включающую ряд контроллеров, обрабатывающих акустические сигналы, формируемые рабочими органами дорожной машины. Обработанные сигналы датчиков, представляющие коды состояния рабочих органов, должны передаваться в центр для дальнейшей обработки, результаты которой позволят установить соответствие выполненных работ установленной технологии и оценить объемы выполненных работ в натуральном выражении.

Литература

1. *Власов, В. М.* Цифровая инфраструктура и телематические системы контроля работ по содержанию автомобильных дорог / В. М. Власов, В. Н. Богумил, А. М. Байтулаев. – М.: ООО ИНФРА-М», 2021. – 229 с.

2. *Умняшкин, С. В.* Основы теории цифровой обработки сигналов / С. В. Умняшкин. – Издание шестое, исправленное. – Москва: Рекламно-издательский центр «Техносфера», 2021. – 550 с.

3. *Давлатова, Ф. И.* Оптимальная квадратурная формула для приближенного вычисления интегралов Фурье / Ф. И. Давлатова // Проблемы вычислительной и прикладной математики. – 2022. – № S5/1(44). – С. 73-83. – EDN ITXHJY.

4. *Кустарев, Г. В.* Поливомоечные и комбинированные дорожные машины: Учебное пособие / Г. В. Кустарев, Р. Г. Данилов, Н. М. Андрюхов. – Москва: Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ), 2023. – 226 с. – EDN ZMQDTY.

УДК 656.086

Артур Игоревич Петров,
канд. техн. наук, доцент
(Тюменский индустриальный
университет)
Сергей Аркадьевич Евтюков,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
*E-mail: ArtIgPetrov@yandex.ru,
s.a.evt@mail.ru*

Artur Igorevich Petrov,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Industrial University
of Tyumen)
Sergey Arkadievich Evtyukov,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
*E-mail: ArtIgPetrov@yandex.ru,
s.a.evt@mail.ru*

РАНЖИРОВАНИЕ ТРИДЦАТИ КРУПНЕЙШИХ ГОРОДОВ РОССИИ ПО ОТНОСИТЕЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ АВАРИЙНОСТИ (2023)

RANKING OF THE THIRTY LARGEST CITIES IN RUSSIA BY RELATIVE INDICATORS OF ROAD TRAFFIC ACCIDENTS RATE (2023)

Несмотря на реализацию единообразных для всей Российской Федерации (в форме единых Правил дорожного движения, ГОСТ, РД, РТМ) подходов к обеспечению безопасности дорожного движения (БДД) фактически достигнутые результаты в этой специфической сфере функционирования региональных и городских автотранспортных комплексов значительно различаются. Казалось бы, в крупнейших городах России должны быть более-менее унифицированы как практики обеспечения БДД, так и результаты их реализации. Однако дисперсия численных значений относительных показателей дорожно-транспортной аварийности в крупнейших российских городах весьма значительна. Изучение специфики этого разнообразия должно начинаться с процедур ранжирования городов по относительным показателям БДД. В статье представлены результаты такого ранжирования, проведенного для 30 крупнейших городов России (2023).

Ключевые слова: дорожно-транспортная аварийность, города России, специфика.

Despite the implementation of uniform approaches to road safety (RS) for the entire Russian Federation (in the form of uniform Traffic Rules, regulatory documents), the actual results achieved in this specific area of operation of regional and urban road transport complexes differ significantly. It would seem that in the largest cities of Russia, both the practices of ensuring RS and the results of their implementation should be

more or less unified. However, the variance of the numerical values of the relative indicators of road traffic accidents rate in the largest Russian cities is very significant. The study of the specifics of this diversity should begin with the procedures for ranking cities according to relative indicators of RS. The article presents the results of such a ranking conducted for the 30 largest cities of Russia (2023).

Keywords: road traffic accidents rate, russian cities, specifics.

Дорожно-транспортная аварийность обычно характеризуется абсолютными показателями (количество ДТП, количество раненых и погибших в ДТП). Однако сравнительные исследования с использованием абсолютных показателей проводить затруднительно. Гораздо полезнее в этих целях использование таких относительных показателей, характеризующих безопасность дорожного движения (БДД), как Социальный риск *HR*, Масштабность ДТП *RTA Magnitude*, Тяжесть ДТП *RTA Seriousness.* Для городских систем обеспечения БДД достаточно легко определить численные значения *HR*, *RTA Magnitude*, *RTA Seriousness*, что может послужить основой для дальнейших сравнительных исследований.

Такие исследования были проведены в отношении городских систем обеспечения БДД 30 крупнейших городов России на основе данных 2023 г.

Установлено, что фактические диапазоны значений *HR*, *RTA Magnitude*, *RTA Seriousness* идентифицируются как *HR* = [2,32; 7,13]; *RTA Magnitude* = [0,019; 0,084]; *RTA Seriousness* = [0,015; 0,069]. В рамках этих диапазонов значений относительных показателей дорожной аварийности было проведено ранжирование городских систем обеспечения БДД по шкале [1; 30]. Каждой из них был присвоен соответствующий ранг по соответствующему показателю.

В таблице представлены результаты такой ранговой оценки.

Сравнительная ранговая оценка систем обеспечения БДД 30 крупнейших городов России (2023)

Город РФ	Номер ранга городской системы ОБДД по показателю			Общая сумма рангов	Место по сумме рангов
	HR	*RTA Mag.*	*RTA Ser.*		
Москва	3	18	19	40	14

Продолжение таблицы

Город РФ	Номер ранга городской системы ОБДД по показателю			Общая сумма рангов	Место по сумме рангов
	HR	*RTA Mag.*	*RTA Ser.*		
Санкт-Петербург	1	10	13	24	7
Новосибирск	23	21	22	66	23
Екатеринбург	19	25	25	69	25
Казань	6	6	7	19	5
Нижний Новгород	11	3	3	17	3-4
Красноярск	4	4	5	13	2
Челябинск	21	16	15	52	18
Самара	8	9	11	28	9
Уфа	2	2	2	6	1
Ростов-на-Дону	24	27	28	79	27
Краснодар	30	30	29	89	30
Омск	26	5	4	35	11
Воронеж	25	23	23	71	26
Пермь	13	24	24	61	21
Волгоград	22	19	18	59	19
Саратов	14	12	10	36	12
Тюмень	15	1	1	17	3-4
Тольятти	18	22	20	60	20
Барнаул	16	13	12	41	15
Махачкала	28	28	27	83	29
Ижевск	9	14	17	40	13
Хабаровск	29	26	26	81	28
Ульяновск	10	11	9	30	10
Иркутск	12	7	6	25	8
Владивосток	20	15	14	49	16

Окончание таблицы

Город РФ	Номер ранга городской системы ОБДД по показателю			Общая сумма рангов	Место по сумме рангов
	HR	*RTA Mag.*	*RTA Ser.*		
Ярославль	17	17	16	50	17
Томск	5	29	30	64	22
Ставрополь	7	8	8	23	6
Кемерово	27	20	21	68	24
Примечание. Лучшая ситуация в сфере обеспечения БДД в городах с меньшей суммой ранговых баллов. Худшая ситуация – в городах с большей суммой баллов.					

На рис. 1 представлена диаграмма рангового распределения 30 крупнейших городов России по величине итоговой суммы ранговых баллов по комплексной оценке БДД.

В пятерке худших оказались четыре города, представляющие Юг России. В числе пяти лучших оказались города урало-сибирской группы – Уфа, Красноярск, Тюмень и два поволжских города – Нижний Новгород и Казань.

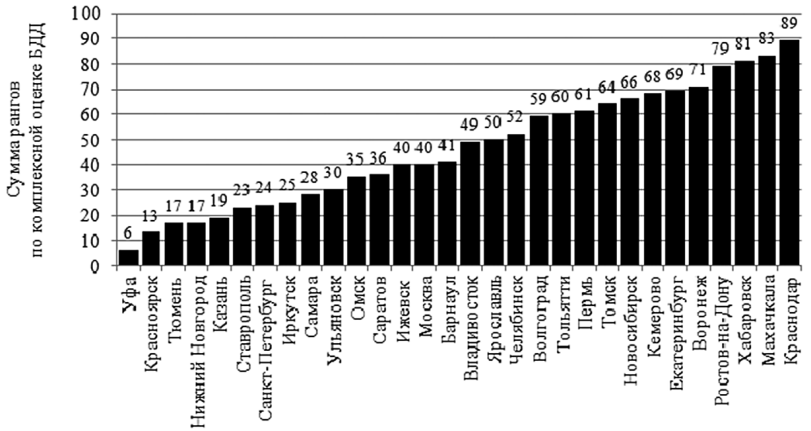


Рис. 1. Ранговое распределение 30 крупнейших городов России по величине итоговой суммы ранговых баллов

Интересно также оценить, насколько комплексные ранговые оценки БДД соответствуют численным значениям риска гибели в ДТП Риск $_{\text{гибели в ДТП год}}$ (1), характерного для жителей российских городов [2]:

$$\text{Риск}_{\text{гибели в ДТП год}} = \text{Вероятность}_{\text{ДТП год}} \cdot \text{Последствия}_{\text{ДТП год}}, \quad (1)$$

где Вероятность $_{\text{ДТП год}}$ – вероятность участия отдельного жителя города в ДТП в течение года; Последствия $_{\text{ДТП год}}$ – совокупная оценка последствий ДТП.

На рис. 2 представлена регрессионная модель Риск $_{\text{гибели в ДТП 2023}} = f$ (Сумма рангов по 3 показателям БДД).

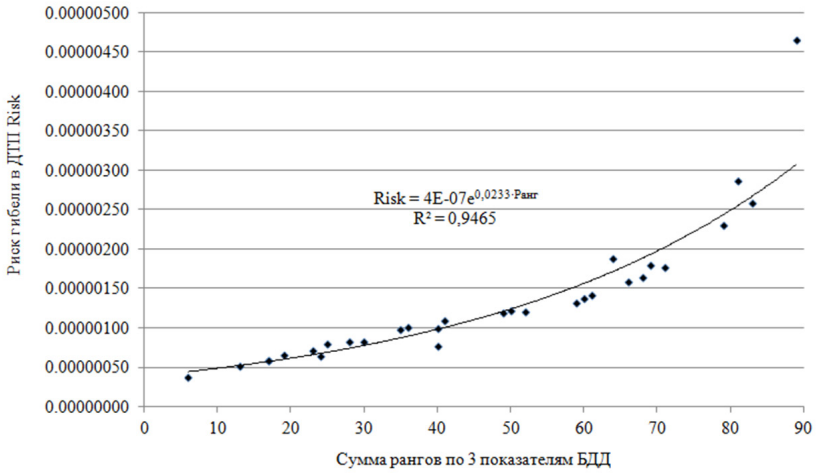


Рис. 2. Регрессионная модель «Риск гибели в ДТП 2023 = *f*»
(сумма рангов по 3 показателям БДД)

Легко заметить, что между ранговыми оценками качества городских систем обеспечения БДД и Риском гибели в ДТП *Risk of death* существует сильная корреляционная связь.

Анализируя полученные результаты и ссылаясь на мнения авторов аналогичных исследований [3] необходимо констатировать следующие умозаключения.

1. Первая тройка (лучшие из 30 проанализированных) российских городов по сумме ранговых баллов по комплексной оценке БДД в 2023 г. – Уфа, Красноярск, Тюмень.

2. Последняя тройка (худшие из 30 проанализированных) российских городов по сумме ранговых баллов по комплексной оценке БДД в 2023 г. – Краснодар, Махачкала, Хабаровск.

3. Статистическая связь между суммой рангов по трем показателям БДД – *HR, RTA Mag., RTA Ser.* и риском гибели в ДТП *Risk of death* описывается экспоненциальной моделью с коэффициентом детерминации $R^2 = 0{,}95$.

4. Риск гибели в ДТП $Risk\ of\ death_{2023}$ различается для жителей городов первой российской десятки примерно в 2 раза; двадцатки – примерно в 4,5 раза; тридцатки – более чем в 10 раз.

Заключение

Предвидим указания коллег на противоречивость данных ранговой комплексной оценки уровня городских систем обеспечения БДД, представленных в данной статье, и данных о качественном совершенстве городских систем дорожной безопасности, идентифицированных с использованием энтропийных оценок [4–6]. Поясним, что использование в сравнительных оценках рангового подхода является начальным этапом анализа; энтропийные оценки – вариант использование шкалы отношений, что является более продвинутым этапом аналитических исследований. Ранговые оценки являются неметрическими качественными. Энтропийные оценки относятся к метрическим количественным. Смешивать эти подходы нельзя. Результаты их использования принципиально различны.

Литература

1. Сведения о показателях состояния безопасности дорожного движения. URL: http://stat.gibdd.ru/ (дата обращения 20.09.2024).

2. Petrov A. I., Likhajrova E. V. Sustainable Improvement of Road Safety in Russian Cities: General Trends and the Dialectical Contradictions in the Structure of Risks of Fatalities in Road Traffic Accidents. *Journal of Sustainability Research.* 2024. 6(3). e240042.

3. Road Safety in European Cities. Performance Indicators and Governance Solutions. URL: https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/road-safety-european-cities-performance-indicators.pdf (дата обращения: 21.09.2024).

4. *Petrov A. I.* Philosophy and Meanings of the Information Entropy Analysis of Road Safety: Case Study of Russian Cities. Information. 2023. 14(6): 302.

5. *Petrov A. I.* Information and Entropy Aspects of the Specifics of Regional Road Traffic Accident Rate in Russia. Information. 2023. 14(2): 138.

6. *Petrov A. I.* Entropy Method of Road Safety Management: Case Study of the Russian Federation. Entropy. 2022. 24(2): 177.

УДК 656.051

Анжелика Анатольевна Абросимова,
канд. техн. наук, доцент
Александр Евгеньевич Пушкарев,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: anzhelicka.abrosimova@yandex.ru,
pushkarev-agn@mail.ru

Anzhelika Anatolyevna Abrosimova,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Alexander Evgenievich Pushkarev,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: anzhelicka.abrosimova@yandex.ru,
pushkarev-agn@mail.ru

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА АВАРИЙНОСТЬ*

ANALYSIS OF THE IMPACT OF NATURAL AND CLIMATIC FACTORS ON THE ACCIDENT RATE

Предложен алгоритм, по которому подсистема, вырабатывающая дестабилизирующий сигнал, воспринимается управляющим органом по совокупности созданных факторов дестабилизации, направляет на эту систему и связанные с ней подсистемы управляющий сигнал, которые изменят свое поведение в зависимости от возбуждающего сигнала и нейтрализуют его негативные воздействия. При этом, результат такого взаимодействия характеризуется набором показателей, по которым делается вывод, достигнут результат или нет, то есть это показатели эффективности.

Для достижения безопасных показателей дорожного покрытия предложены следующие виды воздействий: информационные (информирование участников дорожного движения о неблагоприятных условиях движения с обозначением коэффициента опасности); организационные (разработка нового регламента по содержанию автомобильных дорог); технические (применение сформированного парка машин при определенных условиях, включая новую разработку – машину для удаления снежно-ледяных отложений при воздействии высоконапорных струй).

Ключевые слова: система ВАДС, подсистема «среда», природно-климатические факторы, условная вероятность ДТП, дорожно-транспортные происшествия, критерий согласия Пирсона, безопасность дорожного движения.

---

* Федеральный закон от 10.12.1995 № 196-ФЗ (ред. от 14.04.2023) «О безопасности дорожного движения» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023); Стратегия безопасности дорожного движения в Российской Федерации на 2018–2024 годы; Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года; Федеральная целевая программа «Повышение безопасности дорожного движения в 2013–2020 годах».

An algorithm is proposed, according to which the subsystem that produces a destabilizing signal is perceived by the controlling body on the totality of the created destabilization factors, directs a control signal to this system and related subsystems, which will change their behavior depending on the excitation signal and neutralize its negative effects. At the same time, the result of such interaction is characterized by a set of indicators by which it is concluded whether the result has been achieved or not, i.e. these are performance indicators.

In order to achieve safe road surface indicators, the following types of impacts are proposed: informational (informing road users about adverse traffic conditions with the designation of the hazard coefficient); organizational (development of new regulations on road maintenance); technical (application of the formed fleet of machines under certain conditions, including a new development – a machine for removing snow and ice deposits under the influence of high-pressure jets).

Keywords: WADS system, subsystem "environment", natural-climatic factors, conditional probability of road traffic accidents, road traffic accidents, Pearson concordance criterion, road safety.

Дорожно-транспортные происшествия наносят огромный социально-экономический урон обществу и государству. Исследования, посвященные вопросам снижения аварийности, являются актуальными и будут актуальными до тех пор, пока не будут достигнуты целевые показатели Стратегии безопасности дорожного движения в Российской Федерации.

В проводившихся научных исследованиях по проблеме безопасности дорожного движения определенное внимание уделялось отдельным вопросам вероятностно-статистического анализа данных о ДТП, разработке моделей дорожно-транспортной аварийности и оценки управляющих воздействий для достижения заданной цели. [1] Однако, вместе с этим проблема изучена не полностью и не соответствует требованиям времени.

Состояние безопасности дорожного движения должно рассматриваться как результат управления системой ВАДС, при этом подсистему «среда» следует рассматривать в широком смысле (с учетом социального, экономического уровней жизни), однако, на наш взгляд, особое внимание следует уделить природно-климатическим факторам, оказывающим непосредственное и прямое влияние на все подсистемы системы ВАДС. [2]

В научных исследованиях российских и зарубежных ученых по проблеме безопасности дорожного движения особенное внимание

уделялось изучению трех подсистем системы «водитель-автомобиль-дорога-среда», таких, как «водитель-автомобиль-дорога». [3], [4] «Среда» (или внешняя среда), в первую очередь по природно-климатическим факторам, в свою очередь, является инициирующим неуправляемым фактором, при воздействии которого меняется состояние системы безопасности. «Среда» относится к внесистемным факторам, не зависящим от внутренних свойств автотранспортной системы. Кроме погоды, остальные понятия (время суток, день недели и т.д.) статистически более устойчивы и лучше прогнозируемы.

Однако, характеристики аварийности, полученные по достаточно большой группе ДТП, подчиняются статистическим закономерностям. Существование статистических закономерностей определяется тем, что хотя каждое ДТП и возникает в результате сочетания многих факторов и потому может носить случайный характер, но для достаточно больших совокупностей ДТП действие этих факторов принимает устойчивый характер.

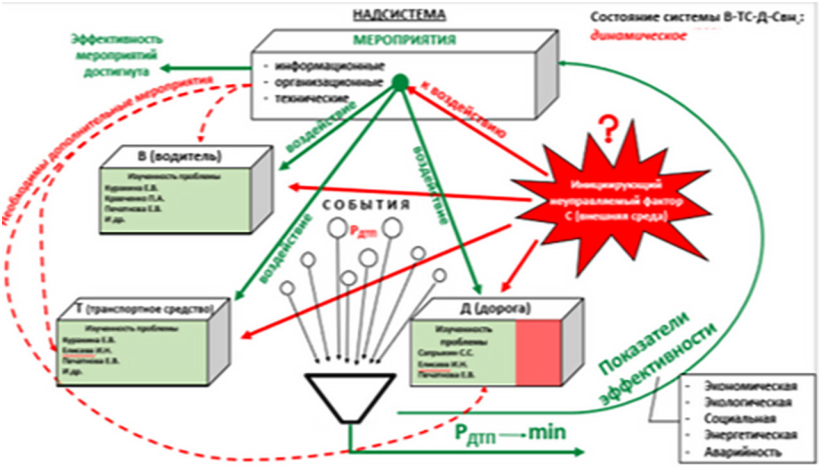
Подсистема «среда» имеет связи с В (водитель), АД (автомобильная дорога) и А (автомобиль). Их характер и природу необходимо установить.

Выявление закономерностей между природно-климатическими факторами и подсистемами системы ВАДС сделает ее сбалансированной с учетом возможностей «среды» и выявленных закономерностей ее работы. [5]

Рассмотрим 2 состояния системы ВАДС (см. рисунок).

Первое состояние – стабильная статичная система, в которой влияние среды минимизировано. Это некий фоновый уровень, при котором ДТП, безусловно, случаются, однако, их число значительно меньше, чем при воздействии неблагоприятных природных условий. При благоприятных погодных условиях (ясная погода, отсутствие осадков, сухая дорога, рабочий день, светлое время суток и т. д.) система ВАДС по фактору «среда» находится в спокойном состоянии. Однако, появление провоцирующих факторов приводит систему ВАДС в неустойчивое состояние. Возникает возбуждающий сигнал во всей системе, потому что система «среда» по каналам воздействия передает импульс ко всем элементам системы, в том числе и к надсистеме, являющейся совокупностью мероприятий. Надсистема (мероприятия) формирует воздействия различной природы (организационные, технические,

управленческие, информационные), направленные на предотвращение (превентивные меры), минимизацию (купирование) и устранение последствий негативного влияния «среды». [6]



Механизм взаимодействия элементов в системе ВАДС

Необходимо сформулировать алгоритм, по которому подсистема, вырабатывающая дестабилизирующий сигнал, воспринимается управляющим органом по совокупности созданных факторов дестабилизации, направляет на эту систему и связанные с ней подсистемы управляющий сигнал (мероприятия), которые изменят свое поведение в зависимости от возбуждающего сигнала и нейтрализуют его негативные воздействия. При этом, результат такого взаимодействия характеризуется набором показателей, по которым делается вывод, достигнут результат или нет, то есть достигнуты ли показатели эффективности.

Следует отметить, что в качестве одного из показателей эффективности внедрения необходимых мероприятий используется показатель изменения статистики ДТП по сравнению с фоновыми показателями, характерными для стабильного состояния системы ВАДС. [7]

Итак, подсистема «среда» влияет на каждую из трех подсистем, однако, влияние среды на автомобильную дорогу, на наш взгляд, наиболее значимо, так как, например, выпадение осадков в виде снега

и резкие перепады температуры воздуха в районе 0 градусов оказывают прямое воздействие, в первую очередь, на безопасные показатели дороги, т. е. на ее сцепные качества (коэффициент сцепления). Влияние среды на водителя, безусловно, невозможно умалять, однако действия водителя с целью предотвращения аварии (снижение скорости движения, повышенная внимательность и т. д.) являются следствием влияния среды на дорогу. [8]

Природно-климатические факторы подсистемы «среда» являются не просто сопутствующими, а инициирующими. [3] Потому что они являются условиями, в которых меняется состояние системы безопасности. И здесь появляется научный интерес: какие закономерности описывают эти взаимосвязи?

В связи с этим задачей дальнейших исследований будет изучение роли факторов подсистемы «среда» в контексте их влияния на состояние дорожного покрытия и, как следствие, на показатели аварийности.

Заключение

1. Предложен алгоритм, по которому подсистема, вырабатывающая дестабилизирующий сигнал, воспринимается управляющим органом по совокупности созданных факторов дестабилизации, направляет на эту систему и связанные с ней подсистемы управляющий сигнал (мероприятия), которые изменят свое поведение в зависимости от возбуждающего сигнала и нейтрализуют его негативные воздействия. При этом, результат такого взаимодействия характеризуется набором показателей, по которым делается вывод, достигнут результат или нет, то есть это показатели эффективности.

2. Для достижения безопасных показателей дорожного покрытия предложены следующие виды воздействий:

– информационные (информирование участников дорожного движения о неблагоприятных условиях движения с обозначением коэффициента опасности);

– организационные (разработка нового регламента по содержанию автомобильных дорог);

– технические (применение сформированного парка машин при определенных условиях, включая новую разработку – машину для удаления снежно-ледяных отложений при воздействии высоконапорных струй).

Литература

1. *Леонович И. И.*, *Нестерович И. В.* Автоматизированная система управления зимним содержанием автомобильных дорог // Наука и техника. 2008. № 5. С. 51–58.

2. *Куракина Е. В.* Методология оценки и повышения эффективности дорожно-транспортных экспертиз: автореф... д-р техн. наук: 05.22.10: утв. 14.11.22. СПб. 2022. 424 с.

3. *Абросимова А. А., Пушкарев А. Е., Виноградова Т. В., Дружинин П. В.* Анализ роли климатических факторов в системе «водитель-автомобиль-дорога-среда» // Грузовик. 2024. № 3. С. 32–37. DOI: 10.36652/1684-1298-2024-3-32-37.

4. *Ширяева А. В.* Метеорологические условия функционирования автотранспорта на территории Москвы и Московской области // Известия РАН. Серия географическая. 2016. № 6. С. 94–101.

5. *Биндина В. В.* Влияние неблагоприятных метеоявлений на риск возникновения транспортных происшествий // Молодой ученый. 2020. № 3 (293). С. 30–32.

6. *Елисеев М. Е., Мазунова Л. Н., Елисеева И. Н.* Статистический и корреляционный анализ погодных факторов в интерактивной информационной системе повышения безопасности дорожного движения // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. № 2 (129). С. 28–40.

7. *Борзых К. А., Пономарев Ю. Ю.* Анализ основных детерминант количества ДТП и смертности на дорогах в России // Экономическое развитие России. 2022. Том 29. № 12. С. 63–73.

8. *Печатнова Е. В., Сафронов К. Э.* Оценка влияния количества осадков на аварийность на дорогах вне населенных пунктов. Вестник СибАДИ. 2020. 17 (4). С. 512–522.

УДК 621.311.243

Антон Витальевич Алимов,
аспирант
Александр Евгеньевич Пушкарев,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: anton_alimoff_007@mail.ru,
pushkarev-agn@mail.ru

Anton Vitalievich Alimov,
postgraduate student
Alexander Evgenievich Pushkarev,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: anton_alimoff_007@mail.ru,
pushkarev-agn@mail.ru

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ВЫБОРА И ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО РУЧНОГО ИНСТРУМЕНТА И НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ РЕМОНТА ПОВЕРХНОСТИ ДОРОГ

SETTING THE TASK OF SELECTING AND JUSTIFYING THE PARAMETERS OF PNEUMATIC HAND TOOLS AND ATTACHMENTS FOR SURFACE ROAD REPAIR

Ремонт и обслуживание дорожного полотна по-прежнему остается важной и актуальной проблемой сегодня. Ремонт дороги – долгий и сложный процесс, связанный с задействованием большого количества дорожной техники. Необходимо провести подготовительные мероприятия, затем необходим целый комплект машин для снятия слоя износа (дорожные фрезы и дорожные пилы). Ремонт дороги данным методом имеет большой недостаток – невозможно отремонтировать конкретный проблемный участок, только полное снятие участка. Поэтому предлагается использовать пневмоабразивные струи, которые эффективно, безопасно, быстро и качественно вырезают необходимый участок асфальта без необходимости в большом количестве подготовительных машин.

Ключевые слова: пневмоабразив, ремонт дороги, дорожная машина, дорожная фреза.

The repair and maintenance of the roadway remains an important and urgent problem today. Road repair is a long and complex process involving the use of a large number of road equipment. Preparatory measures must be carried out, then a whole set of machines is needed to remove the wear layer (road cutters and road saws). Road repair by this method has a big drawback – it is impossible to repair a specific problem area, only complete removal of the site. Therefore, it is proposed to use pneumatic abrasive jets that effectively, safely, quickly and efficiently cut out the necessary section of asphalt without the need for a large number of preparatory machines.

Keywords: pneumatic abrasive, road repair, road machine, road milling cutter.

Ремонт дорожного полотна бывает текущим, средним и капитальным.

Средний и капитальный ремонт имеют достаточно высокую стоимость и большое время выполнения работ. Главный минус этих ремонтов заключается в том, что они выполняются, когда дорожное полотно уже имеет образовавшиеся дефекты. В наших же интересах не доводить дорожное полотно до состояния, когда его необходимо будет полностью перекладывать. Поэтому рассмотрим текущий ремонт подробнее.

Текущий ремонт включает в себя следующие технологические операции:

- Частичное восстановление или полная замена верхнего слоя дорожного покрытия, что зависит от уровня износа и наличия различных дефектов.
- Ликвидация осевших участков в местах состыковки мостов с земляной насыпью.
- Обустройство, ремонт и благоустройство пешеходных переходов или дорожных переездов, проложенных над канавами.
- Замена ограждающих конструкций на мостах.
- Многие другие типы работ, касающиеся ремонта инженерных сооружений, являющихся частью дорожной инфраструктуры.

Разобравшись с операциями, выполняемыми при текущем ремонте дороги, рассмотрим гидравлическое оборудование, используемое для выполнения ремонтных работ.

Основным оборудованием, применяемым для ремонта дорог, являются:

- Асфальтоукладчики, используемые для укладки асфальтобетонной смеси с равномерным распределением, а для также первичного уплотнения.
- Гидравлический молот производит разрушение верхнего слоя асфальтобетонного покрытия.
- Дорожные фрезы, для снятия асфальтобетонного покрытия, дробления асфальтобетона до определенных фракций.
- Дисковые пилы, для пропила асфальтобетонного покрытия для его последующего удаления, дробления и других видов работ.

После изучения видов ремонта дорожного полотна и применяемого оборудования перейдем к методу гидродинамического ремонта.

Пневмоабразивный ремонт основан на использовании потоков сжатого воздуха под высоким давлением с абразивами, что позволяет эффективно ликвидировать дефекты, не требуя значительных затрат времени и ресурсов. Этот метод предполагает проведение следующих операций:

1. Удаление верхнего слоя асфальтобетонного покрытия – с использованием специализированного оборудования, такого как пневмоструйные фрезы, абразив с песком эффективно срезают проблемные участки дорожного покрытия, не повреждая нижние слои.

2. Чистка и обработка оснований – пневматическое оборудование позволяет очищать основание дороги от загрязнений и фрагментов старого покрытия, что способствует лучшему сцеплению нового материала с основной частью дороги.

3. Восстановление покрытия – после очистки и подготовки оснований на поверхность укладывается новый асфальт, что обеспечивает долговечность и прочность дорожного полотна.

4. Пневмоабразив можно использовать в любое время года в любой температурной зоне. Т. к в отличие от жидкости, абразив не замерзает при отрицательной температуре и не испаряется в очень жарких местах.

После изучения представленного материала были определены цель и задача научной работы, направленной на снижения времени ремонта и обслуживания дорожного полотна, повышение качества покрытия и снижения трудозатрат выполняемых работ.

Сейчас существуют методики обоснования параметров пневмоабразивных струй, задачи которых очистка от загрязнений или остатков слоя краски различных объектов, а также пневмоабразивов, используемых при демонтаже строительных зданий и сооружений. Поэтому в качестве задачи была выбрана разработка метода обоснования параметров пневматического ручного и навесного оборудования.

Актуальность темы данного исследования заключается во все более строгих требованиях к ремонту дорожного покрытия, требующих проводить ремонт с оглядкой на безопасность окружающей среды, безопасность рабочего персонала, скорости и качестве проделываемой работы.

Цель работы. Разработать и обосновать методику выбора оптимальных параметров пневматического ручного инструмента и навесного оборудования, предназначенного для более быстрого, качественного и менее трудозатратного выполнения ремонтных работ дорожного полотна.

Ожидаемые научные и практические результаты. Установление закономерностей, обеспечивающих эффективное использование пневматических инструментов и навесного оборудования; разработка метода обоснования параметров пневматического инструмента и навесного оборудования для успешного выполнения задач по ремонту дорожного покрытия.

Заключение

Пневматический ремонт и обслуживание дорожного полотна с использованием специализированного оборудования представляют собой значительный шаг вперед в области дорожной инфраструктуры. Правильная постановка задач, выбор оборудования и оптимизация процессов помогут не только улучшить качество ремонта, но и обеспечить безопасность дорожного движения. В дальнейшем исследования в этом направлении позволят развивать и адаптировать новые методы, направленные на сохранение и улучшение состояния дорожных полотен, что в свою очередь повысит уровень комфорта и безопасности для всех участников дорожного движения.

Литература

1. *Петров, А. А.* Обоснование и выбор параметров гидроабразивного инструмента исполнительных органов горных машин с разработкой модулей высоконапорного оборудования: Тульский государственный университет, 1999.

2. *Кирилов, А. В.* «Современные технологии ремонта дорожного полотна», Журнал дорожного строительства, 2021.

3. Методические рекомендации по текущему ремонту и содержанию дорожного полотна, Министерство транспорта Российской Федерации, 2020.

4. *Тихомиров, Е. С.* «Технологии обслуживания дорожной инфраструктуры», Транспортное строительство, 2020.

5. *Морозов, С. Н.* «Эффективные методы ремонта асфальтобетонных покрытий», Современные технологии в строительстве, 2019.

УДК 656.13

Никита Вадимович Богданов,
аспирант
Александр Алфеевич Воробьев,
д-р техн. наук, профессор
(Петербургский государственный
университет путей сообщения
императора Александра I)
E-mail: *bnv778@mail.ru,*
79219751198@yandex.ru

Nikita Vadimovich Bogdanov,
postgraduate student
Alexandr Alfeevich Vorobev,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Emperor Alexander I
St. Petersburg State
Transport University)
E-mail: *bnv778@mail.ru,*
79219751198@yandex.ru

ВЛИЯНИЕ КУЛЬТУРЫ ВОЖДЕНИЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

THE INFLUENCE OF DRIVING CULTURE ON ROAD SAFETY

Культура вождения напрямую влияет на безопасность дорожного движения. Водители, которые часто пренебрегают правилами дорожного движения, становятся виновниками дорожно-транспортных происшествий. Агрессивное вождение становится раздражающим фактором, которое вызывает дисбаланс во взаимоотношениях водителей на дороге и приводит к повышенной раздраженности, утомляемости и даже агрессии. Все это становится угрозой для безопасности на дорогах общего пользования.

В статье проанализирована статистика дорожно-транспортных происшествий, выявлена зависимость количества происшествий от регионов. Сформулировано определение культуры вождения. Предложены комплексные меры для повышения безопасности на дорогах Российской Федерации.

Ключевые слова: водитель, транспортное средство, культура вождения, водительская этика, агрессия, психическая устойчивость.

Driving culture directly affects road safety. Drivers who often ignore traffic rules become the culprits of road accidents. Aggressive driving becomes an irritant that causes an imbalance in the relationships between drivers on the road and leads to increased irritation, fatigue and even aggression. All this becomes a threat to safety on public roads.

The article analyzes the statistics of road accidents, reveals the dependence of the number of accidents on regions. The definition of driving culture is formulated. Comprehensive measures are proposed to improve safety on the roads of the Russian Federation.

Keywords: driver, vehicle, driving culture, driver ethics, aggression, mental stability.

Безопасность дорожного движения напрямую зависит от взаимоотношений на дороге. Несмотря на меры, предпринимаемые различными государственными структурами по повышению качества этих отношений, данная проблема остается актуальной и на сегодняшний день. На примере крупного мегаполиса можно рассмотреть, как высокая автомобилизация общества отражается на культуре вождения.

Город Санкт-Петербург входит в пятерку лидеров по количеству транспортных средств. Согласно результатам анализа, который провело агентство «АВТОСТАТ», в Северной столице на 1000 жителей приходится 317 легковых транспортных средств. Это выше, чем в Москве и в целом по стране. [1]

Такое большое количество автомобилей в современном мегаполисе приводит к увеличению интенсивности движения. Ежегодно в Санкт-Петербурге происходит порядка 2–3 тыс. аварий различной степени серьезности (см. рис. 1). [2]

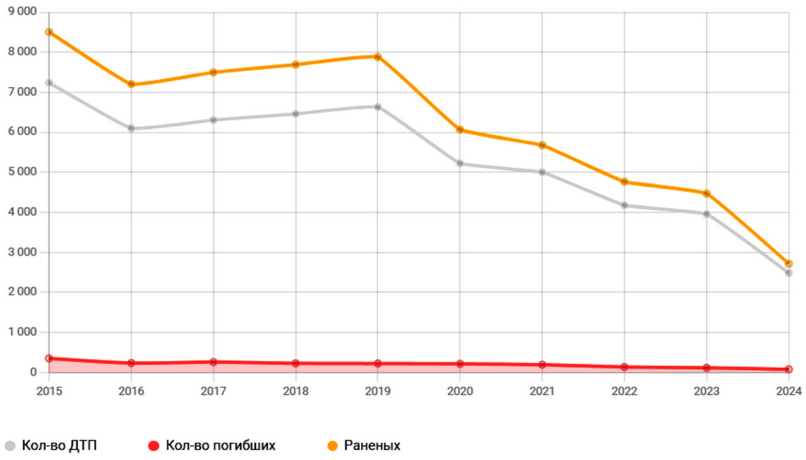


Рис. 1. Статистика ДТП в Санкт-Петербурге с 2015 по 2024 годы

Причиной повышенной аварийности на дорогах общего пользования является грубое и систематичное нарушение правил дорожного движения (ПДД). Как правило это связано не с незнанием, а с пренебрежительным отношением некоторых участников дорожного движения как к сами правилам, так и к другим водителям.

Неукоснительное соблюдение ПДД, а также принцип уважения и взаимовыручки на дороге называется культурой вождения или водительской этикой. Культура вождения напрямую зависит от моральных и нравственных принципов человека. Другими словами, каким образом человек себя ведет в обществе, таким образом он себя будет вести и на дороге.

Для предотвращения появления опасности на дороге, водители должны думать не только о своих личных интересах, но и об интересах других, быть вежливыми и сдержанными. Необходимо признать, что зачастую уважения друг к другу в современном обществе не хватает.

Негативными факторами, которые снижают культуру вождения, являются:

- превышение скоростного режима (особенно это актуально в населенных пунктах);
- создание помех другим участникам дорожного движения;
- грубое и агрессивное поведение на дороге, связанное с резкими перестроениями, не соблюдением дистанции и т. п.

Такое поведение отдельных не очень квалифицированных водителей, провоцирует ответную агрессивную реакцию со стороны других участников дорожного движения, которые, наоборот, соблюдают все требования ПДД и ведут себя максимально корректно на дороге. В свою очередь, любая ответная агрессия, которая возникает на дороге, может спровоцировать серьезное ДТП. [3], [4]

Если снова обратиться к статистике ДТП по всей Российской Федерации (РФ), которое публикует Государственная Автомобильная Инспекция (ГАИ), можно отметить тот факт, что самая высокая аварийность как раз не в больших мегаполисах, а в южных регионах, где процент автомобилизации общества меньше, чем в Москве и Санкт-Петербурге. Такие данные объясняются низкой социальной культурой, которая отражается на поведении человека за рулем транспортного средства (см. рис. 2).

Также согласно исследованиям социологов и психологов, к агрессивной среде наиболее склонны молодые люди мужского пола в возрасте от 18 до 30 лет, преимущественно неженатые, со стажем вождения до 5 лет. Как правило это связано с желанием продемонстрировать свои умения и возможности своего транспортного средства. Вдобавок

к этому, молодые люди в силу своего возраста недооценивают риски и могут быть слишком самоуверенны. [5], [6], [7]

Рис. 2. Статистика ДТП по России за 2024 год

На основании полученных сведений, можно сделать выводы о том, что необходимо уделять пристальное внимание молодому поколению, закладывая принципы повышения безопасности на дороге за счет взаимоуважения и взаимовыручки. Для повышения культуры вождения в РФ предлагается:

- пропаганда культуры и безопасности дорожного движения в целях осознания обществом того факта, что безопасность дорожного движения зависит от каждого участника;
- развитие систем видеофиксации правонарушений, как сдерживающего фактора совершения административных правонарушений в сфере безопасности дорожного движения;

● проведение целенаправленной психологической работы в автошколах, способствующей быстрой и эффективной адаптации неопытных водителей, исследование психофизических параметров кандидатов в водители, увеличение количества часов практических занятий на дорогах общего пользования;

● ужесточение правил проведение медицинских водительских комиссий. Установка на государственном уровне ежегодного обязательного медицинского осмотра у нарколога и психиатра. Разработка специальных психологических методик по выявлению наиболее опасных категорий водителей, склонных к агрессивному вождению;

● дифференцируемая система наказаний за нарушение ПДД. Для злостных нарушителей предлагается использовать повышающие коэффициенты к административным штрафам, вплоть до лишения водительского удостоверения за многократное нарушение одних и тех же пунктов правил.

Заключение

Таким образом, для реализации программы по повышению культуры вождения в РФ, необходимо использовать комплексный подход. Реализация вышеизложенных мероприятий позволит снизить количество агрессивных водителей и повысить культуру вождения в целом.

Литература

1. Количество автомобилей в г. Санкт-Петербург [Электронный ресурс]: https://www.autostat.ru/news/58312/. Дата обращения: 20.09.2024.

2. Статистика ДТП по городу Санкт-Петербург [Электронный ресурс]: http://stat.gibdd.ru/. Дата обращения: 20.09.2024.

3. *Климович Е.В., Кузнецов А.В.* Правовое регулирование применения специальных технических средств фиксации нарушений правил дорожного движения – проблемы и перспективы // Юридическая наука и правоохранительная практика. 2015. № 4 (34). С. 132–139.

4. *Козлов В. В.* Психологические правила безопасного вождения. М. : Автополис-плюс, 2005. 64 с.

5. *Гуменюк Г. Х.* Важнейшие аспекты обеспечения безопасности дорожного движения // Актуальные проблемы борьбы с преступлениями и иными правонарушениями: материалы XXII междунар. науч.-практ. конф.: в 3 ч. Ч. 1. Барнаул: БЮИ МВД России, 2014. С. 197–200.

6. *Утлик В. Э.* Социально-психологические условия предупреждения конфликтов в дорожном движении: дис. … канд. психол. наук. М. : 2006. 202 с.

7. *Казаченок В. В.* Повышение уровня культуры водителей как фактор безопасности дорожного движения // Юридическая наука и правоохранительная практика: 2 (36) 2016 г.

УДК 621.4

Владимир Дмитриевич Габидулин,
аспирант
Виктор Николаевич Добромиров,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: viktor.dobromirov@mail.ru,
moymail_2014@mail.ru

Vladimir Dmitrievich Gabidulin,
postgraduate student
Viktor Nikolaevich Dobromirov,
Dr. Sci. Tech., professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: viktor.dobromirov@mail.ru,
moymail_2014@mail.ru

АНАЛИЗ ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА АКУСТИЧЕСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ В АРКТИЧЕСКИХ РЕГИОНАХ

ANALYSIS OF THE APPLICATION OF THE ACOUSTIC DIAGNOSTIC METHOD IN THE ARCTIC REGIONS

С каждым годом арктические регионы РФ принимают все большую значимость для освоения страны. Данные географические регионы располагают большим потенциалом для экономического роста страны, ввиду своей обширности и наличия ценных сырьевых ресурсов. Освоение Арктики предписывает необходимость использования строительной и дорожно-транспортной техники, для решения комплекса важнейших задач, такие как добыча нефти и газа, исследование неосвоенной территории и др. Использование техники в экстремальных погодно-климатических условиях ужесточает требования для поддержки работоспособности оборудования, а также предписывает выполнение своевременной проверки состояния машин. Основным методом оперативного технического контроля строительных машин является метод диагностирования. При эксплуатации техники в специфических условиях Арктических регионах возникает ряд трудностей при применении данного метода. Данный факт обусловлен наличием суровых климатических условий, отдаленностью от станций технического обслуживания, наличием сложного рельефа и прочее. В данной статье представлен анализ возможности практического применения метода акустического диагностирования в данных условиях, с целью упрощения, повышения качества, а также уменьшения трудозатрат для выполнения данной операции.

Ключевые слова: диагностирование машин, акустическое диагностирование, двигатель внутреннего сгорания

Every year, the importance of the Arctic regions in Russia for economic development continues to grow. These territories are rich in valuable resources and have

great potential for economic development. The conquest of the Arctic requires the use of construction and road transport equipment to perform tasks such as oil and gas extraction, exploration of unexplored territories and much more. Operating machinery in extreme Arctic weather conditions increases the demand for equipment maintenance and regular checks on its condition. The primary method for technical control of construction machinery is through diagnostics. However, applying this method in the Arctic poses challenges due to harsh weather, long distances from service stations, difficult terrain, and other factors. This article explores the potential benefits of using acoustic diagnostics in the Arctic to simplify, enhance quality, and lower labor costs for equipment maintenance.

Keywords: diagnostics of machines, acoustic diagnostics, internal combustion engine

Из-за важности освоения Арктики для территории России, поддержание стабильной работы строительных и дорожно-транспортных машин в условиях крайнего Севера становится ключевой задачей. Контроль технического состояния машин, в частности, контроль работы двигателей внутреннего сгорания (ДВС), необходим для сохранения их стабильности, и является актуальной задачей [1]. Применение метода диагностирования ДВС в суровых реалиях Арктики является весьма проблематичной задачей:

Отдаленность от центров технического обслуживания вынуждает производить диагностику «на месте» в полевых условиях.

Суровые природно-климатические условия затрудняют процесс диагностирования в полевых условиях традиционными методами.

Экстремально низкие температуры вызывают сбои в работе электронных средств диагностирования силовых установок НТТМ.

Данные проблемы предписывают необходимость возможности диагностирования ДВС «на месте», при помощи ручных приборов. Решение этой задачи возможно реализовать при помощи метода сканирования, так как метод ориентирован на использовании портативного прибора – сканера. Однако, метод зависим от мощностных показателей встроенных датчиков [2] и электронного блока управления машины. Так как датчики подвержены негативному воздействию окружающий среды, внешние погодные и климатические условия могут негативно сказываться на их работоспособности, что в особенности характерно при работе в регионах дальнего севера. При выходе из строя одного из датчиков невозможно удостовериться в подлинности полученных результатов. Более того, сам электронный блок управления транспортного

средства может быть неисправен, из-за чего информация о неисправностях может также быть недостоверной.

В качестве альтернативы предлагается рассмотреть возможность практического применения метода акустического диагностирования, так как применение метода ориентировано исключительно на физические характеристики работы двигателя, а именно, издаваемый им шум. Применение метода активно исследуется в других областях науки и техники как отечественными исследователями [3, 4], так и зарубежными [5], что свидетельствует в заинтересованности исследования данного метода. Однако, анализируя опыт существующих исследований, было выявлено, что основным вектором применения метода ориентирован на оценку состояния системы впрыска топлива двигателя, механических систем, состояние газораспределительного механизма, и т.д. Исследования по влиянию состояния электронных систем управления на работу двигателя остаются недостаточно представленными (работы фирмы GNFA). Таким образом, предлагается оценить акустические характеристики двигателя с неисправностями, связанные в первую очередь с электронными системами.

Целью проведенного исследования является оценка возможности практического применения акустического диагностирования ДВС со сбоями в работе электронных систем, переводящих силовую установку в режим ограниченного функционирования.

Задачи исследования:

Сбор данных акустических параметров ДВС до введения неисправности электронных систем, и после устранения неисправности;

Анализ полученных данных. Спектральное разложение, сравнение акустических характеристик ДВС при исправном и неисправном режиме работы;

Подведение итогов.

Основная часть. Объектом исследования является двигатель автомобиля Ford Focus-2 объемом 1.6 л. При введении неисправности (отказ работы модуля зажигания), привело к выходу из строя второго цилиндра, в результате чего были зафиксированы нестабильные показатели вращения вала двигателя. После исправления неисправности, обороты двигателя показывали стабильные показатели. В таблице представлены основные показатели после введения неисправности, и после ее устранения.

Наименование	Показатели при режиме работы	
	Исправном	Неисправном
Скорость движения, км/ч	60	60
Номер передачи	3	3
Мощность (минимальная), кВт	23	30
Частота вращения вала тыс. (минимальная) об/мин	1,75	2,1
Крутящий момент (минимальный), Н·м	132	139
Коэф. полезной мощности (минимальный)	0,27	0,39

Как видно, показатель полезной мощности при неисправном режиме работы на 44,4 % меньше, чем показатели при исправном режиме работы. Данные характеристики были получены на основе графика, представленным на рисунке 1. График представляет собой зависимость крутящего момента и мощности от частоты вращения вала.

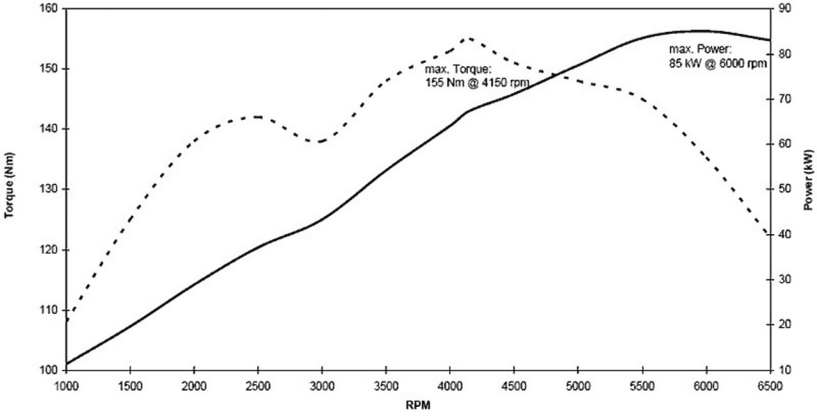


Рис. 1. Зависимость момента и мощности от частоты вращения вала двигателя

При движении автомобиля с той же скорость, и на той же передачи, частота вращения стабилизировалась, и равна 2,1 тыс. об/мин. Крутящий момент равен – 139 Н·м. Показатель мощности – 30 кВт. Коэффициент полезной мощности двигателя – 0,39.

Записанные звуковые файлы были подвержены цифровому анализу при помощи метода Быстрого преобразования Фурье [6]. Были получены спектральные картины шумовых характеристик двигателя с исправном режимом работы, так и неисправным, показанные на рис. 2. Сверху показана амплитуда колебаний, и снизу – визуальная иллюстрация уровней шума при тех или иных частотах. Условные обозначения уровня звука представлены на рис. 3. Оранжево-желтые линии символизируют диапазоны, при которых уровень шума равен приблизительно -40 дБ.

а) *б*)

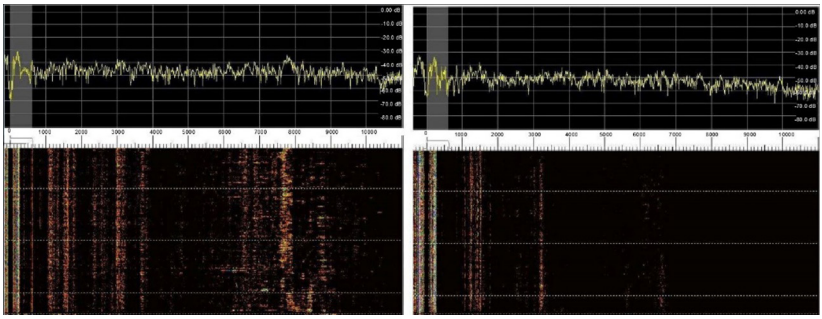


Рис. 2. Спектральная картина работы двигателя: *а* – двигатель с неисправным режимом работы; *б* – двигатель с исправным режимом работы

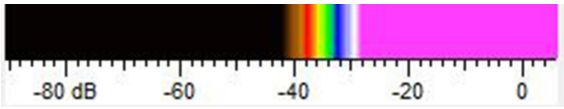


Рис. 3. Условные обозначения уровня звука

В ходе эксперимента были успешно обработаны и изучены результаты акустических параметров двигателя. Результаты показали различия в спектральных характеристиках звукового сигнала между исправным и неисправным двигателями:

- в диапазоне частот 4500...5500 Гц у обоих двигателей отсутствует звуковая амплитуда более 40 дБ;
- у неисправного двигателя зарегистрировано большее количество частот, где уровень звука превышает -40 дБ;

- для двигателя с неисправным режимом работы наблюдается увеличение амплитуды уровня звука на частотах от 6000 до 9500 Гц более -40 дБ, в то время как у исправного двигателя таких значений нет. Эти различия помогают идентифицировать неисправный двигатель на основе акустических данных;
- графики позволяют наглядно оценить шумовые параметры.

Заключение

Таким образом, использование акустического диагностирования для обнаружения неисправностей электронных систем силовых установок машин, работающих в условиях крайнего Севера, имеет практическую значимость и может быть полезным для будущих исследований. Появляется практическая возможность оценить звуковые характеристики множества транспортных средств для различного рода неисправностей, связанных с электронными системами, и на основании этого составить базу данных для дальнейшей разработки инструментария или приборов, способного «на месте» оценить род неисправностей двигателя.

Литература

1. *Габидулин, В. Д.* Акустическое диагностирование двигателя внутреннего сгорания / В. Д. Габидулин // Вестник сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. – 2024. – Т. 21. – № 4 (98). – С. 502–511.

2. *Гончаров, А. А.* Совершенствование методики диагностирования датчика кислорода автомобильных двигателей / А. А. Гончаров, Н. С. Гончаров // Вестник оренбургского государственного университета. – 2014. – № 10 (171). – С. 236–240.

3. *Горбаш, В. Г.* Неразрушающий контроль в промышленности. Акустический контроль / В. Г. Горбаш, М. Н. Делендик, П. Н. Павленко // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2011. – № 4. – С. 35–51.

4. *Деев, А. А.* Акустические колебания в фрикционном контакте как способ контроля поверхностей трения на этапе приработки двигателей внутреннего сгорания / А. А. Деев // Вестник Рязанского государственного университета им. С. А. Есенина. – 2010. – № 29. – С. 132–148.

5. *Albarbar, A.* Diesel engine fuel injection monitoring using acoustic measurements and independent component analysis / A. Albarbar, F. Gu, A. D. Ball // Measurement. – 2010. – Vol. 43. – № 10. – P. 1376–1386.

6. *Терехов, А. В.* Анализ спектра звукового сигнала / А. В. Терехов, К. П. Гужаковская // NBI-technologies. – 2020. – Т. 14. – № 1. – С. 23–28.

УДК 656

Денис Васильевич Капский,
д-р техн. наук, профессор
Сергей Сергеевич Семченков,
канд. техн. наук, доцент
(Белорусский национальный
технический университет)
E-mail: d.kapsky@gmail.com,
bntu.tst@gmail.com

Denis Vasilievich Kapski,
Dr. Sci. Tech., Professor
Sergej Sergeevich Semtschenkow,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Belarusian National
Technical University)
E-mail: d.kapsky@gmail.com,
bntu.tst@gmail.com

ДОСТУПНОСТЬ КАК ЦЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ И МЕГАПОЛИСОВ

ACCESSIBILITY AS A GOAL OF FORMING TRANSPORT SYSTEMS AND MEGACITY

Негативные проблемы урбанизации по-прежнему требуют изменения концептуального подхода в градостроительном и транспортном планировании, а также применение показателя, характеризующего не только мобильность, но и качество транспортной системы города. Следует больше внимания уделять доступности. Предложены новые подходы к повышению качества городской среды и качества жизни.

Ключевые слова: мегаполис, урбанизация, качество, транспортная система, градостроительство, мобильность, доступность.

Negative problems of urbanization still require a change in the conceptual approach in urban and transport planning, as well as the use of an indicator that characterizes not only the mobility and quality of the city's transport system. More attention should be paid to accessibility. New approaches to improving the quality of the urban environment and quality of life are proposed.

Keywords: megacity, urbanization, quality, transport system, urban development, mobility, accessibility.

Города, как живые организмы, принимают различные уникальные формы, обуславливаемые множеством факторов, большинство из которых связаны с доступностью [1, 2]. Как известно, дорожное движение происходит в сформировавшейся транспортной системе города, включающей материальную и организационно-управленческую составляющие. В связи с тем, что материальная составляющая (дорожно-транспортная инфраструктура и т. п.) требует соответствующего мультимодального

развития, а организационно-управленческая составляющая, несмотря на бурное проникновение передовых, в том числе информационных технологий («умных» технологий) в жизнь мегаполисов, до сих пор неудовлетворительная, то качество дорожного движения характеризуется повышенными потерями (по экспертным оценкам, в большинстве стран, они составляют порядка 6–10 % ВВП). Более остро ощущаются следующие проблемы: снижается скорость сообщения и пропускная способность, увеличивается время на поездку, растет уровень аварийности, повышается вредное воздействие транспортной системы на экосистему города, появляются «пробки» (заторы) [3, 4]. Также сказываются последствия неоптимальных градостроительной политики (по расположению различных видов деятельности, точек приложения труда и отдыха, объектов тяготения, мест получения услуг и «активностей» в городе – проблемы землепользования) и транспортной (ориентирование транспортной системы на личный транспорт, выбор нерациональных видов маршрутного пассажирского транспорта) политик [5, 6]. Все эти негативные аспекты урбанизации снижают доступность – легкость достижения пунктов назначения.

Доступность – предлагаемый интегральный показатель, который учитывает стоимостные характеристики (затрачиваемое время, скорость и пр. – экономические потери), комфорт (социальные потери), а также экологическую составляющую и безопасность (материальная и социальная составляющие). Поскольку она оценивает количество пунктов назначения, которые можно достичь за заданный период времени при обеспечении совокупного качества движения (оценивается по величине социальных, экономических, экологических и физических/аварийных потерь), то очень важны как градостроительная политика, так и транспортная (возможные методы управления маршрутным пассажирским транспортом и пр., ведь доступность можно рассчитать и для разных мест, и для разным видов транспорта) [7]. Поэтому можно говорить о необходимости баланса градостроительной застройки и транспорта, пространственного развития городских территории и плотности застройки (и проживающих, и рабочих мест). Необходим сбалансированный учет экономических интересов, транспортного обслуживания и застройки городских территорий. Это соответствует широко применяемому вот уже более 10 лет во всем мире подходу «избегай(сокращай)-сдвигай (поддерживай)-улучшай» («Avoid-Shift-Improve») [8].

В предлагаемых подходах, все же, первое место занимает «избегание» излишней мобильности для повышения эффективности транспортной системы путем комплексного планирования землепользования и управления спросом на транспорт. Именно за счет таких подходов потребность в поездках и их продолжительность могут быть сокращены. Это также показывает и необходимость осуществления более плотной, многофункциональной смешанной застройки, которая ориентирована на транзитную застройку территорий, предполагает разнообразие и качество городской среды, что предопределяет уровень мобильности населения и соответствующую доступность. Важный подход, направленный на повышение эффективности перемещений (поездок), заключается в применении различных инструментов «сдвига»: более активное применение маршрутного пассажирского транспорта; велосипедного транспорта и СПМ(СИМ), а также ходьбу. Третий подход предполагает «улучшение» за счет применения альтернативных, более экологичных видов энергии. С учетом проникновения различных цифровых устройств («гаджетов») в нашу жизнь. Данный подход можно трансформировать в следующий: «избегай – ***заменяй мобильность цифровой активностью*** – сдвигай – улучшай».

Хотелось бы отметить, что в 2022 году в Беларуси изменился подход к подготовке кадров, занимающихся решением данной проблемы. Поскольку транспорт нельзя рассматривать без привязки к землепользованию, то специальность «Организация дорожного движения» трансформирована в специальность «Организация движения и транспортного планирования», в рамках которой обучающиеся получают компетенции по планированию землепользования. Это позволяет современным инженерам более наглядно понять принципы доступности, связанные не только непосредственно с движением, но и с поведением человека и расположением мест его активности (точек приложения труда и отдыха, получением услуг и прочих активностей).

В этом аспекте также целесообразно говорить не просто о мобильности, а о доступности, которая учитывает как саму мобильность, так и модели развития территорий, и является, на наш взгляд, более ценным показателем эффективности. Также в ее основе лежит и учет человеческого фактора и различных человеческих реакций, таких как индуцированный спрос. Данный показатель также учитывает и экономическую составляющую.

Доступность зависит от местоположения, времени суток, дня недели, времени года, цели поездки, типа желаемых пунктов назначения, способов передвижения, и, конечно, человека – его чаяний, желаний, психофизиологического состояния и так далее. Это достаточно полно характеризует и стоимость жилья, и выбор способа и маршрута поездки (почему житель делает тот или иной выбор, а также осознание восприятий, возможностей и ограничений), а также поведения во время передвижения. Причем, показатель «доступность», характеризующий возможность перемещаться между различными точками приложения труда и отдыха (или точками активности) с учетом загрузки транспортной системы, более важен, чем мобильность.

Следует отметить, что доступность, без условно, начинается с человека и личности. Если бы у людей не было любимых мест в городе, которые приятно посетить, или людей, с которыми хочется вместе провести время, то и стиль жизни личности меняется, причем не к лучшему (увеличивается социальное расслоение общества, возникает огромное количество социокультурных проблем, которые характеризуются ростом депрессий, конфликтов, суицидов, преступности и пр.). Люди, без обеспечения необходимой и жизненно важной доступности, загоняют сами себя в огромные мегаполисы, наподобие фантастического города Солярии (роман Айзека Азимова «Обнаженное солнце»), где жители изолированы друг от друга, живут отдельно, личные контакты практически исключаются.

Заключение

Доступность – является интегральным показателем качества транспортной системы и города в целом. Она характеризует эффективность проводимых в мегаполисах транспортной и градостроительной политик. Показывает возможность комфортного (независящего от наличия личного автомобиля) передвижения по всей территории города. Повышение доступности обеспечит снижение потребности в поездках на личном автомобиле. Задачу повышения доступности можно решить только путем улучшения качества городской среды в целом за счет построения мультимодальных транспортных систем городов, что является важным компонентом его удобства для жизни в любом мегаполисе мира. При этом необходим сбалансированный учет социальных, экологических, экономических и физических потерь, прогнозируемых

в транспортной системе или городе в целом. Предложенные комплексные методологические подходы позволят обеспечить должный уровень доступности и устойчивое развитие городов.

Литература

1. *Вучик, В.* Транспорт в городах, удобных для жизни. Монография / В. Вучик. – Москва: ИД Территория будущего, 2011. – 576 с. – ISBN 978-5-91129-058-0. – EDN RAYWFL.

2. *Донченко, В. В.* Доступность и методы ее оценки в процессах планирования городских транспортных систем / В. В. Донченко // Автомобиль. Дорога. Инфраструктура. – 2023. – № 1(35). – EDN TGTHFA.

3. *Донченко, В. В.* Понятие доступности в транспортном планировании: анализ современных зарубежных подходов / В. В. Донченко // Научный вестник автомобильного транспорта. – 2022. – № 3. – С. 5–13. – EDN UBHDJC.

4. *Kapski, D.* Measures to Improve the Operation of Passenger Transport and Urban Mobility / D. Kapski, S. Semtchenkov, L. Khmelnitskaya // Komunikacie. – 2023. – Vol. 25, No. 1. – P. A14–A25. – DOI 10.26552/com.c.2023.007. – EDN GQUPFC.

5. *Kapskij, D.* Theoretical basis for an economic evaluation of road accident losses / D. Kapskij, T. Samoilovich // Transport. – 2009. – Vol. 24, No. 3. – P. 200–204. – DOI 10.3846/1648-4142.2009.24.200-204. – EDN XMCFMZ.

6. Влияние планировочных, организационных характеристик и регулирования на безопасность движения пешеходов / Г. М. Кухаренокг, Д. В. Капский, Е. Н. Кот, М. П. Щипцов // Вестник Белорусского национального технического университета. – 2011. – № 2. – С. 46–50. – EDN XIKGOD.

7. *Капский, Д. В.* Повышение качества дорожного движения в очагах аварийности / Д. В. Капский // Наука и техника. – 2015. – № 3. – С. 36–43. – EDN VBQRIL.

8. Sustainable Urban Transport: Avoid-Shift-Improve (A-S-I)/ A quick introduction to our approach for sustainable urban mobility. / First Edition: 2011/ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH or GIZ / https://sutp.org/publications/sustainable-urban-transport-avoid-shift-improve-a-s-i/

УДК 656.1.62

Сарвар Ковилжонович Имомназаров,
канд. техн. наук, доцент
Авазбек Акрамжон угли Махмудов,
преподаватель
(Наманганский инженерно-строительный институт)
E-mail: sarvar199108@gmali.com, makhmudov.avazbek.2017@mail.ru

Sarvar Koviljonovich Imomnazarov,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Makhmudov Avazbek Akramjon ugli
lecturer
(Namangan Engineering-Construction Institute)
E-mail: sarvar199108@gmali.com, makhmudov.avazbek.2017@mail.ru

К ВОПРОСУ АНАЛИЗА ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН

ON THE ISSUE OF ANALYSIS OF ROAD ACCIDENTS IN THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

В данной статье проанализирована литература по эффективной организации порядка дорожного движения на перекрестках с целью устранения пробок, аварий, экологических проблем и увеличения скорости движения транспортных средств на автомобильных дорогах. Учитывая, что большинство вышеперечисленных проблем на автомобильных дорогах возникает именно на перекрестке, при его проектировании и реконструкции нанесение дорожной разметки, использование светофоров, расположение элементов конструкций на общем перекрестке должны быть тщательно и оптимально продуманы. В работе проанализированы пути эффективной организации безопасности дорожного движения.

Ключевые слова: автотранспортные средства, перекресток, дорога, дорожное движение, ДТП, безопасность дорожного движения, интенсивность дорожного движения, конфликтная ситуация, конфликтные точки.

This article analyzes the literature on the effective organization of traffic order at intersections in order to eliminate traffic jams, accidents, environmental problems and increase the speed of vehicles on highways. Considering that most of the above problems on highways arise precisely at the intersection, when designing and reconstructing it, the application of road markings, the use of traffic lights, and the location of structural elements at a common intersection should be carefully and optimally thought out. The paper analyzes the ways of effective organization of road safety.

Keywords: motor vehicles, intersection, road, traffic, road accidents, road safety, traffic intensity, conflict situation, conflict points.

Сегодня автомобильная промышленность развивается быстрыми темпами. Растет число реализуемых автомобилей населению и соответственно интенсивность движения в городах и населенных пунктах.

Современные автомобили все более совершенствуются в части применения электронных вспомогательных систем, позволяющих сократить и снизить тяжесть последствий ДТП. Анализ количества аварий в Узбекистане в 2022 году по сравнению с 2021 годом показал снижение на 1 %. Число погибших сократилось на 3 %, а количество раненых увеличилось на 4 %. Служба безопасности дорожного движения (БДД) ставит целью снизить количество аварий и смертей на 15 % в 2023 году. По данным службы БДД, в течение 2022 года на территории республики произошло 9902 несчастных случая, в 2086 случаях, связанных со смертью, погибло 2356 граждан. 7816 случаев были связаны с телесными повреждениями. В них пострадали 9606 граждан. [1–3].

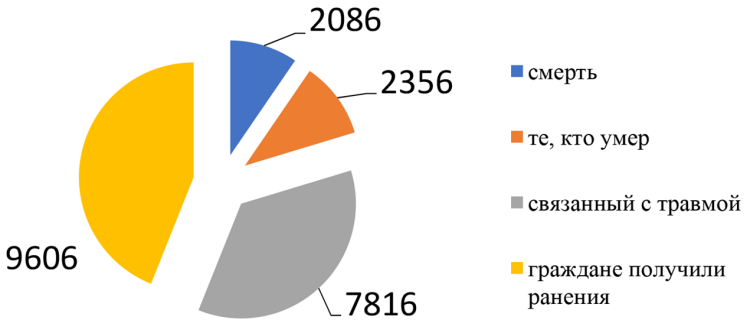


Рис. 1. Структура тяжести ДТП в 2022 году

Количество несчастных случаев в 2022 году по сравнению с предыдущим 2021 годом (10 001) составляет 99 или 1 %, случаев со смертельным исходом (2197 в 2021 году) – 111 или 5,1 %, летальных исходов (2426 в 2021 году). Случаев телесных повреждений (7804 в 2021 году) увеличилось на 12, или 0,2 процента, а травматизм (9230 в 2021 году) увеличился на 376, или 3,9 процента.

Общие дорожно-транспортные происшествия в январе-декабре 2022 года количество составило 9902 единицы (рис. 2). По сравнению с соответствующим периодом 2021 года этот показатель снизился на 99 единиц (–1,0 %). [4]

Анализ данных по ДТП, совершенных в 2023 году, выявил, что их количество уменьшилось по сравнению с 2022 годом и что проделанная работа мало влияет [5].

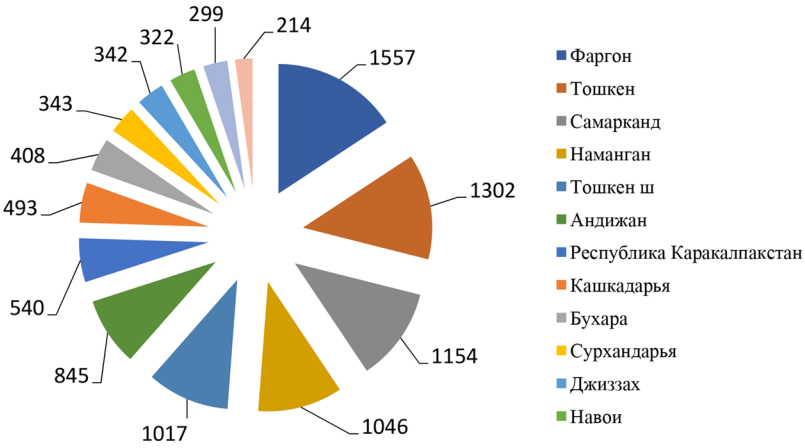


Рис. 2. Сравнение количества дорожно-транспортных происшествий в регионах (январь-декабрь 2022 г., в единицах)

Повышение уровня автомобилизации имеет большое значение в развитии социальной и экономической сферы. Одной из таких сфер является транспорт, дальнейшее повышение уровня автомобилизации в нашей стране в последние годы требует разработки совершенного и тщательного комплекса мер по обеспечению существующих правил дорожного движения и безопасности на автомобильных дорогах. Безопасная организация движения автомобилей остается весьма актуальной проблемой преимущественно на городских магистралях с высокой плотностью населения. Кроме того, высокий рост интенсивности движения на дорогах приводит к возникновению пробок на перекрестках, расположенных на этих дорогах, что, в свою очередь, вызывает множество экономических и экологических проблем [6].

Заключение

Причиной дорожно-транспортных происшествий часто являются проблемы организации движенбия на перекрестках.

А одной из основных причин пробок и аварий на дорогах является нарушение скоростного режима и правил взаимодействия между участниками движения. Эффективная организация дорожного порядка на перекрестках с целью устранения проблем и снижения скорости

автомобилей может быть достигнута за счет формирования оптимизированной инфраструктуры и культуры участников движения. Для этого предлагается улучшить пешеходный проходы и провести профилактический встречи для пешеходов и водителям.

Литература

1. Сайт главного управления безопасности дорожного движения МВД Узбекистана. Ресурс доступа https://yhxx.uz/ru . Дата обращения 14.02.2024.

2. Сайт «Статистическая информация о дорожно-транспортных происшествиях (по годам)». Ресурс доступа https://data.egov.uz/rus/data/6107bba62a2e256d868e8670 . Дата обращения 14.02.2024.

3. *Abdunazarov, Jamshid.* (2021). Анализ дорожно-транспортных происшествий в Узбекистане. https://www.researchgate.net/publication/355169767_analiz_dorozno-transportnyh_proissestvij_v_uzbekistane

4. *Sarvar, I.* (2021). Application of Intelligent Systems in Cars. International Journal of Innovative Analyses and Emerging Technology, 1(4), 78–80.

5. *Имомназаров, С. К., Абдуганиев, Ш. О., Рахимжонов, А. А., & Жураб оев, Д. И.* (2021). Участие общественности в обеспечении безопасности движения. Экономика и социум, (5–1), 939–942.

6. *Полвонов, А. С., Насриддинов, А. Ш., & Имомназаров, С. К.* (2021). Свойства звукопоглощающих материалов на полиуретановой основе. Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии, 18.

УДК 621.924.93

Тимофей Дмитриевич Гусев,
аспирант
Тамара Владимировна Виноградова,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: timofey.gusev97@yandex.ru,
tvin-205@yandex.ru

Timofei Dmitrievich Gusev,
postgraduate student
Tamara Vladimirovna Vinogradova,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: timofey.gusev97@yandex.ru,
tvin-205@yandex.ru

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ДЛЯ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ГИДРОАБРАЗИВНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МАШИНЫ ДЛЯ ДЕМОНТАЖА СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

STATEMENT OF THE PROBLEM OF JUSTIFYING THE PARAMETERS OF WATERJET TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR A MACHINE FOR DISMANTLING BUILDING STRUCTURES

В современном мире актуальность демонтажа строительных конструкций неоспорима. Гидроабразивный метод, основанный на использовании высокого давления воды с добавлением абразивного материала, является эффективной технологией, которая позволяет проводить демонтаж незаметно и без лишнего шума, пыли или выбросов, что особенно важно при работе в городской застройке или на объектах с повышенными требованиями к безопасности. Однако, на данный момент отсутствует метод обоснования параметров гидроабразивного технологического оборудования машины для демонтажа строительных конструкций. Это обуславливает необходимость выполнения комплекса экспериментальных и теоретических исследований, направленных на установку закономерностей процессов, протекающих в гидравлической линии машины при использовании рабочего оборудования, анализ этих закономерностей и в итоге формирование метода обоснования необходимых параметров гидроабразивного технологического оборудования машины.

Ключевые слова: демонтаж строительных конструкций, гидроабразивный метод демонтажа, методы демонтажа, метод обоснования параметров технологического оборудования.

Currently, the importance of dismantling buildings cannot be overstated. The water jet method, which utilizes high-pressure water in conjunction with an abrasive substance, is a highly effective technique that allows demolition to be carried out in

a discreet manner and without the need for excessive noise, dust, or emissions. This is particularly significant when working in urban environments or at facilities with strict safety regulations. However, at present, there is no established method for determining the optimal parameters of water jetting equipment for dismantling structures. This requires the implementation of a range of experimental and theoretical investigations in order to establish the patterns of processes taking place in the hydraulic system of the machine while using working equipment. These investigations will analyze these patterns and, ultimately, form a method for determining the necessary parameters for the water jet technology of the machine.

Keywords: dismantling of building structures, waterjet dismantling technique, dismantling techniques, method of justification of technological equipment parameters.

Демонтаж инженерных сооружений – сложный и трудоемкий процесс, который требует не меньшего объема затрачиваемых ресурсов, чем их возведение. Демонтаж инженерных сооружений предполагает тщательный процесс разрушения, разборки и удаления объектов, предназначенных для решения конкретных инженерных задач. [1] Этот процесс может быть необходим по разным причинам, например, при изменении технических требований, устаревании конструкций, переезде или сносе зданий. Это сложный и важный процесс, требующий значительных ресурсов и профессионального подхода для обеспечения безопасности, и эффективности.

Существует несколько способов проведения демонтажных работ:

- Ручной метод – самый трудоемкий, включает в себя разборку конструкций вручную с использованием инструментов и несложных устройств. Применяется при небольших объемах работ или, когда использование техники нецелесообразно.
- Полумеханический метод – часто используемый способ, где применяются пневматические и электроинструменты, в том числе, если условия на рабочей площадке ограничены.
- Механический метод – грубый способ сноса, который включает использование габаритной техники с навесным оборудованием.
- Комбинированный метод – сочетает несколько видов демонтажа, например, внутренние элементы могут разбираться вручную, а внешние стены – с помощью механической техники.
- Взрывной метод – применяется для сноса крупных строений, находящихся на достаточном расстоянии от других зданий.
- Гидроабразивный метод – метод разрушения конструкций гидроабразивными струями под высоким давлением. Современный

и технологичный метод, стремительно набирающий популярность в связи со своей точностью, экономичностью и скоростью работ. Часто применяется в условиях плотной застройки. [2]

Исходя из требуемых параметров, характера и метода демонтажа конструкции подбирают разные комплекты строительных машин и технологических инструментов. В зависимости от используемого метода демонтажа строительных конструкций, выбирают наиболее подходящий инструмент.

Гидроабразивный метод основан на использовании специального оборудования, которое создает гидроабразивную режущую смесь, состоящую из воды с добавлением твердых абразивных частиц, подаваемых под высоким давление к поверхности разрезаемого материала (рис. 1). На практике гидроабразивный метод демонтажа успешно доказал свою эффективность и превосходство в сравнении многими другими способами.

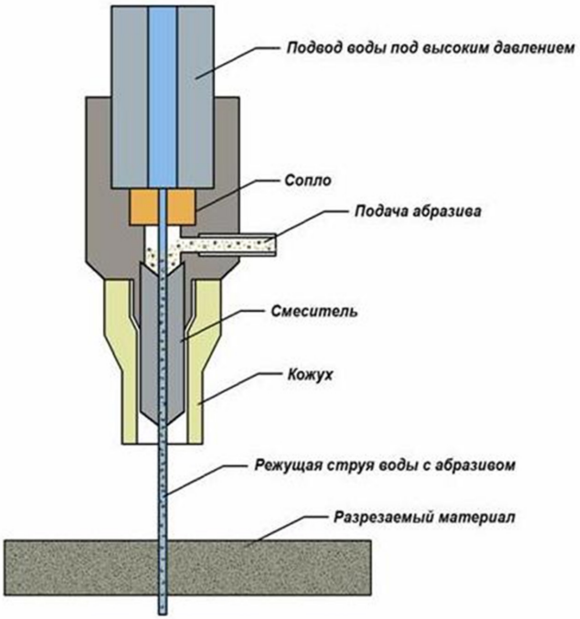


Рис. 1. Устройство гидроабразивного инструмента для резки различных материалов

Этот метод обладает рядом преимуществ, среди которых:

- высокая точность и контролируемость процесса демонтажа, что позволяет избежать повреждений окружающих конструкций;
- минимальное воздействие на окружающую среду, так как гидроабразивный метод не использует токсичные химические вещества и не создает шума или вибрации;
- способность обрабатывать различные материалы, включая бетон, камень, металл и даже стекло, без изменения их структуры и свойств;
- увеличение безопасности рабочего процесса за счет отсутствия огня и искр, что особенно важно при работе во взрывоопасных или пожароопасных зонах.

Демонтаж инженерных сооружений, как правило, включает в себя работу с различными типами материалов, с различными химическими и физическими свойствами.

Из-за этого возникают определенные требования, предъявляемые к функционалу и возможностям гидроабразивного инструмента. Гидроабразивное оборудование должно эффективно разрезать такие строительные материалы, как: железобетон, сталь, асфальт, древесина, кирпичная кладка. [3] Величина давления воды, требуемого для эффективного резания материалов, зависит от свойств материала (а именно предела прочности на одностороннее сжатие $\sigma_{сж}$). Параметры строительных материалов приведены в таблице.

Характеристики различных строительных материалов

Материал	Глубина резания (толщина прорезаемого материала), мм	Предел прочности на сжатие $\sigma_{сж}$, МПа	Требуемое давление для гидроабразивного резания, МПа
Сталь конструкционная	100	250–600	180
Железобетон	800	20–50	170
Кирпичная кладка	1000	5–25	160
Дерево	1000	20–40	170
Асфальт	400	9–15	150

Геометрические параметры гидроабразивного инструмента также оказывают влияние на производительность и качество резания. [4] В зависимости от рабочего давления воды и разрезаемого материала, используются струеформирующие насадки и коллиматоры с различными геометрическими параметрами и материалами изготовления (рис. 2).

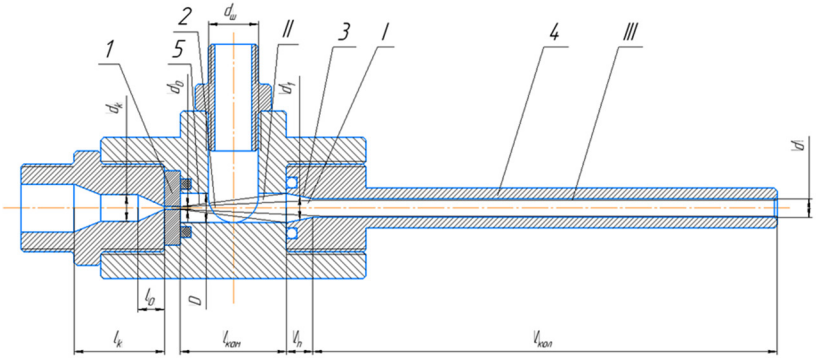


Рис. 2. Расчетная модель и геометрические параметры проточной части гидроабразивного инструмента: *I* – компактная часть струи; *II* – воздушно-капельная часть струи; *III* – трехфазный поток низкой плотности; *1* – струеформирующая насадка; *2* – камера смешивания; *3* – переходный конфузор; *4* – коллиматор; *5* – граница капельной струи

Для гидроабразивной резки используются различные абразивные материалы. Наиболее часто используемые абразивные материалы включают гранат, оксид алюминия, карбид кремния и оливиновый песок [5]. В специальных областях применения могут также использоваться алмазные частицы. Выбор абразивного материала зависит от таких факторов, как разрезаемый материал, желаемое качество резки и стоимость.

Размер зерна абразивных материалов обычно варьируется от 50 до 220 меш. Выбор размера зерна влияет как на скорость резания, так и на качество обработки поверхности.

Твердость абразива, измеряемая по шкале Мооса, играет решающую роль в определении его режущей способности. Более твердые абразивы обычно демонстрируют более высокие показатели резания, особенно при работе с более твердыми материалами. [6] Например, гранат

(твердость по шкале Мооса 7,5–8,0) широко используется благодаря отличному балансу твердости, эффективности резания и экономичности.

Но, чем выше твердость абразивного материала, тем быстрее изнашиваются элементы гидроабразивного инструмента, поэтому всегда важно подобрать подходящий абразивный материал, в зависимости от задач резки.

Для эффективного использования гидроабразивного метода при выполнении демонтажных работ, следует установить новые и уточнить существующие закономерности, отражающие взаимосвязь параметров гидроабразивного технологического оборудования для демонтажа строительных конструкций.

Заключение

Таким образом, в процессе исследования были изучены различные работы по способам демонтажа строительных конструкций гидроабразивным методом. Для эффективного использование машины с гидроабразивным технологическим оборудованием в различных условиях и сценариях эксплуатации, следует установить закономерности процесса демонтажа с обоснования параметров гидроабразивного технологического оборудования.

Литература

1. *Кузнецов, А. П.* Технология сноса зданий и сооружений / А. П. Кузнецов. – М. : Издательство «Академия», 2015. – 416 с.

2. *Козлов, А. Н.* Оптимизация параметров гидроабразивной резки для демонтажа строительных конструкций в условиях ограниченного пространства / А.Н. Козлов // Инженерные изыскания. – 2022. – № 1. – С. 35–42.

3. *Пушкарев, А. Е.* Обоснование и выбор параметров гидроабразивного инструмента исполнительных органов горных машин с разработкой модулей высоконапорного оборудования. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. техн. наук, Тула, 1999. – 43 с.

4. *Головин, К. А.* Установление параметров процесса нарезания щелей в горных породах гидроабразивным инструментом. Диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук, Тула, 1997. – 194 с.

5. Гидроструйные технологии в промышленности. Гидромеханическое разрушение горных пород/ В. А. Бреннер [и др.]. М. : Изд-во АГН, 2000. 343 с.

6. *Бреннер, В. А., Поляков, А. В.* Разработка гидроструйных систем сверхвысокого давления на базе преобразователей давления мультипликаторного типа // Научно-техническое творчество студентов вузов: Материалы Всероссийского смотра-конкурса научно-технического творчества студентов высших учебных заведений «Эврика-2005». Новочеркасск : ЮРГТУ (НПИ), 2005. С. 139–144.

УДК 62.112-5

Ульяна Николаевна Мейке,
канд. техн. наук, доцент
Виктор Николаевич Добромиров,
д-р техн. наук, профессор
Кирилл Игоревич Фомин,
аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ulyana.meike@yandex.ru

Ulyana Nikolaevna Meike,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
Viktor Nikolaevich Dobromirov,
Dr. Sci. Tech., Professor
Kirill Igorevich Fomin,
postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ulyana.meike@yandex.ru

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ В ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ И КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ СОЧЛЕНЕННЫХ КОЛЕСНЫХ ЗЕМЛЕВОЗОВ-САМОСВАЛОВ

SUBSTANTIATION OF THE EXPEDIENCY OF USING ARTICULATED WHEELED DUMP TRUCKS IN ROAD CONSTRUCTION PRODUCTION AND THE CONCEPT OF CREATING ARTICULATED WHEELED DUMP TRUCKS

В статье представлены результаты исследования применяемости шарнирно-сочлененных автосамосвалов в дорожно-строительном производстве. Проанализированы причины их ограниченного использования в отечественной практике. Предложена концепция создания таких машин в составе высоко унифицированных семейств большегрузных строительных автосамосвалов, имеющих в своем составе базовую жесткорамную серийно выпускаемую машину. Даны результаты сравнительной оценки нагруженности унифицированных элементов ходового привода сочлененной и базовой машин, показавшие соизмеримость нагрузок от действия крутящих моментов и подтвердившие отсутствие предпосылок к их прочностным поломкам. Сделан вывод о целесообразности и возможности реализации предложенной концепции.

Ключевые слова: дорожно-строительное производство, автосамосвал, шарнирно-сочлененная компоновка, унификация, нагруженность, надежность.

The article presents the results of a study of the applicability of articulated dump trucks in road construction production. The reasons for their limited use in domestic practice are analyzed. The concept of creating such machines as part of highly unified

families of heavy-duty construction dump trucks with a basic rigid frame mass-produced machine is proposed. The results of a comparative assessment of the loading of the unified elements of the undercarriage drive of articulated and basic machines are given, showing the commensurability of loads from the action of torques and confirming the absence of prerequisites for their strength breakdowns, a conclusion is made about the expediency and feasibility of the proposed concept.

Keywords: road construction production, dump truck, articulated layout, unification, loading, reliability.

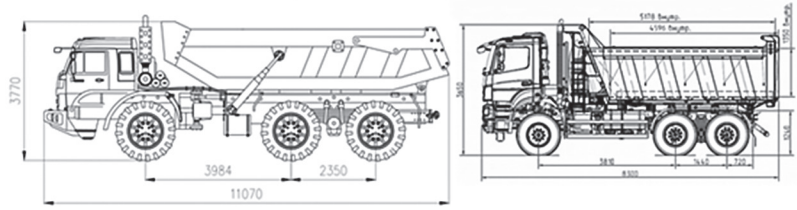
Наибольшие объемы землеройно-транспортных работ в дорожном строительстве приходятся на этап возведения дорожной насыпи. При этом в звене развоза грунта по насыпи с учетом необходимости движения по слабонесущему грунту используют обычно полноприводные одиночные машины грузоподъемностью 10–15 тонн, с относительно короткой колесной базой, типа 6×6. Это связано с необходимостью преодоления повышенного сопротивления движению по слабонесущему основанию, с маневрированияем на ограниченных пространствах отсыпаемой дороги и порой с необходимостью преодоления участков пути со сложным рельефом – дорожных откосов, кюветов, уступов и т. п. При неоспоримых достоинствах этих машин в области проходимости и маневренности им присущ один важный недостаток – ограниченная грузоподъемность [1]. Вместе с тем, существует вид самосвалов, который лишен указанного недостатка. Им являются автосамосвалы с шарнирно-сочлененной рамой. Основное отличие этих машин состоит в используемом принципе управления движением – не за счет поворота управляемых колес, а за счет принудительного складывания двух звеньев шарнирно-сочлененной рамы с помощью гидроцилиндров. Такая конструкция позволяет применять шины большей размерности ввиду отсутствия потребности в надколесных нишах, что обеспечивает снижение давления колес на опорную поверхность, повышение опорно-сцепной проходимости и в итоге создает резерв повышения грузоподъемности машины [2].

Созданию и применению в дорожном строительстве таких самосвалов за рубежом уделяется пристальное внимание [3]. Растет интерес к такой технике и в России. Однако, ввиду оригинальности конструкции и внедорожного исполнения на базе специальных производств, машины отличаются высокой стоимостью, что ограничивает их применение в отечественном дорожном производстве. В связи с этим, в условиях

активного дорожного строительства в России, создание отечественного, потенциально более дешевого образца сочлененного автосамосвала, представляется актуальным.

Концепция создания, прогнозирование показателей эксплуатационных свойств и оценка надежности отечественных сочлененных автосамосвалов для дорожно-строительного производства. Возможным вариантом решения обозначенной проблемы представляется создание таких машин в составе высоко унифицированных семейств автосамосвалов на базе серийно выпускаемых отечественной промышленностью образцов большегрузных жесткорамных машин. В ходе исследования была оценена возможность реализации такого подхода на примере семейства автосамосвалов КАМАЗ. В качестве базового образца семейства бал выбран тяжелый строительный автосамосвал КАМАЗ 65802 грузоподъемностью 25 тонн и проведено его сравнение по техническому уровню с гипотетическим сочлененным самосвалом аналогичной грузоподъемности, высоко унифицированным по основным конструктивным элементам с базовой моделью (см. рисунок).

а) *б*)



Концептуальный облик сочлененной машины (*а*) и общий вид ее базового серийного жесткорамного аналога (*б*)

Цель сравнения – подтвердить предпочтение в использовании сочлененной машины при выполнении дорожно-строительных работ. Сравнение проведено сопоставлением показателей наиболее значимых эксплуатационных свойств машин. Предложения по составу значимых показателей эксплуатационных свойств автосамосвалов применительно к условиям их работы на возводимой дорожной насыпи, сформированные в результате экспертного исследования, и их значения приведены в таблице [4].

Показатели значимых эксплуатационных свойств сравниваемых машин

Наименование значимых показателей	Значение показателя		Целеполагание*)	
	КАМАЗ-65802	Сочле-ненная машина	max	min
Грузоподъемность, т	24,8	25,6	25,6	
Объем кузова, м^3	15	16	16	
Удельная мощность двигателя, кВт/т	7,2	6,95	7,2	
Максимальная рабочая скорость движения, м/с	9,65	9,84	9,84	
Путевой расход топлива, л/км	1,85	1,98		1,85
Максимальный уклон подъема пути, %/100	0,5	0,5	0,5	
Минимальный радиус поворота, м	10,1	7,62		7,62
Удельное давление колеса на опорную поверхность, кг/см^2	2,4	1,2		1,2

*) – целеполагание в графе «max» означает, что повышение значения показателя повышает коэффициент технического уровня машины, в графе «min» – уменьшает его значение.

Сравнение, выполненное путем сопоставления комплексных показателей технического уровня машин, показало, что шарнирно-сочлененный автосамосвал в условиях бездорожья, характерного для строительной площадки, обладает более высокими грузоподъемность и грузовместимость кузова, проходимостью и маневренностью, имея при этом близкие по значению к жесткорамной машине мощностные, тягово-скоростные и топливо-экономические показатели. При этом значение комплексного показателя сочлененной машины примерно на 20 % превышает значение жесткорамного аналога.

Наряду с оценкой необходимости создания сочлененных машин была проведена и оценка возможности их создания на единых

конструктивных узлах и агрегатах. Основными унифицированными конструктивным элементами в семействе машин, определяющими их надежность, являются агрегаты, узлы и детали ходового привода. Для определения возможности их унификации проведена сравнительная оценка нагруженности этих элементов у базового жесткорамного и у сочлененного образцов. Методологической основой проведения расчетов явились методы, изложенные в работе [5] для случая движения машины по твердому основанию и в работе [6] для случая движения по деформируемому грунту. Результаты расчетов показали идентичность нагрузок на элементы колесного привода для обеих машин, включая нагрузки от циркулирующих моментов, возникающие в блокированных контурах трансмиссий. Это свидетельствует об отсутствии предпосылок к возникновению прочностных поломок в унифицированных агрегатах и узлах трансмиссий сочлененной машины, заимствованных у базовой серийно выпускаемой модели, и подтверждает возможность такой унификации.

Заключение

1. Результаты сравнения машин покали, что использование шарнирно-сочлененного автосамосвала в условиях дорожно-строительных работ более предпочтительно, чем машины жесткорамной конструкции. Это обусловлено тем, что шарнирно-сочлененный автосамосвал в условиях бездорожья, характерного для строительной площадки, обладает более высокой проходимостью и маневренностью, имея при этом идентичные с жесткорамной машиной прочие показатели эксплуатационных свойств.

2. Оценка нагруженности элементов ходового привода шарнирно-сочлененного автосамосвала класса грузоподъемности 25 тонн, выполненного на базе серийных узлов и агрегатов отечественного производства, подтвердила их прочностную надежность и показала принципиальную возможность создания такой машины в составе высоко унифицированного семейства строительных автосамосвалов для обслуживания нужд дорожно-строительного производства.

3. С учетом полученных результатов исследования создание для дорожно-строительной отрасли отечественного сочлененного автосамосвала класса грузоподъемности 25 тонн представляется возможным и целесообразным.

Литература

1. *Фасхиев, Х. А.* Анализ методов оценки качества и конкурентоспособности грузовых автомобилей // Методы менеджмента качества. – 2001. – № 3. – С. 24–28.

2. *Ковригин, В. Д.* Сочлененные гусеничные и колесные машины высокой проходимости // Техника и вооружение вчера, сегодня, завтра. – 2003. – № 5. – С. 13.

3. *Полещук, С. В.* Внедорожные шарнирно-сочлененные самосвалы АМКОДОР // Грузовик. Ежемесячный научно-технический и производственный журнал. – 2013. – № 12. – С. 2–10.

4. *Мейке, У. Н.* Сравнительная оценка технического уровня автосамосвалов отечественного и зарубежного производства / У. Н. Мейке, В. Н. Добромиров // «Автомобильные дороги и транспорт»: сб. статей магистрантов и аспирантов. Вып.1.; СПбГАСУ. – СПб., 2018. – 232 с. – С. 126 – 130.

5. *Фомин, К. И.* Сравнительная оценка нагруженности приводов ходового оборудования рамных и шарнирно-сочлененных автосамосвалов / К. И. Фомин, В. Н. Добромиров // Грузовик, 2023 № 10. – С. 9–15.

6. *Добромиров, В. Н.* Метод расчета упругой податливости блокированного контура трансмиссии многоприводной пневмоколесной машины на деформируемом грунте / В. Н. Добромиров, К. И. Фомин, У. Н. Мейке // Грузовик, 2024 № 7. – С. 8–13.

УДК 621.874

Екатерина Максимовна Мисюра,
аспирант
Сергей Аркадьевич Евтюков,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Missyura122199@gmail.com,
s.a.evt@mail.ru

Ekaterina Maksimovna Misyura,
postgraduate student
Sergey Arkadevich Evtyukov,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Missyura122199@gmail.com,
s.a.evt@mail.ru

АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ НЕИСПРАВНОСТЕЙ НА МОСТОВЫХ КРАНАХ В ПАО «СЕВЕРСТАЛЬ»

ANALYSIS OF MECHANICAL FAILURES ON OVERHEAD CRANES AT PAO “SEVERSTAL”

Мостовые краны – востребованное оборудование в промышленности. От их работоспособного состояния зависит бесперебойная работа предприятия и безопасность людей. В статье авторами проведен анализ механических неисправностей в ПАО «Северсталь», выявлены наиболее распространенные места и причины возникновения неисправностей.

Ключевые слова: мостовой кран, неисправность, дефекты, колеса, ролики.

Overhead cranes are in-demand equipment in the industry. The smooth operation of the enterprise and the safety of people depend on its working condition. In the article, the authors analyzed mechanical failures in PAO Severstal, identified the most common places and causes of malfunctions.

Keywords: overhead crane, malfunction, defects, wheels, roller.

Мостовыми кранами представляют собой грузоподъемные устройства, который передвигаются по рельсам на определенной высоте над землей. Они предназначены для перемещения грузов в трех взаимно перпендикулярных направлениях и обеспечивающие перемещение груза в трех взаимно перпендикулярных направлениях, что делает их незаменимыми в различных производственных и складских процессах. Двигаясь вдоль путей, установленных на высоте, мостовые краны не занимают пространство в пределах цеха или склада. Это позволяет им эффективно обслуживать практически любые участки рабочей зоны, не мешая движению и размещению других объектов [1].

Как в России, так и за границей проводятся исследования, посвященные проблемам неисправностей мостовых кранов. Исследованию проблем, связанных с неисправностями мостовых кранов, уделили внимание такие специалисты, как Х. А. Дианов и С. Г. О. Джафаров. Авторы выявили ключевые факторы, способствующие авариям мостовых кранов, среди которых можно выделить: несоблюдение паспортных режимов, нарушения условий эксплуатации, плохое качество ремонта и обслуживания, а также неисправность систем безопасности [2]. Немаловажный вклад в исследование проблемы эксплуатации кранов с опасными дефектами внесли Баранов В. А., Горбунова Л. Н. Согласно статистике, 71 % подъемных кранов функционируют с серьезными недостатками, что делает их потенциальными угрозами для безопасности и может привести к аварийным ситуациям. Наиболее тревожные данные наблюдаются среди башенных и мостовых кранов, где уровень дефектов достигает 82 % и 74 % соответственно, указывая на наличие опасных дефектов, которые могут угрожать безопасности эксплуатации [3].

ПАО «Северсталь» представляет собой вертикально интегрированную компанию в сфере горно-металлургии, занимающуюся разработкой новых стальных изделий и комплексных решений. Направления деятельности связаны с производством металлопроката, труб, метизной продукции, добычей железнорудного сырья и так далее. [4] Предприятие заинтересовано в соблюдении безопасных норм, выполнению законодательных норм и стандартов, а также к снижению неисправностей, связанных с мостовыми кранами.

На предприятии используется 24 мостовых крана разных производителей, среди которых Сибтяж-маш, Узловский машзавод, завод им. Кирова, СФРЮ и другие производители. Мостовые краны на предприятии используются для подъема, транспортировки и опускания металлических труб и листопроката. Мостовые краны используются с грузоподъемностью от 10 тонн до 400 тонн.

На основе статистических данных по неисправностях в период с 2020 по 2023 год в ПАО «Северсталь» было выявлено 5160 неисправностей на кранах. Некоторые из этих обстоятельств стали причиной незапланированных остановок на производстве. Распределение неисправностей на мостовых кранах представлено на рис. 1.

Из рисунка видно, что доля механических неисправностей более 70 %, что говорит о большом количестве дефектов, связанных с износом механических деталей.

Рис. 1. Распределение неисправностей по видам дефектов на мостовых кранах

Элементы конструкций, на которых возникают механические дефекты на мостовых кранах, и их количество показаны на рис. 2.

Рис. 2. Места возникновения механических дефектов на мостовых кранах

На графике видно, что механические дефекты возникают в разных частях мостовых кранов, так как таким неисправностям подвержены многие конструктивные элементы машины, что связано со старением и износом конструкции и частей крана.

Наиболее уязвимые места, в которых чаще всего возникают механические неисправности:

1. Колесо крана, у которого самые распространенные причины возникновения неисправности – износ реборды, износ поверхности катания, а также износ смазывающих элементов.

2. Ролик в сборе, у которого самые распространенные причины возникновения неисправностей – износ поверхности катания и ослабление крепления.

Среди основных причин возникновения механических дефектов можно выделить:

- износы поверхностей (выработка, старение);
- повреждение (деформация, скол, разрыв, подклинивание);
- ослабление и повреждение резьбовых соединений.

Заключение

В ПАО «Северсталь» наиболее распространены механические неисправности, доля которых в наибольшей степени приходится на колеса и ролики в сборе у мостовых кранов.

Методы уменьшения возникновения неисправностей сводятся к замене деталей на аналоги с улучшенными свойствами, ежедневные осмотры на своевременное выявление износа и использование качественных смазывающих материалов. Также правильный монтаж, наладка и приработка узлов необходимо проводить качественно для устранения перекоса осей колес. [5]

Литература

1. *Александров М. П.* Подъемно-транспортные машины: учеб. для вузов. – М.: Высшая школа, 1985. – 520 с.

2. *Дианов Х. А., Джафаров С. Г.* Анализ эксплуатации мостовых кранов // Транспортное строительство. – 2022. – С. 149–157.

3. *Баранов В. А., Горбунова Л. Н.* Проблема эксплуатации грузоподъемных кранов с опасными дефектами // Машиностроение и безопасность жизнедеятельности. – 2013. – № 2. – С. 41–48.

4. Северсталь // Северсталь URL: https://severstal.com/rus/ (дата обращения: 20.09.2024).

5. Неисправности мостового крана // Атлант кран URL: https://atlant-kran.ru/article/123-neispravnosti-mostovogo-krana.html (дата обращения: 20.09.2024).

УДК 69.002.5

Елизавета Ростиславовна Магдина,
аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: elisluk97@mail.ru

Elizaveta Rostislavovna Magdina,
postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: elisluk97@mail.ru

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОБЪЕМНОГО ВОДОИЗМЕЩЕНИЯ: ОБЗОР МЕТОДОВ И СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ

DETERMINATION OF VOLUMETRIC DISPLACEMENT: REVIEW OF METHODS AND COMPARATIVE ANALYSIS

Определение подводного объема является важной задачей в различных областях, таких как судостроение, военная промышленность, робототехника, океанография и морское строительство. Точное знание подводного объема необходимо для расчета плавучести, гидродинамического сопротивления, маневренности и других важных параметров машин и конструкций, работающих в водной среде.

В данной статье представлен обзор различных методов определения подводного объема, начиная от простых геометрических расчетов до сложных экспериментальных методик с использованием датчиков давления и 3D-моделировавния. Рассматриваются преимущества и недостатки каждого метода, а также области их применения. Особое внимание уделяется выбору оптимального метода в зависимости от конкретной задачи, доступных ресурсов и требуемой точности.

Ключевые слова: подводный объем, плавучесть, гидродинамика, датчики давления, 3D-моделирование, судостроение, плавающие машины, неплавающие машины.

The determination of underwater volume is an important task in various fields such as shipbuilding, military, robotics, oceanography and marine engineering. Accurate knowledge of the underwater volume is necessary to calculate buoyancy, hydrodynamic drag, manoeuvrability and other important parameters of machines and structures operating in an aquatic environment.

This paper presents an overview of various methods for determining underwater volume, ranging from simple geometric calculations to complex experimental techniques using pressure sensors and 3D modelling. The advantages and disadvantages of each method and their applications are discussed. Special attention is paid to the selection of the optimal method depending on the specific problem, available resources and required accuracy.

Keywords: underwater volume, buoyancy, hydrodynamics, pressure sensors, 3D modelling, shipbuilding, floating machines, non-floating machines.

Республика Саха (Якутия) славится своими многочисленными реками и озерами, что делает ее одним из самых водных регионов России. Ежегодно разлив рек становится серьезным испытанием для Якутии, поскольку затапливает жилые дома и важные объекты инфраструктуры во многих населенных пунктах, нарушая транспортное сообщение. Это подчеркивает особую важность и сложность задачи по защите населения и экономики региона от паводковых угроз.

Для проведения аварийно-спасательных и неотложных работ в зонах затопления применяются различные дорожно-строительные машины (ДСМ).

В связи с эти существует необходимость определения максимальных возможностей ДСМ для увеличения оперативности, эффективности и безопасности проведения работ в зонах затопления.

Для определения подводного объема машин используют различные методы: геометрические расчеты, гидростатические испытания, численное моделирование.

В целом, точное определение подводного объема машин является сложной задачей, требующей комплексного подхода, который учитывает все эти факторы.

Графоаналитический метод.

Графоаналитический метод расчета подводного объема машины основан на использовании математических формул, которые позволяют определить объем погруженной части машины в зависимости от ее формы и размеров на основе теоретического чертежа. Теоретический чертеж машины/судна представляет собой проекции сложной конфигурации корпуса на три взаимно-перпендикулярные плоскости: диаметральную, мидель-шпангоута и грузовой ватерлинии.

К преимуществам метода можно отнести простоту и легкость в использовании и возможность использования для определения подводного объема машин с простыми формами и размерами. Недостатками метода являются низкая точность для машин со сложной формой, поскольку разделение корпуса на простые геометрические фигуры может быть затруднительным.

Метод моделирования.

3D-моделирование предоставляет мощный инструмент для определения подводного объема машины, особенно для объектов со сложной

геометрией, где традиционные методы оказываются неэффективными или слишком трудоемкими [1,2,3].

3D-моделирование машины и расчета подводного объема возможно с помощью различного программного обеспечения, например, CAD-программ, таких как AutoCAD, SolidWorks, Fusion 360, Inventor, SketchUp, которые подходят для создания точных геометрических моделей с детальной проработкой конструктивных элементов. Специализированные программы HydroComp, Maxsurf – предназначены для расчета гидродинамических характеристик судов и могут быть использованы для расчета подводного объема [4, 5].

Инструменты программ позволяют разделить машины плоскостями на подводную и надводную части, а также определить объем каждой из них, в случае если изначально был правильно задан объем отдельных твердотельных элементов модели [6, 7].

К преимуществам использования 3D-моделирования можно отнести высокую точность определения объема даже для объектов сложной геометрии, универсальность, возможность визуализации процесса погружения и наглядного представления, возможность моделирования различных сценариев погружения.

Недостатками метода являются высокая стоимость 3-D сканеров и программного обеспечения, необходимость владения навыками работы с оборудование и программным обеспечением, длительность процесса сканирования, обработки и моделирования.

Метод погружения.

Метод погружения – простой и эффективный способ определения подводного объема машины, основанный на законе Архимеда.

Данный метод имеет некоторые ограничения. Наличие воздушных карманов в машине может исказить результаты, так как они не будут вытеснять воду.

Преимущество метода заключается в его простоте, доступности необходимых материалов и точности полученных результатов.

Метод гидростатических испытаний.

Этот метод использует датчики давления для измерения давления воды на поверхности машины, погруженной в воду. Измеренное давление затем используется для расчета подводного объема. Полученные значения глубины погружения и координаты датчиков для используются для построения 3D-модели поверхности машины, погруженной

в воду, затем рассчитывается объем 3D-модели, который будет соответствовать подводному объему машины.

Преимущества метода: позволяет определить подводный объем машины в реальных условиях, без необходимости использования специальных резервуаров; при использовании высокоточных датчиков давления и правильной обработке данных можно получить точные результаты; метод можно применять для машин с любой формой и размерами.

Ограничениями метода являются стоимость датчиков, сложность обработки результатов и построения 3D – модели, требующие специальных навыков и программ. Погрешность измерения может быть обусловлена факторами, такими как неравномерное давление воды, колебания температуры воды и др.

Заключение

На основании приведенных методов была составлена таблица их применимости (см. таблицу).

Применимость методов определения подводного объема в зависимости от разных факторов

Метод	Точность	Стоимость	Время	Условия	Применение
Графоаналитический метод	Низкая	Низкая	Быстрый	Простая форма	Грубая оценка объема
Метод моделирования	Высокая	Высокая	Долгий	Контролируемые	Определение объема машин со сложной формой
Метод погружения	Высокая	Средняя	Быстрый	Контролируемые	Определение объема машин с простой и сложной формой
Метод гидростатических испытаний	Высокая	Высокая	Долгий	Реальные	Определение объема машин со сложной формой

Выбор метода определения подводного объема зависит от конкретных задач и ограничений. Важно учитывать все факторы, чтобы выбрать наиболее подходящий метод, обеспечивающий необходимую точность, скорость и доступность ресурсов.

Литература

1. *Еникеев Р. Д.* и др. К вопросу о создании перспективных технических средств преодоления водных преград //Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2019. – Т. 23. – №. 4 (86). – С. 74–83.

2. *Алексеев А. Ю.* Численное моделирование движения судна в торосе с использованием метода дискретных элементов //Полярная механика. – 2018. – № 4. – С. 87–99.

3. *Ионов Б. П.* и др. Исследование мореходных качеств плавающей гусеничной машины средствами компьютерной графики // Морские интеллектуальные технологии. – 2019. – №. 3–2. – С. 60–64.

4. *Магдина, Е. Р.* Проблемные вопросы применения дорожно-строительных машин в зонах затопления / Е. Р. Магдина, В. Н. Добромиров // Русский инженер. – 2023. – № 3(80). – С. 40–43.

5. *Martínez-Gomariz E., Gómez M., Russo B.* Estabilidad de vehículos frente a inundaciones: estudio numérico-experimental //Ribagua. – 2019. – Т. 6. – №. 2. – С. 123–137.

6. *Kramer M., Terheiden K., Wieprecht S.* Safety criteria for the trafficability of inundated roads in urban floodings //International journal of disaster risk reduction. – 2016. – Т. 17. – С. 77–84.

7. *Xia J.* et al. Criterion of vehicle stability in floodwaters based on theoretical and experimental studies //Natural hazards. – 2014. – Т. 70. – С. 1619–1630.

УДК 62-835

Даниил Станиславович Колесниченко,
аспирант
Александр Евгеньевич Пушкарев,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
*E-mail: daniilkolessnichenko@yandex.ru,
pushkarev-agn@mail.ru*

Daniil Stanislavovich Kolesnichenko,
postgraduate student
Alexander Evgenievich Pushkarev,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
*E-mail: daniilkolessnichenko@yandex.ru,
pushkarev-agn@mail.ru*

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ГРУЗОВЫХ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В АРКТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

ENVIRONMENTALLY SAFE OPERATION OF ELECTRIC TRUCKS IN ARCTIC CONDITIONS

Применение техники, которая не использует ископаемое топливо, для развития Арктического региона, может помочь ускорить темпы экономического развития без значительного увеличения негативного влияния на климат данного региона. Однако, при использовании автомобилей с электрическими силовыми установками, важно обеспечить безопасную эксплуатацию и утилизацию для того, чтобы не допустить негативного влияния на персонал и окружающую среду. Поэтому, данные вопросы требуют повышенного внимания со стороны ученых, предпринимателей и политиков.

Ключевые слова: грузовой автомобиль, аккумуляторные батареи, литий-ионный аккумулятор, арктический климат, безопасность эксплуатации, пожароопасность аккумуляторов, утилизация аккумуляторов.

The use of technology that does not use fossil fuels for the development of the Arctic region can help accelerate the pace of economic development without significantly increasing the negative impact on the climate of the region. However, when using vehicles with electric power plants, it is important to ensure safe operation and disposal in order to avoid negative effects on personnel and the environment. Therefore, these issues require increased attention from scientists, businessmen and politicians.

Keywords: truck, rechargeable batteries, lithium-ion battery, Arctic climate, safety of operation, fire hazard of batteries, battery recycling.

В «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» отмечается, что одной из особенностей Арктической зоны является

высокая чувствительность экологических систем к внешним воздействиям, особенно в местах проживания коренных малочисленных народов Российской Федерации [1]. Эти факторы обуславливают необходимость применения техники, которая может обеспечить минимальное загрязнение окружающей среды при максимально возможной грузоподъемности и дальности перевозки грузов.

Этим особенностям в значительной степени соответствуют грузовые шасси с электрической силовой установкой. Однако, на данный момент применение электромобилей различной грузоподъемности является наиболее удобным при небольших пробегах на территории с развитой инфраструктурой для обслуживания. С экономической точки зрения развитие электрических коммерческих и грузовых транспортных средств во многом зависит от стимулирующих факторов использования подобной техники, таких как налоговые льготы, ужесточение норм выбросов вредных веществ и экономии топлива [2]. Однако, для применения грузовых электромобилей в Арктике только экономических стимулов недостаточно, несмотря на благоприятное влияние на экономическое развитие территории, где распространяются электромобили.

Для использования электрических грузовиков важны не только их характеристики, определяющие возможность транспортной работы, рентабельность их применения, но и эксплуатационные характеристики. При неправильной эксплуатации, обслуживании и ремонте техники с литий-ионными аккумуляторами последствия для окружающей среды могут быть намного хуже, чем при длительной эксплуатации машин с ДВС.

Существуют различные причины пожаров аккумуляторов. Относительно количества эксплуатируемой техники с литиевыми батареями, случаи пожара не имеют широкого распространения, однако, в случае возгорания аккумулятора, потушить его обычными средствами невозможно, так как литий может гореть и без доступа кислорода. Также, для более эффективного и безопасного тушения, электромобиль необходимо обесточить, а для этого точно знать, где располагается узел, отвечающий за эту операцию.

К пожару или взрыву литий-ионных АКБ могут приводить: перезаряд, внешний нагрев, дефекты производства, образование дендритов, механические повреждения, вибрации, удары. Некоторые их этих причин теряют свою значимость с совершенствованием конструкции.

Так, например с заменой анода из металлического лития на графитовый анод, проблема образования дендритов была устранена [3]. Однако, несмотря на минимизацию некоторых угроз с помощью сравнительно простых решений, существуют проблемы, которые еще предстоит решить. Например, частая причина пожара литиевого аккумулятора – тепловой разгон. Существуют исследования, которые показывают, что более старые ячейки более пожароопасны, так как в процессе циклирования литий-ионных ячеек в графите анода накапливается водород, который находится внутри графита в атомарном виде [4]. Также, на аноде накапливается металлический литий, данный процесс протекает активнее со снижением температуры ячеек до 0 °С. Для борьбы с тепловым разгоном и последующим воспламенением блока батарей производители оборудуют каждую аккумуляторную ячейку электронным блоком и датчиком температуры. Электронные блоки контролируют протекающие токи и температуру ячейки. При повышении температуры электрическая цепь размыкается для остановки протекающих химических процессов. При продолжении процессов плавится пористый сепаратор, полностью перекрывающий движение ионов между электродами [5]. Проводятся исследования по применению альтернативных материалов в ячейках батарейных блоков. Для проведения более безопасной зарядки, зарядные устройства оснащаются системами контроля процесса зарядки. Однако, все эти меры пока не могут полностью предотвратить возгорания литиевых АКБ.

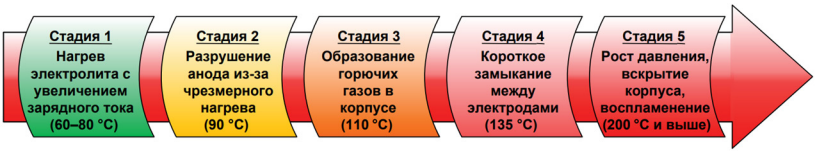


Рис. 1. Процесс теплового разгона в АКБ

Вопросы эффективного тушения литий-ионных батарей рассматриваются МЧС России и частными компаниями. Ведутся исследования, направленные на поиск наиболее эффективного огнетушащего средства [6]. Среди необходимых свойств подобного средства выделяются: высокая теплоемкость; низкая электропроводность; низкая вязкость; легкодоступность и экологичность; быстрое уменьшение количества дыма.

Существуют различные решения по тушению электромобилей с помощью воды [5]. Многие методы, такие как перемещение горящей машины в специальный контейнер с водой требуют значительного количества жидкости и приводят к полному уничтожению электромобиля без возможности восстановления. Разработаны методы, требующие значительно меньшее количество воды, например подача воды непосредственно в батареи электромобилей через отверстие, пробитое в корпусе аккумуляторного блока. При отсутствии подобных устройств, пожарными уже применяется способ частичного подъема электромобиля и направление струи воды непосредственно на батарейный блок, после сбития пламени осуществляется контроль температуры батареи с помощью тепловизора [7].

Для грузового электромобиля требуются решения, позволяющие использовать минимальное количество воды, так как значительный объем воды, требующийся для тушения легковых электромобилей (до 11 000 литров), для грузовых станет еще больше. Поэтому представляется возможным применять решения из нескольких компонентов, например в начале тушения применять хладогенты, такие как фторкетон ФК-5-1-12, а затем уже воду в меньших количествах для дополнительного охлаждения корпуса АКБ. Подобные хладогенты являются безопасными для применения [8].

Важность проблемы утилизации литиевых источников тока стала заметна уже к середине первого десятилетия XXI века. Влияние литиевых химических источников тока на окружающую среду по вредности воздействия уступает только ртутно-цинковым элементам, свинцовым и никель-кадмиевым аккумуляторам [9]. С началом роста популярности электромобилей в начале 2010-х проблема утилизации стала стоять еще более остро. С дальнейшим распространением автомобилей на электротяге проблема может стать критической.

Благодаря рамной конструкции грузовых автомобилей, доступ к блокам АКБ на такой технике значительно упрощен по сравнению с легковыми электромобилями, где демонтаж батарей нельзя провести без наличия подъемника и снятия дополнительных конструктивных элементов. Это позволит использовать менее подготовленные площадки для проведения обслуживания электрогрузовиков и сократить расходы на данные операции.

Заключение

Безопасная эксплуатация грузовиков с электрическими силовыми установками – комплексная задача, которую возможно решить только при создании специальной инфраструктуры и подготовке персонала. Она осложняется ускоренным старением и повышением пожароопасности АКБ из-за воздействия низких температур, при этом такие факторы, как механические повреждения или дефекты производства батарей остаются также актуальны. Для безопасной эксплуатации электрогрузовиков в Арктике необходима не только подготовка транспортных средств, но и наличие диагностических систем, позволяющих оценить динамику старения и возрастания пожароопасности батарей; создание систем пожаротушения с применением средств тушения на основе безопасных для окружающей среды хладогентов; разработка нормативных актов, логистических цепочек и инструкций по вывозу блоков аккумуляторных батарей, выработавших свой ресурс, с территории Арктической зоны и их утилизации. При наличии необходимой инфраструктуры и обученного персонала, в задачах, не требующих перемещений на значительные расстояния, грузовики с электрической силовой установкой не будут проигрывать технике с ДВС.

Литература

1. Указ Президента РФ от 26 октября 2020 г. № 645 «О Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.kremlin.ru/acts/bank/45972

2. *Валеева Ю. С., Калинина М. В., Зорина Т. Г., Ахметова И. Г.* Стимулирование развития электротранспорта как инструмент развития территории // Вестник КГЭУ. 2022. № 1 (53). с. 156–173.

3. *Харламенков А. С.* Пожарная опасность применения литий-ионных аккумуляторов в России. Пожаровзрывобезопасность/Fire and Explosion Safety. 2022. № 31(3). с. 96–102.

4. *Язвинская Н. Н.* Исследование теплового разгона в литий-ионных аккумуляторах // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2020. № 2 (206). с. 89–95.

5. *Канонин Ю. Н., Лыщик А. В.* Пожарная опасность электромобилей // БРНИ. 2023. № 1. с. 38 – 51.

6. *Орлов О. И., Комельков В. А.* Пожарная опасность литий-ионных аккумуляторов // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. № 4 (49). с. 177–189.

7. В Минске горел электромобиль: работники МЧС ликвидировали возгорание [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://minsk.mchs.gov.by/novosti/445936/

8. *Омельчук М. В., Короткова Ю. С., Воронцова А. О.* Обоснование выбора эффективной системы автоматического пожаротушения в помещении компрессорного цеха // Известия вузов. Нефть и газ. 2018. № 2. с. 110–118.

9. *Ольшанская Л. Н., Лазарева Е. Н., Клепиков А. П.* Экологические аспекты утилизации литиевых химических источников тока // Вестник СГТУ. 2005. № 1 (6). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/ekologicheskie-aspekty-utilizatsii-litievyh-himicheskih-istochnikov-toka (дата обращения: 18.09.2024).

УДК 621.8

Алексей Олегович Кожуховский,
аспирант
Виктор Николаевич Добромиров,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: frapsmaster97@gmail.com,
viktor.dobromirov@mail.ru

Alexei Olegovich Kozhuhovskii,
postgraduate student
Viktor Nikolaevich Dobromirov,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: frapsmaster97@gmail.com,
viktor.dobromirov@mail.ru

ЭВАКУАЦИЯ КРУПНОГАБАРИТНОГО ГРУЗОВОГО АВТОТРАНСПОРТА В УСЛОВИЯХ ГОРОДА

EVACUATION OF LARGE-SIZED CARGO TRANSPORT IN URBAN CONDITIONS

Вынужденные остановки крупноразмерных грузовых автомобилей категории N3, а порой и N2, в городском плотном транспортном потоке снижают пропускную способность улично-дорожных сетей и провоцируют возникновение аварийных ситуаций. Восстановление нормального движения во многом зависит от оперативности эвакуации поврежденной машины. При этом наиболее ответственной операцией является швартовка грузовика к эвакотягачу. Сокращение времени швартовки является актуальной задачей повышения производительности всего процесса эвакуации. Анализ конструкции современных эвакосредств показал, что эту задачу возможно решить за счет автоматизации процесса швартовки эвакофонда путем гидрофицирования рабочего оборудования. В статье предложен вариант такого конструктивного решения.

Ключевые слова: грузовой автотранспорт, эвакуация, эвакуационный тягач, автоматизация.

Forced stops of large-sized trucks of category N3, and sometimes N2, in urban dense traffic reduce the capacity of road networks and provoke emergency situations. The restoration of normal traffic largely depends on the speed of evacuation of the damaged car. At the same time, the most responsible operation is mooring the truck to the evacuation. Reducing the mooring time is an urgent task to increase the productivity of the entire evacuation process. An analysis of the design of modern evacuation facilities has shown that this task can be solved by automating the process of mooring the evacuation fund by hydrofying the working equipment. The article suggests a variant of such a constructive solution.

Keywords: trucks, evacuation, evacuation tractor, automation.

В современных крупных городах передвижение грузового автотранспорта, как правило, строго регламентируется по времени суток, маршрутам перемещения и режимам движения [1]. Тем не менее, по городским улично-дорожным сетям ежедневно курсирует множество грузовых автомобилей, обеспечивающих грузоперевозки, решение инфраструктурных, коммунальных, социально-бытовых и других проблем. Движение грузовиков категории N2 и N3 традиционно создает определенную напряженность в плотном городском транспортном потоке, однако иногда возникают ситуации, когда происходят их вынужденные остановки, что зачастую приводит к транспортным коллапсам на маршруте. Грузовые автомобили, особенно категории N3, отличаются своими крупными габаритами, что превращаются в серьезную проблему при вынужденной остановке на проезжей части. Такой автомобиль создает препятствие для участников дорожного движения, тем самым снижая пропускную способность участка дороги и создавая аварийные ситуации (рис. 1).

Рис. 1. Образование затора из-за повреждения грузового транспортного средства

Разрешение таких ситуаций во многом зависит от оперативности эвакуации грузовика с маршрута. В связи с этим совершенствование системы эвакуации в городских условиях поврежденных грузовых транспортных средств в целом, и самих средств эвакуации в частности, является актуальной задачей.

Способы и средства эвакуации, направление их совершенствования. Проведенный анализ позволил выявить типовые ситуации, сопровождающиеся потребностью в эвакуации грузовых автомобилей, это:

- эвакуация технически неисправного транспортного средства в ремонтный орган в случае поломки на маршруте при наличии его водителя;
- эвакуация неисправного автомобиля после ДТП со значительными повреждениями на площадку хранения, в т. ч. без водителя;
- принудительная эвакуация исправного транспортного средства на штрафплощадку при нарушении требований ПДД, в т. ч без водителя.

В настоящее время существует и реализуется достаточно разнообразные методы эвакуации [2]. Однако многие из них неприемлемы для грузовых автомобилей. Наиболее распространенным является метод эвакуации буксировкой неисправных транспортных средств тягачом. Под буксировкой понимается транспортирование автомобиля (другого транспортного средства), при котором он (оно) перемещается на собственной ходовой части с помощью колесного или гусеничного тягача [3]. Однако, если у автомобиля повреждена трансмиссия или ходовая часть, таким способом эвакуировать его не представляется возможным. В этом случае эвакуация грузовых автомобилей производится методом частичной погрузки. Сущность данного метода заключается в том, что на платформу или в кузов эвакуатора с помощью грузоподъемного устройства устанавливается только передняя или задняя часть поврежденного транспортного средства. Таким методом могут транспортироваться тяжелые грузовые машины, автобусы, строительно-дорожная техника и тому подобный транспорт. Для его реализации широко применяется специальные эвакотягачи, оборудованные соответствующими грузоподъемными, захватными и фиксирующими устройствами, позволяющими осуществить погрузочно-разгрузочные работы при эвакуации автомобилей без привлечения дополнительных грузоподъемных средств [4]. Но и при этом скорость выполнения погрузочных работ остается важным резервом повышения продолжительности процесса эвакуации. Значимой составляющей этого резерва является сцепка эвакофонда с эвакуатором, которая производится вручную, что долго и небезопасно [5]. В качестве решения этой проблемы предлагается автоматизация процесса швартовки за счет гидрофицирования рабочего оборудования (бриля) эвакотягача, что способствует сокращению

рабочего цикла погрузки эвакофонда на эвакосредство. Вариант подобного технического решения представлен на рис. 2.

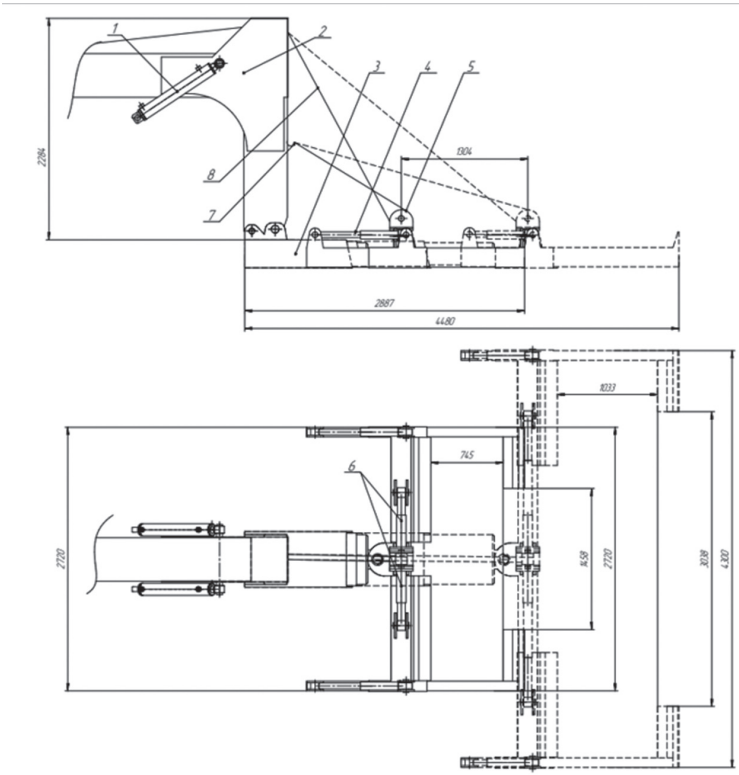


Рис. 2. Автоматизированное подъемно-швартовочное устройство:
1 – гидроцилиндры подъема стрелы; *2* – стрела; *3* – траверса;
4 – гидроцилиндры удлинения сцепного устройства;
5 – блок ролик; *6* – гидроцилиндры расширения сцепного устройства;
7 – крюк запасовки лебедки; *8* – лебедка

Предлагаемое техническое решение реализуется следующим образом: после позиционирования эвакотягача вдоль оси объекта, ожидающего эвакуации, происходит разводка боковых секций до предельного состояния за счет работы пары гидроцилиндров 6, после чего происходит удлинение сцепного устройства за счет движения боковых секций

и работы пары гидроцилиндров 4, далее малым ходом тягач заводит рабочее оборудование за ось эвакуируемой техники до соприкосновения с опорной балкой, после чего происходит захват колес транспортного средства за счет обратного движения секций. В результате таких действий ось эвакуируемой машины фиксируется, затем рабочая стрела поднимается, вывешивая зашвартованную часть машины, и эвакопоезд начинает движение к месту назначения. Визуализация процесса представлена на рис. 3, 4 и 5.

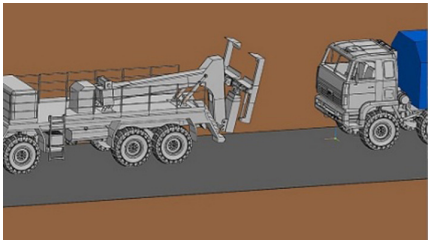


Рис. 3. Швартовочное оборудование в транспортном положении

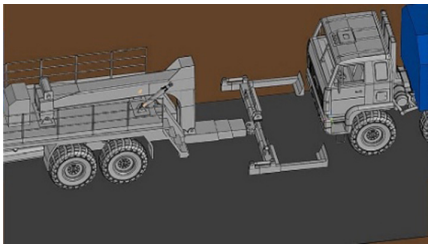


Рис. 4. Процесс швартовки эвакофонда

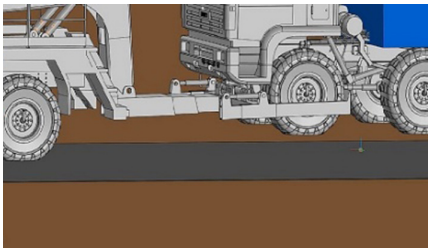


Рис. 5. Процесс транспортировки эвакофонда

Заключение

Таким образом, ожидаемыми результатами реализации предлагаемого технического решения являются:

- увеличение производительность процесса эвакуации за счет уменьшения времени, затрачиваемого на швартовку объекта транспортировки к эвакуационному тягачу;
- повышение безопасности работы оператора эвакомашины, обусловленное исключением ручного труда и необходимости нахождения его в зоне швартовки;
- расширение функциональности эвакотягача за счет появления возможности работы в условиях, где выход оператора в зону швартовки затруднителен или небезопасен.

Литература

1. Постановление Правительства РФ от 21 декабря 2020 г. № 2200 «Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом и о внесении изменений в пункт 2.1.1 Правил дорожного движения Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями).

2. *Вартанов О. М., Сутула В. И., Сюткин Н. С.* Эвакуация автомобильной техники. Руководство. Часть 1. Технические основы и средства эвакуации машин. Порядок выполнения эвакуационных работ. Часть 2. Организация работ в эвакуационных подразделениях. – 2015.

3. *Тарасенко, П. Н.* Эвакуаторы поврежденных автомобилей: Учебное пособие. Минск : БелНТУ, 2010. – 128 с.

4. *Горлатов, В.* Способы эвакуации неисправных автомобилей / В. Горлатов // [Электронный ресурс]. – Режим доступа: Способы эвакуации неисправных автомобилей (narod.ru). Дата доступа: 19.02.2024.

5. Р-38 Ремонт военной автомобильной техники. Организация и технические средства эвакуации ВАТ: Учеб. пособие. – Рязань: РВАИ, 2006. – 81 с.

УДК 625.7/.805

Жаухар Махжуб,
аспирант
Александр Евгеньевич Пушкарев,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Александр Сергеевич Афанасьев,
канд. воен. наук, профессор
(Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II),
*E-mail: Jawharmahjoub007@yandex.ru,
pushkarev-agn@mail.ru*

Jawher Mahjoub,
postgraduate student
Alexander Evgenievich Pushkarev,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Alexander Sergeyevich Afanasyev,
PhD in Sci. Mil., Professor
(Empress Catherine II Saint Petersburg
Mining University),
*E-mail: Jawharmahjoub007@yandex.ru,
pushkarev-agn@mail.ru*

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ ОБОСНОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКОГО НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ МАШИН ДЛЯ РЕМОНТА ДОРОЖНОГО ПОКРЫТИЯ

SOLVING THE PROBLEM OF SUBSTANTIATING THE PARAMETERS OF MECHANICAL ATTACHMENTS FOR ROAD SURFACE REPAIR MACHINES

Стремительный рост числа пользователей дорог и транспорта приводит к ухудшению состояния дорожной инфраструктуры, особенно в крупных городах, что создает серьезные проблемы при обслуживании и восстановлении инфраструктуры без перекрытия дорожного движения. Работы по ремонту и восстановлению безопасных параметров поверхности дорог выполняются специальной техникой, оснащенной навесным оборудованием, реализующим процессы и режимы работы, направленные на выполнение технологической задачи. При этом разнообразие технологий и решений рабочего инструмента создает известные сложности расчета и обеспечения надежности базовой машины. Рекомендации по учету влияния реализуемых в конкретных условиях режимов работы навесного оборудования на надежность базовой машины носят частный характер.

Ключевые слова: навесное оборудование машин, базовая машина, технологическая работа, ремонт дорожного покрытия, дорожное движение.

The rapid growth in the number of road and transport users leads to a deterioration of the road infrastructure, especially in large cities, which creates serious problems in maintaining and restoring infrastructure without blocking traffic. Work on the repair and restoration of safe road surface parameters is carried out by special equipment equipped with attachments that implement processes and modes of operation

aimed at fulfilling a technological task. At the same time, the variety of technologies and solutions of the working tool creates known difficulties in calculating and ensuring the reliability of the basic machine. Recommendations for taking into account the influence of the total intensity of operation, the operating time of the chassis and attachments, the parameters of attachments and its operating modes on the reliability of the base machine are of a particular nature.

Keywords: attachments of machinery, basic machinery, technological work, pavement repair, traffic.

Навесное оборудование для спецтехники представляет собой различные насадки, приспособления и механизмы, устанавливаемые на машины для выполнения различных задач. Это оборудование позволяет значительно расширить функционал базовой машины [1], адаптируя ее к различным условиям работы и требованиям специфических проектов [2], [3]. К примеру, на одну и ту же базу могут устанавливаться различные виды ковшей, гидромолотов или захватных устройств (рис. 1) [4], [5].

Рис. 1. Навесное оборудование машин для ремонта дорожного покрытия:
а – гидромолот; *б* – дорожная фреза; *в* – асфальтовый планировочный отвал;
г – рециклер асфальтобетона

Оборудование подбирается в зависимости от характеристик базовой машины, включая ее грузоподъемность, мощность и мобильность. При этом важно учитывать, что навесное оборудование должно соответствовать техническим параметрам и нормам безопасности, не нанося вред спецтехнике и обеспечивая полную безопасность оператора. Кроме того, использование специализированного оборудования позволяет повысить точность и качество выполняемых работ, что особенно актуально при реализации сложных и ответственных проектов [6].

Важно отметить, что эффективное задействование навесного оборудования требует от оператора определенных знаний и навыков. Необходимо не только уметь правильно установить и настроить оборудование, но и понимать специфику его работы в различных условиях. Это требует дополнительного обучения и наличия соответствующей практики, получение которой при периодическом или кратковременном задействовании навесных систем часто является невозможным или сложно достижимым.

Гидромолоты являются самыми известными типами навесного оборудования (см. рис. 1, *а*). Предназначены для разрушения различных материалов и элементов строительных конструкций, твердых покрытий поверхностей дорог, предварительной дезинтеграции монолитных формаций и пр. Эффект достигается за счет высокоэнергетического динамичного воздействия на разрушаемый объект, что позволяет нарушать связи между частицами материала.

Дорожная фреза (холодная фреза), предназначенная для рыхления и измельчения грунта (в том числе асфальтобетонных покрытий) (см. рис. 1, *б*). Делятся на самоходные, навесные и прицепные. Используются для фрезерования (удаления) верхнего слоя дорожных покрытий и, в некоторых случаях, последующего сбора снятого материала для повторного использования.

Асфальтовый планировочный отвал – предназначенное для выполнения работ по выполаживанию поверхности дороги с одновременным распределением укрывающего материала, а также асфальтирование участков дорог при ремонте (устранени) колейности (см. рис. 1, *в*). С применением планировочного отвала значительно повышается производительность работ, а следовательно, и сокращается время на их выполнение, сокращается период ограничения движения транспорта, связанного с выполнением ремонтных работ, что немаловажно для

участков дорог с интенсивным движением, а так же в крупных населенных пунктах.

Рециклеры асфальтобетона предназначены для сбора и обработки удаленного с поверхности дороги материала дорожного полотна (см. рис. 1, *г*). Обработка собранного материала предусматривает придание ему свойст, допускающих повторное использование по прямому назначению. Это позволяет снизить затраты на закупку нового асфальта и минимизировать расходы на утилизацию старого полотна. Процесс рециклинга включаент измельчение собранного материала до необходимой фракции, нагревание и доведения до необходимой консистенции. В результате переработки получается асфальтовая смесь, готовая к повторной укладке.

Заключение

Таким образом исследования, направленные на установление взаимосвязей между рабочими параметрами навесного оборудования, характеристиками базовой машины и условиями применения такой техники, являются весьма актуальной научно-технической задачей.

На основании выполненных исследований, определяются наиболее важные из параметров механического навесного оборудования машин для ремонта дорожного покрытия и устанавливается их влияния на надежность базовой машины в конкретных условиях и режимах работы навесного оборудования.

Литература

1. *Наумов Б. А., Чередников А. А., Косарев И. Д.* Автомобиль (Учебник водителя второго класса) М.: Изд-во «Транспорт». 1975.

2. *Хитрых Д. П.* Электромобили: мировые тренды, проблемы и перспективы // Энергетическая политика – 2021 – № 1 (155) – с. 22–33.

3. *Пиковский Я. М., Полосин-Никитин С. М., Вощинин Н. П., Баловнев В. И.* Дорожные машины и оборудование (Машины и заводы для постройки дорожных покрытий). М. : Изд-во МАШГИЗ.

4. *Лепеш Г. В., Лепеш А. Г.* Разработка методики рационального выбора характеристик рабочего процесса коммунальной уборочной техники // Технико-технологические проблемы сервиса – 2012 – № 1 (19) – с. 24–31.

5. *Белоусов С. В.* Внесение сыпучих материалов при помощи центробежных разбрасывателей. Существующие проблемы и пути их решения // Научный журнал КубГАУ – 2014 – № 104 (10) – URL: http://ej.kubagro.ru/2014/10/pdf/129.pdf

6. *Корытов М. С., Щербаков В. С., Титенко В. В., Игнатов С. Д., Цехош С. И.* Математическая модель рабочего процесса коммунальной машины как сложной динамической системы // Динамика систем, механизмов и машин. – 2019. – Том 7, № 1. – С. 111–116.

УДК 656.053.432.11

Олеся Владимировна Малихина,
канд. экон. наук, доцент
Антон Сергеевич Кокорев,
аспирант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: *lesya265@gmail.ru,*
hex_ion@mail.ru

Olesya Vladimirovna Malikhina,
PhD in Sci. Ec., Associate Professor
Anton Sergeevich Kokorev,
postgraduate student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: lesya265@gmail.ru,
hex_ion@mail.ru

РОЛЬ И МЕСТО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕГАБАРИТНОГО ГРУЗА АВТОМОБИЛЬНЫМ ТРАНСПОРТОМ

THE ROLE AND PLACE OF SOFTWARE IN THE PROCESS OF TRANSPORTING OVERSIZED CARGO BY ROAD

В статье рассматривается проблема ежегодного роста дорожно-транспортных происшествий и инцидентов в процессе перевозки негабаритного груза, а также способы минимизации риска с применением программного обеспечения и оптимизацией процесса перевозки.

Ключевые слова: негабаритный груз, программное обеспечение, оптимизация процессов, безопасность движения.

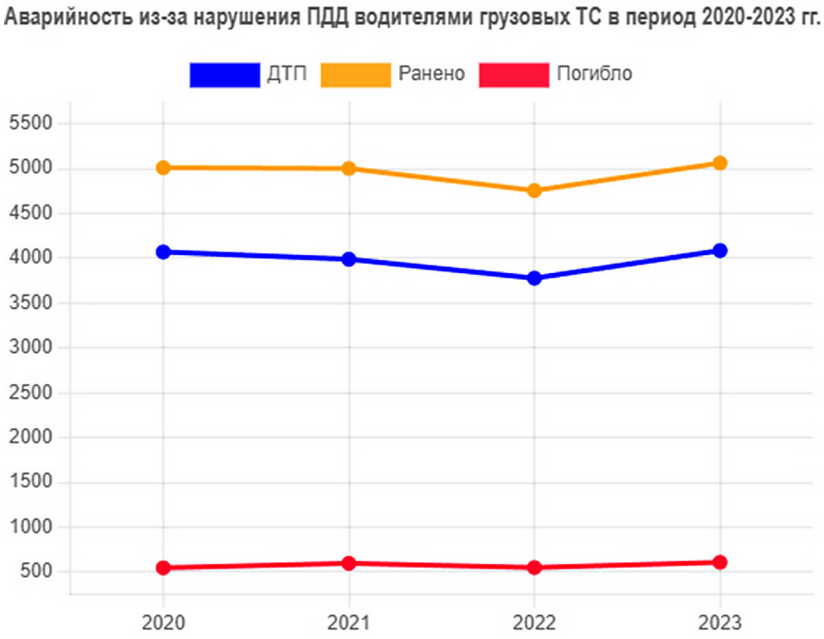
The article deals with the problem of the annual increase in road accidents and incidents during the transportation of oversized cargo, as well as ways to minimize risk using software and optimize the transportation process.

Keywords: oversized cargo, software, process optimization, traffic safety.

В современном мире программное обеспечение играет ключевую роль в сопровождении любой экономической, коммерческой и технической деятельности.

Однако несмотря на то, что в настоящее время существуют уже развитые информационные системы, некоторые отрасли автомобильного транспорта, особенно перевозка негабаритного груза все также слабо регулируется применением программного обеспечения. [1]

На рисунке отражена статистика дорожно-транспортных происшествия на грузовом автомобильном транспорте в период 2020–2023 гг. в Российской Федерации. [2]



Аварийность из-за нарушения ПДД водителями грузовых ТС в период 2020–2023 гг. на территории Российской Федерации

Так, общая динамика аварийных происшествий неуклонно растет от года к году. Учитывая специфику и риски транспортировки негабаритного груза, существует высокая потребность в информационном сопровождении данного процесса.

Определим основные проблемы перевозки негабаритного груза на территории Российской Федерации, которые могут бить частично или полностью решены за счет внедрения программного и информационного обеспечения:

- проблема сборки и структуризации достоверных данных о грузе; [3]

- выбор оптимального маршрута, который может не предусматривать возможности фактической доставки и провоза груза по автомобильным дорогам; [4]
- проблема мультимодальной перевозки, когда в рамках маршрута не используется единый логистический оператор, а применяется несколько различных. В этом случае каждый из участников процесса перевозки отвечает только за свой отдельный участок дороги, а транспортировка негабаритного груза между участками никак не регулируется. [5]

Отдельно можно выделить проблему неэффективной работы тахографа в процессе транспортировки негабаритного груза. Поиск специальных парковочных мест для транспорта с негабаритным грузом формирует финансовые и временные издержки на транспортной организации. [6]

Необходимо учитывать в процессе маршрутизации возможные места для стоянки и парковки с соблюдением всех требований безопасности и технической эксплуатации автомобильного транспорта.

Сборка и структуризация данных о грузе является крайне важной задачей на основании которого формируется подходящий подвижной состав, маршрут, время следования транспортного средства с грузом, необходимость сопровождения груза, квалификация водителя. Возможность передачи электронной информации позволит значительно повысить эффективность и безопасность транспортировки.

Проблема выбора маршрута заключается в том, что некоторые автомобильные дороги конструктивно не приспособлены для перевозки негабаритного или тяжеловесного груза, вследствие чего транспорту приходится менять маршрут в процессе транспортировки. Для минимизации риска возникновения временных и финансовых издержек необходимо использовать программное обеспечение для маршрутизации, которое будет включать в себя список рекомендуемых маршрутов для транспортировки и перевозки негабаритных грузов в соответствии с учетом особенностей перевозимых товарно-материальных ценностей и подвижного состава.

Проблема мультимодальной перевозки включает в себя неэффективное управление процессом перевозки, когда применяются два и более перевозчика на разных этапах общего маршрута. В процессе управления каждый из перевозчиков учитывает только свой этап и не учитывает

промежуточные звенья (мосты, эстакады, магистрали и пр.), которые могут быть не приспособлены для движения негабаритного груза.

В целом, применение программного обеспечения и информационных систем позволит структурировать данные по таким элементами доставки, как:

- подвижной состав – выбирать транспортные средства под вид груза и маршрута, по которому будет осуществляться доставка;
- тип маршрута, который будет использоваться, с учетом альтернативных маршрутов в случае нештатных ситуаций;
- учет всех контрагентов, а также оперативная коммуникация с ними, в случае мультимодальной перевозки.

Заключение

Применение программного обеспечения также должно создать условия для оперативной коммуникации между всеми участниками транспортировки негабаритного груза.

Отрасль перевозки негабаритного груза является наиболее перспективной для применения и создания программного обеспечения и различных информационных систем.

Применение ПО позволит повысить эффективность, безопасность и скорость доставки различных грузов, а также позволит выстроить единую транспортную систему с сокращением динамики дорожно-транспортных происшествий.

Литература

1. *Шадрина А. Р.* Основные проблемы и пути их решения при организации крупногабаритных и тяжеловесных грузов // Журнал экономики и бизнеса. – 2021. – № 11. – С. 174–177.

2. Статистика дорожно-транспортных происшествия на грузовом автомобильном транспорте / Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации, ГИБДД России, 2024. UPL: http://stat.gibdd.ru (дата обращения 28.09.2024).

3. *Воробьев В. В.* Проблемы перевозки негабаритных грузов на автомобильном транспорте // Академическая публицистика. – 2018. – № 12. – С. 29–32.

4. *Оразгулыева Э. Я., Оразгулыев И. М., Байханов Н. Д.* Влияние выбора оптимального маршрута на скорость перевозки: обзор и анализ // Вестник науки. – 2024. – № 4 (73). – С. 112–115.

5. *Меркулова И. П.* Мультимодальные перевозки в России: опыт, проблемы, перспективы // Молодая наука Сибири. – 2018. – № 2. – С. 11–16.

6. *Свистунова А. С., Чумак А. С.* Интеллектуальная система поддержки принятия решений при перевозке негабаритных грузов // В сборнике: Логистика: современные тенденции развития. Материалы XVII Международной научно-практической конференции. – 2018. – С. 100–103.

УДК 2.5.11

Виктор Владимирович Соловьев,
аспирант
Сергей Аркадьевич Евтюков,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: i@viktor-solovev.ru,
s.a.evt@mail.ru

Viktor Vladimirovich Solov'ev,
postgraduate student
Sergej Arkadevich Evtyukov,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: i@viktor-solovev.ru,
s.a.evt@mail.ru

КООРДИНАЦИЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ ГИПЕРГРАФОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

COORDINATION OF TASK ALLOCATION BASED ON HYPERGRAPHS FOR AUTOMATED GROUND TRANSPORTATION AND TECHNOLOGICAL FACILITIES

Автоматизация работы наземных транспортно-технологических средств (НТТС) представляет собой ключевую задачу для совершенствования современных промышленных и транспортных систем. Безопасное и эффективное функционирование в условиях присутствия людей требует продуманного распределения задач с учетом непредсказуемых факторов, связанных с поведением пешеходов. Подход, использующий гиперграфы, может обеспечить такую адаптацию в реальном времени, позволив учитывать высокую динамичность среды и обеспечивать безопасное взаимодействие с окружающими объектами. Такой метод позволяет организовать более гибкое распределение задач для АНТТС, а также настроить их навигацию посредством алгоритмов гиперграфического распространения.

Ключевые слова: многозадачная координация, наземные транспортно-технологические средства, гиперграфы.

Automation of the operation of ground transportation and technological means is a key task for improving modern industrial and transport systems. Safe and effective functioning in the presence of people requires a thoughtful allocation of tasks, taking into account unpredictable factors related to pedestrian behavior. An approach using hypergraphs can provide such adaptation in real time, allowing for the high dynamism of the environment and ensuring safe interaction with surrounding objects. This method allows you to organize a more flexible distribution of tasks for ground transportation and technological means, as well as configure their navigation using hypergraphic distribution algorithms.

Keywords: multitasking coordination, ground transportation and technological means, hypergraphs.

АНТТС становятся актуальными в широком спектре реальных задач [1] и [2], где требуется их интеграция в среду с наличием людей. В таких условиях системы должны не только достигать целей, но и следовать социально приемлемым нормам, избегая столкновений. В высоко динамичной среде необходимо учитывать ее непредсказуемость, что делает классические алгоритмы неэффективными. Применение гиперграфов позволяет более точно моделировать взаимодействия и корректировать маршрутные задачи АНТТС для предотвращения инцидентов и повышения их адаптивности.

Проблема заключается в первую очередь в том, что АНТТС необходимо ориентироваться в высоко динамичной среде, где обязательно придерживаться социальных норм и избегать столкновений. Оптимизация планирования маршрута с учетом социальных требований имеет решающее значение для повышения безопасности и производительности этих систем.

Поскольку среда обитания человека по своей природе динамична, возникают новые проблемы в виде непредсказуемости. Стратегии фиксированного распределения задач часто неадекватны в этих условиях. Например, если пешеход проходит рядом с АНТТС, то оно должно быть способно динамически корректировать выполнение своих задач в режиме реального времени, чтобы избежать возможных столкновений или сбоев в работе. При этом в некоторых типах задач требуется сохранять набранную скорость или имеются другие типы ограничений.

Для координации работы нескольких АНТТС в условиях сложной и динамичной среды предложено несколько подходов. Одним из них является метод кластерного распределения задач на базе теории игр [3], который обеспечивает согласованное выполнение задач с учетом факторов внешней среды. В [4] рассматривалась модель системы многозадачной координации АНТТС. В [5] и [6] построены гиперграфы для представления корреляций между АНТТС и объектами в окружающей среде. В статье рассматривается модель координации задач с применением гиперграфов для представления связей между объектами. Такая модель позволяет оптимизировать распределение задач между устройствами и учитывать изменения окружающей среды.

Используя конструкцию гиперграфа, можно смоделировать среду:

$$G = (V, E), \tag{1}$$

где $V = \{v_1, v_2, \ldots, v_N\}$ набор вершин, представляющий N объектов, включая АНТТС, пешеходов и объектов выполнения задач.

Отношения между этими объектами фиксируются набором гиперссылок $E = \{\varepsilon_1, \varepsilon_2, \ldots, \varepsilon_N\}$. Весовой матрицей гиперграфа будет $W = diag\left(w_{e_1}, w_{e_2}, \ldots, w_{e_M}\right) \in R^{M \cdot M}$, а характеристики вершин гиперграфа $\{X_1, \ldots, X_N\}$ оцениваются на основе пространственно-временных зависимостей объектов.

Матрица степеней вершин $D_V \in R^{N \cdot N}$ по диагонали состоит из степеней вершин $\delta_\upsilon = \sum_{e \epsilon \varepsilon} w_{(e)} H\left(\upsilon, e\right)$. Аналогично, степени гиперграницы $\varsigma_e = \sum_{\upsilon \epsilon v} w_{(e)} H\left(\upsilon, e\right)$ заполняют матрицу степеней гиперграницы $D_E \in R^{M \cdot M}$, где матрица инцидентности гиперграфа $H \in R^{N \cdot M}$ определяется следующим образом:

$$\begin{gathered} H\left(\upsilon, e\right) = 1, \text{ если } \upsilon \in e, \\ H\left(\upsilon, e\right) = 0 \text{ в противном случае.} \end{gathered} \tag{2}$$

Исходными данными гиперграфа будут:

- пространственно-временные характеристики;
- атрибуты евклидова расстояния объектов.

Таким образом, можно изобразить следующий алгоритм (см. рисунок), и определить следующий порядок действий: во-первых, информация, относящаяся к точкам выполнения задач и АНТТС, должна кодироваться кодировщиком позиционного встраивания в качестве пространственно-временных входных данных. Затем инициализировать гиперграф с использованием вершинных объектов, основанных на задачах, и гиперграничных объектов, основанных на евклидовой системе. Далее использовать механизм диффузии гиперграфа для распространения вершинных объектов по структуре гиперграфа, обеспечивая сбалансированную динамику гиперграфа. И, наконец, декодировать рассеянные объекты гиперграфа политикой АНТТС для генерации множества приоритезированных глобальных и локальных действий,

которые еще необходимо подкрепить с использованием различных алгоритмов и скоординировать с другими АНТТС [4].

Алгоритм распределения задач на основе гиперграфов для АНТТС

Заключение

Развитие и оптимизация систем АНТТС в условиях динамичной среды, населенной людьми, становится одной из ключевых задач современной робототехники и искусственного интеллекта. Важность обеспечения безопасного и социально приемлемого взаимодействия АНТТС с пешеходами, наряду с эффективным планированием и распределением задач, требует применения комплексных подходов, таких как гиперграфы, координационные механизмы и самообучение. Использование гиперграфов для представления и анализа пространственно-временных связей между объектами в среде позволяет более точно моделировать поведение системы и адаптировать ее действия к изменяющимся условиям. Применение методов диффузии данных и координации в многозадачных сценариях с участием нескольких АНТТС открывает новые возможности для повышения производительности и безопасности таких систем.

Литература

1. Трактор разумный: что умеет беспилотная сельхозтехника и кто ее создает, Истовый Инженер, https://engineer.yadro.com/note/intelligent-agriculture/, 2024.

2. Интеллектуальная транспортная система управления движением колонны беспилотных транспортных средств с ведущим пилотным транспортным средством, НАМИ, https://nami.ru/projects/autonomous_transport/intelligent-transport-system, 2020.

3. *Дж. Г. Мартин, Ф. Дж. Мурос, Дж. М. Маэстре и Э. Ф. Камачо,* «Кластеризация распределения задач для нескольких роботов на основе теории игр», Робототехника и автономные системы, том 161, стр. 104–314, 2023.

4. *Евтюков С. А., Соловьев В. В.* «Модель системы многозадачной координации автоматизированных транспортно-технологических средств», «Грузовик» 2023. № 7. С. 36–39. DOI: 10.36652/1684-1298-2023-36-39.

5. *Дж. Мотс, Т. Чен, Т. Бретл, М. М. Агирре и Н. М. Амато,* «Задачи и планирование движения нескольких роботов на основе гиперграфов», IEEE Transactions on Robotics, 2023.

6. *Вэй Чжан Ван, Аникет Бета и Банг Чхоль Мин,* «Hyper-SAMARL: Координированное распределение задач на основе гиперграфов и социально ориентированная навигация для мультироботных систем», https://arxiv.org/abs/2409.11561

УДК 621.874

Нина Игоревна Левкина,
аспирант
Сергей Аркадьевич Евтюков,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: levkina.lnina1@yandex.ru

Nina Igorevna Levkina,
postgraduate student
Sergey Arkadyevich Yevtyukov,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: levkina.lnina1@yandex.ru

МОДЕЛИ И АЛГОРИТМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ЭКСПЛУАТАЦИИ РОБОТИЗИРОВАННЫХ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

MODELS AND ALGORITHMS FOR THE DESIGN AND OPERATION OF ROBOTIC TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL COMPLEXES

В современном мире наблюдается значительный рост объемов производства и потребления, что требует от предприятий внедрения инновационных решений для оптимизации своих процессов. Роботизированные ТТК способны значительно повысить производительность, сократить время обработки заказов и снизить затраты на труд. Они позволяют автоматизировать рутинные операции, освобождая человеческий ресурс для более творческих и высококвалифицированных задач.

В данной статье рассматриваются основные модели и алгоритмы, используемые для проектирования и эксплуатации роботизированных ТТК.

Ключевые слова: роботизация транспортно-технологических комплексов, инновационных решений, автоматизация рутинных операции.

In the modern world, there is a significant increase in production and consumption, which requires enterprises to implement innovative solutions to optimize their processes. Robotic TTCs can significantly increase productivity, reduce order processing time and reduce labor costs. They allow you to automate routine operations, freeing up human resources for more creative and highly qualified tasks.

This article discusses the main models and algorithms used for the design and operation of robotic TTCs.

Keywords: robotization of transport and technological complexes, innovative solutions, automation of routine operations.

Проектирование роботизированных транспортно-технологических комплексов (ТТК) является многоуровневым процессом, который включает в себя разработку различных моделей, позволяющих эффективно организовать работу комплекса. В этой главе рассматриваются основные типы моделей, используемых в проектировании ТТК, а также их особенности и применение

Различают следующие модели проектирования роботизированных ТТК:

1. Динамические модели – предназначены для описания процессов, которые изменяются со временем. Они учитывают влияние различных факторов, таких как колебания спроса, изменения в производственных процессах и условия эксплуатации. Основной особенностью динамических моделей является их способность адаптироваться к изменениям в реальном времени.

Одной из таких моделей является модель, основанная на методах теории управления, которая включает в себя элементы адаптивного управления. Эта модель позволяет оперативно изменять параметры работы комплекса в зависимости от текущих условий.

2. Статические модели – используются для первоначального проектирования ТТК и оценки его эффективности. Эти модели не учитывают временные изменения, но позволяют получить полезные результаты для оценки начальных параметров системы. К ним относятся модели, основанные на линейном программировании и теории графов. Эти модели позволяют оптимизировать распределение ресурсов и маршруты движения роботов в пределах комплекса.

3. Системные модели, они же системный подход, к проектированию ТТК включает в себя интеграцию различных компонентов: роботов, транспортных средств, складских систем и информационных технологий. Системные модели помогают выявить взаимодействие между компонентами и оптимизировать их работу в целом.

В современном проектировании используют следующие алгоритмы эксплуатации роботизированных ТТК:

1. Алгоритмы маршрутизации – это эффективная маршрутизация роботов является одним из ключевых факторов успеха роботизированного ТТК. Алгоритмы маршрутизации могут быть основаны на различных подходах, таких как жадные алгоритмы, алгоритмы на основе генетических методов и методы машинного обучения. Эти алгоритмы

позволяют находить оптимальные маршруты с учетом динамически изменяющихся условий.

2. Алгоритмы управления ресурсами – включает в себя распределение задач между роботами и оптимизацию их загрузки. Алгоритмы, основанные на методах многокритериальной оптимизации, позволяют учитывать различные факторы, такие как время выполнения задач, затраты энергии и уровень износа оборудования.

3. Алгоритмы предсказания состояния – предсказание состояния оборудования и систем в реальном времени, которое позволяет предотвратить аварии и снизить время простоя. Для этого используются алгоритмы машинного обучения и нейронные сети, которые обучаются на исторических данных о работе ТТК.

Для понимания применения моделей и алгоритмов в проектировании и эксплуатации РТТК рассмотрим следующие примеры:

Внедрение роботизированных ТТК на крупных производственных предприятиях демонстрирует высокую эффективность. Например, использование алгоритмов маршрутизации в автоматизированных складах позволяет сократить время обработки заказов на 30 %. Также применение динамических моделей управления позволяет снизить затраты на эксплуатацию на 15 %.

Заключение

Разработка эффективных моделей и алгоритмов проектирования и эксплуатации роботизированных транспортно-технологических комплексов является важным направлением для повышения конкурентоспособности предприятий. Интеграция современных информационных технологий и методов оптимизации позволит значительно улучшить показатели эффективности работы ТТК.

Литература

1. *Баранов, А. И., Смирнов, В. Н.* (2020). Роботизация транспортно-технологических процессов: теория и практика. Москва: Наука.

2. *Иванов, П. П., Петрова, Л. С.* (2021). Алгоритмы оптимизации в роботизированных системах. Санкт-Петербург: Политехника.

3. *Кузнецов, Д. А., Сидорова, Е. В.* (2019). Модели управления роботизированными комплексами. Екатеринбург: УралГТУ.

4. *Лебедев, С. Н., Фролов, А. Ю.* (2022). Интеллектуальные системы управления в логистике: современные подходы и технологии. Казань: Казанский университет.

5. *Чистяков, И. В., Яковлева, М. Г.* (2023). Применение машинного обучения в управлении роботизированными системами: новые горизонты. Новосибирск: Сибирское отделение РАН.

УДК 656

Александр Владимирович Юннинен,
аспирант
Станислав Сергеевич Евтюков,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ololoshev98@mail.ru,
ese-89@yandex.ru

Alexander Vladimirovich Iunninen,
postgraduate student
Stanislav Sergeevich Evtyukov,
Dr. Sci. Tech., professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ololoshev98@mail.ru,
ese-89@yandex.ru

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ МЕСТ ПРОИЗВОДСТВА КРАТКОСРОЧНЫХ РАБОТ НА РЕГИОНАЛЬНЫХ ДОРОГАХ

IMPROVING THE SAFETY OF SHORT-TERM WORK SITES ON REGIONAL ROADS

Краткосрочные дорожные работы являются неотъемлемой частью содержания автомобильных дорог, которые позволяют поддерживать техническое состояние транспортной инфраструктуры при ее эксплуатации. Высокая регулярность производства дорожных работ в нашей стране обусловлена повышенными требованиями к дорожному полотну и сжатыми сроками по устранению дефектов. Любая деятельность вблизи движения транспортных средства сопряжена с высокой степенью опасности, которая приводит к регулярным трагическим ситуациям, в которых гибнут и получают увечья дорожные работники. В настоящей статье раскрывается проблематика, приводится статистическое обоснование, освещается отечественный и зарубежный опыт мероприятий по снижению смертности, в заключении предлагается новый подход по повышению безопасности за счет предупреждения рабочих о потенциальной опасности в зоне производства работ.

Ключевые слова: повышение безопасности дорожного движения, места краткосрочных работ, безопасность дорожных рабочих, статистика аварий система звукового оповещения, система визуального оповещения, активная защита, детекторы обнаружения.

Short-term road works are an integral part of the maintenance of highways, which make it possible to maintain the technical condition of the transport infrastructure during its operation. The high regularity of road works in our country is due to the increased requirements for the roadbed and the tight deadlines for the elimination of defects. Any activity near the movement of vehicles is associated with a high degree of danger, which leads to regular tragic situations in which road workers are killed and injured. This article reveals the problems, provides a statistical justification, highlights the domestic

and foreign experience of measures to reduce mortality, and finally proposes a new approach to improve safety by warning workers about potential danger in the work area.

Keywords: improving road safety, places of short-term work, safety of road workers, accident statistics, sound warning system, visual warning system, active protection, detection detectors.

Безопасность дорожных рабочих при производстве работ дорог широко известная проблематика во всем мире. В нашей стране данная тема в научных кругах поднимается нечасто и широкого исследовательского фундамента не имеет. Существуют руководящие принципы поведения людей, установки дорожных знаков, ограждающих конструкций и прочие защитные мероприятия [1, 2]. Однако, существенного снижения количества аварий и числа смертей в зонах производства работ не наблюдается. Согласно данным специалистов ФКУ Упрдор «Северо-Запад» порядка 5 % всех дорожно-транспортных происшествий (далее – ДТП) на автомобильных дорогах происходят в зонах производства дорожных работ [3]. Переводя в абсолютные значения количество ДТП составляет: за 2021 г. – 6667, за 2022 г. – 6335, за 2023 г. – 6623[4]. На основании статистический данных можно сделать вывод о снижении числа происшествий, при этом представленные значения остаются большими. Высокая смертность дорожных рабочих во время работ является серьезной проблемой для эксплуатирующих и строительных дорожных организаций, в результате выпадения из производственной деятельности обученных кадров. Одновременно с этим, в виду повышенной опасности работы увеличиваются издержки при выплате заработных плат сотрудникам. Отдельной проблемой является потеря специализированной техники при ДТП, что является дополнительным ударом по бюджету дорожных организаций.

Одним из основных критериев подбора мероприятий по обеспечению безопасности в местах производства работ, является срок проведения работ. Выделяют долговременные и краткосрочные работы, для первых срок работ превышает 24 часа, для вторых до 24 часов. В соответствии со сроком производства работ, для долгосрочных работ оправдано применение большего количества ограждающих, направляющих и предупреждающих устройств, обеспечивающих пассивную защиту. Для краткосрочных работ характерно значительно меньшее число мероприятий, повышающих безопасность. Например, дорожные конусы, дорожные пластины, временные дорожные барьеры, автомобили

прикрытия (рис. 1) и мобильные прицепные демпфирующие устройства (рис. 2) [5].

Рис. 1. Автомобиль прикрытия

Рис. 2. Мобильное прицепное демпфирующее устройство

Дорожные рабочие при производстве работ не могут четко ощущать окружающую обстановку. Более того, в соответствии с типовыми схемами обустройства мест производства работ специализированная техника в начале участка работ может загораживать обзор дорожным рабочим, и они не могут видеть ситуацию позади себя.

В соответствии с типовыми схемами места производства краткосрочных работ и фактическим опытом наблюдения места производства краткосрочных работ отделены от полос со свободным движением

только передвижными предупреждающими знаками, дорожными конусами, маячками безопасности или вообще ничем. Защита пассивными устройствами невозможна из-за ограниченного срока действия, и никакие физические барьеры не могут удержать транспортные средства в случае аварии. В результате рабочие подвергаются более высоким рискам. Помимо описанного выше практический опыт показывает, что зачастую техника безопасности не соблюдается, поскольку существует множество ситуаций, в которых люди сознательно или не сознательно отступают от требований.

В настоящей статье предлагается решение описанных выше проблем, по средствам обнаружения приближающихся транспортных средств, движущихся в обоих направлениях, на основе компьютерного зрения и активации предупреждающего сигнала для дорожных рабочих. Для реализации представленного решения применяется технология обнаружения и анализа движущихся транспортных средств. После отслеживания транспортных средства применяется алгоритм проверки транспортного потока для фильтрации ненужных предупреждений. В системе есть два входа потоковые RGB-камеры, направленные в оба направления движения транспорта. Вся система состоит из трех компонентов: быстрый детектор, трекер на основе детектора, алгоритм проверки потока движения (рис. 3)

Рис. 3. Архитектура системы оповещения на основе визуального и звукового восприятия

Заключение

Безопасность дорожных рабочих в местах краткосрочных дорожных работ имеет решающее значение, в основном потому, что нет никаких физических барьеров безопасности, разделяющих рабочие зоны и используемые полосы. Вместо этого участок дорожных работ и полоса

движения разделены только дорожными конусами, маяками безопасности или даже ничем. В связи с этим наблюдается большое количество аварий и высокий уровень травматизма в зонах дорожных работ. Существующие мероприятия не позволяют кардинально снизить уровень опасности на данных участках. Подход, предложенный в настоящей статье, позволит повысить безопасность за счет заблаговременного оповещения дорожных рабочих о наступлении опасности в рабочей зоне, что позволит получить время для принятия решения и ухода в безопасное место занятым рабочим.

Литература

1. Отраслевой дорожный методический документ «Рекомендации по организации движения и ограждению мест производства дорожных работ» от 02.03.2016 ОДМ 218.6.019-2016 // Официальный интернет-портал правовой информации.

2. Национальный стандарт «Дороги автомобильные общего пользования. Технические средства организации дорожного движения в местах производства работ. Технические требования. Правила применения» от 13.02.2019 ГОСТ Р 58350-2019 // Официальный интернет-портал правовой информации.

3. Федеральные дорожники сняли социальный ролик на тему безопасности дорожного движения // ФКУ Упрдор «Северо-Запад» URL: https://sz.rosavtodor.gov.ru/department/press-center/novosti/587621/ (дата обращения: 10.09.2024).

4. *Баканов К. С., Ляхов П. В., Айсанов А. С., Исаев М. М., Никулин Е. Д., Наумов С. Б., Царегородцева Е.А., Коболов П. С.* Дорожно-транспортная аварийность в Российской Федерации за 2021 год / обзор. М.: ФКУ «НЦ БДД МВД России», 2023, 154 с.

5. Стандарт организации «Ограждение мест производства дорожных работ на автомобильных дорогах Государственной компании „Автодор“» от 26.12.2023 СТО АВТОДОР 4.1-2014 // Официальный интернет-портал стандартов государственной компании «Автодор».

6. *Евтюков С. С., Голов Е. В.* Аудит безопасности дорожного движения на автомобильных дорогах регионального значения в Ленинградской области // Транспорт Урала. – 2017. – № 2. – С. 85–89.

7. *Евтюков С. С., Брылев И. С., Блиндер М. М.* Пути повышения безопасности дорожного движения немеханических транспортных средств в г. Санкт-Петербург // Инфокоммуникационные и интеллектуальные технологии на транспорте. – 2022. – С. 39–48.

УДК 656.137

Илья Владимирович Арифуллин,
канд. техн. наук, доцент
(Московский автомобильно-дорожный
государственный технический
университет (МАДИ))
E-mail: i_arifullin@mail.ru,

Ilya Vladimirovich Arifullin,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Moscow Automobile
and Road Construction
State Technical University (MADI))
E-mail: i_arifullin@mail.ru,

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЗАПАСНЫМИ ЧАСТЯМИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНИКИ В АЭРОПОРТАХ

COMPREHENSIVE SYSTEM OF PROVIDING SPARE PARTS FOR SPECIAL EQUIPMENT AT AIRPORTS

С 2014 года на различные отрасли производства и экономики в отношении России вводятся различные ограничения и запреты. Ограничения затронули и отрасль, связанную с обеспечением безопасности авиационных перевозок грузов и пассажиров. Предприятия, обслуживающие специальные автотранспортные средства (САТС), которые обеспечивают обслуживание пассажиров, подготовку воздушных судов к эксплуатации столкнулись с нехваткой запасных частей, отсутствием необходимого программного обеспечения для своевременного проведения технического обслуживания и ремонта техники. В этой связи для бесперебойной работы необходимо создание комплексной системы обеспечения запасными частями и программным обеспечением специальной техники в аэропортах.

Ключевые слова: комплексная система, контейнерные перевозки, авиационная безопасность, специальная техника, аэропорты.

Since 2014, various restrictions and prohibitions have been introduced in various industries and the economy in relation to Russia. The restrictions also affected the industry related to ensuring the safety of air transportation of goods and passengers. Enterprises servicing special vehicles (SATS), which provide passenger services, prepare aircraft for operation, faced a shortage of spare parts, the absence of the necessary software for timely maintenance and repair of equipment. In this regard, for uninterrupted operation, it is necessary to create a comprehensive system for providing spare parts and software for special equipment at airports.

Keywords: comprehensive system, container transportation, aviation security, special equipment, airports.

В настоящее время, с учетом санкционной политики и вводимых ограничений на поставку различного рода техники и комплектующих, в том числе на специальную технику аэропортов, на территорию Российской Федерации Правительством России приняты ряд мер, которые способствуют решению дефициту техники и комплектующих. Одним из решений является формирование цепей поставок через дружественные страны по системе «параллельного» импорта.

Одним из вариантов перевозок запасных частей и комплектующих являются контейнерные перевозки с формирование соответствующих площадок на территориях стран, имеющих экономические взаимосвязи.

Под специализацией контейнерной площадки понимают определенный порядок расстановки контейнеров, отвечающий требованиям наиболее удобной подгруппировки их в комплекты для погрузки в вагоны в соответствии с установленным для данного пункта планом формирования и на автомобили в соответствии с районированием грузовладельцев. Этот порядок позволяет производительно использовать погрузочно-разгрузочные машины и быстро разыскать нужный контейнер, с тем чтобы не задерживать вагоны и автомобили под грузовыми операциями.

Площадка делится на участки, расположенные вдоль фронта погрузочно-разгрузочных работ. На участке, находящемся со стороны железнодорожного пути, размещают контейнеры, а также различные товары и готовую продукцию, подлежащие погрузке в вагоны (участок отправления), и на участке, расположенном вдоль автомобильной дороги, – прибывающие контейнеры, подлежащие вывозу на склады грузополучателей (участок прибытия). Такое размещение контейнеров и продукции создает необходимые условия для выполнения сдвоенных операций, когда после выгрузки одного контейнера или готовой продукции из вагона обратным движением стрелы или тельфера крана грузят в вагон или автомобиль. Тем самым сводятся к минимуму порожние рейсы крана.

Специализированная локация отправления делится по секциям в зависимости от своего назначения (участок отправления и участок прибытия) по заранее спланированному графику компоновки составов (контейнеров). Применяемое деление позволяет максимально эффективно осуществлять производственную деятельность [1].

В случае если площадка не соответствует размерам доставляемых контейнеров, или количество контейнеров, находящихся на загрузке, превышает количество пребывающих, то применяется специализированные технологии по приему и отправки составов.

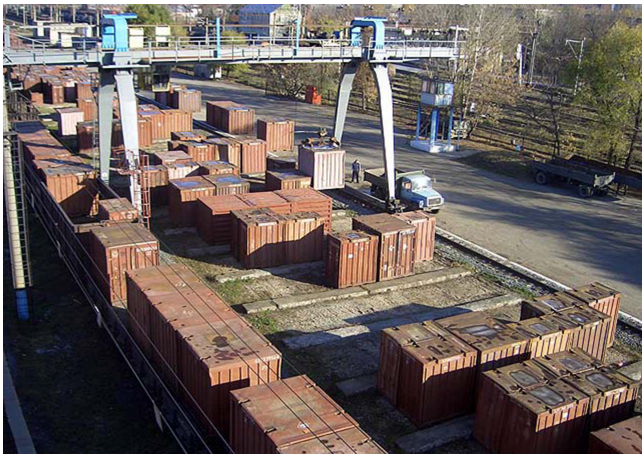
Под качеством транспортного обслуживания клиентуры по контейнерным перевозкам обычно подразумевают полноту, скорость, своевременность или равномерность доставки и сохранность грузов, безопасность перевозок, а также комплексность, доступность и культуру обслуживания потребителей транспортных услуг. При этом, в отличие от пассажирских перевозок, мероприятия по обеспечению качества перевозок направлены не только на объект или предмет перевозки, но и на их собственников, т. е. грузовладельцев [2].

Качество транспортной услуги – термин относительный и измеряется в соответствии с утвержденными индикаторами.

Показателями высокого качества транспортной перевозки для заказчика, как правило, являются: готовность обеспечить должный объем перевозки, количество специализированных вагонов с товаром за соответствующий временной интервал, уровень сохранности товара, безопасность транспортировки, сроки поставки и др.

Для организации качественного перевозочного процесса ключевую роль играет организация работы самой контейнерной площадки, правильно построенные технологические процессы и условия работы [3].

Большое количество производственных и перерабатывающих компаний работают с крановым оборудованием и производственными мощностями, и все чаще сталкиваются с проблемой определения оптимальной производительности участка. Связано данное явление с жесткими логистичекими рамками поставок готовой и переработанной продукции. В случае невыполнения плана, площадь будет простаивать, в случае превышения допустимой производственной мощности – перегружена, что приведет к резкому падения производительности и еще большему простою. На основании использования типовых контейнерных площадок, авторы статьи попытались разработать типовой проект расчета производительной мощности данных площадей с учетом опыта эксплуатации и особенностей демонтажа и разделки подвижного состава собственности ОАО «РЖД». Визуальное отображение таких площадок представлено на рисунке.



Визуальное отображение стандартной контейнерной площадки

Схема погрузо-разгрузочных работ изначально определяется конфигурацией самой площадки, которая состоит из:

- твердого искусственного покрытия;
- кранового оборудования (кран мостовой, козловой);
- подъездных железнодорожных путей;
- подъездных автомобильных путей.

Для полноценного функционирования производственной площадки необходимо иметь исправное и функционирующее оборудование, а также подготовленный квалифицированный персонал.

Для осуществления деятельности по демонтажу и разборке списанного подвижного состава необходимо грузоподъемное оборудование комплект инструментов в соответствии с требованиями лицензирующих органов субъекта РФ, рабочий инвентарь, штат (за исключением ИТР) из: крановщика, 4-х резчиков 2 разряда и 2-х стропальщиков.

Наиболее важным показателем производительности площадки является производительность обслуживающего ее кранового оборудования, выше которого объемы производства вырасти не могут.

Расчет основных производственных показателей площадки на примере лома [4]

Первичные данные для расчета основных производственных показателей приведены в таблице.

Показатель	Обозначение	Величина	Ед. измерения
Время загрузки вагона ломом	t	290	мин
Норма загрузки лома в вагон	Qв	51	тонн
Норма резки металла в лом вида 3А	Qн	4000	кг
Значение веса крупногабаритной металлоконструкции (КГМК) для резки в лом	Qкгмк	22	тонн
Количество вторичных деталей, образующееся при резке КГМК	b1	119	шт.
Количество деталей (факт.)	b2	75	шт.
Процент перевода КГМК в лом	b3	80	%
Процент выбраковки деталей	b4	33	%
Вес деталей	–	8,825	тонн
Резчики	–	4	человек
Резчики макс.	–	4	человек
Смены	–	21	кол-во

Фактическая производительность крана при погрузке лома 3А, тонн в час:

$$\text{Пф} = \frac{Q_{\text{в}}}{t} \cdot 60 \qquad (1)$$

где $Q_{\text{в}}$ – вес загруженного лома, т; t – время загрузки лома по замеру, мин.

Среднее значение нормы производительности резчиков, кг в смену:

$$Q_{\text{ср}} = \sum Q_{\text{ф}}, Q_{\text{н}}$$

где Q – среднее значение между производительностью каждого резчика, кг.

Среднее значение производительности определяется как сумма нормативных значений и фактических значений каждого работника с целью определения общего показателя для расчетов.

Производительность резчиков в месяц, т:

$$П_{резч.} = \frac{Q_{ср} \cdot n_{резч.} \cdot n_{смен}}{1000}$$

где $n_{резч.}$ – количество резчиков; $n_{смен}$ – количество смен в месяце.

Исходя из полученного значения можно осуществлять среднесрочное планирование образования готовой продукции для отгрузки в контейнеры или полувагоны.

Определение максимального количества вагонов для плана разделки, шт:

$$П_{вагон} = \frac{П_{резч.}}{Q_{кгмк} \cdot b3}$$

Исходя из данной формулы, можно планировать количество вагонов, подлежащих демонтажу с последующей отгрузкой образующихся с него лома и вторичных деталей, кроме этого, эти данные могут конкретизироваться в виде получения отдельных видов продукции. Расчеты представлены ниже:

Определение максимального кол-ва отгружаемого лома 3А, т:

$$П_{отгр.\ макс.} = \frac{Q_{н} \cdot n_{резч.\ макс.} \cdot n_{смен}}{1000} + Q_{брак.\ дет.}$$

где $Q_{брак.}$ – вес выбракованных деталей.

Определение максимального кол-ва отгружаемых деталей, шт:

$$П_{дет.\ НК} = П_{вагон} \cdot b1$$

Расчет показателей:

$П_{ф} = 10,55$ $Q_{ср.} = 4000$ $П_{резч.} = 336,00$ $П_{вагон.} = 19,09$
$П_{отгр.} = 391,597$ тонн $П_{дет.нк} = 1438,06$ деталей

Для расчетов применяется условие по разделке только полувагонов, для применения комплексных значений необходимо использовать

поправочные коэффициенты для каждых типов и среднепроцентный множитель.

Заключение

С учетом применения оптимальных производственных показателей для работы контейнерных площадей, перевозчики могут планировать графики поставок и отгрузок, исходя на основе типовых условий. С целью оптимизации логистических цепей поставок, для каждой площадки рекомендуется составить технологический процесс работы и операционную карту по выполнения перечня типовых работ. Данные процедуры помогут организовать оптимальные схемы взаимодействия персонала, облегчат процедуру расчета заработной платы, отслеживание выполнения требований заказчиков, а также трудового законодательства в сфере охраны труда и техники безопасности [5].

Литература

1. *В. В. Лукашевич, Н. И. Астахова.* «Менеджмент» – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007 г., 255 с. Серия «Высшее профессиональное образование: Менеджмент».

2. *Акулов В. Б.* «Теория организации», Петрозаводск, 2002 г.

3. *Жемчугов М. К.* Жизненный цикл организации // Проблемы экономики и менеджмента. – 2012. – № 9.

4. ГОСТ 2.101-68. Межгосударственный стандарт. Единая система конструкторской документации. Виды изделий.

5. *Иванов М. Н.* Детали машин. – 4-е. – М.: Высшая школа, 1984. – С. 336.

УДК 62-932.4

Евгений Владимирович Алексеенко,
аспирант
Сергей Васильевич Репин,
д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kremedi12.22@mail.ru,
repinserge@mail.ru

Evgeny Vladimirovich Alekseenko,
postgraduate student
Sergey Vasilievich Repin,
Dr. Sci. Tech., Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kremedi12.22@mail.ru,
repinserge@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ В ОБЛАСТИ ФОРМИРОВАНИЯ МОБИЛЬНЫХ РЕМОНТНЫХ БОКСОВ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ УЧАСТКАХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

RESEARCH INTO THE FORMATION OF MOBILE REPAIR BOXES AT CONSTRUCTION SITES IN THE FAR NORTH OF RUSSIA

В условиях транспортного строительства на Крайнем Севере периоды между проведениями ремонтов увеличиваются, так как труднодоступность пути от ремонтных баз до мест эксплуатации СМ зависит от сезонности работ. Из-за этого возрастает их объем, особенно перед новым сезоном. В таком случае система обслуживания и ремонта нуждается в тщательном анализе и планировании. Создавая и совершенствуя базу для ремонта строительной техники, нужно исходить из местных условий и стремится внедрять наиболее эффективные формы организации. При правильном выборе и построении ремонтной базы облегчается и улучшается работа объекта ремонта [1].

Ключевые слова: мобильный ремонтный бокс, техническое обслуживание, ремонт, планирование.

In the conditions of transportation construction in the AZRF the periods between repairs increase, as the inaccessibility of the route from repair bases to the places of operation of the SM depends on the seasonality of works. Because of this their volume increases, especially before the new season. In this case the system of maintenance and repair needs careful analysis and planning. Creating and improving the base for repair of construction equipment, it is necessary to proceed from local conditions and strive to introduce the most effective forms of organization. With the right choice and construction of repair base facilitates and improves the work of the repair facility.

Keywords: mobile repair box, maintenance, repair, scheduling.

Предварительно необходимо учитывать следующие существующие проблемы эксплуатации СМ и проведения ТОиР в данном регионе:

1. Организационная форма ТОиР СМ на строительных участках в основном относится к группе, которую объединяет как мелкие, так и довольно крупные ремонты, где качество работ всегда оставляет желать лучшего, потому что в данных регионах отсутствует своевременная доставка материалов и наличие квалифицированных специалистов.

2. Проблема нарушения проведения ТО у большинства единиц техники, а иногда и пропуск проведения ТО. В данном суровом климатическом регионе нередко прибегают к отложению ТО из-за плотного графика производства работ. Из этого вытекает проблема проведения ремонта по факту отказа СМ, что по своей сути является неплановым ремонтом.

3. Из-за разнесенности СМ по объекту при транспортном строительстве отсутствует оперативность ответа на внезапный отказ.

Вышеуказанные проблемы приводят к ускоренному усталостному износу и простою ПСМ, снижению его работоспособности и производительности, а, следовательно, увеличению затрат на его содержание. Поэтому планирование мобильной ремонтной мастерской и соответствующего в ней оборудования — это ключевой момент, который позволит поддерживать ПСМ в работоспособном состоянии вблизи мест производства работ, включающий в себя организацию пространства, выбор оборудования и обеспечение эффективного обслуживания. Рассмотрим основные аспекты этого процесса.

При проектировании ремонтной мастерской необходимо учитывать следующие особенности [2]:

Безопасность труда. Все проекты должны соответствовать требованиям охраны труда и пожарной безопасности.

Эффективность использования пространства. Мастерская должна быть спроектирована таким образом, чтобы обеспечить удобный доступ к оборудованию и рабочим местам.

Распределение по участку. Относительно равномерное распределение объектов ремонта по территории, обслуживаемой ремонтными мастерами. Существуют следующие виды размещения: центральное размещение; стратегическое размещение мобильных средств. Передвижные автомастерские и мобильные боксы должны быть распределены таким образом, чтобы минимизировать время на перемещение к месту ремонта.

Сезонность работ.

Неравномерность износа машин при одинаковой их выработке.

Расчет и подбор оборудования

Подбор оборудования происходит от типа выполняемых работ, где помимо запланированных ТОиР, учитываются и выявленные НР ПСМ. В соответствии с этим, установлено, что основная цель МРБ будет осуществляться за счет проведения технического обслуживания, а также сезонное обслуживание и некоторые виды текущего ремонта строительной техники (ТР), и непланового ремонта (НР). Главное направление МРБ – это возможность проведения ТР и НР, вызванных внезапными отказами при эксплуатации. В соответствии с этим, виды ТР, проводимые в МРБ следующие:

- проверка и замена масла в двигателе и трансмиссии;
- замена фильтров (масляного, топливного, воздушного);
- проверка состояния и натяжения ремней;
- диагностика тормозной системы и замена тормозных колодок при необходимости;
- проверка и обслуживание системы охлаждения;
- осмотр и обслуживание подвески и рулевого управления;
- проверка электрооборудования и аккумуляторной батареи;
- проверка уровня и замена гидравлической жидкости;
- проверка состояния гусениц и их натяжение – в случае гусеничной техники;
- обслуживание системы охлаждения двигателя;
- проверка работы гидравлической системы;
- смазка всех подвижных соединений;
- проверка состояния тросов и их натяжение.

Оснащение технологическим оборудованием в МРБ определяется на основе проводимых ТР. Оборудование бывает основное и вспомогательное, где основное – это оборудование для проведения операций технологического процесса, а вспомогательное – стеллажи, подставки, столы и т. д. [3]

Число рабочих мест в мастерской определяется по формуле 1:

$$m = \frac{T_i}{\Phi_д \cdot n \cdot K_д \cdot K_{рм}}, \quad (1)$$

где т – количество рабочих мест в *i*-ом участке; T_i – суммарная трудоемкость работ в *i*-ом участке, чел.-ч; $Ф_д$ – действительный годовой фонд времени при односменной работе предприятия, ч; *n* – число смен работы предприятия; $K_д$ – коэффициент средней плотности работы, равный среднему числу рабочих на одном месте; $K_{рм}$ – коэффициент загрузки рабочего места.

Для обслуживания ПСМ, состоящем из 20 штук техники, принимаем, что в мастерской число моечных машин – 1 шт., число металлорежущих станков: токарный станок – 1 шт., сверлильный станок – 1 шт., фрезерный станок – 1 шт. Количество станков варьируется от количества строительных машин в составе парка, а также от количества МРБ на объекте и их габаритных размеров.

Расчет производственный площадей мастерской

Ремонтная мастерская состоит из трех видов подразделений:

- производственные участки;
- вспомогательные помещения;
- служебно-бытовые помещения.

К производственным площадям относятся площади, занимаемые технологическим оборудованием, рабочими местами, транспортным оборудованием, ремонтируемыми объектами, местными проходами и проездами [4].

Площади участков, в которых располагаются ремонтируемые машины (наружной мойки, разборочно-моечного, сборочного, ремонта строительных машин и т. д.), определяются по формуле 2 [2]:

$$F_O = \left(F_{об} + F_м\right) \cdot K, \text{ м}^2 \quad (2)$$

где F_O – площадь *i*-го участка мастерской, м^2; $F_{об}$ – площадь, занимаемая оборудованием, м^2; *K* – коэффициент, учитывающий проходы, проезды; $F_м$ – площадь, занимаемая машинами, м^2.

В случае упрощения расчетов принимаем усредненные площади МРБ, которые обычно используются для ТОиР ПСМ. Виды и минимальные размеры боксов обычно бывают [5]:

- однопостовые боксы;
- многофункциональные боксы;
- промышленные боксы.

Для обслуживания тяжелой строительной техники в ПСМ, таких как экскаваторы или бульдозеры, подходит многофункциональный или промышленный тип боксов. В соответствии с этим, размеры могут составлять от 10 м в ширину и от 20 м в длину, что позволяет комфортно проводить ТОиР. В соответствии с этим, минимальные габаритные размеры МРБ для ТОиР для выбранного ПСМ могут быть следующие: Высота - 6 метров, ширина – 10 метров, длина – 20 метров. Дополнительно, для решения проблемы наличия запасных частей техники необходимо обустроить внутри ремонтного бокса складское помещение.

Для того, чтобы убедиться в правильности выбора количества ремонтных постов, важно провести расчет пропускной способности данного бокса, представляя ремонтную мастерскую, как многоканальную систему массового обслуживания. Но для данного расчета необходимо знать номенклатуру и количество СМ в парке, срок эксплуатации техники, количество смен, а также периодичность и трудоемкость выполнения ТОиР для каждого типа техники из выбранного парка.

При рассмотрении проблемы разнесенности СМ по транспортному объекту строительства необходимо принять распределение МРБ внутри объекта. Как описывалось выше, оптимальным способ размещения является – центральное размещение. Данный вариант сокращает время простоя СМ, так как сокращается время на перебазировку обслуживающей техники и транспортировку вышедшей из строя машины, а, следовательно, и снижает транспортные расходы. Это влечет за собой улучшение координации персонала, тем самым ускоряя процесс диагностики и ремонта.

Заключение

Правильно спроектированный ремонтный бокс способен устранить проблему пропуска ТО и оперативно реагировать на внезапные отказы строительной техники в условиях Крайнего Севера. В соответствии с этим для того, чтобы спроектировать ремонтную мастерскую, помимо габаритных расчетов и выбора оборудования, нужно учитывать виды, тип и количество эксплуатирующей техники, обсуживающаяся в мастерской. Необходимый аналитический поиск будет способствовать расчету пропускной способности ремонтного бокса.

Литература

1. Типовые проекты центральных мастерских хозяйств. – Москва: ГОСНИТИ, 1985–2014 г.

2. *Липкович И. Э., Псюкало С. П., Егорова И. В., Петренко Н. В., Пятикопов С. М.* Проектирование ремонтных мастерских сельскохозяйственных предприятий с учетом требований безопасности [Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. – 2024. – № 1.

3. Технология ремонта машин: лабораторный практикум. Часть 1. Технологический процесс ремонта типовых сборочных единиц машин / С. Л. Никитченко, А. Г. Сергиенко, В. А. Полуян, С. П. Псюкало, Е. В. Усова, В. А. Луханин – Зерноград: Азово-Черноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2015. – 303 с.

4. *Петренко Н. В.* Эргономика и психофизиологические основы безопасности труда: учебное пособие / Н. В. Петренко, С. М. Пятикопов. – Зерноград: АЧИИ ФГБОУ ВО Донской ГАУ в г. Зернограде, 2017. – 191 с.

5. Быстровозводимый ремонтный бокс, расчет строительства [сайт]: URL: https://pkvesta.uz/about/articles/bystrovozvodimyy-remontnyy-boks-raschet-stroitelstva/ (дата обращения: 28.08.2024).

УДК 635:135

Юлия Олеговна Глушкова,
канд. экон. наук, доцент
(Российский университет дружбы
народов имени Патриса Лумумбы)
E-mail: balomasova@mail.ru

Yuliya Olegovna Glushkova,
PhD in Sci. Ec., Associate Professor
(Peoples' Friendship University of Russia
named after Patrice Lumumba)
E-mail: balomasova@mail.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К МЕЖФУНКЦИОНАЛЬНОЙ ЛОГИСТИКЕ ДЛЯ ТРАНСПОРТНОГО СЕКТОРА

MODERN APPROACHES TO CROSS-FUNCTIONAL LOGISTICS FOR THE TRANSPORT SECTOR

В условиях глобализации экономики и стремительного развития технологий эффективность перевозок грузов становится ключевым фактором конкурентоспособности компаний. Новизна подхода к планированию, организации и управлению грузоперевозками состоит в интеграции логистических принципов и межфункционального взаимодействия участников. В данной статье рассматриваются актуальные аспекты управления грузоперевозками, а также необходимость подготовки квалифицированных кадров для транспортного сектора, интегрированного в логистические цели.

Ключевые слова: логистическая координация, управление потоками, межфункциональная координация, межорганизационная координация, транспорт.

In the context of economic globalization and rapid technological development, the efficiency of cargo transportation is becoming a key factor in the competitiveness of companies. The novelty of the approach to planning, organization and management of freight transportation consists in the integration of logistic principles and cross-functional interaction of participants. This article discusses the topical aspects of freight transportation management, as well as the need to train qualified personnel for the transportation sector integrated into logistic goals.

Keywords: logistics coordination, flow management, inter-functional coordination, inter-organizational coordination, transportation.

Значение логистики в управлении грузоперевозками обусловлено следующим. Логистика охватывает все этапы движения товаров от производителя до конечного потребителя. Эффективное управление грузоперевозками включает в себя:

- планирование: определение маршрутов, выбор транспортных средств, расчет затрат;
- организацию: координация действий всех участников процесса, включая поставщиков, перевозчиков и клиентов;
- управление: мониторинг выполнения перевозок, анализ отклонений и корректировка планов.

Современные подходы к межфункциональной логистике основаны на том, что межфункциональная логистика подразумевает интеграцию различных подразделений компании для достижения общих целей.

Ключевые аспекты:

- синергия процессов: взаимодействие между отделами закупок, продаж, складирования и транспортировки для оптимизации логистических операций;
- использование информационных технологий: внедрение систем управления цепями поставок (SCM) и программного обеспечения для отслеживания грузов в реальном времени;
- адаптивность к изменениям: способность быстро реагировать на изменения спроса и рыночной ситуации.

Подготовка кадров для транспортного сектора «квалифицированные кадры» является основой успешного функционирования транспортной логистики. Важные аспекты подготовки:

- образование и тренинг: необходимость создания учебных программ, которые учитывают современные требования отрасли;
- практическое обучение: стажировки и практики на предприятиях для получения реального опыта;
- непрерывное обучение: курсы повышения квалификации для адаптации к новым технологиям и методам работы.

Системный анализ выступает как инструмент оптимизации в логистической деятельности, а также позволяет рассмотреть транспортные операции как единую систему, выявить узкие места и предложить решения для их устранения:

- моделирование процессов: использование математических моделей для прогнозирования результатов различных сценариев;
- оценка эффективности: анализ ключевых показателей производительности (KPI) для оценки успешности логистических операций;
- инновационные решения: внедрение новых технологий, таких как автоматизация и использование искусственного интеллекта для оптимизации перевозочных процессов.

Современные подходы к межфункциональной логистике акцентируют внимание на интеграции различных подразделений компании для достижения общих целей. Ниже представлены основные подходы с указанием авторов и их вклада в эту область, отражающие степень изученности данной проблемы. В таблице представлены подходы к межфункциональной логистике.

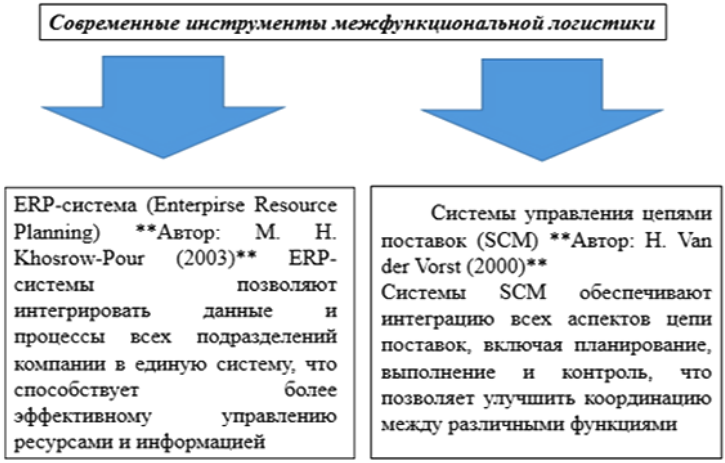
Подходы к межфункциональной логистике

Подходы к межфункциональной логистике	Автор	Год	Содержание
Модель SCOR (Supply Chain Operations Reference) [1]	APICS (Association for Supply Chain Management)	1996	Модель SCOR предлагает стандартизированный подход к управлению цепями поставок. Она включает пять основных процессов: планирование: определение потребностей и ресурсов; закупка: выбор поставщиков и управление закупками; производство: управление производственными процессами; доставка: организация доставки товаров; возврат: управление возвратами и рекламациями. Эта модель помогает интегрировать различные функции и улучшить взаимодействие между ними.
Lean Logistics [2]	J. Womack и D. Jones	1996	В своей книге «Lean Thinking» авторы акцентируют внимание на устранении потерь в логистических процессах. Lean-подход включает: оптимизацию процессов: анализ и улучшение всех этапов логистики для снижения затрат; кросс-функциональные команды: создание команд из представителей различных подразделений для совместного решения задач.

Окончание таблицы

Подходы к межфункциональной логистике	Автор	Год	Содержание
Agile Logistics [3]	C. Christopher	2000	C. Christopher предлагает подход Agile, который акцентирует внимание на гибкости и способности быстро реагировать на изменения в спросе. Ключевые аспекты: гибкость процессов: возможность быстро адаптироваться к изменениям в условиях рынка; сотрудничество между подразделениями: активное взаимодействие между отделами для достижения общей цели.
Технология управления цепями поставок (Supply Chain Management Technology) [4]	M. Mentzer и др.	2001	В работе рассматриваются современные технологии, которые способствуют улучшению управления цепями поставок, включая системы ERP, CRM и SCM. Управление рисками: использование технологий для предсказания и минимизации рисков в цепи поставок. Эти технологии помогают улучшить взаимодействие между функциями и повысить общую эффективность цепи поставок.
Интеграция цепи поставок (Supply Chain Integration) [5]	H. Lee	2002	H. Lee в своей работе подчеркивает важность интеграции всех участников цепи поставок: от поставщиков до конечных потребителей. Он выделяет три ключевых элемента: информационная интеграция: обмен данными между всеми участниками цепи; процессная интеграция: согласование бизнес-процессов между различными подразделениями; управленческая интеграция: совместное принятие решений и координация действий.

На рисунке рассмотрены современные инструменты межфункциональной логистики.



Современные инструменты межфункциональной логистики

Приведем примеры успешной реализации межфункциональной логистики.

1. Toyota Production System Авторы: Taiichi Ohno и Shigeo Shingo. Toyota применяет принципы межфункциональной логистики через интеграцию производства, поставок и распределения, что позволяет минимизировать запасы и оптимизировать процессы.

2. Amazon активно использует технологии для интеграции всех функций: от закупки до доставки, что позволяет им быстро реагировать на изменения в спросе и обеспечивать высокий уровень обслуживания клиентов.

Современные подходы к межфункциональной логистике акцентируют внимание на интеграции процессов и взаимодействии различных подразделений компании. Использование моделей, таких как SCOR, Lean и Agile, а также современных технологий, таких как ERP и SCM, позволяет значительно повысить эффективность логистических операций и достичь стратегических целей организации.

Возможности достижения операционной совместимости. Прежде всего, требуется полная совместимость используемых подходов к реализации задач производственного предприятия (по крайней мере, на уровне отделов) [6].

Факторы, способствующие укреплению межфункциональной логистической координации, включают:

- риски невыполнения обязательств со стороны компании. Невозможность выполнить задания, задержки в поставках, неудачи в реализации планов и проектов, а также сбои в логистических процессах могут привести к несоблюдению обязательств, утрате клиентов и финансовым потерям. Частые сбои могут вызвать кризис в компании или отставку руководства;
- потери от неэффективной работы сотрудников. Как офисные, так и полевые работники часто тратят время на бесполезные задачи или ожидания. Составление отчетов, проведение совещаний, поиск и обмен информацией, ожидание согласований и дублирование усилий могут занимать от 20 до 50% рабочего времени, что составляет более 20% годового фонда заработной платы;
- убытки из-за несогласованных действий элементов логистической системы предприятия. Существуют разрывы между стратегическими целями руководства и повседневными действиями сотрудников.

Заключение

Таким образом, рассмотренные подходы, инструменты и факторы по формированию системы управления межфункциональной логистической координацией позволяют организовывать процессы на предприятии на принципах логистики, что дает согласование бизнес-процессов между различными подразделениями.

Литература

1. SCOR overview. Version 10.0. [Электронный ресурс]. URL: www.supply-chain.org (дата обращения: 05.08.2024).

2. Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation [Электронный ресурс]. URL: www.researchgate.net (дата обращения: 05.08.2024).

3. *Martin Christopher,* The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets, Industrial Marketing Management, Volume 29, Issue 1, 2000 Pages 37–44 (дата обращения: 08.08.2024).

4. Defining Supply Chain Management / M. Christopher, J. T. Mentzer, W. De Witt, J. S. Keebler // Journal of Business Logistics. – 2001. – CLM. – 22. – № 2. – P. 4–6.

5. E-Business and Supply Chain Integration [Электронный ресурс]. URL: api.semanticscholar.org (дата обращения: 05.08.2024).

6. Bowersox, Donald J. (1996), Logistical Management: The Integrated Supply Chain Process. / Donald J. Bowersox, David C. Closs New York: McGraw-Hill, 1996. 730 p.

Содержание

Капский Д. В., Богданович С. В.
Разработка методики проведения социологического
опроса по проблемам безопасности (на примере Казахстана) 3

Погодаев А. К., Евтюков С. А., Клявин В. Э.,
Сысоев А. С., Жихорева С. В.
Оценка уровня обеспечения безопасности
дорожного движения на маршруте 10

Морозов В. В.
Управление транспортными потоками на улично-дорожной
сети городов при помощи нейросетевых технологий 14

Пегин П. А., Павловец А. В., Павловец Н. В.
Конструкционные причины аварий на искусственных сооружениях 20

Шешера Н. Г., Пугачев И. Н.
Прогноз интенсивности транспортного потока
от изменений погодных условий и геометрических
элементов дорог методами машинного обучения
на примере г. Хабаровска 24

Гусейналиев Ю. В., Богумил В. Н., Власов В. М.
Постановка задачи выбора и обоснования конструктивных
решений системы контроля работы дорожных машин
по содержанию автомобильных дорог 29

Петров А. И., Евтюков С. А.
Ранжирование тридцати крупнейших городов России
по относительным показателям
дорожно-транспортной аварийности (2023). 33

Абросимова А. А., Пушкарев А. Е.
Анализ влияния природно-климатических факторов на аварийность 40

Алимов А. В., Пушкарев А. Е.
Постановка задачи выбора и обоснования параметров
пневматического ручного инструмента и навесного
оборудования для ремонта поверхности дорог 46

Богданов Н. В., Воробьев А. А
Влияние культуры вождения на безопасность дорожного движения 50

Габидулин В. Д., Добромиров В. Н.
Анализ применения метода акустического диагностирования
в арктических регионах 56

Капский Д. В., Семченков С. С.
Доступность как цель формирования транспортных систем и мегаполисов 62

Имомназаров С. К., Махмудов Авазбек Акрамжон угли
К вопросу анализа дорожно-транспортных происшествий в республике Узбекистан 67

Гусев Т. Д., Виноградова Т. В.
Постановка задачи для обоснования параметров гидроабразивного технологического оборудования машины для демонтажа строительных конструкций 71

Мейке У. Н., Добромиров В. Н., Фомин К. И.
Обоснование целесообразности применения в дорожно-строительном производстве и концепции создания сочлененных колесных землевозов-самосвалов 77

Мисюра Е. М., Евтюков С. А.
Анализ механических неисправностей на мостовых кранах в ПАО «Северсталь». 83

Магдина Е. Р.
Определение объемного водоизмещения: обзор методов и сравнительный анализ 88

Колесниченко Д. С., Пушкарев А. Е.
Экологически безопасная эксплуатация грузовых электромобилей в арктических условиях. 93

Кожуховский А. О., Добромиров В. Н.
Эвакуация крупногабаритного грузового автотранспорта в условиях города 99

Жаухар Махжуб, Пушкарев А. Е., Афанасьев А. С.
Решение задачи обоснования параметров механического навесного оборудования машин для ремонта дорожного покрытия. 105

Малихина О. В., Кокорев А. С.
Роль и место программного обеспечения в процессе транспортировки негабаритного груза автомобильным транспортом. 110

Соловьев В. В., Евтюков С. А.
Координация распределения задач на основе гиперграфов для автоматизированных наземных транспортно-технологических средств. 115

Левкина Н. И., Евтюков С. А.
Модели и алгоритмы проектирования и эксплуатации
роботизированных транспортно-технологических комплексов 120

Юннинен А. В., Евтюков С. С.
Повышение безопасности мест производства краткосрочных работ
на региональных дорогах 124

Арифуллин И. В.
Комплексная система обеспечения запасными частями
специальной техники в аэропортах 129

Алексеенко Е. В., Репин С. В.
Исследование в области формирования мобильных
ремонтных боксов на строительных участках Крайнего Севера
Российской Федерации 136

Глушкова Ю. О.
Современные подходы к межфункциональной логистике
для транспортного сектора 142

Научное издание

ОРГАНИЗАЦИЯ И БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В КРУПНЫХ ГОРОДАХ

Материалы XVI Международной конференции,
посвященной памяти доктора технических наук,
профессора Кравченко Павла Александровича

25–28 сентября 2024 г.

Компьютерная верстка *В. С. Весниной*

Подписано к печати 24.01.2025. Формат 60×84 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 8,8. Тираж 300 экз. Заказ 9. «С» 6.
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.

ДЛЯ ЗАПИСЕЙ