



МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ



Материалы IX Всероссийской межвузовской
конференции «Магистерские слушания»

Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации

Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет

**МАГИСТРАТУРА –
АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ**

Материалы IX Всероссийской межвузовской конференции
«Магистерские слушания»

24–25 октября 2024 года

Санкт-Петербург
2025

УДК 69(063)

Рецензенты:

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

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

Магистратура – автотранспортной отрасли : Материалы
IX Всероссийской межвузовской конференции «Магистерские слу-
шания» [24–25 октября 2024 г.] / Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург :
СПбГАСУ, 2025. – 383 с. – Текст : непосредственный.

ISBN 978-5-9227-1428-0

Опубликованы статьи участников IX Всероссийской межвузовской конферен-
ции «Магистерские слушания», прошедшей 24–25 октября 2024 г. на базе автомо-
бильно-дорожного факультета СПбГАСУ.

Печатается по решению Научно-технического совета СПбГАСУ

Редакционная коллегия:

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

д-р техн. наук, профессор, завкафедрой транспортных систем
и дорожно-мостового строительства СПбГАСУ *С. С. Евтюков*;

канд. техн. наук, доцент кафедры транспортных систем и дорожно-мостового
строительства СПбГАСУ *М. П. Клековкина*;

д-р техн. наук, доцент, завкафедрой наземных

транспортно-технологических машин СПбГАСУ *Е. В. Куракина*;

канд. техн. наук, доцент, завкафедрой технической эксплуатации

транспортных средств СПбГАСУ *И. О. Черняев*;

канд. техн. наук, доцент кафедры технической эксплуатации

транспортных средств СПбГАСУ *А. В. Марусин* (секретарь)

ISBN 978-5-9227-1428-0

© Авторы статей, 2025

© Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет, 2025

СЕКЦИЯ ДОРОЖНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

УДК 666.9.013

Максим Валерьевич Абросимов,
магистрант

Александр Сергеевич Юшин,
магистрант

Анастасия Денисовна Аникина,
магистрант

Дмитрий Олегович Пешков,
магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: 23003210@edu.spbgasu.ru

Maxim Valerievich Abrosimov,
Master's degree student

Alexander Sergeevich Yushin,
Master's degree student

Anastasia Denisovna Anikina,
Master's degree student

Dmitry Olegovich Peshkov,
Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: 23003210@edu.spbgasu.ru

ПАРК МАШИН НА АЛЬТЕРНАТИВНОМ ВИДЕ ТОПЛИВА

FLEET OF CARS WITH AN ALTERNATIVE TYPE OF FUEL

В условиях растущей обеспокоенности экологическими проблемами и колебаний цен на традиционные виды топлива, переход на альтернативные источники энергии становится все более актуальным. Для предприятий, эксплуатирующих значительный автопарк, оптимальным решением может стать переход с бензинового топлива на газомоторное топливо (ГМТ). Данная статья рассматривает экономические и экологические преимущества такого перехода, анализируя факторы, влияющие на его эффективность.

Ключевые слова: газовое топливо, парк машин, переход на газовое топливо.

In the context of growing concern about environmental problems and fluctuations in prices for traditional fuels, the transition to alternative energy sources is becoming increasingly urgent. For enterprises operating a significant fleet, the best solution may be to switch from gasoline fuel to gas engine fuel (GMT). This article examines the economic and environmental benefits of such a transition, analyzing the factors affecting its effectiveness.

Keywords: gas fuel, fleet of cars, switching to gas fuel.

Газомоторное топливо (ГМТ) представляет собой альтернативу традиционным бензиновым и дизельным видам топлива, применяемым в автомобильном транспорте. В настоящее время наиболее распространенными видами ГМТ являются сжатый природный газ (метан, *CNG*) и сжиженный нефтяной газ (пропан-бутан, *LPG*). Выбор между этими двумя видами топлива зависит от различных факторов, включая стоимость, доступность, характеристики двигателя и инфраструктуру заправки. Сжатый природный газ (метан) хранится в баллонах высокого давления, что требует использования специальных емкостей и систем обеспечения безопасности. Метан обладает высокой теплотворной способностью и относительно низким уровнем вредных выбросов, однако его хранение и транспортировка требуют специальных условий из-за высокого давления в баллонах. Сжиженный нефтяной газ (пропан-бутан), напротив, хранится в баллонах под давлением, достаточным для поддержания жидкого состояния при нормальной температуре. Это делает его более простым в хранении и транспортировке, но его теплотворная способность несколько ниже, чем у метана. Несмотря на различия в физических свойствах и характеристиках, оба вида газового топлива значительно превосходят бензин по экологическим показателям. Они характеризуются существенно меньшим содержанием вредных веществ в выбросах, таких как углеводороды, оксиды азота и твердые частицы. Это приводит к снижению загрязнения воздуха и положительно влияет на экологическую ситуацию в целом. Однако нужно учесть, что выбросы CO₂ (углекислый газ) при сжигании ГМТ, хотя и меньше, чем при сжигании бензина, все же присутствуют. Поэтому при оценке экологической эффективности ГМТ необходимо учитывать весь жизненный цикл топлива, включая его добычу, переработку и транспортировку. Выбор оптимального вида ГМТ должен осуществляться с учетом конкретных условий эксплуатации и доступной инфраструктуры.

1 – дроссельная заслонка; 2 – смеситель; 3 – воздушная заслонка;
4 – дозатор газа; 5 – мембрана 2-й ступени РВД; 6 – клапан 2-й ступени;
7 – рычаг клапана 2-й ступени; 8 – полость 2-й ступени; 9 – рычаг мембраны
1-й ступени; 10 – регулировочный винт рычага 1-й ступени;
11 – входной электромагнитный клапан; 12 – пружина РВД; 13 – РВД;
14 – магистральный электромагнитный газовый клапан; 15 – магистральный
вентиль; 16 – манометр; 17 – заправочный вентиль; 18 – заправочный узел;
19 – расходные вентили; 20 – баллоны; 21 – клапан РВД; 22 – каналы
для охлаждающей жидкости; 23 – трубопровод от РВД; 24 – клапан
1-й ступени; 25 – мембрана 1-й ступени; 26 – полость 1-й ступени;
27 – винт регулировочный холостого хода; 28 – регулировочный винт
клапана 2-й ступени; 29 – пружина

5

первоначальные инвестиции, связанные с установкой ГБО на каждый автомобиль. Эти инвестиции включают в себя стоимость самих баллонов, редуктора, смесителя, электроники и работы по установке и наладке системы. Кроме того, необходимо учесть стоимость адаптации двигателя и других систем автомобиля к использованию ГМТ. Для оценки экономической эффективности перехода необходимо провести тщательный анализ, включающий расчет срока окупаемости инвестиций в установку ГБО и сравнение общих затрат на эксплуатацию автомобилей на бензине и на газе с учетом стоимости топлива, техобслуживания и ремонта. Помимо прямой экономии на топливе, следует учитывать потенциальное увеличение ресурса двигателя из-за более чистого сгорания газа, что приводит к снижению износа деталей и сокращению затрат на ремонт.

Переход на газомоторное топливо (ГМТ) является значительным шагом в направлении снижения негативного воздействия автотранспорта на окружающую среду. В сравнении с бензином, ГМТ характеризуется существенно меньшим количеством вредных выбросов в атмосферу. Это особенно важно в условиях растущей заботы об экологической ситуации и усилении экологического регулирования. При сжигании газового топлива в атмосферу поступает значительно меньше углеводородов, оксидов азота и твердых частиц, являющихся основными загрязнителями воздуха и причинами серьезных экологических проблем, таких как смог и кислотные дожди. Сокращение выбросов этих загрязняющих веществ приводит к улучшению качества воздуха, снижению риска респираторных заболеваний и общему повышению качества жизни населения. Помимо снижения выбросов вредных веществ, переход на ГМТ способствует уменьшению выбросов парниковых газов, в частности, углекислого газа (CO_2), что имеет важное значение в контексте борьбы с глобальным потеплением и изменением климата. Однако необходимо учитывать, что выбросы парниковых газов при использовании ГМТ все же присутствуют, хотя и в меньшем объеме, чем при использовании бензина. Полная оценка экологического эффекта перехода на ГМТ должна включать в себя анализ всего жизненного цикла топлива, от его добычи и переработки до сжигания в двигателе и утилизации отработанных газов. Несмотря на это, переход на газомоторное топливо является важным

шагом к созданию более экологически чистого транспорта и соответствует глобальным тенденциям по снижению выбросов вредных веществ в атмосферу.

В заключение можно констатировать, что переход на газомоторное топливо (ГМТ) представляет собой значительное изменение в транспортной логистике предприятий. Несмотря на необходимость первоначальных инвестиций в установку ГБО и адаптацию автопарка, этот переход открывает новые возможности для оптимизации транспортных процессов. Обеспечение бесперебойной работы автомобилей на ГМТ требует развития инфраструктуры заправочных станций, что в свою очередь стимулирует развитие специализированных сервисных центров и поставщиков газового оборудования. Переход на ГМТ может повлечь за собой необходимость пересмотра маршрутов и графиков доставки, а также адаптацию систем мониторинга и управления транспортом. Однако это также стимулирует инновации в области телематики и дистанционного контроля параметров работы автомобилей на ГМТ. В итоге, переход на газомоторное топливо представляет собой не только замену типа топлива, но и комплексную модернизацию транспортной системы предприятия, что в долгосрочной перспективе приведет к повышению эффективности и адаптации к изменяющимся требованиям рынка и экологическим стандартам. Дальнейшие исследования и развитие технологий в области ГМТ будут способствовать дальнейшей оптимизации транспортных процессов и повышению их эффективности.

Литература

1. Кузнецов М. А., Федорова, Л. Д. Автомобильный транспорт на альтернативных видах топлива: проблемы и пути решения. 2023. С. 23–26.
2. Сидорова Н. П. Энергетические и экологические аспекты альтернативных видов топлива. 2021. С. 323–325.
3. Шалаев Р. Ю., Московяк Е. В. Автомобильный транспорт на альтернативных видах топлива: проблемы и пути решения. 2019. С. 32–35.

УДК 666.97

Герман Романович Василенко,
магистрант
Валерий Михайлович Федоров,
магистрант
Александр Дмитриевич Афонин,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 23003226@edu.spbgasu.ru

German Romanovich Vasilenko,
Master's degree student
Valery Mikhailovich Fedorov,
Master's degree student
Alexander Dmitrievich Afonin,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 23003226@edu.spbgasu.ru

МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

THE METHOD FOR INCREASING THE EFFICIENCY OF USING PNEUMATIC TOOLS

В данной статье рассматривается разработка новой методики определения эффективности работы пневматических отбойных молотков. Кратко описаны методы определения параметров, влияющих на ее производительность. Рассмотрена настоящая неточность принятой методики испытания. Изложены особенности конструкции и работы отбойного молотка. А также предложена новая методика для оценки производительности.

Ключевые слова: производительность пневматических отбойных молотков, методика определения производительности, современные методики производительности пневматических отбойных молотков.

This article discusses the development of a new methodology for determining the effectiveness of pneumatic jackhammers. The methods for determining the parameters that affect its performance are briefly described. The present inaccuracy of the accepted test procedure is considered. The features of the design and operation of the jackhammer are described. A new methodology for evaluating performance has also been proposed.

Keywords: productivity of pneumatic jackhammers, methods of determining productivity, modern methods of productivity of pneumatic jackhammers.

Пневматические отбойные молотки в настоящее время активно используются в гражданском и дорожном строительстве, так как имеют необходимые показатели и свойства для достижения требуемого

качества проведенных работ. Конструктив изделия продолжает постоянно претерпевает новые изменения, которые связаны с намерениями усовершенствовать продукт. В основном улучшают такие параметры как энергия удара, частота ударов, ударная мощность, усилие нажатия и другие.

Пневматический отбойный молоток представляет собой инструмент, работающий на сжатом воздухе, подающимся компрессором, имеющим ударный принцип действия. В рукояти находится запускающий механизм, при нажатии на который сжимается пружина вентиля, вследствие чего она смещается и открывается воздухо-распределительная камера, через которую сжатый воздух поступает к ударнику и заставляет инструмент производить возвратно-поступательные движения.

Для определения характеристик пневматических отбойных молотков в настоящее время используют ряд опытных стендов, направленных на изучение необходимых параметров. Среди них можно выделить стенд, разработанный Л. Б. Король, И. И. Браккер и Г. Д. Гудков., модернизированный стенд ЭРД-3 (позволяет измерить вибрацию корпуса при разных вариациях усилий подачи) и стенд на базе вибростенда ВЭДС-400А (позволяет производить имитацию эксплуатации перфоратора в разных условиях).

Для структуризации прочности разрушаемых материалов в прошлом столетии Михаилом Михайловичем Протодяконовым была разработана специализированная шкала, которая используется и в настоящее время и практически не имеет других аналогов. Ее главная цель заключается в том, чтобы выразить в виде коэффициента оценку потраченной энергии и необходимые затраты на разрушения опытной породы.

Однако, проанализировав все эти стенды, можно прийти к выводу, что ни один из них не рассматривает определение производительности ручных пневматических отбойных молотков ударного действия, а также нет утвержденных необходимых условий для его определения.

Динамика разрушения материалов обычно носит линейный характер, что подтверждается анализом исследований различными авторами по данной теме. Благодаря формулам, составленным с учетом этой зависимости, можно производить инженерные расчеты данных процессов.

Предлагаемая опытная схема, разработанная с использованием систем постоянного отслеживания и фиксации данных, состоит из электронного регистратора, фиксирующего время работы и простоя пневматического отбойного молотка, функционирующего с помощью пневмоэлектрического датчика и датчика замыкания контакта, который регулирует подачу сжатого воздуха.

Благодаря этой установке можно установить значение производительности пневматического отбойного молотка, выражающемся в объеме разрушенного материала за единицу времени.

Таким образом, предложенная опытная установка позволяет определить производительность работы пневматических отбойных молотков. Данный параметр, который не учитывался в других установках, необходим для более ясного понимания работы и параметров прибора. Он позволит увеличить точность при планировании предполагаемых работ, а также улучшить конструктивные возможности развития инструмента.

В настоящее время существует проблема с внесением в конструктив нечестными производителями, облегчающих массу поршня-ударника деталей, чем увеличивается скорость перед ударом при сохранении его энергии. Данные изменения негативно влияют на износостойкость изделия, но с использованием данного стенда можно будет с легкостью определить реальные параметры установки.

Литература

1. Белецкий Б. Ф., Булгаков И. Г. Строительные машины и оборудование: Учеб. пособие – СПб. : Лань, 2012. 608 с.
2. ГОСТ Р 55162–2012. Оборудование горно-шахтное. Молотки отбойные пневматические. Требования безопасности и методы испытаний. – М. : Стандартинформ, 2014. – 45 с.
3. ГОСТ Р 31563–2012. Перфораторы пневматические переносные. Технические требования и методы испытаний. – М. : Стандартинформ, 2014. – 12 с.

УДК 331.46

Марина Сергеевна Гайкович,

магистрант

Алексей Игоревич Федоров,

магистрант

Анатолий Андреевич Ветров,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: 5750195@mail.ru

Marina Sergeevna Gaikovich,

Master's degree student

Alexey Igorevich Fedorov,

Master's degree student

Anatoly Andreevich Vetrov,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: 5750195@mail.ru

АНАЛИЗ БЕЗОПАСНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

ANALYSIS OF OPERATIONAL SAFETY OF ROAD CONSTRUCTION MACHINES

В статье исследуется понятие безопасности эксплуатации дорожно-строительных машин. Рассмотрены основные аспекты и методы анализа безопасности эксплуатации дорожно-строительных машин, мероприятия для обеспечения их безопасной эксплуатации. В данной статье обозначены перспективные направления повышения безопасности эксплуатации дорожно-строительных машин, такие как системы контроля и диагностирования. Сделаны основные выводы для повышения безопасности эксплуатации ДСМ.

Ключевые слова: анализ безопасности, эксплуатация дорожно-строительных машин, метод рисков, системы контроля состояния.

The article examines the concept of operational safety of road construction machines. It considers the main aspects and methods of analysis of operational safety of road construction machines, measures to ensure safe operation of road construction machines. Promising directions of increasing operational safety of road construction machines, such as control and diagnostic system, are outlined at this article. The main conclusions were made to improve the safety of road construction machines.

Keywords: safety analysis, operation of road construction machines, risk method, condition monitoring systems.

Дорожно-строительные машины (ДСМ) играют важную роль в развитии современной инфраструктуры. Однако из-за опасного характера дорожных условий и сложности современной техники

обеспечение эксплуатационной безопасности имеет решающее значение. Анализ безопасности эксплуатации этих машин включает оценку потенциальных опасностей, выявление факторов риска и внедрение передового опыта для минимизации несчастных случаев и травм.

К распространенным типам дорожно-строительных машин относятся: асфальтоукладчики, экскаваторы, бульдозеры, катки, грейдеры, погрузчики, трубоукладчики, компрессоры и скреперы.

Каждая из этих машин имеет свои уникальные аспекты безопасности при эксплуатации, но все они имеют общие риски безопасности.

ДСМ, как потенциально опасные объекты, должны соответствовать требованиям, регламентированными Федеральным законом № 184 ФЗ «О техническом регулировании», где определяются такие понятия, как безопасность продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации.

Основные аспекты безопасности включают:

1. Оценку рисков;

2. Документацию: Все требования и параметры эксплуатации должны быть прописаны в эксплуатационной документации, предоставляемой производителем;

3. Мероприятия по безопасности;

4. Квалификацию персонала.

Соблюдение указанных мероприятий поможет минимизировать риски и обеспечить безопасность в процессе эксплуатации ДСМ.

Для обеспечения безопасной эксплуатации ДСМ необходимо:

– соблюдение всех требований и инструкций по установке и монтажу;

– выполнение инструкции по эксплуатации (включая проектные нештатные ситуации);

– проведение обслуживания, ремонтов и необходимых проверок;

– согласование с изготовителем проводимых модификаций, если это предусмотрено разработчиком, изготовителем;

– использование персонала требуемой квалификации [1].

Основные риски при эксплуатации ДСМ:

1. Механические неисправности

Неисправный двигатель может привести к внезапной потере мощности, что приведет к резкой остановке машины и потенциальной

опасности для операторов. Утечка или отказ гидравлических компонентов (например, цилиндров, шлангов или насосов) могут привести к опасным неисправностям. Неисправность тормозной системы в таких машинах, как экскаваторы, бульдозеры и асфальтоукладчики, может привести к неконтролируемым движениям и авариям.

2. Ошибки оператора

При недостаточной подготовке: недостаточно обученные операторы могут неправильно управлять оборудованием, что приводит к опасным ситуациям. Машины имеют ограничения по нагрузке, рабочей скорости и другие ограничения, превышение которых может привести к авариям. Плохая коммуникация между операторами машин и наземными рабочими может привести к авариям, особенно при работе с большим оборудованием в непосредственной близости от рабочих.

3. Опасности, характерные для участка работ

Неровная местность: работа на неровной или нестабильной поверхности может привести к опрокидыванию, особенно с высокой техникой, такой как краны или бульдозеры. Препятствия, скрытые камни, выбоины или подземные коммуникации могут повредить технику или вызвать сбой в работе. Факторы окружающей среды: погодные условия, такие как дождь, туман, снег или экстремальные температуры, могут повлиять на производительность дорожно-строительных машин и привести к несчастным случаям.

4. Риски столкновений

Близость к рабочим: большие машины, движущиеся по узким пространствам, могут привести к смертельным травмам рабочих, если не соблюдать надлежащие протоколы безопасности. Другие транспортные средства на участке могут привести к потенциальным столкновениям или помехам для выполняемой работы.

5. Опасности, связанные с шумом и вибрацией

Потеря слуха: постоянное воздействие громкого шума от таких машин, как бульдозеры и асфальтоукладчики, может привести к повреждению слуха у операторов и рабочих. Вибрация: Такие машины, как катки и экскаваторы, подвергают операторов долгосрочному воздействию вибрации, что может привести к заболеваниям опорно-двигательного аппарата.

6. Вред, наносимый окружающей среде

Загрязнения окружающей среды вследствие поднятия пыли от перемещаемых транспортных средств, выхлопных газов, пролива нефтепродуктов.

Оценка рисков – определение факторов, способствующих возникновению отказов, и расчет приемлемого уровня риска для операторов и окружающей среды.

Способы минимизации рисков:

1. Регулярное техническое обслуживание и осмотры

Профилактическое обслуживание: необходимо соблюдать графики плановых осмотров и технического обслуживания. Гидравлические системы, двигатели и тормоза следует регулярно проверять, чтобы избежать неожиданных сбоев.

2. Диагностика машин: усовершенствованные диагностические системы могут помочь обнаружить проблемы с оборудованием до того, как они приведут к сбоям, особенно в современных машинах, оснащенных датчиками и автоматизированными системами мониторинга. Показания бортовой системы способствуют формированию периодичности ТО и ремонта.

3. Обучение и сертификация операторов. Операторы должны пройти тщательное обучение, охватывающее как теоретические, так и практические аспекты безопасной эксплуатации высокотехнологичной техники. Должны учитываться сведения об ограничениях нагрузки, инструкции по управлению оборудованием, осведомленность об опасностях и реагирование на чрезвычайные ситуации. Проведение программ сертификации для операторов дорожно-строительной техники.

4. Средства индивидуальной защиты (СИЗ) Защита органов слуха: учитывая высокий уровень шума на строительных площадках, средства защиты органов слуха (например, наушники или беруши) необходимы для рабочих. Одежда повышенной видимости: операторы и наземные рабочие должны носить одежду повышенной видимости, чтобы быть видимыми в любое время, особенно при работе крупных машин. Защитное снаряжение: каски, ботинки со стальными носками, перчатки и другие СИЗ должны носить все на площадке, чтобы снизить риск получения травм.

5. Управление участком и планирование безопасности. Правильно размещенные знаки и ограждения вокруг строительных площадок могут предупреждать о движении машин, участках с низким просветом или опасных зонах. Координация между транспортными средствами и машинами на площадке. Выделенные пути и четкие планы управления дорожным движением снижают риск столкновений. Выделенные рабочие зоны: установление четкого разделения между зонами работы машин и пешеходными зонами может предотвратить несчастные случаи.

6. Использование технологий удаленного мониторинга могут отслеживать местоположение, использование и производительность машин. Эти данные могут помочь выявить эксплуатационную неэффективность, неправильное использование или возникающие механические проблемы. Использование камер и датчиков приближения может повысить ситуационную осведомленность операторов машин, особенно при работе в слепых зонах.

7. Автоматизация. Развитие автоматизированных машин приводит к снижению ошибок оператора, повышению точности и уменьшению столкновений на месте.

8. Нормативно-правовая база: Постановления и приказы Минтранса и Ростехнадзора, СНИПы, стандарты и спецификации для машин, меры, обеспечивающие безопасность работников и экологические предписания.

9. Разработка и внедрение систем контроля за физическим состоянием водителя. Немаловажным фактором для безопасной эксплуатации ДСМ является человеческий фактор, использование систем, основанных на компьютерном зрении и биометрическом анализе, позволяют отслеживать физическое состояние оператора. Например, для обнаружения усталости, сонливости и отвлекающих факторов. Устройства, отслеживающие физиологические параметры водителя, с фиксацией на ухо, производят измерения параметров пульсовой волны и ритма сердечной деятельности. Распознавание лиц: идентификация оператора и обеспечение того, чтобы за пультом управления находился человек, имеющий соответствующий допуск.

10. Анализ конкретных случаев. Анализ безопасности эксплуатации может быть выполнен по следующей блок-схеме, путем фиксации происшествий, связанных с нарушениями эксплуатации ДСМ:



Схема анализа безопасности эксплуатации ДСМ

Основные выводы:

1. **Определение опасностей:** в процессе эксплуатации ДСМ на строительных площадках выделяют основные группы опасностей: механические, электрические, термические, химические, а также связанные с человеческим фактором.

2. **Техническое состояние машин:** одной из причин аварий является несоответствие технического состояния машин нормативным тре-

бованиям. Нарушения в обслуживании и отсутствии регулярных проверок безопасности приводят к частым поломкам и неисправностям.

3. Человеческий фактор: высокий уровень несчастных случаев связан с недостаточной квалификацией операторов машин, нарушениями инструкций по эксплуатации и неправильным поведением персонала.

4. Правовые и нормативные аспекты: недостаточное внимание к соблюдению стандартов безопасности и отставание национальных норм от современных требований часто становятся причиной аварийных ситуаций.

5. Современные технологии: использование систем мониторинга и автоматических датчиков для контроля за состоянием машин и оператора может существенно снизить количество аварий и увеличить безопасность работы.

Рекомендации:

- Регулярные технические осмотры и обязательная сертификация дорожно-строительных машин.
- Повышение квалификации операторов через регулярные тренировки и обучение.
- Внедрение новых технологий мониторинга состояния машин и оператора, и системы предупреждения аварий.
- Разработка и строгое соблюдение инструкций по безопасной эксплуатации, включая обязательное использование средств индивидуальной защиты.

Обеспечение безопасности при эксплуатации дорожно-строительных машин требует комплексного подхода, включающего техническую подготовленность оборудования, обучение персонала, соблюдение норм и использование современных технологий для предотвращения аварий.

Литература

1. Федеральный закон №184-ФЗ «О техническом регулировании». – Введен 2002.12.27.
2. Зорин В. А., Даугелло В. А. Безопасность дорожно-строительных машин и оборудования: учебник. М. ; МАДИ, 2013, 192 с.
3. Фирсов А. И. Безопасная эксплуатация строительных машин и оборудования. Нижний Новгород : ННГАСУ, 2017, 99 с.
4. Бакатин Ю. П., Стеблицкий С. В. Безопасность дорожных машин: учебное пособие, МАДИ. – М., 2009. – 66 с.

УДК 621.926

Вячеслав Сергеевич Демьяновский,

магистрант

Наталья Олеговна Прилуцкая,

магистрант

Елизавета Дмитриевна Ворожейкина,

магистрант

Александр Сергеевич Чернов,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: 23003227@edu.spbgasu.ru

Yvacheslav Sergeevich Demyanovsky,

Master's degree student

Natalia Olegovna Prilutskaya,

Master's degree student

Elizaveta Dmitrievna Vorozheikina,

Master's degree student

Alexander Sergeevich Chernov,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: 23003227@edu.spbgasu.ru

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ЗАГЛАЖИВАНИЯ ПОВЕРХНОСТЕЙ

HIGHLY EFFICIENT SURFACE SMOOTHING MACHINES

В статье исследуется, что в некоторых ситуациях требования к качеству поверхности железобетонных изделий оказываются довольно строгими. Эти требования касаются, в первую очередь, изделий, которые предназначены для отделки, включая обои, линолеум и покраску. Такой подход к производству железобетонных изделий позволяет значительно сократить объем трудоемких отделочных работ внутри зданий. В связи с этими стандартами, на заводах по производству железобетона все чаще применяются заглаживающие машины, оснащенные рабочими элементами в виде вращающихся дисков, брусьев, лент, валков или их комбинаций. Эти устройства могут монтироваться на самоходные порталы, устанавливаются на рамы бетоноукладчиков или формовочных агрегатов, а также производятся в варианте ручных заглаживающих машин. Такие механизмы способствуют достижению высокого качества отделки и сокращению трудозатрат, что крайне важно для современных строительных процессов.

Ключевые слова: бетономеситель, виброуплотнение, высокоэффективные машины для заглаживания поверхностей.

In some situations, the requirements for the quality of the surface of reinforced concrete products are quite strict. These requirements apply, first of all, to products intended for finishing, including wallpaper, linoleum and painting. This approach to the production of reinforced concrete products allows for a significant reduction in the amount of labor-intensive finishing work inside buildings. In connection with these standards, reinforced concrete plants increasingly use smoothing machines

equipped with working elements in the form of rotating disks, bars, belts, rollers or their combinations. These devices can be mounted on self-propelled portals, installed on the frames of concrete pavers or molding units, and are also produced in the version of manual smoothing machines. Such mechanisms help to achieve high quality finishing and reduce labor costs, which is extremely important for modern construction processes.

Keywords: concrete mixer, vibration compaction, highly efficient machines for smoothing surfaces.

Изучение высокоэффективных машин для заглаживания поверхностей актуально в контексте повышения эффективности производства железобетонных изделий в условия производственных предприятий. При производстве железобетонных изделий (строительные панели, перекрытия, аэродромные плиты, дорожные плиты и др.) в условия ДСК или ЖБК используют стандартную схему, которая включает в себя стадии, в процессе которых, изделие продвигается от складирования сырья и материалов и до выпуска готовой продукции.

Вначале на завод завозится сырье: песок, щебень, цемент. Щебень и песок хранится на специально отведенных складах, цемент – из машины с помощью сжатого воздуха подается в силосы. Для начала производства щебень и песок по галерее (транспортеру) подается в дозаторы, где происходит разделение по порциям песка, щебня и цемента. Цемент же подается в дозаторы с помощью сжатого воздуха из силосов. Из дозаторов составляющие поступают в бетоносмеситель, где происходит процесс перемешивания их с водой в определенной пропорции. Далее готовая бетонная смесь через бетоноукладчик поступает в формовочный цех и заливается в определенную форму. Для лучшего уплотнения бетонной смеси, а, следовательно, более высокого качества продукции, происходит процесс вибрации, по средствам того, что форма располагается на виброплощадке. После виброуплотнения бетонной смеси бетонное изделие поступает на пост заглаживания, где обрабатывается с учетом специфики изделия брусковыми, дисковыми заглаживающими машинами до определенного класса шероховатости. Когда обработка окончена, железобетонные изделия складываются или отправляются сразу непосредственно на объект. Повышение эффективности каждого из этапа производства необходимо для повышения общей эффективности

процесса и качества продукции. Для этого необходимо применять современные средства механизации, такие как высокоэффективные машины для заглаживания поверхностей.

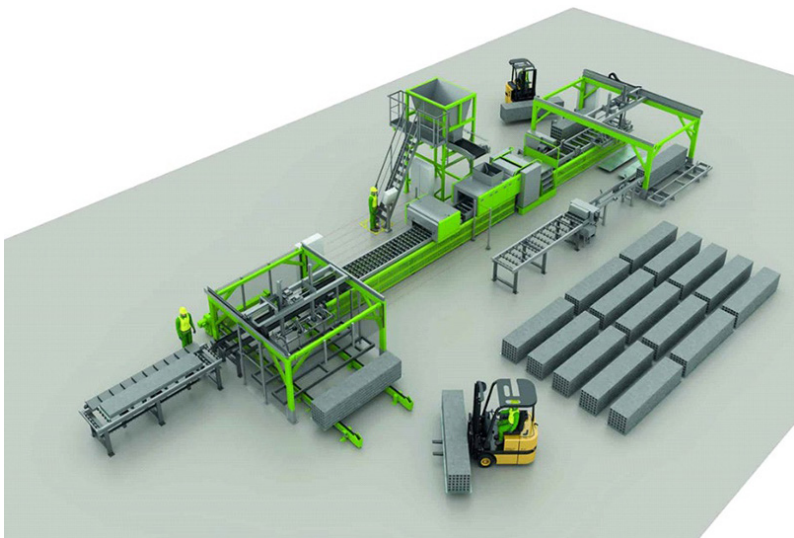


Рис. 1. Автоматическая линия производства

Виды и область применения заглаживающих машин.

Заглаживающие машины сглаживают выступы, устраняют трещины, неровности, наплывы, которые образуются в результате формирования бетонного основания. Различают дисковые, валковые и брусковые заглаживающие машины.



Рис. 2. Сварная линия

- Дисковые заглаживающие машины. Рабочий орган выполнен в виде диска и лопастей, совершающих вращательные движения. Эти машины используют в качестве навесного инструмента, смонтированного на рамах и колесах, либо в качестве ручного инструмента. Также могут использоваться как подвесные к самоходным рамам (портальные, подвесные) при больших диаметрах заглаживающего диска.



Рис. 3. Затирочная машина по бетону

- Валковые заглаживающие машины. Рабочий элемент представлен в форме валков, катков и шнеков, которые вращаются вокруг горизонтальной оси. Они используются в качестве навесного оборудования.

- Брусовые машины для заглаживания. Основной элемент представлен в форме бруса, который выполняет как возвратно-поступательные, так и вращательные движения. Брус, осуществляющий возвратно-поступательные движения (перпендикулярно направлению заглаживания), демонстрирует меньшую эффективность, так как на обработанной поверхности могут возникать полосы.



Рис. 4. Линия безопалубочного формования пустотных плит перекрытий

Наилучшее качество достигается при комплексном применении вышеперечисленных устройств, поэтому существуют заглаживающие машины, оснащенные комбинациями различных типов рабочих органов.

Работы, выполняемые с помощью заглаживающих машин:

- Заглаживание плоских конструкций, таких как панели и перекрытия зданий, плит аэродромов и дорог. Для этого используют

специализированные заглаживающие машины, которые находятся на предприятиях крупнопанельного строительства. Заглаживание с поверхностей малогабаритных изделий или заделка дефектов на больших изделиях.

- Заглаживание бетонных поверхностей мелиоративных и иных каналов.
- Заглаживание изделий сложной конфигурации. Заглаживание криволинейных поверхностей.
- Заглаживание в помещениях бетонных полов.
- Заглаживание слоя штукатурки или слоя, нанесенного методом торкретирования.
- Обработка внутренних стенок бетонируемых труб перед их затвердеванием.
- Декоративное заглаживание.
- Для осуществления указанных и других задач применяются специализированные машины определенного типа и конфигурации.

По своему конструктивному исполнению, заглаживающие машины делятся на несколько типов: автономные самоходные заглаживающие машины, которые могут быть порталными, мостовыми, эстакадными, а также плоско- или объемно-рамными; стационарные заглаживающие машины, включая порталные, арочные, консольные, рамные и подвесные варианты; навесные устройства, предназначенные для использования на бетоноукладчиках, дорожных машинах и формовочных агрегатах; ручные заглаживающие машины, которые оснащены механизированным приводом для передвижения; и, наконец, ручные заглаживающие инструменты. Все эти инструменты и устройства предназначены для достижения одной цели – создания плоских и рельефных поверхностей бетонных изделий без дефектов, таких как раковины и сколы.

Выбор машины определяется в зависимости от условий их применения:

- требуемое качество обрабатываемой поверхности, исходящее из состава бетонной смеси или фактурного раствора заглаживаемого слоя;
- размеры самого обрабатываемого изделия;
- конфигурация обрабатываемого изделия;
- необходимая производительность.

Качество обрабатываемой поверхности определяются уровнем шероховатости согласно СНИП 8-5-62.

Дисковый рабочий элемент – кл. 3-Ш, 4-Ш, применяется для обработки бетонов средней жесткости и жестких смесей, а также для выполнения работ с фактурными растворами.

Рабочие органы в виде валков – это класс 3-Ш, которые обрабатывают бетонные смеси с умеренной жесткостью, и класс 2-Ш, предназначенные для работы с бетонными смесями средней подвижности.

Брусовые рабочие органы – функционируют при плоско-параллельном движении класса 1-111, а также при круговом плоско-параллельном движении класса 2-Ш. Они предназначены для обработки умеренно текучих смесей и растворов.

Учитывая высокую степень специализации производственных процессов, адаптация конструкции заглаживающих машин становится ключевым моментом для достижения оптимальных результатов. Каждая деталь учитывается в зависимости от особенностей производства, что позволяет обеспечить работу с максимальной продуктивностью и минимальными затратами.

Требования к брусковым заглаживающим машинам сформулированные в исследовании.

Проведенные в условиях заводов железобетонных изделий исследования показывают, что чаще всего мы имеем дело с брусковыми заглаживающими машинами. В ходе исследования сформулированы требования к подобным машинам с точки зрения соответствия отформованных плит требованиям ГОСТ 259120-91:

- Действительное отклонение геометрического размера по толщине не должно превышать +3 мм.
- Непрямолинейность профиля поверхностей в любом сечении на длине 2 м – не более 3 мм.
- Изменение формы профиля поверхностей в каждом сечении – не более 5 мм.
- Неплоскостность – не более 4 мм.
- Не допускается шелушение бетона на поверхности плиты.
- На поверхностях нельзя допускать:
- Раковины: диаметром – не более 10 мм, глубиной – более 5 мм.

- Местные наплывы: высотой – не более 3 мм; Впадины: глубиной – 3 мм.
- Суммарная длина оков бетона на длине 1 м – не более 80 мм, глубина оков до 8 мм.
- Класс шероховатости не грубее 2-Ш (1,2 – 2,5 мм).

Литература

1. *Белецкий Б. Ф.* Технология и механизация строительного производства, 2003.
2. *Тихомиров К. В., Сергиенко З. С.* Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция: Учебник для вузов. – М. : Стройиздат, 1991.
3. *Гужев Н. П., Ольховский В. Я., Павлюченко Д. А.* Системы электро-снабжения. – Новосибирск, 2007.

УДК 62-192

Эмиль Джайлобаев,

магистрант

Сергей Станиславович Соловьев,

магистрант

Григор Арутюнович Григорян,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: emil.dzhailobaev@gmail.com

Emil Dhzailobaev,

Master's degree student

Sergei Stanislavovich Soloviev,

Master's degree student

Grigor Arutunovich Grigoryan,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: emil.dzhailobaev@gmail.com

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ КОЗЛОВОГО КРАНА

GANTRY CRANE DESIGN ANALYSIS

Козловые краны являются неотъемлемой частью современного промышленного и строительного оборудования, обеспечивая эффективное перемещение тяжелых грузов на ограниченных пространствах. Их конструкция и функциональные возможности делают их незаменимыми в таких отраслях, как судостроение, металлургия, строительство и логистика. Анализ конструкции козлового крана позволяет не только понять принципы его работы, но и выявить ключевые аспекты, влияющие на безопасность, надежность и производительность. В данной статье мы рассмотрим основные элементы конструкции козлового крана, их взаимодействие и влияние на эксплуатационные характеристики, современные тенденции в проектировании и оптимизации этих машин? а также расчет его металлоконструкции.

Ключевые слова: козловой кран, конструкция, анализ.

Gantry cranes are an integral part of modern industrial and construction equipment, providing efficient movement of heavy loads in confined spaces. Their design and functional capabilities make them indispensable in industries such as shipbuilding, metallurgy, construction, and logistics. Analyzing the design of a gantry crane not only helps to understand the principles of its operation but also reveals key aspects that influence safety, reliability, and performance. In this article, we will examine the main components of a gantry crane's design, their interactions, and their impact on operational characteristics, current trends in the design and optimization of these machines and a calculation of its structural design.

Keywords: gantry crane, construction, analysis.

Козловые краны, известные также как мостовые краны, представляют собой мощные устройства, предназначенные для подъема

и перемещения тяжелых грузов в различных отраслях. Их конструкция, состоящая из двух опорных стоек и горизонтального моста, позволяет эффективно работать на больших площадях, что делает их идеальными для использования в складах, на строительных площадках и в производственных цехах.

Одним из основных преимуществ козловых кранов является их способность функционировать в ограниченных пространствах, где другие подъемные механизмы могут оказаться неэффективными. Они могут устанавливаться как на земле, так и на специальных рельсах, что обеспечивает высокую маневренность и гибкость в эксплуатации. Козловые краны могут быть оснащены различными подъемными устройствами, такими как электрические тали, магнитные захваты и контейнерные захваты, что позволяет им работать с разнообразными грузами.

Анализ конструкции козлового крана включает изучение его ключевых компонентов, таких как рама, мост, подъемное устройство и системы управления. Каждый из этих элементов играет важную роль в обеспечении надежности и безопасности работы крана. Например, прочная рама и устойчивые опоры необходимы для выдерживания значительных нагрузок, в то время как современные системы управления обеспечивают точность и безопасность при выполнении подъемных операций.

Современные тенденции в проектировании козловых кранов направлены на повышение их эффективности и безопасности. Внедрение новых технологий, таких как автоматизация и дистанционное управление, значительно улучшает производительность и снижает риск аварий. Кроме того, использование легких и прочных материалов в конструкции кранов способствует уменьшению их веса и увеличению грузоподъемности.

Таким образом, козловые краны играют важную роль в современных производственных процессах, а их конструктивные особенности и инновационные решения в области проектирования делают их необходимым инструментом для повышения эффективности и безопасности в различных отраслях. Козловые краны предназначены для подъема и опускания, а также для транспортировки таких грузов, как металл, сыпучие материалы, лесоматериалы и железобетонные изделия.

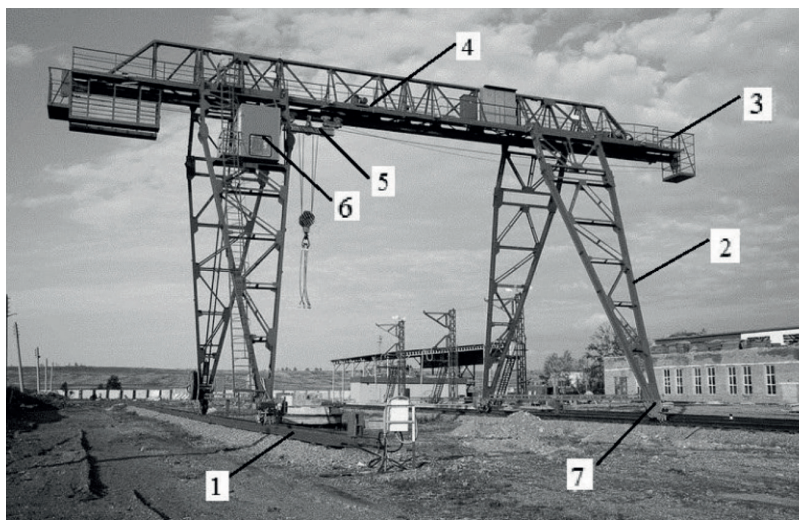


Рис. 1. Козловый кран с электроталью: 1 – крановый путь; 2 – опора; 3 – консоль; 4 – мост; 5 – электроталь; 6 – кабина; 7 – ходовая тележка

Козловые краны используются для погрузки и перемещения как штучных, так и навалочных грузов, включая длинномерные, такие как сыпучие материалы, металл, лесоматериалы и железобетонные изделия. В настоящее время козловые краны (см. рис. 2) широко применяются для погрузо-разгрузочных операций на складах, промышленных площадках, контейнерных терминалах, прирельсовых складах и железнодорожных станциях, а также для монтажа сборных промышленных конструкций. Эти краны функционируют в температурном диапазоне от -40° до $+40^{\circ}$ °С. Грузоподъемность козловых кранов варьируется от 3,0 до 120,0 тонн. Длина пролета и рабочий вылет консольных частей могут быть различными и определяются по запросу заказчика.

Проектирование металлоконструкции крана включает мост, состоящий из двух коробчатых балок, на которые опираются рельсы грузовой тележки. Эти балки изготовлены из стали марки 3, обладающей модулем упругости и пределом текучести 255 МПа. Рельсы имеют сечение в форме двутавра.



Рис. 2. Козловой кран

Параметры коробчатой балки:

Высота $H = 0,75$ м;

Ширина $B = 0,6$ м;

Толщина стенки $s = 0,005$ м.

Напряжение при изгибе балки вычисляем по формуле

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{M_{\text{изг}}}{W},$$

где $M_{\text{изг}}$ – изгибающий момент, W – момент сопротивления.

Момент сопротивления сечения сложной формы относительно некоторой оси равен сумме моментов инерции его составных частей относительно той же оси.

Момент сопротивления для коробчатой балки:

$$W_{\text{бал}} = \frac{s \cdot H^2}{3} \cdot \left(3 \cdot \frac{B}{H} + 1 \right),$$

$$W_{\text{бал}} = \frac{0,005 \cdot 0,75^2}{3} \cdot \left(3 \cdot \frac{0,6}{0,75} + 1 \right) = 0,0032 \text{ м}^3,$$

Момент сопротивления двутавра:

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{G_{\text{гр}} \cdot (L + l_1)}{W_{\text{бал}} + W_{\text{двут}}} = \frac{500 \cdot (32 + 8)}{0,0032 + 0,00009} = 5,5 \text{ МПа},$$

где l_1 – расстояние от опоры до груза в крайнем положении.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_T}{k_{\text{зап}}} = \frac{255}{10} = 25,5 \text{ МПа}.$$

Так как расчетное сопротивление 25,5 МПа, а напряжение, возникающее в балке 5,5 МПа, то прочность балки обеспечена.

В заключение, козловые краны являются ключевым компонентом современного промышленного оборудования, обеспечивая эффективное и безопасное перемещение тяжелых грузов в различных условиях. Их конструктивные характеристики, включая прочную раму, надежные подъемные механизмы и современные системы управления, делают их незаменимыми в сферах строительства, логистики и производства.

Изучение конструкции козловых кранов позволяет не только разобраться в принципах их функционирования, но и выявить возможности для дальнейшего улучшения и оптимизации. Внедрение новых технологий, таких как автоматизация и использование современных материалов, открывает новые перспективы для повышения производительности и безопасности этих машин.

С учетом постоянно изменяющихся требований рынка и технологических новшеств, важно продолжать исследовать и развивать конструкции козловых кранов, чтобы они соответствовали современным стандартам и ожиданиям пользователей.

Литература

1. *Боброва И. А.* Анализ прочности конструкций козловых кранов. – М. : Стройиздат, 2018. – 256 с.
2. *Власов А. Н.* Крановые механизмы: теория и практика. – СПб. : Питер, 2019. – 320 с.
3. *Громов С. П.* Основы проектирования козловых кранов. – М. : Машиностроение, 2020. – 400 с.
4. *Зарубин В. И.* Статический и динамический анализ кранов. – Новосибирск : Наука, 2017. – 184 с.
5. *Ковалев П. Т.* Конструктивные элементы козловых кранов. – Екатеринбург : УрФУ, 2021. – 300 с.

УДК 621.83.05

Николай Николаевич Жилин,
магистрант
Владимир Александрович Михальченко,
магистрант
Роман Владимирович Голюк,
магистрант
Алла Викторовна Лошенкова,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Nikolai_zhilin@list.ru

Nikolay Nikolaevich Zhilin,
Master's degree student
Vladimir Alexandrovich Mikhachenko,
Master's degree student
Roman Vladimirovich Golyuk,
Master's degree student
Alla Viktorovna Loshenkova,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Nikolai_zhilin@list.ru

**ИССЛЕДОВАНИЕ МАШИНЫ
ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНО-НАПРАВЛЕННОГО
БУРЕНИЯ**

**THE RESEARCH OF A HORIZONTAL
DIRECTIONAL DRILLING MACHINE**

В статье исследуется машина для горизонтально-направленного бурения. Описываются этапы бурения, различные виды машин для горизонтально-направленного бурения. Обосновано, почему метод горизонтально-направленного бурения является одним из самых безопасных.

Ключевые слова: машина для горизонтально-направленного бурения, бестраншейная прокладка коммуникаций, максимальная длина бурения, диаметр скважины.

The article examines a machine for horizontal directional drilling. The stages of drilling and various types of horizontal directional drilling machines are described. It is proved why the method of horizontal directional drilling is one of the safest.

Keywords: horizontal directional drilling machine, trenchless laying of communications, maximum drilling length, well diameter.

Существует несколько видов бестраншейной прокладки коммуникаций, одним из которых является метод горизонтально-направленного бурения. Один из самых безопасных способов бестраншейной прокладки труб это горизонтально-направленное бурение. При его использовании поверхность ландшафта не подвергается измене-

ниям. Прокладка осуществляется под лесом, оврагом, парком, рекой, железной или автомобильной дорогой. Существует возможность проложить коммуникации длиной до нескольких километров.

Бурение осуществляется в несколько этапов:

- Этап бурения пилотной скважины (рис. 1).



Рис. 1. Начальный этап бурения

Процесс бурения следует начинать с калибровки локационной системы зондом-излучателем. Следующий шаг – установка зонда в буровую головку. Буровая головка оснащена лопаткой с зубьями для разрушения породы, и при бурении она располагается под углом. Угол наклона необходим для выполнения руления буровой колонной. Штанги поворачиваются на 360 градусов и одновременно продвигаются по прямой. Если необходимо отклониться в сторону, головка устанавливается в требуемое положение и штанга задавливается до момента, пока колонна штанг не отклонится от оси бурения до требуемого угла. Затем буровые штанги забиваются в грунт по проектной траектории до точки выхода. Контроль за процессом осуществляет локаторщик при помощи системы локации с поверхности. Необходимо выбирать нужный вид бора, для обеспечения наиболее

высокой производительности работ. Буровая головка подбирается для каждого вида грунта. А пульпа, образующаяся в процессе бурения, используется для охлаждения и смазывания бура. Траектория бурения корректируется с помощью эхолокации. Сам блок эхолокации расположен в полости буровой головки, он отвечает за угол наклона лопатки. Этим обеспечивается высокая точность прокладки и возможность обхода препятствий в виде других коммуникаций, сетей и валунов на пути бурения.

- Этап расширения скважины (рис. 2).



Рис. 2. Второй этап бурения

После выхода головки в приемный котлован, ее снимают и на это место производят установку риммера-расширителя. Риммер представляет собой конструктивный элемент, который состоит из лопастей, закрепленных на одной оси. На лопастях предусмотрены режущие зубцы. Риммер осуществляет вращение и когда он движется в обратном направлении, то происходит расширение диаметра скважины. При необходимости увеличения диаметра скважины, требуется последовательная замена риммеров в несколько этапов. Площадь поперечного сечения рассчитывается с запасом 30–40 % от площади поперечного сечения трубы.

- Этап прокладки трубопровода (рис. 3).

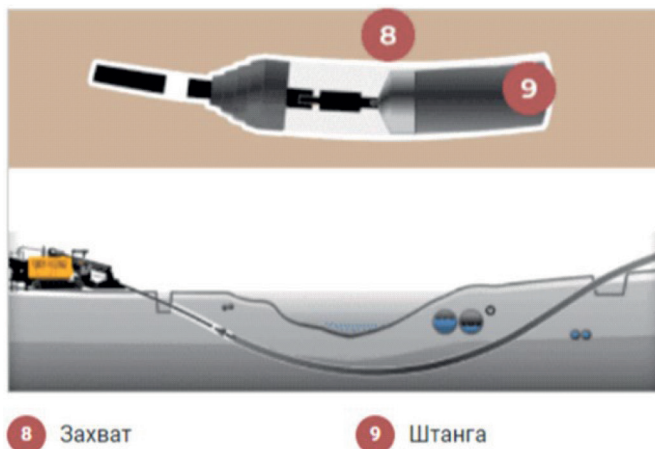


Рис. 3. Третий этап бурения

На расширитель устанавливается насадка для протяжки трубы, и в точке выхода труба с установленным оголовком крепится через специальное приспособление – вертлюг. Вертлюг передает вращение от расширителя к трубе. Труба помещается в образовавшуюся скважину, полученную с использованием специального раствора для бурения, необходимого для смазывания и формирования канала. После этого штанги извлекаются из скважины, одновременно с этим протаскивают трубу в подготовленный буровой канал. Образовавшиеся излишки бурового раствора откачиваются илососными машинами. Протянутую трубу обрезают на намеченных проектных отметках и заглушают.

Разновидности бурильных машин.

- Горизонтального – рассчитаны на создание только прямых скважин.
- Горизонтально-направленные – бурят криволинейные проходы, обходят сложные участки и всевозможные препятствия.

Машины горизонтально-направленного бурения подразделяются в свою очередь в зависимости от агрегатирования:

- Стационарные (рис. 4). Не имеют своей транспортной базы. Их перемещают блоками при задействовании универсального транспорта. Эти компактные машины, состоящие из удобных для перевозки и не требуют сложной регулировки в ходе сборки. Удобны для мест с ограниченным доступом. Производство работ выполняется разборным способом.

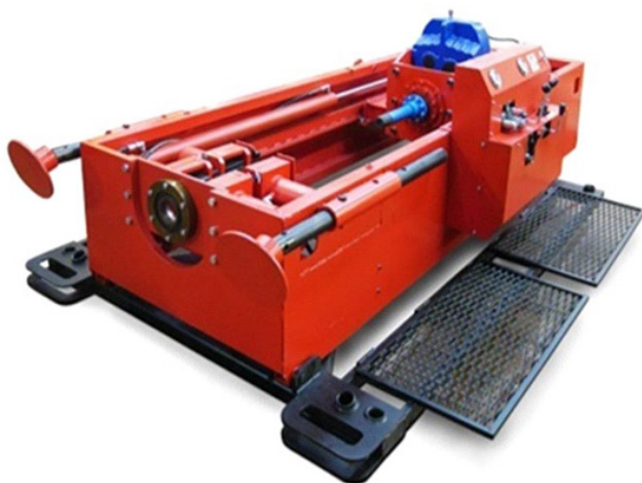


Рис. 4. Стационарная машина

- На колесном прицепе. Это имеющее свою транспортную базу оборудование, перемещаемое с помощью буксирования. Обычно транспортируется одним или несколькими блоками, при увеличении числа которых время монтажа увеличивается.

- На гусеничном ходу (рис. 5). При использовании самоходных машин время подготовительных и заключительных работ минимизируется, что удобно при бурении скважин небольшой протяженности. Эти машины идеальны для создания проходов под асфальтовыми и железнодорожными полотнами. Передвижное и самоходное оборудование считается самым востребованным.

Общее устройство и принцип работы машины горизонтально-направленного бурения.



Рис. 5. Машина на гусеничном ходу

Базой для двигателя, гидравлики, бурового оборудования, панели управления и места оператора является рама. Станина оборудуется буровым лафетом и тисками, а также кареткой для подачи штанг и обеспечения поступательного движения самой бурильной штанги в сборе. Установка фиксируется на грунте опорами и анкерными устройствами, смонтированными на раме. Бурильный агрегат состоит из рабочей головки и гидросистемы, емкости для хранения и насоса. На головке установлен зонд, который отслеживает ее положение, скорость вращения, наклон и температуру. Собранные данные передаются непосредственно на пульт управления. С помощью системы локации обеспечивается соблюдение необходимой траектории для прокладки скважины, а также выход бура в требуемом месте в приемном котловане. Непосредственно система локации – это зонд и локатор. Локатор необходим для принятия и обработки информации, получаемой от зонда. Информацию одновременно считывают операторы локационной установки и буровой машины. Локаторщик управляет действиями оператора буровой машины по радиосвязи, если возникает необходимость корректировки направления буровой головки. Риммер-расширитель – сварной или же цельнолитой корпус с установленными зубьями, кромки которого армируются износостойким сплавом. Риммер увеличивает диаметр пилотной скважины. Рис. 6. Бурильная штанга передает крутящий момент от установки к буру или риммеру. Насосно-смесительный узел подготавливает буровой раствор и подает к форсункам бура, в рабочую зону, а также

осуществляет последующую очистку раствора и повторную его подачу. С помощью бурового раствора осуществляется размывка грунта, удаление бурового шлама, усиление стенок скважины, а также охлаждение буровой головки.

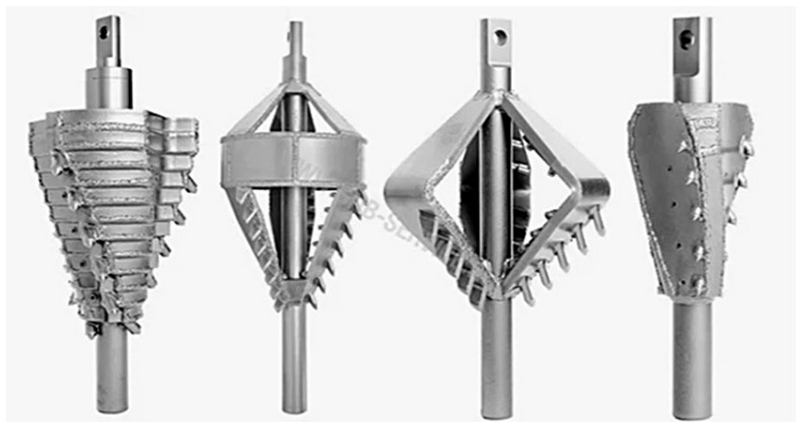


Рис. 6. Риммеры-расширители

Машины горизонтально-направленного бурения способны бурить скважины длиной более километра, диаметр пилотной скважины 80 мм, а риммера до 1000 мм. Скорость бурения определяется мощностью применяемой установки и составляет от 4 до 40 м/ч. Угол забуривания – 15 градусов, в некоторых моделях он меняется. Скорость движения самоходных установок не превышает 8 км/ч.

Преимущества технологии горизонтально-направленного бурения.

Процессу не препятствуют ландшафт, строения, водоемы и тип почвы. Такой способ не вредит состоянию городских построек, загруженности автомобильных трасс, охраняемым культурным или природным территориям. Отсутствует необходимость тратить силы и время, чтобы получить разрешение на проведение работ, так как нет требования перекрывать движение транспорта. Сроки проведения работ минимальны, расходы на привлечение посторонней техники и рабочих снижаются. Установки полностью автономны и не зависят от внешних источников питания. Высокое залегание грун-

товых вод не препятствует процессу бурения. Использование машин горизонтально-направленного бурения наносит минимальный вред человеку и окружающей среде.

Литература

1. *Белецкий Б. Ф.* Технология и механизация строительного производства, 2003.
2. *Тихомиров К. В., Сергиенко З. С.* Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция : учебник для вузов. – М. : Стройиздат, 1991.
3. *Гужев Н. П., Ольховский В. Я., Павлюченко Д. А.* Системы электро-снабжения. – Новосибирск, 2007.

УДК 666.9.013

Елизавета Александровна Зверева,

магистрант

Дмитрий Иванович Ляхович,

магистрант

Артем Андреевич Гусев,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: elisabetazvereva@yandex.ru

Elizaveta Alexandrovna Zvereva,

Master's degree student

Dmitry Ivanovich Lyakhovich,

Master's degree student

Artyom Andreevich Gusev,

Master's degree student

(Saint-Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: elisabetazvereva@yandex.ru

**ПРЕДПРИЯТИЕ ПО ПРОИЗВОДСТВУ
АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ**

**EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION
OF REINFORCED CONCRETE**

Настоящая статья посвящена анализу машин и механизмов, используемых на современном асфальтобетонном заводе. Эффективная работа асфальтобетонного производства напрямую зависит от надежности и производительности задействованных в процессе машин и механизмов. В данной работе будут рассмотрены основные этапы производства асфальтобетонной смеси, а также принципы функционирования ключевых агрегатов, обеспечивающих высокое качество продукции и требуемый объем выпуска. Особое внимание будет уделено путям повышения производительности асфальтобетонного завода за счет оптимизации работы отдельных узлов и агрегатов.

Ключевые слова: асфальтобетонный завод, производство асфальтобетонной смеси, профилактическое обслуживание, повышение производительности.

This paper analyzes the machinery and mechanisms used in a modern asphalt concrete plant. The efficient operation of asphalt production directly depends on the reliability and productivity of the equipment involved. This work will examine the main stages of asphalt concrete mix production, as well as the operating principles of key units that ensure high product quality and the required output volume. Particular attention will be paid to ways of increasing the productivity of the asphalt plant through optimization of individual components and units.

Keywords: asphalt concrete plant, production of asphalt concrete mix, preventive maintenance, productivity improvement.

Современное производство асфальтобетонных смесей представляет собой сложный технологический процесс, требующий использования высокотехнологичного оборудования и эффективной системы управления. Надежность и производительность машин и механизмов, задействованных на асфальтобетонном заводе, напрямую влияют на качество выпускаемой продукции, объемы производства и, в конечном итоге, на экономическую эффективность предприятия.

Производство асфальтобетонной смеси включает в себя несколько последовательных стадий, каждая из которых выполняется специализированным оборудованием. Этап подготовки и дозирования компонентов является критическим для всего процесса производства асфальтобетонной смеси. От точности дозирования каждого ингредиента напрямую зависит качество конечного продукта, его соответствие заданным параметрам и, следовательно, долговечность и надежность асфальтобетонного покрытия. Рассмотрим подробнее составляющие этого этапа. Этап подготовки и дозирования компонентов – критически важная часть производства асфальтобетонной смеси. Качество конечного продукта, его соответствие заданным параметрам и долговечность асфальтобетонного покрытия напрямую зависят от точности дозирования каждого ингредиента.

Процесс начинается с хранения и приема материалов. На заводе используются отдельные бункера значительной вместимости для песка, щебня разных фракций, минерального порошка и битума, защищающие материалы от осадков и предотвращающие их расслоение. Уровень наполнения бункеров постоянно контролируется датчиками, передающими данные в систему автоматического управления. Битум, поступающий в цистернах, хранится в специальных емкостях с системами подогрева, поддерживающими необходимую для текучести температуру (130–160 °С), которая постоянно контролируется термодатчиками. Для точного дозирования применяются весовые дозаторы, оснащенные высокоточными тензодатчиками, контролирующими вес дозируемого материала и обеспечивающие автоматическую выгрузку. В некоторых случаях, для материалов с постоянной плотностью, используются объемные дозаторы, хотя их точность ниже. Все дозаторы подключены к центральной системе управления, которая, получая данные от датчиков уровня в бункерах, автоматически

дозировать компоненты по заданной рецептуре, корректируя дозировку в режиме реального времени и генерируя отчеты о производстве. Система контроля качества включает периодическое ручное взвешивание и проверки точности дозирования. После дозирования компоненты транспортируются к смесительному узлу ленточными конвейерами или шнековыми транспортерами, обеспечивая бесперебойную подачу.

В итоге, точное и эффективное дозирование, основанное на современных технологиях, автоматизации и постоянном контроле, обеспечивает стабильность производства и высокое качество асфальтобетонных покрытий, предотвращая значительные потери в качестве и экономические убытки.

Следующий этап производства асфальтобетонной смеси – сушка и нагрев заполнителей – критически важен для обеспечения качественного связывания с битумом и получения однородной смеси. Сырые заполнители, песок и щебень, поступающие из системы дозирования, попадают в сушильный барабан – вращающийся цилиндрический агрегат, являющийся сердцем всего процесса. Внутри барабана, благодаря вращению и специальным лопастям-подъемникам, материал постоянно перемешивается, обеспечивая равномерный нагрев. Нагрев осуществляется горячими газами, образующимися при сжигании топлива в горелках, расположенных в начале барабана. Температура и расход газов тщательно регулируются для достижения оптимальных параметров сушки. Важно не только высушить заполнители до требуемого уровня влажности, но и нагреть их до температуры, обеспечивающей достаточную текучесть и хорошее сцепление с битумом. На рис. 1 представлен сушильный агрегат асфальтосмесительной установки.

Современные сушильные барабаны оснащены сложными системами контроля и автоматической регулировки, включая датчики температуры, влажности и давления, которые обеспечивают стабильность процесса и минимизируют энергопотребление. Для повышения эффективности сушки и снижения выбросов используются системы рекуперации тепла и очистки выходящих газов. Конструкция самого барабана, включая материал футеровки и геометрию внутренних лопастей, также влияет на эффективность процесса. Износ

футеровки барабана, как и загрязнение горелок, может значительно снизить эффективность сушки и увеличить расход топлива. Поэтому регулярное техническое обслуживание и своевременная замена изношенных деталей являются необходимыми условиями для обеспечения бесперебойной и эффективной работы сушильного барабана и всего асфальтобетонного завода. После сушки и нагрева, горячие заполнители направляются в смесительный барабан, где происходит финальное смешивание с битумом.

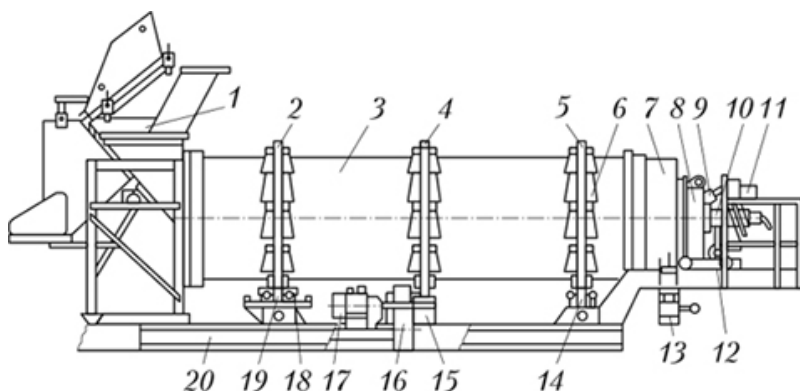


Рис. 1. Сушильный агрегат асфальтосмесительной установки:

- 1 – приемное устройство; 2, 5 – бандаж; 3 – барабан; 4 – зубчатый венец;
- 6 – компенсатор; 7 – выгрузочная коробка; 8 – топочное устройство;
- 9 – запальник; 10 – форсунка; 11 – топливный бак; 12 – топливопровод;
- 13 – лоток; 14, 19 – опорные ролики; 15 – ведущая шестерня; 16 – редуктор;
- 17 – электродвигатель; 18 – упорный ролик; 20 – рама

После сушки и нагрева заполнителей наступает этап смешения компонентов – ключевой момент, определяющий качество и свойства конечного продукта. Нагретые заполнители из сушильного барабана поступают в смесительный барабан, где происходит их тщательное перемешивание с битумом, поступающим из системы хранения и подогрева. Этот процесс крайне важен, поскольку именно здесь формируются необходимые характеристики асфальтобетонной смеси: однородность, вязкость, прочность и долговечность. Выбор типа смесительного барабана – планетарного или барабанного – зависит

от требований к производительности и качеству смеси. Планетарные смесители отличаются высокой интенсивностью перемешивания и подходят для производства высококачественных смесей с точными характеристиками. Барабанные смесители, как правило, более производительны, но интенсивность перемешивания может быть ниже. В смесительном барабане происходит равномерное распределение битума между частицами заполнителей, при этом важно соблюдать оптимальную температуру смеси, которая влияет на текучесть битума и качество связывания. Недостаточное перемешивание приводит к неоднородности асфальтобетонной смеси, неравномерному распределению битума и, как следствие, к снижению прочности и долговечности покрытия.

Перемешивание продолжается до тех пор, пока не будет достигнута требуемая однородность смеси, что контролируется с помощью автоматических систем, регистрирующих параметры процесса – время, температуру и интенсивность перемешивания. Современные смесители оснащены сложными системами автоматического управления, позволяющими точно регулировать параметры процесса и обеспечивать получение асфальтобетонной смеси с заданными характеристиками. Регулярное техническое обслуживание смесителя, включающее контроль состояния лопастей, подшипников и других элементов, критически важно для бесперебойной работы и обеспечения высокого качества продукции. После завершения смешивания, готовая асфальтобетонная смесь поступает в бункер накопитель, откуда она отгружается в автотранспорт для доставки на строительные площадки.

Завершающий этап производства асфальтобетонной смеси – хранение и отгрузка готовой продукции – определяет оперативность и эффективность всего производственного процесса. Готовая смесь, выходящая из смесительного барабана, поступает в бункер-накопитель, представляющий собой емкость значительного объема, позволяющую накапливать асфальтобетонную смесь и обеспечивать бесперебойную отгрузку даже при неравномерной загрузке автотранспорта. Объем бункера-накопителя рассчитывается с учетом производительности завода и колебаний спроса. Конструкция бункера предотвращает расслоение смеси и обеспечивает ее равномерную подачу к системам отгрузки. Из бункера-накопителя асфальтобетонная смесь подается

в автосамосвалы с помощью ленточных конвейеров, шнековых транспортеров или других средств транспортировки. Скорость отгрузки является критическим фактором, влияющим на общую производительность завода. Современные асфальтобетонные заводы часто оснащаются автоматизированными системами управления отгрузкой, позволяющими оптимизировать этот процесс и исключать простои. Система управления координирует работу конвейеров, следит за уровнем заполнения бункера-накопителя и обеспечивает загрузку автосамосвалов в соответствии с заказами. Эффективная организация отгрузки требует не только высокопроизводительного оборудования, но и хорошо налаженной логистики, включающей планирование заказов, оптимизацию маршрутов автотранспорта и своевременную поставку готовой продукции на строительные площадки. Оптимизация всего процесса отгрузки позволяет повысить общую производительность завода и минимизировать затраты на логистику. Регулярное техническое обслуживание системы отгрузки и контроль ее работоспособности являются необходимыми условиями для обеспечения бесперебойной работы всего производственного цикла.

Эффективность работы асфальтобетонного завода напрямую зависит от рационального использования энергии. Значительная часть энергии расходуется на сушку и нагрев заполнителей в сушильном барабане, при этом значительное количество тепла уходит вместе с отходящими газами. Для снижения энергопотребления и повышения экономической эффективности производства представляется целесообразным внедрение системы рекуперации тепла. Эта модернизация позволит использовать тепло отходящих газов, вместо того чтобы выбрасывать его в атмосферу, для предварительного подогрева поступающего воздуха. Таким образом, можно существенно сократить расход топлива, снизить выбросы вредных веществ и повысить общую экологичность производства.

Существует несколько вариантов реализации системы рекуперации тепла, выбор которых зависит от конкретных условий и требований к эффективности. Наиболее распространенным способом является использование теплообменников различных типов, но также могут быть применены когенерационные установки или термодинамические системы. Внедрение подобной системы, несомненно,

приведет к существенной экономии ресурсов, повышению прибыльности и улучшению экологической ситуации. Инвестиции в такую модернизацию быстро окупаются за счет снижения затрат на топливо и электроэнергию, повышая при этом конкурентные преимущества завода.

Литература

1. *Забелина Т. И., Кузнецов С. В.* Современные технологии производства асфальтобетона. 2022. С. 45–50.
2. *Иванов Д. А., Петрова К. В.* Обзор новых технологий в производстве асфальтобетона и их влияние на качество и долговечность дорожных покрытий. 2020. С. 150–152.
3. *Литецкий Г. И., Московяк Е. В.* Техническая эксплуатация машин в строительстве. – Инновации в технологии асфальтобетонов. 2021. С. 32–35.
4. *Николаев В. Ф.* Технологические процессы в производстве асфальтобетона. 2021. С. 13–14.

УДК 621.878

Станислав Михайлович Иванов-Дьяков,

магистрант

Виктория Владимировна Кырченова,

магистрант

Денис Васильевич Гусев,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: 23003211@edu.spbgasu.ru

Stanislav Mikhailovich Ivanov-Dyakov,

Master's degree student

Victoria Vladimirovna Kirchenova,

Master's degree student

Denis Vasilyevich Gusev,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: 23003211@edu.spbgasu.ru

МОДЕРНИЗАЦИЯ БУЛЬДОЗЕРА

MODERNIZATION OF THE BULLDOZER

В данной статье рассматриваются возможности улучшения работы бульдозера. Повышение эффективности работы машины за счет увеличения производительности за счет исключения работы вхолостую. Создание конструктивных решений за счет применения передовых технологий, соответствия рабочего оборудования условиям его эксплуатации и соблюдения условий использования этого оборудования в определенных условиях.

Ключевые слова: бульдозер, рабочее оборудование бульдозера, модифицирование оборудования, оборудование.

This article discusses the possibility of improving the operation of the bulldozer. Increase the efficiency of the machine by increasing productivity by eliminating idle operation. Creation of constructive solutions through the use of advanced technologies, compliance of working equipment with its working conditions and compliance with the conditions of use of this equipment in certain conditions.

Keywords: bulldozer, working equipment of a bulldozer, modification of equipment, equipment.

Во все времена наиболее распространенные и трудоемкие строительные работы считали – земляные. Часто эти работы длятся месяцы, но иногда могут идти и годами. Строительная техника для выполнения земляных работ прошла долгий и сложный путь развития и данный процесс не останавливается и по сей день. До начала развития крупных мануфактур и длинных логистических сообщений, такие как железные дороги и автодороги, данные машины не получали

широкого применения. Широкое производство данной строительной техники началось уже в послевоенное время. Начиная с 60-х годов основной объем нагрузки по строительству выполняли уже только с помощью бульдозеров и иной строительной техники. В конце XX века строители располагали уже более 180 тыс. бульдозеров. Предприятия Минстройдормаша неуклонно работали над развитием новых и усовершенствования уже имеющихся машин.

Отраслью строительного и автодорожного машиностроения производится работа по улучшению конструкций бульдозеров и прочих машин на базе гусеничных тракторов общего и специализированного назначения. В НИИ Стройдормаша разработан целый отраслевой стандарт регламентирующий ГОСТ. Основные направления развития это:

- улучшение техникоэкономический показатель;
- повышение единичной мощности;
- гидрофицирование управления;
- увеличения ресурса в эксплуатационных условиях;

и т. д.

Одной из главных задач увеличения эффективности использования машин является увеличение объема работ при наименьших затратах. Здесь можно подчеркнуть два направления, первое традиционное, увеличение мощности и энерговооруженности, создания крупных специализированных комплексов и машин, второй в основу которых положены достижения фундаментальных наук, автоматизации и технической кибернетики. Эти направления применяются при создании таких конструктивных решений, которые при неизменных условиях обеспечивают наибольшую производительность проектируемой машины по сравнению с существующими.

Основными направлениями повышения эффективности рабочих органов бульдозеров является оптимизация линейных и угловых размеров, увеличение габаритных размеров рабочего оборудования, применение устройств, снижающих потери грунта при наборе и перемещении, придании рабочему органу свойств адаптации.

Производительность землеройно-транспортных характеристик рабочих органов можно повысить только всестороннем изучении взаимодействия этих органов с грунтом. На примере бульдозера, основным рабочим органом служит так называемый прямой нож, механизм

отделяющий грунт от массива и подающий его на отвальную поверхность. По сути, основная задача является вырезание грунта, т. е. разращение и отделение его от основного массива. Основы срезания грунта описали еще советские ученые: А. Д. Далин, В. П. Горячкин, А. Н. Зеленин и П. Г. Домбровский. Они установили, что усилия резания зависит не только от фунтовых условий и площади поперечного сечения, но и от ширины и глубины срезания, угла, степени влияния боковых стенок рабочего органа и т. д.

Для обеспечения большей продолжительности бесперебойных работ, уменьшения трудозатратности, времязатратности и использования средств на последующий ремонт, бульдозеры, поступающие с производства и ремонтных предприятий, должны быть заранее подготовлены к дальнейшей эксплуатации. Для проверки качества поступающего в использование автомобиля необходимо производить приемку технического состояния. В соответствии с государственным стандартом данная экспертиза должна производиться специализированной комиссией. Также в процессе приемки оценивается комплексность, работоспособность и эксплуатационная документация машины. По окончании необходимо составить приемо-сдаточный акт, в котором в случае неисправности вносятся все выявленные недостатки.

Техническое обслуживание бульдозера с модернизированным рабочим оборудованием представляет собой операции по поддержанию исправности и работоспособности автомобиля и практически ничем не отличается от обычной.

Литература

1. Зеленин А. Н., Баловнев В. И. Машины для земляных работ. – М. : машиностроение, 1975.
2. Автогрейдеры ДЗ-98А, ДЗ-98-02. Техническое описание и инструкция В/О Трактороэкспорт, Москва.
3. Забегалов Г. В., Ронинсон Э. Г. Бульдозеры, скреперы, грейдеры. – М. :, – Высшая школа, 1991.

УДК 67.05

Андрей Александрович Карасев,

магистрант

Ярослав Дмитриевич Кузнецов,

магистрант

Элеонора Юрьевна Давыдова,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: 23003218@edu.spbgasu.ru

Andrey Alexandrovich Karasev,

Master's degree student

Yaroslav Dmitrievich Kuznetsov,

Master's degree student

Eleonora Yurievna Davydova,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: 23003218@edu.spbgasu.ru

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

HIGHLY EFFICIENT TECHNOLOGICAL EQUIPMENT FOR THE MANUFACTURE OF METAL PRODUCTS

В данной статье рассматривается процесс бетонирования монолитного фундамента и сравнение с точки зрения экономической целесообразности применения базового набора приспособлений для уплотнения бетонной смеси и нового оборудования по технологии вибровacuумирования бетона.

Ключевые слова: технологическое оборудование, металлопрокат, металлические изделия, производство металла.

This article examines the process of concreting a monolithic foundation and compares, from the point of view of economic feasibility, the use of a basic set of devices for compacting concrete mix and new equipment using concrete vibration evacuation technology.

Keywords: technological equipment, metal products, metal products, metal production.

Основные характеристики, от которых зависит строительство здания – это скорость и качество проведения фундаментных работ. Сокращение сроков приводит к значительной экономии денежных средств. Актуальным в настоящее время остается вопрос поиска методов строительства, способных сократить сроки простоя и эксплуатации строительной техники. Главными задачами, которые обеспечивают достижения поставленной цели являются:

1. Подробное изучение процесса строительства нулевого цикла здания.

2. Совершенствование технологических процессов изготовления железно-бетонных конструкций (далее – ЖБК) и использование строительной техники.

3. Совершенствование рабочих процессов.

4. Применение метода вибро – вакуумирования.

Необходимо помнить, что при проектировании и планировании строительства должны соблюдаться определенные нормы, установленные ГОСТами.

Выбор методов и способов производства. В истории строительства зданий существовало многообразие способов уплотнения бетонной смеси для фундамента, так, например, один из способов уплотнения бетонной смеси, разработанный в СССР, представлял из себя уплотнение путем прессования с одновременным приложением пульсирующей нагрузки.

Также использовали вибраторы, в том числе глубинные вибраторы с гибким валом. Данные устройства позволяли работать в труднодоступных местах.

Кроме того, для уплотнения бетонной смеси применяли вибропрессы и виброштампы.

И всегда специалисты работали над решением задачи повышения не только надежности и качества выполнения работ, но ускорения данного процесса.

В настоящее время для этого может применяться вакуумирование бетона – удаление свободной воды и воздуха из бетонной смеси путем создания пониженного давления на внешних поверхностях или внутри конструкции. Благодаря этому бетонная смесь уплотняется и улучшает физико-механические свойства, в том числе происходит ускорение наращивания прочности бетоном.

Способ вибрирования является наиболее эффективным как в техническом, так и в экономическом отношении для уплотнения бетонных смесей. Для получения бетона высокого качества необходимо вакуумировать смесь в процессе ее механического уплотнения.

Однако в связи с достаточно длительной продолжительностью данного процесса снижается его технико-экономический эффект,

поэтому данный способ редко применяется в технологии сборного железобетона.

Также для технико-экономической оценки операции формирования изделий следует учитывать такие факторы, как продолжительность вибрирования (продолжительное вибрирование невыгодно с точки зрения экономичности по затратам электроэнергии и трудоемкости), интенсивность вибрирования (играет роль различие в частоте собственных колебаний смеси).

Метод вибровакуумирования включает в себя положительные моменты от нескольких способов уплотнения бетона, а также положительный эффект создается за счет возможности подачи бетона и удаления избыточной воды одновременно. Наличие вакуума способствует более эффективному уплотнению бетонной смеси, что достигается за счет равнозначности оказываемого давления.

Само по себе вакуумирование имеет такой важный технико-экономический недостаток, как большая продолжительность процесса (1-2 мин на каждый см толщины изделия), но новый метод уплотнения, указанный в данной статье, решил эту проблему за счет одновременности сразу нескольких процессов, указанных выше. Благодаря увеличению уровня автоматизации работ повышается производительность и сокращается время эксплуатации техники в комплексе.

Учитывая вышесказанное можно сделать вывод, что за счет внедрения нового приспособления возникает положительный экономический эффект и значительно ускоряется процесс выполнения строительных работ.

Литература

1. *Петров А. А.* Современные технологии обработки металлов. 2020. С. 25–26.
2. *Рябов В. Н.* Высокоэффективные технологии обработки металлов. 2023. С. 89–92.
3. *Иванов М. Е., Смирнов, К. В.* Передовые технологии в производстве машиностроительных изделий. 2019. С. 56–58.

УДК 621.22

Сергей Анатольевич Карпачов,

магистрант

Ольга Сергеевна Комкина,

магистрант

Алексей Юрьевич Домаевский,

магистрант

Алексей Николаевич Стрионов,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: 23003219@edu.spbgasu.ru

Sergey Anatolievich Karpakov,

Master's degree student

Olga Sergeevna Komkina,

Master's degree student

Aleksei Urievich Domaevskiy,

Master's degree student

Aleksey Nikolaevich Strionov,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: 23003219@edu.spbgasu.ru

СОВРЕМЕННАЯ ДИАГНОСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ МАШИН

MODERN DIAGNOSTIC SYSTEM OF HYDRAULIC MACHINERY EQUIPMENT

Гидромеханика появилась благодаря решению разных проблем, связанных в основном с движением жидкостей в скрытых и открытых участках и в следствии воздействия их на участки стенок сосудов. Она имеет 2 основных направления: практическая гидромеханика и теоретическая механика.

Гидравлика, это приложение механики жидкости, она опирается на определенные предположения для решения реальных задач. В отличие от теоретической механики жидкости, которая требует использования сложных математических инструментов, методы расчета в гидравлике довольно просты. Тем не менее, гидравлика предоставляет достаточно информации для практического применения, описывая основные характеристики исследуемых явлений.

Ключевые слова: гидромеханика, техническая гидромеханика, теоретическая механика жидкости и газа, гидравлика, гидромеханика жидкости и газа.

Hydromechanics appeared due to the solution of various problems related mainly to the movement of liquids in hidden and open areas and as a result of their impact on sections of vessel walls. It has two main areas: practical hydromechanics and theoretical mechanics.

Hydrodynamics is an application of fluid mechanics, it relies on certain assumptions to solve real-world problems. Unlike theoretical fluid mechanics, which requires the use of complex mathematical tools, the calculation methods in hydraulics are quite simple. Nevertheless, hydraulics provides enough information for practical application, describing the main characteristics of the studied phenomena.

Keywords: hydromechanics, technical hydromechanics, theoretical mechanics of liquid and gas, hydraulics, fluid mechanics.

Значение гидравлики в современном машиностроении безгранично. Практически любое технически сложное средство использует гидравлические системы, например, самолет, вертолет, корабль, автомобиль. Можно также назвать такие вещи как дамбы, шлюзы и т. д. В производственных процессах гидравлические прессы, способные генерировать огромные нагрузки, также играют незаменимую роль.

Гидравлические системы занимают ключевое место в гидравлических передачах различных исполнительных механизмов, используемых в автомобилях, строительной, дорожной, лесной и сельскохозяйственной технике. К ним относятся гидравлические усилители для рулевого управления и навесного оборудования, автоматические и полуавтоматические трансмиссии, тормоза и амортизаторы.

В сравнении с механическими и пневматическими системами, гидравлические системы обладают рядом преимуществ: они обеспечивают плавность и равномерность передачи усилия, исключают задержки благодаря практически не сжимаемости жидкости и обеспечивают высокий коэффициент полезного действия благодаря минимальным потерям на трение.

Несмотря на разнообразие конструкций, гидравлические системы состоят из трех основных компонентов: силовой, который генерирует давление жидкости; распределительной, распределяющей поток жидкости среди механизмов; и рабочей, где энергия давления преобразуется в кинетическую, механическую или тепловую.

Основная задача гидравлической жидкости заключается в передаче механической энергии от источника к месту ее применения, с изменением силы, направления и формы энергии. Кроме этого, гидравлическая жидкость выполняет дополнительные функции в зависимости от конструкции и назначения системы. В гидравлических приводах усилие передается через жидкость, что обеспечивает мгновенное и равномерное распределение по всем направлениям.

В гидродинамической трансмиссии жидкость перемещается за счет напора жидкости т.е. механически. Энергия двигателя можно сказать трансформируется в энергичный поток жидкости в насосе

и после обратно в механическую энергию гидромотора или турбины. Механизм трансмиссии состоит из центробежного насоса и турбины. Колесо насоса вращается, жидкость попадает на лопасть турбины и начинает передавать вращательное движение. Эти передачи называют гидравлическими муфтами, гидроприводами сцепления или гидравлическими объемными передачами. При гидравлическом соединении насос и турбина соединены в один контур, и энергия передается по кратчайшему пути. Центробежный насос действует как приводной агрегат, а турбина – как силовой агрегат.

Гидравлическая муфта – это непрерывно работающая трансмиссия, в которой крутящий момент само регулируется в соответствии с требуемой нагрузкой путем изменения скорости передачи и передается на рабочий узел без изменений. При постоянном крутящем моменте степень проскальзывания увеличивается с повышением нагрузки. Для жидкостей, используемых в гидравлических муфтах и гидротрансформаторах, наиболее важной рабочей характеристикой является устойчивость к окислению, поскольку проскальзывание приводит к сильному нагреву. У гидромеханических трансмиссий, используемых в АКПП автомобиля, требования к жидкостям, с точки зрения вязкости намного выше.

Так же, как и к антифрикционным, износостойким и антиоксидантным свойствам. Сфер применения масла огромное количество, т. к. АКПП имеет много разных компонентов, таких как муфты, гидрокомпенсаторы, насосы. Масло является не только смазывающим веществом, но также и охлаждающим.

Рабочая температура масла в картере АКПП находится в диапазоне приблизительно 80–95 °С, но в жару в пробках она может достигать 150 °С. Конструкция АКПП включает в себя то, что при чрезмерной мощности, поступающей с двигателя, которая превышает необходимую для преодоления дорожного сопротивления, избытки энергии идут на внутреннее трение масла, что соответственно также увеличивает его температуру. Быстрое движение масла в гидротрансформаторе плюс высокая температура равно активная аэрация, с образованием пены, это создает условие для его окисления и коррозии механизма.

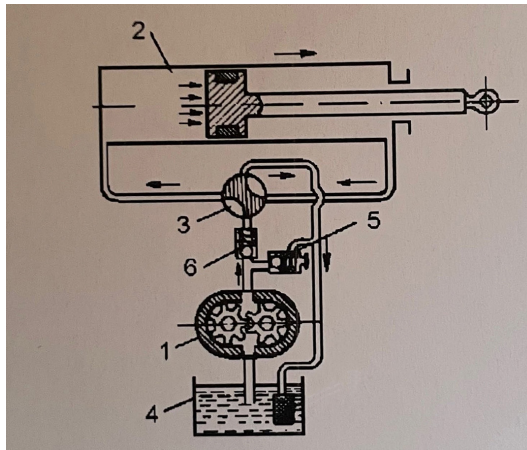


Рис. 1. Схема гидравлического усилителя руля: 1 – насос;
2 – корпус распределителя; 3 – рулевое устройство;
4 – рулевая сошка; 5 – соединительный рукав; 6 – бачок

Огромное количество материалов, используемых в трениях, например, сталь о сталь или сталь и металлокерамика, реально усложняет выбор антифрикционных примесей (добавок). Синергия различных материалов, воды и кислорода и соответственно масла создает электрохимические пары, ведущие к коррозии.

В данных сложных условиях масло обязано не только сохранять свои эксплуатационные показатели, а также защищать поверхности трения, но при этом также эффективно создавать вращающий момент, выдавая высокий КПД коробки передач. Например, для шестеренок нужна высокая вязкость, а для стабильной работы гидротрансформатора низкая (5–9 Ст при температуре в 100 °С). В тормозных системах гидравлическая жидкость в качестве рабочего тела передает энергию от главного тормозного цилиндра к колесным цилиндрам гидропривода и далее к фрикционным механизмам.

В амортизаторах используется гидравлическая жидкость, которая выполняет роль рабочего элемента, поглощая кинетическую энергию колебаний подвески автотранспортного средства и преобразуя ее в тепловую (см. рис. 2).

Основные направления совершенствования конструкций гидравлических приводов заключаются в следующем:

- увеличение рабочего давления и соответственно увеличение предельных температур эксплуатации рабочих жидкостей;
- Снижение массы привода или работа над улучшением соотношения мощности к весу, что увеличивает КПД;
- Уменьшение зазоров между механизмами рабочего состава и контактирующими поверхностями, что в свою очередь увеличивает требования к текучести жидкостей, вязкости и чистоте

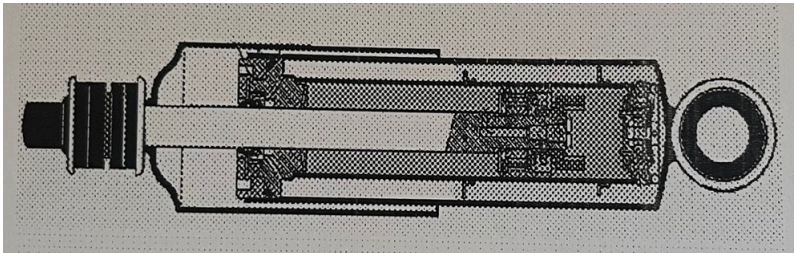


Рис. 2. Схема гидравлического амортизатора для автомобиля

Гидравлические системы, которые используются в самоходных машинах, выполняют такие функции как:

- привода рабочего органа или навесные механизмы техники (например, экскаваторы, погрузчики, автокраны и прочее);
- регулировка рабочих механизмов по выносу, высоте и т. д. (это могут быть и автогрейдеры и комбайны для уборки силоса и контейнеровозы и др.);
- привода колес или гусениц (экскаваторы, тягачи и др.);
- применение вспомогательных (тормоза, сцепление, трансмиссии, рулевое управление и др.)

Системы гидравлики могут быть классифицированы по различным критериям, включая номинальное давление, количество потоков рабочей жидкости, особенности регулирования параметров и другие аспекты.

Например, от уровня номинального давления жидкости: сверхнизкое до 1,0 МПа; низкое от 1,0 до 5,0 МПа; среднее от 5,0 до 10,0 МПа; высокое от 10,0 до 25,0 МПа; сверхвысокое выше 20,0 МПа.

Бывают гидросистемы с очень низким давлением и предназначены они для охлаждения компонентов и смазки за счет трения. В этих системах давление необходимо для преодоления трения, возникающего при перемещении жидкости по трубопроводам, для изменения потока на участках сопротивления и для подъема жидкости из накопителя к потребителю.

Системы с низким давлением используются для управления вспомогательными механизмами. Они применяются в тормозных системах, в регулировке сцеплений, в рулевом управлении и в других областях.

Гидросистемы среднего давления используются в специфических случаях, аналогично предыдущему примеру, для управления дополнительными движениями, когда возможности низкого давления оказываются недостаточными.

Бывают гидравлические системы с высоким давлением и используются они в самоходных машинах разных отраслей для регулировки положения их рабочих органов, а иногда и для привода рабочего и навесного оборудования. Эти системы также находят применение в области робототехники и манипуляторов, где они помогают активировать инструменты, перемещать обрабатываемые предметы и выполнять различные задачи. Гидросистемы с высоким давлением стали наиболее популярными в современных технологиях.

Гидравлические системы с крайне высоким давлением применяются в самоходных машинах, работающих в тяжелых условиях (таких как одноковшовые экскаваторы или тягачи), для выполнения производственных операций.

По уровню регулирования параметры бывают регулируемыми и нерегулируемыми. В зависимости от метода управления скоростью гидродвигателей выделяют дроссельное, объемное и ступенчатое регулирование. По способу регулирования скорости гидродвигателей различают дроссельное, объемное и ступенчатое регулирование. Анализируя режим работы, гидродвигатели могут быть непрерывного и циклического действия. В зависимости от количества потоков жидкости существуют однопоточные, двухпоточные и трехпоточные системы. По типу управления выделяют ручное, электрическое, механическое, гидравлическое и электрогидравлическое управление. От конструктивных особенностей зависит как, где жидкость будет

поступать от насоса к распределителю: в открытом виде к напорной камере гидродвигателя, и после завершения рабочего процесса уходит из сливной камеры в гидробак под давлением, или в закрытой системе, откуда жидкость сначала поступает к гидромотору. Закрытые системы имеют преимущества. Во-первых, они не требуют гидробака, а также уменьшают V рабочей жидкости в системе, во-вторых, снижают массу самой машины и могут исключать кавитацию в насосах, в-третьих, улучшают работу при низких температурах и могут предохранять рабочую жидкость от загрязнений и влаги из внешней среды.

Машины, выпущенные до 1900 годов отечественной промышленностью, не могли быть эксплуатируемы в суровых климатических условиях северных широт. Там очень низкие температуры, которые длятся долгого, сильный ветер, большое количество снега.

Очень низкие температуры – это большая помеха для гидравлических механизмов. Нужно увеличивать вязкость холодной рабочей жидкости, особенно после долгого простоя, который превышает 8–10 часов. В таких условиях в гидравлической системе увеличивается потеря давления, называемая гидравлическим сопротивлением потоку, и увеличивается трение в подвижных частях, что усложняет запуск гидропривода. Временной промежуток для прогрева нужно увеличивать. Например, вязкость масла МГ-15В, температура застывания которого $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$, при $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ увеличивается в 500 раз по сравнению с вязкостью при $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$. Вязкость масла МГЕ-46В, у которого температура застывания составляет $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ достигает 4300 сСт, что является пределом для пластинчатых насосов, в то время как 2300 сСт при $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ является пиком и критически сказывается на аксиально-поршневых насосах.

Показатель результативности гидропривода оценивается производительностью свойств гидравлических масел в зависимости от температуры окружающей среды. Трансформаторные масла И-12, И-12А, И-20 и И-20А застывают при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ и не обладают смазывающими качествами, соответственно применение их в гидравлических системах машин в холодное время года является не целесообразным. М-8Г2 и м-10Г2, масла которые используются в дизельных двигателях тракторов застывают при $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$. Их применяют только летом. В связи со всем вышесказанным, рабочее время землеройных

и планировочных машин с гидроприводом растет, что, в свою очередь, снижает их производительность в момент запуска.

Когда запускают двигатель в сильный мороз его насосы работают с низким КПД, что приводит к уменьшению производительности и увеличению времени, необходимого для нагрева рабочей жидкости.

Для гарантии стабильности жидкости важно уменьшить влияние неблагоприятных факторов, например, механических загрязнителей и воды. Это поможет избежать нежелательных изменений в характеристиках жидкости и сохранить ее стабильность. Продолжение исследований в данной сфере может способствовать созданию более эффективных методик для контроля качества жидкости и предотвращения ее нестабильности.

Литература

1. *Каверзин С. В.* Курсовое и дипломное проектирование по гидроприводу самоходных машин : учеб. пособие. – Красноярск : Офсет, – 1997.
2. *Седлуха Г. А.* [и др.] Влияние состояния рабочей жидкости на надежность машин с гидроприводом / Г. А. Седлуха, С. Г. Аниканов, С. Б. Волужский, С. В. Репин, А. Г. Торопов. – В кн.: Совершенствование эксплуатации и ремонта строительных и дорожных машин и механизмов с гидроприводом. – Л. : ЛДНТП, 1984.

УДК 622.6

Павел Александрович Конопатов,

студент

Станислав Геннадьевич Спиридонов,

студент

Григорий Владимирович Ильин,

студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: pkonopatov@list.ru

Pavel Alexandrovich Konopatov,

student

Stanislav Gennadievich Spiridonov,

student

Grigory Vladimirovich Ilyin,

student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: pkonopatov@list.ru

ТРАНСМИССИЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

TRANSMISSION OF AN OFF-ROAD TRUCK

В данной статье рассматриваются: тенденции развития логистической отрасли и их значения на перевозку строительных грузов и материалов. В ходе исследований были выявлены проблемы, связанные с экономической составляющей, так как вес перевозимого груза можно увеличить за счет увеличения нагрузки на седло. Большинство автомобилей, учествовавших в сравнении, имеют двигатель устаревшего экологического стандарта Евро-4, что также можно модернизировать, делая автомобиль более экологичным и современным. В ходе работы были произведены расчеты подбора шин, выбора двигателя, определения параметров трансмиссии, расчет эксплуатационных свойств, разработка седельно-сцепного устройства, расчет ведущего моста. Результатом расчетов стала разработка нового седельного тягача-цементовоза бхб с нагрузкой на седло 17 тонн отвечающего европейским экологическим стандартам.

Ключевые слова: седельный тягач, повышенная проходимость, модернизация тягача, строительные машины.

This article discusses: development trends in the logistics industry and their implications for the transportation of construction materials and cargo. The research identified problems related to the economic component, since the weight of the cargo being transported can be increased by increasing the load on the saddle. Most of the cars that were compared have an engine of the outdated Euro-4 environmental standard, which can also be upgraded, making the car more environmentally friendly and modern. During the work, calculations were made for the selection of tires, engine selection, determination of transmission parameters, calculation of operational properties, development of a fifth wheel coupling, and calculation of the drive axle.

The result of the calculations was the development of a new 6x6 cement truck tractor with a saddle load of 17 tons and meeting European environmental standards.

Keywords: tractor truck, increased cross-country ability, tractor modernization, construction machinery.

Автомобильный транспорт в России имеет свои уникальные преимущества и недостатки по сравнению с другими видами транспорта, такими как железнодорожный, воздушный и водный. Вот несколько ключевых аспектов сравнения:

Преимущества автомобильного транспорта:

1. Гибкость маршрутов: Автомобили могут передвигаться по любым дорогам и доставлять грузы или пассажиров непосредственно от двери до двери, что делает их более удобными для краткосрочных поездок и доставки.

2. Скорость на коротких расстояниях: Для небольших расстояний автомобильный транспорт может быть быстрее, чем другие виды, особенно в условиях городских пробок.

3. Доступность: Автомобили доступны в большинстве регионов, что позволяет добраться до удаленных мест, где других видов транспорта может не быть.

4. Разнообразие услуг: Существует множество вариантов – от легковых такси до грузовых автомобилей, что позволяет выбрать наиболее подходящий транспорт для конкретных нужд.

Современные тенденции строительства ставят остро вопрос поставки на объект строительных материалов, в первую очередь цемента. Так как объекты строительства зачастую находятся на большом удалении от цементных заводов для транспортировки используют специализированные автопоезда, в составе которых присутствуют седельные тягачи.

Седельный тягач – это специальный тип грузового автомобиля, предназначенный для буксировки полуприцепов. Он состоит из кабины с двигателем и задней оси, на которой установлена сцепка для подключения полуприцепа.

1. Конструкция: Тягач имеет мощный двигатель и прочную раму, что позволяет ему перевозить тяжелые грузы. Обычно он оснащен многими осями для лучшей устойчивости и распределения нагрузки.

2. Сцепное устройство: Седельный тягач оборудован специальным сцепным устройством, которое позволяет быстро и надежно соединять его с полуприцепом.

В ходе работы были сравнены показатели нескольких автомобилей для выявления закономерностей и проблем.

- Урал 4320-1121-41
- КамАЗ 53504
- КамАЗ 65221-43
- МАЗ 6425Х9-433-00
- *IVECO-AMT* 633910
- *Shacman* 6х6

Из сравнения можно понять, что седельным тягачам присущи недостатки, главным из которых является экономическая составляющая. Так как вес возможно перевозимого груза диктует максимальная нагрузка на седло, следует заметить, что этот показатель недостаточно высок и его следует увеличить, оставляя возможность перемещения по всем видам дорог. Также стоит отметить что большинство используют двигатели устаревшего экологического стандарта Евро-4.

Исходя из вышесказанного, моей задачей стало работать седельный тягач дешевле конкурентов, увеличив нагрузку на седло и соблюдая норматив Евро-5.

Для решения поставленных задач были произведены расчеты, а именно:

- выбор шин,
- выбор двигателя,
- определение параметров трансмиссии,
- расчет эксплуатационных свойств автомобиля,
- расчет основных показателей трансмиссии,
- разработка седельного-сцепного устройства,
- расчет ведущего моста.

В ходе работы были разработаны чертежи тягача-цементовоза и седла повышенной проходимости рис. 1 и рис. 2 соответственно.

Подводя итог проделанной работы, был разработан седельный тягач-цементовоз типа 6х6 с нагрузкой на седло 17 тонн, отвечающий европейским экологическим стандартам.

Основные направления усовершенствования:

- увеличение количества перевозимого груза за счет большей нагрузки на седельно-сцепное устройство;
- повышение экологической безопасности за счет установки двигателя европейского экологического стандарта Евро-5;
- экономическая эффективность внедрения данного автомобиля.

Литература

1. *Вахрушев С. И.* Строительные машины (в вопросах и ответах) – Изд-во Пермского национального исследовательского политехнического университета, 2012.
2. *Иванова Э. И., Орлова Т. К.* Строительные и дорожные машины – М. : МАДИ, 2016.
3. *Родичев В. А.* Грузовые автомобили. – М. : 2005.
4. ГОСТ 12105-74. Тягачи седельные и полуприцепы. – М.
5. *Домке Э. Р., Жесткова С. А.* Организация транспортных услуг и безопасность транспортного процесса – Пенза, 2015.
6. *Поварехо А. С.* Конструирование и расчет машин – Минск : БНТУ, 2022.

УДК 658.589

Виктория Вадимовна Лукина,

магистрант

Владислав Валерьевич Трусов,

магистрант

Кристина Сергеевна Кова,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: vika-lukina-2001@mail.ru

Viktoria Vadimovna Lukina,

Master's degree student

Vladislav Valerievich Trusov,

Master's degree student

Kristina Sergeevna Kova,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: vika-lukina-2001@mail.ru

МОДЕРНИЗАЦИЯ МАЛЯРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

MODERNIZATION OF PAINTING EQUIPMENT

В статье рассмотрен и модернизирован отделочный цикл строительства здания, а именно внутренние отделочные работы.

Строительство зданий представляет собой целый комплекс работ, целью которых является создание и возведение новых зданий и сооружений. Все виды работ, составляющих данный комплекс, по-своему сложны и требуют специальной подготовки.

Ключевые слова: грунтовочные работы, шпаклевочные работы, покрасочные работы, ЛКМ, устройство, модернизация.

The article considers and modernizes the finishing cycle of building construction, namely interior finishing works.

The construction of buildings is a whole range of works, the purpose of which is to create and erect new buildings and structures. All types of work that make up this complex are complex in their own way and require special training.

Keywords: priming works, putty works, painting works, paintwork, device, modernization.

Целью данной работы является модернизация автоматизированного устройства для проведения малярных работ. Главные технологические операции, которые будет выполнять разрабатываемое устройство – процесс грунтования поверхности, нанесение стартового и финишного шпаклевочного состава, последующая окраска поверхности лакокрасочным материалом.

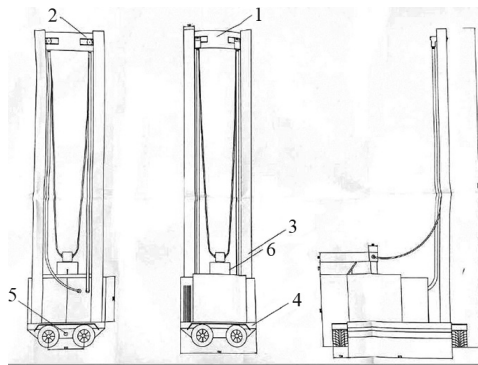
Для распыления на поверхность стен таких материалов как: грунтовка, шпатлевка и краска необходим универсальный краскопульт, подходящий для всех этих материалов, различных вязкостей.

В качестве такого устройства был взят краскопульт *Optima 650* с различными диаметрами сопел, давлением подачи воздуха на входе, расходом воздуха и факелом распыла. Чтобы осуществить качественное нанесение смесей различной вязкости, необходимо надежно закрепить краскопульты на передвигающейся панели.

Оборудование для подачи ЛКМ под давлением (красконагнетательный бак) позволяет более эффективно использовать пневматические краскораспылители, подавая в них под давлением определенное количество ЛКМ, и обеспечивает возможность регулирования его расхода через сопло. Также для полноценной работы разрабатываемого устройства понадобится компрессор подачи сжатого воздуха, чтобы обеспечивать работу краскопультов и красконагнетательного бака в разных режимах.

Для более быстрой просушки материалов в разрабатываемом устройстве будет использована микроволновая сушилка. Это поможет сократить время на просушку, предотвратит от образования плесени, гнили и других повреждений от сырости.

Для равномерного нанесения материалов на поверхность стены по всей ее длине необходимо установить лазерный уровень на ходовую часть устройства. Использование лазерного уровня позволит устройству осуществлять движение вдоль стены на строго установленном расстоянии от ее поверхности (см. рисунок).



Устройство для проведения малярных работ: 1 – устройство для крепления сменного оборудования; 2 – сменное оборудование; 3 – вертикальные консоли для перемещения сменного оборудования; 4 – ходовое устройство; 5 – лазерная установка; 6 – управляющий монитор

В связи с недостаточной автоматизацией процесса малярных работ данная работа является очень актуальной в разрешении проблем данного процесса. Проект направлен на модернизацию малярных и подготовительных работ для отделки внутренних помещений.

Литература

1. *Красовский П. С.* Строительные материалы [Текст] : учеб. пособие / П. С. Красовский. – ИНФА-М, 2021. – 256 с.
2. Строительные машины и средства малой механизации: методическое пособие. – Улан-Удэ : ГБПОУ «БЛПК», 2015. – 67 с.
3. *Прекрасная Е. П.* Технология малярных работ [Текст] : учебник / Е. П. Прекрасная. – 3-е изд. – М. : Академия, 2019. – 320 с.
4. *Черноус Г. Г.* Выполнение штукатурных и декоративных работ [Текст] : учебник / Г. Г. Черноус. – 4-е изд. – М. : Академия, 2020. – 240 с.

УДК 692.4

Александр Вячеславович Марусин,

магистрант

Иван Николаевич Фофанов,

магистрант

Александр Александрович Литвин,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: 23003220@edu.spbgasu.ru

Alexander Vyacheslavovich Marusin,

Master's degree student

Ivan Nikolaevich Fofanov,

Master's degree student

Alexander Alexandrovich Litvin,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: 23003220@edu.spbgasu.ru

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ БОРЬБЫ С ОБЛЕДЕНЕНИЕМ КРЫШ ЗДАНИЙ

ROOF DE-ICING EQUIPMENT

Зимой в регионах с умеренным климатом обледенение крыш становится распространенной проблемой. Оно может проявляться в виде наледи или накопившегося подтаявшего снега. Хотя сосульки и лед могут выглядеть безобидно, они представляют собой серьезную опасность для окружающих зданий и людей. Существует множество методов борьбы с обледенением, включая механические (ручной труд), тепловые (электрический подогрев или использование воды и пара), физико-химические (реагенты) и профилактические (изменение конструкции крыши на этапе проектирования или ремонта). Каждый из этих подходов имеет свои плюсы и минусы в отношении удобства и затрат. В данной статье рассматриваются основные причины образования наледи, а также различные способы борьбы с обледенением крыш, включая кабельные системы, предназначенные для предотвращения образования льда.

Ключевые слова: обледенение, крыши, оборудование.

Formation of ice on roofs is a significant issue during the winter months in regions with a temperate climate. This problem can appear as actual ice or as an accumulation of melting snow. While icicles and ice formations may initially seem harmless, they can pose serious risks to nearby structures and individuals. There are various strategies to address roof icing, including mechanical methods (manual labor), thermal solutions (electric heating or the application of water and steam), physicochemical approaches (using reagents), and preventive measures (altering the roof design during the initial construction or renovation). Each of these strategies is applicable but differs in terms of practicality and expense. This article explores the primary causes of ice formation, the main techniques for managing roof icing, and discusses cable systems designed to prevent ice buildup.

Keywords: ice formation, roofs, equipment.

Смена сезонов и колебания температуры в течение дня – естественные процессы, к которым люди адаптировались в различных климатических условиях. Все климатические зоны уникальны, но их объединяет способность к изменениям.

Россия характеризуется субарктическим, умеренным и субтропическим климатом, при этом большая часть страны (около 75 %) находится в зоне умеренного климата. Для умеренного климата типичны теплое и сухое лето, дождливая осень, холодная и влажная зима, а также цветущая весна. Тем не менее, в осенне-зимний и зимне-весенний периоды для этого климата характерны резкие перепады температуры. Эти колебания и значительное количество осадков создают одну из главных проблем зимнего сезона – образование наледи на различных поверхностях.

Ежегодно происходят инциденты, связанные с обрушением крыш, сходом снега и падением сосулек, что приводит к травмам людей. Упавшие сосульки могут повредить близлежащие конструкции, автомобили, а в худшем случае – привести к гибели. Образование наледи и сосулек также может вызвать повреждение кровли и водосточных систем, а в самых серьезных случаях – к полному обрушению крыши. Поэтому борьба с обледенением крыш становится особенно актуальной каждый год.

Основными причинами появления сосулек и наледи на крышах являются:

1. Изменение температуры. Повторное замерзание снега на крыше приводит к образованию льда из-за его скатывания. Циклические процессы замерзания также способствуют формированию ледяных наростов, в результате чего появляются свисающие с желобов сосульки.

2. Засорение водосточных систем. Забивание водосточков препятствует нормальному оттоку воды, что приводит к образованию ледяных пробок.

3. Неплотное прилегание кровли. Если кровля не герметично прилегает к стенам, это может привести к утечке тепла из здания, что, в свою очередь, вызывает таяние снега. При повторном замерзании образуется наледь. Кроме того, вода, проникающая в конструкцию крыши, может ослабить ее, что в конечном итоге может привести к серьезным повреждениям или обрушению.

4. Сложная форма крыши. Сложные архитектурные решения в конструкции крыши затрудняют отвод талого снега. Неправильное проектирование может также негативно сказаться на теплоизоляционных свойствах крыши, что увеличивает риск образования наледи.

Исследования продемонстрировали, что температурно-влажностные условия на чердаках оказывают значительное влияние на образование наледей и сосулек на крышах.

Для предотвращения угроз, связанных с обледенением, существует несколько основных методов:

1. Механический способ. Этот метод включает в себя использование физической силы, таких как лопаты и ломы, а также ультразвуковых и электроимпульсных технологий. Однако механическое удаление наледи может привести к повреждению кровли. Кроме того, для сброса наледи иногда требуется перекрытие улиц, что создает неудобства для жителей и может представлять опасность (рис. 1).

2. Тепловой способ. Этот метод основан на применении горячего пара или воды, а также электроподогрева. Хотя использование воды и пара является эффективным, оно требует значительных энергетических затрат, так как необходимо большое количество воды для удаления наледи. Электроподогрев можно установить как на этапе строительства, так и во время ремонта крыши, но это также требует значительных усилий и ресурсов (рис. 2).



Рис. 1. Борьба с обледенением посредством механического способа



Рис. 2. Борьба с обледенением посредством теплового способа

3. Физико-химический способ борьбы с обледенением подразумевает использование специальных химических веществ, способствующих растворению льда. Однако этот подход может привести к неконтролируемому сходу снега, что также создает определенные риски.

4. Профилактические меры могут включать изменение конфигурации и увеличение угла наклона крыши, чтобы предотвратить быстрое скатывание снега, которое может повредить водосточные системы или соседние здания. К профилактическим мерам также относится использование теплоизоляционных материалов, которые

уменьшают теплопотери в здании, но это возможно только на этапе строительства или ремонта.

При выборе метода борьбы с обледенением крыш часто отдают предпочтение электрообогреву, особенно обогреву кровли с помощью резистивного греющего кабеля. Основным преимуществом этого метода является наличие метеодатчиков, которые мгновенно реагируют на осадки и преобразуют снег в воду. Кроме того, этот способ подходит для всех типов крыш. Однако его использование связано с дополнительными затратами на электроэнергию.

В целом, для эффективной борьбы с обледенением крыш необходимо комплексно подходить к выбору методов, учитывая их преимущества, недостатки и особенности конкретного объекта.

Рассмотрим кабельные системы для предотвращения обледенения. Эта система представляет собой набор устройств, эффективно использующих кабельный обогрев для предотвращения образования наледи на строительных конструкциях. Принцип работы заключается в использовании тепла, способствующего таянию снега и стоку влаги.

Конструкция системы обогрева крыши состоит из силового кабеля с ответвлением, блока управления и защитного устройства. Кабель может быть резистивным или саморегулирующимся. Резистивный кабель обеспечивает равномерный нагрев, но его проектирование и укладка являются сложными процессами. Саморегулирующийся кабель генерирует разную интенсивность нагрева на теневой и солнечной сторонах крыши, что повышает энергоэффективность.

Система обледенения запускается с помощью блока управления, который может работать в автоматическом или полуавтоматическом режиме в зависимости от температуры воздуха. Управляющее устройство в виде термостата или метеостанции позволяет экономить электроэнергию.

Для установки кабельного антиобледенительного комплекса необходимо разработать проект в соответствии с противопожарными мерами и правилами устройства электроустановок. Все работы по прокладке и подключению кабеля должны выполняться только квалифицированными электриками. Правильно разработанный проект и качественный монтаж гарантируют долговечность конструкции и предотвращают разрушение кровли.

Проблема обледенения крыш остается актуальной и будет продолжать беспокоить в будущем. Для ее решения используются различные подходы, выбор которых зависит от доступных человеческих и финансовых ресурсов.

Традиционным методом борьбы с обледенением является ручная уборка снега и льда. Однако существует множество альтернативных способов, каждый из которых имеет свои плюсы и минусы.

Одним из наиболее эффективных решений является тепловой метод, в частности, электроподогрев с использованием резистивного кабеля. Этот подход относительно экономичен, так как затраты в зимний период будут ниже, чем расходы на химические реагенты или услуги рабочих. Другие упомянутые методы, такие как механический и физико-химический, также находят применение, поскольку в некоторых ситуациях они могут оказаться более выгодными и удобными.

В целом, для борьбы с обледенением крыш необходим комплексный подход, учитывающий особенности конкретного объекта, доступные ресурсы и эффективность различных методов.

Литература

1. Дружинин П. В., Юрчик Е. Ю. Механизм образования наледей и сосулек на крышах домов // Техничко-технологические проблемы сервиса. 2012. № 1(19). С. 66–71.
2. Овсянникова В. А., Школяр Ф. С. Техничко-экономический анализ конструктивного решения утепления кровли // В сб.: Неделя науки ИСИ. Материалы Всероссийской конференции в 3-х частях. Инженерно-строительный институт Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого. СПб., 2021. С. 48–50.
3. Barabanshchikov Yu. G., Belkina T. V., Muratova A. S. The influence of the temperature and the structure of snow on the roof covering // Construction of Unique Buildings and Structures. 2018. № 7(70). С. 60–71.
4. Сулова А. Д., Сивохин А. Д. Нестационарный продух как способ предотвращения наледи на кровле // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2014. № 5(20). С. 54–64.
5. Горшков А. С. Причины образования ледяных дамб на крышах зданий // Кровельные и изоляционные материалы. 2014. № 6. С. 34–37.

УДК 691.32

Алексей Владиславович Николаев,

магистрант

Евгений Дмитриевич Ильчик,

магистрант

Тимофей Андреевич Егоров,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: 23003212@edu.spbgasu.ru

Aleksey Vladislavovich Nikolaev,

Master's degree student

Evgeniy Dmitrievich Ilchik,

Master's degree student

Timofei Andreevich Egorov,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: 23003212@edu.spbgasu.ru

**УНИВЕРСАЛЬНЫЕ ПРЕДПРИЯТИЯ
ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ БЕТОНА
И ЖЕЛЕЗОБЕТОНА**

**UNIVERSAL ENTERPRISES FOR THE MANUFACTURE
OF CONCRETE AND REINFORCED
CONCRETE PRODUCTS**

Монолитное строительство, включая жилищное, административное, промышленное и торговое, представляет собой важную составляющую современной российской экономики. В связи с этим особенно актуален вопрос его дальнейшего развития в текущих экономических реалиях. На ближайшие годы прогнозируется значительный рост монолитного строительства – до 110 %. Однако, помимо увеличения объемов строительства, важно также обратить внимание на снижение себестоимости работ. Этого можно достичь за счет применения сборных железобетонных конструкций. Широкое использование железобетонных изделий в нынешнем строительстве определено его значительными техническими и экономическими преимуществами по сравнению с другими материалами. Поэтому одной из ключевых задач для развития экономики является повышение производительности предприятий, занимающихся выпуском железобетонных изделий и конструкций.

Ключевые слова: монолитное строительство, жилищное строительство, административное строительство, промышленное строительство, торговое строительство.

Monolithic construction, including housing, administrative, industrial and commercial, is an important component of the modern Russian economy. In this regard, the issue of its further development in the current economic realities is especially relevant. In the coming years, a significant increase in monolithic construction

is projected – up to 110%. However, in addition to increasing the volume of construction, it is also important to pay attention to reducing the cost of work. This can be achieved through the use of precast reinforced concrete structures. The widespread use of reinforced concrete in modern construction is due to its significant technical and economic advantages compared to other materials. Therefore, one of the key tasks for the development of the economy is to increase the productivity of enterprises engaged in the production of reinforced concrete products and structures.

Keywords: monolithic construction, housing construction, administrative construction, industrial construction, commercial construction.

Производство бетонных и железобетонных конструкций осуществляется на специализированных заводах или полигонах. Этот процесс состоит из ряда основных этапов:

- подготовка бетонной смеси;
- изготовление арматуры и каркасов из арматуры;
- армирование железобетонных изделий;
- формование;
- температурно-влажностная обработка;
- декоративная отделка лицевой стороны изделий.

Панели внешних стен могут проходить дополнительный этап – укладку теплоизоляционного материала в панель во время сборки отдельных элементов или формования изделий, что зависит от конструкции панелей.

В современной технологии сборного железобетона выделяются три основных схемы организации этих процессов, которые различаются методом формования изделий.

Создание изделий в стационарных формах. Все технологические процессы – начиная от сборки форм и заканчивая распалубкой окончательно затвердевших изделий – выполняются в одном и том же месте. К этому методу относятся:

- формирование изделий на горизонтальных стандах;
- формирование в пресс-формах;
- изготовление продукции в кассетах.

Производство изделий в подвижных формах. Определенные технологические процессы формования или их совокупность выполняются на специализированных рабочих местах. Сначала форма, а затем и изделие вместе с формой перемещаются от одного рабочего

места к другому по мере завершения отдельных этапов. В зависимости от уровня разделения общего технологического процесса формирования изделий на отдельные стадии различают конвейерный и поточно-агрегатный методы.

Конвейерный метод предполагает максимальное разделение операций. В этом случае большинство стадий формирования происходит на одном и том же рабочем месте, образуя технологическую линию. Поточно-агрегатный метод, в свою очередь, отличается тем, что несколько операций (например, укладка арматуры и бетонной смеси, уплотнение раствора и в некоторых случаях другие действия) выполняются на одном рабочем месте.

Совсем новым способом является метод непрерывного формирования. Этот подход отличается высокой трудовой продуктивностью, низким потреблением металла и значительным количеством выпущенной продукции на одну единицу производственной площади предприятия. Непрерывное формирование выполняется с использованием вибропрокатного стана.

Разберем универсальное предприятие на примере предприятия ЖБИ-4.

Завод железобетонных изделий № 4 входит в состав ОАО «ПО „Баррикада“», которое, в свою очередь, является частью Группы ЛСР.

ОАО «ПО „Баррикада“» – крупнейший изготовитель железобетонных изделий в Северо-Западном федеральном округе. Компания была основана в 1907 году и имеет 6 производственных объектов: 5 расположены в Санкт-Петербурге и 1 в Ленинградской области. Ассортимент продукции компании насчитывает свыше 5000 наименований.

Завод ЖБИ № 4 расположен в Санкт-Петербурге по адресу Октябрьская набережная, дом 42. Площадь завода составляет 23 гектара.

Мощности завода позволяют производить до 1000 кубометров железобетонных изделий в сутки. В формовочных цехах производят следующую продукцию:

- дорожные и аэродромные плиты;
- сваи, колонны;
- пустотные настилы;

- вентиляционные блоки;
- стеновые панели;
- напорные трубы и другие железобетонные изделия.

Данная продукция находит применение в жилом, гражданском, промышленном и дорожном строительстве. В ОАО «ПО „Баррикада“» трудится свыше 1800 сотрудников, а на заводе ЖБИ № 4 – более 700 человек.

Структура завода ЖБИ-4 делится на три условные категории: основное производство, вспомогательное производство и управление заводом. Элементы основного и вспомогательного производства завода ЖБИ-4 (рис. 1).

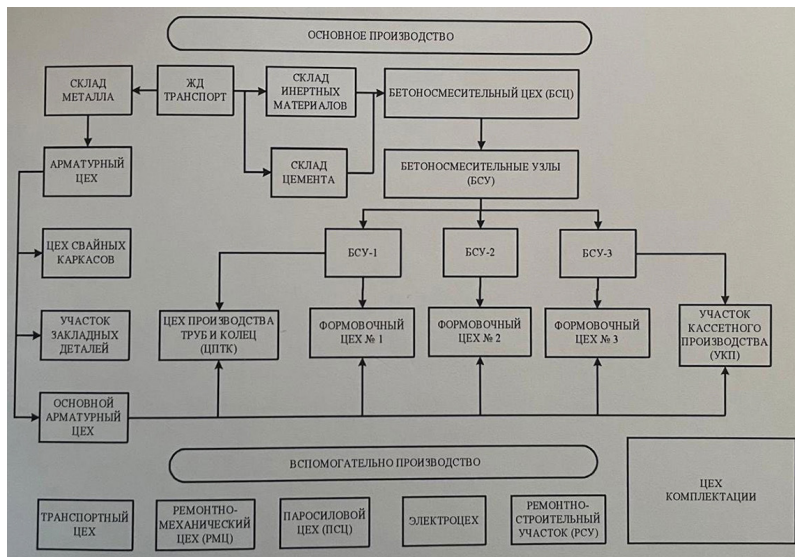


Рис. 1. Элементы основного и вспомогательного производств завода ЖБИ-4 ОАО «ПО „Баррикада“»

Основные виды железобетонных изделий создаются по единой технологии, которая включает несколько этапов:

1. Производство и подача бетонной смеси в формовочный цех (бетоносмесительный цех).

2. Изготовление и доставка в формовочный цех арматурных сеток, каркасов, стержней и закладных деталей (арматурный цех).

3. Создание изделий в формовочном цехе.

4. Разгрузка на склад готовой продукции (СГП) и отгрузка покупателю силами цеха комплектации.

Технологическая линия бетоносмесительного цеха предназначена для производства бетонной смеси (рис. 2).

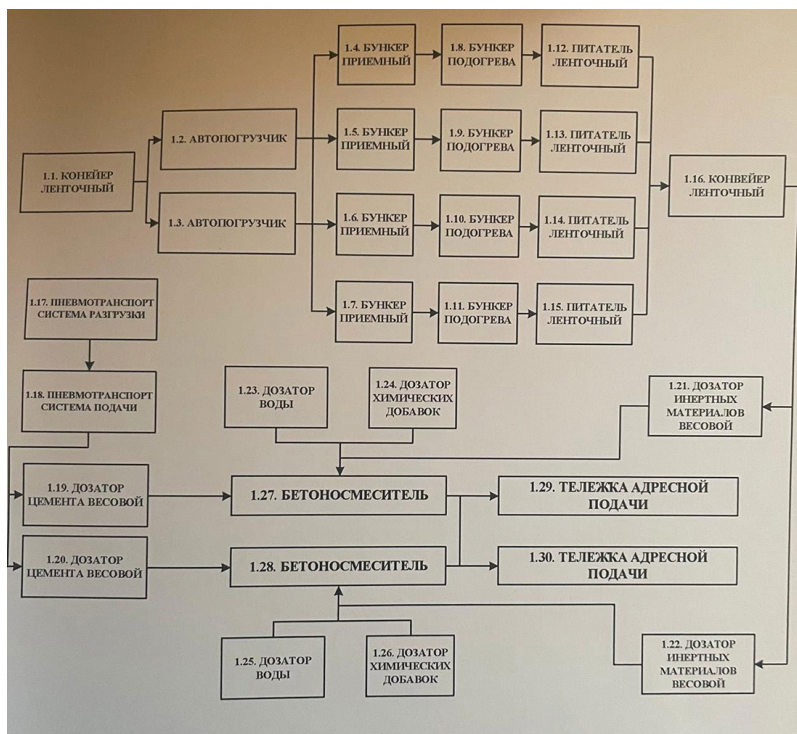


Рис. 2. Схема включения оборудования технологической линии бетоносмесительного цеха

Технологические линии формовочных цехов различны в зависимости от выпускаемой продукции.

В цеху готовой комплектации готовые изделия поступают с помощью телеги вывозной. Разгрузка на склад готовой продукции осуществляется с использованием грузоподъемных кранов.

В целом, переоснащение технологической линии по производству плит ПАГ-18 на ЖБИ-4 является актуальным и перспективным проектом. Он позволит расширить ассортимент выпускаемой продукции и удовлетворить потребности рынка в современных строительных материалах высокого качества.

Для успешной реализации проекта необходимо провести детальный анализ текущего состояния оборудования, разработать план модернизации и ремонта, а также обеспечить соответствие выпускаемой продукции требованиям ГОСТ и ТУ.

Литература

1. *Репин С. В., Крупин С. А.* Анализ структурной надежности технологической линии предприятия по производству ЖБИ // в кн. «Актуальные проблемы современного строительства» : сб. докладов Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых / СПбГАСУ. – В 3 ч. 4.1. – СПб., 2011. – С. 159–162.
2. *Репин С. В.* Автоматизированная система управления состоянием основных фондов строительства / С. В. Репин, К. В. Рулис, А. В. Зазыкин, Н. К. Ховалыг, С. А. Скакун // Промышленное и гражданское строительство. – 2008. – № 2. – С. 27–28.
3. *Репин С. В.* Методология совершенствования эксплуатации строительных машин : монография. – СПб. : СПбГАСУ. – 2005. – С. 172.
4. *Фадеев А. В.* Надежность оборудования и технологических линий / А. В. Фадеев, С. А. Крупин // Доклады 68-й конф. профессоров, преподавателей, науч. работников, инженеров и аспирантов ун-та. – СПб. : СПбГАСУ. – 2011. – С. 215–218.
5. *Евтюков С. А.* Повышение эффективности основных технологических процессов производства арматуры железобетонных конструкций / СПбГАСУ. – СПб. – 1998. – 162 с.

УДК 625.7689

Олег Игоревич Павлов,

магистрант

Дмитрий Леонидович Ильчик,

магистрант

Александр Владимирович Еремеев,

магистрант

Максим Андреевич Пронин,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: 23003213@edu.spbgasu.ru

Oleg Igorevich Pavlov,

Master's degree student

Dmitriy Leonidovich Ilchik,

Master's degree student

Alexander Vladimirovich Ereemeev,

Master's degree student

Maxim Andreevich Pronin,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: 23003213@edu.spbgasu.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕМОНТНО- ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ БАЗЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ENHANCEMENT OF THE REPAIR AND MAINTENANCE INFRASTRUCTURE FOR ROAD MANAGEMENT

Статья посвящена актуальной проблеме совершенствования ремонтно-эксплуатационной базы по содержанию автомобильных дорог. В ней анализируются современные тенденции развития дорожного хозяйства, описываются ключевые факторы, влияющие на эффективность ремонта и содержания дорог, а также предлагаются практические рекомендации по оптимизации процессов и улучшению инфраструктуры. Автор подчеркивает необходимость инновационных подходов к организации работы дорожных служб, внедрению современных технологий и оборудования для повышения качества дорожного покрытия и обеспечения безопасности движения.

Ключевые слова: ремонтно-эксплуатационная база, содержание автомобильных дорог, дорожное хозяйство, инфраструктура, инновации, технологии, оборудование, качество дорожного покрытия, безопасность движения, оптимизация.

This article addresses the pressing issue of enhancing the repair and maintenance infrastructure for road management. It analyzes current trends in the development of road infrastructure, identifies key factors impacting the effectiveness of road repair and maintenance, and offers practical recommendations for optimizing processes and improving infrastructure. The author emphasizes the need for innovative

approaches to organizing road services, integrating modern technologies and equipment to improve road quality and ensure road safety.

Keywords: repair and maintenance base, road maintenance, road infrastructure, infrastructure, innovations, technologies, equipment, road surface quality, road safety, optimization.

Хорошо спроектированная автомагистраль, предназначенная для определенной категории транспортных средств, будет требовать минимального технического обслуживания. Характер и объем необходимых работ будут зависеть от степени износа дорожного покрытия, наиболее распространенной дорожной характеристикой, используемой для оценки этого, является «шероховатость».

Обычно считается, что ухудшение состояния дороги выражается в ее неровностях с течением времени под воздействием дорожного движения. По мере увеличения шероховатости, расходы пользователей дорог возрастают.

В контексте обеспечения долговечности и функциональности дорожной инфраструктуры, ключевую роль играет систематическое техническое обслуживание. Для эффективного управления дорожным полотном, принято выделять несколько уровней обслуживания, каждый из которых направлен на решение конкретных задач: текущее обслуживание, этот уровень включает в себя регулярные работы, направленные на поддержание работоспособности дорожного покрытия.

Сюда входят уборка дорожного полотна, проверка дренажной системы, и мелкие ремонтные работы. периодическое обслуживание/ремонт, осуществляется с определенной периодичностью, в зависимости от состояния дорожного покрытия.

Грунтовые дороги составляют значительную часть дорожной сети, особенно в сельской местности. Их эффективное содержание имеет решающее значение для обеспечения комфорта и безопасности дорожного движения, а также для продления срока службы дорожного полотна.

Правильное формирование и сохранение поперечного профиля является первостепенной задачей. Несоблюдение этого требования приводит к формированию колеи (как продольной, так и поперечной), ухудшая качество движения и увеличивая износ дороги.

Повышенная пыльность является характерной чертой грунтовых дорог, особенно в сухую погоду. Для смягчения этой проблемы применяют разбрызгивание воды или используют специальные материалы, предназначенные для подавления пыли.

В случае сельских дорог с низким трафиком, работы по поддержанию поперечного профиля могут выполняться вручную: добавкой грунта и прикатыванием для восстановления проектной формы.

Для дорог с более интенсивным движением транспорта применяют автогрейдеры и волокнистые железные пластины или уголковыми железами.

Регулярное техническое обслуживание грунтовых дорог позволяет сохранить их функциональность, продлить срок службы и обеспечить комфортные и безопасные условия движения.

Обслуживание гравийных и болотных дорог играет важную роль в транспортной инфраструктуре, особенно в отдаленных и труднодоступных районах. Этот процесс требует специфического подхода, аналогичного ремонту грунтовых дорог. Техническое обслуживание таких дорог включает в себя несколько ключевых операций. Во-первых, необходимо заполнять утраченный материал, так как в процессе эксплуатации может происходить вымывание или оседание гравия, что приводит к образованию ям и неровностей. Регулярное заполнение утраченного материала помогает поддерживать равномерную поверхность. Во-вторых, профилирование дороги позволяет выравнивать поверхность для обеспечения правильного стока воды и уменьшения риска образования луж и грязи. Также важно периодически добавлять новый гравий, укладывая сыпучую массу толщиной 25–75 мм, что рекомендуется делать каждые 2–5 лет в зависимости от интенсивности движения и климатических условий. Завершающим этапом обслуживания является прикатка поверхности дороги, что улучшает сцепление колес с дорогой и продлевает срок службы покрытия.

В некоторых регионах, таких как Индия, активно используются дороги с непокрытым щебнем, которые подвержены воздействию воды. Это может привести к ухудшению качества дорожного покрытия и возникновению различных дефектов. Распространенные дефекты включают гон, который представляет собой образование канавок или углублений в колесных дорожках, затрудняющих движение

и увеличивающих риск повреждения транспортных средств. Выбоины, образующиеся в результате разрушения покрытия, могут представлять серьезную опасность для водителей. Гофры – это неровности на поверхности дороги, вызывающие дискомфорт при движении и увеличивающие износ шин. Равеллинг – процесс разрушения верхнего слоя покрытия, когда отдельные частицы щебня начинают высыпаться, что ухудшает сцепление колес с дорогой. Повреждение краев, проявляющееся в трещинах по краям дороги, может привести к дальнейшему разрушению покрытия и необходимости более серьезного ремонта.

Таким образом, обслуживание гравийных и болотных дорог требует регулярного внимания и квалифицированного подхода. Понимание основных операций по техническому обслуживанию и распространенных дефектов поможет дорожным службам эффективно поддерживать инфраструктуру в надлежащем состоянии, обеспечивая безопасность и комфорт для всех пользователей дорог.

Смешанные условия движения, такие как пыль летом и слякоть во время муссонов, оказывают значительное влияние на состояние дорожного покрытия. Гравийные дороги требуют особого внимания к ремонту колеи, который включает несколько этапов. Скарификация помогает подготовить поверхность для ремонта, удаление рыхлых камней создает более ровную основу, а заполнение колеи частично восстановленным и свежим материалом улучшает сцепление и прочность покрытия. Прикатка с влагой способствует уплотнению материала и предотвращает его дальнейшее разрушение, а насыпка слоя песка толщиной 6 мм помогает улучшить дренаж и уменьшить пыление. Выбоины, возникающие из-за некачественного материала или провала земляного полотна, требуют заплаточного ремонта, который включает заполнение выбоин прямоугольной формы подходящим материалом для обеспечения долговечности. Гофры, создающие неровности на поверхности дороги, можно устранить, удалив излишки материала с помощью перетаскивания или метлы, что восстанавливает ровность покрытия. Для предотвращения трещин рекомендуется ослепление хорошим связующим материалом и полив, что помогает удерживать влагу и улучшать сцепление. Повреждение краев дороги требует немедленного вмешательства, и восстановление поддержки плеча необходимо для предотвращения дальнейше-

го разрушения покрытия. Периодическое обновление поверхности *WBM (Water Bound Macadam)* желательно проводить каждые 3–6 лет для поддержания качества дороги.

Битумные дороги также подвержены разрушению из-за различных факторов, таких как дорожное движение, погодные условия и ухудшение состояния грунтовых покрытий. Заплаточный ремонт включает латание выбоин и локальных повреждений и может составлять до 25 % площади поверхности в год. Для этого используются различные смеси, такие как премикс для песка или паттинг для проникновения. Обработка поверхности направлена на обновление слоя покрытия, когда заплаточный ремонт становится нерентабельным, что также может повысить сопротивление скольжению. Использование стандартных спецификаций на липкое покрытие, грунтовое покрытие и герметизирующее покрытие позволяет обеспечить качественный результат.

Когда дорожное покрытие сильно испорчено, необходимо проектировать и обеспечивать новое покрытие достаточной толщины для восстановления функциональности дороги и продления ее срока службы. Регулярное техническое обслуживание и своевременный ремонт как гравийных, так и битумных дорог являются ключевыми факторами для обеспечения безопасности и комфорта пользователей дорожной инфраструктуры.

Уход за бетонными покрытиями требует внимания, несмотря на их долговечность и низкие эксплуатационные расходы. Трещины могут возникать по разным причинам. Усадочные трещины появляются в результате усадки бетона при высыхании и обычно не требуют серьезного вмешательства, если не превышают определенные размеры. Деформирующиеся трещины возникают из-за перепадов температур или нагрузки от колес, тогда как структурные трещины, появляющиеся в углах и по краям покрытия, могут указывать на недостаточную толщину бетона и требуют серьезного внимания. Для заполнения средних и широких трещин рекомендуется использовать эпоксидную затирку с низкой вязкостью. Перед заполнением важно очистить трещины от пыли с помощью сжатого воздуха. После заполнения трещин можно покрыть их песком или мелким щебнем для защиты от механических повреждений.

Обслуживание швов включает восполнение утраченного герметика, удаление поврежденного наполнителя и введение свежего наполнителя, который заливается с избыточной высотой и посыпается песком для уплотнения. При устранении локальных дефектов, таких как уплотнения и неровности, следует использовать растворы на основе эпоксидных смол и бетона. Области ремонта должны быть обрезаны до вертикального состояния, а затем укладывается и утрамбовывается свежий бетон.

При скоплении воды в земляном полотне может возникнуть выброс грязи через стыки и трещины, что требует заделки и герметизации дефектных участков. Для предотвращения повторного повреждения используется грязевой подъем, при котором в плите сверлятся отверстия и заполняются раствором (цементным или битуминозным). Если поверхность становится скользкой, можно восстановить противоскользящие свойства, вырезая канавки с помощью специализированного оборудования. Закладывающую смесь эпоксидного раствора можно использовать для заполнения отколов, однако это эффективно только при глубине трещины не более одной трети глубины перекрытия. Регулярный уход и своевременный ремонт бетонных покрытий являются ключевыми факторами для продления их срока службы и обеспечения безопасности дорожного движения. Правильное обслуживание помогает предотвратить более серьезные проблемы и сократить затраты на капитальный ремонт в будущем.

Система управления техническим обслуживанием (*MMS*) представляет собой важный инструмент для эффективного управления техническим обслуживанием автомагистралей. Учитывая множество этапов и факторов, связанных с эксплуатацией дорожной сети, системный подход к разработке программы технического обслуживания становится необходимым.

Одним из таких решений является компьютерный пакет, известный как «Система управления дорожным покрытием», который был создан для оптимального распределения ресурсов, необходимых для поддержания и улучшения состояния дорог.

Эта система включает в себя несколько ключевых компонентов. Во-первых, она содержит базовый банк данных о дорогах, который служит основой для анализа и принятия решений. Далее, модель про-

изводительности дорожного покрытия позволяет оценивать текущее состояние дорог и предсказывать их поведение в будущем, что помогает планировать необходимые мероприятия по обслуживанию. Выбор уровней технического обслуживания дает возможность адаптировать программу к конкретным условиям и требованиям, а изменение приоритетов обслуживания позволяет эффективно перераспределять ресурсы в зависимости от бюджета и актуальных потребностей.

Многие организации по всему миру разработали свои собственные версии *MMS* и успешно внедрили их для повышения качества обслуживания дорожной инфраструктуры. Эти системы помогают не только в планировании работ, но и в управлении финансами, что позволяет более рационально использовать бюджетные средства. Внедрение таких технологий способствует увеличению безопасности на дорогах и продлению срока службы дорожного покрытия, что в конечном итоге приводит к снижению затрат на капитальный ремонт и улучшению общего качества дорожной сети. Системы управления техническим обслуживанием становятся незаменимыми помощниками для дорожных служб, позволяя им эффективно справляться с вызовами современного транспортного потока и обеспечивать надежность автодорог.

Литература

1. Васильев А. П., Сиденко В. М. Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения. М. : Транспорт, 2012. 301 с.
2. ЕНиР, сб. Е-20 : Ремонтно-строительные работы. Вып. 2: Автомобильные дороги и искусственные сооружения. М. : Прескурантиздат, 2019. 62 с.
3. ЕНиР, сб. Е-17 : Строительство автомобильных дорог. Госстрой. М. : Стройиздат, 2015. 48 с.
4. СНиП 2.05.02-85*. Автомобильные дороги. М. : Стройиздат, 2022. 150 с.
5. Организация движения и ограждение мест производства дорожных работ. М., 2023.

УДК 625.765

Ирина Юрьевна Павлова,

магистрант

Илья Валерьевич Фурыгин,

магистрант

Екатерина Игоревна Литвинова,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: irinayuvn@mail.ru

Irina Yurevna Pavlova,

Master's degree student

Ilya Valerievich Furygin,

Master's degree student

Ekaterina Igorevna Litvinova,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: irinayuvn@mail.ru

РАЗРАБОТКА ГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО РЫХЛИТЕЛЬНОГО НАВЕСНОГО ОБОРУДОВАНИЯ БУЛЬДОЗЕРА

DEVELOPMENT OF HYDRODYNAMIC RIPPER ATTACHMENT OF BULLDOZER

В данной статье рассматривается вопрос разработки модернизированного оборудования бульдозера, который широко применяется в строительной и горнодобывающей сферах.

Бульдозер играет ключевую роль во многих производственных процессах, поэтому его обновление может значительно улучшить эффективность работы. В ходе исследования выявлены существующие проблемы, предложены возможные способы их решения, а также представлена новая технология, которая может быть использована для модернизации оборудования бульдозера.

Главная цель данного исследования – улучшить оборудование бульдозера с целью повышения эффективности его работы и снижения затрат на обслуживание

Ключевые слова: бульдозер, земляные работы, гидравлическая система.

This paper deals with the development of modernized equipment of bulldozer, which is widely used in construction and mining industries.

Bulldozer plays a key role in many production processes, so its upgrading can significantly improve the efficiency of operation. The study identifies existing problems, suggests possible solutions, and presents a new technology that can be used to upgrade bulldozer equipment.

The main objective of this study is to improve the bulldozer equipment in order to improve its operating efficiency and reduce maintenance costs

Keywords: bulldozer, earthworks, hydraulic system.

Бульдозер – это тяжелая специализированная землеройная машина, предназначенная для перемещения почвы и различных материалов на большие расстояния. Он широко применяется в строительстве, горнодобывающей и лесной отраслях, а также в сельском хозяйстве.

Устройство бульдозера включает в себя каркас, двигатель, гусеничное шасси, кабину оператора, гидравлическую систему управления и рабочее оборудование, состоящее из отвала и рыхлителя. Отвал представляет собой металлическую лопату, прикрепленную к каркасу бульдозера, и используется для передвижения почвы вперед и назад. Рыхлитель находится под отвалом и служит для разрыхления почвы перед отвалом. Управление бульдозером осуществляется оператором из кабины, который использует гидравлическую систему для подъема и опускания отвала и рыхлителя, а также для движения бульдозера. Вся работа осуществляется при помощи рычагов и педалей, расположенных в кабине.

Одним из рабочих органов бульдозера является рыхлитель, ключевой элемент, применяемый для разрыхления и перемещения почвы в процессе земляных работ. Этот инструмент крепится на раму основной машины или на задней части ее ходовой части и может отличаться по размерам и конструкции в соответствии с моделью бульдозера и условиями его использования (рис. 1).

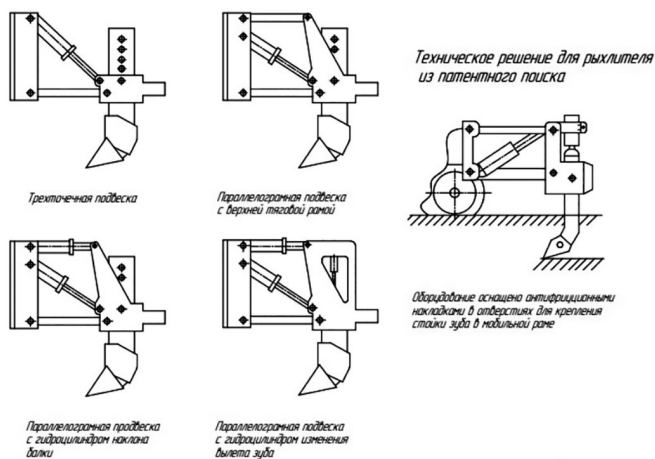


Рис. 1. Варианты расположения рыхлительного оборудования

Совершенствование бульдозера рыхлителя на базе трактора Т-170 достигается путем модернизации конструкции рыхлителя для повышения эффективности и производительности работ, а точнее, установки на раму рыхлителя гидромолота, что приведет к повышению производительности и эффективности работы навесного оборудования, так как уменьшится трудоемкость рыхления грунта.

Расчетная нагрузка для определения усилий на гидроцилиндрах рыхлителя – это усилие подъема или заглубления зубьев, она определяется из условия устойчивости трактора в статическом положении при опрокидывании.



Усилие в гидроцилиндрах при заглублении зубьев РГЦ = 88 365 Н,
при выглублении РГЦ = 36 200 Н.

Литература

1. Домбровский Н. Г., Гальперин М. И. Землеройно-транспортные машины : учебник. – М. : Машиностроение, 2021. – 273 с.
2. Щемелев А. М. Проектирование гидропривода : метод. указания для выполнения курсовой работы по гидроприводу. – Могилев ММИ, 2019, 73 с.
3. Бондаков С. А. Справочник конструктора дорожных машин / Б. Ф. Бондаков, С. А. Варганов, М. Р. Гарбер [и др.]; под ред. И. П. Бородачева: 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2020. – 504 с.

УДК 666.97

Ольга Викторовна Павлова,
магистрант
Ирина Владимировна Еремеева,
магистрант
Марат Алексеевич Захаров,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 23003220@edu.spbgasu.ru

Olga Viktorovna Pavlova,
Master's degree student
Irina Vladimirovna Eremeeva,
Master's degree student
Marat Alekseevich Zakharov,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 23003220@edu.spbgasu.ru

НОВАЯ КОНСТРУКЦИЯ ВИБРОПЛОЩАДКИ

NEW VIBRATION PLATFORM DESIGN

В данной работе представлена новая конструкция виброплощадки, разработанная для повышения эффективности уплотнения грунтов и асфальтовых покрытий. Виброплощадка оснащена современными технологиями, позволяющими оптимизировать процесс вибрации и улучшить распределение нагрузки на поверхность. Основное внимание уделено инновационным решениям в области механики и материаловедения, что позволяет значительно увеличить срок службы устройства и снизить уровень вибраций, передаваемых на операторов. Проведенные испытания подтвердили высокую производительность новой конструкции, а также ее надежность в различных условиях эксплуатации. Результаты исследования могут быть полезны как для производителей строительной техники, так и для специалистов в области гражданского строительства.

Ключевые слова: виброплощадка, уплотнение грунтов, асфальтовые покрытия, механика, материалы, инновационные технологии, производительность, надежность, гражданское строительство, строительная техника.

This document explores the use of vibratory plates in the compaction of soils and asphalt surfaces. It delves into the mechanics behind soil compaction, the materials involved, and the innovative technologies that enhance performance and reliability in civil engineering projects. The focus is on the efficiency of vibratory plates in various construction applications, highlighting their importance in achieving optimal compaction results and improving overall productivity in construction practices.

Keywords: vibratory plates, soil compaction, asphalt surfaces, civil engineering, compaction efficiency, construction applications, innovative technologies, productivity improvement, reliability, construction productivity.

Виброплощадки играют ключевую роль в различных отраслях промышленности, особенно в строительстве и производстве, где их применяют для уплотнения бетона, улучшения плотности сыпучих материалов и проведения испытаний на прочность и устойчивость. Эти устройства позволяют достичь высокой степени уплотнения материалов, что важно для качества готовой продукции. Однако, несмотря на широкое применение, большинство существующих виброплощадок обладают рядом недостатков, таких как недостаточная производительность, повышенная нагрузка на операторов и ограниченная долговечность оборудования.

На сегодняшний день существует потребность в модернизации виброплощадок, так как традиционные конструкции не всегда отвечают требованиям современных технологий и повышенных стандартов безопасности. Существующие конструкции зачастую требуют значительных затрат на обслуживание и ремонт, что увеличивает эксплуатационные расходы и снижает рентабельность оборудования. Кроме того, высокая вибронагрузка, передающаяся от площадки на операторов, приводит к риску профессиональных заболеваний и снижает уровень безопасности на производстве.

В связи с этим разработка новой конструкции виброплощадки является актуальной задачей, направленной на повышение эффективности, безопасности и долговечности устройства. В данной статье будет рассмотрена инновационная конструкция виброплощадки, отличающаяся улучшенной виброизоляцией, повышенной стабильностью и экономичностью. Новая конструкция призвана решить основные проблемы, присущие стандартным виброплощадкам, и удовлетворить современные потребности производства.

Существующие конструкции виброплощадок различаются по техническим характеристикам и принципам работы, что позволяет использовать их в различных сферах промышленности. Наиболее распространенные типы виброплощадок можно разделить на несколько категорий, каждая из которых имеет свои особенности, преимущества и недостатки. Рассмотрим основные типы виброплощадок и их ключевые характеристики.

Основные типы виброплощадок:

1. **Электромеханические виброплощадки** – оснащены электромеханическим вибратором, который генерирует колебания для уплотнения

материалов. Электромеханические виброплощадки отличаются высокой производительностью и подходят для непрерывной работы, однако имеют высокий уровень шума и вибрации, передаваемой на оператора.

2. Пневматические виброплощадки – используют пневматические вибраторы, работающие от сжатого воздуха. Этот тип виброплощадок отличается хорошей адаптивностью и возможностью регулировки частоты колебаний. Однако, несмотря на преимущества, такие конструкции требуют дополнительных затрат на оборудование для подачи воздуха и обслуживание пневматических систем.

3. Гидравлические виброплощадки – основаны на использовании гидравлических приводов, которые создают вибрацию. Они обладают высокой мощностью и стабильностью, но имеют сложную конструкцию и требуют более сложного и дорогого обслуживания по сравнению с другими типами.

4. Электромагнитные виброплощадки – используют электромагнитные вибраторы, которые позволяют точно контролировать амплитуду и частоту колебаний. Эти виброплощадки особенно эффективны для точных и деликатных операций, но ограничены в грузоподъемности и менее универсальны для тяжелых материалов.

Сравнение основных типов виброплощадок

Тип виброплощадки	Преимущества	Недостатки	Область применения
Электро-механическая	Высокая производительность	Высокий уровень шума и вибрации	Строительство, производство бетона
Пневматическая	Регулируемая частота колебаний	Требуется оборудование для подачи воздуха	Сыпучие материалы, малый и средний вес
Гидравлическая	Высокая мощность и стабильность	Сложное обслуживание и высокая стоимость	Тяжелые материалы, металлургия
Электро-магнитная	Точный контроль амплитуды и частоты	Ограниченная грузоподъемность	Точные работы, лабораторные испытания

Эти типы виброплощадок, несмотря на свои достоинства, имеют и определенные недостатки, которые требуют решений для повышения эффективности и безопасности.

Новая конструкция виброплощадки разрабатывалась с целью решения ряда проблем, присущих традиционным моделям, таких как высокая вибронагрузка на операторов и окружающее оборудование, а также недостаточная производительность при обработке различных типов материалов. Главным отличием новой модели является гибридная вибрационная система, которая сочетает электромеханический и пневматический приводы. Это позволяет настроить вибрацию под конкретные условия работы и типы материалов, чтобы добиться оптимальной частоты и амплитуды колебаний. Таким образом, универсальность виброплощадки значительно расширяется: одно устройство может быть эффективно использовано в разных сферах без необходимости адаптации или дополнительного оборудования.

Для снижения вибрационного воздействия на оператора и окружающие объекты была применена новая система виброизоляции. Специальные амортизирующие материалы и демпферы помогают удерживать вибрации внутри рабочей зоны виброплощадки, предотвращая их распространение на основание и объекты вокруг. Это снижает риск возникновения профессиональных заболеваний у операторов и повышает безопасность рабочего процесса, что особенно актуально при длительном использовании оборудования. Также система управления виброплощадкой была модернизирована, теперь она оснащена интеллектуальной программируемой платформой, позволяющей автоматически подбирать нужные параметры вибрации под каждый тип материала. В процессе работы параметры контролируются сенсорами, которые в реальном времени отслеживают уровень вибрации и другие важные показатели, сигнализируя о любых отклонениях от нормы.

Конструкция виброплощадки стала более прочной и легкой благодаря использованию высокопрочных металлов с антикоррозийным покрытием. Это не только увеличивает срок службы устройства, но и снижает его вес, что облегчает транспортировку и установку. Новая рама спроектирована таким образом, чтобы равномерно распределять вибрационные нагрузки по всей рабочей площади, что улучшает

однородность уплотнения материалов, обеспечивая их лучшее качество обработки.

Также стоит отметить экономичность новой виброплощадки: благодаря более продуманной системе привода и управлению энергопотребление снижено на 15–20 %, что делает ее эксплуатацию не только эффективной, но и более экологичной. Упрощение конструкции и улучшенный доступ к основным узлам позволяют уменьшить затраты на обслуживание и ремонт, что делает новое оборудование рентабельным выбором для предприятий, где важны и качество, и экономичность производственных процессов.

Таким образом, новая виброплощадка отличается высокой точностью и эффективностью работы, снижает вибронагрузку на окружающую среду и людей, что позволяет безопасно и удобно использовать ее в различных условиях и для разнообразных производственных задач.

Новая виброплощадка обладает рядом улучшенных технических характеристик, которые делают ее более производительной и безопасной по сравнению с традиционными моделями. Мощность двигателя виброплощадки достигает 15 кВт, что обеспечивает высокую производительность даже при работе с тяжелыми и плотными материалами. Диапазон вибрации варьируется от 20 до 60 Гц, позволяя адаптировать частоту в зависимости от типа материала и требуемого уровня уплотнения. Грузоподъемность площадки рассчитана на вес до 500 кг, что делает ее универсальным инструментом для различных производственных задач. Принцип работы виброплощадки основан на передаче вибраций от двигателя через гибридную систему привода. Это сочетание электромеханического и пневматического приводов обеспечивает равномерное распределение вибраций по всей поверхности рабочей плиты, что позволяет достичь высокой степени уплотнения материала и однородности обработки.

Особенности конструкции включают интеграцию амортизирующих элементов, которые снижают вибрационное воздействие на операторов, уменьшая риск профессиональных заболеваний, вызванных длительным воздействием вибраций. Система управления виброплощадкой поддерживает несколько режимов работы, которые позволяют оператору выбирать оптимальные параметры для каждого типа материала: для плотных и тяжелых материалов, таких как бетон,

используется режим с низкой частотой и высокой амплитудой вибрации, тогда как для легких сыпучих материалов может применяться высокая частота и низкая амплитуда для обеспечения равномерного распределения. Эти режимы делают виброплощадку более гибкой в применении и позволяют выполнять задачи с меньшим энергопотреблением, экономя ресурсы предприятия.

Сравнение новой конструкции с традиционными моделями показывает значительные улучшения в эффективности и безопасности. Например, новая виброплощадка потребляет на 20 % меньше энергии, благодаря чему снижается нагрузка на электросети и уменьшаются затраты на эксплуатацию. Встроенные амортизирующие элементы позволяют уменьшить вибрационную нагрузку на оператора, снижая риск виброиндуцированных заболеваний, таких как синдром вибрационной болезни, который часто встречается у операторов традиционных виброплощадок. Кроме того, долговечность новой конструкции повышена за счет использования антикоррозийных материалов и улучшенной системы охлаждения, что способствует уменьшению затрат на ремонт и обслуживание.

Экспериментальные испытания виброплощадки проводились с использованием различных типов материалов в условиях, максимально приближенных к реальным. В ходе испытаний измерялись показатели эффективности, такие как степень уплотнения и равномерность обработки, а также уровень вибрационного воздействия на оператора. Результаты испытаний подтвердили, что новая конструкция позволяет снизить вибрацию, передаваемую на оператора, на 30 %, что значительно улучшает условия работы и снижает риск травм. В реальных производственных условиях виброплощадка показала отличные результаты: ее использование позволило повысить производительность на 15 % и сократить время на выполнение операций благодаря более высокому качеству уплотнения материала.

В заключение, новая конструкция виброплощадки демонстрирует ряд ключевых преимуществ перед традиционными моделями, включая повышение эффективности работы, улучшение условий безопасности для операторов и снижение эксплуатационных затрат. Она универсальна и может применяться в строительстве, металлургии и производстве строительных материалов, где требуются

эффективные решения для уплотнения и обработки материалов. В перспективе дальнейшие исследования и разработки могут быть направлены на еще большее улучшение виброизоляционных свойств и внедрение более интеллектуальных систем управления, которые будут автоматически адаптировать параметры вибрации в зависимости от свойств обрабатываемого материала.

Литература

1. *Громов В. П.* Технологическое оборудование для строительства – М. : Стройиздат, 2018.
2. *Ильин А. В., Синицын Е. П.* Вибрационные системы и виброоборудование. – СПб. : Питер, 2020.
3. *Кузнецов С. П.* Конструирование и расчет вибрационного оборудования. – Екатеринбург : УФУ, 2019.
4. *Петров Н. И., Сидоров А. А.* Энергоэффективность современных виброплощадок : журнал строительных технологий. 14(3), 2021, с. 45–52.
5. *Соколов В. В., Иванова Л. Г.* Анализ конструкций виброплощадок для уплотнения бетона : инженерные решения в строительстве, 12(2), 2022, с. 101–110.
6. *Козлов Д. Р., Мартынов Ю. В.* Вибрационные установки и оборудование в строительстве и промышленности. – Новосибирск : НГУ, 2021.

УДК 666.97

Егор Александрович Попов,
магистрант
Сергей Леонидович Щетнев,
магистрант
Константин Алексеевич Никитин,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 23003220@edu.spbgasu.ru

Egor Alexandrovich Popov,
Master's degree student
Sergey Leonidovich Shchetnev,
Master's degree student
Konstantin Alekseevich Nikitin,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 23003220@edu.spbgasu.ru

БАЗА ПО ТО И РЕМОНТУ СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНЫХ МАШИН

BASE FOR MAINTENANCE AND REPAIR OF ROAD CONSTRUCTION MACHINES

Настоящая статья посвящена ремонту и эксплуатации строительной техники, а именно – разработке и модернизации ремонтно-эксплуатационной базы (РЭБ). Основная цель этой статьи – дать общее представление о ключевых аспектах проектирования и управления РЭБ, а также показать, какие меры и расчеты необходимы для обеспечения ее эффективной работы.

Статья состоит из семи основных блоков, каждый из которых рассматривает разные аспекты проектирования и модернизации РЭБ – от анализа текущего состояния и технологических расчетов до обеспечения безопасности труда и гражданской защиты.

Ключевые слова: технологическое обслуживание, строительно-дорожные машины, ремонт строительно-дорожных машин, РЭБ.

This article is devoted to the repair and operation of construction equipment, namely, the development and modernization of the repair and maintenance base (EW). The main purpose of this article is to give an overview of the key aspects of electronic warfare design and management, as well as to show what measures and calculations are necessary to ensure its effective operation. The article consists of seven main blocks, each of which considers different aspects of electronic warfare design and modernization – from analysis of the current state and technological calculations to ensuring occupational safety and civil protection.

Keywords: technological maintenance, road construction machinery, repair of road construction machinery, electronic warfare.

На первом этапе проектирования РЭБ необходимо провести анализ текущего состояния базы. Здесь важно понять, как структурированы технические службы, какие процессы задействованы и насколько эффективно они работают. Был проведен анализ РЭБ ЗАО «СК АКРОС», который показал, что основные задачи технических служб – это планирование и проведение технического обслуживания (ТО), текущего и капитального ремонта. Принципы организации работ основываются на планово-предупредительной системе, что позволяет минимизировать простои техники. Кроме того, изучены аналогии конструкций передвижных консольных кранов для повышения эффективности выполнения ремонтных операций.

Технологический расчет проектирования РЭБ

Технологический расчет включает расчет годового режима работы машин, определение трудоемкости всех видов работ и ТО, а также оценку мощности стационарных и передвижных средств. Важно также правильно рассчитать количество рабочих мест и производственных помещений, чтобы избежать перегрузок и простоев. Такой детализированный расчет позволяет спланировать работу базы, обеспечивая ее бесперебойную деятельность.

Конструкторская разработка передвижного настенного крана

При проектировании РЭБ также важно учитывать конструкторские аспекты, такие как разработка эффективных подъемных механизмов. Были проведены расчеты механизма подъема груза, механизмов передвижения тележки и самого крана. Эти механизмы должны быть надежными, безопасными и эффективными, поэтому необходимо учитывать прочностные параметры. Конструкторские решения позволяют обеспечить гибкость и мобильность оборудования, что особенно важно для ремонта крупногабаритных деталей.

Технологическая часть

Технологическая часть включает обоснование выбора изготовления заготовок и определение маршрута обработки поверхностей+. Это помогает выбрать наиболее эффективные методы обработки,

а также оптимизировать режимы резания и обработку. Важным моментом является и расчет нормируемого времени, который позволяет точно планировать производственные процессы и снижать затраты на выполнение операций. Таким образом, правильное технологическое проектирование обеспечивает высокое качество изготовления деталей для РЭБ.

Расчет экономической эффективности модернизации РЭБ

Были произведены расчеты стоимости основных фондов, амортизации оборудования, заработной платы и других расходов, таких как цеховые расходы и социальные отчисления. Техничко-экономические показатели (ТЭП) позволяют оценить эффективность работы участка до и после модернизации, а критический объем работ помогает определить минимальный уровень загрузки, при котором база остается прибыльной. Все эти показатели вместе дают полное понимание рентабельности модернизации и позволяют оптимизировать бюджетные расходы.

Мероприятия по безопасности труда

Безопасность труда включает разработку инструкций по охране труда, регулярные проверки и обучение сотрудников. Большое внимание уделяется использованию средств индивидуальной защиты, а также обеспечению противопожарной безопасности. Применяются методы автоматизации процессов, установка защитных систем и регулярные тренировки по эвакуации. Это позволяет создать безопасные условия для сотрудников и минимизировать риск несчастных случаев.

Мероприятия гражданской защиты

Завершающим этапом является разработка мероприятий по гражданской защите. Здесь включены анализ опасных факторов объекта, разработка планов на случай чрезвычайных ситуаций и соблюдение природоохранного законодательства. Важно, чтобы при выполнении аварийно-спасательных работ использовались экологически безопасные технологии, чтобы не наносить вреда окружающей среде. Система гражданской защиты включает мониторинг состояния объектов и организацию регулярных учений, чтобы сотрудники были готовы к действиям в случае ЧС.

Подводя итог хотим подчеркнуть, что успешная работа ремонтно-эксплуатационной базы зависит от комплексного подхода к ее проектированию и управлению. Это включает в себя грамотное планирование производственных процессов, обеспечение безопасности и экономическую эффективность. Модернизация РЭБ позволяет не только сократить затраты и улучшить качество обслуживания техники, но и повысить общую производительность предприятия.

Литература

1. Эксплуатация подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин: Методические указания к курсовому проекту / сост. С. А. Волков, В. Н. Добромиров, Н. В. Подопрilog / под общ. ред. В. Н. Добромирова – СПб., 2013. – 52 с.
2. Казак С. А. Курсовое проектирование грузоподъемных машин / С. А. Казак, В. Е. Дуся, Е. С. Кузнецов. – М. : Высшая школа, 1989. – 319 с.
3. Вайнсон А. А. Подъемно-транспортные машины / А. А. Вайнсон. – М. : Машиностроение, 1974. – 431 с.
4. Феодосьев В. И. Сопротивление материалов. – М. : МГТУ им. Н. Э. Баумана, 1999.
5. Долженков Г. В., Небылов В. А. Учебное пособие и справочные материалы по выбору режимов резания при точении и фрезеровании. – Л., 1972. – 88 с.
6. Хегай А. А. Экономика предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие / А. А. Хегай, В. В. Девинова, К. А. Мухина. – Красноярск, 2012. – 239 с.
7. Колоскова Л. И. Курс лекций по экономике автотранспортных предприятий. – М. : ИЦК «Март», 2006. – 128 с.
8. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы.
9. ГОСТ 12.1.003-83*. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Проектирование, строительство, реконструкция и эксплуатация предприятий.
11. Постановление Минтруда РФ от 12.05.2003 № 28 «Об утверждении Межотраслевых правил по охране труда на автомобильном транспорте».
12. ГОСТ 12.0.003-74. Опасные и вредные производственные факторы.

УДК 666.982.02(075.3)

Никита Владимирович Потехин,

магистрант

Кирилл Геннадьевич Попов,

магистрант

Наталья Александровна Александрова,

магистрант

Павел Фредиевич Андреев,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: Nikitospot@mail.ru

Nikita Vladimirovich Potekhin,

Master's degree student

Kirill Genadievich Popov,

Master's degree student

Nataliya Aleksandrovna Aleksandrova,

Master's degree student

Pavel Fredievich Andreev,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: Nikitospot@mail.ru

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЖБИ

EQUIPMENT FOR PRODUCING REINFORCED CONCRETE

Как известно, железобетон представляет собой один из основных строительных материалов, который широко применяется в различных отраслях строительства. При этом роль и объемы монолитного железобетона будут только возрастать. Одним из самых трудоемких и дорогостоящих этапов в производстве монолитного бетона являются арматурные работы, на долю которых приходится около 25 % от общей трудоемкости и 40 % от стоимости.

В нашей стране уделяется значительное внимание механизации и автоматизации арматурных работ. Машиностроительная промышленность производит специализированное механическое и сварочное оборудование, а по объемам выполняемых работ мы занимаем ведущее место в мире. Однако организационно-технический уровень этих работ пока не соответствует мировым достижениям.

Основной проблемой является то, что производство арматурных конструкций осуществляется в небольших цехах заводов по производству сборного железобетона и стоек. Это приводит к созданию и выпуску оборудования, которое характеризуется относительно низкой производительностью и недостаточным уровнем механизации и автоматизации основных технологических процессов обработки арматурной стали и сварки арматурных сеток, плоских и объемных каркасов.

Ключевые слова: железобетон, арматура, монолит.

As you know, reinforced concrete is one of the main building materials, which is widely used in various construction industries. At the same time, the role and volume

of monolithic reinforced concrete will only increase. One of the most time-consuming and expensive stages in the production of monolithic concrete is reinforcement work, which accounts for about 25 % of the total labor intensity and 40 % of the cost.

In our country, considerable attention is paid to the mechanization and automation of reinforcement work. The machine-building industry produces specialized mechanical and welding equipment, and in terms of the volume of work performed, we occupy a leading place in the world. However, the organizational and technical level of these works does not yet correspond to world achievements.

The main problem is that the production of reinforcing structures is carried out in small workshops of precast concrete plants and racks. This leads to the creation and production of equipment, which is characterized by relatively low productivity and an insufficient level of mechanization and automation of the main technological processes of processing reinforcing steel and welding reinforcing grids, flat and volumetric frames.

Keywords: reinforced concrete, reinforcement, monolith.

Обзор и анализ оборудования, применяемого в арматурных цехах заводов ЖБИ и ДСК

В настоящее время любой арматурный цех заводов ЖБИ и ДСК формируется и укомплектовывается непосредственно и в зависимости от тех производственных задач, которые перед ним стоят. Арматурный цех, направленный на серийное производство арматурных сеток в соответствии с существующими стандартами и техническими условиями комплектуется соответствующим набором оборудования и инструмента. Количество единиц данного оборудования в цеху подбирается согласно мощности производства, планируемого максимального выпуска готовых изделий.

Так, для изготовления арматурных сеток шириной до 3800 мм (рис. 1) и до 775 мм (рис. 2) (ТУ 22-5509-83) автоматизированная линия комплектуется бухтодержателями (СМЖ-495А, СМЖ-58А, СМЭ-323А) и, соответственно, правильными устройствами (СМЖ-388-1Б, СМЖ-288-2Б, СМЖ-324А), так как подача арматуры в цех происходит в форме бухт.

В линии 7934/1 продольная арматура в виде мотков массой 1000 кг. Укладывается на бухтодержатели. С бухтодержателей продольная арматура пропускается через ролики правильного устройства и ее концы подаются к электродам сварочной машины. После приварки к продольной арматуре первого поперечного прутка линия рабо-

тает автоматическом режиме до израсходования арматуры в мотках. Свариваемое полотно сетки после каждого цикла сварки подается на шаг на пакетирующий и доходит до конечного выключателя, который подает команду на работу ножниц, отрезающих сетку требуемой длины и подающих команду на работу ножниц, отрезающих сетку требуемой длины и подающих команду на сброс сетки пакетирующим.

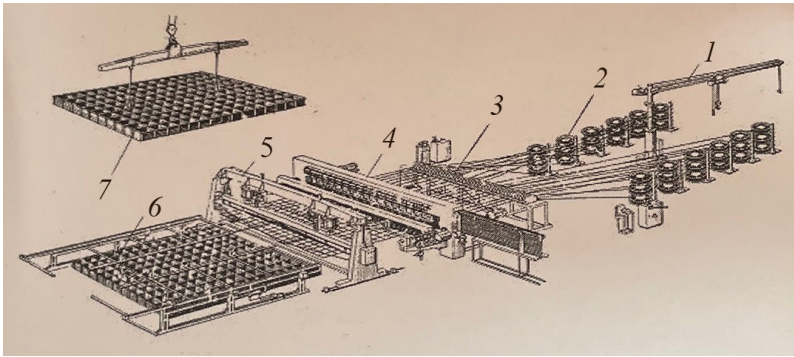


Рис. 1. Общий вид автоматизированной линии 7934/1 с бухтодержателями СМЖ-58А: 1 – консольный кран; 2 – бухтодержатель; 3 – правильное устройство; 4 – сварочная машина; 5 – ножницы; 6 – пакетирующий; 7 – транспортируемый пакет сеток

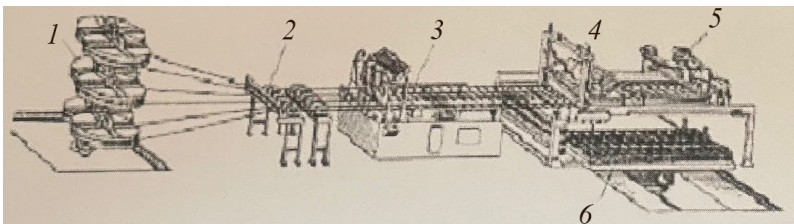


Рис. 2. Общий вид автоматизированной линии 7728А/3 для изготовления арматурных сеток шириной до 775 мм: 1 – бухтодержатель СМЖ-323А; 2 – правильное устройство СМЖ-324А; 3 – сварочная машина МТМК 3Х100-4; 4 – ножницы СМЖ-325А; 5 – пакетирующий 326А; 6 – тележка-контейнер СМЖ-327А

Работа на линии 7728А/3 начинается с укладки мотков арматуры на шестикатушечный бухтодержатель. С бухтодержателя продольные проволоки проходят через правильное устройство в сварочную машину, на которой они свариваются в автоматическом режиме с подаваемыми из ее бункера поперечными прутками. Выходящая из машины сетка отрезается ножницами, и отрезанная сетка сбрасывается пакетировщиком на платформу тележки – контейнера.

Исходные данные после образования пакета сеток он транспортируется тележкой из-под пакетировщика в сторону и может быть взят краном. Так как ширина платформы тележки равна ширине двух пакетов сеток, пакеты могут выдаваться тележкой поочередно на обе стороны от пакетировщика без остановки работы линии на крановые операции, что увеличивает производительность линии.

Для устройства цеха, специализирующегося на изготовлении арматурных сеток шириной до 1450 мм (рис. 3) (ТУ-5265-82) бухтодержатели не требуются, подача арматуры происходит в форме стержней, в связи с чем применяется механизмы выдачи стержней из пучка (СМЖ-485) и их подачи (СМЖ-488), а также портал раскладки (СМЖ-486) и приемновыдающие потоки (СМЖ-487), рольганги (СМЖ-490).

*«Машины и оборудование для производства сборного железобетона», ЦНИИТЭстроймаш, 1983 г.

Работа на линии 7850 начинается с укладки пакета (пучка) продольных мерных стержней на стеллаж СМЖ-491. Стеллаж имеет два параллельно расположенных лотка, что позволяет работать как с одинаковыми, так и с двумя различными (по диаметру, длине) стержнями.

Из лотков стержни захватываются за передний конец механизмом СМЖ-485, выдергиваются из пакета и подаются в автоматическом режиме в приемновыдающий лоток СМЖ-487 с двумя рабочими желобами. Из желобов стержни сбрасываются вниз на подводящиеся ложементы, закрепленные на ветвях цепных конвейеров портала-раскладчика СМЖ-486. Ложементы располагают на расстояниях, примерно равных шагам между продольными стержнями в изготавливаемой сетке, что позволяет произвести предварительную раскладку продольных стержней.

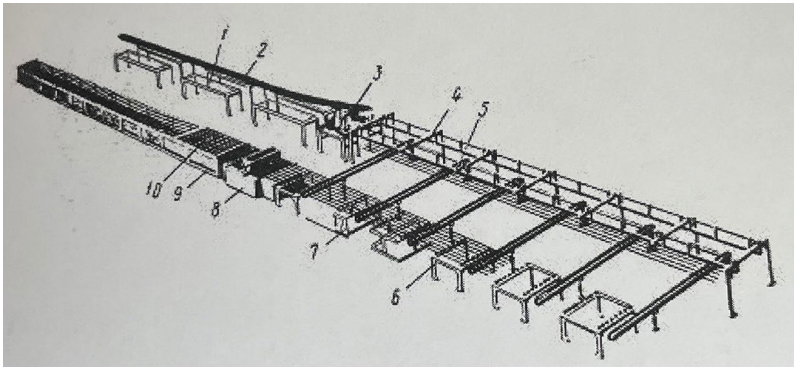


Рис. 3. Общий вид линии 7850 для изготовления арматурных сеток шириной до 1450 мм: 1 – стеллаж СМЖ-491; 2 – пакет продольных стержней; 3 – механизмы СМЖ-485 выдачи стержней из пучка; 4 – приемно-выдающий лоток СМЖ-487; 5 – портал-раскладчик СМЖ-486; 6 – рольганги СМЖ-489; 7 – механизм СМЖ-488 подачи стержней; 8 – сварочная машина МТМ-35; 9 – пакетирующий СМЖ-490; 10 – сетка

Цепными конвейерами портала стержни перемещаются над рольгангом СМЖ-489, с которого в это время сходят стержни свариваемой предыдущей сетки.

Для повышения производительности операции сварки предыдущей сетки могут быть частично совмещены. После полного выхода стержней предыдущей сетки с рольганга на него поворотом вниз консольных рам цепных конвейеров укладывается заготовленный ряд стержней для новой сетки.

Механизмом СМЖ-488 стержни раскладываются точно по шагам, соответствующим шагам в сетке, и упором рейки механизма в передние торцы выравниваются по длине, а затем тележкой механизма подаются в зону электродов сварочной машины МТМ-35.

Поперечные мерные стержни подаются из бункера сварочной машины и свариваются с продольными стержнями. Кареткой сварочной машины сетка шагами подается на ролики пакетирующего СМЖ-490 цепного типа, а после окончания сварки отодвигается пакетирующим от сварочной машины и сбрасывается вниз, образуя транспортный пакет.

К технологическому оборудованию общего назначения, которое используется в арматурных цехах заводов ЖБИ и ДСК следует отнести правильно-отрезные станки (И-6118, ИВ-6118, И6022А, И6122), также ножницы (СМЖ-214А) и станки (СМЖ 133А, СМЖ 175А, СМЖ 172Б, СМЖ 322А, СМЖ 652) для резки арматурной стали. Для гибки арматурных прутков и сеток применяются станки СМЖ 173А, СМЖ 179А, СМЖ-353, ПО-725).

Подбор конфигурации оборудования арматурных цехов зависит, в свою очередь, также от тех мощностей и объемов продукции предполагаемого выпуска. Заводы ЖБИ и ДСК, ориентированные на поточное производство большого количества изделий, преимущественно, оснащают арматурные цеха оборудованием для подачи, правки, резки и сварки, обладающим высокой производительностью и относительно стабильной надежностью.

При больших объемах производства наиболее эффективным является оборудование с гидравлической рабочей системой, однако, данное оборудование экономически более емкое как в производстве, так и в обслуживании.

В заключение хотелось бы сказать, что при выборе оборудования для арматурных цехов заводов ЖБИ и ДСК важно учитывать объемы и специфику производства. Правильно-отрезные станки, ножницы и другие специализированные машины позволяют автоматизировать процессы подачи, правки, резки и сварки арматуры. При этом высокая производительность и надежность оборудования особенно важны для предприятий, ориентированных на поточное производство большого количества изделий.

Литература

1. Справочник технолога-машиностроителя: в 2-х т. Т. 2. / под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1983. 496 с.
2. Фиделев А. С., Чубук Ю. Ф. Строительные машины. 2021. 585 с.
3. Фейгин Л. А. Эксплуатация и техническое обслуживание строительных машин и оборудования. – М. : Стройиздат, 2022.

УДК 66.048.375.

Искандар Латифджонович Пулатов,

магистрант

Денис Александрович Тигунцев,

магистрант

Малейка Надировна Садикова,

магистрант

Александр Юрьевич Шаругевич,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: pulatoviskandar@yandex.ru

Iskandar Latifjonovich Pulatov,

Master's degree student

Denis Alexandrovich Tiguntsev,

Master's degree student

Maleika Nadirovna Sadikova,

Master's degree student

Alexander Yurievich Sharugevich,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: pulatoviskandar@yandex.ru

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНАЯ МАШИНА ДЛЯ ЛЕТНЕГО СОДЕРЖАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

HIGHLY EFFICIENT CAR FOR SUMMER MAINTENANCE OF HIGHWAYS

Высокоэффективная машина для летнего содержания автомобильных дорог представляет собой современное оборудование, разработанное для повышения качества и эффективности дорожных работ в теплый период года. Машина предназначена для очистки дорожных поверхностей от мусора, пыли и загрязнений, а также для выполнения работ по ремонту и обслуживанию дорожных покрытий. В ее конструкцию входят инновационные механизмы для сбора и удаления мусора, что способствует поддержанию чистоты и безопасности на дорогах. Машина обладает высокой производительностью, энергоэффективностью и низким уровнем выбросов вредных веществ. Она предназначена для работы на дорогах разной категории, включая городские магистрали, трассы и сельские дороги. Ее эксплуатация позволяет значительно сократить затраты на обслуживание дорог, повысить безопасность дорожного движения и улучшить экологическую обстановку в зоне применения.

Ключевые слова: летнее содержание дорог, дорожные машины, уборка дорог, ремонт дорог, безопасность дорожного движения, очистка дорожных покрытий, энергоэффективность.

The high-efficiency road maintenance machine for summer use is a modern piece of equipment designed to improve the quality and efficiency of roadwork during the warm season. The machine is intended for cleaning road surfaces from debris, dust, and pollutants, as well as performing repair and maintenance tasks on road surfaces.

It features innovative mechanisms for debris collection and removal, contributing to the cleanliness and safety of roads. The machine offers high productivity, energy efficiency, and low emissions of harmful substances. It is suitable for various road categories, including urban highways, national routes, and rural roads. Its operation significantly reduces road maintenance costs, enhances road traffic safety, and improves the environmental situation in its area of application.

Keywords: summer road maintenance, road machines, road cleaning, road repair, traffic safety, road surface cleaning, energy efficiency.

Для поддержания качественного состояния дорог в летний период используется специализированная техника. В перечень такой техники входят поливомоечные машины, которые предназначены для увлажнения и очистки дорожного покрытия; устройства для подметания и удаления загрязнений, включая пыль и мусор; оборудование для ухода за зелеными насаждениями, а также механизмы для очистки инженерных объектов, таких как мосты, тоннели и другие элементы инфраструктуры дорог. Поливомоечные машины выполняют функции орошения и мойки твердых покрытий, что способствует снижению их температуры в условиях интенсивной солнечной активности, а также улучшению экологической обстановки за счет уменьшения запыленности и очищения воздуха в зонах транспортного движения.

Поливомоечная машина (рис. 1) представляет собой систему, включающую цистерну, установленную на шасси (самоходного типа, прицепного или полуприцепного), трубопровод для забора воды, связанный с центробежным насосом, и напорный трубопровод, который подает воду к распылителям. Машина оборудована боковыми насадками, формирующими плоские водяные струи, направленные на дорожное покрытие под регулируемым углом. Регулировка угла струи дает возможность изменять воздействие воды: от интенсивной очистки устойчивых загрязнений, таких как грунтовые отложения, до легкого увлажнения покрытия, предотвращающего перегрев и снижающего пылеобразование.

Некоторые модели поливомоечных машин оснащены дополнительной боковой насадкой, которая расположена в задней части оборудования. Такое конструктивное решение позволяет увеличить ширину обрабатываемой полосы на 10–15 %, что значительно повышает эффективность очистки дорожного покрытия. Все распылительные

форсунки подсоединены к распределительному трубопроводу, который подает воду от центробежного насоса по системе напорных трубопроводов.

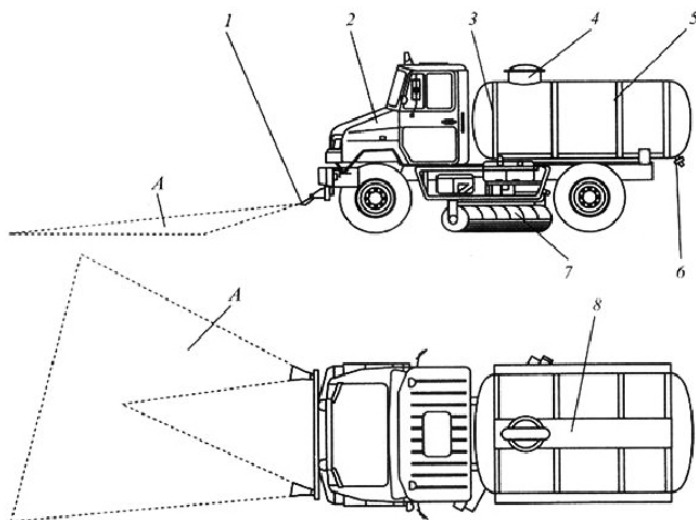


Рис. 1. Компоновка и основные агрегаты поливомоечной машины:
A – конфигурация моющей струи; 1 – моющие насадки с распределительным трубопроводом; 2 – базовая машина; 3 – цистерна; 4 – горловина цистерны;
 5 – обечайки крепления цистерны к шасси; 6 – сливной патрубок;
 7 – дополнительное щеточное оборудование;
 8 – мостки для обслуживания цистерны

Для обеспечения надежной работы насосного оборудования в системе предусмотрен фильтрующий элемент, установленный в зоне между впускной трубой, расположенной внутри резервуара, и насосом. Этот фильтр улавливает механические примеси, предотвращая их попадание в насос и снижая риск повреждения. Кроме того, системный контур дополнен центральным запорным клапаном, который позволяет быстро перекрыть подачу воды, упрощая эксплуатацию и техническое обслуживание машины.

Для предотвращения попадания твердых частиц в бак при заправке водой на линии подачи установлен дополнительный фильтрующий

элемент. Самоходные поливальные машины часто оснащаются подметально-щеточными устройствами, что значительно расширяет их функциональные возможности. Такое оснащение делает оборудование универсальным, позволяя использовать его для различных задач, включая уборку, увлажнение воздуха и уборку дорог.

Привод насосов, обеспечивающих функционирование поливочных систем, а также привод механизмов щеточного типа может быть реализован посредством двух вариантов: механической трансмиссии либо гидрообъемной передачи. При этом подъем и опускание рабочих щеток обычно осуществляется за счет гидравлических цилиндров, которые отличаются высокой надежностью и обеспечивают точность выполнения операций подметания.

Традиционный способ мойки дорожных покрытий, основанный на использовании кинетической энергии струй воды, имеет существенный недостаток в виде высокого расхода воды. Однако существует более экономичный альтернативный подход, предполагающий использование поливочной техники, оснащенной моющей рампой. Эта рампа оснащена набором насадок небольшого диаметра, направленных вертикально вниз (рис. 2). Она расположена перед шасси на минимальной высоте от поверхности дороги. Благодаря высокому давлению в системе вода выбрасывается из форсунок с высокой скоростью, что позволяет струям обладать достаточной кинетической энергией для удаления даже сложных загрязнений. Для окончательного удаления частиц грязи и разрушенных отложений используется специальный дренажный нож, оснащенный гибкой режущей кромкой и установленный под углом.

Подметально-уборочные машины подразделяются на несколько категорий в зависимости от особенностей их рабочих элементов: вакуумные или пневматические бесщеточные конструкции, щеточные модели и комбинированные машины, которые объединяют функции щеточного и вакуумного либо пневматического оборудования. Наибольшую популярность в летний период приобретают щеточные устройства, которые могут устанавливаться на автомобильные шасси, специализированные платформы или использоваться в качестве прицепных модулей, что делает их особенно удобными для разнообразных задач.

Рабочие щетки, используемые в этих машинах, изготавливаются либо из металлической проволоки (обычно стальной), либо из синтетического волокна, что обеспечивает долговечность и эффективность при эксплуатации. По способу перемещения мусора в накопительный бункер (рис. 3) такие машины делятся на несколько типов: системы с прямым забрасыванием отходов, механизированные двух- или трехступенчатые конструкции и пневматические системы транспортировки. Каждая из этих технологий имеет свои преимущества и применяется в зависимости от условий работы и специфики задач по уборке дорожного покрытия.

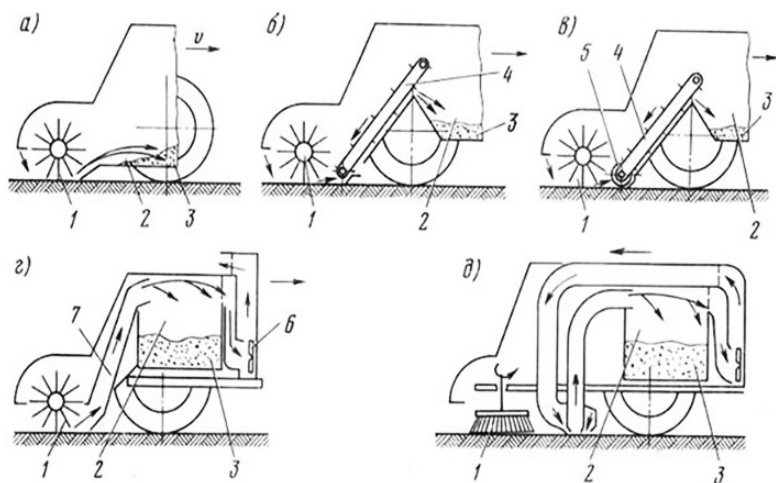


Рис. 2. Схемы систем транспортировки смета: а – прямое забрасывание смета в бункер; б – механическая двухступенчатая подача смета; в – то же, трехступенчатая; г, д – пневматическое транспортирование смета: 1 – щетка; 2 – бункер для смета; 3 – смет; 4 – конвейер; 5 – шнек; 6 – вентилятор; 7 – всасывающий рукав

Ключевым элементом в конструкции уборочной машины является рабочая щетка, от которой зависит эффективность очистки дорожного покрытия. Среди наиболее распространенных типов щеток можно выделить цилиндрические, которые характеризуются горизонтальным расположением оси вращения. Рабочая часть этих

щеток покрыта ворсом, который равномерно распределяется по всей окружности цилиндра, что обеспечивает стабильный контакт с очищаемой поверхностью.

Другим широко используемым типом являются торцевые щетки, ось вращения которых расположена под значительным наклоном к плоскости дороги.

Ворс в таких конструкциях закреплен на нижней торцевой части, благодаря чему они эффективно очищают труднодоступные участки, такие как бордюры, углы и участки вдоль заборов.

Реже используются конические щетки, угол конусности которых может достигать 60 градусов. Ворс этих моделей крепится к внешней поверхности конуса, что позволяет им адаптироваться к сложным условиям работы, например, при уборке участков с неровным рельефом.

Еще более специфичным и редким вариантом являются ленточные щетки, в которых ворс закрепляется на гибкой ленте или цепи. Такая конструкция охватывает натяжное колесо и ведущую звездочку, что позволяет подвести рабочий ворс к поверхности под заданным углом. Эта конструктивная особенность делает ленточные щетки эффективными в особых условиях, где требуется высокая адаптивность оборудования.

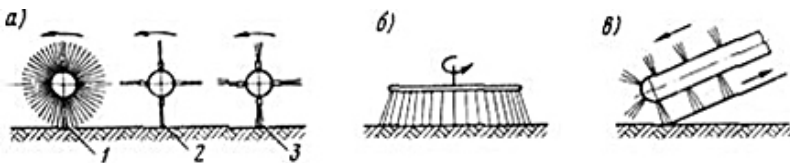


Рис. 3. Типы щеток: а – цилиндрическая; б – коническая; в – ленточная;
1 – сплошная навивка ворса; 2 – ворс метелкой; 3 – ворс пучком

Для использования в придорожных лотках специально разработаны торцевые и конические щетки, которые отличаются малыми размерами поперечного сечения и сложной конфигурацией. Их конструктивные особенности позволяют эффективно удалять загрязнения из труднодоступных мест, включая впадины и узкие участки дорожной инфраструктуры. Эти щетки используются там, где обычные цилиндрические модели не могут обеспечить надлежащую степень очистки.

Цилиндрические щетки являются основным рабочим инструментом для очистки твердых поверхностей. Они используются для уборки дорог, тротуаров, промышленных зон и взлетно-посадочных полос аэропортов. Такие щетки могут быть установлены двумя способами: под углом к направлению движения машины, занимая пространство между осями, или перпендикулярно направлению движения, за задними колесами.

Первая схема установки характерна для универсальных уборочных машин, которые летом используются для подметания и полива, а в зимний сезон переоборудуются для уборки снега и обработки поверхности противогололедными реагентами. Такая универсальность делает их востребованными в условиях круглогодичной эксплуатации. Вторая схема характерна для специализированных подметально-уборочных машин, предназначенных исключительно для выполнения сезонных задач. Такие машины не предусматривают переоборудования, что делает их более узкоспециализированными, но оптимальными для выполнения определенных функций.

Сбоку уборочной машины устанавливаются лотковые щетки, размещение которых может быть как с одной стороны, так и с двух сторон. Эти щетки расположены под углом, что позволяет ворсу эффективно собирать грязь с поверхности, перемещая ее от края лотка под корпус машины, где происходит дальнейшая обработка или сбор отходов. Такое расположение и регулировка позволяют машинам справляться с очисткой дорожных лотков с высокой степенью эффективности.

Линейная скорость движения ворса рабочих щеток может быть согласована с направлением поступательного движения машины или же противоположна ему. Конструктивные особенности и эксплуатационные условия уборочной машины влияют на выбор направления и скорости вращения. Посредством различных систем реализуется процесс сбора мусора с дорожной поверхности и его перемещения в накопительный бункер или контейнер. Каждая система адаптирована под конкретные задачи и условия работы.

С использованием вакуумного эффекта или прямым механическим воздействием в одноступенчатых системах мусор отправляется в бункер. Пневматические вакуумные системы, работающие

по принципу пылесоса, создают мощный вакуум, который всасывает мусор через сопло. Для направления мусора в зону всасывания можно использовать концевые щетки, шнековые или скребковые конвейеры. Современные системы дополнительно оснащаются шнековыми питателями с радиальными лопастями, которые ускоряют попадание мусора в воздушный поток. После того, как мусор поступает в бункер, тяжелые частицы оседают из-за изменения направления и скорости воздушного потока, и воздух проходит через систему фильтров, которые эффективно удаляют пыль. Для снижения уровня запыленности в таких машинах используется система увлажнения воздуха, что делает их эксплуатацию более экологичной и комфортной.

Современные подметально-уборочные машины чаще всего оснащены гидрообъемной трансмиссией, обеспечивающей работу щеток, конвейеров и вакуумных насосов.

В отличие от устаревших моделей, использующих смешанные системы трансмиссии с механическими элементами (раздаточные коробки, карданные валы, цепные передачи), машины с полностью гидравлическими системами характеризуются высокой производительностью и минимальным уровнем шума. Это особенно важно для уборки в городских условиях, где требования к снижению шумового загрязнения чрезвычайно высоки.

Конвейерная система современных уборочных машин состоит из шнековых питателей, которые направляют мусор на наклонный цепной конвейер, установленный в центре машины. В верхней части конвейера находится контейнер, куда собранный мусор подается с помощью распределительного устройства. Контейнер можно наклонить для разгрузки или заменить на новый. Все процессы разгрузки и замены контейнера автоматизированы и осуществляются с помощью гидравлических цилиндров, что значительно ускоряет и упрощает эксплуатацию.

На раме шасси, с помощью рычажной системы, устанавливаются лотковые щетки, которые приводятся в движение гидравлическим механизмом. Их конструкция обеспечивает эффективную очистку прилегающих участков дорожного покрытия. Рабочие органы машины защищены корпусом с откидными боковыми и задней дверями. Открытие боковых дверей синхронизировано с системой выгрузки

контейнера, что обеспечивает удобство и безопасность эксплуатации. Для обслуживания основных узлов, таких как главный конвейер и щетки, предусмотрено подъемное устройство откидной части кузова, управление которым осуществляется с использованием гидроцилиндра и фиксируется гидрозамком.

Крутящий момент двигателя шасси передается на вал конвейера и вал шнекового питателя через коробку отбора мощности, оснащенную предохранительной муфтой и редукторами. Кроме того, вал отбора мощности приводит в действие шестеренный масляный насос, который обеспечивает работу гидравлического привода. Гидравлическая система включает в себя шестеренчатый насос, гидроцилиндры для подъема и опускания лотка и основных щеток, а также механизмы блокировки. Все элементы системы находятся под контролем оператора, который управляет ими из кабины с помощью эргономичной панели управления.

В завершении хотелось отметить, что главным преимуществом предлагаемых решений является использование существующих конструкций машин для летнего содержания автомобильных дорог, что не требует привлечения дополнительных финансовых затрат. Благодаря проведенным исследованиям и испытаниям были внесены ряд изменений в рабочие системы машин, что, в конечном итоге, позволило повысить надежность всех жизненно важных элементов рабочих систем машин.

Кроме того, были улучшены геометрические параметры рабочих органов машин. Не остались без внимания и вопросы технического обслуживания и ремонта рассматриваемых машин. Таким образом, внедрение предлагаемых решений позволило повысить производительность (техническую и эксплуатационную) машин для летнего содержания автомобильных дорог на 15–20 %, значительно сократить затраты на эксплуатацию машин и автомобильных дорог, повысить безопасность дорожного движения.

Литература

1. *Иванов А. П.* Технологии и оборудование для содержания автомобильных дорог в летний период. М. : Транспорт, 2018. 320 с.
2. *Петров К. В., Сидоренко Е. Н.* Современные машины и механизмы для обслуживания дорог // Дорожное строительство. 2021. № 5. С. 75–81.
3. Системы управления машинами для содержания дорог в летний период. URL: http://roadtech.ru/publication/summer_maintenance (дата обращения: 21.10.2024).
4. СНиП 2.05.02-85*. Автомобильные дороги. М. : Стройиздат, 2022. 150 с.
5. *Johnson T., White G.* High-Efficiency Road Maintenance Machines for Summer Operations. London: RoadTech Press, 2023. 212 p.

УДК 666.97

Рамиль Аклимович Усманов,
магистрант
Владислав Олегович Прыгунов,
магистрант
Михаил Александрович Багров,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 23003212@edu.spbgasu.ru

Ramil Aklimovich Usmanov,
Master's degree student
Vladislav Olegovich Prygunov,
Master's degree student
Mikhail Alexandrovich Bagrov,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 23003212@edu.spbgasu.ru

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ АКТИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

ANALYSIS OF THE ACTIVE SAFETY SYSTEM OF ROAD CONSTRUCTION VEHICLES

В статье рассматриваются вопросы активной безопасности дорожно-строительных машин необходимой для правильной эксплуатации такого вида техники. Понимание необходимости иметь сочетание активной и пассивной безопасности при эксплуатации дорожно-строительных машин, наряду с их эффективностью, стоит в одном ряду. Последовательный, пошаговый подход к системам активной безопасности дорожно-строительных машин как при их применении, так и при перевозке, является ключевым для реализации комплекса мер защиты как самой машины, так и механика (оператора), осуществляющего ее управление. В статье сформулированы решения указанных вопросов и определены тенденции развития и направления создания систем активной безопасности дорожно-строительных машин.

Ключевые слова: дорожно-строительные машины, системы активной безопасности, эксплуатация, создание систем.

The article discusses the issues of active safety of road construction machinery necessary for the proper operation of this type of equipment. The understanding of the need to have a combination of active and passive safety in the operation of road construction machines, along with their efficiency, stands in one row. A consistent, step-by-step approach to active safety systems for road construction machines, both in their application and during transportation, is key to implementing a set of protection measures for both the machine itself and the mechanic (operator) who controls it. The article formulates solutions to these issues and identifies development trends and directions for the creation of active safety systems for road construction machinery.

Keywords: road construction machines, active safety systems, operation, creation of systems.

Введение

В связи с постоянным усложнением систем активной безопасности (САБ) дорожно-строительных машин поиск новых решений требует от проектировщика больших временных затрат. Для более эффективной работы машин увеличивается количество оборудования, систем контроля, систем измеряющих параметры работы самой машины и отдельных ее агрегатов, а также навесного оборудования. Комплекс полученных данных и параметров, полученных от систем измерений, обеспечит достижение поставленных целей. При рассмотрении дорожно-строительной машины (ДСМ) в виде системы, безопасность и работоспособность, которой зависит от совокупности технического состояния (ТС) всех ее элементов (датчиков, узлов, агрегатов, деталей и других параметров), то можно сделать вывод, что достаточно взять на контроль диагностические параметры (ДП) основных агрегатов и отдельных узлов. Однако, на сегодняшний день, такой подход неприемлем, если учесть, что большинство узлов и агрегатов взаимодействуют между собой и информационно, даже те, которые не имеют прямой механической связи. Те или иные элементы ДСМ обмениваются между собой информацией в режиме реального времени, запрашивая и отправляя данные, необходимые для управления работой агрегатов, узлов и т. д. Сформированная информационная сеть, помимо прямых функций, таких как управление системами ДСМ, имеет и иные, такие как аварийные, вспомогательные и т. д. Указанные функции базируются на протоколы, прописанные на цифровых носителях, а те, в свою очередь, на алгоритмах. Указанная информационная сеть в совокупности с протоколами, а также с принципом взаимодействия данных между отдельными элементами, образует мультиплексную систему (МС) со своей логической структурой (ЛС) [1].

В современном технологическом процессе работы дорожно-строительной машины необходимо вести контроль не только работоспособность ее элементов (агрегатов, узлов и деталей и т. д.), но и безопасность: пассивную и активную, путем создания систем активной безопасности (САБ) дорожно-строительных машин.



Рис. 1. Анализ работы НТТМ

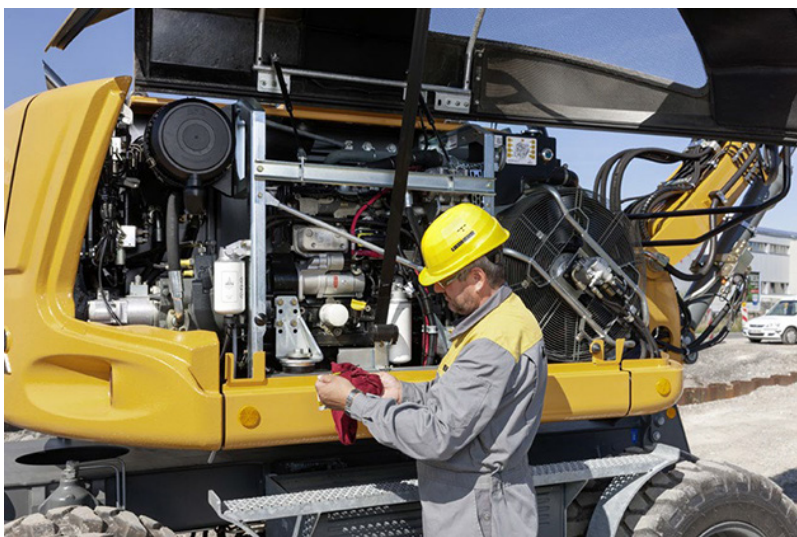


Рис. 2. Ремонтно-эксплуатационная база

Развитие систем активной безопасности дорожно-строительных машин возможно с развитием и внедрением новых электронных устройств и систем. Анализ практических испытаний, внедренных новых, или же усовершенствование имеющихся систем активной безопасности, может быть поручен искусственному интеллекту. Основываясь на выводах, которые подготовит для разработчиков искусственный интеллект, можно планировать развитие дополнительных элементов систем активной безопасности дорожных машин. Система активной безопасности дорожных машин должна обладать качественным исполнением, поскольку ее работа происходит различных температурных и климатических условиях.

Литература

1. *Лебедева А. С.* Приоритеты инновационной деятельности на автомобильном транспорте. Сборник научных трудов : Международная заочная научно-практическая конференция [Казань, февраль 2015].
2. *Баловнев В. И., Данилов Р. Г.* Автомобили и тракторы : краткий справочник. М. : ИЦ «Академия», 2008 с. 384.
3. *Жирный Р. И., Котиев Г. О.* Решение транспортных задач в условиях Крайнего Севера. Газовая промышленность, № 7, 2009. С. 78–81.

УДК 629.33

Михаил Викторович Федоров,
магистрант
Елена Орестовна Романюк,
магистрант
Анна Валентиновна Балабина,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 9475347@mail.ru

Mikhail Viktorovich Fedorov,
Master's degree student
Elena Orestovna Romanyuk,
Master's degree student
Anna Valentinovna Balabina,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 9475347@mail.ru

НОВАЯ МАШИНА ПОВЫШЕННОЙ ПРОХОДИМОСТИ

NEW ALL-TERRAIN VEHICLE

В статье рассматриваются вопросы формирования принципиально нового подхода к созданию новой машины повышенной проходимости. Специальная техника с высокими характеристиками проходимости представляет большой интерес для геологоразведочных экспедиций, поисково-спасательных структур. Подобные машины позволяют преодолевать различный ландшафт, попадать в отдаленные уголки, недоступные для иной техники. Отдельного внимания заслуживают машины, которые способны как ездить, так и плавать. Такого рода техника получила широкое распространение в военных структурах, в системе МЧС и для гражданского использования в особо тяжелых условиях по всему миру, включая Арктику и Антарктику. На ряду с усовершенствованием новой машины повышенной проходимости происходит осложнение его конструкции. В статье сформулированы решения указанных вопросов и определены тенденции развития машин повышенной проходимости.

Ключевые слова: машина повышенной проходимости, машина для бездорожья, машина для Арктики и Антарктики.

The article discusses the formation of a fundamentally new approach to the creation of a new cross-country vehicle. Special equipment with high cross-country characteristics is of great interest to search and rescue structures. Such machines allow you to overcome different landscapes, get into remote corners that are inaccessible to other equipment. Cars that are capable of both driving and swimming deserve special attention. This kind of equipment has become widespread in military structures, in the Ministry of Emergency Situations and for civilian use in particularly difficult conditions around the world, including the Arctic and Antarctica.

Along with the improvement of the new all-terrain vehicle, there is a complication in the design of the car. The article formulates solutions to these issues and identifies trends in the development of cross-country vehicles.

Keywords: all-terrain vehicle, off-road vehicle, Arctic and Antarctic vehicle.

Введение

Развитие полярных регионов (Арктики и Антарктики) предполагает передвижение по ним транспортных средств повышенной проходимости. Отсутствие дорог, твердого покрытия в летний период, торосы в зимний период, заболоченность местности – все это приводит к необходимости использования машин повышенной проходимости. Современные машины повышенной проходимости (рис. 1) должны обладать рядом качеств и характеристик, которые должны постоянно совершенствоваться из-за необходимости к требованиям по их автономности, повышенной надежности, длительности эксплуатации в условиях отрицательных температур.

Представляется перспективным, что для получения новой машины повышенной проходимости с заданными требованиями по ее эксплуатации, необходимо создание ее математической модели. Для этого вполне можно использовать уже созданные модели реально существующих автомобилей повышенной проходимости на баз современных отечественных автомобилей марки УАЗ, ГАЗ, КАМАЗ.



Рис. 1. Вид машины высокой проходимости

Имея данные по практической эксплуатации автомобилей на шасси, указанных производителей и их математическую модель, сравнивая перспективные наработки смежных производителей элементов колесной базы, топливных систем, разработки в области кузовов и дополнительного специального оборудования, можно заранее просчитать с помощью математической модели с использованием программ или искусственного интеллекта эксплуатационные характеристики новой машины повышенной проходимости.

Необходимо отметить, что использование искусственного интеллекта при проектировании новых машин для бездорожья позволяет ускорить процесс как создания новых конструкций на принципиально новых шасси, так и усовершенствовать уже имеющиеся отечественные разработки. Возможность применения материалов для машин повышенной проходимости в условиях, где предполагается их работа также может быть доверена искусственному интеллекту. Математическая модель конструкций узлов и агрегатов машин при проверке их работоспособности и живучести искусственным интеллектом, приведет к сокращению сроков их проектирования и благополучно скажется по времени их внедрению в ту или иную модель. Физические параметры соединений внедряемых конструкций могут быть проверены уже непосредственно как на стендах заводов-производителей, так и при испытаниях на полигоне и в реальных условиях.

Отдельно видится перспективным наличие разнообразия в конструкциях трансмиссий таких машин. Применение шин пониженного давления как на всех осях новых машин повышенной проходимости, так и комбинированный подход в сочетании с гусеничной тягой, может дать положительный результат в условиях работы не только при отрицательных температурах, но и в заболоченной местности.

В практическом применении в условиях бездорожья показали себя с положительной стороны так называемые активные автопоезда. Активный автопоезд – состоит из двух и более транспортных средств (машин), работающих автономно и передвигающихся в составе автопоезда (сцепки). Проходимость активных автопоездов, количество перевозимых ими грузов, количество выполняемой полезной работы значительно выше проходимости и всех других функций одиночных машин повышенной проходимости. Эффективность

применения активного автопоезда обусловлена большей суммарно тягой, которая складывается от расчетной тяги каждого транспортного средства, включенного в состав активного автопоезда (рис. 2).



Рис. 2. Вид активного автопоезда

Необходимость оснащения новых машин повышенной проходимости датчиками, считывающими работу не только узлов и агрегатов, а внешнюю среду, включая параметры давления на грунт в конкретных условиях работы машины, даст возможность контролировать безопасность передвижения и процесс самой работы. Информация, поступающая от датчиков в бортовую систему машины, позволяет не только оператору визуально наблюдать и отслеживать предельные параметры работы трансмиссии, подвески, ДВС и навесного оборудования, и участвовать в этих процессах бортовому компьютеру. При возникновении внештатной, аварийной ситуации, параметры которой прописаны в алгоритмах бортовой системы автомобиля, компьютер (искусственный интеллект) задействует имеющийся протокол, который вмешается в работу машины и не позволит достичь критических параметров ее работы, превышение которых приведет к гибели или разрушению машины.

Выводы

Перспективный вариант при создании новых машин повышенной проходимости – это сочетание работы искусственного интеллекта как в области проектирования отдельных узлов и агрегатов, так

и математическое моделирование работы самой новой машины повышенной проходимости в условиях модели местности где она будет эксплуатироваться. Симбиоз этих знаний, которые будут обработаны искусственным интеллектом, а результаты проделанной работы проанализированы человеком, даст идеальную модель новой машины повышенной проходимости.

Литература

1. *Лепешкин А. В.* Математическая модель установившегося движения автопоезда с активизированным прицепным звеном, позволяющая оценить потери в трансмиссии. Известия МГТУ «МАМИ», № 2(12), 2011. – С. 27–40.
2. *Горелов С. И.* Математическое моделирование движения многозвенных колесных транспортных комплексов с учетом особенностей конструкций сцепных устройств. Наука и образование. МГТУ им. Н. Э. Баумана № 2, февраль 2012.
3. *Жирный Р. И., Котиев Г. О.* Решение транспортных задач в условиях Крайнего Севера. Газовая промышленность, № 7, 2009. – С. 78–81.

УДК 66.048

Ольга Владимировна Шаблинская,
магистрант
Александр Анатольевич Садовников,
магистрант
Василий Владимирович Вертопрахов,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
Email: 23003210@edu.spbgasu.ru

Olga Vladimirovna Shablinskaya,
Master's degree student
Alexander Anatolyevich Sadovnikov,
Master's degree student
Vasily Vladimirovich Vertoprakhov,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
Email: 23003210@edu.spbgasu.ru

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПАРКА ДОРОЖНЫХ МАШИН

ANALYSIS OF PROBLEMS IN THE OPERATION OF A FLEET OF ROAD VEHICLES

В статье рассматриваются вопросы, касающиеся проблем, возникающих в процессе эксплуатации парка дорожных машин. Дорожные машины, предназначенные для дорожных работ при строительстве дорог, а также при ремонте и содержании дорог объединены в один парк, поскольку представляют собой технологический дорожный комплекс. Тщательный подбор определенного вида и количества техники, это и есть главная задача при комплектовании, а также эксплуатации парка дорожных машин. В статье сформулированы проблемы содержания и эксплуатации парка дорожных машин, и пути их решения.

Ключевые слова: эксплуатация дорожных машин, парк дорожных машин.

The article discusses issues related to the problems that arise during the operation of a fleet of road vehicles. Road vehicles designed for road works during road construction, as well as during repair and maintenance of roads are combined into one fleet, since they represent a technological road complex. Careful selection of a certain type and quantity of equipment, this is the main task in the acquisition and operation of a fleet of road vehicles. The article formulates the problems of maintaining and operating a fleet of road vehicles, and ways to solve them.

Keywords: operation of road vehicles, fleet of road vehicles.

Строительство новых, эксплуатация уже имеющихся дорог задача, ведущая к возможности экономически развиваться стране. Огромные территории, объединение которых автомобильными дорогами, дает большие преимущества для функционирования всех отраслей страны путем перемещения грузов автомобильным транспортом.

Строительство дорожной сети в Российской Федерации за последнее десятилетие идет быстрыми темпами. Расширяются, соединяются и прокладываются новые дороги, предназначенные для движения автомобильного транспорта. Автомагистраль, скоростные дороги, дороги обычного типа объединяются в разветвленную сеть дорог России.

Содержание и эксплуатация автомобильных дорог – это сложный технологический процесс, состоящий из комплекса множества различных работ, которые носят как сезонный характер, так и постоянный вне зависимости от времени года. Оперативность с которой проводятся дорожные работы на прямую влияет на пропускную способность дороги. Выполнение большинства работ в процессе содержания, ремонта автомобильных дорог может быть обеспечено только наличием парка высокотехнологичных дорожных машин (рис. 1). В состав такого парка должны входить машины способные качественно и оперативно выполнять возложенные на них задачи. Это возможно обеспечить только качественными, хорошо подобранными средствами механизации при создании парка дорожных машин.



Рис. 1. Парк дорожных машин

Для реализации оптимального подбора дорожных машин в парк предприятия, обслуживающего автомобильные дороги, следует

понимать производительность и технологичность каждой единицы дорожной машины, а для достижения полного выполнения комплекса по строительству или эксплуатации дороги – надо учитывать суммарную производительность всех единиц. Тщательный подбор определенного вида и количества техники, это и есть главная задача при комплектовании, а также эксплуатации парка дорожных машин. Потребность в том или ином виде дорожной машины определяют на основе заявленных при начале строительства, или выявленных в ходе работ по эксплуатации, содержанию дороги. Комплекс работ также должен быть прописан в технологических картах, составляемыми и разрабатываемыми непосредственно на предприятиях обслуживающие конкретные автомобильные дороги. Они разрабатываются с учетом конкретных условий местности, где располагается дорога, удаленности места базирования и заправки парка дорожных машин.



Рис. 2. Строительно-дорожные машины

Для реализации наиболее технологичного и эффективного для применения парка дорожных машин для строительства и ремонта автомобильных дорог различного назначения, необходимо просчитывать объемы выполняемых работ, которые прямо влияют на выбор марки и вида конкретной дорожной машины, а в целом парка

дорожных машин. Правильным будет выбор дорожной машины, которая по своим характеристикам может выполнять несколько видов работ. Таким образом комбинированная дорожная машина, например, с плужным передним отвалом, щеточным оборудованием для снегоочистки поверхности дороги в сочетании разбрасывателем противогололедных реагентов, наиболее оптимальное решение для парка дорожных машин. Наличие нескольких видов, а также нескольких единиц комбинированных дорожных машин позволит парку выполнять свои задачи наиболее эффективно и получать высокие организационно-технические результаты.

Литература

1. Манаков Н. А., Глазов А. А., Панкратов А. В. Специальная дорожная и строительная техника отечественного производства. 2011. С. 27–40.
2. Абдулаев М. Н. Планирование развития парка машин дорожной организации с учетом особенностей их эксплуатации. Сборник научных трудов : М. : Росдорнии, № 32, 2015. С. 15–36.
3. Жирный Р. И., Котиев Г. О. Решение транспортных задач в условиях Крайнего Севера. Газовая промышленность, № 7, 2009. С. 78–81.

УДК 624.9

Иван Александрович Юзгин,
магистрант
Олег Анатольевич Садовников,
магистрант
Егор Денисович Волгин,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 5750195@mail.ru

Ivan Aleksandrovich Iuzgin,
Master's degree student
Oleg Anatolyevich Sadovnikov,
Master's degree student
Egor Denisovich Volgin,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 5750195@mail.ru

МЕТОД ВОЗВЕДЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ ПЕРЕПРАВ НА СТРОИТЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТАХ

METHOD OF CONSTRUCTING TEMPORARY CROSSINGS AT CONSTRUCTION SITES

В статье рассматриваются методологии строительства временных переходов на строительных площадках.

Временные переходы на строительных площадках имеют важное значение для обеспечения безопасности и эффективности строительных работ. В данной статье рассматриваются различные аспекты проектирования и строительства временных переходов, включая типы переходов, проектирование, меры безопасности, передовой опыт и успешные примеры их реализации.

Типы временных переходов:

1. Пешеходные переходы: это временные дорожки или маршруты, предназначенные для безопасного передвижения пешеходов на строительной площадке.

2. Автомобильные переходы: это дорожные пути для автомобилей, позволяющие им проезжать через строительную площадку. Эти переходы могут быть временными дорожками, мостами или туннелями, созданными специально для обхода рабочих зон.

3. Материальные переходы: это временные пути для перемещения материалов и оборудования на строительной площадке. Они могут включать в себя временные железнодорожные пути, конвейеры, лифты или другие средства транспортировки, чтобы облегчить перемещение материалов с одной точки на другую.

Каждый из этих типов временных переходов имеет свои собственные особенности и требования к безопасности, и их правильное использование помогает обеспечить безопасность работников и посетителей на строительной площадке.

Ключевые слова: временные переходы, пешеходные переходы, автомобильные переходы, материальные переходы, мосты, туннели.

This article discusses the methodologies for constructing temporary crossings at construction sites.

Temporary crossings at construction sites are essential for the safety and efficiency of construction work. This article discusses various aspects of the design and construction of temporary crossings, including crossing types, design, safety measures, best practices, and successful examples of their implementation.

Types of Temporary Crossings:

1. Pedestrian Crossings: These are temporary paths or routes designed to allow pedestrians to move safely at a construction site.
2. Vehicular Crossings: These are roadways for vehicles to pass through a construction site. These crossings can be temporary paths, bridges, or tunnels created specifically to bypass work areas.
3. Material Crossings: These are temporary routes for the movement of materials and equipment at a construction site. They may include temporary tracks, conveyors, elevators, or other means of transportation to facilitate the movement of materials from one point to another.

Each of these types of temporary crossings has its own characteristics and safety requirements, and their proper use helps ensure the safety of workers and visitors on the construction site.

Keywords: temporary crossings, pedestrian crossings, vehicle crossings, material crossings, bridges, tunnels.

Описание временных переходов через водотоки. Временный переход через водоток – представляет собой конструкцию, предназначенную для создания безопасного и надежного пути для передвижения строительной техники через текучий водоток. Главная задача такого сооружения – стабилизация берегов водотока, минимизация риска повреждения русла или канала, а также сокращение вероятности образования отложений из-за движения строительного транспорта. Временный переход может быть выполнен в виде моста, водопропускной трубы (кульверта) или бродов.

Применимость. Временные переходы через водные потоки используются в тех случаях, когда требуется передвинуть тяжелую строительную технику с одной стороны русла на другую, а также в случаях, когда легкие строительные машины будут многократно пересекать водоток в ходе строительства. В любом случае требуется эффективный способ обеспечения стабильности берегов водотока и предотвращения серьезной эрозии.

Мост или кульверт являются оптимальными решениями для большинства временных переходов через водные потоки. При правильном проектировании обе эти конструкции могут выдерживать значительные нагрузки, а материалы, использованные в строительстве большинства мостов и кульвертов, можно повторно применять после их демонтажа. Броды целесообразно применять в гористых местностях, подверженных ливневым паводкам, где обычный поток неглубокий или прерывистый на широком русле. Они должны использоваться только в тех случаях, когда пересечение водотока планируется нечасто.

Типичные методы временного пересечения водотоков и их применимость представлены в таблице.

Тип пересечения водотока	Применимость	Ограничения
Мост	По сравнению с другими методами строительства переходов через водотоки, они меньше всего нарушают русло и берега. Обычно нет ограничений по времени года для использования. Как правило, наиболее подходит для водотоков с высокой скоростью течения или крутым уклоном	Использование в больших каналах может потребовать установки пирса (-ов) или других опор, которые увеличивают помехи потоку
Кульверт	Самый распространенный временный переход через водотоки. Наиболее подходит для краткосрочного использования. Обычно подходит для многолетних или периодически текущих водотоков. Как правило, предпочтительнее бродов, поскольку воздействие на водоток ограничивается строительством и демонтажем	Может не подходить для больших водотоков или в условиях сильного течения. Создает наибольшее препятствие для потока. Может повредить поперечное сечение русла; следует планировать переходы через водопропускные трубы, чтобы ограничить количество необходимых переходов

Окончание таблицы

Тип пересечения водотока	Применимость	Ограничения
Кульверт		Не подходит для вертикально деградирующих или врезанных водотоков
Брод	Наиболее подходит для краткосрочного использования. Обычно подходит для эфемерных или маловодных многолетних водотоков. Используется в тех случаях, когда переходы через мосты или водопропускные трубы невозможны; обычно это очень мелкие водотоки, где берега водотока находятся на высоте менее 4 футов над урезом потока	Использование должно быть ограничено сухим сезоном. Использование должно быть ограничено водотоками, русла которых защищены. Может ухудшить качество воды из-за контакта со строительными машинами и оборудованием

Размещение и проектирование. Из-за возможности деградации водотока, затопления и угрозы безопасности следует по возможности избегать пересечения водотока на строительной площадке. Прежде чем приступить к строительству временного перехода через водоток, следует рассмотреть альтернативные пути подъезда к объекту. Если решено, что пересечение водотока необходимо, следует выбрать участок с низким потенциалом эрозии. По возможности, место для строительства перехода через водоток должно быть выбрано в сухой период, чтобы уменьшить перенос осадочных пород в водоток.

Если это необходимо, предпочтительным временным решением для пересечения водотока являются мосты. Тем не менее выбор моста как временного перехода будет зависеть от ожидаемой нагрузки и частоты пересечения. Мосты, как правило, оказывают минимальное воздействие на берега водотока и создают наименьшие препятствия для течения и миграции рыб. Их следует возводить только под наблюдением и с согласия квалифицированного инженера.

Основные рекомендации по строительству временных мостов заключаются в том, что расчистка и выемка грунта на берегах и дне водотока должны быть минимальными. Необходимо обеспечить достаточный промежуток для прохода плавучих объектов под мостом. Опоры должны располагаться параллельно течению реки и закреплены на прочных берегах. Если ширина водотока в месте пересечения составляет менее 8 футов, дополнительные опоры в русле использовать не следует. В случае если переход осуществляется через русло шириной более 8 футов (измеряется от верхней части берега до верхней части берега), проектирование моста должно предусматривать одну опору в воде на каждые 2,5 метра ширины водотока.

Временный мост необходимо закрепить стальным тросом или цепью только с одной стороны к прочному сооружению на берегу. Например, в качестве якорных конструкций могут использоваться деревья большого диаметра, крупные валуны и металлические якоря. Закрепление моста только с одной стороны уменьшает риск засорения нижнего течения или перенаправления потока в случае его размыва.

При строительстве водопропускной трубы следует использовать фильтровальную ткань для покрытия русла и берегов водотока, чтобы уменьшить оседание и повысить устойчивость конструкции водопропускной трубы. Фильтровальная ткань должна выходить минимум на 15 см и максимум на 30 см за пределы водопропускной трубы и подстилающего материала. Трубы водопропускной трубы не должны превышать 12 м в длину и должны быть достаточного диаметра, чтобы обеспечить полное прохождение потока в периоды пиковых нагрузок. Трубы водопропускных труб должны быть покрыты слоем заполнителя толщиной не менее 30 см. Если используется несколько водопропускных труб, то между ними должно быть не менее 30 см щебня. Броды должны быть построены из стабилизирующего материала, например, крупных камней.

Ограничения. При некачественном проектировании и строительстве мосты могут представлять наибольшую угрозу безопасности среди всех временных сооружений для пересечения водных потоков. Кроме того, они могут стать более дорогостоящими в плане расходов на ремонт и затрат времени на строительство в случае их размыва или обрушения. Установка и демонтаж водопропускных

труб, как правило, причиняют значительный урон окружающей среде, а эрозия и перемещение грунта вдоль течения могут быть весьма ощутимыми. Также водопропускные трубы могут создавать препятствия для течения реки и мешать миграции рыбы. В зависимости от размера, такие трубы могут забиваться крупным мусором в водотоке, что делает их подверженными частому размыву.

Если стоит выбор между строительством моста или водопропускной трубы в качестве временного перехода через водоток, то мост предпочтительнее из-за относительно минимального нарушения берегов водотока и возможности беспрепятственного прохождения потока по руслу.

Подходы к бродам часто имеют высокий эрозионный потенциал. Кроме того, выемка грунта в русле и подходы к нему с целью укладки каменной наброски или другого стабилизирующего материала вызывают значительное нарушение русла. Грязь и другие обломки попадают прямо в поток, если только переправа не используется только в периоды слабого течения.

Эффективность. Как временные мосты, так и водопропускные трубы обеспечивают надлежащий путь для строительного транспорта, пересекающего водоток или водоток.

Стоимость. Как правило, временные мосты дороже в проектировании и строительстве, чем водопропускные трубы. Мосты также связаны с более высокими расходами на обслуживание и ремонт в случае их выхода из строя. Дополнительные расходы могут быть связаны с потерей времени на строительство, если временное сооружение будет размыто или выйдет из строя.

Литература

1. Акимова Л. Д., Аммосов Н. Г., Бадьин Г. М. и др. Технология строительного производства : учеб. для вузов ; под ред. Г. М. Бадьиной, А. В. Мещанинова. 4-е изд., 2017. 606 с.
2. Журавлев П. А., Марукян А. М. Инженерная защита зданий, сооружений и территорий как фактор инновационного развития территориального планирования // Вестник МГСУ. 2020. Т. 15. Вып. 9. С. 1440–1449.
3. Побегайлов О. А. Моделирование системной организации строительства. Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ), № 1–2(41–42). 2013. С. 30–35.

УДК 656.1

Александр Павлович Якимов,

магистрант

Сергей Валерьевич Садовский,

магистрант

Данил Владимирович Волков,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: yaalpa1992@yandex.ru

Alexander Pavlovich Iakimov,

Master's degree student

Sergey Valeryevich Sadovsky,

Master's degree student

Danil Vladimirovich Volkov,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: yaalpa1992@yandex.ru

**ПУТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ НТТМ
В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**WAYS TO IMPROVE OPERATING ENTERPRISES
OF GROUND TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL
VEHICLES IN MODERN CONDITIONS**

Современные предприятия, обслуживающие крупную строительную и сельскохозяйственную технику, сталкиваются с рядом вызовов и возможностей в условиях быстро меняющейся экономической среды и технологических инноваций. Для успешного развития и конкуренции на рынке необходимо непрерывное совершенствование бизнес-процессов, внедрение новых технологий, оптимизация управления и логистики, а также развитие персонала. В данной статье мы рассмотрим ключевые аспекты улучшения эффективности предприятий, обслуживающих технику, и представим примеры успешной реализации путей совершенствования.

Внедрение современных технологий является одним из основных способов увеличения производительности и качества обслуживания на предприятиях. Автоматизированные системы управления оборудованием, мониторинг состояния техники с помощью датчиков и IoT-технологий, использование искусственного интеллекта для прогнозирования сроков службы и предотвращения поломок – все это позволяет сократить время простоя оборудования и уменьшить затраты на его обслуживание.

Ключевые слова: наземные транспортно-технические средства, эффективность предприятий, обслуживающих технику, системы мониторинга, программного обеспечения для управления техническим обслуживанием.

Modern enterprises servicing large construction and agricultural equipment face a number of challenges and opportunities in the context of a rapidly changing

economic environment and technological innovations. Successful development and competition in the market require continuous improvement of business processes, implementation of new technologies, optimization of management and logistics, as well as personnel development. In this article, we will consider the key aspects of improving the efficiency of enterprises servicing equipment and present examples of successful implementation of improvement paths. Implementation of modern technologies is one of the main ways to increase productivity and quality of service at enterprises. Automated equipment control systems, monitoring of equipment condition using sensors and IoT technologies, use of artificial intelligence to predict service life and prevent breakdowns - all this allows to reduce equipment downtime and reduce its maintenance costs.

Keywords: ground transport and technical means, efficiency of enterprises servicing equipment, monitoring systems, software for maintenance management.

На сегодняшний день предприятия, обслуживающие крупную технику, сталкиваются с несколькими ключевыми проблемами:

- Устаревшие технологии: Многие компании продолжают использовать старое оборудование и методы работы, что снижает производительность и увеличивает затраты на обслуживание.
- Недостаточная квалификация персонала: Сложность и технологическая насыщенность современной техники требуют высокой квалификации специалистов, но многие предприятия сталкиваются с нехваткой обученных кадров.
- Проблемы с логистикой: Эффективное управление запасами и распределение ресурсов остаются актуальной задачей для большинства компаний.

Одним из путей совершенствования является внедрение современных технологий:

- Цифровизация процессов: Использование программного обеспечения для управления техническим обслуживанием позволяет автоматизировать процессы и повысить их эффективность. Например, системы управления техническим обслуживанием (CMMS) могут помочь в планировании и учете проведенных работ.
- Интернет вещей (IoT): Использование сенсоров в технике позволяет собирать данные в реальном времени, что помогает в анализе производительности и предотвращении неполадок на ранней стадии.
- Дистанционное управление: Новые технологии управления машинами на расстоянии позволяют улучшить качество обслуживания, особенно в труднодоступных местах.

Современные системы наблюдения для сельскохозяйственной техники представляют собой передовые и многофункциональные программно-аппаратные решения. Они трансформируют сельскохозяйственные машины, такие как тракторы и комбайны, в примеры современных научных и технических достижений. Этот процесс модернизации позволяет сельскохозяйственным предприятиям повысить эффективность использования техники, увеличить урожай и предотвратить возможные повреждения со стороны недобросовестных сотрудников.

Общий принцип дистанционного мониторинга сельскохозяйственной техники включает в себя использование датчиков и специального программного обеспечения для контроля множества параметров работы сельскохозяйственных машин в целом, а также их отдельных частей. В частности, с помощью таких компонентов можно решать следующие задачи:

- Контролировать параметры работы двигателя, трансмиссии, гидравлической системы и так далее. При обнаружении расхождения текущих параметров со штатными показателями система тут же проинформирует об этом, что поможет выявить неисправность на ранней стадии и избежать более дорогого ремонта.
- Вести оперативный расход топлива в режиме реального времени – отличный инструмент для расчета расходов на горючее и эффективная превентивная мера в борьбе с хищениями ГСМ.
- Контролировать скорость движения машин, что также помогает обеспечивать оптимальный режим работы.

Одним из главных преимуществ современных систем мониторинга является возможность получения точной информации о работе техники в режиме реального времени. Это позволяет не только получать статистические данные, но и оперативно реагировать на любые проблемы, предотвращая возможные поломки и экономя на обслуживании. Кроме того, эти системы обеспечивают контроль за работой техники на значительном расстоянии от базы, что особенно важно для крупных сельскохозяйственных предприятий.

Современные системы мониторинга позволяют собирать, обобщать, классифицировать и анализировать данные, что способствует формированию выводов о производительности техники и эффектив-

ности ее использования. Полученные результаты мониторинга помогают оптимизировать эксплуатационные процессы и увеличивать общую результативность работы агропредприятия, а также эффективности каждой отдельной сельскохозяйственной машины.

Примером успешной реализации такого пути совершенствования может служить АО «Петербургский тракторный завод», которое производит разнообразную строительную и сельхозтехнику.

Тракторы «Кировец» традиционно являются одним из главных флагманов отечественного тракторостроения и драйвером технологического совершенствования сельскохозяйственной техники. Ярким тому подтверждением является цифровой дистанционный инструмент «Кировец-Агромонитор», разработанный в тесном взаимодействии с российским предприятием «ОМНИКОММ». Доступ ко всем данным о местоположении, расходе топлива и другим показателям датчиков трактора, включая *CAN*-шину, станция техобслуживания получает через облачную платформу спутникового мониторинга «Кировец-Агромонитор». Работать с ней можно через браузер персонального компьютера.

Программный комплекс имеет возможность хранить на облачной платформе данные за неограниченный период времени и мгновенно обращаться к ним по мере необходимости. Данные анализа могут формировать в отчеты с различными типами визуализации и обобщения – простые и сводные таблицы, карты, графики.

«Кировец-Агромонитор» позволяет в любой момент контролировать местонахождение и состояние техники – работает она или простаивает, идет ли работа в соответствии с планом и т.д. Ведется самый точный контроль расхода топлив, а если какой-то узел даст сбой, который даже не почувствует водитель-механик, система мониторинга подскажет диспетчеру, на что надо обратить внимание, чтобы избежать дорогого ремонта.

Программный комплекс позволяет контролировать 26 параметров работы тракторов «Кировец» К-7М и К-5, например: Аварийное давление в двигателе, кПА; Сигнализатор загрязненности масляного фильтра ДВС; засоренность воздушного фильтра ДВС; Критический уровень масла в гидробаке, л; Давление в пневмосистеме трактора, кПА; Неисправность тормозной системы.

Для совершенствования предприятий, обслуживающих крупную строительную и сельскохозяйственную технику, необходимо внедрять современные технологии, повышать квалификацию работников, оптимизировать процессы логистики и рассматривать вариант стратегического партнерства. Эти шаги помогут предприятиям повысить свои конкурентные преимущества и улучшить качество обслуживания.

Литература

1. *Хегай Ю. А.* Экономика предприятий автомобильного транспорта : учеб. пособие / Ю. А. Хегай, В. В. Девинова, К. А. Мухина. – Красноярск, 2012 – 239 с.
2. *Меркулова И. П.* Мультимодальные перевозки в России: опыт, проблемы, перспективы // Молодая наука Сибири: электрон. науч. журн. – 2018. – № 2. URL: <http://mnv.irkups.ru/toma/22-2018> (дата обращения: 20.12.2018).

УДК 656.1

Григорий Игоревич Ямковой,
магистрант
Виталий Александрович Горбенко,
магистрант
Павел Андреевич Соколов,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: 5750195@mail.ru

Grigoriy Igorevich Iamkovo,
Master's degree student
Vitaliy Aleksandrovich Gorbenko,
Master's degree student
Pavel Andreevich Sokolov,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: 5750195@mail.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

INCREASING THE EFFICIENCY OF PNEUMATIC EQUIPMENT

В данной статье рассматриваются способы оптимизации пневматического оборудования: стратегии и методы повышения эффективности.

Пневматическое оборудование играет ключевую роль в современных производственных процессах, обеспечивая высокую производительность и надежность работы. Однако многие предприятия сталкиваются с проблемами, связанными с низкой эффективностью этих систем. Данная статья направлена на анализ факторов, влияющих на эффективность пневматического оборудования, а также на исследование методов его оптимизации и новейших технологий в данной области. Целью данного исследования является формирование рекомендаций по повышению производительности пневматических систем и улучшению их эксплуатационных характеристик.

Ключевые слова: пневматическое оборудование, оптимизация системы сжатия воздуха, эффективное распределение воздуха, улучшение качества сжатого воздуха, снижение утечек воздуха.

This article discusses ways to optimize pneumatic equipment: Strategies and methods for improving efficiency.

Pneumatic equipment plays a key role in modern production processes, providing high productivity and reliability of operation. However, many enterprises face problems associated with the low efficiency of these systems. This article is aimed at analyzing the factors affecting the efficiency of pneumatic equipment, as well as studying methods for its optimization and the latest technologies in this area. The purpose of this study is to formulate recommendations for increasing the productivity of pneumatic systems and improving their operational characteristics.

Keywords: pneumatic equipment, optimization of air compression system, efficient air distribution, improvement of compressed air quality, reduction of air leaks.

1. Обзор пневматического оборудования

Пневматическое оборудование включает в себя различные устройства, использующие сжатый воздух для выполнения механических операций. Наиболее распространенными компонентами являются компрессоры, пневматические цилиндры, насосы и клапаны. Компрессоры служат для сжатия воздуха и его подачи в систему, в то время как цилиндры преобразуют сжатый воздух в линейное движение. Каждое из этих устройств имеет свою уникальную конструкцию и принцип работы, однако общими проблемами остаются утечка сжатого воздуха, неэффективная передача энергии и отсутствие регулярного обслуживания.

2. Основные факторы, влияющие на эффективность пневматического оборудования

Эффективность пневматических систем может значительно варьироваться в зависимости от ряда факторов. К числу ключевых аспектов относится качество сжатого воздуха, который должен быть очищен от влаги и загрязнений для предотвращения повреждений компонентов системы. Кроме того, температура и влажность окружающей среды также влияют на производительность. Неправильный выбор размеров трубопроводов и их конфигурации может привести к значительным потерям давления в системе, что также негативно сказывается на ее эффективности. Регулярность технического обслуживания играет критическую роль в поддержании работоспособности оборудования на высоком уровне.

3. Методы повышения эффективности

Повышение эффективности работы пневматического оборудования можно достичь за счет применения различных методов и стратегий. Ниже приведены ключевые пути, которые могут существенно повысить производительность и снизить затраты.

а. Оптимизация системы сжатия воздуха:

– выбор правильного компрессора: использование энергоэффективных компрессоров с частотным регулированием скорости позволит адаптировать производительность к текущим потребностям.

- рекуперация тепла: использование тепла, образующегося в процессе сжатия воздуха, для нагрева помещений или подогрева воды.
- b. Улучшение качества сжатого воздуха:
 - фильтрация и осушение: установка современных фильтров и осушителей для удаления влаги и загрязнений из сжатого воздуха помогает продлить срок службы оборудования и предотвращает повреждения.
 - Мониторинг качества: регулярный контроль качества сжатого воздуха с использованием датчиков поможет оперативно выявлять и устранять проблемы.
- c. Снижение утечек воздуха:
 - аудит системы: проведение регулярных проверок на утечки в системе сжатия и трубопроводах. Использование ультразвуковых детекторов утечек для их обнаружения.
 - проведение ремонта: замените поврежденные шланги и уплотнения, чтобы избежать потерь сжатого воздуха.
- d. Эффективное распределение воздуха:
 - правильный выбор трубопроводов: Использование труб со стандартными диаметрами и минимизацией изгибов для снижения сопротивления воздушному потоку.
 - системы управления: Внедрение автоматизированных систем управления, которые регулируют подачу сжатого воздуха в зависимости от потребностей.
- e. Регулярное техническое обслуживание:
 - плановое обслуживание: проведение регулярных проверок и обслуживания компрессоров, фильтров, ресиверов и других компонентов пневматической системы для предотвращения сбоев в работе.
 - обучение персонала: подготовка и обучение сотрудников по уходу и эксплуатации пневматического оборудования.
- f. Внедрение новых технологий:
 - индивидуальные системы контроля: Использование IoT-устройств и сенсоров для мониторинга состояния оборудования и предотвращения нештатных ситуаций.

- технологии искусственного интеллекта: Применение алгоритмов машинного обучения для анализа данных работы систем и предсказания потенциальных проблем.

g. Автоматизация процессов:

- интеграция с другими системами: Связывание пневматического оборудования с системами управления производством для оптимизации работы и повышения эффективности.

- использование пневматических приводов: Применение современных пневматических приводов и устройств, которые имеют более высокую энергоэффективность и производительность.

h. Применение передовых материалов:

- новые технологии: изучение возможностей применения новых легких и прочных материалов для создания компонентов пневматических систем, что может снизить нагрузку и уменьшить потребление энергии.

- Безмасляные технологии: внедрение безмасляных компрессоров и приводов, которые требовательны к качеству сжатого воздуха и почти не требуют затрат на обслуживание.

4. Примеры успешного повышения эффективности

Практика применения методов повышения эффективности пневматических систем демонстрирует положительные результаты на множестве промышленных предприятий. Например, Металлургический завод внедрил новую систему управления на основе датчиков давления и расхода, что позволило оптимизировать параметры работы пневматических приводов. Это не только улучшило контроль процессов, но и снизило уровень утечек, что в свою очередь увеличило срок службы оборудования и снизило затраты на его обслуживание.

В энергетическом секторе было осуществлено внедрение системы предиктивного обслуживания для пневматических компрессоров. Это позволило заранее выявлять потенциальные неисправности и предотвращать простои, что отрицательно сказывается на производительности и экономических показателях.

Заключение

На основании проведенного исследования можно заключить, что повышение эффективности пневматического оборудования является

комплексной задачей, зависящей от множества факторов. Оптимизация систем управления, использование современных технологий и регулярное обслуживание способны значительно улучшить производительность и снизить затраты. Внедрение новейших технологий и материалов откроет новые возможности для дальнейшего повышения эффективности пневматических систем в ближайшем будущем.

Литература

1. *Евтюков С. А., Шалунов М. М.* Пневмотранспортное оборудование в строительной индустрии. – СПб. : ООО «Издательство ДНК», 2005. 360 с.
2. *Калинушкин М. П., Коппель М. А., Серяков В. С., Шалунов М. М.* Пневмотранспортное оборудование : справочник. Л. : Машиностроение, 1986. 286 с.

СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ, МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ

Эмиль Юнусович Джумаев,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: emildzhumaev@gmail.com

Emil Unusovich Dzhumayev,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: emildzhumaev@gmail.com

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-КОМПОНЕНТОВ В ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

THE USE OF 3D COMPONENTS IN THE DESIGN OF HIGHWAYS

Технологии информационного моделирования в строительстве являются инновационным методом работы над проектами в том числе потому, что серьезное внимание уделяется ко всем деталям в модели. Такие детали называются компонентами или семействами. На примере программного комплекса Autodesk Revit, применяющегося в основном в промышленном и гражданском строительстве, рассматривается как можно перенять существующий опыт и применять компоненты в проектировании автомобильных дорог. Рассматриваются свойства и варианты применения каждого вида семейств, а также преимущества, которые технологии информационного моделирования приносят с точки зрения применения компонентов и их наполнения.

Ключевые слова: BIM, ТИМ, информационное моделирование, проектирование автомобильных дорог, цифровизация строительства, семейства.

Information modeling technologies in construction are an innovative method of working on projects, among other things, because serious attention is paid to all the details in the model. Such parts are called components or families. Using the example of the Autodesk Revit software package, which is mainly used in industrial and civil construction, it is considered how it is possible to adopt existing experience and apply components in the design of highways. The properties and application options of each type of family are considered, as well as the advantages that information modeling technologies bring in terms of the use of components and their content.

Keywords: BIM, TIM, information modeling, highway design, digitalization of construction, families.

Технологии информационного моделирования в строительстве – это инновационный метод работы над проектами, который представляет собой создание трехмерной модели, содержащей большой объем данных [1]. Данный метод взаимно связывает не только разделы проектирования, но и все чертежи, листы и спецификации между собой. Такой подход помогает экономить время и финансовые ресурсы, налаживать совместную работу, контролировать каждый шаг и избегать ошибок при проектировании [2].

Цифровая информационная модель состоит не просто из линий и текстуры материалов, но и из технологических, экономических и других данных. В модели учитываются варианты размещения элементов, стоимость и другие характеристики. Одна из причин почему учет такого объема данных возможен в таком удобном формате, это то, что все компоненты модели несут в себе атрибутивную информацию, подстраивающуюся под варианты их использования.

Компоненты или семейства в модели являются важнейшими составляющими, из которых и состоит вся модель. Компоненты – это готовые трехмерные составляющие модели, которые используются при проектировании. В каждом из них может быть несколько вариаций: например, железобетонные плиты разного размера или дорожные знаки разных типов. Каждый компонент может включать в себя параметры, которые можно изменять при использовании его в проекте. Это позволяет создавать проекты без необходимости каждый раз заново создавать все элементы с нуля.

Рассмотрим семейства в программе *Autodesk Revit* [3]. Данная программа уже давно и повсеместно применяется в проектировании объектов промышленного и гражданского строительства. Проанализируем как применить существующий опыт работы с семействами для проектирования автомобильных дорог и выделим преимущества.

В *Autodesk Revit* всем компонентам назначены категории [3], а сами категории можно поделить на три большие группы по методу их создания и хранения:

1. Системные категории (создаются и хранятся в пространстве проекта).
2. Загружаемые категории (создаются в редакторе семейств и загружаются впоследствии в проект).

3. Модели в контексте (почти такие же категории, как у системных и загружаемых).

Модели в контексте применяются достаточно редко. Поэтому рассмотрим немного подробнее системные и загружаемые семейства, а также примеры их применения в проектировании автомобильных дорог.

На рис. 1 показан пример системного семейства конструкции дорожной одежды пролетного строения в категории перекрытия. Оно содержит в себе несколько типоразмеров с различными толщинами и составом слоев, отличающимися материалами и параметрами типа. Также в семействе предусмотрены настраиваемые свойства для каждого из размещенных в проекте экземпляров.

Для данного семейства разработан перечень всех материалов, необходимых для вариативной работы с типоразмерами перекрытий. Посмотреть технические характеристики материалов можно в диспетчере материалов. Также в представленном системном семействе разработан шаблон спецификации по ГОСТ для автоматического подсчета материалов, перекрытий и фундамента.

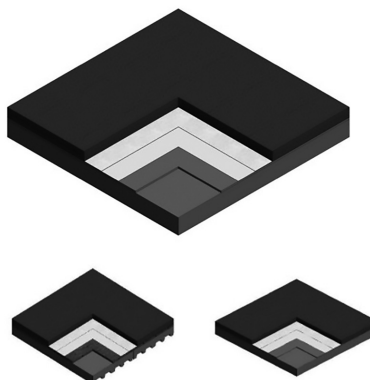


Рис. 1. Системное семейство конструкции дорожной одежды пролетного строения

Далее рассмотрим загружаемые семейства. Для работы с моделью проекта автомобильной дороги, к примеру, в разделе «Организация дорожного движения» можно создать всего один компонент дорож-

ного знака с гибкой, интуитивной и понятной настройкой в проекте. В проектах автомобильных дорог может содержаться несколько сотен дорожных знаков. Традиционно для этого используются примитивы и блоки в формате *dwg* в среде *CAD* программ [4]. Автоматизация моделирования таких объектов может привести к значительным сокращениям трудозатрат проектировщиков и, как следствие, к оптимизации затрат на проектирование.

Семейство универсального дорожного знака в данной программе будет представлять из себя комплектный (родительский) компонент, который включает в себя вложенные [5] в него семейства лицевых поверхностей знаков с изображениями, разного типа стоек, а также фундаментов [4]. Для подбора дорожного знака совершенно любой конфигурации, пользователь просто выбирает типы полотен, стойки и фундаменты знака путем переключения, настроенных заранее разработчиком семейства параметров. Даже проектировщики, которые никогда не работали в *Revit*, смогут подобрать новый дорожный знак менее чем за минуту. И более того, от выбранного знака в семействе будет автоматически подбираться определенный состав параметров, который впоследствии будут передаваться, к примеру, при проставлении марок и составлении спецификаций. Пример подобного семейства проиллюстрирован на рис. 2 слева в редакторе семейств, справа на рисунке показано отображение данного семейства на плане.



Рис. 2. Семейство универсального дорожного знака

Основные плюсы таких компонентов в проектировании автодорог:

1. Унификация разнотипных компонентов в одно семейство путем сложной параметризации и иерархии из вложенных [5] компонентов.
2. Наполненность атрибутивной информацией и материалами.
3. Автоматизированное заполнение спецификаций (ведомостей различных компонентов).
4. Различные уровни детализации геометрии.
5. Систематизация параметров (ФОПы) [6] и регламентация работки семейств внутри компании.
6. Структурированное ведение корпоративной библиотеки.
7. Автоматизация рутинных процессов при помощи скриптов на платформе визуального программирования в Дупамо [7].

Итак, BIM-технологии в проектировании автомобильных дорог уже существуют в специализированных программах, таких как «Топоматик *Robur*» [8] и обеспечивают автоматизированное заполнение спецификаций, совместную работу и взаимосвязь. Но с точки зрения минимизации примитивов и блоков, полноценного применения компонентов, функционала их редактирования еще реализованы не все возможности.

Литература

1. BIM (ТИМ)-моделирование: этапы и применение в различных отраслях. URL: <https://maspk.ru/news/bim-modelirovanie-etapy-i-primenenie-v-razlichnykh-otraslyakh/> (дата обращения: 01.10.2024).
2. Коммерческая ценность и преимущества BIM-технологий. URL: <https://infrabim.csd.ru/value-bim-benefits-infrastructure/> (дата обращения: 03.10.2024)
3. Семейства Revit: пошаговое введение. URL: <https://www.autodesk.com/autodesk-university/ru/article/Revit-Families-Step-Step-Introduction-2018> (дата обращения: 10.10.2024).
4. BIM для дорог: создание информационной модели раздела ОДД с Revit, Inventor, InfraWorks. URL: https://isicad.ru/ru/articles.php?article_num=20699 (дата обращения: 11.10.2024).
5. Revit: общие и вложенные семейства. URL: <https://dzen.ru/a/Xj4f4n1QjUBV0pMo> (дата обращения: 13.10.2024).
6. Revit: файл общих параметров. URL: <https://dzen.ru/a/Xbve-gX9mACu5Pbj> (дата обращения: 15.10.2024).
7. DYNAMO в REVIT. URL: <https://1-bim.ru/dynamo-v-revit/> (дата обращения: 15.10.2024).
8. Топоматик Robur. URL: <https://topomatic.ru/new-generation/> (дата обращения: 18.10.2024).

УДК 656.1

Аниель Ноеми Ккарита Сукари,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: anielccs@gmail.com

Aniel Noemi Ccarita Sucari,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: anielccs@gmail.com

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СПОСОБОВ УПЛОТНЕНИЯ НА ПОВЕДЕНИЕ АСФАЛЬТОВЫХ СМЕСЕЙ С МОДИФИЦИРУЮЩИМИ ДОБАВКАМИ

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF COMPACTION METHODS ON THE BEHAVIOR OF ASPHALT MIXTURES WITH MODIFYING ADDITIVES

Для обеспечения эксплуатационных характеристик дорожных покрытий необходимо готовить асфальтобетонные смеси с оптимальным процентным содержанием асфальта, обеспечивающим хорошее распределение напряжений. Аналогично, асфальтовые смеси должны иметь большую устойчивость, легче уплотняться и иметь более высокую плотность, по этим причинам используются модифицирующие добавки. В этой статье будет проведено исследование путем анализа асфальтовых смесей с добавками, подвергнутых различным методам уплотнения, с учетом различных факторов и параметров, которые могут различаться.

Ключевые слова: уплотнение, асфальтобетонная смесь, усилия, добавки, параметры.

In the Guaranteeing the performance of pavement structures requires that asphalt mixtures be prepared with an optimal percentage of asphalt that generates a good stress distribution. Likewise, asphalt mixtures are required to have greater resistance, be easier to compact and be more likely to have a higher density, for these reasons modifying additives are being used. This article will carry out a study by analyzing asphalt mixtures with additives subjected to different compaction methods, taking into consideration different factors and parameters that may vary.

Keywords: compaction, asphalt mixture, efforts, additives, parameters.

Проекты асфальтобетонных смесей обычно выполняются в оптимальных условиях, поскольку они готовятся в лабораториях, но, как известно, в процессе строительства существуют переменные факторы,

которые могут повлиять на покрытие. Одним из параметров, который трудно гарантировать, является процент и степень уплотнения, и его важность заключается в влиянии, которое он может оказать на такие свойства асфальтовой смеси, как: плотность, коэффициент пустотности, содержание воздушных пустот, стабильность, текучесть, устойчивость к деформации, пустоты в минеральном заполнителе, и т. д. Также было обнаружено, что это оказывает влияние на различные повреждения, которые могут возникнуть в дорожном покрытии.

В этой работе исследование началось с выявления различных существующих методов уплотнения. Было замечено, что они различаются по типам оборудования и использованию образца. Из-за частого использования в процессах уплотнения было решено изучить следующие три типа методов: уплотнение по Маршаллу, уплотнение роликами и вращательное уплотнение. Первый метод применяется только в горячих асфальтобетонных смесях с размером заполнителя 25 мм и даже 38 мм. Для второго метода используется уплотнитель. Этот метод применим к плотным или закрытым асфальтовым смесям с размером заполнителя более 25 мм. В третьем методе используется вращающийся уплотнитель. В Северной Америке наиболее используемым методом является гирационное уплотнение, в Европе применяется метод статического давления, а в Азии – уплотнение Маршалла. К такому выводу пришли на основании приведенных ниже таблиц, в которых суммированы наиболее используемые методы уплотнения.

Таблица 1

Определение методов уплотнения, используемых в Северной Америке

Северная Америка				
Страна	Доказательство	Метод уплотнения	Количество ходов/давление или количество оборотов	Размер выборки Ø (мм)
США	6	Маршалл	75 о 50 удары	100/150
	8	Роторный	600 кПа/175,25,35 поворачивается	101.6/100/15
Канада	1	Маршалл	75 удары	100

Таблица 2

Определение методов уплотнения, используемых в Европе

Европа				
Страна	Метод уплотнения	Количество оборотов/давление	Время отверждения (дни)	Температура отверждения
Италия	Роторный	180 поворачивается/600 кПа	3	40 °С
Испания	Роторный	—	3	50 °С
Франция	Статическое давление, Роторный	9,8 МПа/7,4 МПа/600 кПа	3	18 °С
Норвегия	Статическое давление, Роторный	8 тонн/2мин	14	5 °С
Португалия	Статическое давление	21МПа/8МПа	3	50 °С
Чешская Республика	Статическое давление	5МПа	2	20 °С
Германия	Маршалл	75 просмотров	3	40 °С
Финляндия	Проктор	—	7	20 °С
Великобритания	Проктор	—	3	60 °С

Каждый образец имел разные размеры (диаметр и высоту), которые выбирались исходя из свойств, которые необходимо определить, например, при определении используются цилиндрические образцы размером 4 и 6 дюймов в зависимости от их высоты и диаметра 0,6–0,7. объемные и когезионные свойства. Для испытаний на влагах чувствительность и осевое сжатие применяют образцы с соотношением высоты и диаметра 1:1 и 2, наконец, для испытаний на усталость обычно применяют призматические образцы.

Таблица 3

Определение методов уплотнения, используемых в Азии

Азия				
Страна	Метод уплотнения	Количество ударов	Время отверждения (дни)	Температура отверждения
Малайзия	Маршалл	–	3	40 °С
Индия	Маршалл	75	3	40 °С
Корея	Маршалл	75	1	60 °С
Китай	Маршалл	75/50/37	1	60 °С
Иран	Маршалл	75	3	40 °С
Австралия	Маршалл	50	3	40 °С
Африка	Маршалл/ вибрационный	Уровень 1, 2 и 3	3	40 °С

Некоторыми факторами, влияющими на процесс уплотнения асфальтовой смеси, являются размер и форма заполнителя, качество поверхности, содержание битума, тип наполнителя, толщина слоя и температура. На основе информации, собранной в ходе исследований, которые в настоящее время посвящены поведению смесей с добавлением добавки, была составлена следующая таблица, в которой суммированы тип смеси, количество образцов, используемая добавка и метод уплотнения.

Таблица 4

Эффекты методов уплотнения

Общее количество образцов	Тип используемого уплотнителя и добавки	
Тип смеси: Горячая смесь асфальта		
3	Метод: Маршалл	Добавки: Cecabase и Rediset
	Были использованы три различные температуры изготовления и прессования (140 °C/130 °C, 120 °C/110 °C и 100 °C / 90 °C). Было замечено, что при 130 °C их плотность увеличилась, а уплотняемость улучшилась [1]	
8	Метод: Маршалл и ролики	Добавка: молекулы силана
	При определении максимальной плотности было обнаружено, что она одинакова как с добавкой силана, так и без нее. С увеличением содержания воздушных пустот температура уплотнения снижается [2]	
4	Метод: роторный	Добавка: стирол-бутадиен-стирол (SBS)
	Смеси помещали в печь на 4 часа при давлении прессования 625 кПа и угле прессования 1,25°[4]	
7	Метод: Маршалл и роторный	Добавки: химические и органические
	В первом были получены оптимальное содержание связующего, содержание пустот при 160 °C и процент уплотнения. Во втором случае легкость уплотнения анализировали с помощью кривой уплотнения, основанной на количестве циклов. Было выполнено около 200 оборотов при давлении 600 кПа и угле уплотнения 0,82 при скорости 30 об/мин [5]	

Продолжение табл. 4

Общее количество образцов	Тип используемого уплотнителя и добавки	
8	Метод: Маршалл и роторный	Добавки: стирол-бутадиен-стирол (SBS) и базальтовое волокно
	<p>Для первого было определено оптимальное содержание асфальта 5,8 %. Второе улучшило устойчивость смесей к деформации и устойчивость к влажности. Уровень уплотнения увеличивается по мере увеличения соотношения асфальта и заполнителя. Второй метод превосходит первый, поскольку он не может эффективно моделировать реальную ситуацию уплотнения дорожного покрытия. В обоих испытаниях проводились испытания на статическую ползучесть при высокой температуре, деление при низкой температуре, деление при замораживании-оттаивании и влажности, было установлено, что полученные объемные свойства аналогичны [7]</p>	
6	Метод: Маршалл	Добавка: полиэтилен
	<p>Температуру перемешивания поддерживали в пределах (145–155 °C), делали 75 ходов. Были определены кажущаяся плотность, стабильность и текучесть по Маршаллу, процентное содержание воздушных пустот, удельный вес и оптимальное содержание асфальта. Стабильность увеличивается с увеличением процентного содержания полимера, максимальное значение составило 10 %, что на 13,5 кН выше по сравнению с контрольными смесями, которые составляли 8,4 кН. Аналогично, кажущаяся плотность была выше [8]</p>	

Окончание табл. 4

Общее количество образцов	Тип используемого уплотнителя и добавки	
Тип смеси: Теплые и горячие смеси		
6	Метод: роторный и ролики	Добавка: полимер
	В первом случае количество витков и градиация заполнителей учитывались для достижения оптимального процента содержания пустот, который в данном случае составлял 4 %. Кроме того, это позволяет производить более уплотненные смеси, поскольку во время строительства достигается плотность от 1 до 2 %. Во втором случае выбранное количество проходов составляло 25, а максимальное приложенное давление составляло 1000 фунтов на квадратный дюйм. Смеси, уплотненные валками, имели более высокие показатели гибкости, чем образцы, подвергнутые ротационному уплотнителю, а также горячие смеси. Теплые асфальтобетонные смеси смешивались и уплотнялись при более низких температурах (35 °C) по сравнению с горячими асфальтобетонными смесями [3]	
6	Метод: Маршалл	Добавки: SBS, Sasobit
	Для обоих типов смеси оптимальное содержание асфальта составляло 4,2 %, а воздушной пустячности – 3,5 %, исходя из этого определяли температуру ее уплотнения. Смеси находились в печи в течение 2 часов и уплотнялись при 75 ударах. Были измерены содержание воздуха, стабильность, величина текучести и пустоты в минеральном заполнителе, результаты оказались одинаковыми в обоих случаях [6]	

В результате проанализированных исследований было доказано, что горячие асфальтобетонные смеси действительно используются в основном для осуществления метода Маршалла и уплотнения скручиванием, однако только в одной из них обнаружено уплотнение катками. Лишь в 2 исследованиях установлено, что его использовали в теплых смесях и осуществляли 3 вида уплотнения. На основании проведенной оценки и исследования можно сказать, что выбор хорошего метода уплотнения приводит к улучшению различных свойств смеси, причем наибольший эффект оказал метод ротационного уплотнения. Но наиболее часто используемым методом является метод Маршалла, но необходимо учитывать различные условия отказа, которые могут возникнуть, и проводить сравнительное исследование затрат при выборе метода, чтобы добиться качественного уплотнения. Аналогичным образом было замечено, что температурный параметр имел важное влияние, поэтому образцы оценивались при разных температурах уплотнения.

В следующей таблице показано влияние добавок в процессе уплотнения и на поведение асфальтовых смесей.

Таблица 5

Влияние добавок в асфальтобетонные смеси

Тип добавки	Влияние добавок на уплотняемость и эксплуатационные характеристики асфальтобетонных смесей
Cecabase и Rediset	Было обнаружено, что они не влияют на вяжущее, снижая его вязкость, но воздействуют на смесь, вызывая улучшение ее прессуемой и снижая температуру производства и прессования. Такое снижение температуры происходит, когда добавка снижает силы трения между заполнителями и битумом. Аналогично, добавление присадок способствует увеличению срока службы покрытия [1]
Молекулы силана	Добавка покрывает поверхность частиц заполнителя, образуя слой толщиной от 1 до 100 нанометров, что приводит к положительным изменениям в поведении асфальта, таким как более постоянное уплотнение и уменьшение высвобождения вяжущего

Продолжение табл. 5

Тип добавки	Влияние добавок на уплотняемость и эксплуатационные характеристики асфальтобетонных смесей
Молекулы силана	<p>При добавлении добавки улучшается ковкость смеси. Уплотняемость образцов не имела различий со связующим или без него. Влияние температуры уплотнения на содержание воздушных пустот наблюдалось только в смеси слоев изнашивания с более высокими значениями для более низких температур уплотнения. При добавлении добавки происходит сокращение времени укрывания заполнителя, а также температуры уплотнения, что приводит к образованию воздушных пустот, сравнимых с тем, которое получается без вяжущих веществ [2]</p>
Полимер	<p>Использование добавок может снизить температуру производства без значительного снижения устойчивости смеси к образованию колеи. Повышение температуры смешивания и уплотнения снизило устойчивость к растрескиванию и исключило положительное влияние добавки на долговечность смеси. Теплая асфальтовая смесь была более компактной, чем горячая асфальтовая смесь, поскольку количество проходов, необходимых для уплотнения блоков, было меньше, однако увеличение содержания, вяжущего на 0,5 % обеспечило более высокий уровень удобоукладываемой по сравнению с другими смесями [3]</p>
Стирол-бутадиен-стирол (SBS)	<p>Увеличение количества добавки приводило к снижению вязкости вяжущего, а также позволяло осуществлять уплотнение при более низких температурах, а уплотняемость смеси меньше зависела от вязкости. Уплотняемость асфальта классифицировали по числу витков, наклону энергии уплотнения, а также энергетическим показателям. Это оказало большее влияние на уплотняемость смеси и позволило снизить температуры смешивания и уплотнения [4]</p>

Окончание табл. 5

Тип добавки	Влияние добавок на уплотняемость и эксплуатационные характеристики асфальтобетонных смесей
Химические и органические добавки	Использование добавок позволяет снизить производственные затраты на уплотнение битумных смесей и улучшить их водопроницаемость. Влияние рабочих температур на жесткость было меньше в смесях с присадками. Все добавки показали более высокий модуль жесткости, чем смесь, приготовленная при 120 °C [5]
SBS, Sasobit	Температура уплотнения с добавкой снизилась на 25 %, также в зависимости от смесительной установки и перепада температур рекомендуются соответствующие температуры [6]
SBS и базальтовое волокно	Показано, что базальтовое волокно улучшает и укрепляет свойства асфальта. При добавлении добавки был достигнут лучший эффект уплотнения и механические характеристики. Прочность на сдвиг и вязкость модифицированного асфальта улучшились, но прочность пластичности снизилась. Улучшенные характеристики уплотнения приводят к улучшению стабильности при низких температурах и влажности [7]
Полиэтилен	Повышает удобоукладываемость и эффективность уплотнения. Значения стабильности, текучести, кажущейся плотности и процента заполненных пустот асфальта сумели удовлетворить нормативным требованиям. С добавкой поток увеличился, а воздушные зазоры уменьшились [8]

Можно сделать вывод, что образцы, изготовленные с помощью ротационного уплотнителя, обладают большей устойчивостью к непрямому растяжению и большей связностью между частицами. Образцы, полученные методом Маршалла, имели меньший износ (3 %), чем образцы, полученные методом Superpave. На результаты испытания на сжатие повлияли размеры образцов, которые имели соотношение

высоты к диаметру 1:1, а их сопротивление было выше, чем у образцов с соотношением 2:1. Учитывая высокие значения устойчивости по Маршаллу и низкую восприимчивость к влажности, смесь подвержена усталостному растрескиванию. Метод уплотнения не оказал очень существенного влияния на остаточную деформацию.

Литература

1. *Перейра Р., Алмейда Коста А., Дуарте К., Бенга А.* Теплая асфальтовая смесь: влияние химических добавок на битум свойства и уплотняемость смеси известняковых заполнителей URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1996681417300639> (дата обращения: 28.09.2024).
2. *Бюхлер С., Вистуба М., Канноне Фальчетто А.* Смешивание и уплотнение асфальтобетонных смесей, модифицированных молекулами силана. URL: <https://www.h-a-d.hr/pubfile.php?id=1111>. (дата обращения: 02.10.2024)
3. *Кумар В., Колери Э.* Влияние более мелкой градации, температуры, добавок к теплым смесям и методов уплотнения на плотность и характеристики асфальтовых смесей. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061823019402>. (дата обращения: 03.10.2024).
4. *Лянтун М., Сюнь Л., Син Ф., Хуурман М., Шаопэн В.* Лабораторные исследования характеристик уплотнения и производительности теплая асфальтовая смесь с химическими добавками. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061812005442>. (дата обращения: 03.10.2024).
5. *Эльза Санчес А., Вега Заманильо А., Кастро Фресно Д., ДельРио Прам М.* Оценка уплотняемости и механических свойств битумных смесей с теплыми добавками URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950061810005520>. (дата обращения: 20.09.2024).
6. *Сюэлян Л., Чжиган Ч., Чжаньпин Ю.* Температуры уплотнения Sasobit для производства теплой асфальтобетонной смеси, модифицированные(SBS). URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S095006181631114X>. (дата обращения: 04.09.2024)
7. *Вэньшэн В., Юнчунь Ч., Годжин Т., Хайтао В. и Ханбин Л.* Оценка эффективности стирол-бутадиен-стирол-Модифицированный камнемастический асфальт с использованием базальтового волокна различные методы уплотнения URL: https://www.researchgate.net/publication/336129021_Performance_Evaluation_of_Styrene-Butadiene-Styrene-Modified_Stone_Mastic_Ashphalt_with_Basalt_Fiber_Using_Different_Compaction_Methods (дата обращения: 06.10.2024).
8. *Ламия А.* Улучшение маршалловских свойств асфальтобетона смеси с использованием полиэтилена в качестве добавки URL: https://www.researchgate.net/publication/331318279_Improvement_of_Marshall_Properties_of_the_Ashphalt_Concrete_Mixtures_Using_the_Polyethylene_as_Additive. (дата обращения: 06.10.2024).

УДК 625.7

Михаил Андреевич Лебедев,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: marta2013apple@gmail.com

Mikhail Andreevich Lebedev,
Master's degree student
(Saint-Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: marta2013apple@gmail.com

ИСТОРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ СПОСОБОВ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ МНОГООСНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ДОРОЖНУЮ КОНСТРУКЦИЮ В ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

HISTORICAL ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF METHODS OF ASSESSING THE IMPACT OF MULTI-AXLE VEHICLES ON ROAD STRUCTURES IN DOMESTIC REGULATORY DOCUMENTATION

В данной статье произведен последовательный анализ нормативно-правовой базы по вопросам, касающимся способов оценки воздействия многоосных транспортных средств на дорожную конструкцию. Приведены основные аспекты методик расчета нагрузок, передаваемых многоосными транспортными средствами на покрытие и их коэффициентов приведения, включая документы, действовавшие еще в СССР, такие как ВИ 103-57, ВСН-46-60, ВСН 46-72, ВСН 46-83, а также документы, действовавшие в Российской Федерации, среди которых ОДН 218.046-01, ПНСТ 541-2021 и ныне действующий ГОСТ 71405-2024. Также в работе описаны ключевые черты способов определения вышеперечисленных параметров, произведен их пошаговый разбор с разъяснениями, рассмотрена их постепенная эволюция и усложнение.

Ключевые слова: дорожные конструкции, многоосные транспортные средства, коэффициент приведения, осевые нагрузки, эквивалентные нагрузки.

This article provides a consistent analysis of the regulatory framework on issues related to the methods for assessing the impact of multi-axle vehicles on road structures. It presents the main aspects of the methods for calculating the loads transferred by multi-axle vehicles to the pavement and their reduction factors, including documents that were in force in the USSR, such as VI 103-57, VSN-46-60, VSN 46-72, VSN 46-83, as well as documents that were in force in the Russian Federation, including ODN 218.046-01, PNST 541-2021 and the currently valid GOST 71405-

2024. The work also describes the key features of the methods for determining the above parameters, provides a step-by-step analysis with explanations, and considers their gradual evolution and complication.

Keywords: road structures, multi-axle vehicles, reduction ratio, axle loads, equivalent loads.

Наиболее ранним из доступных в сети Интернет нормативно правовым документом, содержащим требования к назначению конструкций дорожных одежд нежесткого типа, является Инструкция по назначению конструкций дорожных одежд нежесткого типа ВИ 103-57, утвержденная Главдорстроем СССР 15-го апреля 1957 года [1]. В ней излагаются основные методы учета при проектировании факторов, влияющих на работу нежесткой дорожной одежды. В параграфе 7, посвященному учету воздействия на дорожную одежду автомобилей с разными колесными нагрузками и различным давлением, передаваемым на покрытие, указан следующий алгоритм оценки предполагаемого для проектируемой дороги состава движения, выражаемого в количестве единиц различных транспортных средств, в единицах расчетной интенсивности движения:

1. За расчетный автомобиль принимается транспортное средство с характеристиками Н-13, давление воздуха в шине p которого – 5 кг/см^2 , а диаметр отпечатка колеса на покрытии D , через который нагрузка передается на дорожную конструкцию, равен 34 см;
2. Число проездов различных марок транспортных средств выражалось в количестве проездов расчетных автомобилей Н-13. В связи с тем, что номенклатура транспортных средств в 1950-е годы в СССР была ограничена рядом производимых на территории страны различных марок грузовых автомобилей, механизм их приведения к расчетному автомобилю сводился к работе с номограммой (рис. 1).

Таким образом, на момент 1957-го года универсальной методики, учитывающей взаимное расположение осей и колес транспортных средств, не было. В ВСН-46-60, принятых взамен ВИ 103-57, вышеуказанная методика учета не претерпела никаких изменений [2].

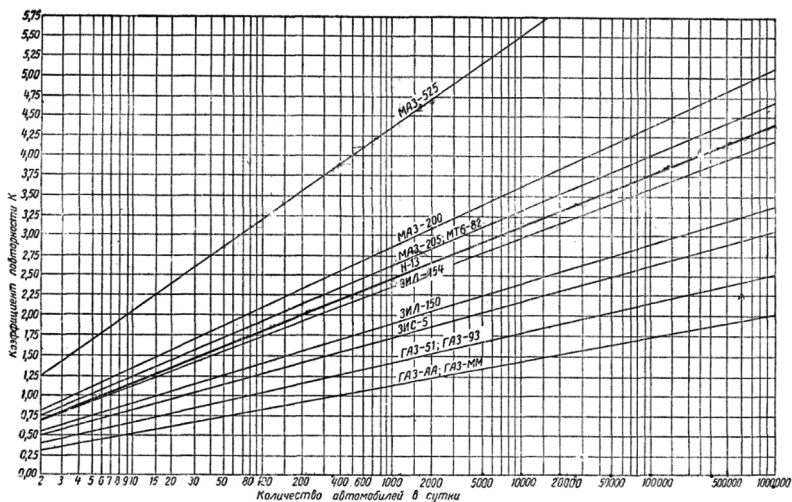


Рис. 1. График для приведения интенсивности движения к расчетному автомобилю Н-13

Взамен ВСН-46-60 в 1972 году вступили в действие ВСН 46-72, где транспортные средства, выступающие в роли расчетных автомобилей для дорог общей сети, стали делиться на две группы:

- группа А. К данной группе относились расчетные автомобили, используемые при проектировании дорожных одежд дорог категорий I и II, со статической осевой нагрузкой 10 000 кг, средним удельным давлением на покрытие 6 кг/см², площадью контакта колеса с покрытием 835 см² и расчетным диаметром следа колеса 33 см, а также автобусы со статической осевой нагрузкой 11 500 кг, средним удельным давлением на покрытие 6 кг/см², площадью контакта колеса с покрытием 960 см² и расчетным диаметром следа колеса 35 см;
- группа Б. К данной группе относились расчетные автомобили, используемые при расчете дорожных одежд на прочих дорогах СССР со статической осевой нагрузкой 6000 кг, средним удельным давлением на покрытие 5 кг/см², площадью контакта колеса с покрытием 600 см² и расчетным диаметром следа колеса 28 см, а также автобусы со статической осевой нагрузкой 7000 кг, средним удельным дав-

лением на покрытие 5 кг/см^2 , площадью контакта колеса с покрытием 700 см^2 и расчетным диаметром следа колеса 30 см [3].

Параметры расчетных автомобилей для городских дорог, согласно ВСН 46-72 (табл. 1).

Таблица 1

Параметры расчетных автомобилей для городских дорог по ВСН 46-72

Характеристика	Н-10	Н-30
Осевая нагрузка, кг	9500	12 000
Давление, передаваемое на покрытие p , кг/см^2	5,5	6,0
Площадь следа отпечатка колеса, см^2	864	1000
Диаметр пятна контакта D , см	33	36

Далее рассмотрим коэффициенты приведения к расчетным автомобилям городских дорог и дорог общей сети (табл. 2).

Таблица 2

Коэффициенты приведения к расчетным автомобилям

Группы расчетных автомобилей		Осевые нагрузки приводимых ТС, т							
		4	6	7	8	9,5	10	11,5	12
А	Грузовые автомобили	0,02	0,10	0,36	0,43	0,68	1,0	—	—
	Автобусы	0,01	0,05	0,18	0,21	0,34	0,5	1,0	—
Б	Грузовые автомобили	0,20	1,00	—	—	—	—	—	—
	Автобусы	0,06	0,50	1,00	—	—	—	—	—
По СНиП II-К.3-70	Н-30	0,01	0,05	0,18	0,22	0,35	0,5	0,8	1,0
	Н-10	0,03	0,15	0,55	0,65	1,00	—	—	—

Исходя из данных в таблице, для транспортных средств с осевыми нагрузками выше расчетных не предполагались коэффициенты приведения. Таким образом, подход к учету нагрузок большегрузных ТС заключался в следующем: в общих случаях не предполагалось движение ТС с нагрузками, превышающими расчетные нагрузки, а для частных случаев движения большегрузных автомобилей в рамках уже запланированных нужд предприятий плановой экономики существовали расчетные нагрузки под конкретные грузовые транспортные средства, номенклатура которых также была заранее известна (табл. 3).

Таблица 3

Параметры расчетных грузовых автомобилей, используемых при проектировании дорог и улиц с предъявленными к ним специальными требованиями по ВСН 46-72

Марка и модель грузового ТС	Осевая нагрузка, т	Давление, передаваемое на покрытие р, кг/см ²	Диаметр пятна контакта D, см
<i>Бортовые грузовики</i>			
ГАЗ-52-03	3,9	4,0	25
ГАЗ-53А	5,6	4,3	29
Урал-377	5,5х2	3,9	30
ЗИЛ-130	6,9	5,0	30
МАЗ-516	9,0	5,5	33
МАЗ-500	10,0	5,5	34
КрАЗ-257	9,3х2	5,5	33
<i>Самосвальная техника</i>			
ГАЗ-53Б	5,6	4,3	29
ЗИЛ-ММЗ-555	6,6	5,3	28
МАЗ-503Б	9,4	5,3	33

Окончание табл. 3

Марка и модель грузового ТС	Осевая нагрузка, т	Давление, передаваемое на покрытие p , кг/см ²	Диаметр пятна контакта D , см
КрАЗ-256Б	18,00	5,5	46
БелАЗ-540	32,4	5,0	64
БелАЗ-548А	44,5	5,0	75

В ВСН 46-83, заменивших собой ВСН 46-72, в качестве расчетных автомобилей также применялись группы автомобилей А и Б (табл. 4) [4].

Таблица 4

Расчетные автомобили группы А и Б в ВСН 46-83

Расчетные автомобили	Осевые нагрузки, кН	Колесные нагрузки, кН		Давление, передаваемое на покрытие, МПа	Диаметр пятна контакта, см	
		статические Q_n	динамические Q_d		статич.	динамич.
Авто-мобили:						
А	100	50	65	0,6	33	37
Б	60	30	39	0,5	28	32
Авто-бусы:						
А	110	55	72	0,6	34	39
Б	70	35	46	0,5	30	34

Расчетные автомобили группы А применялись при проектировании дорог I–III категорий, а расчетные автомобили группы Б – при проектировании дорог категорий IV–V.

Для наиболее распространенных ТС в ВСН 46-83 также приведена таблица 2 приложения 1 с расчетными параметрами. Однако туда вошел намного более обширный перечень автомобилей в сравнении с ранее действовавшими нормами. Для автомобилей, которые по тем или иным причинам не попали в данный перечень, а также для тех транспортных средств, нагрузки на оси которых превышали нагрузки расчетных автомобилей, суммарный коэффициент приведения предполагалось определять по следующей формуле:

$$S_{\text{мсум}} = \sum_1^n S_n, \quad (1)$$

где n – количество осей приводимого транспортного средства; S_n – определяемый по графику коэффициент перехода от эквивалентной нагрузки к расчетной $Q_{\text{расч}}$.

Значения коэффициентов S_n находились для нагрузок, превышающих не более чем на 20 % расчетные нагрузки, а также для нагрузок ниже расчетных. Определяли коэффициент S_n n -й оси при помощи отношения эквивалентной нагрузки к расчетной. На основе этого отношения с графика снимались значения S_n (рис. 2).

Нагрузку n -ой оси автомобиля, называемую эквивалентной, и учитывающую динамичность воздействия нагрузки, определяли по формуле:

$$Q_n^{(3)} = K_{\text{дин}} Q_n, \quad (2)$$

где $K_{\text{дин}}$ – коэффициент учета вариативности передаваемых нагрузок при движении транспортного средства, равный 1,30; Q_n – статическая колесная нагрузка на колесо исследуемой оси n ($n = 1; 2$).

Эквивалентная нагрузка, передаваемая колесами n -й оси транспортного средства с тремя осями, находилась по формуле:

$$Q_n^{(3)} = K_{\text{дин}} Q_n (g_{n-1} + 1 + g_{n+1}), \quad (3)$$

где Q_n – статическая колесная нагрузка на колесо исследуемой оси n ($n = 1; 2; 3$); g_{n+1} , g_{n-1} – коэффициенты, учитывающие взаимное влияние на напряженно-деформированное состояние покрытия под колесами осей, идущих позади n -й и впереди n -й соответственно,

определявшиеся по графику (рис. 5) в зависимости от относительного расстояния между центрами отпечатков колес L/D_d .

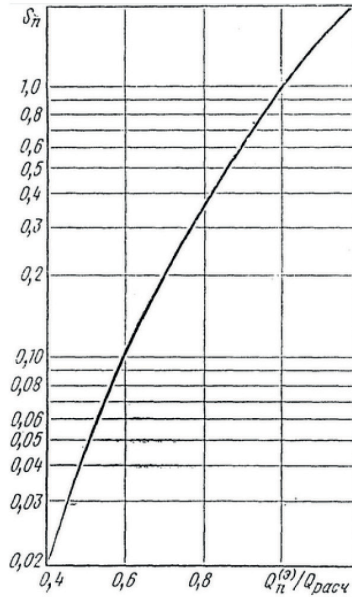


Рис. 2. График для определения коэффициента приведения S_n по ВСН 46-83

Рассчитав $Q_n^{(3)}$ для всех колес осей ТС, для каждой из осей выбиралось наибольшее значение этого параметра и задавалось в качестве расчетного. Расчетную эквивалентную нагрузку находили по формуле:

$$p = p_b; D_d^{(3)} = \sqrt{\frac{Q_{nj}^{(3)}}{\pi p}} \quad (4)$$

где p_b – давление, передаваемое на покрытие через пятно контакта, равно давлению в шине.

Коэффициенты g_{n-1} , g_{n+1} определялись по графику (рис. 3).

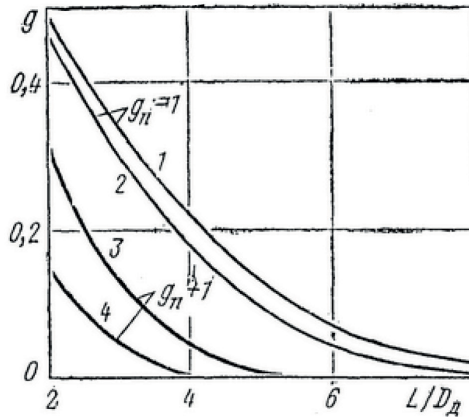


Рис. 3. График для определения коэффициентов g_{n-1} , g_{n+1} по ВСН 46-83

При оценке эквивалентных колесных нагрузок при движении многоколесных и многоосных автомобилей применялась следующая формула:

$$Q_{nj}^{(3)} = Q_{nj} (g_{n-1} + 1 + g_{n+1}) K_q K_{\text{дин}}, \quad (5)$$

при

$$K_q = q_{j-1} + 1 + q_{j+1}, \quad (6)$$

где Q_{nj} – статическая колесная нагрузка на рассматриваемое колесо рассматриваемой оси; q_{j-1} , q_{j+1} – коэффициенты, аналогичные по смыслу коэффициентам g_{n-1} , g_{n+1} , описывающие взаимное влияние колес в поперечном направлении и определявшиеся при помощи графика (рис. 4).

Таким образом, результатом расчетов по данной методике был суммарный коэффициент приведения, являющийся суммой коэффициентов приведения каждой оси, определение которых заключалось в нахождении отношений наибольших колесных нагрузок Q_j к нагрузке $Q_{\text{расч}}$ и определенных на основе этого соотношения по графику (рис. 2) значений искомых коэффициентов. В данной методике, в сравнении с методиками, приведенными в предыдущих нормах,

появились те самые универсальные способы оценки воздействия на дорожную одежду транспортного средства любой конфигурации, учитывающие взаимное расположение колес в продольном и поперечном направлении.

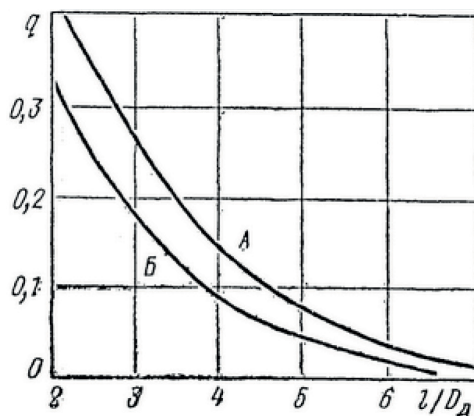


Рис. 4. График для определения коэффициентов q_{j-1} , q_{j+1} по ВСН 46-83

В ОДН 218.046-01, заменившем собой ВСН 46-83, методика учета проезда многоосных ТС значительно упростилась [5]. Расчетные нагрузки для дорог изменились (табл. 5).

Таблица 5

Группы расчетных нагрузок по ОДН 218.046-01

Расчетный автомобиль	Осевая статическая нагрузка, кН	Осевая колесная нагрузка, кН	Характеристики расчетной нагрузки	
			Р, МПа	D, см
A_1	100	50	0,60	37/33
A_2	110	55	0,60	39/34
A_3	130	65	0,60	42/37

В числителе указаны динамические диаметры, в знаменателе – статические.

Суммарный коэффициент рассчитывался по формуле

$$S_{\text{т сум}} = \sum_1^n S_n, \quad (7)$$

где n – количество осей транспортного средства, приводимого к расчетной нагрузке; S_n – коэффициент приведения каждой из осей приводимого ТС.

Коэффициенты приведения каждой из осей S_n определялись по формуле:

$$S_n = \left(\frac{Q_{\text{дл}}}{Q_{\text{драсч}}} \right)^{\beta}, \quad (8)$$

где $Q_{\text{дл}}$ – номинальная динамическая колесная нагрузка; $Q_{\text{драсч}}$ – расчетная колесная нагрузка на колесо движущегося автомобиля; β – показатель, меняющийся в зависимости от капитальности проектируемой дороги.

Номинальная колесная динамическая нагрузка $Q_{\text{дл}}$ находилось путем домножения статической колесной нагрузки по паспортным данным ТС на динамический коэффициент:

$$Q_{\text{дл}} = K_{\text{дин}} \cdot Q_n. \quad (9)$$

Расчетное значение передаваемой на покрытие динамической колесной нагрузки находилось путем домножения $Q_{\text{дл}}$ на коэффициент K_c , описывающий влияние сближенных осей на напряженно-деформированное состояние под рассматриваемым колесом, и определявшийся по формуле:

$$K_c = a - b\sqrt{B_{\text{т}} - c}, \quad (10)$$

где $B_{\text{т}}$ – расстояние между первой и последней осью многоосного автомобиля; a , b , c – параметры, зависящие от числа осей рассматриваемого ТС, а также от капитальности покрытия проектируемой дороги (табл. 6).

Таблица 6

Параметры a , b , c в зависимости от числа осей сближенной группы осей и капитальности одежд по ОДН 218.046-01

Группы сближенных осей	a	b	c
В составе двух осей	1,7/1,52	0,43/0,36	0,5/0,5
В составе трех осей	2,0/1,60	0,46/0,28	1,0/1,0

В числителе приведены значения параметров для капитальных и облегченных одежд, а в знаменателе указаны значения для переходных дорожных одежд.

Анализируя приведенную методику, можно сделать вывод, что учет взаимного влияния расположенных поблизости колес в продольном и поперечном направлении здесь не производится. Основным критерием оценки многоосного ТС здесь выступает расстояние между его крайними осями. Также, вариативность параметров a , b , c ограничивается лишь двухосными и трехосными тележками, однако на момент вступления в силу ОДН 218.046-01 в 2001 уже существовали группы сближенных осей с четырьмя и более осями.

В ПНСТ 265-2018, действовавшем в период с 15.05.2018 по 15.05.2021, методика учета нагрузок от многоосных автомобилей не претерпела изменений в сравнении с указанной в ОДН 218.046-01 методикой. Однако, уже в ПНСТ 541-2021, на который ссылается ПНСТ 542-2021 в вопросах учета нагрузок от многоосных автомобилей, методика снова стала включать оценку взаимного влияния колес в продольном и поперечном направлении, как это было в ВСН 46-83 [6].

Методика оценки разрушающего эффекта от проезда многоосных ТС, изложенная в ПНСТ 541-2021, практически не имеет отличий от методики из ВСН 46-83. Изменения коснулись лишь способа определения коэффициентов g_{n+1} и g_{n-1} , описывающих взаимное влияние колес в группе осей в продольном направлении и коэффициентов q_{j-1} , q_{j+1} для учета взаимного влияния колес, расположенных поблизости друг от друга в поперечном направлении. Если в ВСН 46-83 они определялись при помощи графиков, приведенных на рисунках 5 и 6, то в ПНСТ 541-2021 для их определения были приведены следующие формулы:

$$Q_{\partial i}^3 = k_{\partial} Q_j c_g c_q, \quad (11)$$

где c_g – сумма влияния колес группы осей в продольном направлении,

$$c_g = \dots + g^b(L_{i-1} / D_{\partial}) + 1 + g^n(L_{i+1} / D_{\partial}) + \dots, \quad (12)$$

$$g(L_{ij} / D_{\partial j}) = A_1 e^{-c_1 \cdot k_p (L_{ij} / D_{\partial j})^2} + A_2 e^{-c_2 \cdot k_p (L_{ij} / D_{\partial j})^2}, \quad (13)$$

где c_g – суммарное воздействие групп сближенных осей продольно оси транспортного средства,

$$c_q = \dots + q(l_{i-1} / D_{\partial}) + 1 + q(l_{i+1} / D_{\partial}) + \dots, \quad (14)$$

$$q(l_{ij} / D_{\partial j}) = B_1 e^{-d_1 \cdot k_p (l_{ij} / D_{\partial j})^2} + B_2 e^{-d_2 \cdot k_p (l_{ij} / D_{\partial j})^2}, \quad (15)$$

где L_{i-1} , L_{i+1} – расстояние между центрами отпечатков колес впереди и позади идущей оси; k_p – коэффициент учета передаваемого давления в пятне контакта; l_{i-1} , l_{i+1} – расстояние между центрами отпечатков колес в поперечном направлении от рассматриваемого колеса; A_1 , A_2 , c_1 , c_2 , B_1 , B_2 , d_1 , d_2 – коэффициенты, принимаемые по таблице (табл. 7).

Таблица 7

Значения коэффициентов для вычисления функций $q(l_{ij}/D_{\partial j})$ и $g(l_{ij}/D_{\partial j})$ по ПНСТ 541

Показатель	Капитальность дорожных одежд	Коэффициенты и их значение			
		A_1	A_2	c_1	c_2
g^b	Капитальный, облегченный	0,58	0,42	0,058	0,58
g^n		0,49	0,51	0,140	0,64
g^b	Переходный	0,58	0,42	0,070	0,70
g^n		0,37	0,63	0,210	1,20
$q(x)$	Капитальный	0,40	0,60	0,065	0,44
	Переходный	0,33	0,67	0,080	0,53

На данный момент эту методику включает в себя действующий ГОСТ 71405-2024.

Таким образом, проведенный анализ позволяет заключить, что с момента начала второй половины XX века методика учета воздействия многоосных транспортных средств на дорожную конструкцию в отечественной нормативно-правовой документации проделала путь от простого суммирования коэффициентов приведения известного перечня транспортных средств, производимых в рамках плановой экономики, к методике, учитывающей взаимное влияние колес в продольном и поперечном направлении для транспортных средств любой конфигурации.

Литература

1. ВИ 103-57. Инструкция по назначению конструкций дорожных одежд нежесткого типа. Главдорстрой СССР. М. : Автотрансиздат, 1957.
2. ВСН-46-60. Инструкция по назначению конструкций дорожных одежд нежесткого типа. Минтрансстрой СССР. М. : Автотрансиздат, 1961.
3. ВСН 46-72. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. Минтрансстрой СССР. М. : Транспорт, 1973.
4. ВСН 46-83. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. Минтрансстрой СССР. М. : Транспорт, 1985.
5. ОДН 218.046-01. Проектирование нежестких дорожных одежд. М. : Государственная служба дорожного хозяйства министерства транспорта Российской Федерации, 2001.
6. ПНСТ 541-2021. Дороги автомобильные общего пользования. Проектирование дорожных одежд. Методика расчета коэффициентов приведения транспортных средств к расчетной осевой нагрузке. М. : Стандартиформ, 2021.

УДК 625.5

Ксения Юрьевна Назарова,
студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: nazarova.ksenya160201@yandex.ru

Ksenya Yuryevna Nazarova,
student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: nazarova.ksenya160201@yandex.ru

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЛЕЕОБРАЗОВАНИЯ НА АВТОМОБИЛЬНОЙ ДОРОГЕ ОБЩЕГО ПОЛЬЗОВАНИЯ С УЧЕТОМ ИНТЕНСИВНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ

FORECASTING OF TRACK FORMATION ON A PUBLIC HIGHWAY, TAKING INTO ACCOUNT THE INTENSITY OF TRAFFIC AND THE SAFETY FACTOR

Колееобразование является одной из наиболее распространенных и серьезных проблем, с которыми сталкиваются автомобильные дороги общего пользования. Это явление приводит к ухудшению качества дорожного покрытия, увеличению риска ДТП и повышению затрат на содержание и ремонт дорог. Одним из ключевых факторов, влияющих на колееобразование, является интенсивность дорожного движения, а также коэффициент запаса прочности, который определяет устойчивость дорожной конструкции к нагрузкам.

Ключевые слова: колееобразование, интенсивность дорожного движения, коэффициент запаса прочности.

College education is one of the most common and serious problems faced by public roads. This phenomenon leads to a deterioration in the quality of the road surface, an increase in the risk of accidents and an increase in the cost of maintaining and repairing roads. One of the key factors affecting track formation is the intensity of traffic, as well as the safety factor, which determines the stability of the road structure to loads.

Keywords: track formation, traffic intensity, safety margin coefficient.

Основная часть

Колееобразование – это процесс образования колеи на автомобильных дорогах, который может приводить к опасным дорожным ситуациям и ускоренному разрушению верхнего слоя покрытия.

Исследования процессов образования абразивной колеи в Российской Федерации были начаты в начале 2000-х годов, когда начался стремительный рост автомобилизации населения. В 1960–1980 годах прошлого века иностранные ученые и инженеры выявили зависимость образования абразивной колеи от применения в зимний период времени года шипованной резины.

Некоторые современные причины образования колеи на дорогах:

- Некачественный состав асфальта. Летом он нагревается под Солнцем, становится слишком мягким и проминается колесами тяжелых грузовиков.

- Недостаточная толщина асфальта и дорожной подушки под ним. Допущенные в проектировании или при укладке ошибки усложняют появление проблем.

- Повышенная транспортная нагрузка. Даже на качественно построенной дороге может появиться колея, если нагрузка намного превышает изначально рассчитанную.

- Шипованная резина. В России ее использование разрешено в течение 9 месяцев в году, и она негативно воздействует на асфальт.

Определение и измерение интенсивности дорожного движения

Интенсивность дорожного движения определяется количеством транспортных средств, проходящих за единицу времени в одном направлении на определенном участке дороги в прямом направлении или перекрестке.

Метод измерения интенсивности дорожного движения: Видеосъемка, оцифровка снятого участка дороги или перекрестка, анализ полученных данных, оформленных в таблицы эксель и картограммы.

По продолжительности учет интенсивности движения подразделяется на долговременный (непрерывный) и кратковременный (в течение заданного времени, часы пик).

Влияние интенсивности на колеообразование заключается в том, что при росте интенсивности и величины транспортной нагрузки наблюдается увеличение размеров колеи, вплоть до необратимых деформаций конструктивных слоев дорожной одежды.

Классификация транспортных средств и их влияние на нагрузку.

По количеству осей:

- двухосные;

- трехосные;
- четырехосные;
- пятиосные и более.

По грузоподъемности:

- малой грузоподъемности (0,5–2 тонны);
- средней грузоподъемности (от 2 до 5 тонн);
- большой грузоподъемности (5–16 тонн);
- особой большой (от 16 тонн);

Коэффициент запаса прочности – это число, которое показывает во сколько раз допустима для данной конструкции нагрузка меньше разрушающей нагрузки, определенной расчетным или экспериментальным путем.

Роль коэффициента запаса прочности в проектировании дорог заключается в обеспечении заданной надежности дорожной одежды по прочности.

Использование коэффициента запаса прочности при строительстве дорог.

Для определения максимально допустимого напряжения в асфальтобетонном покрытии и фактического напряжения от нагрузки необходимо учитывать несколько факторов, включая характеристики материалов, условия эксплуатации и проектные параметры.

1. Максимально допустимое напряжение ($\sigma_{\text{доп}}$)

1.1. Определение характеристик асфальтобетона

– Тип асфальтобетона: Разные марки асфальтобетона имеют разные механические свойства. Например, асфальтобетон с добавками может иметь лучшие характеристики.

– Класс прочности: Определяется в соответствии с нормативными документами, такими как ГОСТы.

1.2. Испытания

– Статические испытания: Определение прочности на сжатие и растяжение.

– Динамические испытания: Оценка поведения материала под воздействием переменных нагрузок.

1.3. Условия эксплуатации

– Температурные колебания: При высоких температурах асфальтобетон становится более пластичным, что может снижать его прочность.

– Влажность: Вода может влиять на прочность асфальтобетона.

1.4. Расчет

Максимально допустимое напряжение можно вычислить через:

$$\sigma_{\text{доп}} = R_{\beta} / \Phi,$$

где R_{β} – прочность асфальтобетона, а Φ – коэффициент безопасности (обычно от 1,5 до 3).

2. Фактическое напряжение от нагрузки ($\sigma_{\text{факт}}$)

2.1. Определение нагрузки

– Транспортные нагрузки: Учитываются весовые категории транспортных средств, которые будут использовать дорогу (легковые, грузовые, автобусы и т. д.).

– Нормативы: Используются нормативные документы, такие как СНиП или ГОСТ, которые содержат информацию о расчетных нагрузках.

2.2. Расчет фактической нагрузки

– Моделирование нагрузки: Для расчета можно использовать модели нагрузки, например, метод Бенкера или метод Кербера.

Пример формулы для расчета:

$$Q = P \cdot S,$$

где Q – общая нагрузка, P – вес транспортного средства, а S – коэффициент распределения нагрузки по площади.

2.3. Расчет фактического напряжения

Фактическое напряжение можно рассчитать через:

$$\sigma_{\text{факт}} = \frac{Q}{A},$$

где A – площадь, на которую распределена нагрузка (например, площадь колес автомобиля).

Для прогнозирования колесобразования можно использовать математические модели, которые учитывают как интенсивность дорожного движения, так и коэффициент запаса прочности. Одним из подходов является использование механических моделей, которые

описывают поведение дорожного покрытия под воздействием динамических нагрузок.

Модели могут включать:

- динамические нагрузки: Учет динамики движения транспортных средств.
- тепловые деформации: Анализ влияния температурных изменений на материалы.
- влияние времени: Моделирование процессов деградации покрытия с течением времени.

Заключение

Прогнозирование колееобразования на автомобильной дороге общего пользования – это сложная задача, требующая комплексного подхода. Учет интенсивности дорожного движения и коэффициента запаса прочности позволяет более точно оценить риски и разработать эффективные меры по предотвращению колееобразования. Внедрение современных технологий мониторинга и анализа данных может значительно повысить точность прогнозов и улучшить управление состоянием дорожной инфраструктуры.

Литература

1. ОДМ 218.3.028-20013. Методические рекомендации по ремонту и содержанию цементобетонных покрытий автомобильных дорог / Росавтодор.
2. ГОСТ 32825-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Дорожные покрытия. Методы измерения геометрических повреждений.
3. Журнал «Актуальные исследования» № 50 (180). Декабрь 23. Рубрика: архитектура, строительство.
4. Журнал «Молодой ученый» № 10 (352) март 21. Рубрика: архитектура, дизайн и строительство.

УДК 624.51

Анна Владиславовна Наугольных,
студент

(Пермский национальный исследовательский
политехнический университет)

E-mail: krotovaav@mail.ru

Anna Vladislavovna Naugolnykh,
student

(Perm National Research
Polytechnic University)

E-mail: krotovaav@mail.ru

ЭСТЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЯПОНСКИХ МОСТОВ

AESTHETICS ASPECTS OF JAPANESE BRIDGES

Наука и техника, как никогда ранее, олицетворяют величие человеческой цивилизации. Тем не менее, в последнее время наблюдается явный сдвиг в восприятии этих дисциплин. Все больше людей начинает сомневаться в безусловных преимуществах технологий, которые когда-то казались безграничными. В свете этих изменений становится особенно актуальным рассмотреть как архитектура, так и инженерия, в частности на примере японских мостов, стали символом гармонии между природой и человеческим творением.

Мосты издавна служат не только функциональными элементами инфраструктуры, но и художественными произведениями, отражающими культуру и технологии своего времени. Они проходят через реки, горы и города, соединяя пространства и общества. В японской культуре мосты занимают особое место, символизируя переход от одного состояния бытия к другому, а также гармонию между человеком и природой.

Ключевые слова: архитектура моста, ванты, эстетика, арка, проектирование.

Science and technology, as never before, embody the greatness of human civilization. However, recently there has been a clear shift in the perception of these disciplines. More and more people are beginning to doubt the unconditional advantages of technologies that once seemed limitless. In the light of these changes, it becomes especially relevant to consider both architecture and engineering, in particular on the example of Japanese bridges – symbols of harmony between nature and human creation.

Bridges have long served not only as functional elements of infrastructure, but also as works of art reflecting the culture and technology of their time. They run through rivers, mountains and cities, connecting spaces and communities. In Japanese culture, bridges occupy a special place, symbolizing the transition from one state of being to another, as well as harmony between man and nature.

Keywords: bridge architecture, shrouds, aesthetics, arch, design.

Введение

Роль проектировщика и архитектора в процессе планирования и проектирования мостов претерпевает значительные изменения: архитекторы все чаще привлекаются к проектам на более ранних стадиях, чем это было раньше, согласно исследованиям Нируманда и его коллег [3]. Это привело к изменению характера взаимодействия между этими двумя профессиями. Мост представляет собой конструкцию, предназначенную для преодоления физических барьеров, таких как реки, города или дороги, с целью обеспечения проезда через них. Существует множество типов мостов, включая балочные, консольные, арочные, висячие, вантовые и ферменные, изображения которых можно увидеть на рис. 1.

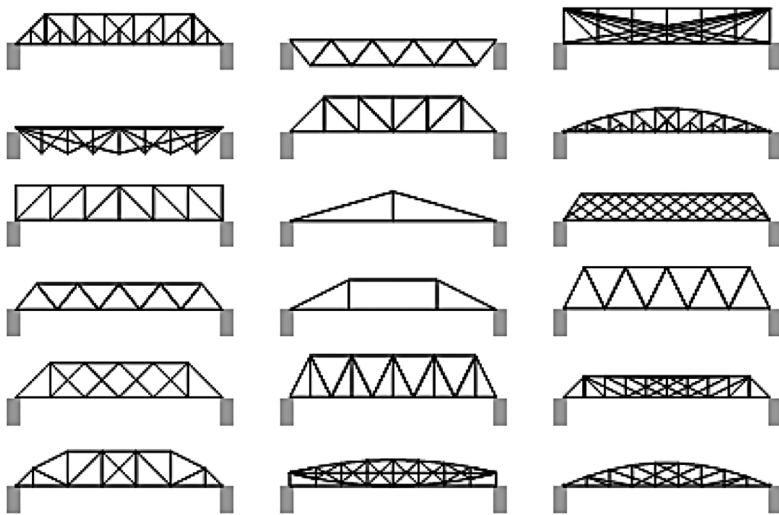


Рис. 1. Различные типы мостов, по данным Niroumand et al., (2010)

Проектирование мостов зависит от их функционального назначения, особенностей местности, на которой они строятся, используемых материалов и доступных ресурсов, как отмечает Беннетт [1]. Следовательно, успешный дизайн моста базируется не только на инженерных аспектах, но и на вышеуказанных функциях. Архитектура

мостов играет ключевую роль, так как она важна как для жизни людей, так и для их эстетических требований. Мостовая архитектура не просто улучшает, но и преобразует образ жизни, создавая новые сообщества и пространства для общения и открытия нового в рамках этих конструкций.

В Японии насчитывается множество мостов, например, мост Айгиохаси, который представляет собой ферменный мост, пересекающий реку Кисо (рис. 2). Этот мост построен на основе железной балки и является частью 17-го маршрута префектуры Айти-Гифу, известного как маршрут Конансеки, как указывают Понсонби и Ричард [2].



Рис. 2. Мост Айгиохаси

Мост через залив Аомори – это вантовый мост в Аомори. Он был построен для того, чтобы облегчить проход грузовых судов. Он стал одной из знаковых достопримечательностей города Аомори и является самым длинным мостом в этом городе (1219 м) (рис. 3). Это второй по длине мост в префектуре Аомори после моста Хачиноэ-Оохаси длиной 1323,7 м. Основная башня моста выполнена из высокопрочного бетона.

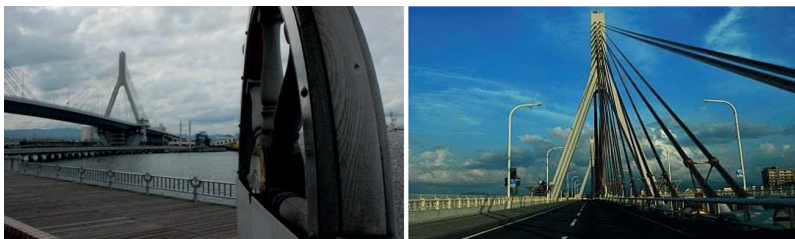


Рис. 3. Мост через залив Аомори

Мост Бандай – это мост через реку Синано в Ниигате, изображенный на рис. 4. Этот мост состоит из шести арок, выполненных из железобетона с гранитной облицовкой. Его длина составляет 306,9 м, ширина – 21,9 м, и он имеет две полосы для движения автомобилей в обоих направлениях. Мост Бандай является ярким примером крупных бетонных арочных мостов периода Сева.



Рис. 4. Мост через залив Бандай

Мост Хицусидзима – это мост с натяжными тросами с центральным пролетом 420 м (рис. 5). Пролет поддерживает автомагистраль и железнодорожные пути линии Сето-Охаси. Он расположен сразу к северу от идентичного моста Ивакуродзима.



Рис. 5. Мост Хицунсидзима

Мост Ёсима – это балочный мост с главным пролетом 246 м и общим количеством 5 пролетов, как показано на рис. 6.



Рис. 6. Мост Ёсима

Архитектурные аспекты японских мостов

Японские архитекторы и инженеры, исторически ориентируясь на традиционные методы строительства, создали множество уникальных мостов, которые стоит рассмотреть в контексте их инженерных решений и эстетических характеристик. При создании мостов в Японии часто используются различные конфигурации каркаса, которые включают в себя арочные, балочные, вантовые и подвесные мосты. Однако среди них вантовые мосты особенно выделяются благодаря своей элегантности и способности тонко сочетать прочность и красоту.

Вантовые мосты: Симфония формы и функции

Вантовые мосты имеют свои корни в традициях, но они также являются воплощением современных технологий. Конструкция таких мостов включает в себя стальные или бетонные кабели, которые поддерживают пролетные части. Эта система распределяет вес и нагрузки, что делает вантовые мосты не только устойчивыми, но и визуально привлекательными. Их воздушный силуэт часто становится частью пейзажа, а не его тяжелым грузом.

Эстетика и символизм

Японская архитектура всегда стремилась к гармонии с окружающей природой. Мосты в этой стране не являются исключением. Каждая деталь, начиная от форм и заканчивая материалами, используется для создания произведения искусства. Многие японские мосты окрашены в традиционные цвета, которые одновременно служат и декоративной, и защитной функцией, подчеркивая их характер и культурное наследие.

Заключение

В данной статье представлены архитектурные и конструктивные особенности японских мостов. Большинство из них спроектированы с использованием вантовой системы. Японские мосты предназначены как для пешеходов, так и для автотранспорта, и они служат основой для многих современных архитектурных конструкций вантовых мостов в мире.

Мосты выполняют утилитарную функцию, одновременно обладая эстетическими характеристиками. Эстетически привлекательный мост создается с намерением реализовать уникальный, конкретный, локальный и самостоятельный проект, стремясь к вечным качествам, которые становятся универсальным свидетельством человеческой культуры и источником удовольствия и гордости для будущих поколений.

При соблюдении практических ограничений, свойственных любой утилитарной конструкции, дизайнер может внести красоту в мост, используя художественный подход и технические возможности для художественных и эстетических элементов, гармонично вписывающихся в окружающий ландшафт. Большинство сооружений, построенных по сегментному методу в форме коробчатых балочных мостов, охватывают широкий диапазон длины пролетов с различными формами и функциями. После анализа некоторых заметных коробчатых балочных мостов внимание сосредоточено на более специфических областях, таких как длиннопролетные мосты, мосты над большими водоемами, сооружения в экологически чувствительных зонах, городские виадуки и бетонные вантовые мосты. Японские мосты активно участвуют в современных архитектурных конструкциях по всему миру. В проектировании мостов в Японии выделяются три ключевых принципа успешного дизайна: (1) творческий и эстетический подход, (2) аналитическое мышление и (3) техническая и практическая сообразительность. Однако в конечном итоге отмечается, что при проектировании мостов основываются на общих эстетических принципах.

Изучая японские мосты, можно увидеть, как архитектура и инженерия переплетаются с культурными традициями и современными технологиями. Вантовые мосты, как пример такого сосуществования, отражают не только достижение инженеров и архитекторов, но и глубокое уважение к природе и богатство японской идентичности. В этом контексте важно понять, что наука и техника, в частности, архитектура и строительство, занимают уникальное место в нашем обществе, становясь индикаторами не только технологического прогресса, но и эмоциональной связи с окружающим миром. Настоящее искусство заключается в способности создать нечто такое, что будет

одновременно функциональным и эстетически привлекательным, симбиозом технологий и культуры, навыком, который человечество должно беречь на протяжении веков.

Литература

1. *Bennett D (1997). The architecture of bridge design*, pp. 4–18.
2. *Ponsonby F, Richard AB (1956). Kyoto: The Old Capital of Japan*, pp. 794–1869.
3. *Niroumand H, Zain MFM, Jamil M (2010). Bridge architecture in Malaysia*, ICBEC 2010, Hong Kong, China.

УДК 625.5

Алина Резникова,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: lin.akh@bk.ru

Alina Reznikova,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: lin.akh@bk.ru

ВИДЫ ДЕФЕКТОВ ЦЕМЕНТОБЕТОННЫХ ПОКРЫТИЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

TYPES OF DEFECTS IN CEMENT CONCRETE HIGHWAY ROAD PAVEMENTS

В российской практике дорожного строительства преобладает использование морально устаревших технологий устройства асфальтобетонных покрытий, характеризующихся высокой частотой необходимости ремонтных работ. Перспективным решением данной проблемы может стать внедрение современных технологий по устройству цементобетонных покрытий, широко применяемых в США и странах Европы, обеспечивающих ускоренное и качественное строительство автомобильных дорог.

Как и любой материал, цементобетон имеет свои недостатки. И одним из них является образование дефектов вследствие ухудшающихся эксплуатационных характеристик во времени.

Возникновение дефектов в дорожном покрытии приводит к сокращению срока службы, снижению пропускной способности транспортного потока и росту затрат на эксплуатацию.

В представленной статье рассматриваются ключевые факторы, способствующие появлению трещин в цементобетонном покрытии.

Ключевые слова: цементобетон, дорожное покрытие, трещины, дефекты покрытия, транспортные средства, жесткое покрытие.

In Russian road construction practice, the use of morally outdated asphalt concrete paving technologies prevails, characterized by a high frequency of required repair work. A promising solution to this problem could be the introduction of modern concrete technologies widely used in the USA and European countries, ensuring rapid and high-quality construction of roads.

Like any material, cement concrete has its drawbacks, one of which is the formation of defects due to deteriorating operational characteristics over time. The emergence of defects in road pavement leads to a reduction in service life, decreased traffic flow capacity, and increased operating costs.

This article examines the key factors contributing to the development of cracks in cement concrete pavements.

Keywords: cement concrete, road surface, cracks, pavement defects, vehicles, rigid pavement.

Жизненный цикл цементобетонных дорожных покрытий, согласно мировому опыту, превышает аналогичный показатель для асфальтобетонных покрытий в три раза.

Независимо от типа конструкции и материала дорожного покрытия, увеличение интенсивности транспортного потока и изменения условий окружающей среды способствуют сокращению срока службы покрытия, что в конечном итоге ведет к его разрушению. Чтобы продлить срок эксплуатации дорожных покрытий, особенно жестких, важно определить факторы износа, чтобы разработать действенные методы борьбы с ними.

Методика ремонта и восстановления жесткого покрытия зависит от типа дефекта. Ключевое решение заключается в понимании дальнейших действий для восстановления эксплуатационных характеристик, следует ли выполнять текущий ремонт, плановое техническое обслуживание или полную реконструкцию дорожного покрытия.

Также необходимо принимать во внимание, что покрытие по условиям работы обладает неоднородными характеристиками. Соответственно, в центральной части, на краях, торцах, углах плит и полосах наката будут наблюдаться разные физико-механические свойства. Это обусловлено самой природой бетонного материала.

В табл. 1 представлены различные параметра цементобетонного покрытия и их значения коэффициентов вариации.

Наиболее распространенный дефект цементобетонного покрытия – это трещины. Американские ученые исследовали вопросы возникновения и распространения трещин в жестких дорожных покрытиях с использованием механики разрушения. Эффективность управления трещинообразованием посредством нарезки швов зависит от возраста бетона, температурных колебаний и глубины шва. Зная предполагаемые температурные изменения и толщину дорожного покрытия можно определить оптимальное время и глубину нарезки швов для эффективного контроля над их образованием.

Таблица 1

**Коэффициенты вариаций основных физико-механических свойств
бетонных покрытий в США**

Наименование параметра	Значение коэффициента вариации		
	мини- мальные	средние	макси- мальные
Прочность на прогиб (университет Нью-Мексико)	0,044	0,064	0,081
Прочность на сжатие (исследователь Ranier E. J.)	0,035	0,158	0,45
Прочность на сжатие (Американский институт бетона)	0,033	0,101	0,3
То же (Техасский университет)	0,055	0,121	0,227
Прочность на растяжение (университет Нью-Мексико)	0,19	0,2	0,29
Модуль упругости (исследователь Tea R. D.)	0,06	0,167	0,281
Коэффициент Пуассона (университет Нью-Мексико)	—	0,25	—
Осадка конуса	0,215	0,315	0,532
Плотность (университет Нью-Мексико)	0,011	0,017	0,047
Содержание пустот	0,139	0,183	0,25
Расстояние между трещинами	0,25	0,513	0,77
Толщина слоя (университет Нью-Мексико)	0,006	0,023	0,047

Классификация трещин цементобетонного покрытия предложена английскими исследователями [1]:

- Трещины на поверхности покрытия (поверхностные трещины) – существуют только в верхней трети толщины слоя.
- Структурные трещины (продольные, поперечные, диагональные, решетчатые, угловые) – существуют по всей толщине или более трети толщины плиты.

Поверхностные трещины. Основной причиной их появления является несвоевременная нарезка температурных швов, что позволяет температурным колебаниям разрушать покрытие. Эти трещины позволяют воде и мусору проникать внутрь покрытия, способствуя его дальнейшему разрушению. Трещины на поверхности часто образуются из-за нарушений технологии строительства. Например, избыточное увлажнение или недостаточный полив при твердении бетонной смеси (рис. 1).

В частности, если допустить формирование слабого слоя из цемента и мелкозернистых фракций заполнителя, на поверхности могут образоваться и развиваться трещины. Такой слабый слой возникает в следующих случаях:

- избыточное содержание воды в смеси;
- неправильное твердение с последующей потерей влаги.



Рис. 1. Трещины поверхностной сетки

Структурные трещины возникают из-за превышения допустимой температуры покрытия, что приводит к изменению расстояния между компенсационными и компрессионными швами. Увеличенная транспортная нагрузка может привести к подъему покрытия, созда-

вая нагрузку на участки с ослабленным соединением покрытия с основанием. Также причиной может служить некачественная разделка швов (рис. 2).



Рис. 2. Продольные трещины в покрытии

Поперечные трещины вдоль швов на краевых участках плит обычно вызваны неправильной установкой штыревых соединений и низким качеством нарезки деформационных швов.

Продольные трещины появляются из-за дефектов в устройстве продольных швов и неравномерных деформаций земляного полотна.

Диагональные трещины обусловлены недостаточным контактом плиты с основанием и повышенными напряжениями в плите под воздействием нагрузки от проезжающего транспорта.

При количестве трещин (шириной раскрытия до 8, 15, 30 мм, свыше 30 мм) на 1 км дороги более 40, 30, 20 и 10 соответственно считаются значительными. При количестве трещин менее 40, 30, 20 и 10 на 1 км дороги дефекты считаются допускаемыми [3].

Таким образом, продолжительность срока службы дорожного покрытия существенно зависит от уровня понимания проблем, связанных с дефектами цементобетона. Важно детально исследовать причины возникновения трещин и других дефектов, чтобы предотвратить их появление и разработать обоснованные и эффективные технологии ремонта цементобетонных покрытий автомобильных дорог.

Литература

1. Ушаков В. В., Ярмолинский В. А. Ремонт дорожных одежд из цементобетонных покрытий, перекрытых асфальтобетонными слоями // Транспортное строительство. – 2016. – № 5. – С. 6–9.
2. Равианов Ж. Р. Ремонтные работы на автомобильных дорогах с цементобетонным покрытием. 2021.
3. ОДМ 218.3.028-20013. Методические рекомендации по ремонту и содержанию цементобетонных покрытий автомобильных дорог / Росавтодор. – М., 2013. – 85 с.
4. Ураков А. Х., Уролова Х. Д. Основные причины появления трещин в цементобетонных покрытиях и их устранение // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2024. 2(119).

УДК 625.7

Александра Владимировна Решетникова,
магистрант

Игорь Олегович Разов,

канд. техн. наук

(Тюменский индустриальный
университет)

E-mail: Reshetnikova389@yandex.ru,

razovio@tyuiu.ru

Alexandra Vladimirovna Reshetnikova,
Master's degree student

Igor' Olegovich Razov,

PhD in Sci. Tech.

(Tyumen Industrial
University)

E-mail: Reshetnikova389@yandex.ru,

razovio@tyuiu.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

APPLICATION OF DIGITAL TECHNOLOGIES IN ROAD CONSTRUCTION

В данной статье акцентируется внимание на важности и значимости цифровизации в дорожном строительстве, рассматривается возможность использования новейших технологий и внедрение их в строительный процесс. Существует множество современных технологий, таких как, геоинформационные системы (ГИС), компьютерные модели зданий (BIM), беспилотные летательные аппараты и Интернет вещей (IoT). Благодаря использованию ГИС, значительно сокращаются экологические проблемы и возможные риски, а также многократно облегчается процесс выбора трасс. При использовании информационных моделей улучшается и упрощается взаимодействие между каждым участником строительного процесса, а также благодаря этому, значительно сокращается возможность допущения ошибок при выполнении работ на различных этапах. Еще одним немаловажным изобретением в цифровом строительстве являются дроны. Они позволяют качественно проводить детальный осмотр и мониторинг состояния объектов строительства, далее IoT-системы предоставляют нам выполненный анализ данных в режиме реального времени с целью повышения уровня безопасности и управления дорожным трафиком. В наше время внедрение цифровых технологий становится важным звеном, которое позволяет достигать наилучших результатов и обеспечивать успешную реализацию дорожных проектов, которые в дальнейшем будут повышать качество строительных объектов и сокращать сроки строительства.

Ключевые слова: цифровизация, дорожное строительство, ГИС, BIM, дроны, Интернет вещей.

This article emphasizes the importance and significance of digitalization in road construction, exploring the potential for using cutting-edge technologies and their integration into the construction process. There are numerous modern technologies, such as Geographic Information Systems (GIS), Building Information Modeling (BIM), unmanned aerial vehicles (drones), and the Internet of Things (IoT). The use of GIS significantly reduces environmental problems and potential risks, as well as greatly simplifies the process of route selection. By utilizing information models, the interaction among all participants in the construction process is improved and simplified, thereby greatly reducing the likelihood of errors at various stages of construction. Another crucial innovation in digital construction is drones. They allow for high-quality detailed inspections and monitoring of construction site conditions. In addition, IoT systems provide real-time data analysis to enhance safety and manage road traffic effectively. Today, the incorporation of digital technologies has become a vital component that enables the achievement of optimal results and ensures the successful execution of road projects, ultimately improving the quality of construction work and reducing construction timelines.

Keywords: digitalization, road construction, GIS, BIM, unmanned aerial vehicles, Internet of Things.

За последние несколько лет цифровые системы стали важнейшим аспектом развития дорожной инфраструктуры. Внедрение цифровых технологий значительно оптимизируют строительство и эксплуатацию систем автомобильных дорог. За счет цифровых систем возможно реализовать проект в кратчайшие сроки, сократить трудовые затраты на выполнение работ, а так же повысить их эффективность [1]. Строительные материалы, изделия, а так же здания и сооружения должны строго отвечать требованиям нормативных документов. Цифровые технологии позволяют отвечать поднимающимся стандартам, ужесточенным требованиям и сокращению сроков, благодаря чему будущие проекты будут успешно реализовываться с учетом новых требований.

Одним из ключевых направлений цифрового развития является использование геоинформационных систем ГИС. Данные системы собирают и анализируют исходные данные, значительно сокращают экологические проблемы и возможные риски, а также облегчает процесс выбора трасс [2]. ГИС системы анализируют рельеф местности на участке строительства, оценивают экологические риски и планируют мероприятия по их минимизации. Например, применение ГИС

в проектировании новой трассы позволяет выявить наиболее оптимальные маршруты, сокращая затраты на строительство и снижая негативное воздействие на окружающую среду [3].

Информационные модели здания или *BIM* модели могут полностью заменить технические чертежи, сформировать представление о скорости выполняемых работ на объекте, себестоимости и качестве строительства, могут проводить анализ жизненного цикла объекта, что помогает в планировании его эксплуатации и обслуживания. При использовании информационных моделей улучшается и упрощается взаимодействие между каждым участником строительного процесса, так же благодаря этому значительно сокращается возможность допущения ошибок при выполнении работ на различных этапах строительства дорожной инфраструктуры [4].



Рис. 1. Цифровая технология проектирования

Использование дронов в дорожном строительстве стало популярным решением для мониторинга и контроля строительных площадок. Дроны позволяют выполнять аэрофотосъемку для создания топографических карт, контролировать выполнение строительных работ и проверять состояние дорожной инфраструктуры, включая инспекцию мостов и тоннелей [5]. На сегодняшний день применяется

большое количество вариантов применения беспилотных летательных аппаратов в строительстве, а сфера их деятельности значительно расширяется с каждым годом.



Рис. 2. Использование дронов

Современные технологии Интернета вещей – IoT активно внедряются в сферу дорожного строительства. Системы предоставляют нам выполненный анализ данных в режиме реального времени с целью повышения уровня безопасности и управления дорожным трафиком, а так же отслеживают состояние дорожного покрытия с помощью сенсоров и специальных датчиков, установленных в асфальте, контролируют трафик и дорожно-транспортное состояние, а также сообщают о необходимости проведения ремонтных работ. Эти системы способствуют повышению безопасности дорожного движения и улучшают дорожную инфраструктуру [6].

В наше время производится множество данных, которые необходимо вовремя представлять и анализировать. Один из вариантов представления информации являются интерактивные дэшборды, которые делают информацию более доступной для понимания. Данные технологии работают на основе таблиц и графиков, в которых информация структурирована, что делает ее наглядной и удобной для восприятия. При помощи определенных инструментов дэшборды кор-

ректируются под потребности пользователя. Это позволяет видеть текущее состояние проектов и оперативно принимать решения для выявления проблем что, является важным аспектом эффективного управления дорожным строительством [7].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что цифровые технологии в дорожном строительстве выходят на новый уровень, получают применение в различных сферах деятельности. Цифровизация в дорожном строительстве позволяет взять на себя трудоемкие работы, проектирование и организацию работ, заблаговременно выявлять возможные недочеты при строительстве [8]. В наше время внедрение цифровых технологий становится важным звеном, которое позволяет достигать наилучших результатов и обеспечивать успешную реализацию дорожных проектов, которые в дальнейшем будут повышать качество строительных объектов и сокращать сроки строительства.

Литература

1. Дьяков А. Н., Петров, И. В. Цифровизация в строительстве: современные тенденции и перспективы // Строительство и архитектура. – 2020. – № 5(2). – С. 45–53.
2. Сидоров А. А. Применение технологий BIM в дорожном строительстве // Научный вестник МГСУ. – 2019. – № 14(3). – С. 112–118.
3. Кузнецов С. В., Орлов, П. Н. Использование беспилотных летательных аппаратов в строительстве и инфраструктуре // Журнал транспорта и логистики. – 2021. – № 3(1). – С. 25–32.
4. Васильев А. Г. Геоинформационные системы в проектировании и строительстве дорожной инфраструктуры // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. – 2018. – № 4(12). – С. 67–72.
5. Федоров В. И. Инновационные технологии в дорожном строительстве: от проектирования до эксплуатации // Строительные технологии и управление. – 2022. – № 8(4). – С. 78–84.
6. Громов А. Н., Семенов, И. Е. Интеграция IoT в управление дорожной инфраструктурой // Транспортные системы и технологии. – 2021. – № 6(2). – С. 34–40.
7. Smith J., & Brown R. The Role of Smart Technologies in Urban Infrastructure Development. Journal of Urban Technology. 2019. 26 (1). P. 15–32.
8. Chen L., & Zhang Y. Advances in Smart Transportation Systems: A Review. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 2020. 118. P. 102–118.

УДК 625.768

Татьяна Васильевна Самодурова,
д-р техн. наук, профессор
Анастасия Владимировна Седова,
магистр
(Воронежский государственный
технический университет)
E-mail: nasya.v@mail.ru

Tatiana Vasilevna Samodurova,
Dr. Sci. Tech., Professor
Anastasia Vladimirovna Sedova,
Master's degree
(Voronezh State
Technical University)
E-mail: nasya.v@mail.ru

ПРОЕКТЫ ИНЖЕНЕРНОГО ОБУСТРОЙСТВА УЛИЧНО-ДОРОЖНОЙ СЕТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДИАГНОСТИКИ

ENGINEERING PROJECTS FOR THE ROAD NETWORK BASED ON THE RESULTS OF DIAGNOSTICS

Основная цель проводимых исследований – ознакомление с технологиями диагностики и паспортизации городской улично-дорожной сети. Цель работы – разработка проекта инженерного обустройства для повышения безопасности движения и качества улично-дорожной сети на основе использования специальных баз данных.

Проведен анализ технических и программных средств диагностики, транспортно-эксплуатационных показателей улично-дорожной сети, оказывающих влияние на безопасность движения.

В результате исследования проведена диагностика одной из центральных улиц города Воронежа, по результатам которой разработаны рекомендации по повышению эксплуатационных свойств и безопасности дорожного движения. Разработан проект организации дорожного движения со всеми элементами обустройства.

Ключевые слова: городская улица, паспортизация, диагностика, дорожные лаборатории, программное обеспечение, инженерное обустройство.

The main objective of the conducted research is to familiarize with the technologies of diagnostics and certification of the urban street and road network. The purpose of the work is to develop a project of engineering arrangement to improve traffic safety and the quality of the street and road network based on the use of special databases.

An analysis of technical and software diagnostics, transport and operational indicators of the street and road network that affect traffic safety was carried out.

As a result of the study, diagnostics of one of the central streets of the city of Voronezh was carried out, based on the results of which recommendations were

developed to improve operational properties and road safety. A project for organizing road traffic with all elements of the arrangement was developed.

Key words: city street, certification, diagnostics, road laboratories, software, engineering arrangement.

Проблемы повышения пропускной способности и снижения доли дорог, работающих в режиме перегрузки являлись одной из целей национального проекта «Безопасные и качественные дороги» [1], но и после его окончания продолжают оставаться актуальными не только для внегородских дорог и автомагистралей, но и для городских улиц. Обеспечение безопасности движения на автомобильных дорогах и городских улицах регламентируется Государственными стандартами [2]; актуальность решения задач обеспечения качества городских улиц и их безопасности повышается вследствие постоянного роста интенсивности движения, наличия общественного транспорта и пешеходного движения.

Для решения задач управления улично-дорожной сетью крупных городов все шире используются современные средства мониторинга технического состояния транспортных сооружений, различные элементы, сервисы и подсистемы интеллектуальных транспортных систем (ИТС) [3].

Оценка транспортно-эксплуатационного состояния городских улиц осуществляется путем учета и анализа специальной информации, описывающей все инженерные сооружения и их отдельные конструктивные элементы. Такой учет называют паспортизацией, по результатам которой составляется технический паспорт и формируются базы дорожных данных [4].

Как показывают результаты многочисленных исследований, наиболее эффективным для повышение безопасности дорожного движения следует считать разработку качественных схем и проектов организации дорожного движения (ПОДД) в виде графиков дислокации дорожных знаков и других элементов инженерного обустройства [5].

Основные проектные решения по элементам обустройства и требования к ним приведены в табл. 1.

Таблица 1

Элементы инженерного обустройства и требования к их размещению

Элемент обустройства	Требования к размещению
Дорожные знаки	ГОСТ Р 52290–2004
Очередность размещения знаков разных групп на одной опоре	ГОСТ Р 52289–2004
Стойки под знаки и крепления щитков дорожных знаков	ТП серии 3.503.9-80
Дорожная разметка	ГОСТ Р 51256–2011; ГОСТ Р 52289–2004
Ограждения безопасности на мостах, путепроводах, пешеходные ограждения	ГОСТ Р 52289–2004
Сигнальные столбики	ГОСТ Р 50970–2011, ГОСТ Р 52289–2004
Светофорное регулирование и создание схемы движения грузового транспорта	ГОСТ Р 52289–2004

Для разработки ПОДД первоначально производят сбор информации об имеющихся элементах инженерного обустройства и их техническом состоянии. Для этого проводят диагностику улично-дорожной сети с использованием специальных технических и программных средств [6].

Полученная в ходе диагностики информация дает объективное и достоверное представление о транспортно-эксплуатационном состоянии городских дорог и улиц, имеющихся дефектах, условиях их работы. В процессе сбора данных при диагностике производится систематизация исходной информации о техническом состоянии всех конструктивных элементов и инженерного обустройства.

Из-за большого объема информации, получаемой в ходе диагностики и значительной протяженности дорог и улиц в качестве основных технических средств используются приборы и оборудование

специальных дорожных передвижных лабораторий. Они оснащены всеми необходимыми средствами сбора и обработки информации. Для обработки информации используется специальное программное обеспечение. Внешний вид передвижной лаборатории приведен на рис. 1, а, результаты обработки с использованием программы «Титул-2005» на рис. 1, б.

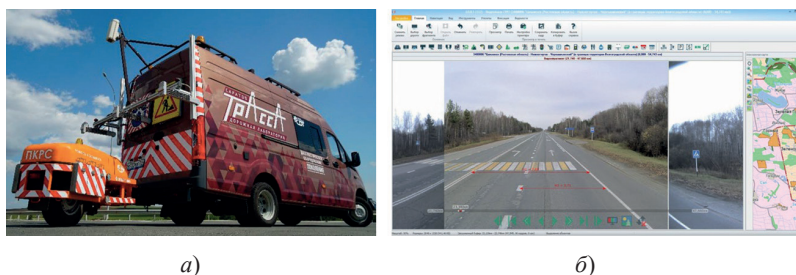


Рис. 1. Технические и программные средства диагностики уличной сети:
а – диагностическая лаборатория; б – интерфейс «Титул-2005»

Результаты диагностики инженерного обустройства приводятся в нескольких ведомостях, основными из которых являются:

- Ведомость автобусных остановок с их фотоизображением и подробным описанием;
- Ведомость наличия и технического состояния съездов;
- Ведомость тротуаров и пешеходных дорожек;
- Ведомость наличия и технического состояния направляющих устройств;
- Ведомость наличия и технического состояния ограждений;
- Ведомость наличия и технического состояния автобусных остановок;
- Ведомость наличия и технического состояния дорожных знаков.

Результатом проекта является также линейный график дислокации технических средств организации дорожного движения.

Наличие этой информации и ее удобное графическое отображение позволяют оценить безопасность движения одним из существующих методов. Как показали результаты поисковых исследований, наиболее приемлемым можно считать метод итоговых коэффициентов

аварийности [5]. При расчетах по этому методу может быть использована информация, полученная при диагностике.

Диагностика дорог позволяет представить актуальное состояние улицы и ее транспортно-эксплуатационные характеристики.

Разработанные проекты ОДД повышают уровень безопасности улично-дорожной сети. Основные технические средства и их влияние на безопасность движения (БД) приведены в табл. 2.

Таблица 2

Элементы инженерного обустройства и их влияние на БД

Элемент обустройства	Влияние на БД
Дорожные знаки	предупреждают о предстоящих опасных участках, регулируют очередность разезда транспортных средств на перекрестках и информируют о начале и конце населенного пункта, в пределах которого изменяются правила дорожного движения
Дорожная разметка	влияет на эмоциональное восприятие водителем дорожных условий, что отражается на траектории и скорости движения
Ограждения безопасности на мостах, путепроводах, пешеходные ограждения	предотвращают съезд транспортных средств с мостового сооружения. Обустройство пешеходных переходов и наличие тротуаров отделяют пешеходный поток от транспортного, уменьшают возможность наезда на пешехода
Искусственное освещение	улучшает видимость дороги в темное время суток

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы произведена диагностика и составлен паспорт для улицы 20-летия Октября – одной из оживленных улиц города Воронежа. В программе «Титул-2005» построен линейный график, содержащий:

- графическое изображение ситуации,

- информацию о геометрических параметрах улицы,
- показатели транспортно-эксплуатационного состояния (ровность, сцепление),
- элементы инженерного обустройства,
- график инженерного обустройства улицы.

Информация для линейного графика выбиралась из ведомостей, сформированных при диагностике. Фрагмент линейного графика с ситуацией приведен на рис. 2.

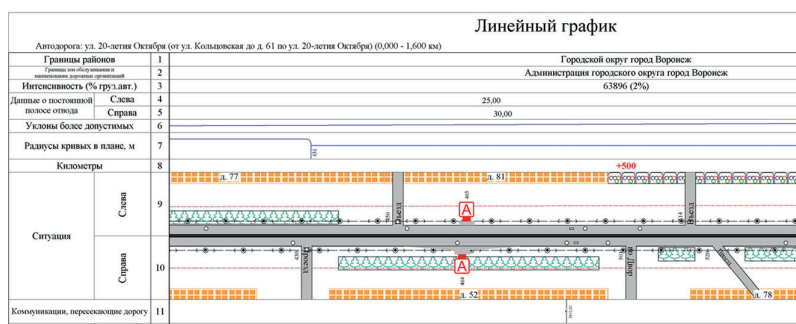


Рис. 2. Фрагмент линейного графика городской улицы, полученный по результатам диагностики

Фрагмент графика инженерного обустройства приведен на рис. 3.

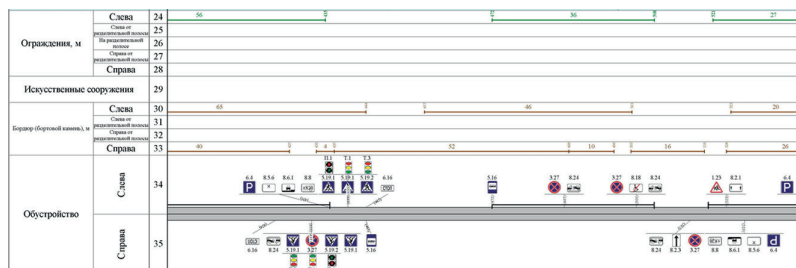


Рис. 3. Фрагмент линейного графика инженерного обустройства городской улицы, построенный в программе «Титул-2005»

Выводы:

1. В ходе научных исследований рассмотрены методы, технологии и технические средства диагностики и паспортизации городских улиц и дорог.
2. Проанализированы методы оценки безопасности движения и возможность их использования на основе результатов диагностики. Наиболее приемлемым является метод итоговых коэффициентов аварийности.
3. Рассмотрены порядок разработки и состав проектов организации дорожного движения, и информация, которая может быть получена из паспорта улицы.
4. Реализация предлагаемых решений произведена на конкретном объекте – улице 20-летия Октября в городе Воронеж
5. Результаты диагностики – линейных график дороги с графиком инженерного обустройства.

Литература

1. Национальный проект «Безопасные и качественные автомобильные дороги» [Электронный ресурс] – URL: <http://static.government.ru/media/files/SUOPF7YM0AWhTbZV4vyTSe4cggh8Gwe.pdf> (дата обращения: 05.10.2023).
2. ГОСТ 50597–2017. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения Безопасности дорожного движения. Методы контроля. – Введ. 28.09.2017 – М. : Стандартинформ, 2017. – 34 с.
3. *Евстигнеев И. А.* Основы создания интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях России. М. : Перо, 2021. – 294 с.
4. ГОСТ 71360–2024. Дороги автомобильные общего пользования. Технический учет и паспортизация. Общие технические требования. – Введ. 2024-06-01 URL: <https://docs.cntd.ru/document/1305822953?ysclid=m3lk53422q624572833&marker=65C0IR§ion=text> (дата обращения : 11.11.2024).
5. Безопасность дорожного движения: Справочная энциклопедия дорожника: В 9 т. Т.7: / Под ред. В. В. Сильянова. – М. : Информавтодор, 2009. – 433 с.
6. *Седова А. В., Самодурова Т. В.* Технические и программные средства для диагностики и паспортизации городских улиц. В сб. «Научная опора Воронежской области». Сб. трудов победителей конкурса научно-исследовательских работ студентов и аспирантов ВГТУ по приоритетным направлениям развития науки и технологий. Воронеж, 2024. С. 352–355.

УДК 691.32:625.7/8

Данила Андреевич Яшчук,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный-университет)
E-mail: danila.yashchuk@gmail.ru

Danila Andreevich Yashchuk,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: danila.yashchuk@gmail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ БЕНТОНИТОВЫХ МАТОВ В ДОРОЖНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ

APPLICATION OF BENTONITE MATS IN ROAD CONSTRUCTION

В статье произведен анализ применения бентонитовых матов в дорожном строительстве. Рассмотрены основные виды бентонитовых матов. Изложены основные физико-механические свойства, которые отличают бентонитовые маты от других геосинтетических материалов той же группы. Приведены способы укладки бентонитовых матов, перечень объектов практического применения бентонитовых матов в конструкции.

Ключевые слова: бентонит, бентонитовые маты, геосинтетические материалы, георешетка, самозалечивание, дорожное строительство.

The article analyzes the use of bentonite mats in road construction. The main types of bentonite mats and their composition are considered. The main physical and mechanical properties that distinguish bentonite mats from other geosynthetic coatings have been identified. The methods of laying bentonite mats are given. This article also provides examples of objects where bentonite mats can be used.

Keywords: bentonite, bentonite mats, geosynthetics materials, geogrid, road construction.

Область применения геосинтетических материалов на основе бентонита в России ограничивалась строительством полностью водонепроницаемых элементов геотехнических сооружений, таких как гидротехнические сооружения (оросительные каналы, судоходные каналы, противоэрозионные системы, водохранилища, оросительные пруды и пожарные водоемы) и полигоны для захоронения отходов. Однако область применения материалов на основе бентонита значительно расширилась благодаря их высокой эффективности и надежности. В настоящее время они используются для укрепления высоких

откосов насыпей, в том числе в поймах рек, в выемках автомобильных дорог и везде, где требуется гидроизоляция.

Бентонитовые маты при строительстве автомобильных дорог на слабых грунтах, а также в сложных инженерно-геологических и климатических условиях (например, в Западной Сибири, в районах с вечномёрзлыми грунтами). Поскольку применение геосинтетических материалов на основе бентонита на заболоченных (более 10 % площади страны) и вечномёрзлых территориях (65 % площади страны) пока невелико, мало информации в научно-технической литературе, нормативно-технических базах и методиках расчета. Это привело к тому, что бентонитовые маты не нашли широкого применения и значительно увеличили стоимость строительства дорог в Западной Сибири. Бентонитовый мат, согласно исследованиям, сохраняет пластичность при температуре до -40°C . Бентонитовые маты обладают высокой прочностью на растяжение, укрепляют нестабильные грунты и снижают стоимость строительства. При использовании в качестве разделительного слоя он предотвращает смешивание нестабильных грунтов с несущим слоем. Бентонитовые маты используются:

- Укрепление оснований земляных сооружений на слабых грунтах;
- Укрепление подпорных стен;
- Укрепление железнодорожных конструкций в оползневых районах;
- Охрана водных ресурсов при строительстве автомобильных;

Бентонитовые полотна укладываются на предварительно подготовленную, уплотненную поверхность. Слои материала укладываются внахлест не менее 150 мм.

Требования к бентонитовым матам в РФ реализованы ГОСТ Р 70090–2022. За рубежом действует стандартная спецификация GRI-GCL3. Спецификация описывает методы испытаний, требуемые свойства и частоту испытаний для бентонитовых матов (GCLs). Спецификация разработана для контроля качества производства. Бентонитовые маты состоят из трех слоев. Внешний слой состоит из тканого и нетканого рулонного геотекстиля. Слои равномерно соединяются по площади гибкими стяжками, образуя каркас из иглопробивного материала.

Внутренний слой – гранулы натурального бентонита. Слой становится водонепроницаемым при набухании.

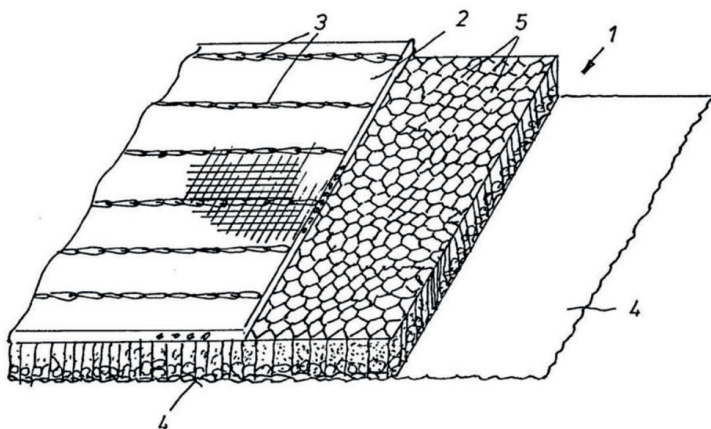


Рис. 1. Устройство бентонитового мата сбоку

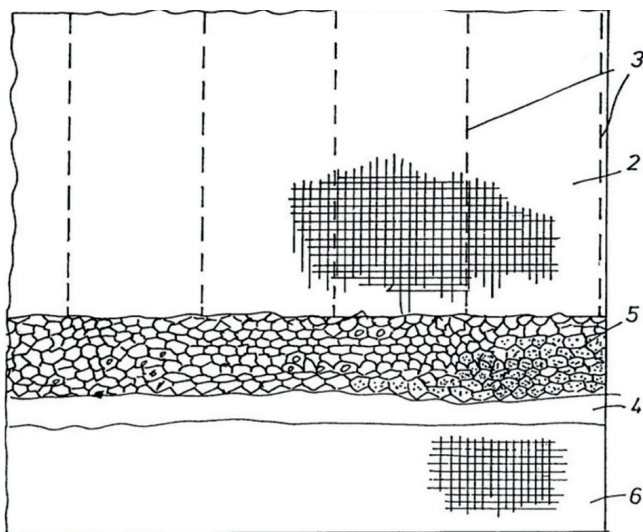


Рис. 2. Устройство бентонитового мата сверху

Уплотняющий мат, изображенный на рис. 1 и 2, содержит основу (1), расположенный на ней пенопластовый материал с открытыми ячейками, заполненными разбухающей глиной, и покрывное полотно (2), причем покрывное полотно (2) соединено с основой (1) посредством швов (3), отличающейся тем, что указанная основа и пенопластовый материал с открытыми ячейками выполнены в виде единого полотна (6) толщиной от 3 до 10 мм, которое имеет закрытую оболочку с одной стороны и открытые ячейки с другой (5), причем длина, ширина и глубина ячеек составляет от 1 мм до величины, меньшей 10 мм. Одна из особенностей уплотняющего мата в том, что пенопластовое полотно получают нанесением пены на армирующее полотно и обеспечивают их внутреннее соединение между собой в зоне закрытой наружной оболочки (4).

Активным компонентом материала является природная бентонитовая глина. Бентонит находится в гранулированном виде в матах и при взаимодействии с водой впитывает воду и увеличивается в объеме. Под давлением слоя нагрузки (грунт, бетон, щебень) внутри материала образуется водонепроницаемый бентонитовый гель. При повреждении конструкции этот гель заполняет дефекты и продолжает защищать объект. Это свойство известно как самовосстановление. Ни один другой гидроизоляционный материал не обладает таким уникальным свойством.

Независимо от степени гидратации бентонитовые маты не увеличиваются в толщине. Это происходит благодаря нагрузке и сцеплению игл. Природные свойства бентонитовой глины не ограничивают ее способность поглощать и удерживать влагу и сохраняются независимо от гидрогеологических и температурных условий. Количество бентонитовых гранул на квадратный метр. Оптимальное содержание 4 кг и более. Количество гранул указывается в названии бентонитового мата. Бентонитовая добывается на Зырянском месторождении со средним содержанием монтмориллонита 70 % и на месторождении ДашСалахлы со средним содержанием монтмориллонита около 90 %. Конструкция бентонитового мата может содержать дополнительный ламинирующий слой, образованный путем термического скрепления геомембран и текстильного геотекстиля по специальной технологии ламинирования.

Ламинатно-слоистые бентонитовые маты применяются в районах с высоким уровнем грунтовых вод, с высокой концентрацией загрязняющих веществ и токсичных фильтратов и повышенными требованиями к охране окружающей среды. Это связано с наличием специальных добавок, которые увеличивают скорость набухания бентонита. Автомобильные дороги, где применялись бентонитовые маты в России и за рубежом, указаны в табл. 1.

Таблица 1

Автомобильные дороги, где применялись бентонитовые маты

Автомобильная дорога	Вид работ	Область применения
«Таврида» на участке Керчь – Феодосия – Белогорск – Симферополь – Бахчисарай – Севастополь	Строительство	Противокарстовые мероприятия
М-12 «Москва – Нижний Новгород – Казань» на участке км 475 – км 490	Строительство	Гидроизоляция земляного полотна
А-298 на участке км 510+000-523+000 в Саратовской области	Капитальный ремонт	Гидроизоляция водоотводных каналов
B3 Wasser, город Фрайдбург	Капитальный ремонт	Герметизация швов
B 82n Лангельсхайм, Германия	Строительство	Гидроизоляция земляного полотна
Автоматгистраль «Autorout 73», Квебек	Строительство	Гидроизоляция земляного полотна

Применение бентонитовых матов может снизить материалоемкость за счет разработки нетрадиционных конструкций и уменьшение затрат на строительные материалы: песок, щебень, гравий.

Данный материал обладает водонепроницаемостью и позволяют сохранить противofiltrационные характеристики неизменными.

Литература

1. СТО 87299967.003-2015. Материалы геосинтетические бентонитовые рулонные. Технические условия.
2. Производство геосинтетических материалов : URL: <https://bentizol.ru/products/bentizol/> (дата обращения: 20.03.2024).
3. ГОСТ Р 70090–2022. Материалы геосинтетические бентонитовые рулонные для гидроизоляции, 2022. 19 с.
4. ГОСТ Р 70574–2022. Материалы геосинтетические бентонитовые рулонные с геотекстильной основой для гидроизоляции, 2022. 20 с.
5. ГОСТ Р 55028–2012. Геосинтетические материалы для дорожного строительства.
6. Разработка автоматизированного метода инструментальной оценки повреждаемости геотекстильных полотен при их истирании: диссертация ... канд. техн. наук : 05.19.01 / Гойс Татьяна Олеговна; [Место защиты: Костром. гос. ун-т им. Н. А. Некрасова]. – Кострома, 2017. – 190 с.
7. Баранов И. А., Долгова М. А. Оценка физико-механических характеристик геосинтетических материалов. в сборнике: инструменты, механизмы и технологии современного инновационного развития. Сборник статей по итогам Международной научно-практической конференции. Стерлитамак, 2023. С. 79–85.
8. Формирование защитных слоев железнодорожного земляного полотна с применением щебеночно-песчаных смесей: диссертация канд. техн. наук: 05.23.11 / Козлов Андрей Владимирович; [Место защиты: Науч.-исслед. ин-т транспортного строительства]. – Москва, 2007. – 215 с.
9. GCL Specification for GRI-GCL3. Test Methods, Required Properties, and Testing Frequencies of Geosynthetic Clay Liners (GCLs).

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 656.021.2

Ольга Усмоновна Сайдаматова,
студент

Анатолий Алексеевич Башмаков,
студент

Екатерина Евгеньевна Медрес,
канд. экон. наук, доцент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: olga.saydamatova@mail.ru,
aab@3351505.ru, fire_21@mail.ru

Olga Usmonovna Saidamatova,
student

Anatoly Alekseevich Bashmakov,
student

Ekaterina Evgenievna Medres,
PhD in Sci. Ec., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: olga.saydamatova@mail.ru,
aab@3351505.ru, fire_21@mail.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ КРАСНОСЕЛЬСКОГО РАЙОНА Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

PROSPECTS FOR INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT KRASNOSELSKY DISTRICT OF ST. PETERSBURG

Бурное развитие городов влечет за собой необходимость транспортно-го обслуживания отдельных их районов, построение новых связей с центром, повышения скоростей сообщения. Огромный поток людей, поступающий из крупных жилых массивов, рождает проблемы высокой интенсивности транспортного потока на таких связях, перегруженности улично-дорожных сети, увеличения времени сообщения, резко возрастает вероятность возникновения дорожно-транспортных происшествий и конфликтных ситуаций. Тем самым, эффективность транспортной сети падает, в связи с чем происходит снижение качества жизни и социально-политическая нестабильность.

Ключевые слова: общественный транспорт, транспортное обслуживание, транспортные заторы, режим действия неограниченной нормы времени на рейс.

The rapid development of cities entails the need for transport services to certain areas, building new connections with the center, and increasing communication speeds. The huge flow of people coming from large residential areas creates problems of high intensity of traffic flow on such connections, congestion of the street and road network, increased communication time, the likelihood of road accidents and conflict situations increases sharply. Thus, the efficiency of the transport network decreases, which leads to a decrease in the quality of life and socio-political instability.

Keywords: public transport, transport services, traffic congestion, unlimited flight time limit.

Важную часть транспортного комплекса составляет городской и пригородный пассажирский транспорт, который является одним из основных элементов социальной транспортной инфраструктуры, обеспечивающий потребность жителей в перевозках.

Несмотря на большое разнообразие вариаций систем транспорта общего пользования, на сегодняшний день, действующая система не может обеспечить пассажиров доступным и комфортным общественным транспортом по причине транспортных заторов.

Транспортные заторы бывают двух типов – регулярные, которые случаются на одном и том же месте ежедневно, и нерегулярные, которые возникают из-за случайных событий.

У регулярных всегда одна причина – инфраструктура. Центральные улицы и основные шоссе строились именно тогда, когда машин было не так много. Набирающая темпы автомобилизация, закрытие полос на ремонт, аварии на дорогах создают эффект бутылочного горлышка, то есть когда много машин пытаются проехать через узкие места.

В борьбе с данной проблемой можно продолжать повышать пропускную способность дорог, расширяя их, однако согласно современным исследованиям, это имеет временный эффект. Чем больше дорог создается, тем больше автомобилей они привлекали.

В Калифорнии, например, исследование 1997 года показало, что новый дополнительный трафик заполнит до 90 % любого увеличения пропускной способности шоссе всего за пять лет из-за эффекта индуцированного спроса. Индуцированный спрос в данном случае заключается в том, что чем больше строится дорог, тем сильнее увеличивается транспортный поток.

В периферийных районах города, к которым относится Красносельский район, сформирована Центральная дуговая магистраль, связывающая между собой центры районов массовой жилой застройки периода шестидесятых–восемидесятых годов. Он имеет одни из самых низких показателей плотности УДС по городу, а именно, 3,02 км/км² и 1,18 км/км².

Основной задачей по развитию Красносельского района является улучшение транспортной доступности удаленных территорий. Согласно Генеральному плану г. Санкт-Петербурга, предусмотрен ряд мероприятий по развитию транспортной инфраструктуры Красносельского района, таких как:

- строительство продолжения пр. Ветеранов от пр. Буденного до перспективного продолжения пр. Народного Ополчения;
- реконструкция Красносельского шоссе в пос. Стрельна от Санкт-Петербургского шоссе до КАД;
- реконструкция Ропшинского шоссе со строительством путепровода через ж/д пути Балтийского направления;
- строительство путепровода через ж/д пути Балтийского направления в створе Дворцового пр. – Морской ул. в г. Ломоносов;
- строительство и реконструкция УДС в г. Красное Село (ул. Рябчикова, ул. Спирина);
- строительство Калининско-красносельской линии метрополитена с ее перспективным продлением до станции «Сосновая поляна»;
- строительство трамвайной ветки от перспективной станции метро «Сосновая Поляна» до г. Красное Село, с учетом отраслевой схемы развития объектов транспортной инфраструктуры наземного городского пассажирского транспорта в Санкт-Петербурге;
- строительство транспортных развязок с основными радиальными магистралями, в том числе: пр. Маршала Жукова, пр. Стачек, пр. Народного Ополчения;
- строительство южной широтной магистрали;
- строительство Магистральной от планируемого продолжения пр. Ветеранов до Волхонского с путепроводом через ж.-д. линию Балтийского направления с выходом на КАД;
- строительство Магистральной от пр. Ветеранов до пр. Героев с транспортной развязкой с Петергофским шоссе.

Все указанные проекты будут иметь положительный эффект на транспортную доступность Красносельского района, однако сроки реализации первой очереди составляет 2030 год, а расчетный срок, согласно временным срокам реализации Генерального плана – 2040 год. Однако перегруженность улично-дорожной сети и увеличение транспортных заторов наблюдается уже сейчас.

Для проведения анализа использованы данные автобусного и электрического общественного транспорта Красносельского района г. Санкт-Петербург, учитывающие такие факторы как транспортные заторы, дорожно-транспортные происшествия, нештатные ситуации и пассажиропоток (табл. 1–3).

Таблица 1

**Фактические показатели транспортной обстановки
на автобусных маршрутах с 01.01.2024 по 30.09.2024**

Данные по автобусным маршрутам за период с 01.01.2024 по 30.09.2024					
№ п/п	Количество маршрутов, обслуживающих Красносельский район	№ маршрута	Количество случаев		
			режим действия неограниченной нормы времени на рейс (транс- портные заторы)	ДТП	Нештатные (х/д, скорая, б/х)
1	69	2,2А,20,26,68,8А,81,83,87,103,108,111,129,129А,130,142,144,145,145Э,145Б,146,147,149,149А,160,162,163,165,195,201,200,203,204Э,210,226,229,239,242,243,245,246,260,265,284,297,300,301,329,333,343Э,345,359,442,442А,443,446,454,458,458А,458Б,461,462,477,481,482,482В,484,487,547	6729	882	349

Таблица 2

Фактические показатели транспортной обстановки
на электрическом транспорте с 01.01.2024 по 30.09.2024

№ п/п	№ маршрута	Троллейбусные маршруты	ДТП	Нешагные (х/д, скорая, б/х)
1	20	«Авангардная ул. – пл. Стачек»	55	84
2	32	«Троллейбусный парк № 1 – Балтийский бульвар»	15	84
3	35	«ж.-д. станция Сортировочная – пр. Героев»	21	65
4	37	«ул. Пионерстроя – ст. метро „Проспект Ветеранов“»	11	28
5	41	«ул. Васи Алексеева – ул. Адмирала Черокова»	15	24
6	44	«Авангардная ул. – ст. метро „Московские ворота“»	10	59
7	45	«Звездная ул. – пр. Героев»	49	89
8	46	«Троллейбусный парк № 1 – ж.-д. платформа Сергиево»;	24	98
9	48	«ул. Васи Алексеева – пр. Героев»	33	42
Итого:			233	573

Окончание табл. 2

№ п/п	№ маршрута	Трамвайные маршруты	ДТП	Нештатные (х/д, скорая, б/х)
1	36	«пос. Стрельна – Оборонная ул.»	15	100
2	52	«ж.-д. станция Сосновая Поляна – завод „Северная верфь“»	14	44
3	56	«Завод „Северная верфь“» – ул. Маршала Казакова»	0	3
4	60	«ЛЭМЗ – завод „Северная верфь“»	12	85
Итого:			41	232

Таблица 3

Сравнительные данные по пассажиропопотоку за 9 месяцев 2023 и 2024 гг.

Перевозчик	2023 г.	2024 г.	%
СПб ГУП «Пассажиравтотранс»	231 924 167	240 575 076	3,7 %
СПб ГУП «Горэлектротранс»	189 764 954	203 965 658	7,5 %
Негосударственные перевозчики	303 746 007	317 416 179	4,5 %

Основополагающим фактором, влияющим на выбор средства передвижения, является время в пути, чем оно меньше, тем эффективнее человек может распоряжаться своим временем. На основании данных показателей, мы видим существенные количество транспортных заторов, что в следствии увеличивает время в пути, при условии значительного увеличения количества транспортных средств на дорогах общего пользования.

Одна из основных причин заторов на дорогах – растущее количество личного транспорта. В следствии чего, наиболее эффективным способом борьбы с ними является развитие наземного городского пассажирского транспорта и повышение его привлекательности по сравнению с личным автомобилем, из-за описанного эффекта индуцированного спроса.

В условиях действующей транспортной обстановки, стоит рассмотреть метод повышения привлекательности общественного транспорта внедрив системы приоритетного проезда, представляющий из себя комплекс оборудования, который устанавливается на подвижной состав и транспортную инфраструктуру для обеспечения приоритетных условий движения транспортного средства.

Основой современных систем приоритетного проезда является технология V2X (Vehicle-to-Everything) – это технология связи между транспортными средствами и инфраструктурой дорожного движения. В рамках V2X используются два основных компонента: RSU (Roadside Unit) и OBU (On-Board Unit). RSU – это устройство, установленное на дорожной инфраструктуре, в рамках системы приоритетного проезда перекрестков – оборудование на светофорных объектах, которое обрабатывает данные о типе ТС, его вместимости, по возможности, маршруте движениям, поступающие от OBU на ТС и корректирует светофорный фазы в зависимости от поступающих данных.

Данные системы имеют одно основное преимуществ – это увеличение среднего значения скорости движения подвижного состава на маршруте. Однако существует недостаток, связанный со сложностью моделирования при наличии нескольких маршрутов общественного транспорта, пересекающихся на данном светофором объекте.

Поводя итоги стоит отметить, что внедрение систем приоритетного проезда повысит спрос на общественный транспорт, что приведет

к сокращению автомобилей личного пользования на дорогах города. Данная технология значительно уменьшит количество транспортных заторов и дорожно-транспортных происшествий, что в дальнейшем повысит спрос на наземный городской пассажирский транспорт и поднимет комфорт граждан на новый уровень.

Литература

1. Генеральный план Санкт-Петербурга. Материалы по обоснованию. // Раздел 5, Развитие транспортной инфраструктуры Санкт Петербурга. Пояснительная записка, 2023. – 185 с.
2. Нормативы градостроительного проектирования Санкт-Петербурга <https://www.gov.spb.ru/>
3. Медрес Е. Е., Миняев Э. Г., Черных Н. В., Солодкий А. И. Повышение эффективности управления безопасностью дорожного движения на улично-дорожной сети агломерации // Транспортное дело России, 2024. № 2. С. 154–160.
4. Медрес Е. Е., Черных Н. В., Солодкий А. И. Повышение эффективности управления безопасностью дорожного движения на улично-дорожной сети агломерации // Транспортное дело России, 2023. № 3. С. 172–174.

УДК 656.073

Андрей Андреевич Выселка,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: andreyyys@mail.ru

Andrey Andreevich Vyselka,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: andreyyys@mail.ru

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА КРУПНОГАБАРИТНЫХ, ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ И ОПАСНЫХ ГРУЗОВ

CURRENT ISSUES OF THE EXISTING ELECTRONIC DOCUMENT MANAGEMENT SYSTEM FOR OVERSIZED, HEAVY AND HAZARDOUS CARGO

В статье рассматриваются актуальные проблемы существующей системы электронного документооборота, связанного с перевозками крупногабаритных, тяжеловесных и опасных грузов автомобильным транспортом. Особое внимание уделяется анализу правовой базы и выявлению ключевых недостатков функционирования информационного портала ФКУ «Росдормониторинг». Основными проблемами, отмеченными в работе системы, являются ее нестабильность, отсутствие полной и актуальной информации о состоянии дорог, задержки в процессе согласования, а также недостаточная квалификация балансодержателей в вопросах ведения своих дорог на информационном портале. В заключении предложены меры по оптимизации работы системы и повышению ее эффективности.

Ключевые слова: электронный документооборот, автомобильный транспорт, крупногабаритные грузы, тяжеловесные грузы, опасные грузы, информационные системы.

The article discusses the current issues of the existing electronic document management system related to the transportation of oversized, heavy, and hazardous cargo by road. Special attention is given to the analysis of the legal framework and the identification of key deficiencies in the operation of the FКУ «Rosdormonitoring» information portal. The main problems noted in the system's operation include its instability, lack of complete and up-to-date information on road conditions, delays in the approval process, as well as the insufficient qualifications of asset holders in managing their roads on the information portal. The article concludes with proposed measures to optimize the system's performance and improve its efficiency.

Keywords: electronic document management, road transport, oversized cargo, heavy cargo, hazardous cargo, information systems.

Автомобильный транспорт занимает важное место в единой транспортной системе поскольку на его долю приходится 70 % перевозок от общего грузооборота. В тоже время автомобильный транспорт является объектом повышенной опасности, поэтому особое внимание уделяется сертификации и лицензированию, направленных на обеспечение безопасности дорожного движения, жизни и здоровья граждан, а также окружающей среды [1].

Важным этапом цифровизации является электронный документооборот (ЭДО). Понятие «Электронный перевозочный документ (ЭПД)» впервые прозвучало в законе № 259 «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта» (редакция от 1 января 2022 года)[2]. В сентябре 2022 года стартовал добровольный переход на электронную транспортную накладную (ЭТрН).

Электронный перевозочный документ – это документ в электронном виде, которым оформляют автомобильные грузоперевозки. По юридической силе ЭПД равнозначен бумажному оригиналу: его подписывают усиленной квалифицированной электронной подписью (УКЭП).

Чтобы получить специальное разрешение на перевозку крупногабаритного и (или) тяжеловесного груза в соответствии с Федеральным законом РФ № 257 от 08.11.2007 (в редакции от 01.04.2024) и Постановлением Правительства РФ от 01.12.2023 № 2060 [3] необходимо подать заявку на информационном ресурсе «Личный кабинет перевозчика».

Личный кабинет перевозчика (ФКУ «Росдормониторинг») – сервис, с помощью которого происходит выдача специальных разрешений на движение по автомобильным дорогам транспортного средства, осуществляющего перевозки тяжеловесных и (или) крупногабаритных грузов.

Проблемы существующей системы электронного документооборота

1) Крупногабаритные и тяжеловесные грузы

В ходе исследования были выявлены следующие проблемы в работе информационного портала ФКУ «Росдормониторинг»:

1. Нестабильная работа портала. Нередки случаи возникновения ошибок в работе, из-за чего у пользователей нет доступа к сервису.

2. Наличие участков дорог без владельцев. Не все дороги внесены в реестр, из-за чего перевозчики при редактировании маршрута сталкиваются с невозможностью его корректировки. Это приводит к тому, что приходится заново оформлять заявление, ставить другую конечную точку и повторно оплачивать госпошлину.

3. Отсутствие полноты данных со стороны балансодержателя. Данная ситуация является причиной второй проблемы, а также приводит к тому, что участки маршрутов, отображаемые при редактировании как допустимые для перевозки, на самом деле могут оказаться недопустимыми.

4. Недостаточная компетентность балансодержателей в вопросах ведения своих дорог. Это приводит к тому, что затягивается процесс оформления специального разрешения, а также выданные ранее специальные разрешения могут быть отозваны из-за ошибки сотрудника.

5. Неисполнение пункта 20 статьи 31 Федерального Закона № 257 «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» [4] в соответствии с которым перечень мер и/или Проект организации дорожного движения (ПОДД) признаются автосогласованными, если по истечении срока в пять рабочих дней с момента поступления запроса не будет сообщено о решении. Однако меняется только статус, но не пункт «выполнение мер». Только балансодержатель можно изменить данный параметр, что делает данный пункт в Федеральном законе бесполезным в отношении «Принятия мер». На рис. 1 изображен пример, где проставлен статус «Согласовано», но в пункте принятие мер написано «Ожидается».



Рис. 1. Пример разночтений в ответе на электронном ресурсе

6. Некорректность в последовательности выставления счета. Из-за несовершенства системы, в определенных случаях, может прийти счет на оплату возмещения вреда автомобильным дорогам до получения согласования на перевозку крупногабаритного и/или тяжеловесного груза.

7. Нет возврата госпошлины в случае некорректной работы программы. Данная проблема приводит к понижению доверия к сложившейся системе и может являться причиной отказа от оформления специального разрешения в определенных случаях.

Данные проблемы приводят к значительным задержкам при получении специальных разрешений, а это в свою очередь приводит к дополнительным расходам перевозчиков и грузоотправителей.

2) Опасные грузы

В разрешительной системе перевозок опасных грузов автомобильным транспортом для последних 20 лет характерны противоречивость механизма правового регулирования, неразграниченность и дублирование полномочий федеральных органов исполнительной власти, в том числе их территориальных органов, и органов исполнительной власти субъектов РФ, отсутствие единой действенной системы государственного контроля за осуществлением грузоперевозок, несмотря на принятие Федерального закона от 2 июля 1998 г. № 127-ФЗ «О государственном контроле за осуществлением международных автомобильных перевозок и об ответственности за нарушение порядка их выполнения» [5].

Системы для получения специальных разрешений на перевозку опасных грузов, аналогичной ФКУ «РОСДОРМОНИТОРИНГ» для крупногабаритных и тяжеловесных грузов, не существует.

В ходе научно-исследовательской работы была собрана статистика работы предприятия ООО «РТР-Логистика». Эта компания осуществляет перевозки бензина и дизельного топлива по городам Санкт-Петербург, Орел, Тверь и близлежащим территориям.

В период с мая 2022 года до сентября 2024 года предприятие оформило 192 разрешения по 7 различным маршрутам. В ходе оформления данных разрешений было получено 1031 согласование от различных организаций. Целью сбора статистики являлось получение данных о временных задержках работы согласующих организаций,

так как даже ожидание одного согласования вызывает задержку получения всего разрешения.

В статистику не входит время, затраченное на корректировки маршрута, а также случаи, когда согласующая организация отвечает в тот-же день, что и получает запрос, принимаются за 1 день. Все согласования, полученные более чем за 7 дней объединены в одну группу в связи с тем, что это нарушает нормативные требования.

Сводные данные приведены на рис. 2.

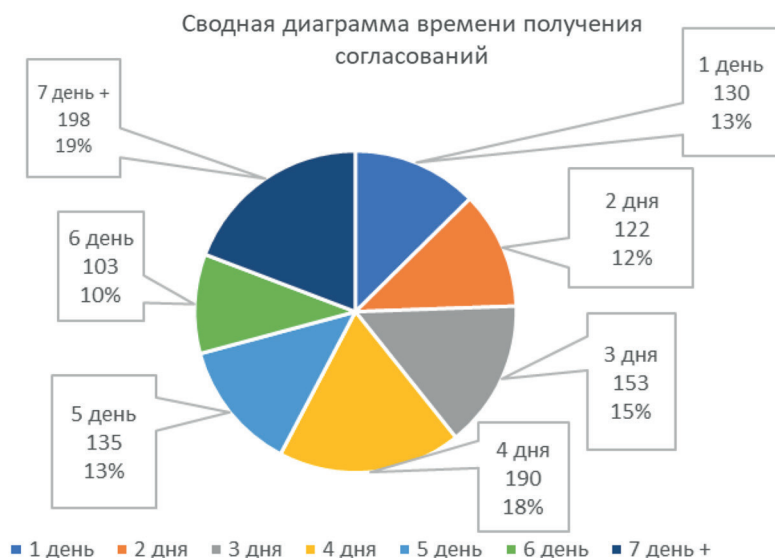


Рис. 2. Сводная диаграмма

Была выявлена закономерность: в каждой перевозке и маршруте были согласования, которые рассматривались более 7 дней. Из-за этого получение специального разрешения задерживалось. Количество согласований полученных с нарушением нормативных требований составляло от 4 до 31 %, со средним значением в 19 %.

Предложения по улучшению существующей системы

Для решения проблем, связанных с разрешительной системой перевозки опасных грузов, необходимо разработать систему электронного

документооборота выдачи специальных разрешений на перевозку опасных грузов.

Для обеспечения эффективной и корректной работы разрешительной системы получения специальных разрешений на перевозку крупногабаритных и тяжеловесных грузов через информационный портал «Личный кабинет перевозчика», необходимо реализовать комплекс мероприятий, а именно:

1. Устранение технических неисправностей: обеспечить оперативное исправление ошибок в работе бэкенда и фронтенда, а также незамедлительное устранение новых проблем.

2. Проведение технических работ в ночное время: планировать проведение технических работ в поздние вечерние и ночные часы по московскому времени, чтобы минимизировать неудобства для пользователей. Это особенно важно, учитывая, что большинство абонентов находятся в Европейской части России и Западной Сибири.

3. Обеспечение полноты и актуальности информации по дорожной сети: ввести обязательство для балансодержателей актуализировать данные обо всех дорогах с целью их своевременного внесения в систему под угрозой штрафных санкций.

4. Организация обучающих программ: разработать и внедрить обучающие программы для пользователей системы, чтобы повысить их осведомленность и навыки работы с порталом.

5. Внесение изменений в законодательство: инициировать изменения в Федеральный закон № 257, Постановление Правительства РФ № 2060, кодекс РФ об административных правонарушениях, Налоговый кодекс, а именно преобразовать и/или добавить пункты статей касающие положений: о полном согласовании документа «Принятие мер»; административной ответственности за непредоставление актуальной информации в информационную систему «Личный кабинет перевозчика»; возврата государственной пошлины в случаях ошибок в работе государственных информационных порталов или в случаях совершений правонарушений лицами, ответственных за предоставление информации на государственных информационных порталах.

Для обеспечения эффективного взаимодействия систем электронного документооборота и дальнейшего развития цифровизации

транспортной отрасли необходимо разработать интеллектуальную транспортную систему (ИТС), включающую как функциональную, так и физическую архитектуру.

Разработка функциональной архитектуры позволит определить ключевые компоненты системы, их задачи и взаимодействие между ними. В свою очередь, физическая архитектура будет направлена на реализацию технических решений и инфраструктуры, необходимых для поддержки этих процессов.

Это позволит не только оптимизировать процессы электронного документооборота, но и создать основу для дальнейшего внедрения интеллектуальных технологий в транспортную систему будущего.

Выводы

Анализ существующей системы электронного документооборота в сфере перевозок крупногабаритных, тяжеловесных и опасных грузов показал наличие значительных проблем, а именно: технические неисправности, неполные данные о дорогах и задержки в процессе согласований. Эти проблемы приводят к увеличению времени получения разрешений и, как следствие, к дополнительным расходам для перевозчиков.

Для улучшения ситуации необходимо разработать систему электронного документооборота для перевозки опасных грузов, а также провести комплекс мероприятий по оптимизации процесса выдачи разрешений на перевозку крупногабаритных и тяжеловесных грузов. Особое внимание следует уделить устранению технических неисправностей, проведению обучающих программ для пользователей и балансодержателей, а также внесению изменений в законодательные акты для обеспечения более эффективного функционирования системы.

Литература

1. Горев А. Э. Организация автомобильных перевозок и безопасность движения: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений. М., 2006. 256 с.
2. Федеральный закон «Устав автомобильного транспорта и городского наземного электрического транспорта» от 08.11.2007 № 259-ФЗ (последняя редакция).

3. Постановление Правительства РФ от 01.12.2023 № 2060 «Об утверждении Правил движения тяжеловесного и (или) крупногабаритного транспортного средства» (последняя редакция).

4. Федеральный закон № 257 «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (последняя редакция).

5. *Шевелевич А. А.* Совершенствование разрешительной системы автотransперевозок опасных грузов // Журнал российского права, 2012. № 10. с. 34.

УДК 623.618

Екатерина Сергеевна Дихтяренко,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: katya692590@yandex.ru

Ekaterina Sergeevna Dihtyarenko,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: katya692590@yandex.ru

АВТОНОМНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

AUTONOMOUS CONTROL SYSTEMS

В условиях глобализации и постоянного роста требований к логистическим процессам автономные системы управления (АСУ) становятся ключевыми инструментами, позволяющими компаниям оптимизировать свою деятельность. Настоящая статья посвящена анализу роли АСУ в логистике, включая их классификацию, преимущества и недостатки. В статье рассматриваются различные виды автономных систем, такие как беспилотные транспортные средства, интеллектуальные управления запасами и системы планирования, которые обеспечивают повышение эффективности, снижение затрат и улучшение качества обслуживания клиентов. В статье также анализируются вызовы, связанные с внедрением АСУ, включая вопросы технологий, безопасности и регулирования. Перспективы дальнейшего развития автономных систем управления в логистике требуют комплексного подхода, включая интеграцию новейших технологий и подготовку кадров, что сделает логистику более устойчивой и адаптивной к изменениям.

Ключевые слова: автоматизированные системы управления, логистика, эффективность, беспилотные автомобили, регулирование, перспективы развития.

In the context of globalization and the constant growth of requirements for logistics processes, autonomous management systems (ACS) are becoming key tools that allow companies to optimize their activities. This article is devoted to the analysis of the role of automated control systems in logistics, including their classification, advantages and disadvantages. The article discusses various types of autonomous systems, such as unmanned vehicles, intelligent inventory management and planning systems, which provide increased efficiency, reduced costs and improved customer service. The article also analyzes the challenges associated with the implementation of automated control systems, including issues of technology, safety and regulation. The prospects for further development of autonomous management systems in logistics require an integrated approach, including the integration of the latest technologies and training, which will make logistics more sustainable and adaptive to changes.

Keywords: automated control systems, logistics, efficiency, self-driving cars, regulation, development prospects.

В современном мире логистика играет ключевую роль в обеспечении бесперебойного функционирования бизнеса и удовлетворения потребностей клиентов. С развитием технологий, в частности автономных систем управления (АСУ), произошла настоящая революция в этой области. АСУ значительно оптимизируют процессы перевозки, хранения и обработки товаров, что позволяет компаниям сокращать затраты и улучшать качество обслуживания.

В данной статье мы рассмотрим наиболее актуальные и современные автономные системы, их применение в логистике и преимущества, которые они предоставляют. Понимание этих технологий становится критически важным для предприятий, стремящихся к эффективному управлению цепочками поставок в условиях растущей конкуренции и динамично меняющегося рынка.

АСУ – автоматизация различных информационных процессов управления со сведением к минимуму участия человека в трудоемких операциях по сбору и предварительной обработке данных, необходимых для принятия окончательных решений [3].

Автономные системы управления в логистике можно разделить на несколько категорий:

Автономные транспортные средства: включают беспилотные автомобили, дроны для доставки и автоматизированные управления складами.

Системы управления запасами: применяют алгоритмы для прогнозирования потребностей, управления запасами и оптимизации логистических цепочек.

Интеллектуальные системы планирования: используют машинное обучение и искусственный интеллект для прогнозирования и оптимизации маршрутов доставки и распределения ресурсов.

Автономные системы управления (АСУ) в логистике предлагают множество преимуществ, которые значительно повышают эффективность и конкурентоспособность компаний. Рассмотрим положительные моменты внедрения данной системы.

Автономные технологии помогают сократить операционные расходы за счет уменьшения необходимости в ручной работе и повышении точности выполнения задач. Это особенно актуально в процессе складирования и перевозки, где ошибки могут стоить компании значительных денег.

АСУ способны обрабатывать информацию и выполнять задачи быстрее, чем человеческие операторы. Это позволяет значительно ускорить перевозку грузов и уменьшить время ожидания для клиентов. Автономные транспортные средства, такие как беспилотные грузовики, могут работать круглосуточно без перерывов, тем самым увеличивает их эффективность.

Системы автоматизации уменьшают вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, таких как неправильное распределение грузов или ошибки в документации. Использование технологий, таких как RFID и GPS, обеспечивает точный мониторинг местоположения и состояния товаров на всех этапах логистики.

Автономные системы могут легко адаптироваться к изменяющимся условиям рынка и потребностям бизнеса. Например, в периоды повышенного спроса компании могут быстро увеличивать количество автономных транспортных средств без необходимости в значительных вложениях в рабочую силу.

Сведя к минимуму задержки и повысив точность выполнения заказов, АСУ способствуют улучшению общего опыта клиента. Благодаря более быстрой и надежной доставке компании могут повысить уровень удовлетворенности и лояльности своих клиентов.

АСУ минимизируют риски, связанные с человеческими ошибками, что способствует повышению общей безопасности процессов логистики. Кроме того, автономные автомобили и дроны могут быть оснащены сенсорами и камерами, что увеличивает безопасность перевозки.

Современные автономные системы часто проектируются с учетом энергоэффективности и минимизации выбросов. Например, электрические беспилотные транспортные средства могут значительно уменьшить углеродный след компании.

В сравнении с западными производственными предприятиями, отечественные компании испытывают трудности по выходу на мировой рынок. Это связано с рядом причин:

1) Для некоторых ведущих предприятий в мире характерно использование стратегии сотрудничества с заказчиком «под ключ», что предсказывает выполнение полного комплекса работ и позволяет снизить расходы, связанные с получением и передачей информации контрагентам, а также ведение договорной деятельности с ними.

2) Внешние условия труда производственных предприятий имеют значительные отличия. Так, иностранные производители продукции могут иметь дополнительные возможности: производство на условиях займов, долгосрочное кредитование с низкой ставкой процентов и тому подобное. Отечественные предприятия работают в других условиях, в соответствии с законодательством и особенностями банковской системы РФ. Кроме того, часто предприятиям не хватает финансовых ресурсов, свободных от выполнения других операционных задач, для достижения вышеуказанных целей.

Первую причину можно успешно преодолеть с использованием современных автоматизированных систем управления логистикой производства. Факторы готовности предприятия к автоматизации логистики в производстве делятся на внешние и внутренние. Относительно внешних факторов предлагается выделить один – динамика спроса на основную продукцию предприятия [1].

Автономные системы могут быть уязвимы перед сбоями в работе технических компонентов и кибератаками. Поэтому необходимо разрабатывать надежные меры безопасности и резервные системы управления.

Нас ожидает многоперспективное будущее автономных систем управления в логистике. С развитием технологий искусственного интеллекта и аналитики данных возможности автоматизации и оптимизации логистических операций становятся все шире. Будет появляться все больше компаний, инвестирующих в автоматизацию своих процессов.

Успешное внедрение АСУ возможно только при их интеграции с другими технологиями, такими как облачные вычисления и большие данные. Это позволит создать более совершенные системы, способные учиться и адаптироваться.

Внедрение АСУ позволяет сократить время доставки товаров, улучшить контроль над складскими запасами, оптимизировать марш-

руты доставки, уменьшить издержки на транспортировку и улучшить обслуживание клиентов. Кроме того, автоматизация процессов позволяет снизить вероятность человеческого фактора, улучшить точность и надежность данных, а также быстрее реагировать на изменения внешней среды.

Таким образом, преимущества автономных систем в логистике многообразны и охватывают все аспекты функционирования современного бизнеса. Интеграция таких технологий не только оптимизирует внутренние процессы компаний, но и способствует созданию более гибкой и устойчивой экономики в условиях постоянных изменений на рынке.

Литература

1. *Горишкова С. С., Новикова А. Д.* Автоматизация в логистике производства / Горшкова С. С., Новикова А. Д. – М. : НИУ ВШЭ, 2023. – 15 с.
2. *Котов В. Л.* Логистика: учебник / В. Л. Котов. – М. : КНОРУС, 2011. – 368 с.
3. *Марков А. П.* Основы логистики / А. П. Марков. – М. : КНОРУС, 2014. – 240 с.
4. Логистика в управлении предприятием / под ред. Ю. Л. Гафарова. М. : Проспект, 2012. – 304 с.
5. *Валиро А.* Методы оптимизации управления запасами: практикум / А. Валиро. – М. : Юнити-Дана, 2007. – 224 с.
6. *Шейн Д.* Логистика: практическое пособие / Д. Шейн. – М. : Глосса, 2009. – 336 с.

УДК 656.05

Анна Андреевна Дошлова,
магистрант
(Самарский государственный
технический университет)
E-mail: a.doshlova@yandex.ru

Anna Andreevna Doshlova,
Master's degree student
(Samara State Technical
University)
E-mail: a.doshlova@yandex.ru

АНАЛИЗ ТРАНСПОРТНОЙ СИТУАЦИИ НА ПЕРЕГОНЕ УЛ. СОВЕТСКОЙ АРМИИ ОТ УЛ. ГАГАРИНА ДО УЛ. АНТОНОВА-ОВСЕНКО Г. САМАРА

ANALYSIS OF THE TRAFFIC SITUATION ON SOVETSKAYA ARMIYA STREET FROM GAGARINA STREET TO ANTONOVA-OVSEENKO STREET IN SAMARA

В работе выполнен анализ участка улично-дорожной сети с высокой интенсивностью транспортных потоков. Показано, что, несмотря на тенденцию снижения показателей дорожно-транспортных происшествий, участок остается аварийно-опасным. На основе натурных наблюдений составлены картограммы интенсивности для наиболее значимых пересечений, в число которых входит кольцевой узел. Выполнен анализ сложных маневров на этом саморегулируемом пересечении и показано, что его пропускная способность практически исчерпана. В целях повышения эффективности транспортных процессов рассматривается вариант введения координированного управления, что требует синхронизацию ряда светофорных объектов. Приведены разработанные светофорные циклы двух пересечений, синхронизированные по длительности циклов и по фазам.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, интенсивность, координированное управление, пересечения, пропускная способность, светофорное регулирование.

The study analyzes a segment of the urban road network with high traffic intensity. It demonstrates that despite a trend of decreasing road accident rates, this road section remains accident-prone. Based on field observations, intensity cartograms have been created for the most critical intersections, including a roundabout. A complex manoeuvre analysis of this self-regulated intersection shows that its traffic capacity is nearly exhausted. To enhance transport efficiency, a coordinated manage-

ment is considered, which requires the synchronization of multiple traffic facilities. The paper presents developed traffic light cycles for two intersections, synchronized by cycle duration and phases.

Keywords: traffic accidents, traffic intensity, coordinated management, intersections, traffic capacity, traffic light regulation.

Участок ул. Советской Армии от ул. Гагарина до ул. Антонова-Овсенко, протяженность которого более полутора километров, расположен в Советском районе г. о. Самара. Улица связывает крупные магистрали города и, кроме того, является сосредоточением таких мест массового тяготения граждан, как парк Дружбы, Успенская церковь. Зоологический музей, торговый центр «Космопорт», Машиностроительный колледж, несколько школ, поликлиники и др. Все это обуславливает напряженный транспортный трафик на данном участке.

Анализ статистики дорожно-транспортных происшествий (ДТП) показал, что в период с 01.01.2018 по 26.11.2023 на данном участке произошло 70 ДТП, в которых пострадало 100 человек и 3 погибли. График, визуализирующий динамику показателей ДТП за пять лет, представлен на рис. 1 [1].

Несмотря на то, что общие показатели ДТП снижаются, участок остается аварийно-опасным.

Задачей исследования является анализ существующей ситуации на данном участке улично-дорожной сети (УДС) с целью повышения эффективности транспортных процессов и обеспечения безопасности дорожного движения.

Анализируемый фрагмент ул. Советской Армии включает три крупных пресечения, характеризующихся высокой интенсивностью транспортных потоков: два пересечения являются регулируемыми, а третье – это кольцевое нерегулируемое пресечение.

На основе натурных наблюдений составлены картограммы интенсивности для пересечений с ул. Гагарина (рис. 2) и ул. Дыбенко (рис. 3).

Для анализа загруженности кольцевого узла ул. Советской Армии и ул. Антонова-Овсенко необходимо определить, насколько исчерпана его пропускная способность. На рис. 4 приведена картограмма транспортных потоков кольцевого пересечения.

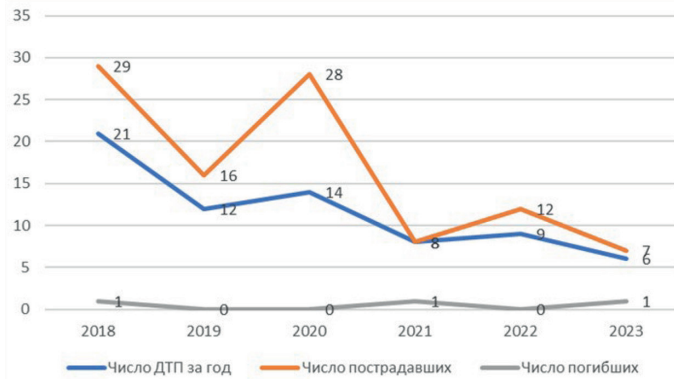


Рис. 1. Показатели ДТП за период с 2018 по 2023 г. на участке улицы Советской Армии от ул. Гагарина до ул. Антонова-Овсенко

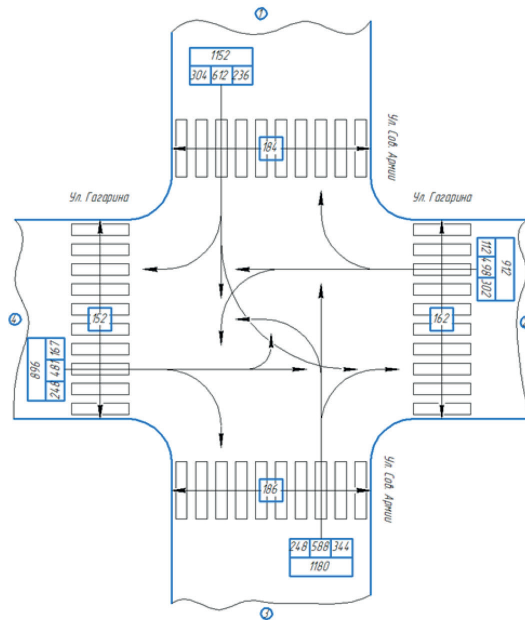


Рис. 2. Картограмма транспортных и пешеходных потоков в приведенных единицах на пересечении ул. Советской Армии и ул. Гагарина

Пропускная способность кольцевого саморегулируемого узла определяется пропускной способностью линии слияния транспортных потоков, которая – согласно теории транспортных потоков – определяется как линия переплетения [2]. Маневр переплетения является сложным, поскольку включает три составляющие: слияние, смена полосы и выход из потока. Маневр становится возможным, если в главном направлении появляются интервалы, которые по своей величине больше граничных интервалов. Максимальная пропускная способность может быть получена, если все такие интервалы будут полностью использованы. Зная закономерность распределения интервалов между автомобилями в главном направлении, можно определить количество интервалов в главном направлении, больших относительно граничных интервалов [2].

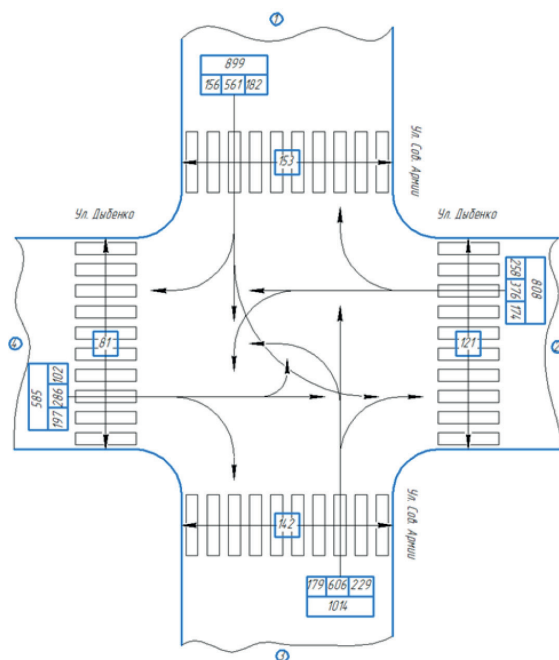


Рис. 3. Картограмма транспортных и пешеходных потоков в приведенных единицах на пересечении ул. Советской Армии и ул. Дыбенко

Уровень загрузки определяется отношением интенсивности на линии слияния без правоповоротных потоков к пропускной способности на линии слияния [2]. Результаты расчетов уровня загрузки кольцевого пересечения приведены в табл. 1.

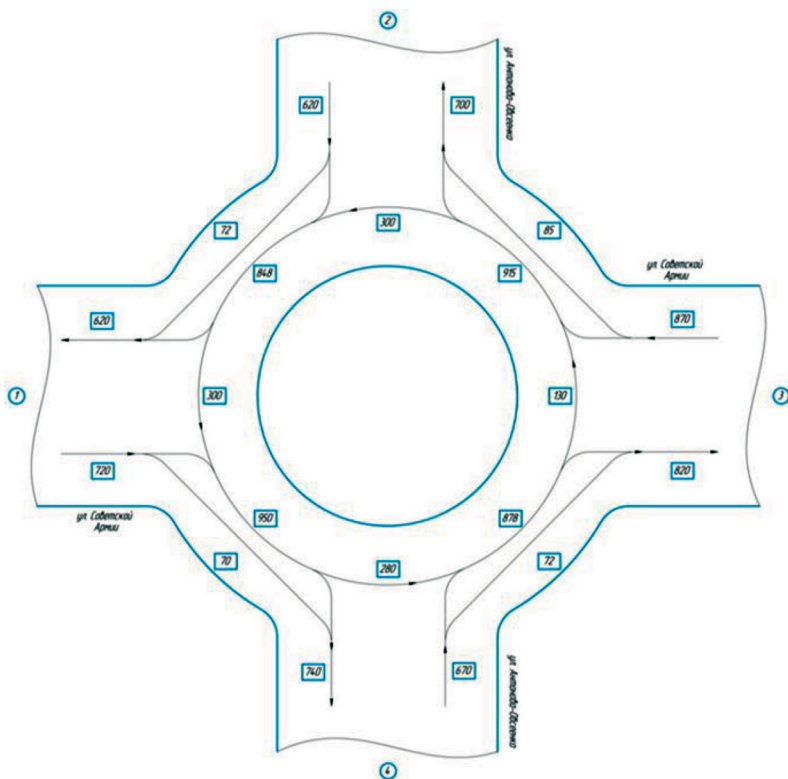


Рис. 4. Картограмма транспортных потоков в приведенных единицах на пересечении ул. Советской Армии и ул. Антонова-Овсенко

В соответствии с ОДМ 218.2.020-2012 [4], все подходы кольца имеют уровень обслуживания D , так как коэффициент загрузки варьируется в диапазоне 0,70–0,90. Для данного уровня характерным является снижение скорости транспортного потока, резкий рост

плотности движения, возможность совершения маневров становится ограниченной [3].

Таблица 1

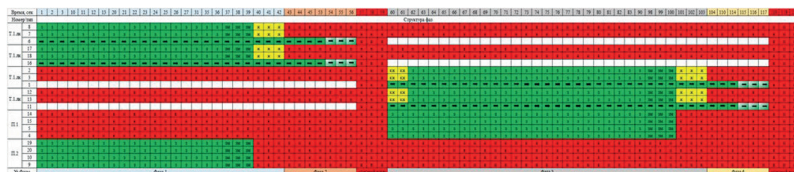
**Уровни загрузки кольцевого пересечения
ул. Советской Армии – ул. Антонова-Овсенко по подходам**

Номер подхода	1	2	3	4
Уровень загрузки	0,90	0,73	0,82	0,92

В целях повышения эффективности транспортных процессов рассматривается вариант введения координированного управления. Это требует синхронизации ряда светофорных объектов, что позволит увеличить пропускную способность анализируемого участка УДС.

При анализе светофорных циклов и светофорных фаз регулируемых пересечений ул. Советской Армии с ул. Гагарина и ул. Дыбенко было выявлено, что, во-первых, пересечения имеют разные длительности светофорных циклов (144 секунды и 173 секунды соответственно), а во-вторых – разное количество фаз (8 и 6 соответственно).

С использованием метода Вебстера рассчитаны минимумы длительностей светофорных циклов. Показано, что оптимальным на данных пересечениях является цикл светофорного регулирования 120 секунд. Число светофорных фаз сокращено до четырех. Разработанные программы светофорного регулирования на указанных пересечениях представлены на рис. 5 и 6.



**Рис. 5. Перспективная программа светофорного регулирования
на пересечении ул. Советской Армии и ул. Гагарина**

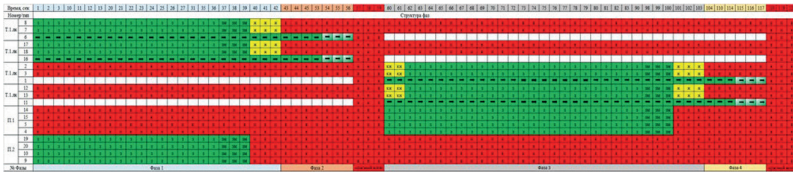


Рис. 6. Перспективная программа светофорного регулирования на пересечении ул. Советской Армии и ул. Дыбенко

Результаты анализа свидетельствуют о высокой интенсивности транспортных потоков и практически исчерпанной пропускной способности данного участка УДС. В целях повышения эффективности транспортных процессов предложено введение координированного управления, для реализации которого синхронизированы светофорные циклы (по длительности и по фазам) на регулируемых пересечениях. Выполнен анализ уровня загрузки нерегулируемого кольцевого пересечения – для него будет выполнен расчет светофорного цикла, синхронизированного с циклами уже рассмотренных пересечений. Корректность предлагаемых решений предполагается обосновывать с использованием имитационного моделирования.

Литература

1. Карта ДТП. // URL: <https://dtp-stat.ru> (дата обращения: 31.10.2024).
2. Булавина Л. В. Расчет пропускной способности магистралей и узлов: Учебное электр. текст. изд. ГОУ ВПО УГТУ–УПИ, Екатеринбург, 2009. – 44 с.
3. ОДМ 218.2.020-2012. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог. Отраслевой дорожный методический документ / Федеральное дорожное агентство : М., 2012. – 148 с.

УДК 656.025

Артем Витальевич Ким,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: kim_artem_2001@mail.ru

Artyom Vitalievich Kim,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: kim_artem_2001@mail.ru

СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПРОЕКТА РАЗВИТИЯ ЛОКАЛЬНОЙ ИТС

STRUCTURAL ANALYSIS OF THE CONCEPTUAL PROJECT FOR THE DEVELOPMENT OF LOCAL INFORMATION TECHNOLOGY

Статья посвящена структурному анализу концептуального проекта развития локальной ИТС. Рассмотрены факторы, влияющие, как негативно, так и положительно на транспортную инфраструктуру в различных регионах, при различных обстоятельствах на дороге и условий погоды. Внимание уделено анализу проблем, возникающих в различные обстоятельства на дороге, в последствии чего, идут потери ВВП, которые так же были отмечены в процентах. Были рассмотрены выходы для разрешения данных проблем и последующем развитии локальной ИТС.

Ключевые слова: структурный анализ, ИТС, развитие локальной ИТС.

The article is devoted to the structural analysis of the conceptual project for the development of local ITS. The factors that influence, both negatively and positively, the transport infrastructure in different regions, under different circumstances on the road and weather conditions are considered. Attention is paid to the analysis of problems that arise in different circumstances on the road, as a result of which there are losses of GDP, which were also noted in percentages. The ways to resolve these problems and the subsequent development of local ITS were considered.

Keywords: structural analysis, ITS, development of local ITS.

Современное развитие транспортной системы крупных городов невозможно представить без использования и внедрения интеллектуальных транспортных систем. Эти высокотехнологичные системы помогают решать насущные и актуальные проблемы транспортной системы любого мегаполиса.

Использование информационных и автоматизированных систем мониторинга и управления дорожным движением является одним

из основных направлений решения проблем безопасности, экономики и экологии, существующих в транспортной отрасли.

Проблема несвоевременного информирования населения об изменениях в функционировании транспортного комплекса, также, о всевозможных чрезвычайных ситуациях, проявленных в работе на маршруте, на данный момент имеет большую актуальность. Немаловажно в определенное время сообщать населению о каких-либо изменениях, связанных с работой транспортного комплекса, для того чтобы каждый мог построить маршрут, учитывая все изменения.

Целью данной научной статьи является структурный анализ концептуального проекта локальной ИТС.

1. Анализ предпосылок формирования и развития ИТС в мире и Российской Федерации.

Состояние, связанное с экономикой: транспорт остается одним из основных сектором экономической составляющей страны, влияющим на инфраструктуру.

Ниже представлены ключевые показатели транспортной деятельности в Российской Федерации за январь – сентябрь 2023 года по показателям информационно-статистического бюллетеня «Транспорт России».

Грузовой транспорт осуществлял перевозку грузов крупными и средними предприятиями федеральных округов.

	тыс. т	в % к АППГ ²⁾
Российская Федерация	950 353,6	98,3
Центральный федеральный округ	224 880,2	107,6
Северо-Западный федеральный округ	93 897,3	102,7
Южный федеральный округ	81 709,8	98,3
Северо-Кавказский федеральный округ	25 527,2	96,8
Приволжский федеральный округ	159 323,5	95,2
Уральский федеральный округ	148 238,9	84,3
Сибирский федеральный округ	150 073,9	107,2
Дальневосточный федеральный округ	66 702,8	90,4

Данные грузооборота автомобильного транспорта

	Январь– сентябрь 2023 г.	Январь– сентябрь 2023 г.	Январь аспекты – сентябрь 2023 г. в % к АППГ
Грузооборот, млрд тонно-км	190,2	201,2	105,8
Коммерческий грузооборот, млрд тонно-км	102,1	111,6	109,4

**Объем бюджетного финансирования
в отрасли транспорта в 2023 году (млн рублей)**

Наименование расходов	Подлежит финансирова- нию	Кассовое исполнение
Ведомственная целевая программа «Организационное, информационное и научное обеспечение реализации подпрограммы «Дорожное хозяйство»	25 888,3	18 970,3

Среднее количество сотрудников (крупных и средних предприятий автотранспортного комплекса за период январь – сентябрь 2023 года составляла 429 332 человека).

Выпущено транспорта в январе – сентябре 2023 года

Автомобилей легковых	1147 тыс. штук
Автотранспортные грузовые средства	109,1 тыс. штук

Выше указанные показатели развития автотранспорта и дорожного хозяйства Российской Федерации, показывают, что данные являются основной ролью в экономической составляющей страны. Но это не единственный экономический повод создания и ввод в эксплуатацию ИТС.

Автотранспортная сфера – не только польза для людей и экономической составляющей страны, ей также присущи и те вещи, которые ведут к отрицательным последствиям, что ведут за собой снижение уровня ВВП, которые показаны в виде следующих показателей:

7–9 % от ВВП передают потери в связи с транспортными пробками и соответствующими задержками в доставке пассажиров и грузов;

Примерно 6 % от ВВП передают потери в связи с разрушениями автомобильных дорог, мостов, тоннелей и прочих объектов автотранспортной деятельности;

Около 2 % от ВВП показывают потери от выбросов токсичных веществ, повышения смертности и заболеваемости (экологический вред);

Меньше 2 % от ВВП – потери в связи с авариями и ДТП.

2. Цели и задачи ИТС

Ключевой миссией ИТС является модернизация и развитие системы информирования людей изменений о работе автотранспортного комплекса больших городов с целью улучшения мобильности общественности и уменьшению времени, которое тратится на передвижение от одной точки до другой.

Подцели создания ИТС это:

- демонстрация пользователям информации о автотранспортной ситуации, которая может позволить им делать выбор между тем или иным транспортом, времени в пути и маршрут;
- автоматизированное наблюдение автотранспортных средств передвижения с эксплуатацией информационных технологий;
- информирование о локации и состоянии автотранспортного средства в реальном времени;
- наблюдение за уровнем загруженности общественного автотранспорта;
- улучшение достоверности информации о работе автотранспортного комплекса;
- понижение отрицательного влияния на окружающую среду, благодаря эффективной эксплуатации транспортного средства;
- уменьшение времени задержки и движения людей на общественном автотранспорте.

Цели создания ИТС:

- создать возможность собирать, архивировать и управлять информацией о статусе ситуации на дороге, локации и движении автотранспорта;
- уменьшение времени ответной реакции и улучшение эффективного использования сообщения пассажирам о возникшим непредвиденным аварийным ситуациям во время движения на дороге;
- сообщения о автотранспортных потоках и критериям передвижения (заторы, скоростной режим);
- информирование людей о эксплуатации автотранспорта на маршрутной линии, об каких-либо изменениях и прочее;
- воплощение общей автоматизированной системы передачи данных пассажирам об автотранспорте;
- повышение надежности его эксплуатации.

3. Подсистемы ИТС, решающие поставленную задачу

Бывает 11 сервисных доменов ИТС: передача информации участникам движения, управление передвижения на дороге и всевозможные действия, относящиеся к участникам на дороге, механизм автотранспортных средств, грузоперевозки, автотранспорт общего пользования, различные службы быстрого реагирования, электро-платежи на автотранспорте, собственная безопасность, относящиеся к дорожному движению, наблюдения за погодными условиями и положения окружающей среды, возможность управлять и координировать при непредвиденных опасных происшествиях, а так же национальная безопасность.

Основные цели и функции для ИТС по передачи информации населению о работе автотранспортного комплекса производятся сервисным доменом: передача информации участникам передвижения.

Сервисные отдельные группы в рамках домена передачи информации участникам передвижения обеспечивают юзеров и статическими, и динамическими сведениями о положении в транспортной сети и предоставлением услуг до начала движения и во время движения, так же дают возможность сотрудникам транспортного комплекса совершать сбор, архивирование и так же позволяют управлять сведениями для работы, связанные с расписанием рейсов.

Сервисный домен передачи данных участникам передвижения включает в себя определенные сервисные группы, такие как:

транспортная передача данных, передача данных во время движения, возможность прокладывать маршруты и построение маршрутов перед началом движения, возможность прокладывать маршруты и построение маршрутов во время движения, помощь во время построения плана маршрута, сведения для потребностей в пути.

Транспортное информирование

Эта сервисная группа представляет собой сведения, получаемые юзерами до начала движения, находясь дома, в офисе, в отеле, в общественных местах, таких как магазины и т. д.

Сервисы автотранспортной передачи данных имеют возможность направляться на загородные объекты, автотранспорт общественного пользования, субъектов грузовых перевозок.

В соответствии предоставленному сервису автотранспортное информирование имеет в себе актуальные сведения о ситуации на дороге, исполнении или не исполнении плана передвижения и локации средств автотранспорта общественного пользования по отношению к локации юзера, дорожном состоянии и условий погоды.

Данные сервисы содержат в себе, к примеру:

- автотранспортное информирование – автотранспорт общего пользования (автобусы и поезда);
- автотранспортное информирование – передача данных между собой
- автотранспортное информирование – модальные перемены и сведения в мультимодальном секторе.

Получение информации во время движения

Эта сервисная группа охватывает сведения, которые были переданы людям, во время движения в автотранспортных средствах общего пользования, либо во время движения по соседним полосам движения. Такие сведения представляют собой рекомендации. Они могут представлять из себя сведения, показываемые в настоящем времени действий, к примеру, остановка по прибытию в конечной точке маршрута, учитывая происшествия на дороге – ДТП, ремонт дороги, погодных условий, свободные места на парковочных местах и прочие критерии.

Данные сервисы содержат в себе, к примеру:

- передача информации во время движения – предупреждения для восприятия, находясь в самом автотранспорте;

- передача информации во время движения – объекты, находящиеся возле дороги;
- передача информации во время движения – данные об обстановке с парковочными местами;
- передача информации во время движения – общественный автотранспорт;
- передача информации во время движения – сотовые телефоны.

Прокладывание маршрутной линии и навигационная система перед выходом на линию

Эта сервисная группа представляет собой службу планирования, которая осуществляется перед тем, как транспорт начнет движение, так же позволяет обеспечивать сведениями юзеров о всевозможных вариациях наилучших маршрутов к определенным точкам прибытия. В соответствии с ситуацией на дороге, возможно определить оптимальные маршрутные линии для передвижения, а также имеют возможность подключать такие опции, как парковочные места.

Эта сервисная группа еще имеет возможность строить пешеходные маршруты, велосипедные, а также для мотоциклов.

Данные сервисные группы состоят из:

- построения пешеходных маршрутных линий, а также для велосипедистов;
- построение маршрутных линий для мультимодальных перевозок;
- навигационная система внутри автотранспорта.

Построение маршрутных линий и навигационная система в движении транспорта.

Этот сервис предоставляет услуги, которые потребляются в движении транспорта. Так же, обеспечивается построение оптимальных маршрутов для пользователей данного сервиса к определенным точкам прибытия. Оптимальные маршруты определяются, в соответствии с ситуацией на дороге, обстановки с автотранспортом общего пользования, так же включают в себя такие функции, как парковочные места.

Сервисные группы, которые обеспечивают передачу информации во время движения транспорта, имеют возможность выбирать маршрутные линии и избегания заторов автотранспорта.

Эта сервисная группа имеет возможность прокладывать маршрутные линии для пешеходов, велосипедов и мотоциклов.

В данные сервисные группы входят:

- возможность строить маршрутную линию в настоящем времени движения транспорта;
- навигационная система на борту автотранспорта;
- прокладка маршрутных линий при грузоперевозках;
- построение пешеходных маршрутных линий, а также велосипедных.

Литература

1. Комитет по транспорту. [Электронный ресурс]: – Режим доступа: https://www.gov.spb.ru/gov/otrasl/c_transport/
2. ГОСТ 32865–2014. Дороги автомобильные общего пользования. Знаки переменной информации. Технические требования.
3. ГОСТ Р ИСО 14813-1–2011. Интеллектуальные транспортные системы. Схема построения архитектуры интеллектуальных транспортных систем. Часть 1. Сервисные домены в области интеллектуальных транспортных систем, сервисные группы и сервисы.
4. Андреев А. Ю. Математические модели принятия решений в интеллектуальных транспортных системах / Терентьев А. В. Арифиллин И. В., Андреев А. Ю., Егоров В. Д. // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2021. № 1(64). С. 106–113.
5. Титов Б. А. Транспортная логистика [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / Б. А. Титов; Минобрнауки России, Самара. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Самара, 2012.

УДК 656.073

Стефанида Станиславовна Кокосшинская,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Stesha.ko@mail.ru

Stefanida Stanislavovna Kokoshinskaya,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Stesha.ko@mail.ru

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА ФАКТОРОВ ПО ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПЕРЕВОЗКИ ПОЛИМЕРНЫХ ТРУБ

PRACTICAL RECOMMENDATIONS FOR IMPROVING EFFICIENCY BASED ON THE ANALYSIS OF FACTORS FOR OPTIMIZING THE POLYMER PIPE TRANSPORTATION PROCESS

Данная статья посвящена анализу факторов, влияющих на оптимизацию процесса перевозки полимерных труб, с целью разработки практических рекомендаций по повышению эффективности логистических операций. В работе представлены обзор нормативных документов, действующих в России, и международный опыт в области транспортировки полимерных труб. Описаны основные проблемы, возникающие при перевозке, такие как повреждения труб, высокие транспортные издержки и сложные условия хранения. На основе анализа предложены решения по улучшению логистических процессов, включая оптимизацию маршрутов, использование современных транспортных средств, цифровых систем контроля и упаковки. Предложенные меры направлены на снижение затрат и улучшение сохранности продукции. Статья содержит теоретические выводы, графики и формулы для оценки экономического эффекта от внедрения рекомендованных мер.

Ключевые слова: полимерные трубы, логистика, транспортировка, оптимизация, повреждения труб, экономическая эффективность.

This article is dedicated to analyzing the factors influencing the optimization of the polymer pipe transportation process with the aim of developing practical recommendations for improving the efficiency of logistics operations. The paper presents an overview of regulatory documents in effect in Russia and international experience in the field of polymer pipe transportation. The main issues encountered during transportation, such as pipe damage, high transportation costs, and complex

storage conditions, are described. Based on the analysis, solutions are proposed to improve logistics processes, including route optimization, the use of modern transportation vehicles, digital monitoring systems, and packaging. The proposed measures are aimed at reducing costs and improving product preservation. The article includes theoretical conclusions, graphs, and formulas to assess the economic impact of implementing the recommended measures.

Keywords: polymer pipes, logistics, transportation, optimization, pipe damage, economic efficiency.

Целью данной статьи является разработка комплекса практических рекомендаций по повышению эффективности процесса перевозки полимерных труб на основе всестороннего анализа существующих проблем и применения современных методов оптимизации.

Эффективная перевозка полимерных труб в России и за рубежом становится все более важной задачей ввиду увеличения масштабов строительства инфраструктурных объектов. Большие расстояния, сложные климатические условия и специфические требования к хранению и транспортировке труб требуют особого внимания к логистике. Снижение потерь при перевозке, минимизация повреждений и оптимизация затрат – ключевые цели, которые ставят перед собой производители и логистические компании. Международный опыт показывает, что использование современных технологий и методов позволяет значительно улучшить процесс перевозки, и российские предприятия также начинают внедрять передовые решения.

В рамках данной работы решаются следующие задачи:

1. Анализ существующих нормативных документов и стандартов, регулирующих процесс перевозки полимерных труб;
2. Изучение российских и международных практик транспортировки полимерных труб;
3. Определение основных проблем и недостатков в действующей практике транспортировки;
4. Предложение практических решений и рекомендаций для оптимизации процесса перевозки;
5. Прогнозирование экономического эффекта от предложенных изменений.

Российский опыт в перевозке полимерных труб демонстрирует важность комплексного подхода к решению логистических задач.

Оптимизация транспортных процессов, внедрение современных технологий и систем мониторинга, а также учет климатических и географических особенностей страны позволяют снижать издержки и обеспечивать сохранность труб. В условиях постоянно развивающейся инфраструктуры, российские компании продолжают улучшать логистику и адаптировать международные практики под специфические потребности страны.

В России процесс производства, использования и транспортировки полимерных труб регулируется рядом нормативных документов, которые устанавливают требования к качеству продукции, условиям транспортировки и хранения. Основные нормативные акты включают в себя государственные стандарты (ГОСТы), технические условия (ТУ), а также санитарные и строительные нормы [1]. Список ключевых документов:

1. ГОСТ 18599–2001 «Трубы полиэтиленовые для водоснабжения»

Этот ГОСТ устанавливает требования к полиэтиленовым трубам, используемым для транспортировки питьевой и технической воды. Он включает правила для их производства, контроля качества и транспортировки, а также требования по устойчивости труб к механическим и температурным воздействиям.

2. ГОСТ Р 52134–2003 «Трубы напорные из термопластов и соединительные детали для систем водоснабжения и отопления»

Стандарт определяет требования к термопластам, которые используются для производства труб, а также правила их транспортировки и хранения. Документ также описывает методы проверки на устойчивость к давлению и температурным изменениям.

3. ГОСТ 26633–2015 «Грузовые перевозки. Условия транспортирования»

Хотя этот стандарт касается грузоперевозок в целом, он включает в себя важные требования для транспортировки полимерных труб, касающиеся их упаковки, погрузки, разгрузки и условий хранения в процессе транспортировки.

4. Технические условия (ТУ) на продукцию

Многие производители полимерных труб разрабатывают свои Технические условия (ТУ), в которых подробно описываются

конкретные условия для производства, упаковки, транспортировки и хранения продукции, соответствующие требованиям ГОСТов.

5. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения»

Данный документ определяет требования к материалам, которые используются для труб, поставляющих питьевую воду, включая требования к их транспортировке и монтажу.

6. СП 40-102–2000 «Проектирование и монтаж трубопроводов из полиэтиленовых труб»

Этот свод правил регулирует проектирование, монтаж и эксплуатацию трубопроводов, изготовленных из полиэтиленовых труб. Он также включает рекомендации по транспортировке и складированию труб.

7. СНиП 3.05.04-85 «Наружные сети водоснабжения и канализации»

Документ включает в себя требования по монтажу и транспортировке полимерных труб, используемых в системах водоснабжения и канализации. СНиП описывает также требования к условиям перевозки и хранения труб для минимизации их повреждений.

8. СП 31.13330.2012 «Водоснабжение. Наружные сети и сооружения»

Это актуализированная редакция СНиП 2.04.02-84, которая регулирует проектирование, монтаж и транспортировку труб для наружных водопроводных сетей. Включает требования к транспортировке полимерных труб для обеспечения их долговечности и качества.

Эти стандарты устанавливают требования к качеству полимерных труб, их устойчивости к внешним воздействиям, а также к условиям их хранения и перевозки. Однако, в действующей системе перевозок имеются недостатки, связанные с несоответствием фактических условий транспортировки стандартам, что приводит к повышенному износу материалов, повреждению труб и увеличению затрат на их доставку.

В России процесс транспортировки полимерных труб сталкивается с рядом вызовов, таких как большие расстояния, сложные климатические условия и не всегда оптимальная инфраструктура.

Для транспортировки используются автопоезда и длинномеры, а также железнодорожные платформы для перевозки больших партий. Однако одной из главных проблем является ненадежное закрепление груза, что может приводить к повреждениям труб.

В последние годы российские предприятия активно работают над оптимизацией логистических процессов. Например, использование мультимодальных перевозок (комбинация автомобильного, железнодорожного и морского транспорта) позволяет существенно снизить затраты на транспортировку труб на большие расстояния. Внедрение цифровых систем мониторинга грузов помогает в режиме реального времени отслеживать состояние труб и минимизировать риски повреждений.

Данные по увеличению спроса, указаны в табл. 1, на перевозку полимерных труб для водоснабжения показывают, что рынок демонстрирует уверенный рост, особенно в последние годы. В 2020 году начался активный прирост в сегменте полимерных труб для ЖКХ и инфраструктурных проектов. Например, к 2021 году рост спроса на полимерные трубы для водоснабжения достиг 34,9 %, что связано с государственными программами модернизации ЖКХ [2].

Таблица 1

**Данные по увеличению спроса
на перевозку полимерных труб в России**

Год	Прирост спроса на полимерные трубы для водоснабжения (%)	Основные факторы роста
2020	12	Программы модернизации ЖКХ
2021	34,9	Рост инфраструктурных проектов
2022	7,5	Поддержка государственных контрактов
2023	19	Реализация госпрограмм водоснабжения и догазификации

Международный опыт показывает, что в таких странах, как Германия, Нидерланды и США, активно применяются специализированные транспортные средства для перевозки полимерных труб. Это включает платформы с автоматическими системами крепления, которые уменьшают риск повреждений при транспортировке, а также низкорамные автопоезда, повышающие устойчивость груза [3].

Также в Европе и Северной Америке широко используются системы консолидации грузов, что позволяет объединять несколько партий труб для более эффективной транспортировки. Системы управления цепочками поставок (*SCM*) и транспортными операциями (*TMS*), активно внедряемые в таких странах, как Япония и Германия, позволяют в режиме реального времени контролировать условия транспортировки и предотвращать повреждения продукции [4].

К проблемам и недостаткам существующей системы перевозок относится:

1. Повреждения при транспортировке

Полимерные трубы, особенно крупногабаритные и тонкостенные, склонны к деформациям при перевозке. Нарушение условий укладки, недостаточная фиксация труб в кузове автомобиля или на платформах может привести к механическим повреждениям (сминание, трещины).

2. Сложности с хранением

Трубы требуют соблюдения специальных условий при хранении и транспортировке. Температурные условия, механические воздействия и неправильное укладывание могут значительно ухудшить качество продукции, что влечет за собой дополнительные затраты на ремонт или замену.

3. Высокие транспортные расходы

Логистика полимерных труб включает использование крупногабаритных транспортных средств, а также большие расстояния в России, влекут за собой высокие затраты на транспортировку. Кроме того, неправильная упаковка и использование неполных загрузок увеличивают издержки.

Рекомендации по решению проблем:

1. Использование мультимодальных перевозок для оптимизации затрат при транспортировке на большие расстояния. В таблице 2

указан сравнительный анализ различных методов транспортировки полимерных труб с точки зрения затрат, риска повреждений, времени доставки [5].

2. Оптимизация укладки труб

Для предотвращения деформации труб необходимо использовать специальные крепежные и амортизирующие материалы, которые снижают риск повреждений при транспортировке. Разработка и внедрение стандартов по упаковке и транспортировке с использованием современных материалов может сократить количество поврежденных труб.

3. Использование современных транспортных средств. Важно использовать транспортные средства, оборудованные системами автоматизированной фиксации груза и мониторинга состояния. Это позволит не только снизить вероятность повреждений, но и повысить точность времени доставки.

4. Маршрутизация и консолидация грузов. Оптимизация маршрутов доставки и консолидация мелких партий грузов в единый поток позволит снизить транспортные расходы. Современные системы управления логистическими процессами (WMS, TMS) помогут организовать более эффективное распределение грузов и сократить холостые пробеги транспорта.

5. Информационные системы контроля качества. Внедрение систем мониторинга состояния труб в процессе транспортировки позволит оперативно реагировать на изменения условий перевозки и предотвращать аварийные ситуации. Например, системы контроля температуры и вибрации помогут избежать перегрева или механических повреждений.

Для оценки экономического эффекта от внедрения предложенных мер необходимо провести расчеты. Например, график зависимости затрат на транспортировку от расстояния и используемых транспортных средств позволяет наглядно показать, как использование мультимодальных перевозок снижает общие расходы. Формула для расчета эффективности включает следующие параметры: $E = (C_{\text{до}} - C_{\text{после}}) / C_{\text{до}} \cdot 100$, где $C_{\text{до}}$ – затраты до оптимизации, $C_{\text{после}}$ – затраты после оптимизации, E – экономический эффект в процентах.

Таблица 2

Сравнительный анализ различных методов
транспортировки полимерных труб

Метод транспортировки	Затраты (руб./км)	Риск повреждений	Среднее время доставки	Преимущества	Недостатки
Автопоезда (длин- номеры)	150–200	Средний	2–4 дня	Гибкость в маршрутах	Высокие затраты на топливо
Железнодорожные платформы	80–120	Низкий	3–6 дней	Низкие транспортные издержки	Ограниченные маршруты
Мультимодальные перевозки	100–150	Низкий	4–7 дней	Оптимизация затрат и времени	Сложная организация
Контейнеры (мор- ские перевозки)	70–100	Очень низкий	10–15 дней	Большой объем перевозок	Длительное время доставки
Специализирован- ные низкорамные прицепы	120–180	Очень низкий	2–3 дня	Высокая защита труб	Дорогостоящее оборудование

Заключение

Оптимизация процесса перевозки полимерных труб возможна за счет внедрения современных технологических решений и улучшения организационной структуры логистики. Использование специализированного оборудования для транспортировки, оптимизация маршрутов, а также внедрение автоматизированных систем контроля качества позволяют сократить затраты на перевозку, минимизировать риски повреждений продукции и улучшить общую эффективность процессов. Применение данных рекомендаций на практике позволит предприятиям не только снизить издержки, но и повысить уровень конкурентоспособности на рынке.

Литература

1. ГОСТ 18599–2001. Трубы полиэтиленовые для водоснабжения. Технические условия.
2. MRC.ru. Российский рынок полимерных труб: обзор за 2023 год. URL: <https://www.mrc.ru/news/410632-rost-rossiyskogo-rinka-polimernih-trub-po-itogam-2023-goda-ozhidaetsya-na-urovne-19-percent/>
3. ISO 4427. Plastics piping systems – Polyethylene (PE) pipes and fittings for water supply. International Organization for Standardization.
4. EN 12201. Plastics piping systems for water supply, and for drainage and sewerage under pressure – Polyethylene (PE). URL: <https://docs.cntd.ru/document/431816889/>
5. Всероссийская ассоциация производителей полимерных труб. Текущие тенденции рынка и влияние транспортных затрат на логистику трубопроводных систем. URL: <https://raps.ru/>

УДК 656.051

Ростислав Вячеславович Лежуков,
магистрант
(Самарский государственный
технический университет)
E-mail: rostik.pr0@mail.ru

Rostislav Vyacheslavovich Lezhukov,
Master's degree student
(Samara State Technical
University)
E-mail: rostik.pr0@mail.ru

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ СРЕДСТВ УСТРАНЕНИЯ ЗАТОРОВОЙ СИТУАЦИИ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА НИКОЛАЕВСКОГО ПРОСПЕКТА

EFFICIENCY ANALYSIS OF MEANS OF ELIMINATION OF TRAFFIC CONGESTION ON THE EXAMPLE OF A SECTION ON NIKOLAEVSKY AVENUE

Представлены исследования фрагмента улично-дорожной сети г. Самара, проблемой которого являются серьезные транспортные задержки. Выполнен анализ причин регулярных и случайных заторовых ситуаций. Показано, что в данной ситуации имеет место именно регулярность заторов. Названы основные причины этого негативного процесса, в число которых входит отсутствие светофорного регулирования на пересечении. Предложен вариант трехфазного регулирования, что позволит решить проблему пересечения разнонаправленных транспортных потоков. С учетом геометрических параметров пересечения показано, что возможно уширение проезжей части и организация полос разгона на поворотных направлениях, что в перспективе способствует упорядочению дорожного движения.

Ключевые слова: заторовые ситуации, пересечения, полосы разгона, светофорное регулирование, транспортные потоки.

This study examines a segment of the urban road network in Samara that is characterized by significant traffic delays. Root cause analysis was conducted on both regular and occasional traffic congestion situations. The analysis reveals that congestion in this area occurs with regularity. The main causes of this issue are identified, including the lack of traffic light control at the intersection. A three-phase traffic control system is proposed as a solution to manage multidirectional traffic flows. Considering the intersection's geometric parameters, it is shown that road widening and the addition of acceleration lanes on turning directions are feasible and will streamline traffic flow in the long term.

Keywords: traffic congestions, intersections, acceleration lanes, traffic light control, traffic flows.

Объект исследования – заторовая ситуация на пересечении Николаевского пр. и ул. Утевская Волжского района Самарской области.

С помощью метода натурных обследований выполнен анализ существующих транспортных потоков на участке улично-дорожной сети (УДС) и установлено возникновение заторовой ситуации.

Заторовые ситуации делятся на две группы: случайные и регулярные.

Случайные заторы вызваны некоторыми непредвиденными событиями, произошедшими в случайных местах УДС, связанных, например, с существенным повреждением дорожного полотна в результате чрезвычайных ситуаций техногенного характера или крупных дорожно-транспортных происшествий.

Регулярные заторовые ситуации, в отличие от случайных, возникают в одних и тех же местах с определенной периодичностью. Основной причиной возникновения данных заторов является увеличенная нагрузка на улично-дорожную сеть в часы пик (скорость движения на некоторых улицах городов снижается вследствие заторов в часы пик до (8–10) км/ч, делая малоэффективным использование автомобилей в качестве средства передвижения) [1].

Вместе с этим к прочим причинам относятся: особенности дорожных условий (низкая пропускная способность дороги, неэффективный цикл светофорного регулирования, износ дорожного покрытия, трамвайные пути пересекающие траекторию движения транспортных средств и т. д.), длительные ремонтно-восстановительные работы на улично-дорожной сети с закрытием части дороги, временные перекрытия дорог в зонах массовых мероприятий приводящие к перераспределению транспортных потоков на альтернативные пути движения и другие.

Заторы приводят к негативным последствиям, которые сказываются на характеристиках транспортного процесса: уменьшение средней скорости движения, потери времени водителями транспортных средств, рост числа дорожно-транспортных происшествий, увеличение выбросов загрязняющих веществ в атмосферу и материальные расходы, связанные со всем вышеназванным.

Участок Николаевского пр. и ул. Утевская является Т-образным, нерегулируемым пересечением (рис. 1).

Анализ по методу конфликтных точек показал, что пересечение относится к простым по классификации. Заторовая ситуация на пересечении относится к регулярным и возникает в часы пик. Транспортные средства, движущиеся по Николаевскому пр. в направлении левого поворота на ул. Утевская вынуждены пропускать все транспортных средства пересекаемых направлений. Из-за высокой скорости, сплошного потока автомобилей и отсутствия светофорного регулирования возникает заторовая ситуация.

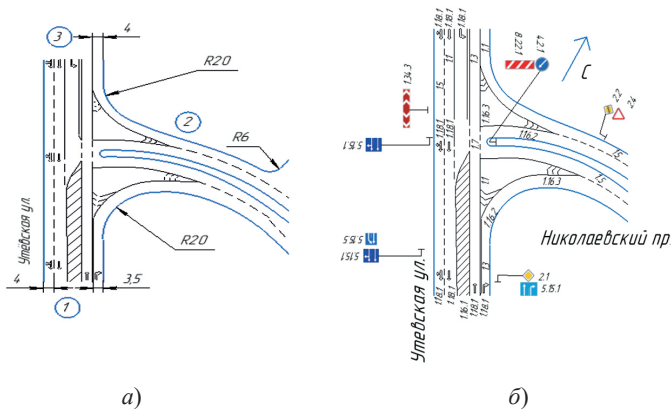


Рис. 1. Пересечение Николаевского пр. и ул. Утевская:
а – геометрические параметры; б – размещение технических средств организации дорожного движения

К средствам устранения заторовой ситуации относятся следующие [2]:

- перенаправление транспортных потоков на альтернативные направления;
- устранение факторов, являющихся помехами для движения ТС;
- обеспечение эффективного режима светофорного регулирования;
- уменьшение транспортных задержек;
- своевременная реакция на дорожно-транспортные происшествия и чрезвычайные ситуации;
- введение автоматизированных систем управления дорожным движением;

- повышение привлекательности общественного транспорта для населения
- и другие.

Особенностью возникновения заторовой ситуации на участке является тот факт, что транспортные средства, движущиеся по Николаевскому пр. в сторону ул. Утевская, имеют низкий приоритет движения.

В этом случае наиболее результативным в ближайшей перспективе будет введение светофорного регулирования. Эффективность данного мероприятия обусловлена небольшими материальными затратами и практически моментальным эффектом от его реализации. Перспективным направлением развития УДС города является внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением – но возможности такого подхода на Николаевском пр. сильно ограничены и в настоящий момент пока не рассматриваются.

Для анализируемого участка разработан светофорный цикл, состоящий из трех фаз (рис. 2).

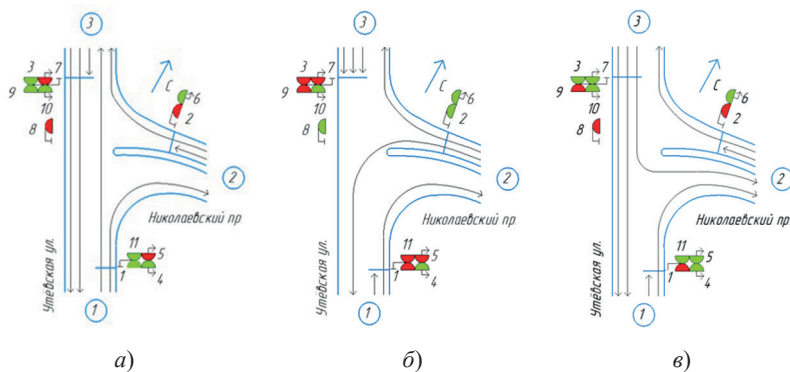


Рис. 2. Фазы цикла светофорного регулирования:
а – первая фаза; б – вторая фаза; в – третья фаза

Это нововведение уменьшит количество конфликтных точек, а также позволит решить проблему пересечения разнонаправленных транспортных потоков путем выделения отдельных фаз под поворотный поток с Николаевского пр. к ул. Утевская.

Расчет светофорного цикла выполнен по методу Ф. Вебстера [3] – схема представлена на рис. 3.

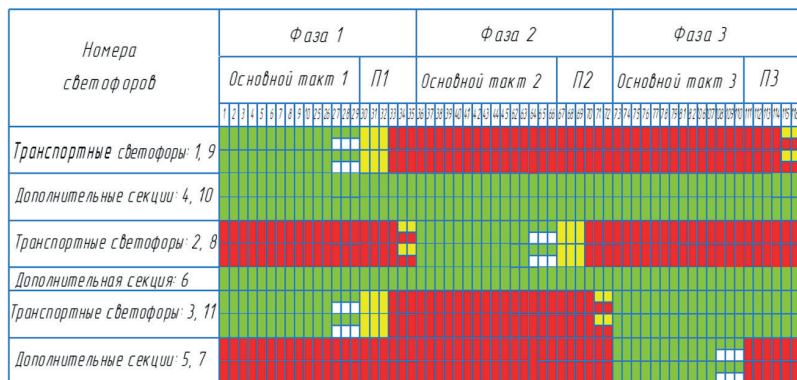


Рис. 3. Разработанная программа светофорного регулирования на пересечении Николаевского пр. и ул. Утевская

Таким образом, для устранения существующей регулярной заторовой ситуации необходима совместная реализация как решений, позволяющих в короткой перспективе обеспечить результат, так и проектов, требующих временных и материальных затрат. Так, введение пофазного разъезда позволит прогнозировать снижение сложности пересечений. Вместе с тем на данном участке возможно уширение проезжей части и организация полос разгона на поворотных направлениях, что в перспективе способствует упорядочению дорожного движения.

Литература

1. Клинковиштейн Г. И. Организация дорожного движения: учеб. для вузов. – 5-е изд., перераб. и доп. / Г. И. Клинковиштейн, М. Б. Афанасьев. – М. : Транспорт, 2001. – 247 с.
2. Методические рекомендации по работе органов управления и сил РСЧС по предупреждению и ликвидации ЧС, вызванных заторами на федеральных автомобильных дорогах / МЧС России. М. : ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), 2015. – 155 с.
3. Webster F.V. and B.M. Cobbe. Traffic Signals. Road Research Laboratory, Ministry of Transport, Road Research Technical Paper No. 56. London, 1966 (Her Majesty's Stationery Office).

УДК 656.025

Олеся Владимировна Малихина,

канд. экон. наук, доцент

Ксения Владиславовна Медова,

магистрант

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: ov.malikhina@yandex.ru,

ksusha_medova@list.ru

Olesya Vladimirovna Malikhina,

PhD in Sci. Ec., Associate Professor

Ksenia Vladislavovna Medova,

Master's degree student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: ov.malikhina@yandex.ru,

ksusha_medova@list.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАНСПОРТНО- ЛОГИСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ СЕЗОННЫХ КОЛЕБАНИЙ ГРУЗОПОТОКОВ

STUDY OF TRANSPORT AND LOGISTICS SYSTEMS CONSIDERING SEASONAL FLUCTUATIONS IN FREIGHT FLOWS

Статья посвящена исследованию транспортно-логистических систем с учетом сезонных колебаний грузопотоков. Рассмотрены факторы, влияющие на изменение объемов и направлений перевозок в различные времена года, включая климатические условия, характер спроса и различные экономические факторы. Внимание уделено анализу проблем, возникающих в периоды сезонных пиков и спадов, таких как перегрузка транспортных сетей, неравномерное распределение ресурсов и увеличение времени доставки. Грузоперевозки подвержены таким сезонным изменениям как, ограничения и перекрытия на дорогах, повышенный спрос в период сбора урожая и перед праздники – все это влияет на стоимость и срок доставки груза. Больше всего влиянию сезона подвержены автомобильные грузоперевозки. В первую очередь, из-за воздействия погодных условий. Во вторую, из-за ограничений Росавтодора.

Ключевые слова: транспортно-логистические системы, сезонные колебания, грузопотоки, транспортные средства, прогнозирование, потребительский спрос.

This article focuses on the study of transport and logistics systems while considering seasonal fluctuations in freight flows. It examines factors that influence changes in freight volumes and directions during different seasons, including climatic conditions, demand patterns, and various economic factors. Special attention is given to the analysis of challenges arising during periods of seasonal peaks and downturns, such as overloading of transport networks, uneven resource allocation, and longer delivery times. Freight transportation is subject to seasonal changes,

including road restrictions and closures, increased demand during harvest periods, and pre-holiday surges, all of which impact transportation costs and delivery time-lines. The most affected by seasonal influences are road freight services, primarily due to weather conditions and, secondarily, due to restrictions imposed by the Federal Road Agency (Rosavtodor).

Keywords: transport and logistics systems, seasonal fluctuations, freight flows, transport vehicles, forecasting, consumer demand.

Транспортно-логистические системы играют значимую роль в современном мире, именно поэтому решение проблемы эффективной организации процесса грузовых перевозок с учетом различных изменений в мире является одной из приоритетных задач, утвержденных в Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 года. Транспортно-логистические системы включают в себя транспортные средства, инфраструктуру, информационные системы и процессы управления. Одной из важнейших особенностей транспортных систем является их зависимость от сезонных колебаний. Сезонность в логистике накладывает значительные ограничения и требует особого внимания к прогнозированию, планированию и управлению ресурсами.

Транспортно-логистическая система представляет собой комплекс взаимосвязанных элементов, таких как транспортные, складские и информационные компоненты, которые работают совместно для организации эффективной доставки грузов. Ключевыми составляющими транспортно-логистических систем выступают транспортные средства, выполняющие функцию физического перемещения грузов; складская инфраструктура, предназначенная для хранения товаров на промежуточных этапах логистической цепи; а также информационные системы, обеспечивающие управление процессами доставки, включая планирование маршрутов, координацию поставок, отслеживание грузов и прогнозирование потребностей.

Сезонные изменения в грузопотоках оказывают значительное влияние на функционирование транспортно-логистических систем. Это явление связано с различными внешними факторами. Основные причины сезонных колебаний грузопотоков можно выделить следующим образом:

1. Климатические и погодные условия. Погодные факторы часто оказывают прямое воздействие на логистические операции, создавая

дополнительные сложности и замедляя грузоперевозки. Например, зимой плохие погодные условия, такие как снегопады, гололед и метели, увеличивают время доставки, повышают вероятность задержек и требуют дополнительных ресурсов на обслуживание транспорта. Это заставляет логистические компании заранее адаптировать свои маршруты, учитывать потенциальные задержки или перераспределять грузопотоки. Летний период, напротив, ассоциируется с ростом объемов перевозок, особенно в таких отраслях, как туризм и сельское хозяйство. Однако в регионах с жарким климатом возникают дополнительные требования к условиям перевозки, например, для транспортировки скоропортящихся продуктов. Кроме того, сезонные природные явления, такие как наводнения, ураганы или заморозки, могут полностью нарушить логистические цепочки, временно останавливая грузоперевозки.

2. Изменение уровня потребительского спроса. В определенные периоды года спрос на отдельные категории товаров возрастает, что приводит к увеличению объемов их производства и доставки. Например, в преддверии праздников, таких как Новый год или другие сезонные события, спрос на подарки, бытовую технику, продукты питания и одежду резко возрастает. Это приводит к значительному увеличению нагрузок на транспортные компании, которым приходится справляться с высокими объемами перевозок в короткие сроки. Также маркетинговые кампании, такие как сезонные распродажи, провоцируют резкий рост объемов доставки, создавая пиковую нагрузку на логистическую инфраструктуру.

3. Цикличность в производственных процессах. Производственные циклы многих отраслей экономики оказывают влияние на динамику грузопотоков. Особенно заметна эта взаимосвязь в сельском хозяйстве. Летом и осенью транспортные потоки достигают максимума из-за необходимости перевозки сельскохозяйственной продукции, такой как зерно, овощи и фрукты, на перерабатывающие предприятия, склады и в торговые сети. Зимний и весенний периоды, напротив, характеризуются снижением активности, что позволяет транспортным компаниям перераспределять ресурсы на другие логистические направления. Аналогичная ситуация наблюдается в строительной отрасли: весной и летом, когда строительные работы находятся на пике,

растет спрос на перевозку стройматериалов, таких как цемент, металлоконструкции и кирпич. С приходом зимы объемы строительных работ сокращаются, что ведет к снижению спроса на транспортные услуги в данном секторе.

Кроме того, помимо вышеперечисленных причин, существует еще одна причина колебания – экономический фактор, например, инфляция, санкции, изменения в курсе валют, кризисы, изменения во внешнеэкономической деятельности – все эти факторы являются причинами колебаний.

Влияние колебаний на транспортно-логистические системы очень сильное, оно проявляется в изменении цен на услуги, времени на перевозки и доставку грузов, которое вызывается внешними факторами, перечисленными выше.

Одним из самых распространенных последствий сезонного колебания является изменение стоимости перевозок. Во время пикового спроса на транспортные средства перевозчики чаще всего увеличивают тарифы. Основными факторами увеличения стоимости перевозок являются: высокий спрос на транспортные средства, изменение цен на горюче-смазочные материалы, увеличение затрат на содержание транспортных средств, а также повышение затрат на хранение и обработку груза.

Проблемы, связанные с погодными условиями, перегрузкой транспортных сетей и другими факторами, приводят к увеличению времени на выполнение логистических операций. В пиковые периоды порты, аэропорты и другие логистические узлы могут быть перегружены, что увеличивает время на погрузку и разгрузку товаров. Это особенно актуально для международной логистики, где задержки могут значительно повлиять на всю цепочку поставок.

В праздничные сезоны или в летний период, на дорогах возникает повышенная нагрузка, что приводит к пробкам и замедлению доставки, это особенно заметно в крупных городах и на основных транспортных магистралях. В зимний период сложные погодные явления, такие как снегопады, гололед, метели и туманы, приводят не только к задержкам перевозок, но и к снижению скорости движения транспортных средств, операций на складах, терминалах и погрузочных площадках.

Сезонные колебания часто приводят к резким изменениям в интенсивности грузопотоков, что создает дополнительные сложности для логистических компаний в плане распределения ресурсов и управления перевозками. Например, может происходить перегрузка транспортной системы, у логистических компаний будет потребность в дополнительных складских мощностях, также может быть нехватка транспортных средств или наоборот их простой, который влечет за собой дополнительные затраты на их содержание. В зависимости от сезона изменяются не только объемы перевозок, но и направления транспортных потоков. Именно поэтому, летом возрастает перевозка туристических товаров и продуктов питания в курортные регионы, а зимой – поставки топлива в северные районы. Поэтому требуется гибкость в управлении маршрутами и распределении ресурсов.

Одним из методов решения проблем с сезонными колебаниями является их прогнозирование, которое позволяет логистическим компаниям заранее планировать свои ресурсы, адаптировать маршруты, регулировать объемы перевозок и снижать риски, связанные с изменением спроса и погодными условиями. Рассмотрим основные подходы, методы и факторы, влияющие на процесс прогнозирования сезонных колебаний грузопотоков.

Прогнозирование сезонных колебаний грузопотоков, прежде всего, основывается на анализе исторических данных. Это один из наиболее точных методов, позволяющий выявить тенденции. Компании собирают данные о количественных и качественных характеристиках грузов, перевезенных в разные периоды времени в прошлом. Таким образом, эти данные помогают определить пиковые и низкие сезоны для каждой категории товаров.

Для точного прогнозирования сезонных колебаний грузопотоков широко применяются математические и статистические модели, они помогают не только выявить сезонные колебания, но и спрогнозировать их на будущее с учетом различных факторов. Основные методы, используемые для прогнозирования:

1. Скользящая средняя – данный метод основывается на вычислении среднего значения грузопотоков за определенный период времени с учетом их сезонных колебаний и поэтому помогает сгладить резкие скачки и оценить общую тенденцию.

2. Экспоненциальное сглаживание позволяет придать больший вес более последним данным и менее значимый вес – старым данным. Это особенно полезно, если условия меняются, и более свежие данные лучше отражают будущие тенденции. Экспоненциальное сглаживание эффективно при прогнозировании краткосрочных изменений в грузопотоках.

3. Модель временных рядов ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) применяется для прогнозирования с учетом как трендов, так и сезонных составляющих, она позволяет учитывать цикличность, тренды, а также случайные отклонения в данных. Данная модель используется для прогнозирования временных серий, которые включают сезонные колебания.

4. Модели сезонной декомпозиции позволяют разделить общий объем грузопотоков на трендовую составляющую, сезонную составляющую и случайные колебания. Такой подход помогает детально проанализировать вклад сезонности в общие колебания и точнее прогнозировать изменения в будущем.

Более того, на основе прогнозов можно увеличить объемы производства или заранее закупить дополнительные запасы товаров, которые будут востребованы в определенный пиковый сезон.

Современные логистические компании активно используют цифровые инструменты и технологии анализа данных для более точного и оперативного прогнозирования, например, такие как:

- Технологии обработки больших данных (Big Data), которые позволяют выявить скрытые зависимости и закономерности в данных о грузопотоках, которые невозможно заметить с помощью традиционных методов анализа.
- Геоинформационные системы позволяют отслеживать изменения в транспортных потоках на карте и анализировать влияние сезонных факторов на конкретные маршруты.
- Алгоритмы машинного обучения позволяют улучшать точность прогнозов за счет адаптации моделей к изменениям внешних условий, а также могут обучаться на основе новых данных и корректировать прогнозы с учетом изменений во внешней среде. Данные алгоритмы особенно полезны в условиях быстро меняющейся экономической или политической ситуации.

В условиях сезонных колебаний грузопотоков важно не только прогнозировать изменения, но и адаптировать процессы управления для обеспечения устойчивости системы. Прогнозирование, визуализация, оптимизация маршрутов и управление ресурсами помогают минимизировать издержки и повысить эффективность работы логистической системы. Внедрение современных технологий и информационных систем также является необходимым фактором успешного функционирования транспортно-логистических систем в условиях изменяющегося спроса.

Литература

1. *Андреев А. Ю.* Математические модели управления транспортными потоками в интеллектуальных транспортных системах / А. В. Терентьев, И. В. Арифуллин, В. Д. Егоров, А. Ю. Андреев // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник ВИНТИ РАН. 2021. № 1. С. 46–50.
2. *Палагин Ю. И., Теплых Н. В.* Обработка и моделирование транспортных потоков / Академия ГА. СПб., 1997.
3. *Палагин Ю. И., Семенюта А. А., Тарамыко А. Е.* Оптимизация транспортных процессов в логистических системах : учебное пособие / Академия ГА. СПб., 2001. 90 с.
4. *Андреев А. Ю.* Математические модели принятия решений в интеллектуальных транспортных системах / Терентьев А. В., Арифуллин И. В., Андреев А. Ю., Егоров В. Д. // Вестник Московского автомобильно-дорожного государственного технического университета (МАДИ). 2021. № 1(64). С. 106–113.
5. *Титов, Б. А.* Транспортная логистика [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Б. А. Титов; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т). – Самара, 2012.

УДК 656.086

Екатерина Евгеньевна Медрес,
канд. экон. наук, доцент
Екатерина Дмитриевна Манина,
магистрант
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: transis@spbgasu.ru,
m.a.n.i.n.a_k@mail.ru

Ekaterina Evgenievna Medres,
PhD in Sci. Ec., Associate Professor
Ekaterina Dmitrievna Manina,
Master's degree student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: transis@spbgasu.ru,
m.a.n.i.n.a_k@mail.ru

АНАЛИЗ МЕТОДИКИ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКОГО УЩЕРБА ОТ ДОРОЖНО- ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ

ANALYSIS OF THE METHODOLOGY FOR SOCIO-ECONOMIC DAMAGE FROM ROAD TRAFFIC ACCIDENTS

В работе рассматриваются основные типы ущерба: прямые и косвенные экономические потери, временные задержки, утрата трудоспособности, а также экологические и социальные последствия. Особое внимание уделено влиянию дорожно-транспортным происшествиям на логистические процессы и пути оптимизации оценки ущерба с использованием комбинированных методик и современных технологий. К сожалению, нарушение правил дорожного движения несет в себе значительный риск возникновения дорожно-транспортных происшествий, приводящих к травмированию и гибели людей, а также к существенному ущербу имущества. Каждое дорожно-транспортное происшествие сопровождается значительным материальным ущербом, определяемым не только стоимостью ремонта и восстановления транспортных средств, но и огромными потерями времени других участников движения при возникающих при этом многочасовых пробках и вынужденных объездах места аварий.

Ключевые слова: дорожно-транспортные происшествия, социально-экономический ущерб, оценка ущерба, заторы, агломерация, дорожная сеть.

The study examines the main types of damage: direct and indirect economic losses, time delays, loss of workforce productivity, as well as environmental and social impacts. Special attention is given to the effect of road traffic accidents on logistics processes and ways to optimize damage assessment using combined methodologies and modern technologies. Unfortunately, traffic violations carry a significant risk of road traffic accidents, leading to injuries, loss of life, and substantial proper-

ty damage. Every road traffic accident involves significant material damage, which is determined not only by the cost of repairing and restoring vehicles but also by substantial time losses for other road users due to prolonged traffic jams and forced detours around accident sites.

Keywords: road traffic accidents, socio-economic damage, damage assessment, traffic congestion, agglomeration, road network.

Дорожно-транспортные происшествия являются значительным фактором, влияющим на эффективность логистических процессов и экономику в целом. В результате дорожно-транспортных происшествий наблюдается значительное увеличение количества заторов в городских агломерациях. Факторы воздействия дорожно-транспортных происшествий представляют собой последствия аварий, создающие неблагоприятные условия.

Согласно нормативно-правовому документу Р-03112199-0502-00 «Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий», существуют различные подходы к оценке такого ущерба. Выбор метода зависит от множества факторов, включая тип нанесенного ущерба. Основные категории включают:

1. Потери, связанные с гибелью или травмами людей;
2. Ущерб, нанесенный транспортным средствам;
3. Ущерб из-за повреждения перевозимых грузов;
4. Ущерб, связанный с повреждением дорожной инфраструктуры.

Общая величина социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий включает:

- потери, связанные с жизнью и здоровьем населения;
- материальный ущерб.

Основные методические положения по расчету величины социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий. Общий социально-экономический ущерб в результате дорожно-транспортных происшествий для Российской Федерации определяется по формуле

$$L_{\text{дтп}} = L_{\text{погиб}} + L_{\text{постр}} + L_{\text{матер}},$$

где $L_{\text{погиб}}$ – социально-экономические потери в результате гибели населения в дорожно-транспортных происшествиях, руб.; $L_{\text{постр}}$ –

социально-экономические потери в результате ранения и получения инвалидности в дорожно-транспортных происшествиях, руб.; $L_{\text{матер}}$ – материальные потери в результате дорожно-транспортного происшествия, руб.

Для оценки ущерба от дорожно-транспортных происшествий разработаны различные методики, позволяющие оценить как прямые, так и косвенные потери. В контексте логистики эти методики должны быть адаптированы с учетом особенностей грузовых перевозок и взаимодействия с клиентами.

1. Метод прямых и косвенных затрат. Прямые затраты могут включать в себя: стоимость ремонта транспортных средств, стоимость поврежденного груза, расходы на лечение и компенсацию пострадавшим, страховые выплаты, штрафы и неустойки за срыв контрактов. Косвенные затраты связаны с затратами на аренду или покупку замещающих транспортных средств, утратой репутации и снижением клиентского спроса, задержками в производственном процессе.

2. Метод временной оценки ущерба. Дорожно-транспортные происшествия часто становятся причиной задержек доставки товаров, что вызывает временные потери. Для логистических компаний крайне важно минимизировать такие задержки, так как это напрямую отражается на доходах и отношениях с клиентами. Временная оценка ущерба предполагает расчет стоимости каждой минуты или часа задержки в зависимости от срочности груза и степени его значимости.

3. Метод оценки утраты трудоспособности. Утрата трудоспособности водителей и других участников логистического процесса – это еще один элемент социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий. Данный метод включает оценку потерь от временной или постоянной утраты работоспособности сотрудников, занятых в логистической цепочке.

4. Экологический и социальный ущерб. Дорожно-транспортные происшествия могут привести к экологическим катастрофам, особенно если в аварию попадают транспортные средства, перевозящие опасные грузы, это может привести к загрязнению окружающей среды и повлечь за собой серьезные штрафы и репутационные потери для логистических компаний. Социальный ущерб включает послед-

ствия для здоровья и безопасности людей, участвующих в дорожно-транспортных происшествиях, а также социальные и психологические последствия для их семей.

Важно учитывать, что пострадавшие в авариях могут утратить возможность работы, что снижает общий уровень благосостояния и вызывает дополнительные экономические затраты для государства и работодателей.

Пути оптимизации оценки ущерба от дорожно-транспортных происшествий предполагают использование более точных и комплексных подходов, которые помогают не только анализировать последствия аварий, но и предотвращать их. Например, использование современных технологий, позволяющих в режиме реального времени отслеживать перемещение грузов и транспортных средств, что снижает риск аварий и позволяет быстрее реагировать на инциденты.

Существующие методики оценки социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий позволяют учитывать как прямые, так и косвенные потери, однако такие подходы зачастую не охватывают убытки, связанные с потерями времени других участников дорожного движения, вынужденных простаивать в заторах из-за дорожно-транспортных происшествий.

Эта проблема особенно актуальна для крупных городов, таких как Санкт-Петербург, где высокая плотность транспортных потоков и ограниченная пропускная способность дорожной сети создают заторы, которые являются одной из ключевых причин снижения эффективности городской инфраструктуры. Потери времени в пробках, вызванные дорожно-транспортными происшествиями, становятся глобальной проблемой современных мегаполисов.

Санкт-Петербургская агломерация является одной из крупнейших в России. Она охватывает сам Санкт-Петербург как центр, а также прилегающие города-спутники и пригороды, такие как Всеволожск, Колпино, Пушкин, Красное Село, Кронштадт и другие. С численностью населения, превышающей 6 миллионов человек, она занимает второе место в стране после Московской агломерации.

Заторы в Санкт-Петербурге обусловлены сочетанием географических, инфраструктурных и социально-экономических факторов:

1. Географические особенности. Санкт-Петербург расположен на берегах Невы и Финского залива, а также включает многочисленные острова, поэтому требуется большое количество мостов и транспортных переходов, которые становятся узкими местами в дорожной сети. Разводка мостов летом также приводит к временным ограничениям движения.

2. Рост автомобилизации. В последние годы в агломерации значительно увеличилось число личных автомобилей. Уровень автомобилизации превышает возможности существующей дорожной инфраструктуры.

3. Слабая связь центра и пригородов. Дорожная сеть недостаточно развита, чтобы эффективно соединять город-центр с пригородами, что создает большие пробки на выездах и въездах.

4. Ограничения городской застройки. Узкие исторические улицы в центре города не способны справляться с современными транспортными потоками. Ограниченные возможности для расширения дорог в центральных районах.

5. Недостаток парковок. Парковочные места в центре и жилых районах нередко занимают полосы движения, что снижает пропускную способность дорог.

Заторы в Санкт-Петербургской агломерации приводят к множеству негативных последствий.

Одним из наиболее заметных последствий является значительное увеличение времени в пути для водителей и пассажиров, именно это приводит к снижению общей эффективности транспортной системы города, а также увеличению затрат на перемещение. Длительное время, проведенное в пробках, снижает производительность труда и оказывает влияние на экономическую активность региона.

Кроме того, заторы способствуют увеличению выбросов вредных веществ в атмосферу. При замедленном движении транспорта возрастает количество выхлопных газов, что ухудшает качество воздуха, особенно в центральных районах города и оказывает отрицательное влияние на здоровье жителей. Экологические последствия заторов также включают повышение уровня шума, особенно вдоль оживленных дорог и магистралей. Постоянный шум, создаваемый

движущимися и стоящими автомобилями, значительно снижает уровень комфорта для горожан и оказывает неблагоприятное воздействие на психоэмоциональное состояние и способствует увеличению числа заболеваний.

Заторы в больших городах создают дополнительные сложности для работы экстренных служб – скорой помощи, полиции и пожарных. Задержки в движении могут существенно замедлить реакцию на происшествия, что в свою очередь повышает вероятность трагических последствий в случае аварий или других чрезвычайных ситуаций.

Для логистической отрасли заторы становятся серьезной проблемой, поскольку задержки при доставке товаров ведут к росту затрат, снижению прибыли и ухудшению бизнес-процессов.

Социальные последствия заторов тоже не менее важны. Горожане, страдающие от пробок, испытывают стресс, становятся менее мобильными, что существенно снижает качество их жизни и приводит к росту социальной напряженности и вызывает недовольство среди населения. Время, которое могло бы быть использовано для работы, отдыха или общения с семьей.

Заторы в Санкт-Петербургской агломерации – это сложная и многогранная проблема, которая требует комплексного подхода. Решение транспортных проблем возможно только при условии эффективного взаимодействия городской администрации, бизнеса и жителей. Снижение заторов не только улучшит качество жизни в агломерации, но и улучшит безопасность дорожного движения и снизит экологическую нагрузку на город.

Анализ социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий является важной задачей для обеспечения стабильности и безопасности дорожного движения. Критический обзор существующих методик показал, что они позволяют оценить различные аспекты ущерба, однако, указанные методики не принимают во внимание возможные убытки, связанные с потерями времени других участников движения. Данная проблематика будет дальнейшей темой моего исследования.

Литература

1. Р-03112199-0502-00. Методика оценки и расчета нормативов социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий.
2. Федеральный закон от 10.12.1995 №196-ФЗ (ред. от 10.07.2023) «О безопасности дорожного движения» // Собрание законодательства РФ. 1995. № 50. Ст. 4873; 2013.
3. Медрес В. Е., Черных Н. В., Солодкий А. И. Повышение эффективности управления безопасностью дорожного движения на улично-дорожной сети агломерации // Транспортное дело России. – 2023. – № 3. – С. 172–174.
4. Солодкий А. И. Транспортные проблемы крупных городов и пути их решения (на примере Санкт-Петербурга) / Л. И. Солодкий // Материалы V Международной конференции «Актуальные проблемы архитектуры и строительства». – СПб. : СПбГАСУ. – 2015. – В 2 ч. Ч 2. – С. 204–209.
5. Аксенов В. А., Попова Е. П., Дивочкин О. А. Экономическая эффективность рациональной организации дорожного движения. М. : Транспорт, 1987.

УДК 629.06

Дмитрий Александрович Мишаков,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: tur.mishakov@bk.ru

Dmitry Aleksandrovich Mishakov,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: tur.mishakov@bk.ru

СОВРЕМЕННЫЕ СИСТЕМЫ ОТСЛЕЖИВАНИЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ НА ТРАНСПОРТЕ

MODERN TRANSPORT TRACKING SYSTEMS

Современные системы отслеживания перемещений на транспорте играют ключевую роль в управлении логистическими процессами. С развитием технологий такие системы становятся неотъемлемой частью городской и между-городской инфраструктуры, охватывая как общественный, так и коммерческий транспорт. Сегодня GPS-навигация, телеметрия и искусственный интеллект предоставляют большие возможности. Благодаря им возможно в реальном времени наблюдать за перемещением транспорта, прогнозировать задержки, минимизировать затраты на топливо и снижать уровень выбросов в атмосферу. В данной статье мы рассмотрим ключевые аспекты работы современных систем отслеживания, их применение в различных отраслях, а также обсудим перспективы их дальнейшего развития.

Ключевые слова: системы отслеживания, мониторинг транспорта, логистика, управление транспортом, транспортные технологии, спутниковая навигация.

Modern transport tracking systems play a key role in the management of logistics processes. With the development of technology, such systems are becoming an integral part of urban and intercity infrastructure, covering both public and commercial transport. Today, GPS navigation, telemetry and artificial intelligence provide great opportunities. Thanks to them, it is possible to monitor the movement of transport in real time, predict delays, minimize fuel costs and reduce emissions into the atmosphere. In this article, we will look at the key aspects of modern tracking systems, their application in various industries, and discuss the prospects for their further development.

Keywords: tracking systems, transport monitoring, logistics, transport management, transport technologies, satellite navigation.

Цифровизация в логистической сфере имеет ключевое значение для оптимизации транспортных процессов. Один из этапов цифрового развития транспорта – внедрение передовых систем отслеживания перемещений авто и грузов. В России активно используются различные системы отслеживания транспорта, применяющиеся как в общественном транспорте, так и в коммерческой сфере. Основные из них:

1. ГЛОНАСС

Российская глобальная навигационная спутниковая система (ГЛОНАСС) является основной платформой для отслеживания транспорта. Она обеспечивает позиционирование транспорта в режиме реального времени, используется в городском и междугородном транспорте, а также в коммерческой логистике. ГЛОНАСС часто интегрируется с *GPS* для повышения точности данных [1].

2. Системы мониторинга транспорта (АТОЛ, Omnicomm, Автограф)

Эти системы предоставляют комплексные решения для управления транспортом. Они включают *GPS*/ГЛОНАСС-модули, датчики расхода топлива, камеры наблюдения и интерфейсы для диспетчеров. Например:

- Omnicomm активно применяется в коммерческом транспорте для контроля топлива и маршрутов.

- Автограф используется для мониторинга автомобилей в реальном времени и автоматизации отчетности.

3. Городские системы диспетчеризации транспорта

Во многих российских городах внедрены локальные системы мониторинга общественного транспорта. Например:

- Московская система диспетчеризации позволяет отслеживать движение автобусов, трамваев и троллейбусов в режиме реального времени через приложения по типу «Яндекс.Транспорт».

- В Санкт-Петербурге действует система, интегрированная с электронными билетами, что упрощает управление пассажиропотоком [2].

4. Платформы для грузоперевозок (Wialon, Ruptela, CarTrack)

- Wialon – одна из самых популярных платформ для мониторинга транспорта в России, применяется в логистике и ком-

мерческих перевозках. Она позволяет управлять автопарками, планировать маршруты и контролировать грузы.

– Ruptela и CarTrack предоставляют аналогичные услуги с упором на безопасность грузов и оптимизацию маршрутов.

5. Мобильные приложения и платформы для пассажиров

– Яндекс.Транспорт и 2ГИС интегрируют данные о движении общественного транспорта, предоставляя информацию о прибытии автобусов и маршруток.

Эти системы не только повышают эффективность работы транспорта, но и способствуют улучшению сервиса для пассажиров и пользователей. Также в мире существуют систем отслеживания транспорта, которые активно используются, но пока не нашли широкого применения в России. Вот некоторые из них:

1. Hyperloop Transport Tracking

– В проектах Hyperloop используются уникальные системы отслеживания для управления капсулами, движущимися на высокой скорости. Эти технологии включают сверхточные датчики и алгоритмы контроля в замкнутой системе труб.

2. Системы на основе V2X (Vehicle-to-Everything)

– V2X — технология, позволяющая транспортным средствам обмениваться информацией с окружающей инфраструктурой, пешеходами и другими автомобилями.

– Например, в США и странах ЕС используются решения V2X для предотвращения аварий и управления трафиком.

– В России такие системы находятся на этапе тестирования и не применяются массово.

3. Urban Mobility Management Platforms (например, MaaS)

– Концепция «Mobility as a Service (MaaS)» популярна в Финляндии, Швеции и Нидерландах. Платформы вроде Whim объединяют данные всех видов транспорта (автобусы, велосипеды, такси, каршеринг) в единую систему. [3]

– В России подобные платформы пока на стадии прототипов или ограничены локальными решениями.

4. Blockchain-based транспортные системы.

– В Китае и США блокчейн применяется для отслеживания грузов в цепочках поставок, а также для повышения прозрачности логистики.

– В России такие системы находятся на стадии экспериментов.

5. Системы отслеживания на основе квантовых технологий

– Разрабатываются в США и Китае для более точного позиционирования в местах, где GPS недоступен, например, в подземных туннелях.

– В России квантовые системы находятся на стадии исследований и прототипирования.

Эти примеры показывают, что многие передовые системы в мире ориентированы на интеграцию новых технологий (*IoT*, *V2X*, блокчейн) и автономного транспорта. В России, несмотря на существование отдельных проектов, их внедрение пока ограничено локальными инициативами и менее развитыми инфраструктурными возможностями.

Перспективы дальнейшего развития систем отслеживания транспорта связаны с интеграцией новых технологий, таких как квантовые системы навигации, *V2X* и блокчейн, а также с созданием глобально унифицированных платформ для мониторинга транспорта. Такие решения способны не только повысить эффективность работы транспорта, но и существенно улучшить экологическую обстановку за счет снижения выбросов и более рационального использования ресурсов.

В заключение можно сказать, что современные системы отслеживания перемещений на транспорте играют ключевую роль в развитии транспортной инфраструктуры, логистики и городского управления. Они обеспечивают более высокий уровень контроля, безопасности и эффективности транспортных процессов, что становится особенно важным в условиях увеличения пассажиропотока и роста объемов грузоперевозок, а также системы отслеживания перемещений являются важным шагом на пути к цифровизации транспорта и их дальнейшее развитие станет важным элементом устойчивого развития транспортной отрасли.

Литература

1. ГОСТ Р 54620–2011. ГЛОНАСС и GPS: интеграция в транспортные системы.

2. Попов Н. В., Сидоров В. П. Влияние цифровизации на управление логистикой // Логистика и управление цепями поставок.

3. Данные об использовании MaaS (Mobility-as-a-Service) в Финляндии: Whim – A Pioneer in Urban Mobility – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://whim.com/683/65723/>

УДК 004.8

Илья Владимирович Пантин,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: ilya.pantin@inbox.ru

Ilya Vladimirovich Pantin,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: ilya.pantin@inbox.ru

ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЛОГИСТИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

DIGITALIZATION OF LOGISTICS PROCESSES AND ITS IMPACT ON THE EFFICIENCY OF FREIGHT TRANSPORTATION

Данная статья посвящена анализу влияния цифровизации на эффективность логистических процессов. Рассматриваются общие принципы и подходы, связанные с внедрением цифровых технологий в управление грузоперевозками. Исследуется, как использование современных цифровых решений способствует оптимизации процессов и повышению общей эффективности работы логистических систем. В статье рассматриваются как преимущества применения цифровых технологий, так и основные проблемы, возникающие при их внедрении. Работа подчеркивает значимость цифровизации для улучшения эффективности и устойчивости логистических цепочек, а также предлагает направления для дальнейших исследований в данной области.

Ключевые слова: цифровизация логистики, показатели, грузоперевозки, автоматизация логистики, эффекты, технологии.

This article is devoted to the analysis of the impact of digitalization on the efficiency of logistics processes. The general principles and approaches related to the introduction of digital technologies in cargo transportation management are considered. The article examines how the use of modern digital solutions contributes to the optimization of processes and increase the overall efficiency of logistics systems. The work highlights the importance of digitalization for improving the efficiency and sustainability of logistics chains, and also suggests directions for further research in this area.

Keywords: digitalization of logistics, indicators, cargo transportation, automation of logistics, effects, transport optimization, technologies.

Цифровизация в сфере логистики имеет решающее значение для оптимизации процессов, что напрямую влияет на эффективность грузоперевозок. Развитие технологий позволяет значительно улучшить управление логистическими операциями, повысить их контроль, а также снизить затраты на транспортировку и хранение товаров. В условиях глобализации и усиления конкуренции, цифровизация становится ключевым фактором для обеспечения конкурентоспособности компаний.

В статье рассматриваются основные цифровые технологии, применяемые в логистике, их влияние на ключевые показатели эффективности, а также основные проблемы, с которыми сталкиваются компании при внедрении этих технологий.

Основные направления цифровизации в логистике:

- автоматизация логистических процессов;
- АСУДД;
- использование искусственного интеллекта (*AI*);
- аналитика больших данных (*Big Data*);
- внедрение IoT и цифровых датчиков.

Автоматизация процессов помогает сократить расходы на управление, уменьшает вероятность ошибок, связанных с человеческим фактором, и повышает точность выполнения операций. Современные программные инструменты, такие как системы управления транспортом и складскими процессами позволяют эффективно планировать маршруты и контролировать перемещение грузов в реальном времени.

Автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД) – это комплекс программно-аппаратных средств, направленных на мониторинг и управление транспортными потоками. Эти системы анализируют данные о дорожной ситуации в реальном времени с помощью датчиков и камер, что позволяет оптимизировать маршруты и снижать затраты.

Применение АСУДД в логистике включает в себя:

- мониторинг дорожной ситуации: данные о пробках, ремонтах дорог и авариях помогают корректировать маршруты грузоперевозок в реальном времени;

- приоритетный пропуск грузового транспорта: интеграция АСУДД с системами городского управления позволяет выделять отдельные полосы для грузового транспорта или регулировать светофоры для его приоритетного движения;

- управление экологическими зонами: в некоторых городах АСУДД применяется для контроля за выбросами CO₂ и регулирования доступа транспорта в зависимости от степени загрязнения воздуха.

Искусственный интеллект (AI) активно используется для оптимизации маршрутов. С помощью искусственного интеллекта можно анализировать загруженность дорог, погодные условия и состояние инфраструктуры, что позволяет оптимизировать логистические решения.

Анализ больших объемов данных позволяет логистическим компаниям прогнозировать спрос, оптимизировать загрузку транспортных средств и минимизировать затраты. Компании используют данные о погодных условиях, дорожной ситуации и состоянии транспортных средств, что позволяет улучшить эффективность выполнения задач [1].

Применение *IoT* датчиков в логистике имеет ряд преимуществ и используется для улучшения эффективности и контроля над логистическими процессами. Способы, как *IoT* датчики могут быть применены в грузоперевозках:

1. Отслеживание грузов: установка датчиков на грузы позволяет отслеживать их местоположение в реальном времени. Это помогает компаниям и заказчикам быть в курсе текущего положения груза, улучшая контроль и условия реагирования на возможные задержки и проблемы.

2. Мониторинг условий транспортировки: датчики могут быть использованы для отслеживания условий окружающей среды, таких как температура, влажность и уровень освещенности внутри контейнеров или транспортных средств. Это важно для транспортировки грузов, которые подвержены воздействию условий хранения, например, продуктов питания, лекарственных препаратов.

3. Управление запасами: датчики могут быть использованы для автоматического отслеживания уровня запасов на складах, что позволяет более точно планировать поставки и избежать недостатка товаров.

4. Контроль за оборудованием: датчики используются для отслеживания состояния оборудования на складах и транспортных средствах. Помогая предотвратить поломки и повысить качество обслуживания.

Применение *IoT* датчиков в логистике помогает компаниям повысить эффективность, улучшить обслуживание клиентов и снизить расходы благодаря оптимизации логистических процессов [2].

Эффекты цифровизации на эффективность грузоперевозок:

- внедрение цифровых технологий помогает снизить операционные расходы за счет оптимизации маршрутов, автоматизации административных процессов и сокращения времени простоя транспорта;
- повышение скорости и точности операций: цифровизация позволяет ускорить процессы обработки заказов и доставки грузов. Благодаря системам отслеживания в реальном времени клиенты получают актуальную информацию о статусе своих заказов, что повышает их доверие;
- повышение устойчивости цепочек поставок: с использованием цифровых решений логистические компании могут оперативно реагировать на изменения рыночной ситуации. Например, системы мониторинга в реальном времени позволяют быстро находить альтернативные маршруты в условиях непредвиденных обстоятельств;
- улучшение экологической устойчивости: оптимизация маршрутов и снижение холостых пробегов помогают уменьшить выбросы углекислого газа. Цифровые решения, такие как электрические транспортные средства с *IoT*-интеграцией, способствуют созданию более экологичной логистики.

Несмотря на очевидные преимущества, процесс цифровизации сопряжен с рядом трудностей:

1. Высокие затраты на внедрение. Многие компании часто сталкиваются с ограничениями бюджета, что затрудняет интеграцию современных технологий.
2. Проблемы с кибербезопасностью. Увеличение числа подключенных устройств и систем требует надежных решений для защиты данных от потенциальных угроз.

3. Недостаток квалифицированных специалистов. Для разработки и управления цифровыми системами нужны сотрудники с высоким уровнем компетенций в области ИТ и анализа данных.

4. Нежелание внедрять изменения. Некоторые компании и их сотрудники не готовы к изменениям из-за недостатка знаний или страха перед новыми технологиями.

Подводя итоги отметим, что цифровизация логистики является мощным инструментом для повышения эффективности грузоперевозок. Внедрение технологий *IoT*, искусственного интеллекта, автоматизированных систем управления дорожным движением и аналитики больших данных способствует снижению затрат, ускорению доставки и повышению устойчивости логистических процессов. Однако для успешной реализации цифровых решений необходимо преодолеть финансовые и кадровые ограничения, а также усилить меры по защите данных.

В перспективе исследования в области цифровизации логистики могут быть направлены на создание интегрированных платформ и активное внедрение экологически устойчивых технологий [3].

Литература

1. Кобылина Е. В., Червяков В. М. Интернет вещей в современной транспортной логистике // Экономика и бизнес: теория и практика. 2022.
2. Интернет вещей и логистика. Ч. 1, 2: понимание и влияние *IoT* на логистику // Логистический портал. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lobanov-logist.ru/library/353/63898/>
3. Егоров С. В., Шационок П. В., Ерпылева А. И., Жарков Д. И. Мировой и российский опыт применения интеллектуальных транспортных систем // Транспортное дело России. 2022. № 2. С. 130–136.
4. Oskarbski J. Влияние услуг интеллектуальных транспортных систем на уровень безопасности и улучшение условий движения // Умные решения в современном транспорте. TST 2017. Коммуникации в компьютерных и информационных науках / под ред. Я. Микульского. Шам: Springer, 2017. Т. 715. С. 142–154. DOI: 10.1007/978-3-319-66251-0_12.

УДК 656.132

Елизавета Евгеньевна Суркова,
студент
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: elithis@mail.ru

Elizaveta Evgenyevna Surkova,
student
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: elithis@mail.ru

БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РЕГУЛЯРНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК ОБЩЕСТВЕННЫМ ТРАНСПОРТОМ В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

SAFETY IN THE PERFORMANCE OF REGULAR PASSENGER TRANSPORTATION BY PUBLIC TRANSPORT IN THE LENINGRAD REGION

В статье рассматривается проблема аварийности с участием общественного транспорта в Ленинградской области за период 2020–2023 годов. Анализ статистики показывает, что тенденция увеличения ДТП напрямую связана с ростом пассажиропотока и недостаточной степенью развития инфраструктуры. Поскольку аварии с пассажирскими перевозками представляют значительную угрозу безопасности дорожного движения, особый акцент в данной статье сделан на важность обследования трасс регулярных автобусных маршрутов Ленинградской области на соответствие требованиям обеспечения безопасности дорожного движения. В статье подчеркиваются значимые недостатки текущей процедуры обследования и отсутствие единых нормативных требований. Помимо этого, в статье предложены рекомендации по совершенствованию системы обследования автобусных маршрутов на основе комплексного подхода, позволяющие повысить эффективность проведения обследования.

Ключевые слова: обследование дорог, пассажирские перевозки, выявление недостатков, процедура обследования дорог, дорожно-транспортные происшествия.

The article considers the problem of accidents involving public transport in the Leningrad Region for the period 2020-2023. Analysis of statistics shows that the trend of increasing accidents is directly related to the growth of passenger traffic and insufficient infrastructure development. Since accidents involving passenger transportation pose a significant threat to road safety, this article places special emphasis on the importance of inspecting regular bus routes in the Leningrad Region for

compliance with road safety requirements. The article highlights significant shortcomings of the current inspection procedure and the lack of uniform regulatory requirements. In addition, the article offers recommendations for improving the bus route inspection system based on an integrated approach, which can improve the efficiency of the inspection.

Keywords: road survey, passenger transportation, identification of deficiencies, road survey procedure, road accidents.

Регулярные пассажирские перевозки автобусами играют важную роль в обеспечении транспортной доступности для жителей Ленинградской области. Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) с участием подвижного состава приводят к ухудшению уровня транспортной доступности, а также снижению уровня безопасности. Актуальность обеспечения безопасности данных перевозок растет пропорционально уровню автомобилизации.

Так, за последние четыре года (2020–2023) количество ДТП на территории Ленинградской области при участии общественного транспорта составило – 164, при этом количество ДТП с каждым годом растет (рис. 1) [1].

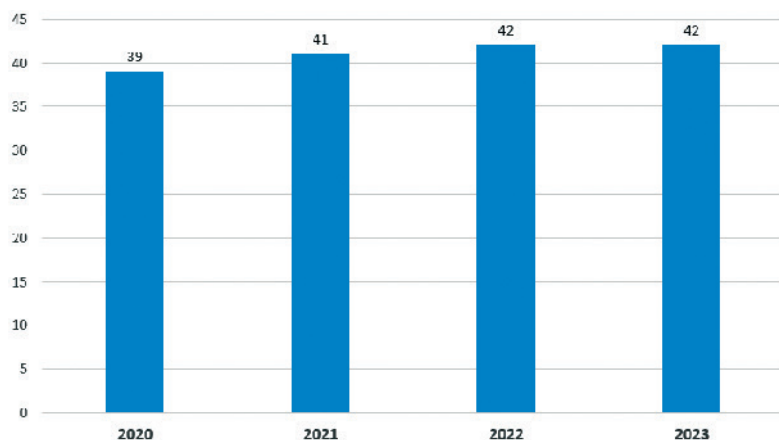


Рис. 1. Распределение количества ДТП на территории Ленинградской области при участии общественного транспорта по годам

Анализируя распределение количества ДТП по месяцам, нельзя выявить наиболее аварийный сезон в году, так как ДТП распределены неравномерно. Однако, осенне-зимний период можно назвать наиболее аварийным из-за особенностей погодных условий (рис. 2).

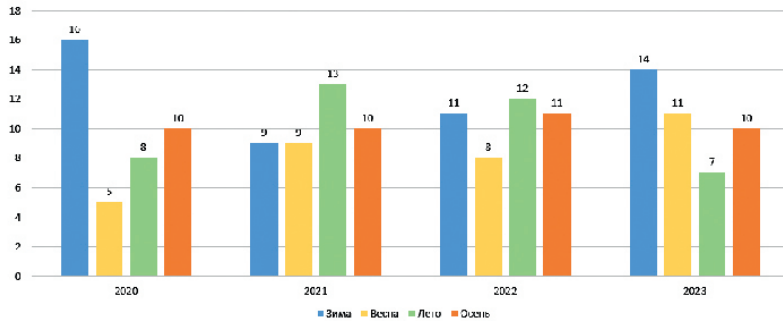


Рис. 2. Количество ДТП по сезонам

Количество человек погибших в ДТП при участии общественного транспорта за весь анализируемый период составляет – 26 человек (рис. 3).

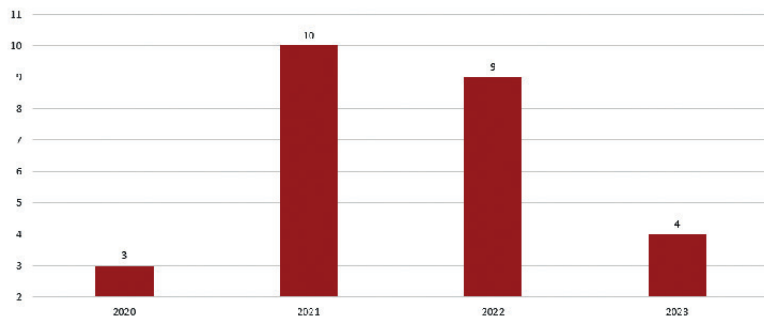


Рис. 3. Количество человек, погибших в ДТП при участии общественного транспорта

За 2020 год количество ДТП с летальным исходом составило 3 аварии (2 из которых приходятся на январь и 1 на февраль):

- участников – 11; раненых – 10; погибших – 1;
- участников – 2; погибших – 1;
- участников – 2; погибших – 1.

За 2021 год количество ДТП с летальным исходом составило 4 аварии (данные аварии приходятся на март, апрель, сентябрь, октябрь):

- участников – 2; погибших – 1;
- участников – 5; погибших – 4;
- участников – 2; раненых – 1; погибших – 4;
- участников – 9; раненых – 7; погибших – 1.

За 2022 год количество ДТП с летальным исходом составило 5 аварий (данные аварии приходятся на июнь, июль, сентябрь, октябрь, ноябрь):

- участников – 10; раненых – 8; погибших – 2;
- участников – 15; раненых – 13; погибших – 2;
- участников – 2; погибших – 1;
- участников – 8; раненых – 5; погибших – 2;
- участников – 2; погибших – 1.

За 2023 год количество ДТП с летальным исходом составило 4 аварии (данные аварии приходятся на январь, июнь, октябрь, декабрь):

- участников – 2; погибших – 1;
- участников – 3; погибших – 1;
- участников – 2; погибших – 1;
- участников – 2; погибших – 1.

Тенденция роста ДТП связана с ростом пассажиропотока, а также интенсивности движения. При этом, во многих городах инфраструктура не справляется с ростом числа транспортных средств. Текущее эксплуатационное состояние дорог и технических средств организации дорожного движения (ТСОДД) ухудшают безопасность движения. Ввиду этого пристальное внимание необходимо уделить проблеме обеспечения соответствия технико-эксплуатационного состояния автомобильных дорог требованиям. Недостаточное внимание к состоянию сети дорог может привести к существенному увеличению влияния дорожного фактора на безопасность дорожного движения.

На сегодняшний день существует множество способов контроля состояния и выявления недостатков содержания улично-дорожной сети. В случае с дорогами, по которым проходят маршруты

регулярных автобусных перевозок, одной из подобных процедур является выполнение обследования трасс данных маршрутов. В соответствии с Приказом Комитета Ленинградской области по транспорту от 15 февраля 2023 года № 3 «О проведении обследования трасс регулярных автобусных маршрутов Ленинградской области на соответствие требованиям обеспечения безопасности дорожного движения в 2023 году» (далее – Приказ) данное обследование проводится комиссионно с участием представителей перевозчиков, дорожно-эксплуатационных служб, подразделений ГИБДД и районных администраций. При этом, данное обследование имеет целью обеспечение безопасных условий организации регулярных перевозок пассажиров по смежным межрегиональным и межмуниципальным автобусным маршрутам [2].

Сама процедура проведения обследования автобусных маршрутов проводится в два этапа: весенне-летний (сроки обследования с мая по июль) и осенне-зимний (сроки обследования с сентября по декабрь). Порядок и содержание процедуры обследования трасс регулярных автобусных маршрутов Ленинградской области на соответствие требованиям обеспечения безопасности дорожного движения состоит из [3]:

- анализа данных предыдущего обследования;
- опроса водителей, работающих на маршруте;
- разработки графика обследования;
- сбора данных лабораторией;
- анализа собранных данных;
- подготовки актов с заключением специалистов о выявленных недостатках;
- отправки актов заинтересованным организациям.

Данная процедура имеет ряд недостатков, из которых наиболее значимыми являются существенная задержка между появлением недостатков и их выявлением в ходе обследования, а также несвоевременная передача информации дорожно-эксплуатационным службам, приводящая к задержке в устранении дефектов. Данная задержка обуславливается отсутствием возможности оперативного вмешательства в уже существующий график летних ремонтных работ. Таким образом, упуская момент своевременного устранения локального

дорожного дефекта, может привести к образованию опасных участков автомобильных дорог, влияющих на безопасность регулярных пассажирских перевозок.

Помимо этого, следует учесть необходимость оценки уровня содержания дорог в осенне-зимний период, как в наиболее аварийно-опасный сезон. Так как по статистике, наибольшее количество недостатков транспортно-эксплуатационного содержания улично-дорожной сети приходится на недолжное выполнение требований по содержанию дорог в зимний период.

Не менее значимым недостатком, является отсутствие нормативно правового обеспечения организации обследования маршрутов. Помимо Приказа не существует единого документа, регламентирующего методику обследования трасс регулярных автобусных маршрутов.

Для достижения цели по обеспечению безопасности пассажирских перевозок, необходимо комплексно подойти к совершенствованию процедуры выявления недостатков при обследовании маршрутов. Для этого предлагается использовать следующие методы:

- разработка нормативно правового обеспечения проведения обследования;
- разработка новой процедуры проведения обследования;
- разработка методики обследования трасс регулярных автобусных маршрутов, позволяющего приводить состояние дорог к нормативному;
- учет необходимости оценки уровня выполнения требований по содержанию автомобильных дорог в зимний период;
- налаживание канала непрерывного взаимодействия между перевозчиком и организацией, осуществляющей мероприятия по обследованию улично-дорожной сети.

Комплексный подход по устранению недостатков в процедуре и методике проведения обследования позволят повысить эффективность устранения недостатков и предупредить появление опасных участков автомобильных дорог, влияющих на безопасность регулярных пассажирских перевозок.

Литература

1. Госавтоинспекция. Показатели состояния безопасности дорожного движения: [сайт]. URL: <http://stat.gibdd.ru/> (дата обращения: 10.10.2024).
2. Электронное опубликование документов. Сетевое издание: [сайт]. URL: <https://пра47.ru/docs/governor/> (дата обращения: 05.11.2024).
3. *Курьянов В. К., Кондрашова Е. В., Лобанов Ю. В.* Повышение эффективности обследования автомобильных дорог в районах лесозаготовок: моногр. Академия естествознания, 2010.

СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

УДК 656.13:658.2

Петр Сергеевич Анисимов,
студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: h4rdy20@gmail.com

Petr Sergeevich Anisimov,
student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: h4rdy20@gamil.com

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ПРОЦЕССОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
ТРАДИЦИОННОГО МЕТОДА И GPSS**

**MODELING OF PRODUCTION PROCESSES OF MOTOR
TRANSPORT ENTERPRISES: COMPARATIVE ANALYSIS
OF THE TRADITIONAL METHOD AND GPSS**

В статье рассматриваются актуальные методы для улучшения эффективности управления технологическими процессами на автотранспортных предприятиях (АТП), включая техническое обслуживание (ТО) и текущий ремонт (ТР). Анализируются традиционные методы проектирования и новые модели на основе GPSS, которые позволяют учитывать вероятностные факторы и элементы неопределенности, влияющие на производственную программу. Использование GPSS позволяет осуществить более точное моделирование и эффективную оптимизацию производственных процессов, включая расчет коэффициента технической готовности и времени простоя автопарка. Практическая значимость работы заключается в разработке алгоритмов и инструментов для повышения эффективности использования ресурсов, улучшения планирования и сокращения расходов. Применение описанных методик особенно актуально в условиях высокой конкуренции и ограниченности ресурсной базы. Работа содержит сравнительный анализ традиционного подхода и моделирования на основе GPSS, подчеркивая преимущества последнего для оптимизации работы АТП.

Ключевые слова: автотранспортные предприятия, техническое обслуживание, текущий ремонт, GPSS, моделирование, оптимизация ресурсов.

The article explores modern approaches to enhancing the efficiency of production process management at motor transport enterprises (MTEs), including

maintenance (TM) and current repair (CR). It analyzes traditional design methods and new GPSS-based models that consider random factors and stochastic processes affecting the production program. The application of GPSS enables realistic simulation and optimization of production processes, including calculating the technical readiness coefficient and fleet downtime. The practical value of this research lies in the development of algorithms and tools to enhance resource utilization, improve planning, and reduce costs. The methods discussed are particularly relevant under increasing competition and limited resources. The paper provides a comparative analysis of the traditional approach and GPSS-based modeling, highlighting the latter's advantages for optimizing MTE operations.

Keywords: motor transport enterprises, maintenance, current repair, GPSS, simulation, resource optimization.

Общая характеристика работы

Современные автотранспортные предприятия (АТП) сталкиваются с необходимостью повышения эффективности управления производственными процессами для улучшения эксплуатационных показателей и сокращения расходов. Проблемы, связанные с управлением процессами технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР), требуют применения современных методик и программных инструментов. В связи с этим актуально использование систем моделирования для оптимизации производственной базы автотранспортных предприятий.

Научная новизна работы:

- Внедрение систем моделирования на базе GPSS для расчета и оптимизации производственных программ ТО и ТР автотранспортных предприятий.
- Разработка новых алгоритмов для моделирования производственных процессов на базе существующих методик.
- Оценка влияния изменений в параметрах ресурсов на коэффициент технической готовности и другие ключевые показатели эффективности автопарков.

Практическая ценность работы:

- Применение разработанной методики позволяет оптимизировать программы технического обслуживания и текущего ремонта, снижая эксплуатационные расходы на обслуживание и ремонт автопарка.
- Моделирование производственных процессов в GPSS представляет возможность точного прогноза времени простоя техники и эффективного распределения ресурсов.

Объект исследования:

Автотранспортные предприятия, эксплуатирующие подвижной состав с высокими ресурсными пробегами, и производственные базы, ответственные за техническое обслуживание и ремонт автопарка.

Цель работы:

Совершенствование методики расчета производственных программ ТО и ТР с применением моделирования на базе GPSS для оптимизации работы производственных баз автотранспортных предприятий.

Реализация расчетных методик

Расчет традиционным (цикловым) методом

Исходные данные:

1. вид перевозок – грузовые
2. количество подвижного состава – 400 а/м
3. среднесуточный пробег подвижного состава – 250 км
4. техническое состояние подвижного состава – $1/4$: до $0,25 L_{кр}$

$$1/4: 0,25 \div 0,5 L_{кр}$$

$$1/4: 0,5 \div 0,75 L_{кр}$$

$$1/4: \text{свыше } 0,75 L_{кр}$$

5. категории условий эксплуатации – 1
6. природно-климатические условия – Санкт-Петербург;
7. режим работы подвижного состава – 305 дней в году
8. режим ТО и Р подвижного состава – ЕО ТО-1 ТО-2 КР

2. Расчет производственной программы по техническому обслуживанию

Производственная программа по каждому виду ТО рассчитывается на 1 год.

Определение производственной программы базируется цикловым методе расчета. Под циклом понимается пробег автомобиля до его КР или до списания, т. е. ресурсный пробег.

2.1. Выбор и корректирование нормативной периодичности ТО и ресурсного пробега до капитального ремонта

$$L_k = 300\,000 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 = 270\,000 \text{ км};$$

$$L_1 = 10\,000 \cdot 1 \cdot 0,9 = 9000 \text{ км};$$

$$L_2 = 20\,000 \cdot 1 \cdot 0,9 = 18\,000 \text{ км}.$$

2.2. Определение числа списаний или КР и ТО на один автомобиль за цикл

$$N_k = \frac{270\,000}{270\,000} = 1 \quad N_2 = \frac{270\,000}{18\,000} - 1 = 14$$

$$N_1 = \frac{270\,000}{9000} - (1 + 14) = 15 \quad N_{EO} = \frac{270\,000}{250} = 1200$$

2.3. Определение числа ТО на один автомобиль и весь парк за год

$$D_{э.ц.} = \frac{270\,000}{250} = 1200$$

$$D_k = 20 + 2 = 22 \text{ дня}$$

В зависимости от пробега автомобиля с начала его эксплуатации коэффициент корректирования простоев подвижного состава на ТО и ремонтах К4 составляет:

$$1/2: \text{ до } 0,25 L_{кр}, K4 = 0,4; 1/2: 0,25 \div 0,5 L_{кр}$$

$$K4 = 0,7; 1/2: 0,5 \div 0,75 L_{кр} \quad K4 = 1; 1/2: \text{ свыше } 0,75 L_{кр} \quad K4 = 1,2$$

Тогда:

$$D_{р.ц.1} = 22 + \frac{0,35 \cdot 270\,000 \cdot 0,4}{1000} = 64 \text{ дня},$$

$$D_{р.ц.2} = 22 + \frac{0,35 \cdot 270\,000 \cdot 0,7}{1000} = 95,5 \text{ дней},$$

$$D_{р.ц.3} = 22 + \frac{0,35 \cdot 270\,000 \cdot 1}{1000} = 127 \text{ дней},$$

$$D_{р.ц.1} = 24 + \frac{0,35 \cdot 270\,000 \cdot 1,2}{1000} = 148 \text{ дней}.$$

Средневзвешенное по возрасту парка количество дней простоя автомобиля за цикл вычисляется по формуле:

$$D_{p.ц.} = \frac{64 + 95,5 + 127 + 148}{4} = 109 \text{ дней}$$

Тогда коэффициент технической готовности

$$\alpha_m = \frac{1200}{1200 + 109} = 0,92$$

Годовой пробег автомобиля определяется как:

$$Lr = 305 \cdot 250 \cdot 0,92 = 70 \text{ 150 км.}$$

Коэффициент ηr отражает долю годового пробега автомобиля от его пробега за цикл. Он рассчитывается по формуле:

$$\text{Тогда } \eta r = \frac{70 \text{ 150}}{270 \text{ 000}} = 0,26$$

Годовое число ЕО (ΣNEO_r), ТО-1 (ΣN1_r) и ТО-2 (ΣN2_r) на один списочный автомобиль и весь парк (группу) автомобилей одной модели (ΣNEO_r , ΣN1_r , ΣN2_r) определяют следующим образом:

Произведем расчеты:

$$N_{EO_r} = 1200 \cdot 0,26 = 276$$

$$N_{1r} = 15 \cdot 0,26 = 3$$

$$N_{2r} = 14 \cdot 0,26 = 3$$

годовое число ЕО (ΣNEO_r), ТО-1 (ΣN1_r), и ТО-2 (ΣN2_r) на весь парк автомобилей одной марки

Произведем расчеты:

$$\Sigma N_{EO_{сг}} = 400 \cdot 305 \cdot 0,92 = 112 \text{ 240}$$

$$\Sigma N_{1r} = 400 \cdot 70 \text{ 150} \left(\frac{1}{9000} - \frac{1}{18 \text{ 000}} \right) = 2059$$

$$\Sigma N_{2r} = 400 \cdot 70 \text{ 150} \left(\frac{1}{18 \text{ 000}} - \frac{1}{270 \text{ 000}} \right) = 1310.$$

2.4 Определение числа диагностических воздействий на весь парк за год

$$\sum N_{Д-1г} = 1,1 \cdot 1403 + 1310 = 2853$$

Число автомобилей, диагностируемых при ТР ($\sum_{НТР Д-2}$), принято равным 20 % годовой программы ТО-2.

$$\sum N_{Д-2г} = 1,2 \cdot 1310 = 1572$$

2.5 Определение суточной программы по ТО и диагностированию автомобилей.

По видам ТО (ЕО, ТО-1 и ТО-2) и диагностирования (Д-1 и Д-2) суточная производственная программа:

$$N_{EOc} = \frac{\sum N_{EOг}}{Д_{раб.г}} = \frac{112\,240}{305} = 368,$$

$$N_{ТО-1c} = \frac{\sum N_{ТО-1г}}{Д_{раб.г}} = \frac{1403}{305} = 5,$$

$$N_{ТО-2c} = \frac{\sum N_{ТО-2г}}{Д_{раб.г}} = \frac{1310}{305} = 4,$$

$$N_{Д-1c} = \frac{\sum N_{Д-1г}}{Д_{раб.г}} = \frac{2853}{305} = 9,$$

$$N_{Д-2c} = \frac{\sum N_{Д-2г}}{Д_{раб.г}} = \frac{1572}{305} = 5$$

3. Расчет годового объема работ

Годовой объем работ по АТП определяется в человеко-часах и включает объем работ по ЕО, ТО-1, ТО-2, ТР, а также объем работ вспомогательных подразделений. На основе этих объемов определяется численность рабочих производственных зон и участков.

3.1. Выбор и корректирование нормативных трудоемкостей

$$Км = 1 - 65/100 = 0,35 \quad t_{EO} = 0,3 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,35 = 0,1 \text{ чел.-ч}$$

Расчетная нормативная (скорректированная) трудоемкость (ТО-1, ТО-2) для подвижного состава проектируемого АТП:

$$t_i = t_i^{(н)} K_2 K_5 \quad (2.3)$$

где $t_i^{(н)}$ – нормативная трудоемкость ТО-1 или ТО-2, согласно ОНТП, 3,6 и 14,4 чел.-ч;

$$t_1 = 3,6 \cdot 1 \cdot 0,85 = 3,06, \quad t_2 = 14,4 \cdot 1 \cdot 0,85 = 12,24$$

Удельная расчетная нормативная (скорректированная) трудоемкость текущего ремонта:

$$\text{До } 0,25 L_{кр} : 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,4 \cdot 0,85 = 1,02 \text{ чел.-ч / 1000 км.}$$

$$0,25 L_{кр} \div 0,5 L_{кр} t_{ТР2} = 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,7 \cdot 0,85 = 1,79 \text{ чел.-ч / 1000 км.}$$

$$0,25 L_{кр} \div 0,75 L_{кр} t_{ТР3} = 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 0,85 = 2,55 \text{ чел.-ч / 1000 км.}$$

$$\text{Больше } 0,75 L_{кр} t_{ТР3} = 3 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1,2 \cdot 0,85 = 3,06 \text{ чел.-ч / 1000 км.}$$

Средневзвешенная трудоемкость ТР:

$$t_{ТР} = \frac{t_{ТР1} + t_{ТР2} + t_{ТР3} + t_{ТР4}}{4} = \\ = \frac{1,02 + 1,79 + 2,55 + 3,06}{4} = 2,11 \text{ чел.-ч / 1000 км.}$$

3.2 Расчет годового объема работ по ТО и ТР

$$T_{EOГ} = 112\,240 \cdot 0,1 = 11\,224 \text{ чел.-ч,}$$

$$T_{1Г} = 1403 \cdot 3,06 = 16\,034,4 \text{ чел.-ч,}$$

$$T_{2Г} = 1310 \cdot 12,24 = 4293,2.$$

Годовой объем работ ТР, в чел.-ч:

$$T_{ТРГ} = \frac{70\,150 \cdot 400 \cdot 2,11}{1000} = 59\,206,6 \text{ чел.-ч.}$$

Общий объем диагностирования:

$$\sum T_{ДГ} = 386,388 + 1282,752 + 1036,12 = 2705 \text{ чел.-ч}$$

Работа по Д-1 (ТД-1Г) будет составлять 60 % от общего объема диагностических работ, а по Д-2 (ТД-2Г) – 50 %. Следовательно,

ТД-1г будет равно 2350,64 чел.-ч, ТД-2г – 1958,87 чел.-ч. При этом средние значения трудоемкостей Д-1 ($t_{Д-1}$) и Д2 ($t_{Д-2}$), необходимые для расчета постов диагностирования, составляют

$$t_{Д-1} = \frac{1623,16}{2853} = 0,57 \text{ чел.-ч.};$$

$$t_{Д-2} = \frac{1352,63}{1572} = 0,86 \text{ чел.-ч.}$$

Тогда

$$T_{1г}^{(к)} = 4293,2 - 386,388 = 3907 \text{ чел.-ч,}$$

$$T_{2г}^{(к)} = 16034,4 - 1282,752 = 14\,752 \text{ чел.-ч}$$

$$T_{ТРг}^{(к)} = 59206,6 - 1036,12 = 58\,170 \text{ чел.-ч}$$

Соответственно, трудоемкость работ ТО-1 ($t' 1$) и ТО-2 ($t' 2$)

$$t_1 = \frac{3907}{1403} = 2,73 \text{ чел.-ч,}$$

$$t_2 = \frac{14752}{1310} = 11,26 \text{ чел.-ч}$$

При совмещении диагностирования Д-1 с ТО-1 годовой объем работ ТО-1 (Т1г) и, соответственно, трудоемкость ТО-1 (t_1) не корректируются. В этом случае годовой объем диагностических работ по Д-1, выполняемый при ТО-2 и ТР, может выполняться на постах диагностирования зоны ТО-1 в другую смену или на самостоятельных диагностических постах в зоне ТР. Число этих постов может быть определено исходя из годового числа диагностических воздействий и средней трудоемкости работ.

Итоговые объемы работ по видам воздействия, согласно результатам расчетов, выполненных в этом разделе, составляют:

ЕО – 11 224 чел.-ч

ТО-1 – 4293 чел.-ч

ТО-2 – 16 034 чел.-ч

ТР – 59 206 чел.-ч.

Данные значения могут быть использованы либо для организации работы собственной ремонтной зоны АТП, либо для оценки затрат на оплату выполнения данных работ на сторонней станции технического обслуживания (СТО) исходя из стоимости одного человеко-часа (нормо-часа).

Модель GPSS с учетом случайных факторов

1.

Определение параметров

DEFINE VEHICLES,400; Количество автомобилей в парке
 DEFINE DAILY_MILEAGE,250 ; Среднесуточный пробег автомобиля
 DEFINE TO1_INTERVAL,9000; Интервал для ТО-1 (км)
 DEFINE TO2_INTERVAL,18000; Интервал для ТО-2 (км)
 DEFINE TR_INTERVAL,45000; Интервал для текущего ремонта (ТР) (км)
 DEFINE KR_INTERVAL,270000; Интервал для капитального ремонта (КР) (км)
 DEFINE WORK_DAYS,305 ; Количество рабочих дней в году
 DEFINE TO1_TIME,2 ; Простой на ТО-1 (часы)
 DEFINE TO2_TIME,4 ; Простой на ТО-2 (часы)
 DEFINE TR_TIME,12 ; Простой на ТР (часы)
 DEFINE KR_TIME,48 ; Простой на КР (часы)
 DEFINE TO1_LABOR,3.6 ; Трудоемкость ТО-1 (чел.-ч)
 DEFINE TO2_LABOR,14.4 ; Трудоемкость ТО-2 (чел.-ч)
 DEFINE TR_LABOR,36 ; Трудоемкость ТР (чел.-ч)

; Инициализация

STORAGE STATION_TO1,5 ; Количество постов ТО-1
 STORAGE STATION_TO2,3 ; Количество постов ТО-2
 STORAGE STATION_TR,2 ; Количество постов ТР
 QUEUE QUEUE_TO1 ; Очередь для ТО-1
 QUEUE QUEUE_TO2 ; Очередь для ТО-2
 QUEUE QUEUE_TR ; Очередь для ТР
 VARIABLE TOTAL_MILEAGE ; Общий пробег автопарка
 VARIABLE TO1_COUNT ; Общее число ТО-1
 VARIABLE TO2_COUNT ; Общее число ТО-2
 VARIABLE TR_COUNT ; Общее число ТР
 VARIABLE KR_COUNT ; Общее число КР
 VARIABLE TO1_LABOR_TOTAL ; Общая трудоемкость ТО-1
 VARIABLE TO2_LABOR_TOTAL ; Общая трудоемкость ТО-2
 VARIABLE TR_LABOR_TOTAL ; Общая трудоемкость ТР
 VARIABLE TOTAL_DOWNTIME ; Общий простой (дней)

; Генерация автомобилей

GENERATE (86400/VEHICLES),86400 ; Генерация автомобилей каждые сутки
ASSIGN A\$MILEAGE,0 ; Инициализация пробега

2.

Проверка на TO-1

TEST GE,A\$MILEAGE,TO1_INTERVAL,TO1_PROCESS,TO2_CHECK

; Обработка TO-1

LABEL TO1_PROCESS

ENTER STATION_TO1

ADVANCE TO1_TIME

LEAVE STATION_TO1

ASSIGN TO1_COUNT,TO1_COUNT+1

ASSIGN TO1_LABOR_TOTAL,TO1_LABOR_TOTAL+TO1_LABOR

ASSIGN A\$DOWNTIME,A\$DOWNTIME+TO1_TIME

ASSIGN A\$MILEAGE,A\$MILEAGE-TO1_INTERVAL

TRANSFER .TO2_CHECK

; Проверка на TO-2

LABEL TO2_CHECK

TEST GE,A\$MILEAGE,TO2_INTERVAL,TO2_PROCESS,TR_CHECK

; Обработка TO-2

LABEL TO2_PROCESS

ENTER STATION_TO2

ADVANCE TO2_TIME

LEAVE STATION_TO2

ASSIGN TO2_COUNT,TO2_COUNT+1

ASSIGN TO2_LABOR_TOTAL,TO2_LABOR_TOTAL+TO2_LABOR

ASSIGN A\$DOWNTIME,A\$DOWNTIME+TO2_TIME

ASSIGN A\$MILEAGE,A\$MILEAGE-TO2_INTERVAL

TRANSFER .TR_CHECK

; Проверка на TP

LABEL TR_CHECK

TEST GE,A\$MILEAGE,TR_INTERVAL,TR_PROCESS,KR_CHECK

; Обработка TP

LABEL TR_PROCESS

ENTER STATION_TR

ADVANCE TR_TIME

LEAVE STATION_TR

```
ASSIGN TR_COUNT,TR_COUNT+1
ASSIGN TR_LABOR_TOTAL,TR_LABOR_TOTAL+TR_LABOR
ASSIGN A$DOWNTIME,A$DOWNTIME+TR_TIME
ASSIGN A$MILEAGE,A$MILEAGE-TR_INTERVAL
TRANSFER .KR_CHECK
; Проверка на KP
LABEL KR_CHECK
TEST GE,A$MILEAGE,KR_INTERVAL,.KR_PROCESS,.END_
VEHICLE
; Обработка KP
LABEL KR_PROCESS
ADVANCE KR_TIME
ASSIGN KR_COUNT,KR_COUNT+1
ASSIGN A$DOWNTIME,A$DOWNTIME+KR_TIME
ASSIGN A$MILEAGE,0
TRANSFER .END_VEHICLE
; Завершение обработки
LABEL END_VEHICLE
TERMINATE 1
; Завершение моделирования
START 305*86400
END
```

После симуляции по этой модели результаты могут отличаться в худшую сторону по сравнению с традиционным методом, так как GPSS учитывает следующие дополнительные факторы:

- Время выполнения ТО и ремонта варьируется случайным образом.
- Учитываются очереди на посты, что увеличивает время ожидания.
- Добавлены внеплановые ремонты, которые увеличивают общий простой.

Сравнение результатов расчетов см. таблицу.

Сравнение результатов расчета

Показатель	Традиционный метод	GPSS моделирование	Комментарий
Коэффициент технической готовности (η)	0.92	0.89	GPSS учитывает стохастичу, что снижает значение
Средний пробег автомобиля за год, км	70,150	69,800	Незначительное снижение из-за учета простоев
Число ТО-1 за год	7,794	7,700	Учет случайных факторов незначительно уменьшил число
Число ТО-2 за год	3,897	3,850	Аналогичная динамика
Общий простой на ТО и ремонты, дней	109	115	Увеличение из-за учета задержек и очередей
Среднее время простоя на ТО-1, ч	2	2.2	Добавлены вариации времени выполнения работ
Среднее время простоя на ТО-2, ч	4	4.5	Аналогично
Среднее время простоя на ТР, ч	12	13.5	Учет случайных простоев и вариаций
Число внеплановых ремонтов	0	1,200	Включены непредсказуемые поломки
Общий объем трудоемкости, чел.-ч	91,757	93,500	Увеличение из-за учета внеплановых работ
Загрузка ремонтных постов, %	>100	85	GPSS выявляет оптимальную загрузку

Заключение

В данной работе рассмотрены и сравнены два подхода к расчету производственных программ технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) автопарка: традиционный детерминированный метод и метод имитационного моделирования с применением GPSS. Проведенный анализ выявил преимущества и недостатки каждого из подходов.

Преимущества традиционного метода:

1. Простота расчетов: Метод основывается на нормативных данных и легко воспроизводим. Его применение не требует сложных моделей и специализированного программного обеспечения.
2. Универсальность: Традиционный метод применим к любым автотранспортным предприятиям, если доступны нормативные данные.
3. Подходит для базового планирования: Этот метод полезен на ранних стадиях проектирования, когда необходимо получить общие оценки и планировать объемы работ и численность персонала.

Недостатки традиционного метода:

1. Отсутствие учета случайных факторов: Метод не учитывает изменчивость процессов, таких как задержки, неисправности, или очереди. Это приводит к заниженным оценкам времени простоя.
2. Завышенный коэффициент технической готовности: Расчет КТГ на основе нормативных данных может давать слишком высокие значения, которые не отражают реальной ситуации на предприятии.
3. Неоптимальная загрузка ресурсов: В реальности загрузка ремонтных бригад может быть сильно перегружена, что не видно в детерминированных расчетах.

Преимущества метода с использованием GPSS:

1. Учет стохастичности: Модель учитывает случайные процессы, такие как вариативность времени обслуживания, непредвиденные задержки и изменение потока автомобилей. Это дает более точные результаты по времени простоя и загрузке ресурсов.
2. Реалистичный коэффициент технической готовности: За счет моделирования всех факторов, влияющих на работу, GPSS позволяет получить КТГ, который ближе к реальности, в данном случае 89 %.
3. Оптимизация ресурсов: Благодаря моделированию в GPSS можно выявить, где возникают перегрузки или простаивания,

и корректировать количество персонала или постов технического обслуживания.

4. Моделирование различных сценариев: GPSS позволяет легко менять параметры модели для оценки различных сценариев работы предприятия, таких как увеличение автопарка или изменения в графике работы.

Литература

1. *Тахтамышев, Х. М.* Основы технологического расчета автотранспортных предприятий : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности «Автомобили и автомобильное хозяйство» направления подготовки «Эксплуатация наземного транспорта и транспортного оборудования» / Х. М. Тахтамышев ; Х. М. Тахтамышев. – М. : Академия, 2011. – (Высшее профессиональное образование. Транспорт). – EDN QNXLYH. Петров, И. В., Иванов, А. В. Моделирование производственных процессов на автотранспортных предприятиях. – СПб. : Питер, 2015.

2. *Терентьев, А. В.* Адаптация методики расчета производственной программы по ТО и ТР автомобилей для АТП, эксплуатирующих современный подвижной состав / А. В. Терентьев, А. Б. Егоров // Сб. науч. трудов. Технология и эффективность систем управления обеспечением безопасности дорожного движения. – СПб. : СПбГАСУ, 2008. – С. 98–103.

3. *Терентьев А. В.* Определение количества постов ЕО, ТО и ТР автомобилей «Скания» (Skania) / А. В. Терентьев, Т. К. Екшикеев // Сб. науч. трудов. Транспортный комплекс в условиях рыночных отношений. – Ташкент: ТАДИ, 2007. – С. 201–204.

4. *Терентьев А. В.* Определение количества постов (рабочих зон) по обслуживанию автомобилей «Скания» (Skania) / А. В. Терентьев, И. Е. Емельянов / Сб. науч. трудов. Актуальные проблемы современной экономики. – СПб. : СЗТУ, 2007. – С. 15–20.

5. *Мамонова, В. С.* Имитационное моделирование системы массового обслуживания м/м/5/0 в системе GPSS Studio / В. С. Мамонова // Молодежь и XXI век – 2018 : материалы VIII Международной молодежной научной конференции: в 5 томах, Курск, 21–22 февраля 2018 года. Том 4. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2018. – С. 139–143. – EDN YXBRKF.

УДК 629.331

Александр Сергеевич Афанасьев,
канд. воен. наук, профессор
Никита Витальевич Дибров,
студент
(Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II)
E-mail: a.s.afanasev@mail.ru,
ax20mmf@yandex.ru

Alexander Sergeevich Afanasyev,
PhD in Sci. Mil., Professor
Nikita Vitalievich Dibrov,
student
(Empress Catherine II Saint Petersburg
Mining University)
E-mail: a.s.afanasev@mail.ru,
ax20mmf@yandex.ru

**ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА
ТРАНСПОРТА НА АТП**

**ORGANIZATION OF A TRANSPORT MONITORING
SYSTEM AT THE ATP**

В работе рассмотрено внедрение системы мониторинга 1С: Предприятие, которое при сравнении со своими конкурентами показало преимущество при внедрении данной системы на крупные АТП, так как обеспечивает бесперебойную работу принимаемых параметров с автомобилями и требует меньших инвестиций, описана методология управления проектами с отечественными и стандартными методиками. Изучены сферы, в которых можно использовать данное программное оборудование, разобраны адаптированные методологии 1С. Исследованы инвестиции, на примере базовой редакции, которые необходимы для построения собственной инфраструктуры с использованием 1С: Предприятие (ERP, УПП), но при необходимости может быть выбран любой вариант внедрения данной сети на АТП.

Ключевые слова: системы мониторинга, управление предприятием, автоматизация, АТП, 1С: Предприятие, 1С, ERP, УПП.

The paper considers the implementation of the monitoring system 1C: Enterprise that, when compared with its competitors, has shown an advantage in implementing this system on large ATPs, since it ensures the smooth operation of the accepted parameters from cars and requires less investment, a project management methodology with domestic and standard methods is described. The areas in which this software equipment can be used are studied, adapted 1C methodologies are analyzed. Investments are investigated, using the example of the basic edition, which are necessary to build your own infrastructure using 1C: Enterprise (ERP, SCP), but if necessary, any option for implementing this network on the ATP can be selected.

Keyword: monitoring systems, enterprise management, automation, ATP, 1C: Enterprise, 1C, ERP, SCP.

Введение

Развитие автомобильного транспорта приводит к увеличению объема грузовых и пассажирских перевозок, что требует расширения числа автотранспортных предприятий (АТП). Кроме того, растущая автомобилизация способствует расширению действующих АТП за счет увеличения автотранспортного парка [1].

Особенности рыночной экономики обуславливают необходимость быстрого реагирования АТП на изменяющиеся условия для обеспечения эффективной работы. Важным аспектом устойчивого функционирования является оперативный учет транспорта и его характеристик. Кроме того, для организации перевозок необходимо подбирать наиболее эффективный подвижной состав, что требует его учета и возможности оперативного выбора в соответствии с требованиями к перевозке конкретного груза [2].

Автоматизированный учет транспортных средств и их характеристик позволяет повысить эффективность планирования и функционирования предприятия. Использование информационных систем в деятельности АТП снижает число ошибок по причине человеческого фактора, сокращает время обработки данных и принятия решений [5].

В данной работе рассмотрим внедрение системы мониторинга 1С: Предприятие на автотранспортное предприятие (АТП), преимущества данной платформы рассмотрены в прошлой статье [6].

1С: Предприятие

Платформа «1С: Предприятие» отличается высокой гибкостью и применяется в самых различных сферах [3] автоматизации, оперативного управления, ведения бухгалтерского учета, управленческого учета, задач планирования, бюджетирования, проведения финансового анализа, расчета заработной платы и других областях

Методологии управления проектами внедрения разработаны в соответствии с международными и отечественными стандартами и методиками. Они включают в себя:

- «1С: Технология быстрого результата» (1С: ТБР) – базовая методология, основанная на гибких подходах (*agile*), идеально под-

ходит для внедрения типовых и отраслевых решений на платформе «1С: Предприятие»;

- «1С: Технология корпоративного внедрения» (1С: ТКВ) – классическая проектная методология, ориентированная на крупномасштабные проекты по разработке и внедрению решений на платформе «1С: Предприятие»;

- «1С: Технология стандартного внедрения» (1С: ТСВ) – методология, предназначенная для проектов с небольшим объемом работ, включающая базовые элементы управления проектом и подходящая для внедрения типовых решений.

Стоимость внедрения 1С: Предприятие (ERP, УПП)

Многие компании предлагают низкие цены на установку 1С: Предприятие, чтобы привлечь клиентов. Однако в процессе внедрения стоимость может значительно возрасти, так как услуга включает несколько этапов.

Стоимость внедрения 1С: ERP индивидуальна и зависит от требований клиента. Для обеспечения эффективности продукта тщательно прорабатываются все детали.

Для работы с распределенными базами данных в 1С: Предприятие не требуются дополнительные лицензии, поскольку платформа уже включает функции обмена данными. Это снижает затраты на приобретение и обслуживание прикладных решений [7].

Расходы на внедрение ERP зависят от версии ПО, его функциональности и количества реализуемых процессов, используемой операционной системы, числа рабочих мест и требований к безопасности данных.

Определение требований к оборудованию через сайзинг – сложный процесс, особенно при высоких нагрузках и большом документообороте. В сложных случаях для сайзинга требуется отдельный проект с участием квалифицированных специалистов и использованием специализированных программных инструментов, лицензия на которые необходима [8].

Рассмотрим стоимость на примере базовой редакции «1С: Предприятие» с 100 пользователями и невысоким документооборотом. В этом случае сайзинг выполняется интегратором в рамках этапа проектирования системы.

Сайзинг позволяет сформировать детальную спецификацию необходимого оборудования для внедряемой системы. Существуют два основных подхода к построению инфраструктуры:

Инвестирование в собственную инфраструктуру:

- преимущества: Полный контроль над оборудованием и данными;

- недостатки: Высокие первоначальные затраты, необходимость обслуживания и обновления оборудования.

Аренда серверных мощностей у внешнего провайдера:

- преимущества: Низкие первоначальные затраты, гибкость масштабирования, отсутствие необходимости обслуживания;

- недостатки: Зависимость от провайдера, дополнительные операционные расходы на аренду.

При аренде, затраты на оборудование почти не влияют на бюджет проекта, так как они относятся к капитальным вложениям. Однако арендные платежи войдут в операционные расходы компании.

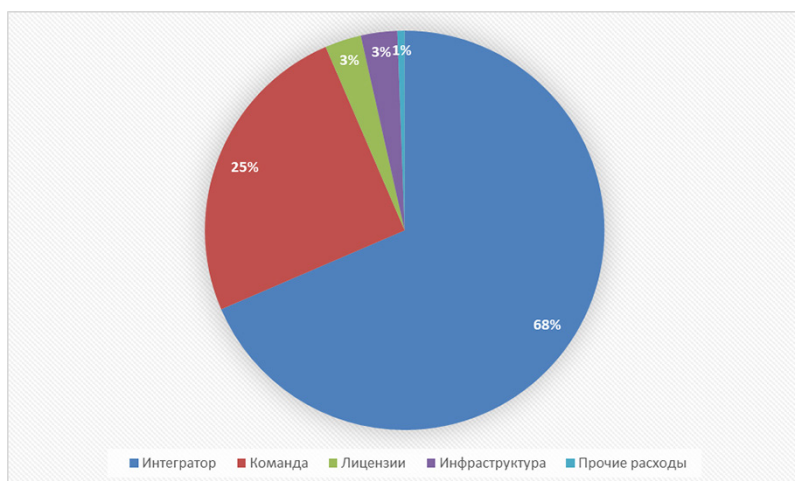
На рынке представлено много вариантов, включая российские сервисы, такие как Яндекс.Облако и Селектел, а также крупных международных игроков, несмотря на их уход с российского рынка. Цены на аренду являются конкурентными.

Для простого сценария использования «1С: Предприятие» требуется 2–3 сервера: один для приложений, другой для СУБД, и, возможно, терминальный сервер. Ожидается, что потребуется полная замена старого оборудования, при этом предпочтение отдается собственной инфраструктуре.

Примерная стоимость подходящего сервера составляет около 500 тысяч рублей. Эта цифра может варьироваться в меньшую сторону, например, если не потребуется терминальный сервер или будет использоваться бывшее в употреблении оборудование. Но она также может увеличиться, например, если понадобится отдельное дисковое хранилище.

Таким образом, точная стоимость инфраструктуры будет зависеть от конкретных требований к производительности и масштабируемости системы, а также от возможности использования существующего оборудования. Детальный сайзинг, проводимый интегратором, поможет оценить необходимые ресурсы и их предварительную стоимость.

Если сложить все упомянутые выше затраты, мы получаем примерную стоимость проекта в 34 миллиона рублей, при этом туда входят услуги интегратора (23,3 миллиона рублей), собственная команда (8,5 миллионов рублей), лицензии (1 миллион рублей), инфраструктура (1 миллион рублей), прочие расходы (0,2 миллиона рублей). Общие затраты представлены на рисунке.



Общие затраты

Заключение

В научной работе рассмотрено внедрение системы мониторинга IC: Предприятие на АТП, изучены сферы, в которых можно использовать данное программное оборудование, разобраны адаптированные методологии IC и стоимость внедрения IC: Предприятие (*ERP*, *УПП*).

Литература

1. *Афанасьев А. С., Богданов М. В., Федотов В. Н.* Проблемы современной транспортной науки, техники и технологии // Учебное пособие: Свое изд-во, 2020 – 75 с.
2. *Афанасьев А. С., Евстафьев П. В.* Контроль технического состояния транспортных средств с использованием удаленного доступа // науч. статья – 2023, 83–86 с.

3. 1С: Предприятие. Управление Автотранспортом. URL: <https://solutions.1c.ru/catalog/autotransport-standart/gsm> (дата обращения: 20.10.2024).
4. 1С: Предприятие. Стоимость услуг. URL: <https://solutions.1c.ru/price/?list=page-2> (дата обращения: 20.10.2024).
5. Курилова А. С. Современные системы слежения и мониторинга транспорта, используемые на автотранспортных предприятиях // Науч. ст., 2012, 1–4 с.
6. Афанасьев А. С., Дибров Н. В. Системы мониторинга топлива // Науч. ст. – 2024, 53–59 с.
7. Обзор системы 1С: Предприятие. URL: <https://1c.by/v8/> (дата обращения: 20.10.2024).
8. 1С: Консалтинг. URL: <https://consulting.1c.ru/> (дата обращения: 20.10.2024).

УДК 62-5

Платон Олегович Волков,
студент
Михаил Валентинович Богданов,
канд. пед. наук, доцент
(Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II)
E-mail: pvolkov290@gmail.com,
Bogdanov_MV@pers.spmi.ru

Platon Olegovich Volkov,
student
Mikhail Valentinovich Bogdanov,
PhD in Sci. Ped., Associate Professor
(Empress Catherine II Saint Petersburg
Mining University)
E-mail: pvolkov290@gmail.com,
Bogdanov_MV@pers.spmi.ru

**МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ
АРХИТЕКТУРЫ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК
ДЛЯ ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН**

**METHOD OF CONSTRUCTION OF PHYSICAL
ARCHITECTURE OF COOLING SYSTEM
OF POWER PLANTS TRANSPORTATION-
TECHNOLOGICAL MACHINES**

В связи с тенденциями роста цен на нефтяные виды топлива и экологической обстановкой крупных городов в настоящее время возрастает актуальность применения тяговых аккумуляторных батарей на транспорте. В этой статье я постараюсь объяснить, что представляет собой транспорт будущего, которое уже становится настоящим.

Актуальность исследования заключается в том, что в настоящее время транспортно-технические машины, работающие на двигателях внутреннего сгорания, устаревают и на смену их приходят машины, использующие электроэнергию.

Значимость данной темы выражается в совершенствовании показателей эксплуатации транспортно-технологических машин с помощью системы охлаждения тяговой аккумуляторной батареи, что позволит увеличить срок эксплуатации и энергоэффективность аккумулятора.

Ключевые слова: тяговые аккумуляторные батареи, системы охлаждения, электротранспорт, водяное охлаждение, воздушное охлаждение.

Due to the trends of rising prices for oil-based fuels and the environmental situation in major cities, the relevance of using traction batteries in transportation is increasing. In this article, I will try to explain what the transport of the future entails, which is already becoming a reality.

The significance of this research lies in the fact that current transportation vehicles, powered by internal combustion engines, are becoming obsolete, and they are being replaced by vehicles that run on electricity.

The importance of this topic is evident in the improvement of the operational performance of transportation vehicles through a cooling system for traction batteries, which will increase the lifespan and energy efficiency of the battery.

Keywords: batteries, cooling systems, electric car, water cooling, air cooling.

Введение

Одной из важнейших проблем эффективного использования *Li* аккумуляторных батарей, является поддержание рабочей температуры при их эксплуатации и заряде.

Для того чтобы аккумуляторные батареи работали дольше и эффективнее, необходимо их не перегревать и не переохлаждать, а эксплуатировать при рабочих температурах. Поскольку в большинстве электрические транспортные средства используют *Li* аккумуляторы, для них перегрев очень опасен, т.к. кроме сокращения срока службы аккумуляторной батареи и снижения рабочих характеристик, существует риск возгорания источника питания. *Li* аккумуляторы известны своей высокой плотностью энергии, удельная мощность батарей может быть нарушена, если аккумулятор не охлаждать до требуемой температуры. Также при увеличении температуры аккумулятора, скорость саморазряда аккумулятора увеличивается.

Решение проблемы охлаждения аккумуляторных батарей, применяемые на транспортно-технологических машинах, важная задача, обеспечивающая их эффективное и надежное использование.

Виды аккумуляторных батарей

В работе планирую рассмотреть три вида аккумуляторных батарей:

1. *LiFePO₄* (литий-фосфато-железные);
2. *LiNiCoAlO₂ (NCA)* (литий-никель-кобальт-алюминиевые);
3. *LiNixMnyCozO₂ (NMC)* (литий-никель-марганец-кобальтовые);

Сравнительные характеристики аккумуляторов представлены

в таблице.

Электрохимия	Плотность энергии	Число циклов	Рабочая температура	Тепловой пробой
LiFePO ₄	130–200 Втч/кг	2000	–30 до +60 °С	270 °С
LiNiCoAlO ₂ (NCA)	250–300 Втч/кг	1000	+10 до +40 °С	150 °С
LiNixMnyCozO ₂ (NMC)	200–260 Втч/кг	1500	–20 до +60 °С	210 °С

Сравнительные характеристики Li аккумуляторов

В таблице видно, как сильно отличаются друг от друга Li аккумуляторы разной химии. *LiFePO₄* имеют самую маленькую плотность энергии, но за счет количества циклов, рабочей температуры и высоком тепловом пробое эти аккумуляторы пользуются большой популярностью. Такие аккумуляторы применяют на электробусах, электрических судах и транспортных средствах, где вес и место позволяют их установить.

Аккумуляторы *NCA* имеют самую большую плотность энергии, но число циклов работы гораздо меньше, чем у других аккумуляторов. Литий-никель-кобальт-алюминиевые аккумуляторы очень капризны к температурам работы и тепловой пробой начинается на 150 градусах. Такие аккумуляторы распространены на мощных/спортивных электромобилях, где очень важно не утяжелять автомобиль и место ограничено.

Аккумуляторы *NMC* имеют меньшую плотность энергии, чем *NCA*, но количество циклов и рабочая температура позволяет более безопасно их эксплуатировать. Распространены на электромобилях и электробусах.

Почему это так важно охлаждать аккумуляторную батарею?

1) При эксплуатации батареи не в рабочем температурном режиме ее ресурс и энергоэффективность уменьшается.

2) Важно не допускать тепловой пробой аккумуляторной батареи. При тепловом пробое аккумуляторная батарея может достигать до 1000 °С, что в лучшем случае выведет элемент из строя, в худшем привести к возгоранию.

Охлаждение аккумуляторных батарей

Жидкостное охлаждение бывает рекуперативное и регенеративное.

Рекуперативное охлаждение. Речь идет об установке холодных пластин и проточных каналов вокруг батареи или между элементами батареи. Охлаждающая жидкость протекает через эти каналы охлаждающей пластины и отводит тепло, выделяемое аккумулятором.

Регенеративное охлаждение. Это когда элементы батареи погружены в охлаждающую среду, что значительно снижает контактное тепловое сопротивление и усиливает охлаждающий эффект

В своей диссертации рассмотрю и сравню эти два способа по эффективности, затратам и весу. Планирую нарисовать в *SOLIDWORKS* математическую модель систем и сделать полный анализ какая и где может быть применена.

Воздушное охлаждение

В своей работе я буду рассматривать только активное воздушное охлаждение. Считаю, что охлаждение аккумуляторных батарей не должно зависеть от внешних факторов (температуры воздуха, движения автомобиля и т. д.).

Активное воздушное охлаждение – это система, которая использует вентиляторы или другие механические устройства для отвода тепла от аккумуляторных батарей.

В своей работе нарисую в *SOLIDWORKS* математическую модель системы и сделаю анализ и где может быть применена. Сравню с водяным охлаждением.

Расчетная часть

Тепловыделение аккумуляторной батареи

Выделяемое тепло

$$q_c = h_c \cdot A \left(T_s - \frac{T_{b1} + T_{b2}}{2} \right) = mnC_p (T_{b1} + T_{b2})$$

Мощность теплового потока:

$$P = \frac{q_c}{\Delta t}$$

Теплоемкость аккумулятора:

$$c_6 = \frac{q_c}{M_B \cdot \Delta t}$$

где M_B – масса аккумулятора

Водяное охлаждение

Расчет расхода теплоносителя:

1. Разность температур перед ТА и после:

$$\Delta t_1 = t_{\text{перед}} - t_{\text{после}}$$

2. Расход забортной воды через ТА:

$$V_2 = \frac{K_3 Q_{\text{ПВ}}^{\text{Д}}}{\rho_{\text{ЗВ}} C_{\text{ЗВ}} \Delta t_{\text{В}}^{\text{ОПВД}}} - \text{объемный расход}$$

$$G_2 = \frac{Q}{c_2 \cdot (t_{2\text{к}} - t_{2\text{н}})} - \text{расход в (кг/с)}$$

3. Средний температурный напор:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\text{б}} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln \left(\frac{\Delta t_{\text{б}}}{\Delta t_{\text{м}}} \right)}$$

4. Определяем рациональную скорость движения воды в каналах аккумуляторной батареи:

$$a_1 = 3940 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right); t_{\text{ср}} = \frac{t_{\text{ср.в}} + t_{\text{ср.з.в.}}}{2}; \zeta_1 = 3.3;$$

$$w_1 = 2 \cdot \sqrt[3]{\frac{a_1 (t_{\text{ср. в.}} - t_{\text{ср. з. в.}}) \Delta P_1}{C_1 (t_{1\text{н}} - t_{1\text{к}}) \rho_1^2 \zeta_1}}$$

5. Критерий Рейнольдса:

$$Re_1 = \frac{w_1 \cdot d_2}{\nu_1}$$

6. Критерий Нуссельта:

$$Nu_1 = 0,135 Re_1^{0.73} \cdot Pr_1^{0.43} \cdot \left(\frac{Pr_1}{Pr_{cm}} \right)^{0.25}$$

7. Коэффициент теплоотдачи по полученному значению Nu:

$$\alpha_1 = \frac{Nu_1 \cdot \lambda_1}{d_3}$$

Гидравлический расчет:

1. Коэффициент гидравлического сопротивления:

$$\zeta_1 = \frac{22,4}{Re_1^{0.25}}$$

2. Гидравлическое сопротивление при этом:

$$\Delta P'_1 = \zeta_1 \cdot \frac{L_n}{d_3} \cdot \rho_1 \cdot \frac{w_1^2}{2} \cdot X_1$$

3. Скорость движения воды внутри акб:

$$w_1 = \frac{V_1}{f_D}$$

4. Общее гидравлическое сопротивление: $\Delta P_{общ} = \Delta P_1 + \Delta P_n$

5. Мощность, необходимую на преодоление гидравлических сопротивлений при прокачивании воды через систему охлаждения:

$$N_1 = \frac{V_1 \Delta P_{общ}}{n_1}$$

Воздушное охлаждение

Расчет требуемого воздухообмена аккумуляторной батареи

1. Теплопритоки через ограждающие поверхности определяют по формуле:

$$Q_{ог} = K \cdot F (t_n - t_{п}), \text{ Вт}$$

2. Объемный расход воздуха определяется по формуле:

$$L = \frac{3600 \cdot Q_{ог}}{C_p \cdot \rho \cdot (t_{п} - t_{под})}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

3. Температура смеси воздуха определяется по формуле:

$$t_{\text{см}} = \frac{G_{\text{н}} t_{\text{н}} + G_{\text{р}} t_{\text{р}}}{G_{\text{н}} + G_{\text{р}}}, ^\circ\text{C}$$

4. Требуемая тепло и холодопроизводительность определяется по формуле:

$$Q_{\text{ох}} = c \cdot L_{\text{ох}} \cdot \rho \cdot (i_{\text{вх}} - i_{\text{вых}}), \text{ кВт}$$

5. Объемный расход воздуха, подаваемого:

$$L = \frac{Q_{\text{полн}}}{\rho(i_{\text{п}} - i_{\text{под}})}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

6. Объемный расход удаляемого воздуха:

$$L_{\text{ак}} = 0,11 \cdot J \cdot n, \text{ м}^3/\text{ч}$$

Расчет производительности вентилятора

1. Производительность вентилятора: $Q = \frac{V}{t}; [\text{м}^3/\text{с}]$

2. $P_{\text{динамическое}} = \frac{\rho \cdot \omega^2}{2} [\text{Па}]$

3. Напор вентилятора: $P_{\text{полное}} = P_{\text{статическое}} + P_{\text{динамическое}}$

4. Мощность вентилятора: $N = \frac{Q \cdot P}{1000 \cdot \eta} [\text{кВт}]$

Вывод

В ходе написания магистерской диссертации планирую выполнить аналитическую работу по изучению и разработке системы охлаждения аккумуляторной батареи на электротранспорте.

Собираюсь разработать эффективную систему, которая удовлетворяет всем требованиям безопасности и эффективности. Планирую выполнить техническое обоснование проекта.

Литература

1. Диденко В. Ф. К проектированию систем охлаждения главных и вспомогательных двигателей дизельных судовых энергетических установок. 2005. – 130 с.
2. Андреев М. М., Берман С. С., Буглаев В. Т., Костров Х. Н. Теплообменная аппаратура энергетических установок. 1963. – 240 с.
3. Гоголев Г. В., Свириденко И. И., Тимофеев В. А. Структурные схемы современных систем охлаждения СДЭУ, особенности комплектации и технической эксплуатации.
4. Сальникова С. Р., Черников И. А. Вентиляторы.
5. Самойлов А. Г., Самойлов С. А. Устройства электропитания.

УДК 629.018

Артём Алексеевич Дударев,

магистрант

Игорь Михайлович Блянкинштейн,

д-р техн. наук, профессор

(Санкт-Петербургский государственный

архитектурно-строительный университет)

E-mail: blyankinshtein@mail.ru

Artem Alekseevich Dudarev,

Master's degree student

Igor' Mihajlovich Blyankinstein,

Dr. Sci. Tech., Professor

(Saint Petersburg State University

of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: blyankinshtein@mail.ru

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАШИННОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

APPLICATION OF MACHINE VISION TECHNOLOGIES FOR MONITORING THE TECHNICAL CONDITION OF VEHICLES

Для контроля технического состояния транспортных средств было предложено использование технологий машинного зрения. В качестве средства видеофиксации может выступать обычная камера. Для обработки входящих изображений используется нейросеть, обученная на аннотированном наборе фотографий. Полученные в результате работы системы данные можно применить для определения гаражного и регистрационного номеров, а также выявлять неисправности световых приборов и стекол.

Ключевые слова: машинное зрение, автоматизированная система, нейросетевые технологии, техническое состояние, автобус.

The use of machine vision technologies has been proposed for monitoring the technical condition of vehicles. Ordinary cameras can act as means of video recording. A neural network trained on an annotated set of photos can process incoming images. The data obtained from the system can be used to determine garage and registration numbers as well as identify malfunctions in lighting devices and glass.

Keywords: computer vision, automated system, artificial intelligence, technical condition, bus.

Введение

Автотранспортные предприятия обязаны техническое состояние своего состава для обеспечения безопасности дорожного движения. Крупные автоколонны сталкиваются с проблемой нехватки

времени, отчего рабочие начинают свои смены раньше. Для сокращения времени проведения осмотра рассматривается использование компьютерного зрения для проведения органолептического контроля состояния некоторых элементов транспортного средства, таких как: Внешние световые приборы и световозвращатели; Стекла и обзорность места водителя [1].

Подготовка нейросети

Для обучения нейросети необходимо создать набор данных для обучения. В него входят изображения автобусов с прописанными аннотациями – регионами на изображении, которые относятся к конкретным элементам автобуса, например: фара, стекло и т. д. При процессе обучения изображения делятся на три категории: тренировочные, тестовые и проверочные [2]. На рис. 1 [3] представлена часть набора, использованного в дальнейшем для обучения.

Тренировочный набор изображений используется для обучения модели. При применении этого набора происходит корректировка внутренних параметров нейросети – весов, для приближения выходных результатов к аннотациям. В то же время применяется набор тестовых изображений. Это необходимо для избежания сверхобучения модели на особенностях, характерных исходному набору данных. Для определения результатов обучения применяется проверочный набор. При обучении модель проходит через множество поколений, в каждом из которых вводятся изменения в веса с целью получения требуемого результата [2].

Результаты

Идеальный результатом обучения является единичная матрица соответствия. В таком случае программа всегда уверена в том, что расположено на изображении. Матрица с текущими результатами обучения модели представлена на рис. 2.

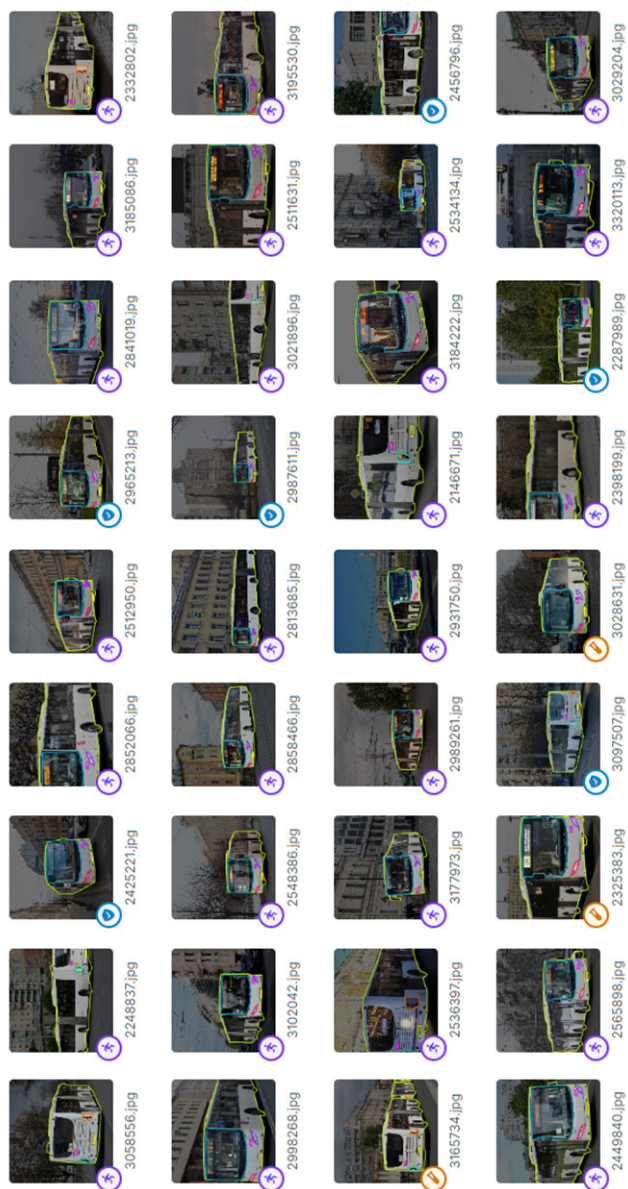


Рис. 1. Аннотированный и распределенный набор данных

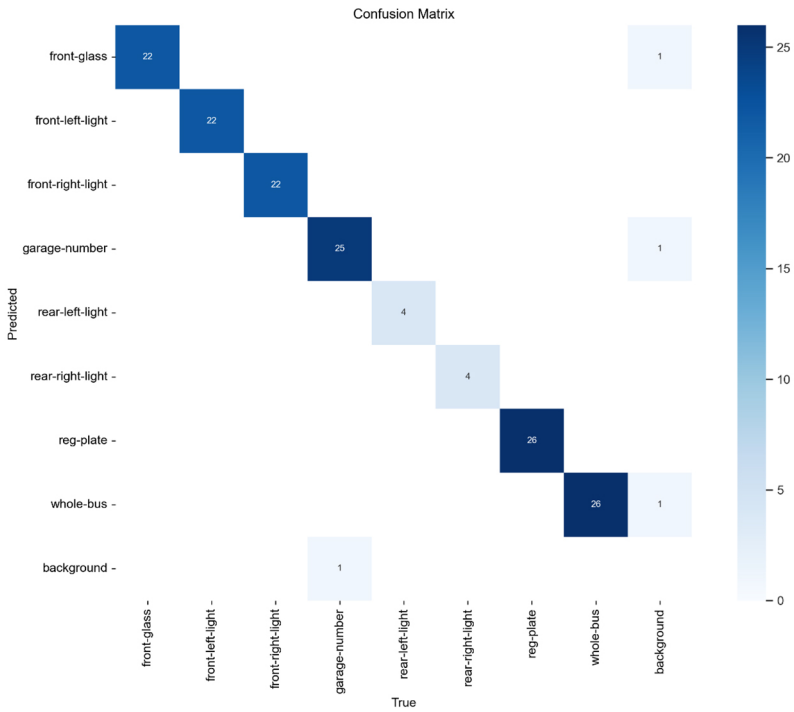


Рис. 2. Матрица соответствия

Применение

После проведения обучения нейросети она может обрабатывать новые изображения. Результатом такой обработки будет таблица с относительным положением искомых элементов на изображении, с коэффициентами уверенности. Визуализация результатов обработки обученной нейросети представлена на рис. 3.



Рис. 3. Результат обработки входного изображения

Заключение

В данной статье рассмотрено использование технологий машинного зрения и нейросетей для определения технического состояния транспортных средств. Для получения лучших результатов необходимо расширить набор данных для обучения, добавив вариации с неисправностями и недочетами. Разнообразие изображений позволит в дальнейшем расширить функционал программного обеспечения.

Литература

1. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 15.01.2021 № 9 «Об утверждении Порядка организации и проведения предрейсового или предсменного контроля технического состояния транспортных средств».
2. Train Test Split Guide and Overview [Электронный ресурс] URL: <https://blog.roboflow.com/train-test-split-with-roboflow/> (дата обращения: 24.10.2024).
3. Roboflow [Электронный ресурс] URL: <https://app.roboflow.com/> (дата обращения: 22.10.2024).

УДК 621.22-546

Дмитрий Андреевич Кутулупов,
магистрант

Игорь Олегович Черняев,

канд. техн. наук, доцент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: dkutulupov@mail.ru,

chernjaev@lan.spbgasu.ru

Dmitriy Andreevich Kutulupov,
Master's degree student

Igor Olegovich Chernyaev,

PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: dkutulupov@mail.ru,

chernjaev@lan.spbgasu.ru

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ГИДРОПРИВОДОВ СПЕЦТЕХНИКИ

ANALYSIS OF POSSIBILITIES OF IMPORT SUBSTITUTION OF PARTS OF HYDRAULIC DRIVES OF SPECIAL-PURPOSE MACHINERY

Уход европейских производителей гидравлического оборудования с российского рынка негативно сказался на таких секторах промышленности, как сельское хозяйство, лесозаготовки, строительство и машиностроение, которые активно используют спецтехнику. Отсутствие возможности с той же эффективностью использовать отечественные аналоги побудил к написанию данной статьи. В ней будет представлен алгоритм действий, направленный на эффективное решение вопросов импортозамещения комплектующих, проиллюстрированный на примере одной из актуальных проблем. Будет рассмотрена возможность усовершенствования отечественных аналогов, для ухода зависимости российского рынка от импортных комплектующих.

Ключевые слова: гидроприводное оборудование, золотник гидравлического распределителя, импортозамещение деталей, обратный инжиниринг, спецтехника.

The withdrawal of European manufacturers of hydraulic equipment from the Russian market has had a negative impact on such industrial sectors as agriculture, logging, construction and machine building, which actively use special equipment. The lack of possibility to use domestic analogues with the same efficiency has prompted the writing of this article. It will present an algorithm of actions aimed at effective solution of the issues of import substitution of components, illustrated by the example of one of the actual problems. The possibility of improvement of domestic analogues will be considered, for leaving the dependence of the Russian market on imported components.

Keywords: hydraulic drive equipment, hydraulic distributor spool valve, parts import substitution, reverse engineering, special machinery.

Гидроприводное оборудование представляет собой сложные и высокоточные устройства, требующие регулярного ремонта и замены изношенных деталей, как и любой другой вид техники. Современная санкционная политика, с которой столкнулась Российская Федерация после февраля 2022 года, привела к значительным изменениям рынка [1]. Уход европейских производителей с российского рынка спровоцировал необходимость импортозамещения. Начался поиск более доступных аналогов гидравлического оборудования, которые были отечественного производства. В свою очередь при эксплуатации в привычных условиях они показали ряд недостатков, которые отсутствовали у оригинальных европейских образцов. Это создало потребность в адаптации отечественных моделей к современным условиям эксплуатации.

В данной статье рассматриваются проблемы, связанные с эксплуатацией гидравлических распределителей. Дело в том, что замена импортного гидравлического распределителя – фирмы *PARKER* модели *F130*, на аналогичный отечественный – фирмы Гидронт модель *PIC160* (рис. 1), вызывает ряд проблем при эксплуатации. В частности, это вызывает увеличение температуры рабочей жидкости за пределы допустимого уровня, что, в свою очередь, снижает эффективность работы всей гидравлической системы. Анализ показал, что основные отличия между этими распределителями заключаются в геометрических характеристиках их запорно-регулирующих элементов – золотников. Таким образом, возникает задача усовершенствования конструкции золотника в отечественном гидравлическом распределителе для устранения вышеупомянутых проблем.

В статье будет представлен алгоритм действий, необходимый для решения этой задачи. В качестве наглядного примера внутренней конфигурации гидравлического распределителя показан поперечный разрез двух секций гидравлического распределителя *PARKER F90* (рис. 2), геометрия конструкции которого аналогична распределителю *PARKER F130*.

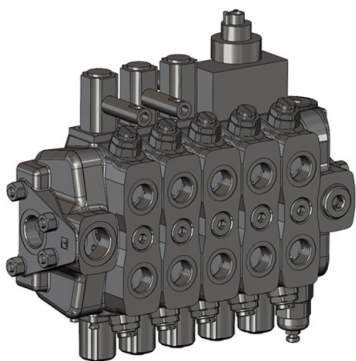


Рис. 1. Гидрораспределитель
Гидронт P1C160



Рис. 2. Гидрораспределитель
PARKER F130 в разрезе

Первым делом необходимо определиться с методом усовершенствования конструкции золотника. Всего их два: прямое проектирование и обратный инжиниринг.

Прямое проектирование – включает процесс создания золотника с нуля, начиная с расчетов, создания его эскизов и заканчивая созданием конструкторской и технологической документации, на основе заданных требований и спецификаций. Здесь параметры и технология производства рассчитывается изначально при проектировании.

Обратный инжиниринг – это процесс копирования изделия, в процессе которого можно наглядно разобраться в технологии производства и проанализировать конструктивные особенности существующего изделия. Он подразумевает изучение конструктивных особенностей, принципа работы и функциональности [2].

Обратный инжиниринг позволит создать конструкторскую документацию на золотник фирмы *PARKER* модели F130 (рис. 3) (гидрораспределитель которого показал хорошие эксплуатационные характеристики) и после анализа возможностей производства – заняться модернизацией конструкции отечественного золотника для исключения имеющихся недостатков (рис. 4). Нюансом этого метода является определение правильной технологии производства.



Рис. 3. Золотник от гидрораспределителя
PARKER F130

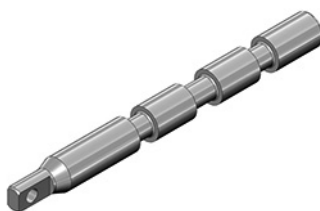


Рис. 4. Золотник
от гидрораспределителя
Гидронт P1C160

Золотник гидравлического распределителя – это ключевой элемент, обеспечивающий точное управление потоками жидкости в гидравлических системах. Его конструктивные особенности способствуют снижению потерь давления и увеличению эффективности работы механизмов [3]. Применение высокоточных технологий в производстве гарантирует надежность, долговечность и устойчивость к воздействиям рабочей среды, что критически важно при высоких нагрузках. Для решения возникшей проблемы с отечественным золотником был выбран метод обратного инжиниринга.

Для обеспечения данного метода производства, следующим шагом, необходимо произвести анализ золотника гидравлического распределителя фирмы *PARKER* модели *F130*. Необходимые задачи, которые необходимо при этом решить следующие:

1. Определить геометрию золотника и выяснить все геометрические особенности его формы;
2. Определить точность изготовления золотника путем снятия корректных размеров с детали с необходимыми допусками на размеры и определения шероховатости поверхности;
3. Определение материала и необходимой термообработки, обеспечивающей необходимую износостойкость.

Решение этих задач позволит оценить возможность создания аналогичного модернизированного отечественного золотника и выбрать подходящую технологию его производства.

Технологии, которыми обладает производственная отрасль Российской Федерации позволяют решить данные задачи: для определения геометрии применяются современные 3D-сканеры

совместно с инструментальным снятием размеров; точность изготовления можно измерить современным измерительным инструментом (микрометры, штангенциркули, профилографы); при подборе материала используются данные, содержащиеся в эксплуатационной документации: паспорт, формуляр, сборочные чертежи и пр., если документация отсутствует, то можно определить с помощью спектрального анализатора, с последующим подбором наиболее близкого по свойствам отечественного аналога (химический анализ); необходимый метод термической обработки можно определить путем анализа условий эксплуатации и измерения твердости материала твердомером [4].

В заключение, можно сказать, что был разработан алгоритм, который даст возможность оценить перспективы модернизации и производства отечественного золотника для гидравлического распределителя компании Гидронт модели *PIC160*, сопоставимого с импортными аналогами. Произвести данный анализ не составляет сложности, есть все необходимые инструменты и оборудование, с помощью которых, можно решить основные задачи обратного инжиниринга. Следующим этапом, на основе этих действий, будет подготовка рабочей конструкторской документации, которая позволит оценить возможности производства модифицированного отечественного золотника, а этот вопрос будет рассмотрен в последующих статьях.

Литература

1. Какие санкции вводили против России в 2022 году и как отвечала Москва // ТАСС URL: <https://tass.ru/info/14538591> (дата обращения: 24.11.2024).
2. Обратный инжиниринг – что это простыми словами // Промцифра URL: <https://promzyfra.ru/articles/obratnyy-inzhiniring-cto-eto-prostyimi-slovami/> (дата обращения: 24.11.2024).
3. Гидрораспределители. Типы. Устройство и схемы работы / РГ Ремсервис [Электронный ресурс] // © 2024 RGC. – URL: https://rggidro.ru/reviews/stati_i_obzory/gidroraspredeliteli_tipy_ustroystvo_i_skhemy_raboty/ (дата обращения: 25.05.2024).
4. Проблемные вопросы и пути их решения при проведении реверс-инжиниринга узлов компрессорных машин [Электронный ресурс] // Текст научной статьи по специальности «Механика и машиностроение» / сост.: Сарманаева А. Ф. и др., URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/problemnye-voprosy-i-puti-ih-resheniya-pri-provedenii-revers-inzhiniringa-uzlov-kompressornyh-mashin> (дата обращения: 24.11.2024).
5. Водин Д. В. Применение технологии обратного инжиниринга в машиностроении // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы IV Междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, июль 2016 г.). СПб. : Свое изд-во, 2016. С. 67–69.

УДК 621.182.233

Кирилл Олегович Новиков,
студент

Леван Ервандович Торосян,
канд. техн. наук, ст. преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: Kirillnovikov955@gmail.com

Kirill Olegovich Novikov,
student

Levan Yervandovich Torosian,
PhD in Sci. Tech., senior lecturer
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)
E-mail: Kirillnovikov955@gmail.com

МЕТОДИКА УЧЕТА ДОРОЖНОЙ ОБСТАНОВКИ И ТРАНСПОРТНЫХ ЗАТОРОВ ПРИ НОРМИРОВАНИИ РАСХОДА ТОПЛИВА

THE METHODOLOGY OF ACCOUNTING FOR THE TRAFFIC SITUATION AND TRAFFIC CONGESTION WHEN RATIONING FUEL CONSUMPTION

В статье представлена методика нормирования расхода топлива, основанная на мониторинге режимов движения транспортного средства. В работе рассматриваются недостатки существующих стандартов нормирования, в частности, использование корректировочных коэффициентов, привязанных к численности населения городов, что может приводить к значительным отклонениям от реальных условий эксплуатации. Предложена альтернативная методика, основанная на учете скорости, ускорения и нагрузки на силовой агрегат, с использованием дополнительного оборудования для фиксации параметров. В статье также рассматривается алгоритм применения поправочных коэффициентов к базовым нормам расхода топлива, что позволяет более точно учитывать реальные условия эксплуатации транспортных средств.

Ключевые слова: расход топлива, режимы движения, методика нормирования, корректировочные коэффициенты, условия эксплуатации, мониторинг, динамика транспортного средства.

The article presents a methodology for normalizing fuel consumption based on monitoring vehicle movement modes. The work discusses the shortcomings of existing normalization standards, particularly the use of adjustment coefficients tied to city population sizes, which can lead to significant deviations from actual operating conditions. An alternative methodology is proposed, based on the consideration of speed, acceleration, and engine load, using additional equipment to record these parameters. The article also discusses an algorithm for applying correction coefficients to baseline fuel consumption standards, allowing for more accurate consideration of actual vehicle operating conditions.

Keywords: fuel consumption, vehicle movement modes, normalization methodology, adjustment coefficients, operating conditions, monitoring, vehicle dynamics.

Цель данной статьи: разработать методику учета дорожной обстановки при нормировании расхода топлива. Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

- Изучить влияние режимов движения транспортного средства на расход топлива;
- Разработать систему мониторинга движения транспортного средства для определения эксплуатационных параметров;
- Разработать алгоритм для определения и обоснования расхода топлива.

Текущие стандарты по нормированию расхода топлива представлены в приказе Минтранса РФ от 14.07.2015. В настоящем документе прописаны надбавки к базовым нормам расхода энергоносителей в определенном диапазоне (например, от 1 до 35 %) без уточнения метода выбора оптимального поправочного значения. При работе транспорта в населенных пунктах поправочный коэффициент берется из расчета количества населения в данном городе, что, как я считаю не совсем корректно, так как фактически, население любого города больше, чем официальное значение и обновляются эти данные достаточно редко (официально не реже чем раз в 10 лет). Привязывать расход топлива к количеству жителей можно, но, как мне кажется, для нормирования расхода топлива можно использовать другие показатели.

Для объяснения того, как будет работать методика учета дорожной обстановки для нормирования расхода топлива, разберем ключевые аспекты: какие данные нам необходимы, как они будут собираться и анализироваться и каким образом можно будет сопоставить эти данные с значениями, которые использовал производитель для определения базового расхода топлива. Основные данные, необходимые для мониторинга:

- Скорость и ускорение. Данные параметры будут фиксироваться с помощью дополнительного оборудования: трехосевой акселерометр (рис. 1). Акселерометр – это средство измерения, предназначено для непрерывного измерения ускорения по трем взаимно ортогональным осям X , Y , Z с частотой 256 измерений/

канал и передачи результатов по интерфейсу RS-485 с периодом в одну секунду.

- Нагрузка на силовой агрегат. Этот параметр будет браться из блока управления ДВС (рис. 2). Используя этот параметр, нам не нужно отдельно вычислять температур окружающей среды, дополнительную массу автомобиля, которую он получил в ходе выполнения транспортной работы, а также рельеф местности, где эксплуатируется данное ТС.

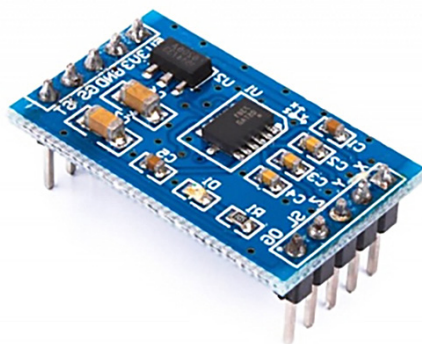


Рис. 1. Трехосевой акселерометр



Рис. 2. Блок управления ДВС

Принцип работы алгоритма.

1. Инициализация:

Определение базовых значений, рекомендованных производителем транспортного средства

2. Сбор данных:

Получение данных о режиме работы ТС:

- Нагрузка на ДВС
- Частота ускорений
- Средняя скорость.

3. Расчет коэффициентов коррекции

Для каждого параметра движения вычисляется коэффициент корректировки расхода топлива.

Например:

● Если частота начальных ускорений превышает 60 % от всего маршрута ТС, то коэффициент равен 1,35 (увеличение на 35 %);

● Если средняя скорость составляет меньше 30 км/ч, то коэффициент равен 1,20 (увеличение на 20 %);

● Если нагрузка на двигатель во время транспортной работы выше 50 % а продолжительность составляет не менее 70 % от всего пути, то коэффициент принимается равным 1,30 (увеличение на 30 %).

4. Применение коэффициентов

Базовая норма расхода топлива корректируется с учетом коэффициентов. Например, произведем расчет для автомобиля *Renault Duster* модификацией: 1,5 л, 109 л. с., дизель, МКПП(4WD).

Базовая норма расхода топлива: 4,8 л/100 км.

Средняя скорость на маршруте составляла 26 км/ч.

Нагрузка на ДВС во время движения транспортного средства была 54 %.

Учитывая полученные данные, рассчитывается фактический расход топлива транспортного средства:

$$4,8 \text{ л} \cdot 1,35 \cdot 1,20 \cdot 1,3 = 10,1 \text{ л} / 100 \text{ км.}$$

На основе представленной методики можно сделать вывод, что использование корректировочных коэффициентов, основанных на фактических режимах работы транспортного средства, позволяет значительно точнее определять фактический расход топлива. Рассмотренные

примеры применения коэффициентов для таких параметров, как средняя скорость и нагрузка на двигатель, демонстрируют, что корректировка базовых норм расхода топлива обеспечивает более объективное представление о фактическом расходе топлива и позволят обосновывать затраты на эксплуатацию.

Литература

1. Минтранс РФ. Приказ от 14.07.2015 № 192 «Об утверждении норм расхода топлива и смазочных материалов». Официальный интернет-портал правовой информации.
2. *Нагорный И. В.* Методики нормирования расхода топлива в условиях городской эксплуатации / И. В. Нагорный // Вестник транспортного машиностроения. – 2019. – № 12(3). – С. 45–53.
3. *Иванов П. А., Смирнов В. Б.* Анализ влияния режимов движения на топливную эффективность транспортных средств // Журнал автомобильной науки. – 2020. – № 8(2). – С. 67–78.
4. *Петров С. Д.* «Использование датчиков для мониторинга эксплуатационных параметров транспортных средств» // Научный журнал «Транспорт и логистика» – 2022. – № 11(1). С. 112–119.

УДК 629.06

Иван Сергеевич Смирнов,
студент

Леван Ервандович Торосян,
канд. техн. наук, ст. преподаватель
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)
E-mail: scooterqwerty11@yandex.ru,
levantor@mail.ru

Ivan Sergeevich Smirnov,
student

Levan Ervandovich Torosyan,
PhD in Sci. Tech., senior lecturer
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering
E-mail: scooterqwerty11@yandex.ru,
levantor@mail.ru

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ МУЛЬТИПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ ПАССАЖИРСКИХ МАРШРУТНЫХ АВТОБУСОВ

MODERNIZATION OF THE DIAGNOSTIC PROCESS OF MULTIPLEX SYSTEMS OF PASSENGER ROUTE BUSES

В статье подробно рассматриваются существующие подходы к диагностированию мультимплексных систем, а также анализируются их недостатки и ограничения. Предложены инновационные решения, направленные на интеграцию новых технологий, таких как Интернет вещей (IoT) и анализ больших данных, для создания более эффективной системы мониторинга и диагностики. Особое внимание уделяется практическому внедрению предложенных методов в условиях Автобусного парка № 6, что позволит улучшить качество обслуживания, снизить время простоя транспортных средств и повысить общую эксплуатационную надежность.

Ключевые слова: мультимплексные системы, диагностика, техническое обслуживание, автобус.

The article examines in detail the existing approaches to diagnosing multiplex systems, and analyzes their shortcomings and limitations. Innovative solutions are proposed aimed at integrating new technologies, such as the Internet of Things (IoT) and big data analysis, to create a more efficient monitoring and diagnostics system. Particular attention is paid to the practical implementation of the proposed methods in the conditions of Bus Depot No. 6, which will improve the quality of service, reduce vehicle downtime and increase overall operational reliability.

Keywords: multiplex systems, diagnostics, maintenance, bus.

только программное обеспечение) и одним главным блоком и дисплеем для отображения информации. И основная проблема этой системы – это сложность диагностики, а точнее, большие временные затраты при выходе какого-либо из блоков из строя.

Предложения по оптимизации поста диагностирования:

1. Согласовать с производителем выбор оборудования, которое поможет упростить процесс диагностики. В настоящее время производитель самостоятельно определяет поставщика блоков и программного обеспечения.

2. Оптимизировать текущий алгоритм проверки блоков.

3. Ввести в штат специалиста по электрооборудованию, который сможет восстанавливать сгоревшие блоки.

4. Сбор и анализ большого количества информации, поступающей от датчиков и компонентов системы, позволяет выявлять закономерности, которые могут указывать на возможные проблемы. Применение методов машинного обучения позволяет прогнозировать возникновение неполадок на основе анализа предыдущих данных.

5. Совместно с нынешним изготовителем блоков разработать и внедрить протокол для применения диагностического оборудования.

Из этого списка предложений решено было начать с наименее затратного, а именно с мониторинга и анализа результатов.

Выбор пал на метод, рассматриваемый в ГОСТ Р ИСО 13379–2009, *FMSA* – это метод, который позволяет определить, какие технологии и стратегии мониторинга будут наиболее эффективными для диагностики и прогнозирования отказов.

Основная цель метода – выбрать такие технологии и стратегии мониторинга, которые обеспечат максимальную достоверность диагноза и прогноза отказа.

Метод позволяет выбрать процедуру, которая будет наиболее чувствительна к обнаружению и скорости изменения диагностического признака. Если чувствительность и достоверность недостаточны, рекомендуется использовать дополнительные процедуры, которые будут совместимы с исходной.

FMSA является модификацией *FMECA*, но в отличие от него, метод *FMSA* акцентирует внимание на выборе диагностических признаков и соответствующей стратегии мониторинга. Если возможные

виды отказов уже известны, то этапы *FMSA* можно пропустить и сразу перейти к анализу.

При применении *FMSA* и создании системы мониторинга необходимо учитывать риски, связанные с отказами каждого вида, ожидаемые скорости развития повреждений, среднее время между отказами каждого вида, виды вторичных отказов, наличие взаимосвязи между отказами разных видов, требуемое время на переход к техническому обслуживанию по результатам мониторинга, обеспеченность запасными частями, показатели надежности и готовности, которые необходимо достичь

Для внедрения системы анализа *FMSA* на автотранспортном предприятии могут потребоваться следующие инструменты:

1. Формирование проектной группы:

Назначение ответственных лиц – определение четкого руководителя проекта и участников команды, которые будут заниматься внедрением системы *FMSA*.

2. Идентификация ключевых процессов и систем:

Определение всех этапов работ на предприятии – детальное изучение всех процессов и систем, которые участвуют в работе АТП.

3. Выявление потенциальных отказов:

Анализ вероятности возникновения отказов – оценка вероятности возникновения отказов в различных системах и процессах предприятия.

Определение причин и последствий отказов – изучение возможных причин отказов и их влияния на работу АТП.

4. Оценка рисков:

Оценка вероятности отказов – количественная оценка вероятности возникновения отказов в различных системах.

Определение влияния отказов – анализ последствий отказов для работы предприятия и безопасности пассажиров.

Приоритезация рисков – определение наиболее критических рисков, которые требуют срочного внимания.

5. Разработка плана мероприятий:

Создание плана действий – разработка конкретных шагов и мероприятий по предотвращению отказов и улучшению систем на предприятии.

Улучшение процессов и систем – внесение изменений для повышения эффективности и безопасности работы АТП.

6. Мониторинг и анализ результатов:

Систематический анализ данных – постоянный мониторинг результатов работы системы анализа отказов для выявления тенденций и улучшений.

Внесение коррективов – на основе анализа данных принятие мер для улучшения работы предприятия и предотвращения возможных отказов.

На данный момент идет сбор статистики для последующего анализа.

Для анализа признаков отказов на автотранспортном предприятии необходим системный подход. Он позволяет выявить, спрогнозировать и предотвратить неполадки, повышая эффективность работы. Анализ учитывает состояние транспортных средств, соблюдение правил перевозки, температурные режимы, гигиену и безопасность продукции. Он выявляет потенциальные проблемы и оперативно принимает меры, улучшая качество услуг и доверие потребителей. В итоге, системный анализ признаков отказов обеспечивает безопасность и качество транспортировки пищевых продуктов, предотвращая возможные отказы и обеспечивая эффективное функционирование подвижного состава.

В заключение, модернизация процесса диагностики мультиплексных систем пассажирских маршрутов автобусов является перспективным направлением с высокой значимостью. Эти системы играют ключевую роль в повышении эффективности и безопасности городского транспорта.

Совершенствование диагностики может сокращать время и затраты на обслуживание, увеличивая надежность автобусов, а также способствовать достижению экологических стандартов за счет улучшения энергоэффективности. Внедрение инновационных методов, таких как системы самодиагностики, открывает новые горизонты в автоматизации и интеллектуальном управлении транспортом.

Таким образом, дальнейшие исследования в этой области могут внести значительный вклад в улучшение качества перевозок,

комфорта и безопасности для пассажиров, что делает эту тему крайне актуальной.

Литература

1. *Denton T.* Автомобильные электрические и электронные системы: Автомобильные технологии // Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. New York: Routledge, (2012).
2. Бортовая автоматизированная распределенная система управления с рабочим местом водителя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nhc.by/catalog/bortovaya-avtomatizirovannaya-raspredelennaya-sistema-upravleniya-s-rabochim-mestom-voditelya/>
3. Официальный сайт международной организации CAN In Automation [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.can-cia.org/>
4. Официальный сайт международной организации по стандартизации OBD II [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.obdii.com/>
5. ГОСТ Р ИСО 13379–2009. Руководство по интерпретации данных и методам диагностирования.

УДК 656.13

Сергей Александрович Смоляков,
студент
Михаил Валентинович Богданов,
канд. пед. наук, доцент
Руслан Равиллович Сафиуллин,
канд. техн. наук, доцент
(Санкт-Петербургский горный
университет императрицы Екатерины II)
E-mail: punkswave@gmail.com,
Bogdanov_MV@pers.spmi.ru,
Safiullin_RR@pers.spmi.ru

Sergey Alexandrovich Smolyakov,
student
Mikhail Valentinovich Bogdanov,
PhD in Sci. Ped., Associate Professor
Ruslan Ravilovich Safiullin,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Empress Catherine II Saint Petersburg
Mining University)
E-mail: punkswave@gmail.com,
Bogdanov_MV@pers.spmi.ru,
Safiullin_RR@pers.spmi.ru

**МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ
КОНТРОЛЕПРИГОДНОСТИ
ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННЫХ
ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**METHODOLOGY FOR IMPROVING THE TESTABILITY
OF HIGHLY AUTOMATED VEHICLES**

В статье представлен анализ актуальности использования и применения бортовых устройств и компьютеров на базе искусственного интеллекта в автомобилях.

Актуальность данной темы заключается в том, что исследования в этой области позволят решить текущие проблемы, связанные с низким уровнем автоматизации транспортных систем в России, а также позволят повысить уровень контролепригодности высокоавтоматизированных транспортных средств, за счет реализации протоколов обмена информацией между бортовым устройством с встроенным ИИ и датчиками автомобиля.

В рамках данной статьи обобщены и сгруппированы уже имеющиеся данные о применении искусственного интеллекта на автомобильном транспорте.

Ключевые слова: бортовое устройство автомобиля, искусственный интеллект, бортовой компьютер, высокоавтоматизированные транспортные средства.

The article analyzes the relevance of the use and application of on-board devices and computers based on artificial intelligence in automobiles.

The relevance of this topic lies in the fact that research in this area will help to solve the current problems associated with the low level of automation of transport systems in Russia, as well as to increase the level of controllability of highly

automated vehicles, due to the implementation of protocols for information exchange between the on-board device with built-in AI and car sensors.

This article summarizes and groups already available data on the application of artificial intelligence in road transport.

Keywords: on-board vehicle device, artificial intelligence, on-board computer, highly automated vehicles.

Введение

Научные исследования в области внедрения искусственного интеллекта в автономные автомобили (высокоавтоматизированные транспортные средства) направлены на поиск решений множества сложных задач и охватывают широкий спектр тем. Такие исследования обычно сосредоточены на разработке машинного обучения и создании алгоритмов компьютерного зрения, а также разработке моделей и алгоритмов, способных выстраивать оптимальные транспортные маршруты движения ТС и принимать быстрые и безопасные решения в сложных ситуациях на дороге.

Объектом такого рода научных исследований зачастую является бортовое устройство высокоавтоматизированного транспортного средства. Такое устройство обычно является ключевым в автономных автомобилях и представляет собой технически сложную систему, состоящую из большого числа датчиков, которые собирают данные о внешней среде и внутренних параметрах транспортного средства; производительного процессора для обработки больших объемов данных, получаемых с датчиков в реальном времени; оперативной и постоянной памяти для хранения этих данных и программного обеспечения; а также коммуникационных интерфейсов, обеспечивающих обмен данными между устройствами внутри машины и внешними системами (например, с облачными сервисами или другими транспортными средствами) [3].

Предметом же научного исследования является методика внедрения в такое технически сложное бортовое устройство искусственного интеллекта. ИИ в данном случае играет ключевую роль в программном обеспечении транспортного средства, обеспечивая его способностью принимать решения, адаптироваться к окружающей среде и безопасно совершать движение без участия человека. Искусственный интеллект при этом используется сразу для решения

нескольких оперативных задач, таких как: распознавание объектов и ситуаций, принятие решений и планирование маршрута, навигация и симультанная локализация (позволяет ИИ в транспортном средстве одновременно строить карту неизвестной местности и сразу определять свое местоположение на этой карте), адаптация к изменениям в окружающей среде, диагностика и мониторинг состояния ТС, а также обнаружение на маршруте аномалий, потенциальных угроз или аварийных ситуаций [7].

Помимо всего вышеописанного, ИИ также способен мониторить и определять состояние транспортного средства в реальном времени и прогнозировать его техническое состояние в будущем. Это поможет повысить контролепригодность высокоавтоматизированных транспортных средств, что является важным направлением развития подобного рода технологий, которое направлено на улучшение безопасности, надежности и эффективности движения.

Цели и задачи научного исследования

Целью данного исследования является повышение контролепригодности транспортных средств с высокой степенью автоматизации за счет внедрения протоколов обмена информацией между бортовым устройством, оснащенным ИИ и датчиками транспортного средства.

Задачи данного исследования заключаются в следующем:

1. Изучение влияния искусственного интеллекта на управление динамикой транспортного средства. Под влиянием подразумевают оптимизацию систем управления подвеской, торможением и стабилизацией автомобиля с целью повышения управляемости. Также следует изучить возможности искусственного интеллекта по оптимизации работы топливной системы, что может повысить топливную экономичность автомобиля и сократит расходы на топливо.

2. Разработка методики прогнозирования изменений в дорожных системах и системах транспортных средств, а также адаптация рабочих параметров ТС для обеспечения безопасности и эффективности дорожного движения.

3. Одной из задач исследования является практическое применение разработанных методологий оценки и адаптации параметров транспортного средства. Так, разработанные методики могут быть применены к конкретным системам транспортного средства (топлив-

ные системы, тормозные системы, системы подвески, системы климат-контроля и т. д.), а также к совокупности взаимодействия этих систем друг с другом.

4. Не менее важно также проведение анализа экономической эффективности при повышении экономии топлива, снижении затрат на техническое обслуживание, а также определить влияние разработанных методологий на стоимость транспортного средства.

Таким образом, искусственный интеллект позволит нам разрабатывать более сложные и точные алгоритмы управления движением автономных транспортных средств. Например, искусственный интеллект можно использовать для внедрения адаптивных систем управления в транспортных средствах, которые могут динамически регулировать и изменять траекторию и скорость транспортных средств в ответ на изменения дорожных условий (изменения дорожного покрытия, наличие препятствий, изменения погодных условий). Также появляется возможность моделирования и предсказания поведения остальных участников дорожного движения и транспортных систем [9].

Искусственный интеллект также может повысить устойчивость автономных транспортных средств к отказам в штатных (обычных) или аварийных ситуациях. ИИ может анализировать данные о состоянии агрегатов, деталей и узлов транспортных средств, моделировать и прогнозировать возможные неисправности, а также своевременно принимать меры для предотвращения этих чрезвычайных аварийных ситуаций. Недавние достижения и разработки в области высокоавтоматизированного транспорта обеспечили дополнительную безопасность и надежность высокоавтоматизированных ТС за счет расширения возможностей ИИ для моделирования и планирования алгоритмов, что позволило внедрить резервные алгоритмы действий в случае отказа конкретного узла или агрегата [10].

На примере тормозной системы мы можем рассмотреть более конкретную модель влияния искусственного интеллекта на контролепригодность транспортного средства. Так, например, искусственный интеллект может управлять антиблокировочной системой и системой контроля устойчивости – *ABS* и *ESC* соответственно. Управляя *ABS*, ИИ может предотвращать блокировку колес при резком торможении, что позволит поддерживать управляемость автомобиля

на скользких поверхностях, таких как лед и мокрый асфальт, избегав заносов и попаданий в колею. В системе же *ESC* искусственный интеллект может анализировать данные о скорости вращения каждого колеса и углах поворота управляемых колес для того, что предотвратить пробуксовку, повысить сцепление с дорогой, а также повысить общую устойчивость автомобиля на дороге. В этом случае *ESC* автоматически применяет торможение к одному или нескольким колесам, распределяя тормозные усилия в зависимости от траектории движения ТС, пробуксовки и длине тормозного пути для того, чтобы поддержать контроль над автомобилем. Не менее важным будет и то, что ИИ сможет подстраиваться под тормозные системы различных автомобилей и корректировать траекторию согласно характеристик автомобиля и фактических погодных условий.

Говоря об искусственном интеллекте на транспорте, нельзя не сказать также и о топливной эффективности автомобиля. Так, бортовое устройство (компьютер) с ИИ в нем может еще и контролировать режим движения автомобиля – ускорение, торможение и поддержание скорости, основываясь на данных с двигателя и трансмиссии. Искусственный интеллект обеспечивает более плавное управление ускорением и замедлением, выбирая лучший момент для переключения передачи, анализируя количество оборотов двигателя, количество потребляемого топлива и другие параметры.

В гибридном или полностью электрическом АТС искусственный интеллект может управлять рекуперативным движением (это тип электрического тормоза, который использует электричество, вырабатываемое тяговым двигателем для зарядки тягового аккумулятора) для экономии топлива гибридным автомобилем или частично его восстановления заряда электрического АТС.

Использование искусственного интеллекта в автономных транспортных средствах может значительно повысить топливную экономичность за счет оптимизации управления, прогнозирования дорожных условий, адаптации к окружающей среде и управления потреблением энергии, что не только снизит эксплуатационные расходы, но и улучшит тяговые и скоростные характеристики, а также повысит общую надежность и эффективность автомобиля.

1. История вопроса исследования

История исследования возможности отказа от водителя или оператора на автомобильном транспорте началась в 1960-х годах прошлого века и уже насчитывает несколько десятков лет. С ростом технологического прогресса повышалось и количество научных достижений в этой области, которые в итоге привели к интеграции искусственного интеллекта в бортовое устройство автономного транспортного средства.

1.1. Ранние исследования и эксперименты (1960-е – 1990-е годы)

Как упоминалось выше, первые эксперименты по созданию беспилотных автомобилей начались в 1960-х годах. Одним из первых таких проектов был автомобиль, разработанный в Стэнфордском университете, который мог следовать за проводом, интегрированным в дорожное покрытие. Первый автоматизированный автомобиль с восприятием окружающей среды был разработан в 1977 году в лаборатории машиностроения Университета Цукуба. Исследовательская группа занималась разработкой беспилотных транспортных средств на протяжении 20 лет. В документе 1994 года говорится о транспортном средстве, сконструированном компанией *Toyota*. С помощью одной камеры машина была способна проехать по разметке 50 м со скоростью 50 км/ч.

По утверждениям независимых экспертов, первый полностью автономный автомобиль удалось создать группе немецких исследователей под руководством пионера робототехники Эрнста Дикманса в 1980 году.

По проекту Дикмансом было написано несколько научных работ, в которых описывается каждая деталь автомобиля. Удивительно, но многие технологии, применяемые более 30 лет назад предвосхитили многое из того, что сейчас применяется в современных беспилотниках.

На основе разработок Дикманса с 1987 по 1995 год действовал проект «Прометей», направленный на совершенствование беспилотных автомобилей. В «Прометей» было вложено более \$1 млрд., что сделало его самым дорогим в истории проектом по созданию роботизированных автомобилей. В 1994 году автомобиль «*VAmP*» *Mercedes* оборудованный технологиями Дикманса на протяжении нескольких часов самостоятельно на скорости до 130 км/ч передвигался по улицам

Парижа, поворачивал, обгонял другие автомобили и перестраивался из одной полосы в другую.

В середине 1990-х годов большой толчок к развитию беспилотных автомобилей дал прорыв в области искусственного интеллекта, нейронных сетей и машинного обучения.

1.2. *DARPA Grand Challenges* и развитие ИИ в автономном транспорте (2000-е годы)

DARPA — *Defence Advanced Research Project Agency* (Агентство перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США), агентство по научным и прикладным разработкам, занимающееся финансированием наиболее передовых технологий, которые могут быть использованы американской армией. Ключевым моментом в развитии автономных транспортных средств стало проведение соревнований *DARPA Grand Challenge* в США в 2004 и 2005 годах. Эти соревнования стимулировали развитие технологий автономных транспортных средств. Задачей участников было создание автомобилей, способных пройти сложные маршруты по пустыне без участия человека. В 2004 году ни одна команда не смогла добраться до финиша, но уже в 2005 году 5 машин смогли успешно пройти трассу. Это стало важнейшим шагом в развитии автономных транспортных средств.

Это событие стало катализатором многих исследований и разработок в области искусственного интеллекта и робототехники. Технологии, использованные в соревнованиях, включали использование лидаров, *GPS*, инерциальных измерительных приборов, компьютерного зрения и различных алгоритмов машинного обучения.

1.3. Коммерциализация и развитие технологий (2010-е годы – настоящее время)

В 2010-х годах крупные технологические компании и автопроизводители начали активно инвестировать в разработку автономных транспортных средств. В 2009 году *Google* (позже подразделение *Waymo*) запустил проект автономного автомобиля, направленный на разработку технологий для полностью автономного вождения.

В 2010 году была протестирована одна из первых моделей автономного автомобиля *Waymo*. Автомобиль проехал без сопровождения водителя 1600 километров и еще 226 000 километров с поддерж-

кой специалиста. Спустя два года компания Google сообщила, что их беспилотные автомобили *Waymo* преодолели уже около 500 000 километров без прямого участия водителя.

К середине 2010-х годов созданием беспилотных автомобилей занялись десятки компаний, начиная от стартапов и заканчивая лидирующими автоконcernами. *Google*, которая не первый год тестировала беспилотники, в 2014 году представила автомобиль без руля и педалей. Тогда же появилась общепринятая сегодня классификация уровней автономности от SAE. А всего годом позднее *Tesla* начала рассылать клиентам обновление, добавляющее на их машины автопилот.

Развитие беспилотного транспорта шло и в России, причем ускоренными темпами. В 2017 году Яндекс впервые анонсировал свою самоуправляемую машину и показал, как та ездит на закрытой территории, а уже через год у компании появилось два тестовых сервиса беспилотного такси в Сколково и Иннополисе. Что интересно, в России разработчики автономного транспорта не были сконцентрированы в основном на легковых автомобилях: еще до Яндекса «КамАЗ» разработал беспилотный грузовик, а *Cognitive Technologies* испытывала роботракторы.

1.4. Современные исследования (2020-е годы и далее)

На сегодняшний день исследования в области автономного транспорта продолжают и охватывают несколько областей. Одной из основных проблем является безопасность автономных транспортных средств и их способность должным образом реагировать на сложные дорожные ситуации. Также поднимается проблема принятия этических решений в ситуациях, требующих немедленной реакции.

Сенсорные технологии, алгоритмы машинного обучения, безопасность, интеграция с городской инфраструктурой, регулирование и стандартизация в настоящее время считаются ключевыми областями и направлениями в развитии искусственного интеллекта на автономном транспорте.

Также современные исследования сосредоточены на усовершенствовании лидаров и радаров для более точного обнаружения и идентификации объектов в различных условиях, что, помимо прочего, включает разработку более компактных и недорогих датчиков и сенсоров, которые можно интегрировать в автомобиль. Кроме того,

в настоящее время для обработки данных, полученных с датчиков транспортных средств, используются более сложные нейронные сети и модели глубокого обучения. Они помогают с высокой точностью распознавать объекты, прогнозировать поведение других участников дорожного движения и принимать решения в режиме реального времени. А такие технологии как *V2X (vehicle-to-everything)* и «умный город» предназначены для улучшения взаимодействия между автономными транспортными средствами и городской инфраструктурой, например, дорожными знаками, светофорами или другими транспортными средствами.

В целом, история исследований возможностей искусственного интеллекта в автономном транспорте демонстрирует свое стремительное развитие и серьезные достижения в области автономного вождения, но многие проблемы, задачи и вызовы еще предстоит решить.

2. Научные достижения по выбранному направлению и объёму научного исследования

В современном мире научная деятельность пользуется большим спросом. На каждую проблему находятся тысячи ученых, студентов и научных сотрудников по всему миру, предлагающих решение. Так, разработкой высокотехнологичных диагностических модулей бортовых компьютеров для автомобилей занимаются множество энтузиастов, начиная от технологических корпораций-гигантов, вроде *Google* и *IBM*, заканчивая студентами-любителями, собирающими и улучшающими технологии диагностики прямо у себя в гараже. При этом зачастую каждая разработка или патент несет в себе ту или иную технологическую новизну, будь то внедрение анализатора уровня давления в шинах или полная смена архитектуры на новую и более перспективную.

Так, например, Жэнь Ц. и Акименко А. в своей статье «Алгоритмы распознавания сигналов дорожных светофоров» [13] предлагают использовать машинное обучение бортового компьютера и внешние камеры. А *Xomidov A.* и *Shodmonov S.* в «*On-Board Computer and Monitoring System*» [14] то же машинное обучение, но для мониторинга и отладки важнейших узлов автомобиля.

Еще у авторов *Matteo Circelli*, *Nadia Kaviani*, *Riccardo Licciardello*, *Stefano Ricci*, *Luca Rizetto*, *Sina Shahidzadeh Arabani*, *Dachuan Shi*

выходила достаточно крупная работа «*Track geometry monitoring by an on-board computer-vision-based sensor system*» [15] по обучению нейросетям треккингу и использования его в бортовом компьютере автомобиля.

Radek Kuchta и *Radimir Vrba* в своей статье «*Measuring and monitoring system for electric cars*» [16] также предлагают использовать бортовые компьютеры электромобиля на базе ИИ для диагностики и мониторинга.

Российские авторы тоже не отстают. Так, Карпиевич Ю. рассматривает мониторинг систем сцепления в своей статье «Бортовой мониторинг технического состояния сцепления тракторов „Беларус“» [17], а Корнеев и Гребенников в своей статье «Программно-аппаратная реализация бортовых оперативно-советующих экспертных систем на транспорте» [19] поделились основными принципами построения «интеллектуальных систем на транспорте», а также разработали структурно-функциональную схему интеллектуальной системы для их программно-аппаратной реализации.

Вариаций использования бортового компьютера на базе искусственного интеллекта огромное множество. Начиная от простого потребления медиакультуры, в виде музыки, фильмов и сериалов в поездке, заканчивая возможностями диагностирования узлов автомобиля даже без участия водителя. Не говоря уже о том, что последние концепты и разработки автомобилей уверенно движутся к отходу от привычного понимания механики вождения водитель-автомобиль и переходят в категорию, где место водителя займет оператор, а автомобиль будет беспилотным и управляться только искусственным интеллектом.

Еще одним важным достижением стали разработка и тестирование систем *Vehicle-to-Everything (V2X)*, которые позволяют автономным транспортным средствам обмениваться данными с дорожной инфраструктурой, другими транспортными средствами и пешеходами. Это позволило транспортным средствам заранее получать информацию о дорожных условиях, светофорах и других объектах, повышая общую координацию и безопасность дорожного движения.

Эти достижения демонстрируют значительный прогресс и интерес к сфере исследований возможностей ИИ на автономном транспорте

и показывают, что эта область продолжает позитивно развиваться, приближая нас к будущему, где автономные транспортные средства станут частью повседневной жизни.

3. Существующие нерешенные проблемы и задачи по объекту и предмету научного исследования

Хотя использование искусственного интеллекта в автономных транспортных средствах является динамично развивающейся автомобильной отраслью, все еще существуют множество нерешенных научных проблем, требующих внимания исследователей и инженеров.

Одной из таких проблем являются так называемые «edge cases» или «редкие события». Автономные системы должны эффективно обнаруживать и реагировать на редкие, неожиданные события на дороге (например, нестандартное поведение пешеходов, животных или других транспортных средств). Обеспечение правильной реакции искусственного интеллекта в таких сложных ситуациях является сложной задачей, поскольку требует моделирования множества маловероятных сценариев.

Не менее важна также и этическая проблема использования автономных ТС на базе искусственного интеллекта. Например, в ситуациях, когда потенциальное ДТП неизбежно и стоит выбор между защитой пешеходов и пассажиров.

Также стоит сказать и о социально-экономических последствиях эксплуатации умных автономных систем. Уже сейчас можно сказать, что такие системы будут неизбежно оказывать влияние на рынок труда. Автоматизация транспортных средств может привести к значительным изменениям на рынке труда, особенно в таких областях, как грузовые перевозки и логистика. Кроме того, большинству людей нужно время, чтобы начать доверять ИИ и полагаться на него. Повышение уровня доверия общества к автономным транспортным средствам, преодоление страхов и предвзятости, связанных с использованием ИИ на дорогах – это одна из важнейших задач, которая стоит перед инженерами и компаниями, выходящими на рынок со своими решениями.

Помимо морально-этических и социально-экономических проблем, существуют также проблемы и несовершенства технические. Так, например, современные алгоритмы компьютерного зрения все

еще сталкиваются с трудностями при точной идентификации объектов в сложных условиях (плохом освещении, погодных условиях, сильных отражениях, движущихся объектах и т.д.). Зимой на заснеженной дороге камера просто не увидит разметки на дорогах, что делает беспилотное вождение в это время года попросту опасным. Исследователи до сих пор так и не нашли способа решить эту проблему, поэтому многие испытания проводятся в странах с теплым климатом или в любое время года, кроме снежной зимы. В настоящее время исследователи работают над усовершенствованием лазерных датчиков с различной длиной волны, которые пытаются «заставить» видеть сквозь снег. Кроме того, разрабатывается и дополнительное программное обеспечение, которое позволит алгоритмам ИИ отличать реальные препятствия от снежинок, капель дождя и других атмосферных явлений [20].

Решение всех этих технических проблем требует междисциплинарного подхода и тесного взаимодействия между исследователями, инженерами и разработчиками, а также программистами, юристами и социологами.

4. Определение предпочтительного пути решения существующих научных вопросов и задач

Решение технических проблем, связанных с использованием искусственного интеллекта на автономных транспортных средствах, требует применения комплексных стратегий и подходов.

Так, например, для улучшения распознавания объектов и понимания окружающей среды необходимо интегрировать данные с различных сенсоров (камеры, лидары, радары, ультразвуковые датчики). Использование различных источников данных позволяет компенсировать недостатки каждого из них и создать более точное представление окружающей среды, а создание и использование синтетических датасетов, генерируемых с помощью симуляторов и процедурных методов, позволяет моделировать редкие и сложные сценарии, которые сложно встретить в реальной жизни, что достаточно заметно улучшает обучаемость моделей.

В то же время использование высокоточных карт с разрешением до нескольких сантиметров, которые регулярно обновляются и содержат информацию о статических объектах (дорожные знаки, разметка

и т. д.), может существенно улучшить точность локализации и планирования маршрутов, при этом можно частично избавиться от проблемы распознаваемости встроенными в транспортное средство камерами плохо читаемой дорожной разметки, так как дорожные условия будут описываться на высокоточных картах.

Также развитие методов локализации и картографии на основе одновременной локализации и построения карты (*SLAM*) позволяет транспортным средствам определять свое положение и обновлять карту окружающей среды в режиме реального времени, при этом применение методов вероятностного планирования, таких как *POMDP* (*Partially Observable Markov Decision Processes*), помогает принимать решения в условиях неопределенности, учитывая возможные изменения в среде.

Также одним из вероятных сценариев можно считать разработку и создание гибридных систем управления, а также продвинутых интерфейсов человек-машина (HMI). Использование таких систем позволяет грамотно сочетать и комбинировать методы классического управления транспортным средством с подходами машинного обучения, позволяет более точно моделировать и контролировать поведения автономного транспортного средства в реальном времени, а также такие системы способны предсказать поведение водителя и заранее предупредить его о необходимости взять на себя управление, что существенно повышает безопасность ТС.

Проблему нехватки вычислительных ресурсов для проведения вычислительных операций искусственным интеллектом можно решить с помощью метода распределенных вычислений. Его суть заключается в использовании распределенных вычислительных архитектур, таких как *edge computing*, что подразумевает перераспределение нагрузки между облачными хранилищами и устройствами внутри ТС, уменьшая задержки вычислений и улучшая эффективность. Также может помочь разработка более эффективных алгоритмов и использование аппаратных ускорителей (например, *GPU*, *FPGA*) для ускорения обработки данных и снижения задержек в принятии решений.

Эффективность работы самого ИИ можно улучшить с помощью использования ансамблевых методов, объединяющих несколько моделей для улучшения предсказательной точности и устойчивости

к ошибкам. Ансамблевый метод в машинном обучении – это техника, которая объединяет результаты нескольких моделей (часто называемых «базовыми» моделями) для получения более точных и надежных предсказаний по сравнению с использованием одной модели. Основная идея заключается в том, что, комбинируя модели, можно сгладить ошибки отдельных моделей и повысить общую производительность системы. Также нельзя не сказать и о применении техник переноса обучения (*transfer learning*), что позволяют адаптировать модели, обученные в одном контексте (например, в конкретном населенном пункте), к новым условиям эксплуатации, уменьшая потребность в обширных данных для повторного обучения.

Стоит также сказать и о наиболее очевидных решениях. Так, например, внедрение дублирующих и резервных систем, которые автоматически вступают в действие в случае отказа основной системы повышает общую надежность автономного транспортного средства, а использование систем мониторинга состояния в реальном времени, которые могут выявлять неисправности или отклонения в работе компонентов, позволяет оперативно реагировать на потенциальные проблемы.

Проблемы морально-этические и социально-экономические очевидно возможно решить только созданием нормативно-правовой базы в законодательстве с описанием конкретных ситуаций и внедрением штрафных санкций.

Очевидно, что представленные способы решения требуют значительных усилий, как научно-исследовательских, так и инженерных, а также тесного сотрудничества между различными дисциплинами, компаниями и законодательными органами.

Литература

1. Российская научная электронная библиотека «КиберЛенинка» / Статья: Мажорова А.: Операционная система OSEC для автомобильных бортовых компьютеров. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения : 22.11.2023).
2. Информационное агентство INFOX.ru / Статья: Васильев С.: На каких ОС работают современные автомобили. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.infox.ru/> (дата обращения: 22.11.2023).
3. Студенческие материалы XStud/ Статья: Куклеев А.: Автомобильные операционные системы. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://xstud.ru/> (дата обращения: 22.11.2023).

4. Электронная библиотека CIT-Forum / Статья: Бурдонов И. Б., Косачев А. С., Пономаренко В. Н.: Операционные системы реального времени. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://citforum.ru/> (дата обращения: 22.11.2023).
5. Электронный журнал «За рулем.рф»/ Статья: Ревин А., Колодочкин М. : Бортовые компьютеры для бюджетных авто: сравниваем шесть моделей. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.zr.ru/> (дата обращения: 22.11.2023).
6. Мультиязычная система для поиска научных статей Google Scholar / Статья: Казакевич С.: Функциональное назначение и эргономическое обеспечение бортового компьютера автомобиля. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scholar.google.com/> (дата обращения : 22.11.2023).
7. Сборник материалов Международной студенческой научно-практической конференции «Научно-исследовательская деятельность как фактор личностного и профессионального развития студентов» под ред. Н.Н. Петрушина / Статья: Верижников И.: Что такое автомобильный бортовой компьютер? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://отпел.рф/> (дата обращения : 22.11.2023).
8. Мультиязычная система для поиска научных статей Google Scholar / Статья: Себут И.: Бортовой компьютер для автомобиля. [Электронный ресурс]. URI: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/25925> Режим доступа: <https://scholar.google.com/> (дата обращения : 22.11.2023).
9. Мультиязычная система для поиска научных статей Google Scholar / Статья: Пугач Д.: Бортовой компьютер для электромобиля. [Электронный ресурс]. URI: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/53190> Режим доступа: <https://scholar.google.com/> (дата обращения : 22.11.2023).
10. Мультиязычная система для поиска научных статей Google Scholar / Статья: Крейза Ю., Павлович Н.: Перспективы развития автомобильных бортовых компьютеров. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scholar.google.com/> (дата обращения : 22.11.2023).
11. Мультиязычная система для поиска научных статей Google Scholar / Статья: Пронин И.: Бортовая информационно-управляющая система автомобиля. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://scholar.google.com/> (дата обращения : 22.11.2023).
12. Мультиязычная система для поиска научных статей Google Scholar / Статья: Pooja Rajendra Sawant. Yashwant B Mane: Design and Development of On-Board Diagnostic (OBD) Device for Cars. [Электронный ресурс]. DOI: <https://doi.org/10.1109/ICCUBE.2018.8697833> Режим доступа: <https://scholar.google.com/> (дата обращения : 22.11.2023).
13. Научная электронная библиотека eLibrary / Статья: Жэнь Ц., Акименко А.: Алгоритмы распознавания сигналов дорожных светофоров. / [Электронный ресурс]. DOI: https://doi.org/10.58168/NAMSP_65-70 EDN: <https://www.elibrary.ru/alhqam> Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/> (дата обращения : 22.11.2023).

14. Международная научная электронная библиотека BASE / Статья: Хомидов А., Шодмоннов С.: On-Board Computer and Monitoring System. / [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://base-search.net/> (дата обращения : 22.11.2023).
15. База данных научных журналов издательства Elsevier “ScienceDirect” / Статья: Matteo Circelli, Nadia Kaviani, Riccardo Licciardello, Stefano Ricci, Luca Rizetto, Sina Shahidzadeh Arabani, Dachuan Shi: Track geometry monitoring by an on-board computer-vision-based sensor system / [Электронный ресурс]. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.170> Режим доступа: <https://www.science-direct.com/> (дата обращения : 22.11.2023).
16. Австралийская открытая база данных публикаций и патентов Lens / Статья: Radek Kuchta, Radimir Vrba: Measuring and monitoring system for electric cars / [Электронный ресурс]. DOI: <https://doi.org/10.1109/DEMPED.2003.1234598> Режим доступа: <https://www.lens.org/> (дата обращения : 22.11.2023).
17. Российская научная электронная библиотека «КиберЛенинка» / Статья: Карпиевич Ю.: БОРТОВОЙ МОНИТОРИНГ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СЦЕПЛЕНИЯ ТРАКТОРОВ «БЕЛАРУС». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения : 22.11.2023).
18. Мультиязычная система для поиска научных статей Google Scholar / Статья: Туровский Ф., Лазарев А., Журба А.: Обзор бортового компьютера автомобиля. [Электронный ресурс]. EDN: <https://www.elibrary.ru/tykdsz> Режим доступа: <https://scholar.google.com/> (дата обращения : 22.11.2023).
19. Российская научная электронная библиотека «КиберЛенинка» / Статья: Корнеев Н., Гребенников А.: Программно-аппаратная реализация бортовых оперативно-советующих экспертных систем на транспорте. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/> (дата обращения : 22.11.2023).
20. Цифровая библиотека IEEE Xplore / Статья: Aneesh Pradeep, Mironshokh Bakoev, Nazokat Akhroljonova: A Reliability Analysis of Self-Driving Vehicles: Evaluating the Safety and Performance of Autonomous Driving Systems. [Электронный ресурс]. DOI: <https://doi.org/10.1109/ECAI58194.2023.10194188> Режим доступа: <https://ieeexplore.ieee.org/> (дата обращения : 02.12.2024).
21. Научная электронная библиотека eLibrary / Статья: Волков А., Нуштайкина А.: Разработка бортового компьютера для автомобиля на основе Arduino Nano. / [Электронный ресурс]. EDN: <https://elibrary.ru/zazval> Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/> (дата обращения : 22.11.2023).
22. Научная электронная библиотека eLibrary / Статья: Порохня А., Корягин В.: Использование технологии OBD-2 для диагностирования автомобиля. / [Электронный ресурс]. EDN: <https://www.elibrary.ru/frtfvy> Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/> (дата обращения : 22.11.2023).
23. Научная электронная библиотека eLibrary / Статья: Novikova A.: The comparative analysis of on-board car computers`operating systems. / [Электронный

ресурс]. EDN: <https://www.elibrary.ru/ilsfmd> Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/> (дата обращения : 22.11.2023).

24. Научная электронная библиотека eLibrary / Статья: Чикрин Д., Егорчев А., Мусин Ф., Шарипов М., Шафиков А., Фахрутдинов А.: Программный комплекс бортовой информационной системы автомобилей на базе ОС Android для различных диагоналей и форм-факторов экрана. / [Электронный ресурс]. EDN: <https://www.elibrary.ru/zrambz> Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/> (дата обращения : 22.11.2023).

УДК 67.08

Игорь Олегович Черняев,

канд. техн. наук, доцент

Андрей Алексеевич Румянцев,

студент

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: faxnaraza@mail.ru

Igor Olegovich Chernyaev,

PhD in Sci. Tech., Associate Professor

Andrey Alekseevich Rumyantsev,

student

(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: faxnaraza@mail.ru

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА УТИЛИЗАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С УЧЕТОМ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ

IMPROVING THE PROCESS OF RECYCLING VEHICLES, TAKING INTO ACCOUNT ENVIRONMENTAL AND TECHNOLOGICAL ASPECTS

В статье рассмотрены перспективы применения принципа циркулярной экономики в утилизации автотранспортных средств. Подчеркивается важность перехода от линейной модели «произвести – использовать – утилизировать» к циклической модели, направленной на максимальное повторное использование материалов. Оценены основные барьеры и предложены решения для интеграции принципов циркулярной экономики в процесс утилизации автомобилей, что способствует снижению негативного воздействия на окружающую среду и более эффективному использованию ресурсов.

Ключевые слова: утилизация автотранспортных средств, повторное использование, циркулярная экономика, автоматизация и роботизация, экономические выгоды, жизненный цикл транспортных средств.

The article discusses the prospects for applying the principle of the circular economy in the recycling of motor vehicles. It emphasizes the importance of shifting from a linear model of “produce – use – dispose” to a circular model aimed at maximizing the reuse of materials. The main barriers are assessed, and solutions are proposed for integrating the principles of the circular economy into the vehicle recycling process, which helps reduce the negative environmental impact and more effectively use resources.

Keywords: vehicle recycling, reuse, circular economy, automation and robotics, economic benefits, vehicle lifecycle.

Автомобильная промышленность является одной из самых значительных отраслей экономики, оказывающих огромное воздействие на окружающую среду. На всех этапах жизненного цикла транспортных средств – начиная с производства и заканчивая их утилизацией – происходят значительные выбросы парниковых газов и накопление отходов. С целью минимизации экологического ущерба и более эффективного использования ресурсов растет интерес к применению принципов циркулярной экономики в утилизации автотранспортных средств. В данной статье исследуются перспективы и барьеры внедрения циркулярного подхода, а также анализируются конкретные меры, способные привести к устойчивому развитию этой сферы.

Принцип циркулярной экономики в утилизации автомобилей

Циркулярная экономика представляет собой модель, которая направлена на сокращение отходов за счет максимального повторного использования ресурсов. В контексте утилизации автомобилей это означает стремление к замкнутому циклу, когда значительная часть материалов, таких как металлы, стекло, пластики и другие компоненты, извлекаются и перерабатываются для использования в производстве новых автомобилей или других продуктов. Данная модель позволяет не только сократить объем отходов, но и снизить зависимость от природных ресурсов, что особенно важно на фоне сокращения запасов полезных ископаемых.

Основные проблемы и барьеры на пути к циркулярной модели

Несмотря на очевидные преимущества циркулярной экономики, существуют значительные барьеры для ее внедрения в процесс утилизации автотранспортных средств. Одним из основных препятствий является сложность разборки современных автомобилей, которые состоят из множества различных материалов, зачастую скомбинированных в сложные конструкции. Некоторые компоненты, такие как композиты или редкоземельные металлы, требуют применения специализированных технологий для их извлечения и переработки. Кроме того, недостаток развитой инфраструктуры для переработки

и отсутствие стимулов для производителей также препятствуют внедрению циркулярного подхода.

Технологические решения для интеграции циркулярной экономики

Для успешного применения циркулярной экономики в процессе утилизации автомобилей необходимы инновационные технологические решения. Во-первых, автоматизация и роботизация разборки автомобилей позволяют сократить затраты времени и труда, а также повысить качество сортировки материалов. Использование систем искусственного интеллекта и сенсорных технологий также способствует повышению эффективности разборки и сортировки. Во-вторых, внедрение замкнутых производственных циклов с переработкой материалов непосредственно на предприятиях позволяет снизить затраты на транспортировку и повысить качество вторичных материалов.

Автоматизация и роботизация процесса разборки автомобилей может быть реализована с использованием современных роботизированных систем, которые обеспечивают высокую точность и эффективность при разборке различных компонентов автомобиля. Это позволяет не только сократить время разборки, но и минимизировать количество отходов, направляемых на свалки, благодаря более точной сортировке и переработке материалов. Сенсорные технологии и искусственный интеллект помогают более точно идентифицировать материалы и обеспечивать их правильную сортировку, что увеличивает долю вторично переработанных компонентов.

Внедрение замкнутых производственных циклов включает переработку материалов, таких как сталь, алюминий, пластик и стекло, с последующим использованием этих материалов в производстве новых автомобилей. Это позволяет снизить зависимость от первичных ресурсов и сократить экологический след автомобильной промышленности. Кроме того, такие циклы снижают затраты на транспортировку отходов и увеличивают качество переработанных материалов за счет их непосредственной переработки на предприятиях.

Экономические и экологические преимущества циркулярной модели

Переход на циркулярную модель утилизации автомобилей имеет значительные экономические и экологические выгоды. С экономической точки зрения, увеличение доли переработанных материалов позволяет производителям снизить затраты на закупку новых сырьевых ресурсов и обеспечить себе независимость от нестабильных цен на металлы и другие материалы.



Жизненный цикл автомобиля

Экологические преимущества заключаются в сокращении объема отходов, снижении выбросов парниковых газов и уменьшении загрязнения окружающей среды токсичными веществами. В результате циркулярная экономика способствует как сохранению природных ресурсов, так и улучшению экологической ситуации в целом.

Одним из важных аспектов экономических выгод является снижение затрат на производство за счет использования вторичных материалов. Это позволяет уменьшить стоимость производства новых автомобилей и снизить зависимость от колебаний цен на сырьевые ресурсы. Сокращение объемов отходов и снижение выбросов парниковых газов, в свою очередь, помогают предприятиям соответствовать экологическим нормам и стандартам, что может повысить их конкурентоспособность на рынке.

С экологической точки зрения, переход на циркулярную модель утилизации способствует значительному сокращению объемов отходов, отправляемых на полигоны, и снижению загрязнения окружающей среды токсичными веществами, такими как масла, аккумуляторы и другие химические компоненты. Более того, использование переработанных материалов вместо добычи новых ресурсов способствует снижению энергозатрат и уменьшению выбросов парниковых газов, что положительно сказывается на состоянии окружающей среды.

Социальные аспекты внедрения циркулярной экономики

Помимо экономических и экологических преимуществ, внедрение циркулярной экономики в процесс утилизации автотранспортных средств также оказывает значительное влияние на социальные аспекты. Во-первых, создание новых рабочих мест в сфере переработки и утилизации материалов способствует развитию экономики и повышению занятости. Новые технологии и методы переработки требуют квалифицированных специалистов, что стимулирует развитие системы профессионального образования и подготовки кадров.

Во-вторых, повышение уровня экологической осведомленности среди населения является важным элементом перехода к циркулярной экономике. Образовательные программы, направленные на информирование общественности о важности повторного использования ресурсов и сокращения отходов, способствуют формированию

более ответственного отношения к потреблению и утилизации товаров. В результате население начинает активнее поддерживать инициативы по переработке и утилизации, что создает дополнительные стимулы для производителей внедрять циркулярные подходы.

В-третьих, внедрение циркулярной экономики способствует улучшению качества жизни населения за счет снижения уровня загрязнения окружающей среды. Уменьшение выбросов токсичных веществ, сокращение объемов отходов и улучшение экологической ситуации в городах и регионах положительно влияют на здоровье людей и общее благополучие общества.

Государственная поддержка и нормативное регулирование

Для успешного внедрения принципов циркулярной экономики в утилизацию автотранспортных средств необходимо активное участие государства. Одной из ключевых мер государственной поддержки является разработка и внедрение стимулирующих программ, направленных на поддержку предприятий, внедряющих циркулярные подходы. Такие программы могут включать налоговые льготы, субсидии на приобретение оборудования для переработки, а также финансирование научных исследований в области разработки новых технологий переработки и утилизации.

Кроме того, государственное регулирование играет важную роль в обеспечении перехода к циркулярной экономике. Введение более строгих экологических стандартов и требований к утилизации автомобилей может стимулировать производителей использовать более экологичные материалы и технологии. Создание системы контроля за выполнением этих требований позволит обеспечить их соблюдение и повысить ответственность производителей за воздействие на окружающую среду.

Государственная поддержка также может включать разработку образовательных и информационных программ, направленных на повышение уровня экологической грамотности среди населения. Такие программы помогут формировать ответственное отношение к утилизации транспортных средств и поддержат инициативы по переработке материалов, способствуя развитию циркулярной экономики.

Перспективы дальнейшего развития

Дальнейшее развитие циркулярной экономики в процессе утилизации автотранспортных средств требует интеграции инноваций и тесного взаимодействия между всеми участниками процесса – производителями, перерабатывающими предприятиями, государством и обществом. Одним из перспективных направлений является развитие технологий замкнутого цикла переработки, которые позволяют использовать отходы в качестве сырья для производства новых автомобилей. Такие технологии могут включать переработку пластмасс в топливо, использование переработанных металлов и создание материалов с улучшенными характеристиками, пригодных для повторного использования.

Еще одним перспективным направлением является развитие цифровых платформ, позволяющих отслеживать жизненный цикл компонентов автомобиля. Такие платформы могут обеспечивать прозрачность процесса переработки, помогать производителям оценивать эффективность использования ресурсов и стимулировать повторное использование компонентов. Цифровизация процесса утилизации также может способствовать более эффективному планированию логистики и сокращению затрат на транспортировку материалов.

Важным аспектом дальнейшего развития является международное сотрудничество в области циркулярной экономики. Обмен опытом и лучшими практиками между странами может способствовать более быстрому внедрению эффективных технологий и подходов. Создание международных стандартов и соглашений по вопросам утилизации и переработки автомобилей также может способствовать гармонизации требований и улучшению экологической ситуации на глобальном уровне.

Заключение

Циркулярная экономика открывает значительные перспективы для повышения эффективности процесса утилизации автотранспортных средств и сокращения негативного воздействия на окружающую среду. Несмотря на существующие барьеры, внедрение современных технологий, поддержка со стороны государства и разработка стимулирующих мер для производителей могут способствовать переходу

к более устойчивой модели утилизации. Внедрение принципов циркулярной экономики позволит не только сократить количество отходов, но и значительно повысить экономическую эффективность перерабатывающей отрасли.

Для достижения поставленных целей необходимо активное взаимодействие между государством, бизнесом и обществом. Государственная поддержка в виде налоговых льгот и субсидий может стимулировать производителей к внедрению циркулярных подходов, а образовательные программы помогут повысить осведомленность общества о важности повторного использования ресурсов. Только совместными усилиями можно добиться устойчивого развития автомобильной промышленности и значительного улучшения экологической ситуации.

Литература

1. *Ellen MacArthur Foundation*. Circular Economy in Automotive Industry.
2. *Stahel W.R.* The Circular Economy: A User's Guide.
3. European Environment Agency. Resource Efficiency and the Circular Economy in Europe.
4. *Ghisellini P., Cialani C., & Ulgiati S.* A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems.
5. *Kirchherr J., Reike D., & Hekkert M.* Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions.
6. World Economic Forum. Towards the Circular Economy: Accelerating the scale-up across global supply chains.

УДК 629.3.083.4

Александр Владимирович Юдин,
студент

Игорь Олегович Черняев,
канд. техн. наук, доцент,
(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

E-mail: sashayudin2001@yandex.ru,

chernyaev@rambler.ru

Alexander Vladimirovich Yudin,
student

Igor Olegovich Chernyaev,
PhD in Sci. Tech., Associate Professor
(Saint Petersburg State University
of Architecture and Civil Engineering)

E-mail: sashayudin2001@yandex.ru,

chernyaev@rambler.ru

МЕТОДИКА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ СЕРВИСНОГО ИНТЕРВАЛА НА ОСНОВЕ МОНИТОРИНГА РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

METHODOLOGY OF INDIVIDUAL CORRECTION OF SERVICE INTERVAL BASED ON MONITORING OF VEHICLE DRIVING MODES

Данная статья посвящена разработке методики индивидуальной коррекции сервисного интервала на основе мониторинга режимов движения транспортного средства. Основная цель исследования заключается в повышении точности определения моментов технического обслуживания, что позволяет улучшить экономичность и надежность эксплуатации транспортных средств. В статье рассматриваются методы мониторинга реальных условий эксплуатации, анализируются параметры, влияющие на износ узлов и агрегатов автомобиля, и предлагается алгоритм корректировки интервалов ТО с учетом собранных данных. Предложенная методика позволяет учитывать скорость движения, частоту ускорений и торможений, температурный режим и качество дорожного покрытия, что способствует снижению затрат на обслуживание и повышению надежности транспортных средств. Также методика может быть адаптирована для различных типов автомобилей, включая гибридные и электрические транспортные средства.

Ключевые слова: техническое обслуживание, сервисный интервал, мониторинг режимов движения, адаптивная методика, транспортное средство.

This article focuses on the development of a methodology for individual adjustment of the service interval based on monitoring vehicle movement modes. The main objective of the study is to enhance the accuracy of determining maintenance

intervals, thereby improving the economic efficiency and reliability of vehicle operation. The article explores methods for monitoring real operating conditions, analyzes the parameters affecting the wear of vehicle components, and proposes an algorithm for adjusting service intervals based on the collected data. The proposed methodology takes into account various factors such as speed, frequency of acceleration and braking, temperature conditions, and road quality. By adapting the service intervals to real usage conditions, the methodology aims to reduce maintenance costs and improve vehicle reliability. Additionally, the approach can be adapted for different types of vehicles, including hybrid and electric vehicles, to optimize their maintenance processes.

Keywords: maintenance, service interval, movement mode monitoring, adaptive methodology, vehicle.

Современные транспортные средства работают в условиях, которые могут значительно различаться в зависимости от стиля вождения, дорожных условий, климатических факторов и других особенностей. Традиционные подходы к определению периодичности технического обслуживания (ТО), базирующиеся на фиксированных значениях пробега или времени, часто оказываются неэффективными для учета всех особенностей эксплуатации каждого отдельного автомобиля [1, 2]. Это может приводить как к преждевременному, так и к недостаточно частому проведению ТО, что в свою очередь снижает надежность транспортных средств и увеличивает эксплуатационные расходы. В современных условиях эксплуатации необходимо более гибкое решение, которое будет учитывать все индивидуальные особенности каждого транспортного средства и позволять оптимизировать процесс технического обслуживания для повышения эффективности и надежности.

Целью данной работы является разработка методики, способной адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации и обеспечивать более точное определение момента проведения ТО. Предложенная методика основывается на мониторинге реальных режимов движения транспортного средства и позволяет персонализировать интервалы ТО для повышения эффективности и экономичности эксплуатации. Это достигается за счет сбора и анализа данных о реальных условиях эксплуатации автомобиля, таких как скорость, частота ускорений и торможений, тип дорожного покрытия, температурный режим и другие параметры, влияющие на техническое состояние автомоби-

ля [3, 4]. В результате такой персонализированный подход позволяет уменьшить вероятность возникновения неожиданных поломок и оптимизировать расходы на техническое обслуживание.

Обоснование необходимости коррекции периодичности обслуживания

Традиционные методы обслуживания транспортных средств не учитывают индивидуальные особенности эксплуатации, что приводит к нерациональному использованию ресурсов и снижению надежности автопарков. Например, стиль вождения, частота изменений скорости и дорожные условия существенно влияют на износ узлов и агрегатов автомобиля. В городских условиях, с частыми остановками и троганиями, износ тормозной системы, двигателя и подвески увеличивается, в то время как в загородных условиях нагрузка на эти элементы значительно ниже.

Использование корректирующих коэффициентов является одной из существующих методик, которые позволяют адаптировать интервал ТО в зависимости от эксплуатационных условий. Однако данный подход не обеспечивает необходимой гибкости и оперативности, поскольку не учитывает динамические изменения условий эксплуатации в реальном времени. Корректирующие коэффициенты, основанные на общих усредненных данных, не всегда адекватно отражают индивидуальные особенности конкретного транспортного средства, что делает их недостаточно эффективными. Поэтому необходим переход к использованию более современных технологий мониторинга, позволяющих получать данные в режиме реального времени и своевременно корректировать сервисные интервалы [5]. Внедрение системы мониторинга, позволяющей отслеживать условия эксплуатации автомобиля и динамически корректировать интервал ТО, представляет собой перспективное направление развития в области повышения надежности и экономичности автотранспорта.

Методика индивидуальной коррекции сервисного интервала

Разработанная методика основана на мониторинге параметров движения транспортного средства в реальном времени. Схема работы

методики изображена на рис. 1. Для этого используются различные датчики, включая *GPS*, акселерометры и интерфейс OBD-II, которые позволяют отслеживать такие параметры, как скорость, ускорение, частота торможений, температурный режим и условия дорожного покрытия [6, 7]. Система анализирует собранные данные и сравнивает их с номинальными значениями, рекомендованными производителем для стандартных условий эксплуатации. Такой подход позволяет учитывать реальные условия, в которых эксплуатируется транспортное средство, и своевременно корректировать интервалы технического обслуживания в зависимости от текущего состояния автомобиля и условий его эксплуатации.

На основе отклонений от номинальных значений система рассчитывает корректирующие коэффициенты для интервала ТО. Например, если средняя скорость автомобиля оказывается значительно ниже номинальной, система рекомендует сократить интервал обслуживания, поскольку низкая скорость указывает на частую езду в условиях городских пробок, что увеличивает износ узлов. Аналогично, при эксплуатации в условиях повышенной температуры или на плохом дорожном покрытии, алгоритм также может рекомендовать более частое обслуживание. Такой подход обеспечивает более точное определение момента проведения технического обслуживания и позволяет избежать как излишних расходов на ненужное обслуживание, так и риска возникновения поломок из-за несвоевременного ТО.

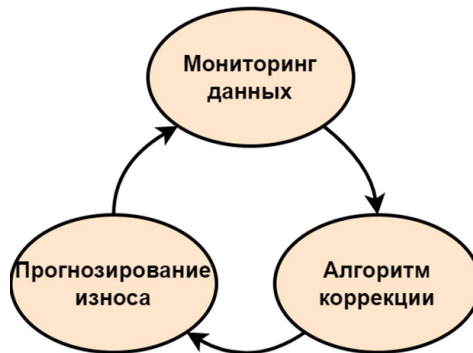


Рис. 1. Схема работы методики

Кроме того, система имеет возможность учитывать дополнительные параметры, такие как нагрузка на транспортное средство и стиль вождения водителя. Например, частое движение с полной загрузкой требует более частого обслуживания, так как увеличивает нагрузку на двигатель и подвеску. Важно также отметить, что алгоритм адаптируется к сезонным изменениям, учитывая такие факторы, как низкие температуры зимой или высокая влажность, которые могут существенно повлиять на износ различных компонентов автомобиля. Такой комплексный подход позволяет повысить эффективность технического обслуживания и продлить срок службы ключевых узлов транспортного средства.

На основе отклонений от номинальных значений система рассчитывает корректирующие коэффициенты для интервала ТО. Например, если средняя скорость автомобиля оказывается значительно ниже номинальной, система рекомендует сократить интервал обслуживания, поскольку низкая скорость указывает на частую езду в условиях городских пробок, что увеличивает износ узлов. Аналогично, при эксплуатации в условиях повышенной температуры или на плохом дорожном покрытии, алгоритм также может рекомендовать более частое обслуживание. Такой подход обеспечивает более точное определение момента проведения технического обслуживания и позволяет избежать как излишних расходов на ненужное обслуживание, так и риска возникновения поломок из-за несвоевременного ТО.

Принципы работы алгоритма

Алгоритм работы системы включает несколько этапов. Алгоритм и его этапы изображены на рис. 2.

На первом этапе происходит инициализация системы: загружаются номинальные значения параметров, устанавливаются базовые интервалы ТО. Затем осуществляется сбор данных с датчиков транспортного средства в режиме реального времени. Эти данные включают скорость, обороты двигателя, температуру окружающей среды и количество торможений. На данном этапе важно обеспечить высокую точность и непрерывность сбора данных, так как это напрямую влияет на корректность последующего анализа и расчетов.

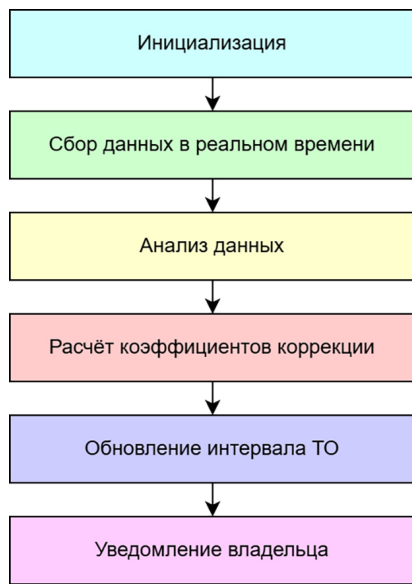


Рис. 2. Блок-схема алгоритма
корректировки интервала ТО

После сбора данных система анализирует их и сравнивает с номинальными параметрами. Если отклонения значительны, то рассчитываются коэффициенты коррекции интервала ТО. Например, если обороты двигателя часто превышают рекомендованные значения, это указывает на повышенную нагрузку, что требует уменьшения интервала между обслуживаниями [8]. Анализ данных также включает оценку условий эксплуатации, таких как качество дорожного покрытия, температура окружающей среды и стиль вождения. На основе этих данных система может рекомендовать корректировку интервалов технического обслуживания. Важным аспектом алгоритма является способность учитывать сложные взаимосвязи между параметрами эксплуатации. Например, частые резкие торможения в сочетании с низкой средней скоростью могут указывать на движение в условиях плотного городского трафика, что требует более частого обслуживания тормозной системы и подвески [9]. Кроме того,

алгоритм способен адаптироваться к изменениям условий в реальном времени, что позволяет минимизировать риск неожиданного износа и обеспечить более плавную эксплуатацию транспортного средства. После корректировки интервалов система уведомляет владельца транспортного средства о необходимости проведения ТО, что позволяет своевременно принять меры для поддержания автомобиля в исправном состоянии.

Предполагаемые результаты и перспективы применения

Использование данной методики позволит значительно повысить экономичность и надежность эксплуатации транспортных средств. Ожидается, что персонализированные интервалы ТО позволят снизить затраты на обслуживание за счет более точного прогнозирования износа и своевременного проведения необходимых работ. Внедрение данной методики особенно актуально для автопарков, где оптимизация расходов на обслуживание является важным фактором, а также для частных владельцев, желающих повысить безопасность и продлить срок службы своих автомобилей. Персонализированный подход к техническому обслуживанию позволяет учитывать индивидуальные особенности эксплуатации, что ведет к улучшению общего состояния автопарка и снижению затрат на ремонт.

Кроме того, методика может быть адаптирована для использования на различных типах транспортных средств, включая электрические и гибридные автомобили. В перспективе планируется интеграция разработанной системы с элементами искусственного интеллекта для более точного прогнозирования износа и автоматической адаптации интервалов ТО в зависимости от реальных условий эксплуатации. Использование искусственного интеллекта и машинного обучения позволит анализировать большие объемы данных, выявлять скрытые зависимости и более точно прогнозировать необходимость проведения ТО. Это сделает систему еще более эффективной и универсальной, что особенно важно в условиях разнообразия условий эксплуатации и типов транспортных средств.

Заключение

Разработка методики индивидуальной коррекции сервисного интервала на основе мониторинга режимов движения транспортного

средства представляет собой важный шаг в направлении повышения эффективности и надежности обслуживания автомобилей. Индивидуальный подход к расчету интервалов ТО позволяет учитывать реальные условия эксплуатации, что ведет к оптимизации расходов на обслуживание и снижению риска возникновения неожиданных поломок. Внедрение предложенной методики будет способствовать повышению безопасности эксплуатации транспортных средств и увеличению их срока службы. Персонализированные интервалы ТО позволяют обеспечить более точное обслуживание, что в свою очередь приводит к уменьшению износа узлов и агрегатов, снижению риска поломок и повышению общей надежности транспортного средства.

Таким образом, использование данной методики может существенно улучшить процесс технического обслуживания как для автопарков, так и для частных владельцев автомобилей. В условиях постоянно растущих требований к надежности и экономичности эксплуатации транспортных средств персонализированный подход к ТО является необходимым шагом в будущее. Разработка и внедрение подобных систем позволит не только сократить затраты на обслуживание, но и повысить безопасность и комфорт эксплуатации автомобилей, что, безусловно, является приоритетной задачей в развитии автомобильной отрасли.

Литература

1. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов. 4-е изд. / Е. С. Кузнецов, А. П. Болдин, В. М. Власов и др. – М. : Наука, 2001.
2. Корректирование нормативов периодичности технического обслуживания транспортно-технологических машин в процессе эксплуатации. Электронный ресурс URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/korrektirovanie-normativov-periodichnosti-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-transportno-tehnologicheskikh-mashin-v-protsesse> (дата обращения: 26.10.2024).
3. Использование данных мониторинга эксплуатации транспортных средств для оценки дорожных условий движения транспортных потоков. Электронный ресурс URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_47567294_28430611.pdf (дата обращения: 26.10.2024).
4. Основные причины, вызывающие износ деталей автотранспортных средств, эксплуатирующихся в различных природно-климатических условиях. Электронный ресурс URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovnye-prichiny>

vyzyvayushchie-iznos-detaley-avtotransportnyh-sredstv-ekspluatiruyuschih-sya-v-razlichnyh-prirodno-klimaticheskikh/viewer (дата обращения: 26.10.2024).

5. Определение периодичности технического обслуживания автомобилей. Электронный ресурс URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/opredelenie-periodichnosti-tehnicheskogo-obsluzhivaniya-avtomobiley/viewer> (дата обращения: 26.10.2024).

6. Возможности применения серийно выпускаемых систем мониторинга транспорта для сбора испытательных данных при научно-исследовательских работах. Электронный ресурс URL: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_32631276_31524636.pdf (дата обращения: 26.10.2024).

7. Бортовая система оцифровки траектории движения автомобиля с использованием средств спутниковой навигации. Электронный ресурс URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/bortovaya-sistema-otsifrovki-traektorii-dvizheniya-avtomobilya-s-ispolzovaniem-sredstv-sputnikovoy-navigatsii/viewer> (дата обращения: 26.10.2024).

8. Влияние условий эксплуатации на износостойкость двигателя и его деталей. Электронный ресурс URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-usloviy-ekspluatatsii-na-iznosostoykost-dvigatelya-i-ego-detaley/viewer> (дата обращения: 26.10.2024).

9. Исследование влияния режимов работы тормозных механизмов на надежность элементов тормозной системы. Электронный ресурс URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-rezhimov-raboty-tormoznyh-mehanizmov-na-nadezhnost-elementov-tormoznoy-sistemy/viewer> (дата обращения: 26.10.2024).

Содержание

СЕКЦИЯ ДОРОЖНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН

<i>Абросимов М. В., Юшин А. С., Аникина А. Д., Пешков Д. О.</i> Парк машин на альтернативном виде топлива.	3
<i>Василенко Г. Р., Федоров В. М., Афонин А. Д.</i> Метод повышения эффективности применения пневматического инструмента.	8
<i>Гайкович М. С., Федоров А. И., Ветров А. А.</i> Анализ безопасности эксплуатации дорожно-строительных машин	11
<i>Демьяновский В. С., Прилуцкая Н. О., Ворожейкина Е. Д., Чернов А. С.</i> Высокоэффективные машины для заглаживания поверхностей	18
<i>Джайлобаев Э., Соловьев С. С., Григорян Г. А.</i> Анализ конструкции козлового крана.	26
<i>Жилин Н. Н., Михальченко В. А., Голук Р. В., Лошенкова А. В.</i> Исследование машины для горизонтально-направленного бурения	32
<i>Зверева Е. А., Ляхович Д. И., Гусев А. А.</i> Предприятие по производству асфальтобетонных смесей	40
<i>Иванов-Дьяков С. М., Кырченкова В. В., Гусев Д. В.</i> Модернизация бульдозера	47
<i>Карасев А. А., Кузнецов Я. Д., Давыдова Э. Ю.</i> Высокоэффективное технологическое оборудование для изготовления металлических изделий	50
<i>Карнаков С. А., Комкина О. С., Домаевский А. Ю., Стрионов А. Н.</i> Современная диагностическая система гидравлического оборудования машин	53
<i>Конопатов П. А., Спиридонов С. Г., Ильин Г. В.</i> Трансмиссия грузового автомобиля повышенной проходимости	61
<i>Лукина В. В., Трусков В. В., Кова К. С.</i> Модернизация малярного оборудования	66
<i>Марусин А. В., Фофанов И. Н., Литвин А. А.</i> Оборудование для борьбы с обледенением крыш зданий.	69

<i>Николаев А. В., Ильчик Е. Д., Егоров Т. А.</i> Универсальные предприятия для изготовления изделий из бетона и железобетона	75
<i>Павлов О. И., Ильчик Д. Л., Еремеев А. В., Пронин М. А.</i> Совершенствование ремонтно-эксплуатационной базы по содержанию автомобильных дорог	81
<i>Павлова И. Ю., Фурьгин И. В., Литвинова Е. И.</i> Разработка гидродинамического рыхлительного навесного оборудования бульдозера	88
<i>Павлова О. В., Еремеева И. В., Захаров М. А.</i> Новая конструкция виброплощадки	92
<i>Попов Е. А., Щетнев С. Л., Никитин К. А.</i> База по ТО и ремонту строительно-дорожных машин	99
<i>Потехин Н. В., Попов К. Г., Александрова Н. А., Андреев П. Ф.</i> Оборудование для производства ЖБИ	103
<i>Пулатов И. Л., Тигунцев Д. А., Садикова М. Н., Шаругевич А. Ю.</i> Высокоэффективная машина для летнего содержания автомобильных дорог	109
<i>Усманов Р. А., Прыгунов В. О., Багров М. А.</i> Анализ системы активной безопасности дорожно-строительных машин	119
<i>Федоров М. В., Романюк Е. О., Балабина А. В.</i> Новая машина повышенной проходимости	123
<i>Шаблинская О. В., Садовников А. А., Вертопрахов В. В.</i> Анализ проблем при эксплуатации парка дорожных машин	128
<i>Юзгин И. А., Садовников О. А., Волгин Е. Д.</i> Метод возведения временных переправ на строительных объектах	132
<i>Якимов А. П., Садовский С. В., Волков Д. В.</i> Пути совершенствования эксплуатационных предприятий НТТМ в современных условиях	138
<i>Ямковой Г. И., Горбенко В. А., Соколов П. А.</i> Повышение эффективности пневматического оборудования	143

**СЕКЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ,
МОСТОВ И ТОННЕЛЕЙ**

<i>Джумаев Э. Ю.</i> Применение 3D-компонентов в проектировании автомобильных дорог	148
<i>Аниель Ноеми Ккарита Сукари</i> Анализ влияния способов уплотнения на поведение асфальтовых смесей с модифицирующими добавками	153
<i>Лебедев М. А.</i> Исторические аспекты развития способов оценки воздействия многоосных транспортных средств на дорожную конструкцию в отечественной нормативно-правовой документации	164
<i>Назарова К. Ю.</i> Прогнозирование колесобразования на автомобильной дороге общего пользования с учетом интенсивности дорожного движения и коэффициента запаса прочности	178
<i>Наугольных А. В.</i> Эстетические аспекты японских мостов	183
<i>Резникова А.</i> Виды дефектов цементобетонных покрытий автомобильных дорог ...	191
<i>Решетникова А. В., Разов И. О.</i> Применение цифровых технологий в дорожном строительстве	197
<i>Самодурова Т. В., Седова А. В.</i> Проекты инженерного обустройства улично-дорожной сети по результатам диагностики	202
<i>Яцук Д. А.</i> Применение бентонитовых матов в дорожном строительстве	209

СЕКЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ

<i>Сайдаматова О. У., Башмаков А. А., Медрес Е. Е.</i> Перспективы развития инфраструктуры Красносельского района г. Санкт-Петербурга	215
<i>Выселка А. А.</i> Актуальные проблемы существующей системы электронного документооборота крупногабаритных, тяжеловесных и опасных грузов.	223

<i>Дихтяренко Е. С.</i> Автономные системы управления.	231
<i>Дошлова А. А.</i> Анализ транспортной ситуации на перегоне ул. Советской Армии от ул. Гагарина до ул. Антонова-Овсенко г. Самара	236
<i>Ким А. В.</i> Структурный анализ концептуального проекта развития локальной ИТС	243
<i>Кокошинская С. С.</i> Практические рекомендации по повышению эффективности на основе анализа факторов по оптимизации процесса перевозки полимерных труб	251
<i>Лежуков Р. В.</i> Анализ эффективности средств устранения заторовой ситуации на примере участка Николаевского проспекта.	260
<i>Малихина О. В., Медова К. В.</i> Исследование транспортно-логистических систем с учетом сезонных колебаний грузопотоков	265
<i>Медрес Е. Е., Манина Е. Д.</i> Анализ методики социально-экономического ущерба от дорожно-транспортных происшествий	272
<i>Мишаков Д. А.</i> Современные системы отслеживания перемещений на транспорте ..	279
<i>Пантин И. В.</i> Цифровизация логистических процессов и ее влияние на эффективность грузоперевозок	283
<i>Суркова Е. Е.</i> Безопасность при выполнении регулярных пассажирских перевозок общественным транспортом в Ленинградской области	288

СЕКЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

<i>Анисимов П. С.</i> Моделирование производственных процессов автотранспортных предприятий: сравнительный анализ традиционного метода и GPSS	295
--	-----

<i>Афанасьев А. С., Дибров Н. В.</i> Организация системы мониторинга транспорта на АТП	309
<i>Волков П. О., Богданов М. В.</i> Метод построения физической архитектуры системы охлаждения энергетических установок для транспортно-технологических машин	315
<i>Дударев А. А., Блякинштейн И. М.</i> Применение технологий машинного зрения для контроля технического состояния транспортных средств	323
<i>Кутулупов Д. А., Черняев И. О.</i> Анализ возможностей импортозамещения деталей гидроприводов спецтехники	328
<i>Новиков К. О., Торосян Л. Е.</i> Методика учета дорожной обстановки и транспортных заторов при нормировании расхода топлива	333
<i>Смирнов И. С., Торосян Л. Е.</i> Модернизация процесса диагностирования мультиплексных систем пассажирских маршрутных автобусов	338
<i>Смоляков С. А., Богданов М. В., Сафиуллин Р. Р.</i> Методика повышения контролепригодности высокоавтоматизированных транспортных средств	344
<i>Черняев И. О., Румянцев А. А.</i> Совершенствование процесса утилизации автотранспортных средств с учетом экологических и технологических аспектов	361
<i>Юдин А. В., Черняев И. О.</i> Методика индивидуальной коррекции сервисного интервала на основе мониторинга режимов движения транспортного средства	369

Научное издание

МАГИСТРАТУРА – АВТОТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Материалы IX Всероссийской межвузовской конференции
«Магистерские слушания»

24–25 октября 2024 года

Компьютерная верстка *О. Н. Комиссаровой*

Подписано к печати 04.04.2025. Формат 60×84 $\frac{1}{16}$. Бумага офсетная.

Усл. печ. л. 22,3. Тираж 300 экз. Заказ 41. «С» 20.

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