ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

ДНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник материалов 51-й научной конференции

обучающихся СамГУПС

Выпуск 25

Т. 1.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Самара
2024

УДК 656. 2(06)
С 23

Дни студенческой науки [Текст]: сб. материалов 51-й научной конференции
С 23 обучающихся СамГУПС в двух томах / Самарский гос. ун-т путей сообщ. – Выпуск 25. – Т. 1. Технические науки. – Самара : СамГУПС, 2024. – 224 с.

Тематика сборника отражает все виды деятельности железнодорожной отрасли, включая вопросы организации и управления процессами перевозок, совершенствования подвижного состава железных дорог и муниципального пассажирского транспорта, железнодорожного пути, строительства и транспортной техники, автоматизации, информатизации, телекоммуникации и энергосбережения, экологии и охраны труда, экономики, логистики и финансов, а также проблемы гуманитарных и естественных наук.

Члены редакционной коллегии, жюри секций 51-й научной конференции обучающихся СамГУПС:

д. т. н., профессор Е. М. Тарасов
д. т. н., доцент О. В. Москвичев
к. т. н., доцент Н. Н. Мазько
к. т. н., доцент А. В. Варламов
к. т. н., доцент С. В. Коркина
к. т. н., доцент А. В. Муратов
к. т. н., доцент В. В. Атапин
к. т. н., доцент Е. В. Добрынин
к. т. н., доцент Т. В. Харитонова
к. э. н., доцент Т. Б. Ефимова
к. с. -х. н., доцент Ю. А. Холопов

УДК 656. 2(06)

© СамГУПС, 2024

СЕКЦИЯ 1

Организация и управление процессами перевозок и грузовой работой. Проблемы безопасности на железнодорожном транспорте

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ

Д. С. Ахапкин[1], С. Ю. Иванчин[2]

Ведение.Транспорт – это неотъемлемая часть жизни человека, организации и государства в целом. Продуктом транспорта являются перевозки, которые связывают производителя и потребителя. Без транспортных услуг не могут существовать рынок и рыночные отношения.

Одним из самых популярных видов транспорта в России является железнодорожный транспорт. Железные дороги соединяют в единую систему все регионы страны, обеспечивают поток пассажирских и грузовых перевозок.

Преимуществами железнодорожного транспорта можно назвать безопасность перевозки, широкая область доставки грузов и пассажиров, возможность перевозки больших партий грузов единовременно. К недостаткам такого вида транспорта можно отнести длительность перевозки, низкую маневренность и привязку к железнодорожной колее, необходимость в дополнительном транспорте при разгрузке и погрузке грузов.

Структурным подразделением железной дороги являются железнодорожные станции.

Железнодорожная станция – это пункт, который разделяет железнодорожную линию на перегоны или блок-участки, обеспечивает функционирование инфраструктуры железнодорожного транспорта, имеет путевое развитие, позволяющее выполнять операции по приему, отправлению, обгону поездов, операции по обслуживанию пассажиров и приему, выдаче грузов, багажа, грузобагажа, а при развитых путевых устройствах – выполнять маневровые работы по расформированию и формированию поездов и технические операции с поездами [1].

Основной целью работы железнодорожной станции является обеспечение перевозок пассажиров и груза. Также к станциям применяются требования безопасности движения поездов, выполнения маневровых работ, труда работников железнодорожной отрасли и обеспечения охраны окружающей среды [2].

Основная часть. Рассмотрим технологию обработки поезда на железнодорожной станции.

Сортировочные станции предназначены для переработки вагонов и формирования составов по назначениям в соответствии с планом формирования поездов (ПФП). На таких станциях одновременно перерабатываются местные и транзитные вагонопотоки [3].

На сортировочных станциях выполняются следующие операции:

- прием и отправление поездов,
- формирование и расформирование поездов по графику движения и ПФП,
- обработка транзитных поездов без переработки, поездов с изменением направления движения, веса и длины состава,
- работа по обслуживанию маневровыми локомотивами станции мест погрузки, выгрузки и т.д.

Подготовка к встрече поезда начинается после получения дежурным по станции сообщения с соседней станции об отправлении поезда. После этого дежурный информирует работников станции о номере поезда, пути приема и времени прибытия. Обработка включает в себя следующие операции:

[1] Ахапкин Дмитрий Сергеевич – студент группы ТТПм-21
[2] Иванчин Сергей Юрьевич – к.т.н. доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой»

– контрольная проверка состава,
– прием перевозочных документов от локомотивной бригады,
– сверка перевозочных документов,
– технический и коммерческий осмотр вагонов [4].

После остановки поезда и отцепки поездного локомотива его ограждают сигналами остановки, и начинается проверка на неисправности. При обнаружении неисправности вагонов, которые не требуют отцепки, ставятся меловые отметки на боковых стенках. Вагоны, требующие отцепочного ремонта, отправляются в ремонт после выгрузки. После окончания осмотра дежурного по станции информируют о результатах осмотра.

Обработка включает в себя следующие операции:
– контрольный технический осмотр,
– коммерческий осмотр,
– осмотр и опробование автотормозов,
– передача перевозочных документов локомотивной бригаде,
– отправление поезда.

Дежурный по станции предъявляет поезд к техническому и коммерческому осмотру и сообщает сотруднику пункта осмотра номер пути, количество вагонов в составе и время отправления. Работники пункта осмотра ограждают состав и начинают осмотр. По окончании осмотра дежурного по станции информируют о готовности к отправлению. При прицепке локомотива проводится опробование автотормозов и затем машинисту под расписку передают перевозочные документы.

Все работы, которые проводятся на железнодорожных станциях, регламентируются Типовым технологическим процессом. При обработке поездов по прибытии и по отправлению должны соблюдаться требования безопасности работников железнодорожной станции, а также требования охраны окружающей среды. При соблюдении всех требований работа по обработке поездов будет выполняться согласно регламенту и в кратчайшие сроки, что снизит задержки перевозок.

Эффективность работы сортировочной станции оказывает большое влияние на функционирование железной дороги в целом. Увеличение пропускной способности станции можно достигнуть за счет совершенствования технологии сортировочного процесса.

Одним из вариантов достижения этой цели можно рассмотреть организацию системы видеонаблюдения, что позволит работникам оперативно получать полную и достоверную информацию о событиях на сортировочной станции. Это поможет оптимизировать технологические процессы на железной дороге.

Для того чтобы эффективно использовать систему видеонаблюдения на сортировочной станции необходимо исследовать все функциональные возможности участка и составить требования, которым будет отвечать вводимая система, например:
– обзор всех парков сортировочной станции,
– наблюдение за готовностью путей для приема поездов,
– наблюдение за работой всех районов станции (парк формирования, приемочно-отправочный парк, сортировочная горка и т.д.),
– интеграция с системой распознавания длины состава на въезде и выезде, номеров вагонов,
– контроль за своевременной подачей локомотивов к готовым поездам.

Внедрение системы видеонаблюдения поможет решить ряд важных задач:

- управление работой станции (отслеживание работы формирования поездов, готовности железнодорожных путей и т.д.),
– контроль технического и коммерческого осмотров,
– обеспечение сохранности грузов,
– обеспечение техники безопасности,
– обеспечение и контроль охраны труда на станции [5].

Заключение. При работе с системой видеонаблюдения желательно работникам сортировочной станции использовать мобильные устройства, это позволит повысить эффективность работы, сократить скорость реагирования на происходящие события и иметь доступ к данным в любой точке на территории станции.

Затраты на оборудование (камеры, кабели, коммутатор, сервер, программное обеспечение) составят 340 930 рублей. Затраты на установку всей системы составят 117 500 рублей. Таким образом, общие затраты на внедрение системы видеонаблюдения составят 458 430 рублей. С учетом прибыли получаемой станцией в год срок окупаемости составит 4 месяца.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Положение о железнодорожной станции от 29 декабря 2006 г. N ВМ-12182.

2 Левин Д.Ю. Управление эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте: технология и управления работой железнодорожных станций и узлов: учеб. пособие. Ростов н/Д: Феникс, 2017. 542 с.

3 Типовой технологический процесс работы сортировочной станции ОАО «РЖД» от 11.12.2014 г. N 2927р.

4 Технология и управление работой станций и узлов: Учебное пособие / Зубков В.Н., Мусиенко Н.Н. Москва: ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ», 2016. 416 с.

5 Особенности чрезвычайных ситуаций железнодорожном транспорте: учеб. метод. пособие / Д.В. Коробейников, С.В. Метлушин. Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2015. 72 с.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ПАССАЖИРОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВОКЗАЛЬНЫХ КОМПЛЕКСАХ

П. А. Аннина,[1] О. А. Бондаренко[2]

Введение. ОАО «РЖД» в настоящее время проводит работу, направленную на повышение качества обслуживания маломобильных пассажиров за счет организации доступности, безопасности, удобства и информативности объектов инфраструктуры и предоставляемых услуг для инвалидов и других маломобильных групп населения.

Основная часть. Согласно [1] маломобильные группы населения – это категория людей, которые испытывают временные или постоянные сложности с перемещением, ориентированием в пространстве или трудности в получении общедоступной информации и услуг, к ним относятся кроме инвалидов, люди с временными и постоянными ограничениями в передвижении. Категории маломобильных групп населения приведены на рисунке.

В 2019 году в Российской Федерации утверждена государственная программа «Доступная среда», направленная на создание равного доступа для маломобильных групп населения к объектам и услугам в приоритетных сферах жизнедеятельности, в том числе к объектам транспортной инфраструктуры [2].

В ОАО «РЖД» в рамках реализации программы «Доступная среда» создан информационно-сервисный «Центр содействия мобильности ОАО «РЖД», предназначенный для оказании ситуационной помощи маломобильным пассажирам [3]. Центр обеспечивает маломобильным пассажирам предоставление информации об услугах на железнодорожном транспорте, а также прием заявок на оказание ситуационной помощи пассажирам и резервирование мест для инвалидов в поездах дальнего следования. В России более чем на 400 вокзалах бесплатно предоставляются услуги сопровождения пассажирам с нарушениями функций опорно-двигательного аппарата, слуха и зрения.

[1] Аннина Полина Алексеевна – студент группы ТТПм-21, факультет ИУЭ

[2] Бондаренко Оксана Александровна – к.т.н. доцент кафедры «УЭР»

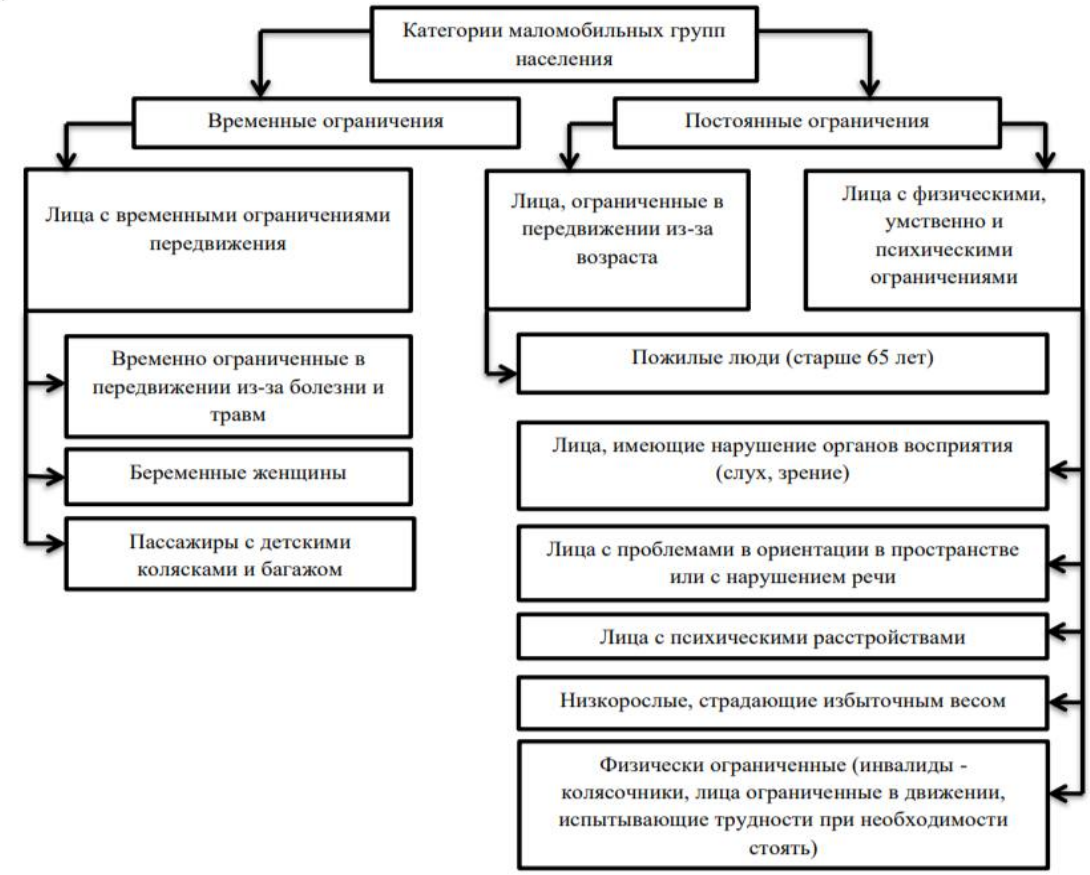


Рис. Категории маломобильных групп населения

Пассажирам, особенно маломобильным гражданам, часто сложно ориентироваться в местах с большим числом переходов и выходов. При планировании поездки маломобильная группа населения ориентируется на доступность объектов транспортной инфраструктуры, следовательно наличие универсальной информации о доступности объектов позволит повысить качество транспортного обслуживания [4, 5].

Предлагается для улучшения качества обслуживания маломобильных пассажиров, использовать мобильное приложение, с помощью которого пассажиры смогут легко ориентироваться в здании вокзала и на платформах используя интерактивную карту вокзального комплекса.

Возможности приложения:

- точная карта вокзального комплекса,
- после ввода номера поезда, автоматически выполнится прокладка маршрута следования от точки, где находится пассажир до платформы, с которой отправляется определенный поезд,
- поиск в здании вокзала определенного объекта, с подробной информацией о нем,
- использование в режиме навигатора, с возможностью прокладки маршрута к нужному объекту вокзального комплекса при нахождении еще в вагоне поезда,
- построение специальных маршрутов для маломобильных групп населения с помощью голосовых подсказок по доступному для них маршруту.

Заключение. Необходимость разработки мобильного приложения обусловлена тем, что использование приложения будет позволять маломобильным пассажирам находить доступный и удобный маршрут следования до нужного объекта на вокзальном комплексе. Пользователь сможет передвигаться по вокзалу, наблюдая маршрут через камеру телефона в реальном пространстве за счет 3D графики. Использование приложения позволит повысить транспортную доступность вокзальных комплексов для маломобильных граждан.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 СП 59.13330.2020. Доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения. Актуализированная редакция СНиП 35-01-2001 / Электронный фонд актуальных правовых и нормативно-технических документов [Электронный ресурс]. URL: https://docs.cntd.ru/document/573659328 (дата обращения: 03.04.2024).

2 Государственная программа Российской Федерации «Доступная среда»: [утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 29 марта 2019 г. N 363 (с изменениями и дополнениями)] [Электронный ресурс] / Гарант. URL: https://base.garant.ru/72216666/?ysclid=lvqdlilj4p767755557 (дата обращения: 04.04.2024)

3 Центр содействия мобильности ОАО «РЖД» // Дирекция железнодорожных вокзалов - филиал ОАО «РЖД» : официальный сайт. 2024. URL: https://dzvr.ru/passengers/passportaccess/info.php (дата обращения: 11.04.2024).

4 Муковнина Н. А., Бондаренко О. А. Порядок оценки доступности этапов следования для маломобильных групп населения по функциональным зонам объектов транспортной инфраструктуры // Вестник транспорта Поволжья. 2023. № 4 (100). С. 76-80.

5 Бондаренко О. А., Муковнина Н. А. Порядок определения доступности транспортной инфраструктуры для маломобильных пассажиров // Транспортное дело России. 2023. № 1. С. 289-291. DOI 10.52375/20728689_2023_1_289.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ РАБОТЫ СТАНЦИИ «Б» КУЙБЫШЕВСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ – ФИЛИАЛА ОАО «РЖД»

А. Е. Давыдова[1], С. Ю. Иванчин[2]

Введение. Компания ОАО «РЖД» является самым надежным и эффективным партнером в области перевозок грузов и имеет особое место в экономике нашего государства Основные направления деятельности компании – грузовые и пассажирские перевозки. Доля РЖД в грузообороте транспортной системы РФ составляет около 49 %, в число которых входит грузовая станция «Б». Сокращение издержек на перевозочный процесс – это ключевая задача, которую пытается решить железнодорожный транспорт, поэтому любые нововведения принимаются в разработку, только если они выгодны для железной дороги. [1]

Целью данной работы является оптимизация технологии работы станции «Б» Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД». Оптимизация работы грузовой станции подразумевает улучшение качества обслуживания клиентов, а также снижение эксплуатационных расходов на грузовой станции, что в сегодняшних условиях имеет первостепенное значение.

Основная часть. Основной задачей данной работы является: нахождение и внедрения мероприятий, направленных на улучшения перерабатывающей способности грузовой станции за счет, возможности рассмотрения реконструкции четного парка станции «Б» в виде удлинения приемо-отправочных путей. Недостаточная длина приемо-отправочных путей приводит к задержкам грузовых поездов, прибывающих в расформирование на грузовую станцию «Б». В период преддипломной производственной практики мною были собраны статистические данные по работе данного парка. Они послужили базой для анализа работы парка станции «Б» и предложения по его реконструкции. Данное мероприятие приведет к совершенствованию технологии работы грузовой станции по приему и отправлению поездов. Также в результате реконструкции предусматривается значительное сокращение маневровой работы с поездами, что существенно сократит эксплуатационные расходы на грузовой станции.

[1] Давыдова А. Е. – студент

[2] Иванчин С. Ю. – к.т.н. доцент кафедры «Управление эксплуатационной работой»

Рассматриваемая грузовая станция расположена на двухпутном электрифицированном участке К-Кр. По характеру работы относится к грузовой станции. По объему переработки, выполняемой на станции, относится к станциям 1-го класса [2].

В данной статье предлагаются следующие мероприятия для внедрения на станции «Б»:

- внедрение съезда между первым и вторым главными путями для отправления поездов с 4 пути парка А.

- увеличение длины 6,7 путей четного парка В.

В среднем в месяц с 4 пути парка А отправляется 3 поезда. Время освобождения первого главного пути в среднем составляет 22 минуты. При отправлении поездов с 4 пути парка А происходят задержки грузовых поездов у входного сигнала станции «Б».

После появления съезда время освобождения первого главного пути сокращается на 10 минут, соответственно, время отправления составляет 12 минут. Строительная стоимость удлинения путей определяется, учитывая подготовку площадку под строительство, земляные работы, искусственные сооружения, верхнее строение пути, СЦБ и связь, подвод электроснабжения, прочие расходы, [3] и составляет 23543000 рублей.

Для обоснования второго проекта представлена статистика отправляемых разборок, с четной и нечетной стороны, на станцию «Б», собранная в таблицу. Статистические данные были собраны в период производственной практики на грузовой станции. «Б».

Таблица

Подход поездов с четной и нечетной стороны на станцию «Б»

№ поезда	Ст.формирования	Время отправления	Время неприема	Причина	Время отправления	Время прибытия
1	К	7:34	1:29	Занятость пути приема	8:23	8:34
2	Кр	10:21	-	-	-	10:54
3	С	13:18	-	-	-	13:35
4	К	17:01	-	-	-	17:36
5	Кр	19:08	1:33	Занятость пути приема	20:01	20:44
6	С	2:17	-	-	-	2:29
7	К	5:03	-	-	-	5:40

Из таблицы видно, что по статистике из семи прибывающих разборок, две разборки нет возможности принять своевременно. При приеме прибывающих разборок при существующей длине приемо-отправочных путей в парке, возникают трудности по приему и отправлению грузовых поездов четного и нечетного направления или выставки состава из сортировочного парка, так как хвост поезда частично перекрывает стрелочную горловину и закрывает соседние пути для приема поездов. Предлагаемое удлинение путей на станции сможет решить эту проблему.

Заключение. На данный момент вместимость пути 6 четного – 32 вагона, полезная длина пути составляет 525 метров. Вместимость пути 7 четного А – 45 вагонов, полезная длина пути составляет 705 метров. Предлагаю удлинить пути до 56 вагонов и 750 метров соответственно. В общей сумме потребуется удлинить 270 метров пути.[4]

Внедрение новой технологии на транспорте нужно для того, чтобы повысить эффективность работы станции, улучшение инфраструктуры на транспорте, а также улучшить экономические показатели транспортного производства. Новые технологии необходимо внедрять для того, чтобы получить при этом определенный экономический эффект. Главным критерием эффективности внедрения новых технологий является достижение определенных результатов с минимальными возможными издержками [5].

На удлинение 6 и 7 путей четного парка В потребуется 79525000 руб. капитальных вложений. Экономия эксплуатационных затрат, связанная с удлинением путей, составит 65986500 руб. Срок окупаемости данного проекта составляет 1,2 года. Затраты на строительство съезда между главными путями составят 23543000 руб. Экономия эксплуатационных расходов, связанная с сокращением времени неприема поездов, составит 13122000 руб. Срок окупаемости капитальных затрат составит 1,8 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Себестоимость железнодорожных перевозок: учебник для вузов ж.-д. транспорта / Н.Г. Смехова [и др.]. М. : Маршрут, 2003, 494 с.

2 Техническо-распорядительный акт железнодорожной станции «Б» Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД», 2023, 77 с.

3 Корешков А.Н. Выбор оптимальных параметров технологии работы и технического оснащения сортировочных станций. М.: Транспорт, 1997. 240 с.

4 Технологический процесс работы грузовой станции «Б» Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД», 2023. 94 с.

5 Самсонов В.С. Экономика предприятий: учебн. для вузов. М. : Высш.шк., 2003. 416 с.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕВОЗОК ГРУЗА ЗА СЧЕТ IT – ТЕХНОЛОГИЙ

А. В. Леонтьев[1], В. А. Садчикова[2]

Введение. Технологии не стоят на месте и с каждым днем набирают оборот. Вроде только вчера человечество придумал компьютер, но уже сейчас занимается разработкой автопилотирования на транспорте. Уже сейчас можно встретить на дорогах общего пользования машины с автопилотом. Так и на железнодорожном транспорте внедряют данную технологию [5].

Основная часть. Беспилотный поезд – это информационная технология, которая изменит будущее железнодорожного транспорта. Оно представляют собой поезда, в котором не будет машиниста. Эта новая система управления открывает новые возможности и предлагает множество преимуществ [1].

Основные преимущества беспилотных поездов – это безопасность. Система исключает возможность ошибок, связанных с человеческим фактором, таких как усталость машиниста или неправильные решения в экстремальных ситуациях. Беспилотные поезда могут автоматически реагировать на опасности и принимать решения, минимизируя риски для пассажиров и окружающих. Также беспилотные поезда обладают высокой эффективностью и экономичностью. Они могут поддерживать постоянную скорость и интервал между поездами, что позволяет увеличить пропускную способность железнодорожных линий и сократить время в пути. Такая система позволяет снизить затраты на топливо и обслуживание, что является важным фактором для экономической эффективности [2].

За движением поезда будет наблюдать человек, сидя в кабинете за специальным пультом управления, в специально оборудованном помещении в отдельном здании.

Стационарные комплексы обнаружения препятствий: помимо датчиков и камер на самих поездах, ОАО «РЖД» разворачивает сеть стационарных комплексов обнаружения препятствий. Они нужны в тех местах, где пути изгибаются и камеры не видят опасную зону [3].

Один машинист – четыре поезда. Машинист-оператор может вывести на экраны любую информацию с любого управляемого поезда: видео с любой камеры, показания сотен датчиков, расположенных по всему составу [3].

Пульт управления. Рабочее место машиниста-оператора похоже на пульт управления в кабине локомотива, но тумблеры на нем заменили на кнопки для удобства работы. Здесь есть

[1]Леонтьев Андрей Владимирович– студент группы ТТПм-21, факультет ИУЭ

[2] Садчикова Валентина Анатольевна – доцент кафедры УЭР, к.т.н.

те же джойстики тяги и торможения, что и в кабине. Однако машинист не управляет поездом – поезд все делает сам. Задача человека: внимательно следить за оповещениями от поезда и реагировать на нештатные ситуации. А раз так, то один машинист теперь может следить за четырьмя поездами сразу! Поэтому ультразвуковые датчики здесь особенно важны, они не позволяют локомотиву сдвинуться с места, если рабочие не закончили сцепку вагонов и не отошли от тепловоза [3].

Внедрение систем беспилотного управления поездами более эффективно покажет себя на Транссибирской магистрали. Ежедневно по ней проходит до 80 пар поездов – на некоторых участках они курсируют с временным интервалом, как в метро. Такой интенсивностью движения больше не может похвастаться ни одна страна в мире. И как любая транспортная артерия, Транссиб дал жизнь тысячам городов и поселков, расположенным на всем его протяжении. В прошлом году Транссибирская железнодорожная магистраль отметила 100 лет с завершения строительства ее последнего участка – моста через реку Амур под Хабаровском. Однако полностью она заработала только спустя 50 лет [4].

Беспилотные поезда помогу наладить бесперебойную поставку груза и связать далекие территории, как Владивосток, который также является центром Дальневосточного федерального округа и частью Дальневосточного экономического района. Наиболее развиты рыбная отрасль, металлообработка и машиностроение, включая судостроение, а также деревообрабатывающая промышленность, производство стройматериалов, угольная, легкая и пищевая отрасли. Сельское хозяйство специализируется на посевах зерновых, кормовых культур, картофеля, сои, овощей и плодов [4].

Вывод. Таким образом, в статье мы предлагаем предоставлять доставку груза в города или регионы поездами, оснащенными автопилотированием, тем самым сократив сроки доставки груза для грузоотправителя и грузополучателя, предоставить четко временные окна для ГО и ГП для проведения погрузочно-разгрузочных работ, что, в свою очередь, критично для грузов, имеющих срок годности. Внедрение систем беспилотного управления поездами является не только важным шагом в развитии транспортной инфраструктуры, но и примером успешного использования инноваций и технологического прогресса. Это открывает новые возможности для повышения эффективности, безопасности и удобства транспортных перевозок и способствует развитию общества в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Кузьмин В. Российская газета 11.03.2024 [Электронный ресурс]. URL: https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=5590 (дата обращения 18.04 2024)

2 Информационный ресурс «Первый поездатый» от 19.01.2021 [электронный ресурс]. URL: https://dzen.ru/a/ZaoyorYnlXVuFhIQ (дата обращения 17.04.2024)

3 РЖД mash [электронный ресурс]. URL: https://bespilotnikrzd.mash.ru дата обращения 16.04.2024

4 ИА «РИА Новости» от 14.07.2023 / Транссибирская магистраль [Электронный ресурс]. URL: https://company.rzd.ru/ru/9401/page/78314?id=210628 (дата обращения 18.04.2024)

5 Санькова Г.В., Одуденко Т.А. Информационные технологии в перевозочном процессе [электронный ресурс]. URL: https://studfile.net/preview/3837647/(дата обращения 17.04.2024)

ОРГАНИЗАЦИЯ ТРАНСПОРТНО-ЭКСПЕДИЦИОННОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ОТПРАВОК ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

А. А. Политов[1] В. А. Садчикова[2]

Ведение. В настоящее время железнодорожный транспорт переживает эпоху перехода на цифровое обслуживание всех технологических процессов, выполняемых при перевозках грузов. Информационные технологии стремительно внедряются во все процессы, в жизнь нашей страны. У железнодорожного транспорта особая привилегия – целая программа, направленная на цифровизацию. На крупных железнодорожных станциях все идет достаточно динамично, а вот стык между грузоотправителями-грузополучателями и перевозчиками прорабатывается недостаточно. Может быть, это происходит из-за того, что грузовые станции недостаточно глобальны для таких процессов? Но несмотря на это все, железнодорожные перевозки здесь и зарождаются, и погашаются. И это актуально и достойно внимания.

Основная часть. Порядок транспортно-экспедиционного обслуживания на железнодорожном транспорте представлен на рисунке.

Здесь еще имеет значение, каким образом будет перевозиться груз. Перевозка грузов может осуществляться разными отправками: повагонными, мелкими, малотоннажными, групповыми и маршрутными. Основные отличия представлены в таблице 1.

Грузы мелкими отправками перевозятся в сборных вагонах, которые подразделяются на категории, что зависит от технологической схемы доставки грузов. Категории сборных вагонов представлены в таблице 2.

Рис. Общий алгоритм транспортно-экспедиционного обслуживания отправки грузов на железнодорожной станции

[1] Политов Алексей Алексеевич – студент группы ТТПм-21, факультета ИУЭ
[2] Садчикова Валентина Анатольевна – к.т.н. доцент кафедры УЭР

Таблица 1

Отличия отправок в организации перевозок грузов

№ п/п	Наименование	Масса груза	Количество вагонов, особенности
1	Позагонная	-	Отдельный вагон
2	Мелкая	Не более 10 т	Не более1 вагона
3	Малотоннажная	От 10 до 20 т	Не более 0,5 вагона, по одной накладной
4	Групповая	-	Несколько вагонов
5	Маршрутная	Весовая норма маршрутного поезда	Несколько вагонов

Таблица 2

Категории сборных вагонов

№ п/п	Категория сборных вагонов	Загрузка	Следование	Выгрузка
1	Прямые	Станция отправления	-	Станция назначения
2	Прямые участковые	Мелкими отправками на участковых станциях в пределах сортировочного участка	Одна сортировка на ближайшей грузосортировочной станции	Станция назначения
3	Перегрузочные	На участковых станциях нескольких сортировочных участков	Установленные грузосортировочные станции	Станция назначения
4	Сборно-раздаточные	Сбор мелких отправок по участковым станциям	-	Грузосортировочные станции в пределах одного сортировочного участка

Для выполнения данных работ требуется достаточно мощное техническое оснащение и информационное сопровождение всех выполняемых процессов.

В данном случае рассмотрены только повагонные варианты мелких отправок. Однако, в случае мелких отправок наиболее эффективны контейнерные отправки, позволяющие доставлять мелкие партии грузов без дополнительных сортировок.

Технология переработки вагонов-контейнеров на станции состоит из следующих основных этапов [1]:

1. Прием и разгрузка контейнеров. После прибытия на станцию контейнеры проходят процедуру разгрузки, которая осуществляется с помощью специализированной техники. Затем контейнеры отправляются на переработку.

2. Подготовка. После разгрузки контейнеры проходят подготовку, включающую в себя крепление заменяемых элементов и деталей, проверку герметичности и т.д.

3. Разделение грузов. После подготовки контейнеров осуществляется разделение грузов на основе их типа, качества и других характеристик, что позволяет облегчить последующую переработку.

4. Загрузка вагонов. Контейнеры загружаются в вагоны.

Универсальные контейнеры перерабатываются на контейнерных пунктах и на контейнерных площадках.

В дальнейшем рассматриваем транспортно-логистические операции, выполняемые на контейнерной площадке станции Безымянка.

Технологический процесс работы контейнерной площадки исполняется по типовым схемам, которые унифицированно разработаны для всех контейнерных площадок с небольшими уточнениями по особенностям схемы площадки.

Контейнерная площадка Безымянского производственного участка ДМ является сетевым и дорожным пунктом, предназначенным для грузовых и коммерческих операций с контейнерами [2]. Погрузка на контейнерной площадке составляет 57 % от общего числа погруженных вагонов на станции, а выгрузка – 13 %.

Основные операции, выполняемые с контейнерами на контейнерной площадке станции, представлены в таблице 3.

Таблица 3

Описание операций, выполняемых с контейнерами

№ п/п	Операция	Выполняемые действия
1	2	3
1	Ввоз и вывоз контейнеров	- На прибывший груженый контейнер в товарной конторе выдается представителю грузополучателя раскредитованная накладная. - Грузополучатель направляется к приемосдатчику, который выписывает наряд формы КЭУ-16 с заполнением необходимых сведений на вывоз контейнера. - Приемосдатчик дает команду машинисту крана о постановке контейнера на автомашину.
2	Завоз груза в контейнере	- Представителю грузоотправителя в товарной конторе выдается завизированная накладная. - Приемосдатчик согласно визы заполняет и выдает талон на порожний контейнер и компьютерную распечатку принадлежности и годности контейнера. - Приемосдатчиком дается по рации команда машинисту крана о постановке контейнера на автомашину, и выписывается наряд КЭУ-16.
3	Принятие контейнера	- Приемосдатчик даст команду машинисту крана для снятия контейнера с автомашины на вагон или площадку. - Приемосдатчик расписывается в завизированных накладных правом верхнем углу, где указывает номер секции и ряда размещения контейнера. - Один экземпляр КЭУ-16 выдается представителю грузоотправителя, второй экземпляр вместе с накладной остается у приемосдатчика.

Окончание таблицы 3

1	2	3
		- Перевозочные документы (накладные, дорожные ведомости) и наряды КЭУ-16 для оформления и расчетов передаются в товарную контору. - Оформленные документы возвращаются из товарной конторы и раскладываются приемосдатчиком-планером в ячейки документотеки. - По мере накопления документов приемосдатчик-планер планирует комплект на вагон, после чего отдает вагонный лист приемосдатчику для организации погрузки контейнеров на вагон.
4	Погрузка контейнера	- При погрузке представитель грузополучателя расписывается в накладной после убеждения в получении контейнера в исправном состоянии и за исправным ЗПУ.
5	Возврат порожнего контейнера	- Представитель грузополучателя предъявляет наряд КЭУ-16, - Осмотрщик на КПП отмечает время возврата контейнера и делает роспись в его приеме.
6	Выезд и въезд автомашин с контейнерами	- На КПП с данными в накладной сверяется номер контейнера, наличие и оттиски ЗПУ, проверяется правильность и плотность закрытия дверей, осматривается контейнер в техническом отношении на годность в дальнейшем под погрузку груза. - При возврате порожний контейнер проверяется на наличие остатков груза и упаковочного материала. - При вывозе груза навалом, в наряде ставится отметка – «груз навалом»

Заключение. В процессе транспортно-логистических операций, выполняемых на грузовой станции, недостаточно используются преимущества современных информационно-

управляющих систем, и часть работ, производимых при организации операций переработки вагонов-контейнеров, можно оптимизировать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Технологический процесс работы грузовой станции Безымянка Куйбышевской дирекции управления движением, 2021. 298 с.

2 Технологический процесс контейнерной площадки станции Безымянка Самарского производственного участка Дирекции по управлению терминально-складским комплексом, 2013. 161 с.

РОЛЬ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

С. В. Тишуков[1], А. В. Лебедев[2], Д. А. Чемоданов[3]

Введение. В наши дни информация и технологии играют ключевую роль в формировании экономики общества. Железнодорожные компании сталкиваются с необходимостью внедрения новых технологий для оптимизации логистических цепочек. Данные технологии позволяют уменьшить задержки, повысить эффективность и улучшить взаимодействие с клиентами. Актуальность данной темы обусловлена тем, что рынок не стоит на месте. Возникает необходимость адаптации к современным требованиям перевозок, качество и скорость возрастает, а конкуренция становится жестче. Поэтому внедрение данных технологий позволит не только соответствовать нужным требованиям, но и составить конкуренцию на рынке.

Основная часть. Рассмотрим технологии, которые применяются повсеместно. Существует такое понятие как цифровые двойники. Цифровые двойники – это имитационная модель, которая позволяет на практике спрогнозировать поведение, имея при этом малое количество данных. На подвижном составе данная технология позволит избежать многих аварийных ситуаций, связанных с изломом тележки и кузова, снизить риск схода с рельс колесных пар. Для этого проектируется цифровая модель в CAD (система автоматизированного проектирования), далее объект заполняют всей необходимой информацией, с помощью CAE (системы инженерного анализа) подвергают всем возможным исходам, которое в дальнейшем может повлиять на реальную модель, после передается в CAM (модуль разработки), где разрабатывается готовое изделие (рис.).

Рис. Процесс создания цифрового двойника подвижного состава

Для логистики цифровые двойники служат тем, что позволяют оптимизировать процесс поставок, отследить риски в режиме реального времени, спрогнозировать финансовый поток,

[1] Тишуков Сергей Владимирович – к.т.н., директор ИТСПС

[2] Лебедев Артем Васильевич – машинист электровоза пассажирского движения, Локомотивное депо ТЧЭ 10 Самара

[3] Чемоданов Даниил Алексеевич – студент группы ТТПм-31, факультет ИУЭ

смоделировать модель поведения. Для предоставления необходимых данных, двойнику требуется собрать данные для дальнейшего прогнозирования.

Другая технология – Интернет вещей (IoT), представляет собой комплекс технических решений, которые позволяют отслеживать состояние подвижного состава в режиме реального времени, контролировать состояние железнодорожной инфраструктуры и автоматизировать работу с клиентом. Данная разработка связывает воедино все датчики, устройства связи и обеспечивает подключение к интернету, что в свою очередь позволяет вовремя принимать решения и сократить влияние человеческого фактора путем оптимизации транспортных процессов. Одна из главных задач IoT – мониторинг и обеспечение диагностики всех систем инфраструктуры и подвижного состава. Процесс сбора информации происходит путем специальных датчиков, установленных на локомотиве, которые в свою очередь собирают данные об оборудовании, температуры, степени износа и посредством устройства связи передают данные на сервер, где в дальнейшем полученные данные обрабатываются. Специализированное программное обеспечение визуализирует результаты, оператор видит полученные сведения посредством системы оповещения и своевременно принимает дальнейшее решение.

Для клиентов технология практична тем, что можно быть уверенным в безопасной перевозке груза. На раннем этапе выявляются возможные неисправности, которые могут возникнуть во время перевозки, тем самым обеспечивая сохранность и безопасность перевозимого имущества. Также можно интегрировать IoT с другими информационными системами, тем самым позволяя заказчику оптимизировать процесс логистической цепочки. Для внедрения в отечественный бизнес таких технологий государству необходимо начать активно стимулировать рассмотрение данного вопроса на государственном уровне. На реализацию предлагается выдавать гранты, инициировать процесс повышения квалификации персонала, закупать необходимое оборудование, перенимать опыт у соседних стран. Эффективность не заставит себя ждать, на начальных этапах будет просматриваться значительная экономическая эффективность у поставщиков и потребителей.

Заключение. В результате проведенного исследования можно сделать вывод, что развитие и дальнейшее внедрение цифровых технологий положительно сказывается не только на транспортной логистике, но и на экономике страны в целом. Применение цифровых двойников и Интернет вещей способствуют повышению безопасности перевозок, улучшение качества работы с клиентами и адаптации к современным транспортным условиям. Таким образом, в будущем можно ожидать значительное повышение цифровой инфраструктуры грузовых перевозок и логистики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Волков Р. В., Данилина Е. И. Ключевые области управления цифровой трансформацией транспортного предприятия //Электронный научный журнал «Транспортное право и безопасность» 2022. № 2 (42). 2022. № 2. С. 183.

2 Озеров, А. В. Предиктивная аналитика с использованием Data Science на железнодорожном транспорте / А. В. Озеров, А. М. Ольшанский, А. П. Куроптева // Наука и технологии железных дорог. 2020. Т. 4. № 4(16). С. 63-76. EDN FDTZSK.

3 Розенберг И.Н., Соловьев И.В., Цветков В.Я. Комплексные инновации в управлении сложными организационно-техническими системами. /под ред. В.И. Якунина. М.: Феория, 2010. 248 с

4 Боровков, А. И. Определение, разработка и применение цифровых двойников: подход Центра компетенций НТИ СПбПУ / А. И. Боровков, Ю. А. Рябов // Цифровая подстанция. 2019. № 12. С. 20-25. EDN: ELMCKN

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА КРЕПЛЕНИЯ ГРУЗОВ В КРЫТОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

А. С. Емельянов [1], В. В. Денисов [2]

Введение. Современные технологии в области железнодорожной логистики постоянно развиваются, включая новые методы и техники крепления грузов для обеспечения безопасности и эффективности перевозок. Традиционные методы крепления груза могут быть неэффективными или небезопасными, особенно при перевозке тяжелых или нестандартных грузов. Поэтому инженеры и специалисты по грузовой работе постоянно ищут новые способы крепления груза на железнодорожном транспорте.

Один из новых методов крепления груза включает использование специальных средств крепления.

Основная часть. В качестве одного из надежных способов крепления опасных и хрупких грузов при перевозке железнодорожным транспортом многие международные компании используют пневмооболочку. Данный способ крепления является наиболее простым, универсальным и надежным средством, применение которого возможно комплексно с другими видами крепления.

При данном способе свободное и пустое пространство между элементами груза, расположенного в вагоне или контейнере заполняют специализированными пакетами (мешками), первоначально находящимися в сдутом состоянии. После установки специализированных пакетов, их накачивают воздухом, в результате чего происходит четкая фиксация перевозимого груза в подвижном составе. По сравнению с имеющимися средствами крепления пневмооболочка имеет ряд преимуществ: легкий вес пневмооболочки, универсальность, простота установки и расположения в вагоне или контейнере, малые габариты.

Двухслойными пакетами с воздухом заполняют пустое пространство между грузами в вагоне или контейнере. Они прочно фиксируют кладь и обеспечивают её сохранность в пути следования. Новая технология – экономически выгодная альтернатива для обрешётки из дерева. К тому же она более экологичная. Пневмооболочка может быть бумажной или полиэтиленовой, и после использования идёт на вторичную переработку. Один человек за 15-20 мин. сможет подготовить груз и вагон к отправке. Технология не нова – на альтернативном транспорте её используют уже давно, а на железной дороге – впервые.

Предлагаемое средство защиты хрупких и опасных грузов - двухслойный герметичный мешок с клапанами для входа и выхода воздуха. Внутренний слой покрывается прочным полиэтиленом, а внешний изготавливается из ламинированного прессованного полипропилена или крафт-бумаги.

Уникальные эксплуатационные характеристики обусловлены конструкцией таких воздушных мешков, при изготовлении которых достигается абсолютная герметичность и влагонепроницаемость, - которые являются основой надежного закрепления грузов любой геометрии и размеров. Многослойный воздушный мешок рассчитан на нагрузку более 30 тонн. Блок клапанов для подачи и стравливания воздуха обеспечивает удобство использования воздушных мешков и существенно, в лучшую сторону отличается от существующих способов и материалов для фиксации опасных и хрупких грузов при железнодорожных перевозках с помощью герметичных кузовов, контрейлеров и контейнеров.

Внутри пневмооболочки находится воздушная камера, которая может быть накачана или спущена в зависимости от требований. Это позволяет контролировать уровень давления, обеспечивая гладкое движение и уменьшая износ колес и рельсов. Также пневмооболочки могут смягчать ударные нагрузки при торможении и ускорении, что повышает сохранность грузов и безопасность перевозок.

[1]Емельянов Алексей Сергеевич - студент группыЭЖД-11, института управления и экономики
[2] Денисов Владимир Васильевич – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

Использование воздушных подушек для крепления перевозимого груза на всем пути следования защищает от повреждений, на всем пути следования до склада получателя.

Трудозатраты, связанные с погрузкой и креплением груза на железнодорожном транспорте значительно сокращаются, а также снижается вероятность повреждения груза при перевозке. Данный способ крепления груза обеспечивает максимально рациональное использовать внутреннее пространство контейнеров и грузовых вагонов, повышает производительность труда производственных рабочих, сокращает затраты предприятия на «отчисления на социальные нужды» и «фонды оплаты труда», снижает затраты на крепление грузов. Улучшение качества грузовых перевозок и повышение конкурентоспособности на рынке транспортных услуг.

Удобство использования воздушных подушек является одним из немаловажных моментов учитываемых не только грузоотправителями но и грузополучателями которые тратят значительно меньше времени на крепление и освобождение от средств крепления.

Рассматриваемые средства крепления можно использовать многократно, что также является преимуществом в случае постоянного, стабильного грузопотока между грузоотправителем и грузополучателем. Данные крепежные средства использовать целесообразно для поддержания высокого уровня безопасности и сохранности перевозимых грузов на транспорте железнодорожном, и на других видах транспорта за исключением воздушного, а также при перевозках по интермодальным схемам. Для крепления грузов сформированных в транспортные пакеты на поддонах также могут использоваться пневматические оболочки, не исключением является крепление отдельных тарно-штучных грузов сложной формы, ящиков, цилиндрических грузов и других.

Заключение. Пневмооболочки могут сыграть важнейшую роль в эффективности и надежности крепления грузов на железнодорожном транспорте, а их использование продолжает развиваться с развитием технологий и требований к транспортной инфраструктуре.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 URL: https://mnv.irgups.ru/sites/default/files/articles_pdf_files/novye_tehnologii_krepleniya_opasnyh_i_hrupkih_gruzov.pdf
2 URL: https://rzdtv.ru/2017/10/09/rzhd-logistika-nachala-primenyat-pnevmoobolochku-pri-perevozke-gruzov/
3 URL: https://www.rzd-partner.ru/publications/rzd-partner/-21-22-457-458-noyabr-2021/pnevmoobolochka-shagaet-v-poluvagon/

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ВОЗНИКАЮЩИЕ ПРИ ГРУЗОВЫХ ПЕРЕВОЗКАХ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ЗА 2023-2024Г

Д. В. Зенкова[1], Н. В. Эрлих[2]

Введение. Транспорт является неотъемлемым связующим звеном в сфере производства и обращения материального и информационного потока. Он активно влияет на процесс воспроизводства товаров и услуг и связывает все виды деятельности в единый комплекс. Транспорт играет ключевую роль в достижении различных социальных, экономических, политических и прочих целей, поэтому анализ его качества и объема всегда остается весьма важным. Россия, занимающая значительную часть территории Евразии и обладающая разветвленной сетью транспортных маршрутов, имеет огромный потенциал для укрепления своего места на глобальном транспортном рынке. Благоприятное расположение страны на мировой карте дает ей возмож-

[1] Зенкова Диана Владимировна – студент группы ТТПб – 21, института ИУЭ

[2]. Эрлих Наталья Валентиновна – к.т.н, доцент кафедры «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

ность занять ведущие позиции в международной транспортной индустрии. Железнодорожный, морской и автомобильный транспорт остаются основными средствами перевозки грузов.

Для эффективного управления этой важной отраслью необходима система, способная организовать работу транспорта таким образом, чтобы грузополучатели и грузоотправители могли быстро, безопасно и экономично отправлять и получать грузы. Логистика играет ключевую роль в этом процессе, представляя собой сложную систему управления материальными и информационными потоками, включающую взаимосвязанные элементы.

Основная часть. Как мы видим, в 2024 году отрасли транспорта и логистики продолжают активно развиваться и адаптироваться к изменяющимся требованиям и технологиям, которые предъявляют грузополучатели и грузоотправители. В данной публикации мы сосредоточимся на проблемах, связанных с логистикой при грузоперевозках по железной дороге, чтобы представить более детальный анализ данной темы. Специфическому направлению придется уделить особое внимание для обеспечения более эффективной работы железнодорожной системы. Несколько факторов, например, геополитическая ситуация в России в 2023 году.

Связанные с развитием и совершенствованием железнодорожных систем, важно постоянно искать новые решения и технологии, чтобы обеспечить эффективное функционирование этого отраслевого сегмента, который необходим для решения, существующих и возможных проблемы, которым нужно уделить должное внимание и провести детальный анализ роли логистики в данном контексте, которая имеет значительное значение в объединении участников логистической цепи, в т.ч. отправители товаров и получатели товаров между собой, становится еще более значимой. В связи с изменением способа транспортировки грузов в Восточную часть страны, возникает большая нагрузка на инфраструктуру, связанную с перевозочным процессов в этом направлении и ОАО «РЖД» не были готовы к увеличивающемуся вагонопотоку в Юго-Восточном направлении и это вызвало серьезные трудности с:

а) пропускной системой,

б) инфраструктурными ограничениями,

в) проблемами с недостатком поездов на железной дороге.

Давайте сначала разберемся с определением «пропускная способность». Пропускная способность железнодорожной линии, участка или станции - это максимальное количество поездов или пар поездов определенного веса, которые могут проходить через определенное место за определенный период времени. Это зависит от постоянных технических работ. (различные способы передвижения, уклоны и средства для маневрирования.) изложение параметров технического оборудования технические системы управления и механизмы для контроля передвижения поездов. Для решения проблем с проходимостью на железнодорожных путях, правительство России предприняло ограничения на данных магистралях могут быть улучшены для оптимизации работы железнодорожного транспорта.транспортные средства на востоке Российской Федерации, и также увеличит пропускную способность на юго-востоке.

Иинфраструктура железнодорожного сектора начинает расширяться, и нехватка поездных локомотивов становится все более насущной проблемой. По данным отчетности ОАО «РЖД», монополии возникли трудности с обслуживанием локомотивов: количество поездов, не отправленных из-за «нехватки локомотивов в парке», увеличилось более чем вдвое за 2023 год.

Организация признает наличие проблем. Сервисные предприятия, занимающиеся обслуживанием локомотивов, начали проводить замену критических деталей как предупредительную меру – это поможет снизить количество неисправностей. Проблема износа и нехватки локомотивов приводит к тому, что вагоны с путей необщего пользования не могут быть приняты, что вызывает задержки в их отправлении.

Заключение. Проанализировав ситуацию грузовых перевозок железнодорожным транспортом в 2023-2024 году, можно сделать вывод, о том, что для развития и увеличения грузопотока в восточном направлении РФ необходим ряд мероприятий, который поможет в решении логистических проблем, возникающих за счёт недостатка инфраструктуры и поездных локомотивов, плохой пропускной способностью. Таким образом, если уровень пропускной системы, инфраструктуры необходимой для грузоперевозок в восточной части страны и количество поездных локомотивов

начнут расти, это сразу же снизит стоимость перевозки и уменьшит транзитное время на выполнение транспортировки, что и является основной задачей логистического центра.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 URL: https://www.rzd-partner.ru/
2 URL: https://vaael.ru/ru/article/view?id=2553

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СОРТИРОВОЧНОГО ПРОЦЕССА ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ ГОРОЧНОЙ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЦЕНТРАЛИЗАЦИИ

В. В. Гянджумян [1], И. В. Золотарев[2], Н. Н. Мазько[3]

Введение. «Цифровой сортировочный комплекс» – это проект, реализуемый на 26 сортировочных станциях ОАО «РЖД» с 2019 по 2025 годы. С развитием технологий и автоматизации производственных процессов стало все важнее искать эффективные способы для оптимизации работы предприятий. Одним из таких инновационных решений является горочная автоматическая централизация – передовая система, которая позволяет значительно упростить и ускорить процессы на производстве. Внедрение программно-аппаратных комплексов, разработанных специалистами АО «НИИАС», направлено на автоматизацию сортировочных работ, сокращение времени и повышение безопасности. «Цифровой сортировочный комплекс« включает ГАЦ (Горочную Автоматическую Централизацию), предназначенную для автоматизации управления стрелками при роспуске составов с горки. Она позволяет автоматически переводить стрелки по маршрутам следования отцепов и работает в двух режимах: программном и маршрутном [1].

Основная часть. Горочная автоматическая централизация (ГАЦ) – это технология, которая объединяет в себе автоматизированные и централизованные системы управления для различных процессов на производстве. Она позволяет контролировать и управлять множеством устройств и механизмов с помощью единой программной платформы. В числе основных задач ГАЦ – повышение производительности, снижение издержек, улучшение качества продукции и обеспечение безопасности труда.

К системам горочной автоматической централизации относятся микропроцессорные или релейные системы с автоматическим управлением стрелками распределенной зоны сортировочной горки и сигналами в процессе скатывания отцепов в программном или маршрутном режимах работы. В основном – это ГАЦ МП, ГАЦ-ГТСС, КГМ-РИИЖТ, ГАЦ-КР, БГАЦ и другие. Однако многие системы сняты с производства как морально и физически устаревшие. На смену им приходят микропроцессорные системы ГАЦ МН [2].

Система микропроцессорной горочной автоматической централизации (МП ГАЦ) на железной дороге представляет собой интеллектуальное решение, основанное на использовании современных технологий для автоматизации управления движением поездов и обеспечения безопасности на железнодорожных путях. Появление нового класса систем горочной автоматической централизации связано с широким использованием микропроцессорной техники в управлении и необходимостью решения задач комплексной автоматизации сортировочных станций. Основная цель любой системы ГАЦ, независимо от ее модификации, заключается в обеспечении заданных маршрутов движения поездов по спускной части сортировочной горки в сортировочный пункт путем управления переводными аппаратами по определенным маршрутам.

[1] Гянджумян Виолетта Вагарашковна – студент группы ЭЖД-92, Институт управления и экономики
[2] Золотарев Илья Владиславович – студент группы ЭЖД-92, Институт управления и экономики
[3] Мазько Наталья Николаевна – к.т.н., доцент кафедры «Технология грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

Автоматизация процессов и оптимизация управления позволяют улучшить пропускную способность железнодорожной инфраструктуры, сократить временные затраты и повысить эффективность работы системы. Благодаря оптимизации энергопотребления и минимизации издержек, система ГАЦ МН способствует экономии ресурсов и снижению эксплуатационных расходов. Система ГАЦ МН использует микропроцессоры для обработки информации и управления различными компонентами железнодорожной инфраструктуры, что обеспечивает быструю и точную реакцию на изменения условий роспуска вагонов.

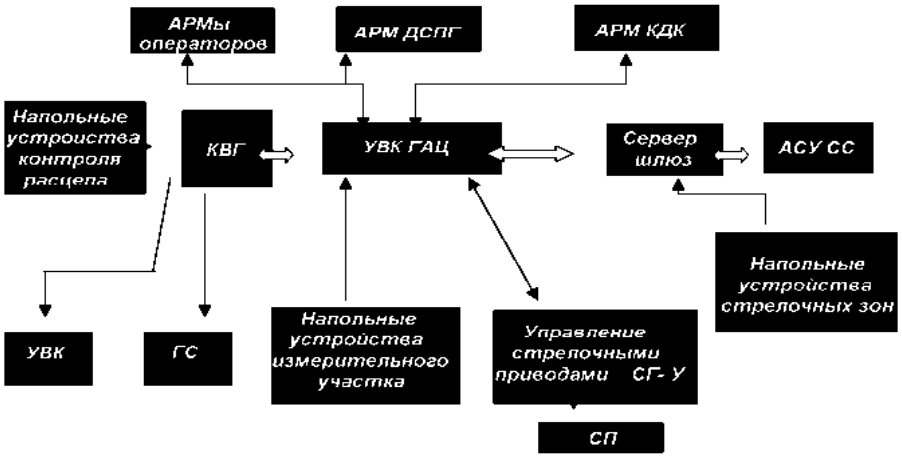


Рис. 1. Структурная схема системы ГАЦ

Использование микропроцессорной техники способствует повышению уровня безопасности, сокращению площади, занимаемой оборудованием, уменьшению энергопотребления, уменьшению объемов строительно-монтажных работ и снижению операционных издержек. Помимо существенного уменьшения числа реле, микропроцессорные системы легко выполняют такие задачи как регистрация и документирование технологических процессов и действий персонала в течение определенного времени. Важным также является возможность микропроцессорных систем проводить комплексную диагностику, контролируя все отказы устройств, прогнозируя предотказные ситуации и выводя информацию на экран автоматизированного рабочего места электромеханика [3].

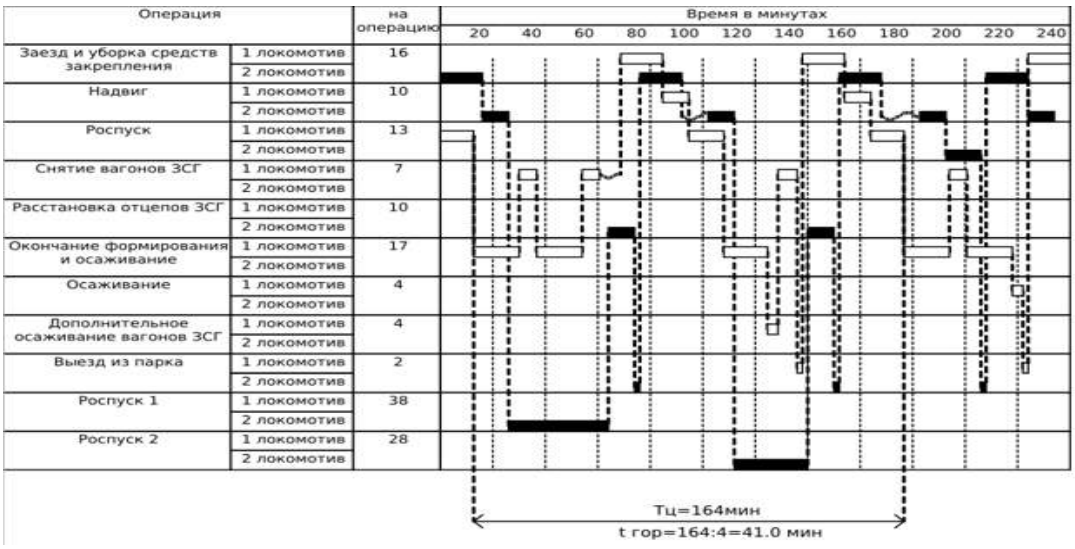


Рис. 2.Существующий график работы сортировочной горки

Внедрение ГАЦ МН на сортировочной горке станции приводит к сокращению горочного цикла, из-за уменьшения времени, затрачиваемого на роспуск составов (3 мин). Это становится возможным благодаря автоматизации процессов управления стрелками и замедлителями, а также коррекции программы роспуска составов (рисунок 2-3).

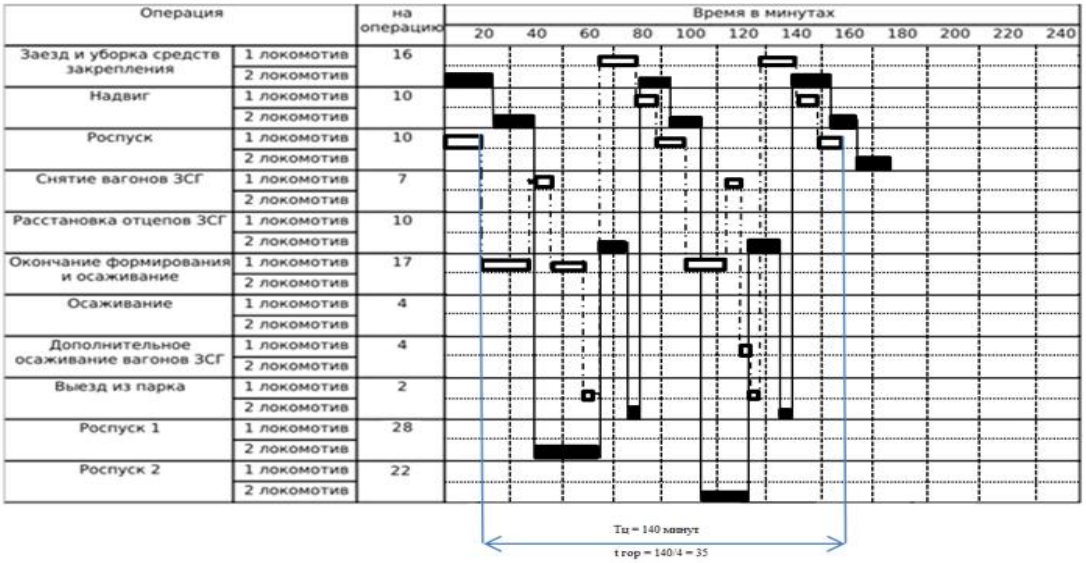


Рисунок 3. График работы сортировочной горки внедрения автоматизированной системы ГАЦ МН

Заключение. Внедрение горочной автоматической централизации на сортировочной горке является стратегически важным шагом для оптимизации работы железнодорожного транспорта. Это позволит не только повысить эффективность перевозок, но и обеспечить безопасность движения поездов, снизить издержки и увеличить перерабатывающую способность [4]. Внедрение системы ГАЦ МН на сортировочной нечетной горке приведет к:

- сокращению горочного цикла на 24 минуты (за счет ускорения роспуска вагонов на 3,25 мин.),
- увеличению перерабатывающей способности горки,
- экономии затрат на оплату труда операторов сортировочной горки,
- экономии эксплуатационных расходов на маневровую работу,
- экономии расходов на ремонт повреждаемых вагонов,
- экономии эксплуатационных расходов за счет сокращения времени нахождения вагонов на станции в процессе расформирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Мазько Н.Н., Хишова А.А. Анализ систем горочной механизации и автоматизации // Студенческий научный форум 2022. Труды научно-практической конференции. Пенза, 2022. С. 38-40.

2 Автоматизация процессов управления на железнодорожном транспорте: учебник для вузов ж.-д. транспорта / В. В. Сапожников [и др.]. М.: Маршрут, 2004. 200 с.

3 Савицкий А.Г., Микропроцессорная система горочной автоматической централизации ГАЦМН / А. Г. Савицкий, В. И. Шелухин, В. Н. Соколов // Автоматика, связь, информатика. 2004. № 10. С. 4-8.

4 Программное обеспечение Горочная автоматическая централизация микропроцессорная с ведением накопления вагонов в сортировочном парке ГАЦ МН. URL: http://doc.rfniias.ru/gatsmn2092.pdf (дата обращения 12.04.2023).

СИСТЕМА УДАЛЕННОГО ДОСТУПА КОЗЛОВЫМИ КРАНАМИ

О. Д. Родионова[1], М. В. Прусов[2]

Введение. Железнодорожные козловые краны являются важным инструментом для обслуживания и эксплуатации безопасной и эффективной железнодорожной системы. Они очень эффективны и могут легко справляться с тяжелыми грузами, что делает их неотъемлемой частью логистической и транспортной отрасли. Этот вид подъемного оборудования относится к категории техники с повышенным уровнем опасности, управление которым допускается только специалисту, обладающему необходимым разрешением – оператору (если управление краном осуществляется с земли) или крановщику (если кран оснащен кабиной). Железнодорожные козловые краны используются для нескольких конкретных целей в железнодорожной отрасли, таких как: обработка контейнеров, обработка генеральных грузов, обработка сыпучих материалов, тяжелая техника и оборудование. Управление козловыми кранами осуществляется различными методами, каждый из которых имеет свои характеристики и преимущества.

Основная часть.

Управление этим видом грузоподъемного оборудования осуществляется с помощью различных контрольных и командных устройств, которые «замыкаются» на кнопки и джойстики. Основная задача оператора- контролировать одновременно несколько действий: движение самого крана и тележки, на которой он установлен, а также вертикальное перемещение груза. Без соответствующих навыков трудно выполнить все эти операции безопасно и точно, и не в последнюю очередь в ситуациях, когда требуется точное позиционирование груза.

Существует всего три типа управления таким грузоподъемным оборудованием: управление из кабины козлового крана, дистанционное управление козловым краном (радиоуправление) и управление козловым краном с пола.

Управление из кабины козлового крана. Кабина крепится непосредственно к крану. Все элементы управления расположены в кабине, что позволяет эффективно контролировать перемещение груза по площадке. При необходимости кабина может быть оснащена комплексной системой кондиционирования, которая охлаждает или нагревает воздух в кабине, создавая комфортные условия для работы оператора. Также установлена система оповещения о перегрузках и аварийных ситуациях, которая своевременно информирует оператора.

Допускается два основных варианта расположения кабины:

- стационарное. Монтаж осуществляется на балочный пролет или систему козловых опор. Это наиболее простой из двух вариантов, также доступный по стоимости,
- передвижное. Установка происходит на транспортную тележку с подъемным механизмом. Этот вариант подходит для двухбалочных кранов. Кабина перемещается вместе с тележкой, что улучшает видимость при работе с грузами.

Управление козловым краном с пола. Управление с пола может быть обеспечено и на производственном участке. Возможность работать непосредственно с погрузочной платформы значительно повышает качество контроля над грузом и его перемещением. Этот вариант подходит для загруженных складов и производств, где требуется более точное позиционирование, перемещение грузов, а также погрузочно-разгрузочные операции с различных видов транспорта.

К достоинствам управления с пола можно отнести следующее:

– обеспечение безопасности оператора и возможность заметить и отреагировать на любую нештатную ситуацию более своевременно, чем при нахождении в кабине,

---

[1] Родионова Ольга Дмитриевна – студент группы ЭЖД-22, факультет ЭЖД

[2] Прусов Максим Владимирович – к.т.н, доцент кафедры «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

- прямой визуальный контроль за процессом захвата, подъема, переноски и установки груза с близкого расстояния,
- лучший контроль над процессом перемещения груза при непосредственном маневрировании и транспортировке по площадке,
- Если грузоподъемность крана менее 10 тонн, то при управлении краном с пола регистрация в Ростехнадзоре не требуется.

Дистанционно управление козловым краном (радиоуправление).

Дистанционное управление - один из самых распространенных и эффективных способов управления оборудованием козлового крана. Оно предполагает наличие беспроводного пульта для оператора и модуля приема-передачи данных и выполнения команд, который устанавливается на балке или опоре крана и соединяется проводами с приводом и другим оборудованием, перемещающим груз. Реализация таких систем возможна для крановых установок различных типов и грузоподъемности. Пульты радиоуправления можно разделить на два типа: кнопочные и джойстиковые. Устройства этого типа позволяют крановщику находиться на безопасном расстоянии от крана и при необходимости быстро менять положение. Кнопочные типы используются для простых механизмов, не связанных с подъемом груза, а джойстиковые - для более крупных и сложных систем управления. Модели с джойстиком позволяют ступенчато регулировать скорость обработки. Наиболее популярные модели имеют шесть и более степеней регулировки скорости для движения крана, грузоподъемника и тележки. Самыми дорогими являются джойстиковые.

К достоинствам радиоуправления можно отнести следующее:

- удобство в управлении. Пульт дистанционного управления позволяет выполнять все движения, необходимые для перемещения грузов на месте, и гарантирует чувствительность и быстроту реакции системы, поскольку задержки при передаче сигнала отсутствуют.
- повышение уровня безопасности. Оператор не связан с конструкцией крана и управляется дистанционно. Этот вариант подходит для работы с опасными грузами, где требуются повышенные меры безопасности.
- улучшенный обзор. Работы можно проводить из любой точки объекта, если она находится в зоне устойчивой радиосвязи.
- уменьшение влияния на работу человеческого фактора, а также сбоев, помех.

Основными недостатками перевода кранов на радиоуправление являются стоимость системы, время установки и срок окупаемости.

Внедрение системы удаленного доступа козловыми кранами позволит:

- организовать удаленное место работы машиниста козлового контейнерного крана для управления козловыми кранами на расстоянии с возможностью подключения к 2-м козловым контейнерным кранам используемым, например, в Куйбышевской дирекции по управлению терминально-складским комплексом.
- повысить производительности труда, снизить риски связанных с нарушением требований по промышленной безопасности, исключить риски по охране труда (вывода работников из опасной зоны), оптимизировать численность при снижении объемов погрузочно-разгрузочных работ, выявления (диагностирования) технического состояния козловых контейнерных кранов, внедрение инновационных технологий в рамках реализации программы «Цифровой грузовой терминал».

Затраты на переход на беспроводное управление козловыми кранами можно окупить уже в следующем операционном году за счет экономии энергопотребления и снижения фонда оплаты труда за счет сокращения обслуживающего персонала, благодаря грамотному подходу и добросовестности установщика.

Заключение. Таким образом, при выборе подходящего способа управления козловым краном учитывается его задача, грузоподъемность, высота помещения, а также ширина и длина рабочей платформы. В некоторых случаях специалисты рекомендуют сочетать управ-

ление из кабины с дистанционным управлением, использовать радиоуправление или другие решения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Атлант кран. Производитель кранового оборудования. URL: https://atlant-kran.ru/article/129-vidy-upravlenija-kozlovymi-kranami-osobennosti-i-preimuschestva.html

2 «Типовая инструкция для крановщиков (машинистов) по безопасной эксплуатации мостовых и козловых кранов. РД 10-103-95» (утв. Постановлением Госгортехнадзора РФ от 16.11.1995 N 56). URL: https://legalacts.ru/doc/tipovaja-instruktsija-dlja-kranovshchikov-mashinistov-po-bezopasnoi-ekspluatatsii-mostovykh/

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕВОЗКИ ПИЩЕВОЙ И ТЕХНИЧЕСКОЙ СОЛИ В МЯГКИХ КОНТЕЙНЕРАХ

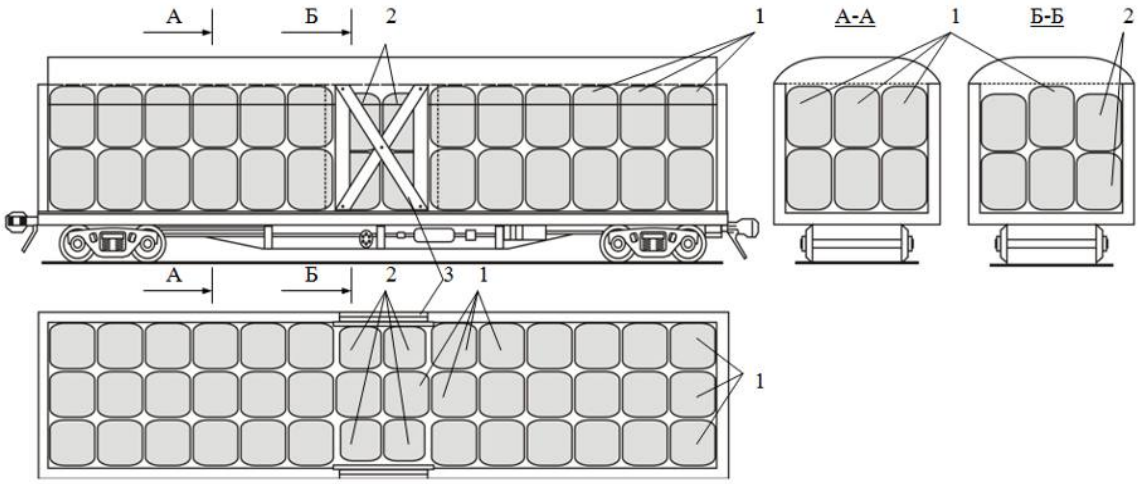
М. И. Луцкая[1], В. В. Денисов [2]

Введение. К одному из прогрессивных направлений контейнерных перевозок сыпучих грузов следует отнести мягкие контейнеры одноразового и многоразового использования. Различные пищевая и техническая соль как таковые могут перевозиться в мягких контейнерах разового использования. Эти контейнеры представляют собой большие мешки массой брутто от 1 до 2 т.

Основная часть. Используют следующие схемы размещения мягких контейнеров типа МКР-1,0 М в вагонах:

а) В крытом вагоне в три ряда по ширине и в два яруса по высоте вагона:

- с заполнением их грузом на высоту 1100 и 1200 мм,
- с заполнением их грузом на высоту 1100 и 1300 мм в соответствии с рисунком 1,



Условные обозначения: 1 – мягкий контейнер типа МКР-1,0М с высотой заполнения 1200 мм, 2 – мягкий контейнер типа МКР-1,0 М с высотой заполнения 1100 мм, 3 – ограждение дверного проема.

Рис. 1. Существующая схема размещения мягких контейнеров типа МКР-1,0 М в крытом вагоне высотой заполнения 1100 и 1200 мм

[1] Луцкая Мария Игоревна - студент группыЭЖД-12, института управления и экономики

[2] Денисов Владимир Васильевич – к.т.н., доцент кафедры «ТГКРСУ»

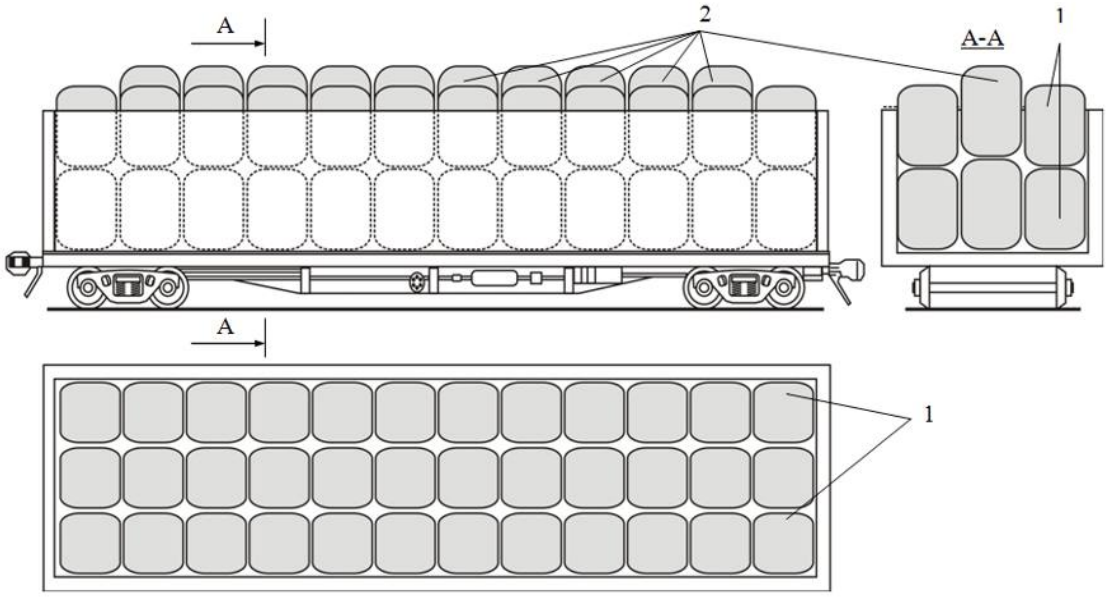
Крепление и размещение мягких специализированных контейнеров в железнодорожных вагонах осуществляется по следующим схемам:

- в крытом вагоне заполненные контейнеры из полиэтиленовой ткани типа МКР-1,0 М размещают по ширине вагона в три ряда и по высоте два яруса с плотной укладкой, груз относительно продольной и поперечной осей вагона размещается симметрично в количестве, обеспечивающем полное использование вместимости вагона.

Загружают контейнеры типа МКР-1,0 М высотой 1200 мм в вагон от его торцов до дверных проемов и дверном проеме закрытой двери устанавливают ограждение согласно схеме погрузки. После установки ограждения контейнеры размещают по ширине в два ряда и по высоте используют два яруса в дверном проеме. К закрытой двери вагона устанавливаются контейнеры, заполненные на высоту 1100 мм, затем в дверном проеме в средних рядах тем же порядком размещают контейнеры с высотой заполнения 1200 мм и у открытой двери вагона – контейнеры с высотой заполнения 1100 мм. После этого устанавливают ограждение в дверном проеме открытой двери. Доски крепят между собой гвоздями.

В крытом вагоне заполненные контейнеры на высоту 1100 и 1300 мм размещают и крепят порядком, изложенным в выше описанной схеме, только вместо контейнеров, заполненных на высоту 1200 мм, от торцов вагона до дверного проема и в среднем ряду дверного проема вдоль оси вагона устанавливают контейнеры, заполненные на высоту 1300 мм,

б) В четырехосном полувагоне в соответствии с рисунком 2 размещают по ширине три ряда и два яруса по высоте полувагона с заполнением их грузом на высоту 1300 мм и с заполнением их грузом на высоту 1300 и 1500 мм.



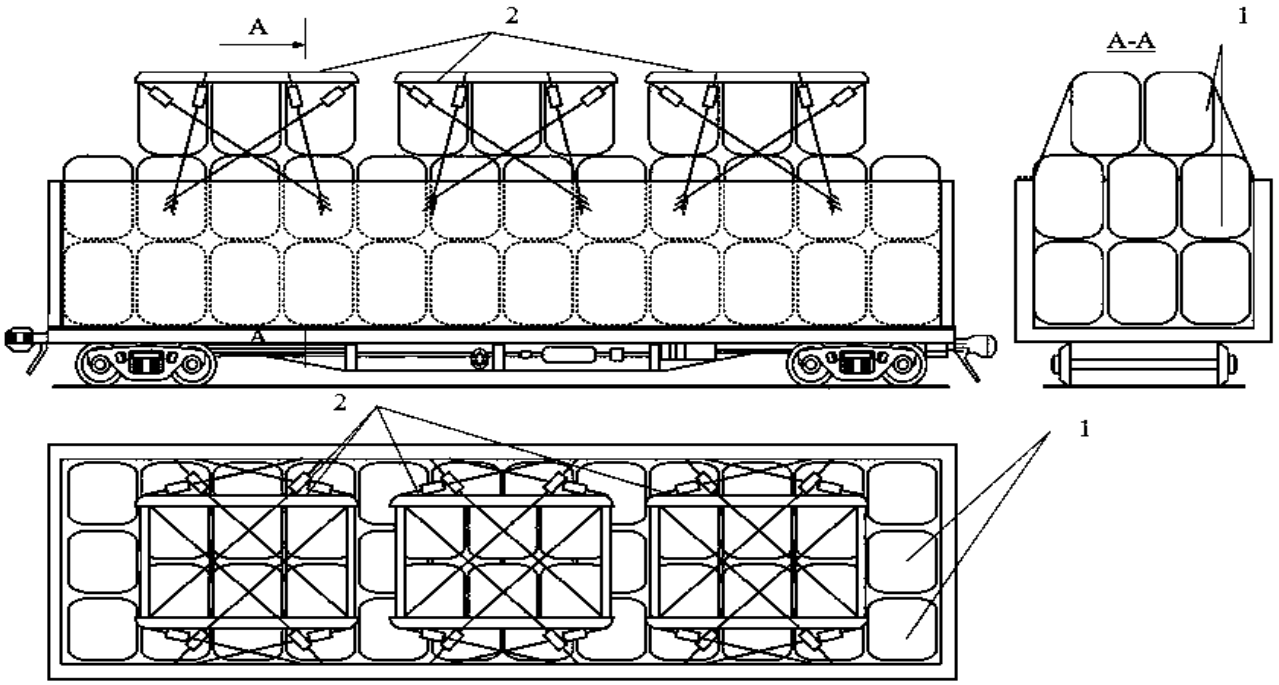
Условные обозначения: 1 – мягкий контейнер с высотой 1300 мм в загруженном состоянии типа МКР-1,0 М, 2 – мягкий контейнер с высотой 1500 мм в загруженном состоянии типа МКР-1,0 М.

Рис. 2. Применяемая схема размещения мягких контейнеров с высотой 1300 и 1500 мм в загруженном состоянии типа МКР-1,0 М в полувагоне

Контейнеры, высотой 1300 мм в загруженном состоянии размещают в четырехосном полувагоне количестве 72 шт., в каждом ярусе размещают по 36 шт. в три ряда по ширине и по длине вагона 12 контейнеров. В рядах расположенных вдоль бортов полувагона и в среднем ряду у его торцов в нижнем и верхнем ярусах размещают контейнеры, заполненные на высоту 1300 мм, а в среднем ряду – контейнеры, заполненные на высоту 1500 мм. Ярусы размещения контейнеров в полувагоне заполняются полностью, 54 тонны возможно разместить в вагоне по существующей технологии.

Разработана перспективная схема размещения контейнеров в полувагоне, контейнеры высотой 1200 мм в загруженном состоянии в количестве 90 шт. располагают в вагоне в три

яруса в нижнем и среднем ярусах размещают по 36 контейнеров в три ряда по ширине и 12 контейнеров по длине полувагона, нижние и средние ярусы заполняются полностью и должны соответствовать рисунку 3.



Условные обозначения: 1 – мягкий контейнер типа МКР-1,0 М с высотой заполнения 1200 мм, 2 – средство крепления мягких контейнеров

Рис. 3. Перспективная схема размещения и крепления контейнеров мягких высотой 1200 мм в загруженном состоянии модели МКР-1,0 М с использованием верхней узкой части габарита погрузки в полувагоне

Перевозимый груз подготавливают с безусловным соблюдением сохранности грузов и безопасности движения поездов, контейнеров и вагонов при транспортировании. При погрузке грузов на железнодорожном транспорте одним из основных требований является по возможности максимальное использование вместимости или грузоподъемности вагона.

Верхний ярус контейнеров размещается на полувагоне с использованием верхней узкой части габарита погрузки группами по шесть контейнеров в каждой из трех групп используется два ряда по ширине вагона и три единицы груза по длине, при этом продольная и поперечная оси полувагона симметрично делят груз на две равные части, для крепления верхнего яруса используют две пары стягивающих скоб.

Заключение. Размещенные группами в верхнем ярусе контейнеры крепятся стягивающими V-образными скобами к кузову полувагона.

К кузову полувагона стягивающие V-образные скобы крепятся на уровне среднего яруса, где в полувагоне размещаются контейнеры высотой 1300 мм в загруженном состоянии, в количестве 90 штук с использованием суженной части зонального габарита погрузки и крепят порядком изложенном в описании предыдущей схемы погрузки [7]. Общая масса груза в вагоне по предлагаемой технологии составляет 67,5 тонны, что существенно повышает использование грузоподъемности вагонов в сравнении и используемой в настоящее время технологии.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫГРУЗКИ СЫПУЧИХ ГРУЗОВ НА ГРУЗОВЫХ ДВОРАХ

А. А. Салкина[1], М. В. Прусов[2]

Введение. Грузовые дворы ОАО «РЖД» являются неотъемлемой частью инфраструктуры железнодорожных перевозок и играют ключевую роль в обеспечении грузоперевозок по всей территории Российской Федерации. Эти объекты представляют собой специально оборудованные территории, где осуществляется прием, временное хранение и отправка грузов.

Грузовые дворы организованы таким образом, чтобы обеспечить удобство и безопасность проведения процесса перевозок для клиентов и предоставить им все необходимые услуги. Здесь осуществляется прием грузов, их распределение по направлениям, погрузочно-разгрузочные работы, взвешивание, маркировка, а также проведение необходимых проверок и документооборот.

Основная часть. Для переработки сыпучих грузов используется повышенный путь, что обеспечивает удобство и эффективность процесса выгрузки и перемещения грузов. Полувагоны, представленные в количестве 8 единиц, выставляются на повышенный путь и закрепляются специальными тормозными устройствами для обеспечения безопасности процесса.

Далее, нижние люки открываются, и сыпучий груз высыпается на площадку, образуя двухстороннюю насыпь вдоль пути. После этого груз перемещается фронтальным погрузчиком в штабель для его дальнейшей обработки и сортировки по фракциям.

Такой метод переработки сыпучих грузов на повышенном пути позволяет эффективно распределять и перемещать грузы, обеспечивая оптимальные условия для работы и обработки материалов на железнодорожных станциях.

Процесс очистки полувагонов от остатков после выгрузки сыпучих грузов является важным этапом для подготовки вагона к следующим перевозкам. Очистка вагонов происходит вручную, где работники используют вспомогательные инструменты.

Использование таких инструментов позволяет эффективно и быстро очистить вагон от остатков груза, обеспечивая чистоту и готовность вагона к новым перевозкам. Работники тщательно обходят весь вагон, удаляя остатки материала, которые могли остаться после выгрузки.

Очистка вагонов от остатков насыпных грузов является не только трудоемкой, но и дорогостоящей операцией. Ручные работы требуют большого количества рабочей силы и времени, что может существенно увеличивать время простоя вагонов на станции. Это, в свою очередь, может привести к уменьшению эффективности работы железнодорожной станции.

Усовершенствование конструкции повышенного пути с использованием механизированных отвалов с гидроприводом позволит оптимизировать процесс выгрузки сыпучих грузов.

После того, как груз высыпается на отвалы, расположенные вдоль повышенного пути, включает гидропривод, и отвалы перемещаются на 90 градусов относительно повышенного пути. Поворот отвалов на 90 градусов позволяет компактно складировать и укладывать груз, что значительно упрощает последующие операции по его переработке или перемещению.

Такой механизм управления процессом выгрузки не только сокращает время операции, но и упрощает труд оператора, позволяя ему контролировать процесс из удобного и безопасного места.

[1] Салкина Анна Алексеевна – студент группы ЭЖД – 93, факультет ЭЖД

[2] Прусов Максим Владимирович – к.т.н, доцент кафедры «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

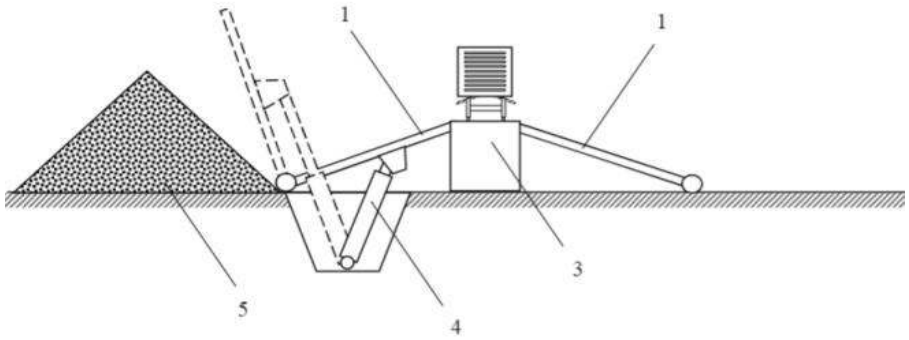


Рис. Устройство для перемещения сыпучего груза при его выгрузке
Условные обозначения: 1 – механизированные отвалы, 3 – повышенный путь, 4 – гидропровод, 5 – штабель временного хранения

Заключение. Таким образом, использование механизированных отвалов действительно является одним из эффективных способов повышения производительности и оптимизации процесса выгрузки. Такие механизмы обеспечивают более быструю и эффективную работу, по сравнению с ручными методами, что, в свою очередь, позволяет сократить затраты на дополнительную механизацию и ускорить весь цикл выгрузки груза.

Кроме того, использование механизированных отвалов способствует улучшению условий труда персонала и снижает вероятность травматизма на производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 URL: https://cyberleninka.ru/article/n/povyshenie-effektivnosti-gruzovoy-raboty-s- sypuchimi-gruzami-na-zheleznodorozhnom-transporte/viewer

ПРИМЕНЕНИЕ ДОМКРАТОВИДНЫХ УСТРОЙСТВ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА РОССИЙСКИХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ

В. В. Гянджумян[1], А. В. Варламов[2]

Введение. В условиях плановой экономики на железнодорожном транспорте вся эксплуатационная деятельность сети и показатели оценки были направлены на безусловное выполнение установленных заданий. Эта же модель, но с некоторыми изменениями и дополнениями, существует и в настоящее время и является достаточно эффективным инструментом управления. Основная цель происходящих в ОАО «РЖД» преобразований – обеспечение достижения показателей внутренней эффективности на основе выстраивания системы управления компании холдингового типа.

В современном мире железнодорожный транспорт является одним из ключевых элементов инфраструктуры, обеспечивающих перевозку грузов и пассажиров. Безопасность и надёжность работы железных дорог играют важную роль в успешном функционировании транспортной системы. В данной статье рассмотрены различные технологии и устройства, используемые для закрепления подвижного состава на путях, а также их особенности и преимущества.

Основная часть. Одним из самых распространенных средств, применяемых для закрепления подвижного состава на путях железнодорожных станций, остается созданный в 1857 г. в Германии ручной тормозной башмак. Этот метод закрепления подвижного состава

[1] Гянджумян Виолетта Вагаршаковна – студент группы ЭЖД-92, ИУЭ
[2] Варламов Александр Васильевич – к.т.н., доцент кафедры ТГКРСУ

применяется на протяжении многих лет и основан на установке тормозных башмаков под колёса вагонов. Однако этот метод имеет ряд недостатков, таких как трудоёмкость процесса, возможность потери тормозного башмака и низкая эффективность при закреплении длинных составов.

Для повышения эффективности и автоматизации процесса закрепления подвижного состава были разработаны домкратовидные устройства закрепления [2]. Эти устройства устанавливаются на рельсах и имеют телескопическую головку, которая возвышается над рельсом. Когда колесо вагона наезжает на головку, поршень устройства опускается, фиксируя вагон на месте. Преимущества домкратовидных устройств закрепления:

1. Автоматизация процесса закрепления, исключающая необходимость ручного труда.
2. Повышение безопасности благодаря исключению человеческого фактора.
3. Сокращение времени на закрепление и раскрепление составов.
4. Возможность закрепления длинных составов без потери эффективности [3].

В разных странах мира используются различные технологии и устройства для закрепления подвижного состава. Самими популярные на данное время являются вагонные замедлители New Joule J-4015S Южно-Африканской республики – это устройства, предназначенные для фиксации составов на стоянке [1]. Они идеально подходят для использования на сортировочных станциях, сталелитейных заводах, шахтах и других объектах, где требуется контроль скорости вагонов. Но отечественное производство тоже не стоит на месте. Домкратовидные устройства закрепления подвижного состава, разработанные компанией «Радиоэлектронные технологии» КРЭТ, представляют собой уникальные стопперы, предназначенные для безопасного размещения составов на путях железнодорожной станции в горизонтальных парках и узловых станциях.

Эти устройства обеспечивают автоматизированную работу и полную автономность, что сокращает время простоя поездов и исключает использование ручного труда. Основные технические характеристики и преимущества домкратовидных устройств не имеют аналогов на мировом рынке [5]. Рекордный диапазон рабочих температур устройства позволяет использовать их в экстремальных климатических условиях (от -50 до +50 градусов Цельсия). Они превосходят функциональные аналоги на 20–30 % по прочности, обеспечивая долгий срок службы [4].

Заключение. Домкратовидные устройства закрепления подвижного состава, разработанные концерном «Радиоэлектронные технологии», представляют собой инновационное решение для железнодорожной отрасли. Они обеспечивают высокую эффективность, надёжность и безопасность работы, сокращают время простоя поездов и снижают стоимость обслуживания железнодорожных объектов. Внедрение этих устройств позволит значительно улучшить работу железнодорожной инфраструктуры и повысить качество предоставляемых услуг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Воронков А. Новые технологии закрепления подвижного состава // Российские железные дороги. М., 2020.

2 Система закрепления составов на путях железнодорожной станции // АО «НИИАС». М., 2016.

3 Домкратовидные устройства закрепления // АО «НИИАС». М., 2018.

4 Испытания домкратовидных устройств закрепления // АО «ОКБ „Электроавтоматика» им. П. А. Ефимова». М., 2019.

5 Инструкция о порядке выполнения операций по закреплению железнодорожного подвижного состава на станции Бабаево // ОАО «РЖД». М., 2020.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ГРУЗОВОЙ СТАНЦИИ

И. А. Ивлиева[1], А. В. Варламов[2]

Введение. ОАО «РЖД» – одна из системообразующих компаний, играющая ключевую роль как в транспортной системе России, так и в модернизации железнодорожной инфраструктуры [1]. В соответствии со «Стратегией развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года» важной задачей, требующей решения, является снижение совокупных транспортных издержек, в том числе за счет повышения эффективности функционирования железнодорожного транспорта [2].

Технико-экономические показатели железнодорожного транспорта в значительной мере определяются конструктивными параметрами, надежностью и эффективностью использования локомотивов [3].

Стоянка маневрового локомотива может быть вызвана различными причинами и составлять весомую часть его работы: технологические перерывы, простой локомотива в ремонте, ожидание выполнения определенных операций из-за враждебности маршрутов движения, а также необходимость выдерживать график подач – уборок на грузовые фронты и т.д.

Основная часть. При анализе работы станции «С» были выявлены враждебные маршруты с пересечением главных путей при проведении маневровых работ по перемещению составов между парками. В связи с этим появляются задержки маневровых работ, связанные с пропуском пассажирских пригородных составов по главному пути. Наибольшее время задержки возникает при перемещении составов в парк «Н» или обратно из него. Враждебные маршруты приведены таблице.

Таблица

Враждебные маршруты станции «С»

Откуда и куда производится перестановка	Маршрут перестановки
1	*2*
Из парка «А» в парк «Н» и обратно	По I главному пути, по съездам 47/45, 23/21, 17/19
Из парка «В» в парк «Н» и обратно	По II главному пути, по съездам 23/21, 17/19
Из парка «Б» в парк «Н» и обратно	По съездам 59/53, 47/45, 43/41,

Продолжение таблицы 1

1	*2*
Из парка «Н» в парк «ПТС» и обратно	По съездам 19/17, через 16 путь парка «ПТС».
Из парка «Р» в парк «Н» и обратно	По I главному пути, по съездам 47/45, 23/21, 17/19

Для повышения эффективности маневровой работы и сокращения непроизводственных простоев предлагается осуществить реконструкцию ходового пути посредством объединения 22 вытяжного пути парка «Н» с 1 тупиковым путем пассажирского депо (ЛВЧД – 7).

Схема предлагаемой реконструкции представлена на рисунке.

[1] Ивлиева Ирина Александровна – обучающийся группы ЭЖД-91, Институт управления и экономики

[2] Варламов Александр Васильевич – к.т.н., доцент кафедры «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

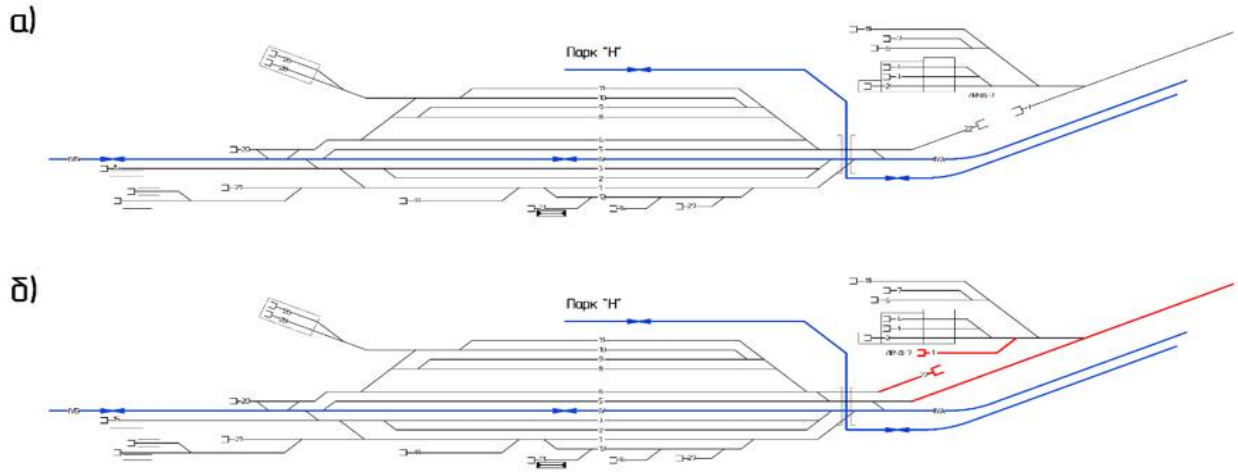


Рис. Схема реконструкции ходового пути на станции «С»
а) существующая схема, б) проектная схема

Заключение. Эффективность предлагаемых мероприятий на железнодорожной станции «С» определяется, главным образом, улучшением показателей производительности маневровых локомотивов за счет минимизации потерь времени при ожидании выполнения враждебных маршрутов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Перспективы роста экономической эффективности ОАО «РЖД» / Мачерет Д.А., Валеев Н.А. Транспорт Российской Федерации. 2019. 5 с.

2 О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года: утв. Распоряжением Правительства РФ от 17 июня 2008 г. № 877-р. 2008. 89 с.

3 Панов К.В. Повышение эффективности функционирования локомотиворемонтных предприятий за счет применения гибких форм организации производства: дис…канд. тех. наук: 05.02.22 / Панов Кирилл Вячеславович. Екатеринбург, 2019. 154 с.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ЛОГИСТИКЕ И НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

К. А. Лукин[1], А. В. Клюканов[2]

Введение. В конце февраля 2024 года компания Positive Technologies разместила итоги исследования, посвящённые ситуациям киберугроз в транспортном секторе. Согласно отчёту, хакеры чаще всего использовали вредоносное ПО, эксплуатацию уязвимостей и атаки на цепочки поставок.

Транспортный сектор входит в десятку отраслей, которые с максимальной возможностью подвергаются кибератакам. Такие атаки несут за собой неблагоприятные последствия как для рынка, так и для их участников. Если принять во внимание компанию ОАО «РЖД» в таком случае может быть нарушена логистика перевозок, а именно повредить или уничтожить перевозимый груз [1].

Основная часть. Грузооборот является одним из важнейших показателей транспорта. Значительная доля грузов перевозится железнодорожным транспортом, не считая трубопроводы. Делаем вывод, что кибератаки могут совершаться на такие часто перевозимые грузы, как уголь и нефть, а также на строительные материалы и железные руды. Стоит отметить,

[1] Лукин Кирилл Алексеевич – студент группы ЭЖД-36у, Институт управления и экономики
[2] Клюканов Алексей Васильевич – к.т.н., доцент кафедры «Технология грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

что значительная доля всех грузов импортируется и экспортируется в портах именно по железнодорожному пути, что негативно отражается на экономике страны в случае хорошо продуманной и успешной атаки [3].

Вследствие такой атаки киберпреступники берут под свой контроль путевой оборудование, начиная от шлагбаумов, заканчивая светофорами. Это приводит к нарушению или изменению логистических схем и отказу клиентов от договоров на перевозку грузов. Также не стоит недооценивать преступников, ведь их неправовые действия ведут к ужасным последствиям. В их власти возможность влиять на движение поездов, замедляя или ускоряя подвижные единицы [2]. Нарушается и блокируется доступность данных в сфере определения местоположения железнодорожного транспорта, что вынуждает диспетчеров останавливать работу перегонов и участков для предотвращения столкновений.

Только в третьем квартале 2023 года атаки таких злоумышленников привели к неизбежным экономических потерям из-за простоя продаж билетов в государственной железнодорожной компании Эстонии. На время восстановления системы им пришлось сделать проезд для пассажиров полностью бесплатным [1, 2].

Оградиться от всех угроз, к сожалению, невозможно. Не важно, какая организация, будь она малая или крупная, может построить защиту, которая предотвратит ужасные последствия. Помогают организации, занимающиеся повышением уровня кибербезопасности, в сотрудничестве с которыми их шансы отражать атаки существенно повышаются. Одной из таких организаций является некоммерческий проект «Резбез», который объединяет экспертов не только из России, но из других государств. Участники проекта стремятся поднять кибербезопасность на новый уровень. Их специалисты разработали рекомендации, позволяющие достигнуть высокого уровня киберустойчивости. Рассмотри рекомендации, которые следует соблюдать для их достижения [5].

Шаг 1 Определение недопустимых событий и способов их реализации.

Определение недопустимых событий. У каждой компании есть такие события, результат которых приведёт к неблагоприятным последствиям. И у каждой компании они свои. Например, у ОАО «РЖД» - это может быть утрата или повреждение груза, угроза жизни и здоровью как персонала, так и обычных граждан, пользующимися их услугами, сбой или отключение навигационной системы и т. д.

«Приземление» недопустимых событий на IT-инфраструктуру. На данном этапе нужно провести глубокий анализ, результатом которого определение того, как злоумышленники могут проникнуть в закрытую систему и какие слабые места они для этого использовали.

Шаг 2 Кибертрансформация.

Харденинг IT-инфраструктуры. Харденинг заключается в работе над ошибками. Если быть точнее в результате этой стадии повышается безопасность на техническом и программном уровне. Специалистами производится настройки, начиная от исправления уязвимостей, заканчивая изменением небезопасных конфигураций и паролей.

Обучение, обучение и ещё раз обучение. С каждым днём киберпреступники находят новый способы обхода защиты, но и не забывают пользоваться проверенными методами. Поэтому среди персонала необходимо регулярно проводить мероприятия по обучению предотвращению проникновений в сферу деятельности компании [4].

Мониторинг и реагирование на инциденты. Компания должна разработать план действий в случае кибератаки. Если сотрудники организации знаю свою роль в предотвращении атаки, таким образом, они смогут оперативно восстановиться от последствий или вовсе предотвратить их на стадии проникновения.

Проверка защищённости. На этом уровне часто проводятся исследования и киберучения. Их цель определить, как имеющиеся системы обнаружения могут распознать угрозу и как на них реагируют.

Выстраивание процессов. Стоит заметить, что поставщики той или иной организации на заводской стадии могут иметь вредоносное ПО или механизмы его распространения, не

зная об этом. Поэтому следует проводить жёсткую проверку и разработку способов ответственности за нарушение договорённостей сторонней организацией.

Оценка эффективности. Основываясь на своих целях в устойчивости угроз, компания должна стремиться к поддержанию их высокого уровня.

Шаг 3 Подтверждение киберустойчивости.

Подтверждение киберустойчивости. Не только преступники находят новые методы проникновения, но и сфера кибербезопасности не стоит на месте. В таком случае постоянные тестирования на проникновение становятся стандартом устойчивости в современном мире.

Запуск программы bug bounty. Данна программа позволяет независимым разработчикам протестировать систему на проникновении. В случае нахождения уязвимости компания вознаграждает участвующих и с помощью полученных данных улучшает свои системы безопасности [5].

Заключение. В настоящий момент этапы построения результативной кибербезопасности уже внедрены и применяются на всех дорогах ОАО «РЖД». Тема согласуется с нормативным документом «Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 и на перспективу до 2030, в частности, повышения уровня информационной безопасности транспортной системы, поэтому является актуальной. Реализация стратегий развития требует комплексного подхода. Таким образом, обеспечение информационной безопасности является ключевым фактором для успешной работы ОАО «РЖД» и обеспечения безопасности на объектах железнодорожного транспорта

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Информационная безопасность в логистике и на транспорте. URL: https://www.tadviser.ru/index.php (дата обращения 1.05.2024).

2 Клюканов А.В., Паренюк М.А., Технология пополнения стеллажей запасными частями вагонов с применением мобильного беспроводного устройства // Вестник Транспорта Поволжья. 2017. № 4 (64). С. 30-34.

3 Киберугрозы в транспортной отрасли. URL: https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cyber-threats-in-the-transport-sector-2023(дата обращения 1.05.2024).

4 Клепиков А.В., Клюканов А.В., Виртуальные экскурсии // Вагоны и вагонное хозяйство. 2014. № 1(37). С. 38-39.

5 Результативная кибербезопасность. URL: https://rezbez.ru (дата обращения 1.05.2024)

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИЙ УПРАВЛЕНИЯ СКЛАДСКИМ ХОЗЯЙСТВОМ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО РЫНКА

С. В. Мансурова[1], Н. Х. Варламова[2]

Введение: Терминально-складской комплекс ОАО «РЖД» (далее ТСК) представляет собой инфрастуктуру, предназначенную для хранения, перевалки и обработки грузов на железнодорожной территории. Такие комплексы оборудованы специальными складскими помещениями, площадками для выгрузки и погрузки грузов, а также железнодорожными путями для перемещения грузовых составов. Актуальность разработки стратегии управления складским хозяйством заключается в динамичной изменчивости рынка, где оптимизация процессов играет важную роль. На основе интернет-ресурсов были изучены существующие проблемы, с которыми сталкивается ТСК, а также анализ одной из них и предложения способов решения данной проблемы.

[1] Мансурова Светалана Владимировна - студент группы ЭЖД-13 институт ИУЭ

[2] Варламова Нелли Хасановна - к.т.н., доцент кафедры «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

Основная часть. С увеличением грузопотоков ТСК нуждается в определённой модернизации. На данный момент объекты терминально-складских комплексов сталкиваются со следующими проблемами:

1. Высокая степень износа основных объектов ТСК (80 %). К ним можно отнести подъёмно-транспортное оборудование, здания, а также объекты коммуникации [1].

2. Низкий уровень автоматизации. Если сравнивать степень автоматизации в сфере складской логистики, можно заметить, что Россия стабильно отстаёт на 3–5 лет от Европы и США. Соотношение объемов рынка WMS в России и в Европе равняется 1/10. Внедрение автоматизированных комплексов на склады осуществляется в таком же объеме. [2].

3. Снижение количества перевозок генеральных грузов. Это связано с техническим и технологическим отставанием от других видов транспорта. Вместе с этим уменьшается эффективность использования складских помещений, что влечет за собой лишние денежные траты для компании.

Из выше перечисленных факторов, которые наблюдаются на ТСК, следует уделить внимание разработке подходов для увеличения уровня автоматизированных складских комплексов, так как перспективы развития автоматизации благоприятны для ОАО «РЖД».

Основным критерием для внедрения автоматизированных процессов является повышение производительности труда, когда увеличение количества персонала не способствует нужному результату. Из-за больших сроков окупаемости (5–10 лет), которые варьируются от вида проекта, множество предприятий отказываются от идеи автоматизации, но для ОАО «РЖД», имеющие долгосрочные перспективы, есть смысл вложения средств для создания автоматизированных складов. Компания «Индустриальная логистика» проводила сравнительный анализ традиционных технологий и автоматизированных решений для возможного проекта. В результате этого было выявлено, что при использовании обычных технологий, заказчику потребуется нанять около 2000 человек, а при автоматизации всего лишь 200 человек, что наглядно показывает экономический эффект для компании [2].

К ключевым вариантам автоматизации складов можно отнести внедрение: роботов, дронов и радиошаттлов.

Роботизация позволяет не только сократить время на логистические процессы, но и исключает ошибки по управлению запасами склада, сокращает число несчастных случаев. Роботы могут выполнять такие операции как: погрузка, перемещение товара, выгрузка, сортировка. В складской логистике используется несколько моделей роботов [3]:

1. *Автономные мобильные роботы (AMR)* (рис. 1). Эти роботы могут сортировать и перемещать товары по складу автономно.
2. *Роботизированные штабелеры* (рис. 2). Предназначенные для штабелирования и распаковки товаров, эти роботы могут обрабатывать различные типы грузов и хорошо работать с подвесными монорельсовыми дорогами и роботизированными тележками.

Рис. 1. Автономные мобильные роботы (AMR)

Рис. 2. Роботизированные штабелеры

3. AGV (автоматизированные управляемые транспортные средства) (рис. 3): Эти роботы оснащены подъемными механизмами для обработки товаров, перемещения тяжелых тележек по складу и помощи в управлении запасами.

Использование роботов не только улучшает складские операции, но и сокращает эксплуатационные расходы на 20 % [4]. Дроны используются на складах для различных целей, в том числе для ускорения, снижения затрат и повышения эффективности доставки товаров по назначению. Дроны могут перемещаться по складскому пространству, транспортировать товары и/или проводить инвентаризацию. Дроны также могут использоваться для отслеживания сохранности товаров на складах [5].

Оптимизация складских операций, включая инвентаризацию, является одной из основных целей использования дронов в логистике. Дроны могут ускорить процесс выверки остатков и сократить расходы, устранив как минимум двух работников склада. Кроме того, использование дронов позволяет исключить человеческий фактор и повысить точность расчетов.

Применение радиошаттлов (рис. 4) на складах представляет собой современное и эффективное решение для оптимизации процессов хранения и поиска. Это технологическое решение способно значительно увеличить скорость погрузки и разгрузки, а также эффективно использовать пространство для хранения. Радиошаттлы способны перемещать поддоны к нужным местам хранения без необходимости выезда оператора вилочного погрузчика в проход, что уменьшает риск повреждения грузов и повышает общую безопасность.

Рис. 3. AGV (автоматизированные управляемые транспортные средства)

Рис. 4. Использование радиошаттлов

Использование радиошаттлов может помочь сократить количество ручных операций, что приводит к уменьшению количества ошибок и улучшает качество работы.

Реальный экономический расчёт на постройку склада представлен в нескольких вариантах в таблице 1. Клиент компании «Стеллажи Медведь» принимает решение о возведении склада, который сможет вместить 31 тыс. палет и будет предназначен для хранения грузов, охватывающих примерно 100 позиций. Эффективность работы склада планировалась на уровне не менее 310 палет в час. Кроме того, склад должен быть полностью оснащён всей необходимой техникой для выполнения технологических процессов [6].

Таблица 1

Экономический расчет затрат на строительства склада с разными типами оснащения

№ п.п.	Наименование	Склад с фронтальными стеллажами		Склад радиошаттл + ричтрак		Склад с краном - автоматом		Склад с радиошаттлом, несущей платформой и подъемниками	
1	*2*	*3*		*4*		*5*		*6*	
Характеристики склада									
1.1	Количество палетомест (п.м.)	30 960		31 000		30 888		31 000	
1.2	Производительность, палетомест/ч	310							
1.3	Высота стеллажной конструкции, мм	11 700		10 733		21 710		21 480	
1.4	Ширина склада, м	116,696		65,545		80,800		58,565	
1.5	Длина склада, м	162,696		177,625		121,179		102,118	
1.6	Площадь склада, м^2	18 928,09		11 642,43		9791,26		5980,54	
Затраты на строительство склада, руб.									
2	Затраты на строительство склада, руб. (под ключ)	946 404 560		582 121 531,25		783 301 056		478 443 253,6	
3	Затраты на эксплуатацию склада, руб./год	10 107 600,7		6 217 057,95		1 272 864,22		657 859,47	
3.1	Отопление, руб./год	6 246 270,1		3 842 002,11		489 563,16		299 027,03	
3.2	Электроэнергия, руб./год	3 861 330,6		2 375 055,85		783 301,06		358 832,44	
Затраты на оборудование									
1	*2*	*3*		*4*		*5*		*6*	
4	Стоимость стеллажей, руб (под ключ)	81 780 923,96		133 675 702,73		186 849 844,29		144 550 685,13	
5	Техника:	кол-во, шт.	стоим., млн. руб.	кол-во, шт.	стоим., млн. руб.	кол-во, шт.	стоим., млн. руб.	кол-во, шт.	стоим., млн. руб.
5.1	Ричтрак с высотой подъема до 9,9 м	15	49,5	9	29,7	-	-	-	-
5.2	Радиошаттл «Медведь»	-	-	9	16,875	-	-	10	18,75
5.3	Кран-автомат	-	-	-	-	9	90	-	-
5.4	Транспортер, м	-	-	-	-	200	12	250	15
5.5	Система WMS и оборудование	-	-	-	-	1	15	1	15
5.6	Несущая платформа для радиошаттла	-	-	-	-	-	-	10	20
5.7	Подъемный кран для радиошаттла	-	-	-	-	-	-	2	2
5.8	Погрузчик на погрузку и разгрузку автотранспорта	21	22,5	12	22,5	12	22,5	12	22,5
Итого затраты на технику, руб.		72 000 000		69 075 000		139 500 000		93 250 000	
Персонал									
6.1	Кладовщик	5		5		3		3	
6.2	Кладовщик на погрузку и разгрузку автотранспорта	10		10		3		3	
6.3	Оператор погрузчика	30		18		-		-	
6.4	Оператор на погрузку и разгрузку автотранспорта	12		12		12		12	
7	Затраты на персонал, руб./год	33 345 000		26 325 000,00		10 530 000		10 530 000	
7.1	Зарплата, руб./год	25 650 000		20 250 000		8 100 000		8 100 000	
7.2	Налоги, руб./год	7 695 000		6 075 000		2 430 000		2 430 000	
8	Инвентаризация, количество дней в году	8		8		1		1	
9	Стоимость п.м. с учетом строительства склада, техники и оборудования, руб.	35 535,71		25 318,46		35 924,98		23 104,64	
10	Единовременные инвестиции, руб.	1 100 185 483,96		784 872 233,98		1 109 650 900,29		716 243 938,73	
11	Постоянные затраты, руб./год.	43 452 600,70		32 542 057,95		11 802 864,22		11 187 859,47	

Заказчик выбрал вариант № 4, который представляет собой склад с радиошаттлом, подъемником и несущей платформой, разработанными компанией «Стеллажи Медведь». Это решение было принято на основании нескольких факторов. Во-первых, радиошаттловый складской комплекс занимает минимальную площадь и требует небольших инвестиционных вложений. Во-вторых, затраты на его обслуживание также минимальны по сравнению с другими вариантами. И, наконец, самое важное – для работы внутри комплекса не требуется наличие персонала для обработки грузов [6].

Заключение: Можно сделать вывод, что из существующих проблем в ТСК ОАО «РЖД» решить проблему автоматизации вполне реально. Конечно, потребуются дополнительные денежные средства, нужно будет также специально обучить персонал для работы с новым оборудованием, но автоматизация поможет не только сократить время на логистические операции и уменьшит при этом эксплуатационные расходы, но и увеличит производительность труда.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Синицына А. С., Ивлиева К. В. Оптимизация деятельности терминально-складского комплекса ОАО «РЖД» в условиях использования информационных и автоматизированных систем // Логистика - евразийский мост: материалы XI международной научно-практической конференции, Красноярск, 28–30 апреля 2016 года. Том Часть 1. Красноярск: Красноярский государственный аграрный университет, 2016. – С. 223-228.

2 Складская автоматизация в России: рынок оборудования, актуальные технические решения, реализация проектов. [Электронный ресурс]. URL: https://sitmag.ru/article/20668-skladskaya-avtomatizatsiya-v-rossii-rynok-oborudovaniya-aktualnye-tehnicheskie-resheniya-realizatsiya-proektov-ch-2 (дата обращения: 07.04.2024).

3 Роботы для склада / Логистическая компания «ABL» [Электронный ресурс]. URL: https://www.ablcompany.ru/news/roboty-dlya-sklada (дата обращения: 09.04.2024).

4 Ползунова Н.Н., Дроздова Д.М., Гаджиева А.Э. Современные инновационные технологии и решения в складской логистике // Журнал прикладных исследований. 2021.

5 Был бы дрон – а склад найдется. [Электронный ресурс]. URL: https://logirus.ru/articles/solution/byl_by_dron_-_a_sklad_naydetsya.html (дата обращения: 09.04.2024).

6 Склады с радиошаттлами компании «Стеллажи Медведь». [Электронный ресурс]. URL: : https://sitmag.ru/article/20558-sklady-s-radioshattlami-kompanii-stellaji-medved-logistika-xxi-veka-kak-organizovat-umniy-sklad (дата обращения: 09.04.2024).

ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В СКЛАДСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В. С. Маняхин[1], А. В. Клюканов[2]

Введение. Сегодня особенно актуальна философия так называемого бережливого производства – «lean production». Популярность бережливого производства можно объяснить следующими причинами.

Во-первых, бережливое производство базируется на позициях, которые в состоянии экономического кризиса максимально актуальны, поскольку нацелены на повсеместное сокращение потерь и при этом не особо капиталоемкие.

Во-вторых, бережливое производство максимально подходит для современного российского производства и помогает справиться с непростыми задачами: модернизировать не только технику, но и организационные технологии, повысить дисциплину и ответственность исполнителя на рабочем месте [1].

Основная часть. Проблемы, возникающие на складской деятельности. Повышенное ожидание. Связаны с простоями, когда не происходит ничего, кроме ожидания. Превышенная

[1] Маняхин Вадим Сергеевич – студент группы ЭЖД-36у, Институт управления и экономики

[2] Клюканов Алексей Васильевич – к.т.н., доцент кафедры «Технология грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

транспортировка. Возникает из-за несовершенства логистики продукции. Избыточные запасы. Возникают, когда материалы были закуплены количествах, превышающих необходимые для работы. HR-потери. Этот вид потерь заключается в том, что сотрудники могут дать предприятию гораздо больше, чем сейчас – и речь идёт об идеях по организации и улучшению процессов. Излишняя обработка. Встречается, когда действия над продукцией не несут никакой ценности. Лишние перемещения. Похожи на предыдущие, но связаны с работниками [2].

Инструменты бережливого производства, которые помогают решить выше перечисленные проблемы на складском предприятии.

Картирование потока создания ценности – анализ текущего состояния складских процессов и выявление возможностей для улучшений, определение конечного продукта, создание, анализа схемы, улучшение процесса.

Визуализация – использование наглядных запасов для отображения информации о процессах и состоянии склада. Этот метод систематизирует действия по визуализации объектов и направлен на представление информации в наглядной форме. Примеры использование метода визуализации: 1. Оконтуривание, 2. Цветовая маркировка, 3. Маркировка краской, 4. Графические рабочие инструкции [3].

JIT (Just-in-Time) – в складской деятельности направлена на оптимизацию процессов хранения и доставки товаров. Применение JIT на складе позволяет значительно сократить затраты на хранение, в свою очередь это освобождает складские площади, которые могут быть использованы для других целей, и снижает риски порчи или устаревания товаров. Под потерями понимаются любые действия, которые добавляют стоимость, но не повышают ценность продукта,– ненужные перемещения материалов, избыточные запасы и т.п.

Управление запасами – оптимизация уровня запасов и сокращение времени на обработку товаров [4,5]. Программный комплекс ЕК АСУФР (единая корпоративная автоматизированная система управления финансами и ресурсами). Это позволяет улучшить распределение материальных ресурсов, учитывать, анализировать и оптимизировать уровень запасов на предприятии.

SMED – аббревиатура английского термина Single Minute Exchange of Dies (Быстрая переналадка оборудования) – сокращение времени на смену оборудования и переналадку рабочих мест. На данный момент времени есть два различных типа переналадки:

– внутренняя наладка – процессы, выполняемые на выключенном оборудовании,

– внешняя наладка – процессы, выполняемые в процессе работы оборудования.

Тайити Оно – японский инженер и менеджер, основоположник программы 5S. В 1950-х годах, работая в компании Toyoda, придумал и внедрил систему организации производства «Производственная система Тойоты» Toyota Production System (TPS). На основе этой производственной системы была сформулирована концепция Система 5S [6].

Сэири (Seiri Сортировка) означает, что вы высвобождаете рабочее место от всего, что не понадобиться при выполнении текущих производственных операций. К примеру, перед приходом подвижного состава необходимо освободить пространство под выгрузку грузов, чтобы ничего не мешало при выполнении операции.

Сэитон (Seiton Соблюдение порядка) организация хранения необходимых вещей, которая позволяет быстро и просто их найти и использовать. Существует 4 правила расположения вещей: 1. на видном месте, 2. легко взять, 3. легко использовать, 4. легко вернуть на место.

После разгрузки надо отсортировать привезенный товар по сроку дальнейшей транспортировки. Ближайшая отправка на другом виде транспорта к началу склада, Дальнейшие в середину и конец склада. Для соблюдения этого правила требуется придумать место «дом» для каждого предмета или документа, где каждый работник сможет в любой момент времени подойти, взять, попользоваться и вернуться на место, что бы следующий сотрудник не терял времени на поиски необходимого предмета.

Сэисо (Seiso Уборка/Содержание в чистоте) соблюдение рабочего места в опрятности и чистоте. Для этого необходимо выделить время проведения уборки: утром перед началом рабочего дня: 5–10 мин, перед и после обеденного перерыва: 5–10 мин, по окончании рабочего дня: после выполнения заданных задач, а также перед непосредственной выгрузкой и

отправкой на другой вид транспорта. Никто не хочет отправлять и получать товар в ненадлежащем качестве.

Сэикецу (Seiketsu Стандартизация) необходимое условие для выполнения первых трех правил, и последующее его поддержания. Этот пункт означает, что необходимо разработать такие правила, которые будут просты и понятны в использовании. Каждый сотрудник выполняющий эти правила должен понимать, как это важно для него самого и для организации в целом.

Сицукэ (Sitsuke Совершенствование) регулярное выполнение этих правил, впоследствии которых должны превратиться в привычку. Ключевым моментом этого правила является:

– привлечение всех работников, работа в команде,
– применение фото, видео до и после для понимания итогов результата,
– формирование аудита, для оценки внедрение и результативность программы.

Заключение. Благодаря системе 5S становится проще внедрять другие методики бережливого производства, такие как картирование потока создания ценности, вытягивающее поточное производство, Канбан (Kanban), Кайдзен (kaizen), SMED, TPM, JIT и визуализация в производственной деятельности компании ОАО «РЖД».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Система 5S – пять шагов к идеальному рабочему месту. URL: https://clck.ru/3AW7qZ (дата обращения 2.05.2024)
2 Бережливое производство. URL: https://clck.ru/3AW7wr (дата обращения 2.05.2024)
3 Клепиков А.В., Клюканов А.В., Виртуальные экскурсии // Вагоны и вагонное хозяйство. 2014. № 1 (37). С. 38-39.
4 Клюканов А.В. Учёт колёсных пар на предприятиях ремонта грузовых вагонов с использованием средств радиочастотной идентификации // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 11. С. 440-444.
5 Клюканов А.В., Паренюк М.А., Технология пополнения стеллажей запасными частями вагонов с применением мобильного беспроводного устройства // Вестник Транспорта Поволжья. 2017. № 4 (64). С. 30-34.
6 Классика организации бережливого производства. Тайити Оно. URL: https://clck.ru/3AW8q3 (дата обращения 2.05.2024)

ДИСТАНЦИОННЫЙ КОНТРОЛЬ СОХРАННОСТИ ГРУЗОВ В ДВИЖУЩЕМСЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

Д. Р. Мещеров[1], А. В. Клюканов[2]

Введение. Проблема несохранности груза в движущемся подвижном составе может возникнуть из-за различных факторов, таких как неправильная фиксация груза, недостаточное количество креплений груза, некачественная упаковка или неправильная установка внутри вагона. Это может привести к повреждению груза во время транспортировки и потере товара. За несохранность груза перевозчик несет ответственность.

Для решения этой проблемы необходимо правильно упаковывать и фиксировать груз, следить за его состоянием во время транспортировки и использовать специализированное оборудование для крепления груза. Также важно проводить проверки перед отправкой груза и обеспечивать правильную организацию процесса погрузки и выгрузки [1].

Разработкой устройств контроля сохранности грузов в процессе его перевозки занимаются компании, среди которых: АО «ИПК Страж» (г. Москва), ООО «Сервисный центр Трансгелематика» (г. Москва), ООО «СИНЕЗИС СТИГМА» (г. Москва).

[1] Мещеров Дамир Рафхатович – студент группы ЭЖД-21, Институт управления и экономики
[2] Клюканов Алексей Васильевич – к.т.н., доцент кафедры «Технология грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

Наибольший интерес вызывает разработка ООО «СИНЕЗИС СТИГМА», так как занимается поиском и разработкой оптимальных технологических решений, для создания универсального устройства дистанционного контроля груза.

На сегодняшний день уже разработаны технологии, способные в совокупности производить работу такой системы: различных видов датчики, электронные запорно-пломбировочные устройства, камеры для мониторинга состояния груза.

Основная часть. Устройство дистанционного контроля сохранности грузов (УДКСГ) – комплекс средств и технологий, при помощи, которых возможен сбор и обработка информации, мониторинг погрузки, хранения, перевозки и выгрузки груза за счет устройств контроля и фиксации.

За счет УДКСГ можно проводить расследование несохранных перевозок, исходя из данных, которые были собраны самим устройством. Оно позволяет собирать, хранить и передавать данные лицам, участвующим в перевозочном процессе. Доступ к устройству возможен только на станции отправления и назначения, а также на ближайшей станции по ходу движения железнодорожного состава, которая получила сообщение о несанкционированном проникновении в вагон. Само устройство ведет отчет и сопоставляет имеющуюся информацию с Правилами перевозок грузов. Если имеется какое-либо нарушение, будь оно связано с состоянием вагона или же с условиями перевозки груза, то устройство самостоятельно отправляет сообщение об этом случае, что позволит без участия других лиц, выяснить причину несохранности груза и её устранению [2].

УДКСГ может быть аналогом системы для сбора информации о железнодорожных вагонах и перевозимых грузах. Она представляет собой автоматизированную систему контроля и предназначена для анализа и сбора информации о вагоне и перевозимых им грузов. Устройство содержит RFID-метки, связанные при помощи электромагнитной связи через блок считывания RFID-меток [3,4,5].

Недостатками известной системы являются невысокие рабочие характеристики в присутствии радионепрозрачных и радоипоглощающих объектов, воздействие помех, а также ограниченная проникающая способность.

В УДКСГ приемо-передающим устройством является транспондер, который непосредственно связан с блоком анализа и управления. В блоке формируется сигнал определенной частоты и передается на станцию, которую проследовал подвижной состав. На станции, получают сигнал и рассылают его на станции отправления и назначения о состоянии груза, то есть, информация обрабатывается в промежутках между станциями, а при проследовании, УДКСГ направляет ее на станцию. Также блок анализа связан с системой датчиков и камерой видеонаблюдения, при помощи которых обеспечивается визуальный контроль сохранности грузов, перевозимых железнодорожным транспортом [6].

Датчики, установленные внутри вагона, предназначены для измерения различных параметров, которые позволяют оценить сохранность груза. Например, датчики вибрации могут обнаружить резкие перемещения или удары, которые могут нанести ущерб грузу. Датчики температуры следят за изменениями температуры внутри вагона, что позволяет контролировать условия хранения груза и предотвращать возможные потери. Датчики влажности можно использовать для обнаружения протечек или конденсации, которые могут повредить груз. Датчики открытия дверей можно эксплуатировать в сочетании с камерой видеонаблюдения для определения причины открытия дверей. Датчики движения могут определить положение груза и изменение его положения внутри вагона, при воздействии динамических сил. Датчики объема определяют изменения объема в вагоне. Другие датчики могут измерять уровень шума, освещенность и другие параметры, которые также могут иметь значение для сохранности груза.

Камеры видеонаблюдения, установленные внутри вагона, обеспечивают визуальный контроль над состоянием грузов. Они фиксируют все происходящее внутри вагона и передают изображение на сервер контрольного центра. Это позволяет контролировать груз, обнаруживать любые несанкционированные действия или отклонения от установленных правил и незамедлительно принимать меры для их решения.

Собранная информация с датчиков и камер передается через транспондер на сервер контрольного центра. На сервере происходит обработка полученных данных и, при необходимости, генерируется автоматическое оповещение оператору о возможных проблемах. Кроме того, информация может быть сохранена для дальнейшего анализа и использования в процессе расследований и проведении разбирательств.

Техническая реализация сбора и передачи информации в устройстве дистанционного контроля сохранности грузов также включает в себя использование специальных алгоритмов анализа данных. Эти алгоритмы позволяют автоматически обрабатывать полученные данные, выявлять потенциальные угрозы и генерировать соответствующие уведомления. Они обеспечивают более эффективное и надежное функционирование системы контроля сохранности грузов.

Заключение. Устройство дистанционного контроля сохранности грузов может способствовать эффективному проведению расследования, выявлением факторов нарушения условий перевозки или расположения груза при погрузке. Также та информация, которую зафиксировало устройство, может являться прямым доказательством невиновности того или иного участника в перевозочном процессе или же иметь материалы для подтверждения претензий в совещании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Факторы несохранности груза при перевозках. URL: https://clck.ru/3AXKwm (дата обращения 1.05.2024).

2 Цифровые технологии в обеспечении сохранности грузов. URL: https://clck.ru/3AXL5Y(дата обращения 1.05.2024)

3 Клюканов А.В. Пневматическое устройство с ударным импульсом для разрыхления смерзшегося угля в полувагонах // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 157-159

4 Клюканов А.В., Паренюк М.А., Технология пополнения стеллажей запасными частями вагонов с применением мобильного беспроводного устройства // Вестник Транспорта Поволжья. 2017. № 4(64). С. 30-34.

5 Клюканов А.В. Учёт колёсных пар на предприятиях ремонта грузовых вагонов с использованием средств радиочастотной идентификации // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2021. № 11. С. 440-444.

6 Система для сбора информации о железнодорожных вагонах и перевозимых грузах: пат. 88176 Рос. Федерации. № 2009127358 Алергант М.С. заявл. 17.07.2009. опубл. 27.10.2009, Бюл. № 30.

РАЗРАБОТКА ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ, ПОВЫШАЮЩИХ ПЕРЕРАБАТЫВАЮЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ГРУЗОВОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ СТАНЦИИ

М. В. Гаврилов [1], О. В. Москвичев[2]

Станция «Б» является грузовой станцией 1 класса с комбинированным расположением парков, с внутренним расположением главных путей. Расположена на двухпутном магистральном электрифицированном участке С – К Куйбышевской железной дороги. Станция входит в участок работы сборных и вывозных поездов О - К.

Проанализировав работу станции Б с транзитными поездами, поступающими в расформирование, по итогам 2023 года, было установлено, что их простой составил 29 часов, и превысил план простоя на 8 часов.

Простой местного вагона составил 131 час, при плане в 93 часа, что составило превышение на 38 часов.

Для выявления причин невыполнения плановых показателей был произведен анализ технологии работы станции, а также расчленённый простой транзитных с переработкой и местных вагонов.

[1] Гаврилов Максим Валерьевич – студент группы ЭЖД-91, «ИУЭ»

[2] Москвичев Олег Валерьевич– д.т.н., зав. кафедры «УЭР»

В результате анализа выявлено, что одной из значимых причин превышения нормы простоя транзитных вагонов с переработкой является ожидание расформирования прибывшего состава, которое составляет более одного часа. Анализ расчлененного простоя местного вагона на станции показал, что большая доля продолжительности простоя приходится на время от момента прибытия до подачи под грузовую операцию на пути необщего пользования и контейнерный терминал, составляющее отклонение от нормы на семь часов, а также время от момента завершения грузовой операции до уборки с путей необщего пользования или контейнерного терминала, составляющее отклонение от нормы в двадцать пять часов.

Ожидание расформирования завышено из-за занятости путей в приемоотправочном парке составами в ожидании отправления со станции и в сортировочном парке вагонами в ожидании подачи на грузовые фронты. Простой поездов в ожидании отправления в приемоотправочном парке приводит к занятости путей в сортировочном парке, что, в свою очередь, ведет к задержке расформирования поездов. Повторная переработка местных вагонов также влияет на занятость путей в сортировочном парке и приводит к увеличению времени ожидания расформирования, а также дополнительной маневровой работе. Кроме того, увеличение времени в ожидании расформирования связано с неравномерным увеличением вагонопотока станции в течение летних месяцев.

В работе был произведен расчет потребного числа путей в сортировочном парке, который показал, что для обеспечения нормальной работы станции необходимо иметь восемь путей. В настоящее время в сортировочном парке имеется 6 путей, следовательно, для сокращения простоя вагонов, необходимо уложить 2 дополнительных сортировочных пути.

Одним из развивающимся направлением работы станции является работа с контейнерными поездами. Количество отправляемых и прибиваемых контейнерных поездов на контейнерный терминал железнодорожной станции ежегодно увеличивается, так в 2021 году их количество составило 48 поездов, в 2022 году – 72, а в 2023 году – 96 контейнерных поезда. Организована работа по формированию регулярных контейнерных поездов в Китай. Увеличение объемов отправки поездов связано как с ростом числа грузоотправителей, так и с расширением номенклатуры перевозимых грузов в контейнерах, изменением логистических схем доставки.

На путях ДМ 1к и 2к станции осуществляется работа по погрузке и выгрузке металлов. В 2023 году количество погруженных вагонов составило 140, а выгруженных - 2 609 вагонов. Погрузка контейнеров на путях 3к и 4к составила 1 480 вагонов, а выгрузка - 2 443 вагона. Отправление и прибытие вагонов с металлом на 30% меньше, чем вагонов с контейнерами, наибольшее количество вагонов с металлами обрабатывается в весенний и осенний период, а наименьший в летний и зимний. В период снижения вагонопотоков с металлами работа козлового крана останавливается, однако в связи с высокой загрузкой терминально складского комплекса и занятости путей в сортировочном парке «В» составы с контейнерами подаются на пути 1к и 2к с целью ожидания дальнейшей перестановки на пути 3к и 4к для последующей выгрузки на контейнерную площадку, что в свою очередь требует выполнения дополнительных маневровых операций и увеличивает время простоя контейнеров в ожидании выполнения погрузо-разгрузочных операций.

Также по итогам анализа технологии работы станции установлено, что в связи с высокой степенью загрузки парка «В» и сортировочного парка «Д», из-за занятости путей отсутствует возможность своевременно подавать составы из приемоотправочного парка «Б» под грузовые операции на пути ДМ.

С целью повышения перерабатывающей способности станции и изменения маршрутов маневровой работы предлагается изменить специализацию путей 1к и 2к на универсальные для работы как с контейнерными поездами, так и вагонами с металлами. Увеличение длины каждого пути 1к и 2к на 230 метров позволит увеличить фронт погрузки и выгрузки на каждом пути на 17 вагонов, в результате общая длина каждого пути составит 573 метра, а общая перерабатывающая способность станет 88 условных вагона, что позволит перерабатывать цельносоставные контейнерные поезда.

Для сокращения времени простоя вагонов, прибывающих в приемоотправочный парк «Б», в ожидании перестановки на пути ДМ и уменьшения времени на выполнение маневровой работы целесообразно пути 1к и 2к примкнуть к 20 пути сортировочного парка «Д», что в свою очередь позволит подавать вагоны из парка «Б» через 56 путь сразу на пути 1к и 2к для выполнения погрузо-разгрузочных работ.

Предлагаемый вариант реконструкции станции представлен на рисунке 1.

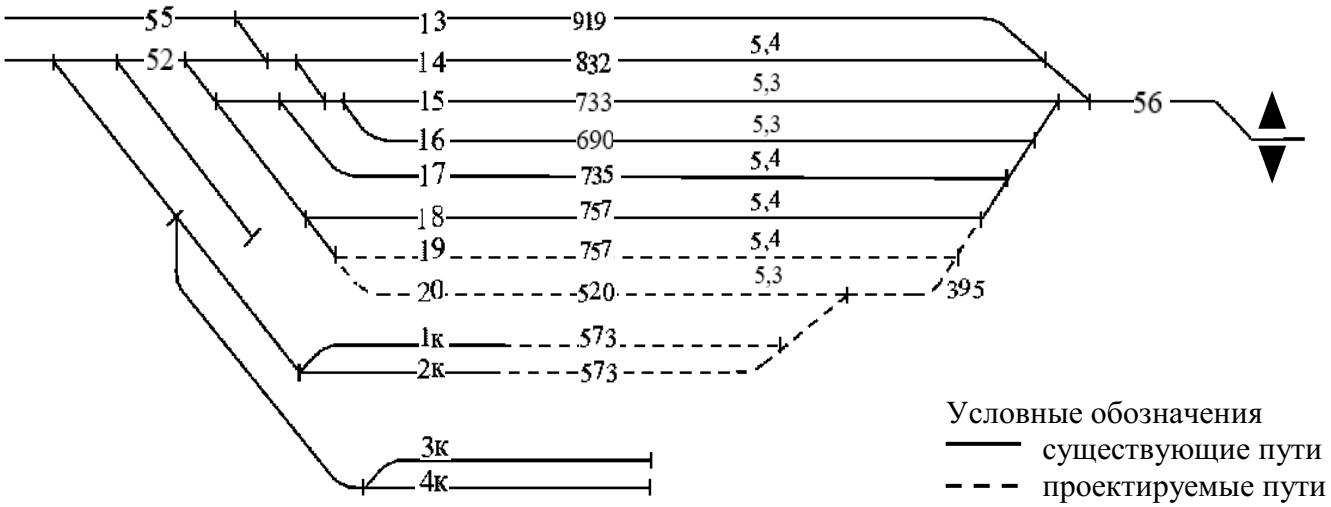


Рис. Схема реконструкции станции Б

Для реализации предлагаемого варианта необходимо устройство пяти стрелочных переводов маркой крестовины 1/9, укладка пути общей протяженностью 2132 метров, приобретение универсального козлового крана с возможностью работы как с контейнерами, так и с металлами, а также укладка подкрановых путей общей протяженностью 460 метров, устройство асфальтированной площадки для разгрузки и погрузки контейнеров площадью 6 900 м^2.

Таким образом, в качестве технико-технологических мероприятий, повышающих перерабатывающую способность грузовой железнодорожной станции, предложено увеличение числа путей сортировочного парка. Для увеличения перерабатывающей способности контейнерного терминала железнодорожной станции предложены реконструктивные мероприятия, связанные с увеличением полезной длины грузовых фронтов путей 1к и 2к на 230 метров каждый (обеспечит увеличение перерабатывающей способности на 88 вагонов), заменой козлового крана для возможности работы с контейнерами и металлом, устройством подкрановых путей общей протяжённостью 460 метров, асфальтированием площадки площадью 6 900 м^2 для выполнения погрузо-разгрузочных операций. Кроме того, для сокращения времени простоя транзитных вагонов с переработкой и местных вагонов необходимо соединить пути 1к и 2к контейнерного терминала с сортировочным путем 20 парка «Д» станции для обеспечения возможности сквозной подачи вагонов на пути контейнерного терминала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 ОАО «РЖД», Типовой процесс работы грузовой и межгосударственной передаточной станции: распоряжение ОАО «РЖД» / 2015. М. 65-72.

2 СП 237.1326000.2015. Инфраструктура железнодорожного транспорта : свод правил Российской Федерации : дата введения 2015-07-06 / Министерство транспорта Российской Федерации. М., 2015 – 57 с.

3 Москвичев О.В. Терминальная инфраструктура и контейнерные поезда: кластеризация объектов // Мир транспорта. 2017. Т. 15. № 5 (72). С. 158-173.

4 Москвичев О.В., Москвичева Е.Е. Сквозные терминалы с поточной обработкой контейнеров // Железнодорожный транспорт. 2010. № 3. С. 21-24.

5 Москвичева Е.Е., Кокова Л.А., Терентьев А.А. Применение бережливого производства при организации местной работы на станциях / Наука и образование транспорту. 2014. №1. С. 61-63.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОЗДАНИЮ РЕЗЕРВОВ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ УЧАСТКАХ

Малышева В.А.[1], Садчикова В.А.[2]

Введение. В текущем положении станы у железнодорожной отрасли возникают проблемы, связанные с ограничениями использования существующих линий движения поездов в различных уже имеющихся экспортных направлениях. Недостаточная пропускная способность линий и участков приводит, как правило, к задержкам грузовых поездов, увеличения сроков доставки или вовсе к смене установленной нитки графика движения. В ходе исследования были изучены технологические особенности и возможности инновационных разработок, для повышения пропускной и провозной способности железнодорожных линий.

Важность рассмотрения данной темы заключается в том, что на данном этапе у железнодорожной отрасли возникают проблемы с текущем использованием инфраструктуры, а именно линий движений поездов. Это отражается в нехватке резервов пропускной способности, в оставление грузовых поездов от движения для пропуска пассажирских поездов или ввиду приоритетности той или иной перевозки. Что в целом приводит к затруднению в управлении движением поездов или составления прогнозных показателей.

Цель данного исследования – оценить возможность повышения пропускной способности и улучшить транспортно-логистические процессы в железнодорожных перевозках России.

Основная часть. В стране организация перевозок железнодорожным видом транспорта играет одну из ключевых ролей, которые заключаются в перевозке грузов и пассажиров, обеспечивает их техническое обслуживание, предоставление необходимого вагонного парка. Все это формирует транспортный процесс [1].

Куйбышевская железная дорога – это одна из важнейших магистралей, которая связывает центр и запад Российской Федерации с Уралом, Сибирью и Средней Азией. Эффективное управление железнодорожными перевозками достигается путем оптимального использования технических ресурсов, соблюдения принципов безопасности и обеспечения качественного обслуживания с возможностью применения передовых технологий. Все эти аспекты оказывают влияние на выполнение перевозок по железной дороге, которые должны строго соблюдать расписание и быть четко спланированы. Для непрерывной и эффективной работы необходимо постоянно совершенствовать и развивать процессы без прерываний. Таким образом, компетентность в организации и оптимизации рабочих методов достигается путем внедрения современных методов транспортной логистики в деятельность компании [1].

Рис. 1. Схема географического положения Куйбышевской железной дороги

[1] Малышева Владлена Александровна – студент группы ТТПм-21, факультета ИУЭ

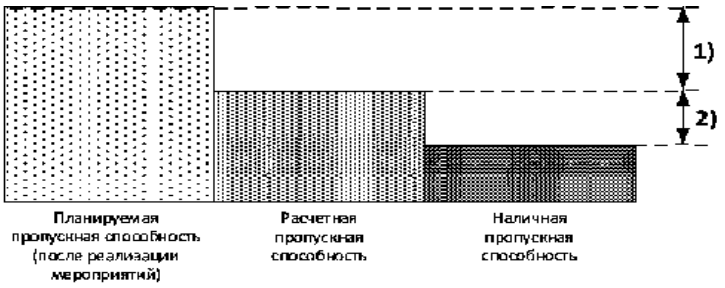
[2] Садчикова Валентина Анатольевна – к.т.н. доцент кафедры УЭР

Реализации плановых показателей на конкретные требования к подвижному составу, а также на его текущее содержание и дальнейшее поддержание надлежащего качества дает возможность организации железнодорожного транспорта эффективно функционировать в перспективном, среднесрочном и стратегическом планировании.

В основе долгосрочных стратегических планов холдинга имеются спрогнозированные объемы как грузовых, так и пассажирских перевозок вместе с их изменениями в размерах и направлениях, а также возможности модернизации технических средств, строительства новых железнодорожных линий и многое другое. А для возможности тиражирования и привлечения всех к единой структуре работы, разработаны и опубликованы в: «Комплексном плане модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года» и «Долгосрочной программе развития ОАО «РЖД» до 2025 года» [2, 3].

За любой грузовой перевозкой, технологическим процессом имеется техническая работа с видами транспорта, в нашем случае это передислокация порожних выгонов, текущий, деповской и капитальные (чаще на заводе – изготовителе) ремонты, операции, связанные с погрузкой – выгрузкой и отстоем вагонов, как под ожиданием погрузки, так и под ожиданием накопления. Как нам известно, любой расчет базируется на основе нормативных документов, так и пропускная и провозная способность рассчитываются с использованием технических средств, их паспортных данных.

Пропускная способность показывает потери и несоблюдение параметров технических средств. Обнаружение данных проблем предоставляет возможность вовремя устранить эти инфраструктурные ограничения.



1) Мероприятия по развитию пропускных и провозных способностей.
2) Мероприятия по ремонту и модернизации железнодорожной инфраструктуры (по программам инфраструктурных хозяйств).

Рис. 2. Развитие пропускной способности железнодорожной инфраструктуры [4]

Разграничение мероприятий по развитию пропускных способностей устройств железнодорожной инфраструктуры в зависимости от соотношений значений пропускных способностей показано на рисунке 2.

Далее рассмотрим основные формулы, необходимые для расчета пропускной и провозной способности:

1. Средний коэффициент съема грузовых поездов пассажирскими:

$$\varepsilon_{пасс} = \frac{t_{гр}(1-\triangle)\times(0{,}8-0{,}005\times n_{пасс})}{I} + 1{,}3 \qquad (1)$$

где $t_{гр}$ - время хода грузового поезда по ограничивающему перегону ($t_{гр}$ = 18 мин);

$\triangle$ - соотношение чистого времени хода пассажирского (ускоренного) поезда данной категории, имеющего большую скорость, чем грузовой и времени хода грузового поезда на расчетном участке ($\triangle$ = 0,77);

$n_{пасс}$- общее число пассажирских поездов на участке ($n_{пасс}$ = 32);

I - расчетный межпоездной интервал на участке (1=8 мин).

2. Коэффициент съема ниток графика сборным поездом определяется количеством обслуживаемых станций.

3. Потребная пропускная способность двухпутного участка:

$$N_{потр} = \left[N_{гр} + N_{пасс} + \varepsilon_{пасс} + N_{сб}(\varepsilon_{сб} - 1)\right] \times \beta_{рез}, \text{поездов/сут.}, \quad (2)$$

где $N_{сб}$ – число сборных поездов, ($N_{сб}$ = 1);

$\beta_{рез}$ – резерв пропускной способности участка для двухпутного участка, ($\beta_{рез}$=1,1 - 1,15).

Расчет по данным формулам может показать достаточно ли пропускной способности для пропуска определенного объема перевозок и его возможного увеличения. Следовательно, на такие проблемы необходимо реагировать быстро, чтобы исключить потери доходов от грузоперевозок. По исследованию и анализу многих научных работ других авторов, данный вопрос можно решить за счет:

1) развития инфраструктуры рассматриваемого участка или направления;
2) сокращения числа поездов и увеличения их весовых норм [4].

Возможные мероприятия по решению развития транспортно-логистического узла:

1. Оснащение участка «Безенчук – Октябрьск» мостом – дублером и увеличения числа путей, для улучшения наличной пропускной способности и безопасности движение транспорта. На данный момент объемы перевозок на юг России увеличиваются на 5-7%, то постройка дублера и прокладка путей имеет рациональный и актуальный вопрос.

2. Организация движения «тяжеловесных поездов», которые сейчас формируются на инновационных вагонах с осевой нагрузкой в 25 т. на ось. Но тут необходимо учитывать риски износа инфраструктуры и уровня давления от тяжеловесных вагонов.

3. Применение инновационных разработок «автоматизированных систем управления перевозочным процессом» за счет изменений и регулирования интервального движения поездов [5, С. 89].

Заключение. Таким образом, любые технологические и инновационные мероприятия позволяющие увеличить пропускную и провозную способность и улучшить транспортно-логистические процессы в железнодорожных перевозках требуют голубого аналитического научного обоснования.

СПИСОК **ЛИТЕРАТУРЫ**

1 Инновационные элементы инфраструктуры железнодорожного комплекса: оценка технологий и показателей эксплуатационной работы / Воронин В.А. [и др.] // Транспорт: наука, техника, управление. 2021. № 3.

2 Комплексный план модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года [Электронный ресурс]. URL: https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71975292/ (дата обращения: 17.04.2024 г.).

3 Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года [Электронный ресурс]. URL: https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=1359 (дата обращения: 17.04.2024 г.).

4 Распоряжение ОАО «РЖД» от 04.03.2022 N 545/р (с изм. от 14.02.2023) «Об утверждении Инструкции по расчету пропускной и провозной способностей железных дорог ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=798693#6qxaDAUwt7IT5ixH (дата обращения: 17.04.2024 г.).

5 Эффективность использования ресурсного потенциала предприятия / Макаркин Н.П. [и др.] // Фундаментальные исследования. 2019. № 11. С. 89-94.

СЕКЦИЯ 2

Подвижной состав железных дорог, муниципальный пассажирский транспорт и транспортная техника

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЯГОВОГО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ПРОЦЕССЕ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА

Е. А. Андреева[1], В. В. Ляшенко[2]

Введение. Железнодорожный транспорт является одной из ключевых отраслей экономики нашей страны, а эффективность работы тягового подвижного состава напрямую влияет на скорость и надежность перевозок, а также на безопасность движения поездов.

Анализ показателей эффективности тягового подвижного состава позволяет повысить производительность, снизить затраты на обслуживание и эксплуатацию и оптимизировать его использование. Например, мониторинг технического состояния локомотивов, анализ расхода топлива, оценка надежности и прочности оборудования – все это позволяет оптимизировать процессы технического обслуживания и повысить эффективность работы тягового подвижного состава в процессе движения поезда [1].

В 2023 г. размер тяжеловесного движения на сети ОАО «РЖД» вырос на 30 %. Это связано с высоким спросом перевозки грузов со стороны клиентов. В особенности наблюдается устойчивый тренд роста ценности на мировом рынке угля, в частности, до 80 % объемов международной угольной торговли в настоящее время приходится на Азиатско-Тихоокеанский регион. Впоследствии, ОАО «РЖД» ставит перед собой задачу по реализации в грузовом движение мероприятий, направленных на повышение эффективности использования локомотивов эксплуатируемого парка.

В данной статье мы рассмотрим ключевые аспекты анализа показателей эффективности тягового подвижного состава и выясним, какую роль они играют в процессе движения поезда.

Содержание статьи.

К важным показателям эффективности использования тягового подвижного состава в процессе движения поезда относятся [2]:

- техническое состояние локомотивов: регулярный мониторинг и обслуживание технического состояния тягового оборудования помогают предотвращать аварийные ситуации, снижать вероятность простоев и обеспечивать безопасность движения,
- расход топлива и энергоресурсов: эффективное использование топлива или электроэнергии влияет на экономическую эффективность перевозок. Мониторинг и оптимизация расхода ресурсов позволяют снизить затраты на эксплуатацию и повысить прибыльность.

Эти показатели важны для обеспечения эффективной работы тягового подвижного состава и высокого качества железнодорожных перевозок. Поэтому их анализ может позволить выявить наиболее рациональные и оптимальные методы работы и эксплуатации локомотивов на железнодорожном транспорте.

Таким образом, выделяются два основных метода анализа эффективности использования тягового подвижного состава:

[1] Андреева Евгения Александровна – студентка группы ЭЖД-35у, факультет ИУЭ
[2] Ляшенко Виктория Владимировна – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

– мониторинг технического состояния,
– анализ расхода топлива и энергоресурсов.

Рассмотрим сначала мониторинг технического состояния.

Мониторинг технического состояния локомотивов осуществляется по данным диагностирования, которое осуществляется при эксплуатации, при приёмке и выдаче локомотива и во время технического обслуживания.

Чаще всего у локомотивов в процессе их эксплуатации наиболее уязвимым оборудованием является (рис. 1):

– вспомогательные машины,
– тяговый двигатель,
– электронное оборудование,
– автотормозное и пневматическое оборудование,
– электрическое оборудование.

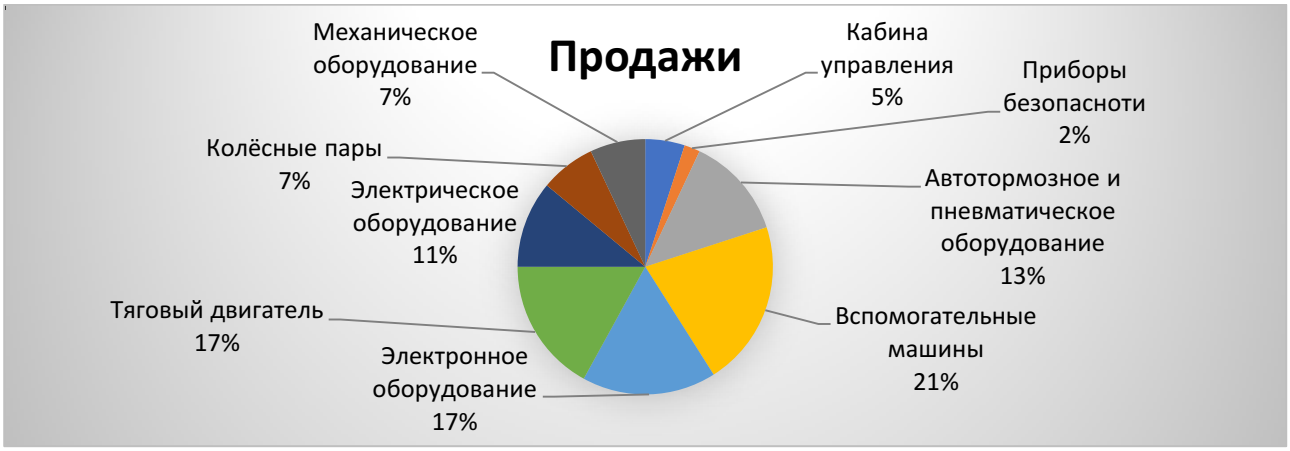


Рис. 1. Отказ деталей локомотива

Так как они являются основными частями локомотива, которые влияют на безопасность движения и эффективность его использования, то для предотвращения их неисправностей проводится регулярный мониторинг технического состояния, который позволяет выявить тенденции, указывающие на потенциальные неисправности. На основании мониторинга и его оценки разрабатывается план действий для минимизации рисков и производится расчет среднего времени безотказной работы и показателей надежности, влияющих на дальнейшею эксплуатацию локомотива.

Также для мониторинга неисправностей локомотива на дистанционном расстояние внедряется новая технология «Умный Локомотив». Проект «Умный локомотив» – это система предиктивной аналитики, которая проводит мониторинг технического состояния оборудования и прогнозирует отказы с указанием конкретного узла локомотива, оборудованного датчиками в момент движения поезда. Данная технология позволяет в режиме реального времени выявлять и прогнозировать неисправности локомотива, т. е. на основании собранной информации о его состоянии производить анализ технических показателей и предотвращать отказ оборудования в процессе движения поезда [3].

Теперь рассмотрим анализ расхода топлива и энергоресурсов.

Анализ расхода ресурсов в процессе движения поезда в локомотиве включает в себя оценку следующих показателей [4]:

1. Расход топлива:

- отслеживание потребления топлива локомотивом с учетом различных факторов, таких как нагрузка на поезд, скорость и профиль пути (рис. 2),

- выявление неэффективных режимов работы и оптимизация использования топлива.

Схема расхода топлива локомотивов в зависимости от участка пути		
Участок пути	Факторы, влияющие на расход топлива	Расход топлива
Путь с подъёмами	Сопротивление движению поезда выше.	Выше
Путь со спусками	Сопротивление движению поезда ниже.	Ниже
Прямой участок пути	Сопротивление движению поезда относительно низкое.	Средний
Криволинейный участок пути	Сопротивление движению поезда выше.	Выше
Участок пути с ветром в лоб	Сопротивление движению поезда выше.	Выше
Участок пути с попутным ветром	Сопротивление движению поезда ниже.	Ниже
Ускорение поезда	Высокая потребность в мощности.	Выше
Торможение поезда	Рекуперация энергии.	Ниже

Рис. 2. Схема расхода топлива локомотивов в зависимости от участка пути

2. Расход электроэнергии:

- мониторинг потребления электроэнергии электрическими локомотивами,

- оптимизация использования электроэнергии за счет управления тяговым усилием и рекуперативного торможения.

Методы анализа расхода топлива и энергоресурсов [5]:

– *Сбор данных*: собираются данные о потреблении топлива и энергоресурсов с помощью бортовых датчиков, счетчиков и систем управления.
– *Анализ тенденций*: данные отслеживаются с течением времени для выявления тенденций, которые могут указывать на неэффективность или проблемы.
– *Сравнительный анализ*: данные о потреблении ресурсов сравниваются с эталонными значениями.
– *Анализ корневых причин*: исследуются первопричины неэффективного расхода ресурсов и разрабатываются корректирующие действия.

К преимуществу анализа расхода ресурсов локомотивом относится повышение эффективности использования топлива и электроэнергии в процессе движения поезда.

Вывод. Таким образом, анализ эффективности использования тягового подвижного состава в процессе движения поезда в первую очередь характеризуется такими методами, как мониторинг технического состояния и анализ расхода топлива и энергоресурсов, которые являются важным инструментом для повышения производительности, снижения эксплуатационных расходов и обеспечения безопасного и эффективного движения поездов.

Тщательный анализ этих показателей позволяет оптимизировать процессы технического обслуживания, снизить вероятность аварий и простоев, сэкономить топливо и энергоресурсы, повышая общую эффективность железнодорожных перевозок.

Понимание и применение методов анализа эффективности использования тягового подвижного состава в процессе движения поезда имеет решающее значение для ОАО «РЖД» и других железнодорожных компаний, стремящихся повысить операционную эффективность и удовлетворить растущий спрос на грузовые перевозки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Ляшенко В. В., Муратов А. В., Петухов С. А. Использование инструментов контроля качества для повышения эффективности процессов ремонта и обслуживания подвижного состава // Вестник транспорта Поволжья. 2015. № 3 (51). С. 22–26.

2 Петухов С. А., Муратов А. В., Ляшенко В. В. Повышение эффективности обслуживания и ремонта моторвагонного подвижного состава на полигоне Южно-Уральской железной дороги // Инновации и исследования в транспортном комплексе : III Международная научно-практическая конференция в год 70-летия Победы в Великой Отечественной войне: в 2 частях, Курган, 04–05 июня 2015 года. Курган: ЗАО «Курганстальмост», 2015. С. 241–243.

3 Балакин А. Ю., Росляков А. Д., Шепелин П. В. К вопросу о переходе эксплуатации локомотивов по техническому состоянию // Бюллетень результатов научных исследований. 2015. № 3-4 (16-17). С. 7-12. EDN VKICUD.

4 Ресурсосбережение и энергоэффективность тепловозных двигателей / С. А. Петухов [и т. д.]: монография. Самара : СамГУПС, 2020. 138 с.

5 Пособие по обеспечению безопасности движения и охране труда-В.И. Гапеев, А.А. Крисенко, П.И. Альшевский, 2019 год.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОЛЕСНОЙ ПАРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТО-4

Т. Р. Бикинеев[1], А. Ю. Балакин[2]

Введение. В сегодняшнее время,когда экономика стремительно развивается и потребность в грузовых перевозках растет, важно обеспечить должную работу локомотива. Его возможные неисправности могут вызвать задержку поездов, потерю пропускной способности, а также представляет угрозу безопасности движения.

Особое внимание должно уделяться надежности работы локомотива, в том числе ходовой части локомотива, а именно состоянию колесной пары и своевременной замене бандажей колесной пары. Это необходимо для того, чтобы обеспечить безопасность движения и эффективность ж/д транспорта в целом. Планируется регулярно проводить техническое обслуживание ТО-4, для того чтобы восстановить профиль колесных пар, также ремонты типа ТР-3, КР-1, КР-2 для смены бандажей. Проблема износа бандажей становится на данный момент все более актуальна и это приводит к увеличению объемов работ по их обслуживанию и ремонту колесных пар в депо. Основная цель заключается в том, чтобы поддерживать колесные пары локомотивов в работоспособном состоянии и разрабатывать мероприятия по их ремонту.

Таким образом, целью данной статьи является внедрение систем управления техническим состоянием колесных пар локомотивов, с применением методов, которые включают в себя предотвращение отказов и планирование мероприятий по восстановлению работоспособности. Это увеличивает срок службы бандажей колесных пар и повышает эффективности работы парка локомотивов, а также снизятся затраты на их ремонт и техническое обслуживание.

Основная часть. Функционирование технических устройств, включая локомотивы, зависит от воздействия различных факторов на различных этапах их работы.

Из-за продолжительной эксплуатации маневровых локомотивов, их эффективность зависит от надежности как локомотивов в целом, так и их составляющих в течение заданного времени (непредвиденные сбои), а также от продолжительности сохранения работоспособности изделия в рамках указанного временного интервала (постепенные отказы).

Для оценки надежности тепловозов в эксплуатации были проанализированы данные о неисправностях узлов экипажной части, собранные из журналов неплановых ремонтов и отчетов локомотивных депо Куйбышевской железной дороги за период с 1995 по 2000 год.

В процессе эксплуатации часто возникают непредвиденные ремонты экипажной части по следующим основным причинам:

- наличие раковин по кругу катания,
- проворот бандажа,
- излом ограничительной пластины,
- продольная трещина, обнаруженная во внешней обойме буксового подшипника,
- излом стопорного кольца,
- неисправность МОП
- задир шейки и т.д.

На рисунке показан отчет о замене КМБ тепловозов в период с 1995 по 2000 год в локомотивных депо Куйбышевской железной дороги.

[1]Бикинеев Тимур Равилевич – студент группы ПСЖД-91, ИТСПС
[2]Балакин Андрей Юрьевич – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

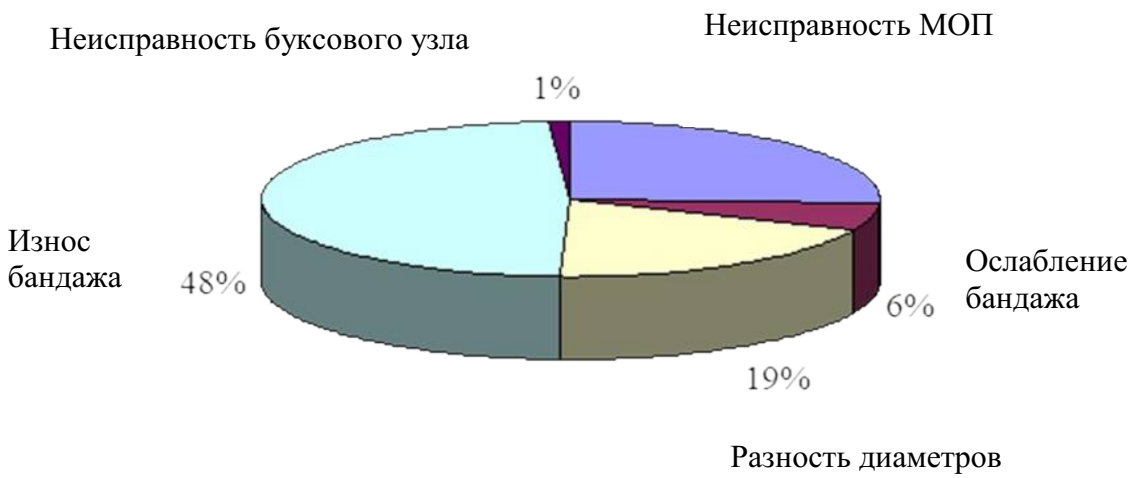


Рис. Анализ изменений в количестве КМБ на локомотивных депо Куйбышевской железной дороги

Из проведенного анализа следует заключить, что основным фактором, приводящим к замене КМБ, являются дефекты бандажей колесных пар.

Рациональное использование колесных пар от регулярного технического обслуживания зависит напрямую. Оно включает в себя обточку бандажей для восстановления профиля и замену изношенных деталей в процессе ремонта.

Исследования показывают, что износ компонентов пары «колесо-рельс» вызван нагрузками, которые они испытывают в процессе эксплуатации. Эти нагрузки могут привести к проблемам, таким как износ, старение и неисправности. Для того чтобы предотвратить старение колесной пары, необходимо проводить регулярные ремонты и своевременно заменять изношенные детали. Однако, необходимо знать, что в процессе эксплуатации «колесо» подвержено большему износу. Во время обработки колесной пары учитываются изменения, которые происходят в их верхнем слое, такие как наклеп и раскат. В результате проведения этого процесса происходит регулярное переключение между этапами приработки и нормальной работы до тех пор, пока поверхность колесной пары не станет равна в определенные временные интервалы. С помощью этого снижается скорость износа рабочих поверхностей и делает ее практически стабильной на промежутке времени. Кроме того, в результате обработки происходят положительные изменения в верхнем слое элементов колесной пары, такие как раскат, наклеп и шлифовка, что снижает интенсивность износа на долгий срок.

Один из важных периодов в работе локомотивов - это продолжительность нормальной эксплуатации, когда уровень износа деталей минимален. Как ранее считалось, что контроль износа деталей локомотивов необходим только во время технического ремонта, и что после обновления бандажей приработка завершается до следующих работ. Но современные методы управления техническим обслуживанием позволяют проводить анализ изменения параметров бандажей колесных пар с учетом наработки прямо в локомотивных депо, ремонтных дирекциях и цехах, что позволяет поддерживать высокую производительность и безопасность на железной дороге.

Для оценки остаточного ресурса бандажей колесных пар до момента обточки и его замены применяется метод линейного изменения толщины проката гребня и бандажа в зависимости от пробега. При обточке колесных пар без выкатки из-под локомотива в депо не всегда удается полностью восстановить профиль поверхности катания бандажей, котороя была первоначально, может привести к дефектам. Для того чтобы более точно прогнозировать износ, необходимо проводить анализ износа бандажей колесных пар как на рабочей поверхности гребня, так и вдоль всей окружности. Для точного прогнозирования износа, нужно учитывать следующие параметры эксплуатации.

При оценке износа колес, важно проанализировать прирост износа - разницу между начальным измерением и износом, который остается после проведения обработки ободов колес, уделять внимание износу гребня, который определяется разницей между измеренной толщиной гребня и его толщиной после обработки. Уменьшение толщины бандажа происходит за счет сокращения разницы между исходной и текущей толщиной бандажа при измерении. Для прогнозирования ресурса применимо нормальное распределение числовых характеристик контролируемых параметров бандажей, основанное на анализе зависимостей между средним значением и стандартным отклонением от пробега.

Заключение. На сегодняшний день для оценки долговечности бандажей колесных пар применяется модель, основанная на линейной зависимости изменения числовых характеристик контролируемых параметров от пробега.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Буйносов А.П. Износ бандажей и рельсов: причины и возможности сокращения // Железнодорожный транспорт. 1993. С. 39-41.

2 Дорожкин В.Н., Фроянц Г.С. Как продлить ресурс колесных пар // Локомотив. 2002. № 4.

3 Коган А.Я. Оценка износа рельсов и бандажей колесных пар при движении подвижного состава в кривых участках пути // Вестник ВНИИЖТ. 1990. № 2. С. 36-40.

4 Буйносов А. П. Методы повышения ресурса бандажей колесных пар тягового подвижного состава: автореф. … к.т.н.

5 Машнев М.М., Хрусталев Р.С. О классификации дефектов колесных пар // Железнодорожный транспорт. 1968. № 2.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КВАДРОКОПТЕРОВ ДЛЯ ТЕПЛОВИЗИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ТЕПЛОВОЗОВ НА ПТОЛ

В. А. Ваулин[1], Н. М. Сосевич[2]

Введение. Усложнение конструкции локомотивов приводит к снижению их надежности. Чтобы этого не происходило, конструкторам приходится увеличивать надежность отдельных деталей, узлов, аппаратов или дублировать и защищать их. Это ведет к увеличению объема контрольных работ при ремонте и требует повышения их эффективности. Согласно исследованиям более 50 % операций при техническом обслуживании приходятся именно на контрольные работы. Так же 25 % времени при техническом обслуживании расходуется на выявление неисправного узла, 40 % – на поиск дефекта внутри этого узла и только лишь оставшиеся 35 % – на непосредственно ремонт. [1]

Именно поэтому до сих пор является актуальной разработка новых методов выявление неисправных узлов и агрегатов локомотивов. [2]

Основная часть. Разрушающие узлы и агрегаты процессы в большей своей части являются тепловыми, то есть скорость разрушения непосредственно связанна с температурой. Поэтому для анализа данных процессов необходимо проведение теплового мониторинга. Допустимые температуры для узлов и агрегатов тепловоза приведены в нормативно-технической документации. Современные системы в основном измеряют только температуру масла и охлаждающей жидкости, перегрев которых говорит о неисправности и требует срочной остановки дизеля. Но для определения критических состояний требуется не только регистрировать температуру в текущий момент, но и скорость нарастания температурного градиента. Каждому типу тепловоза соответствуют некоторые критические значения такого градиента, при которых наступают предельные состояния нагрева масла и охлаждающей жидкости [3].

[1]Ваулин Владислав Алексеевич – студент группы ПСЖД-01, ИТСПС

[2]Сосевич Николай Михайлович – старший преподаватель кафедры «Тяговый подвижной состав»

При мониторинге температуры узлов и агрегатов тепловозов целесообразнее всего сначала анализировать состояние дизеля, тягового генератора и тягового электродвигателя. Далее анализируется состояние холодильника (радиаторов охлаждения), турбокомпрессор, вспомогательного генератора и общее состояние масляной, топливной и охлаждающих систем.

Тепловой контроль можно осуществлять либо по показаниям датчиков температуры, либо тепловизионным (инфракрасным) методом. Несмотря на кажущуюся простоту использования термодатчиков – полное покрытие ими всех мест контроля будет достаточно проблематичным, так как для того, чтобы контролировать температуру во всех точках, потребуется слишком много датчиков. Так же могут возникнуть проблемы с их коммутацией, надежностью и стоимостью такой системы. Поэтому для теплового мониторинга рациональнее использовать инфракрасный метод контроля.

В качестве примера рассмотрим диагностирование неисправностей радиатора охлаждения с помощью тепловизора Seek Thermal Shot PRO.

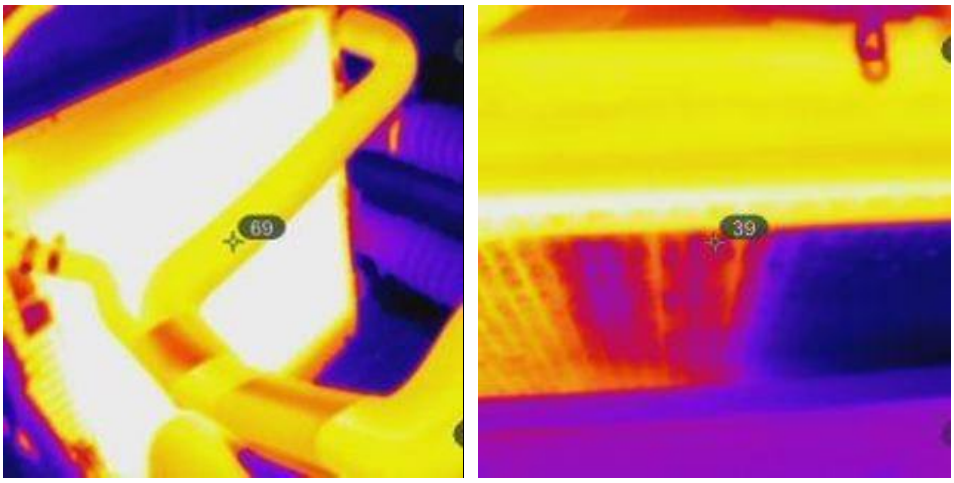


Рис. 1. Нагрев работоспособного радиатора (слева), нагрев неработоспособного радиатора (справа)

Таким образом, использование метода бесконтактной диагностики с использованием тепловизора является перспективным направлением определения технического состояния дизеля. Но тепловизионный контроль так же имеет некоторые недостатки, в первую очередь ввиду того, что камеру использует человек-оператор и сьемка идет недостаточно точно, в плане позиционирования центра кадра. Использование современных технологий в виде квадрокоптера с тепловизором может реш ить эту проблему.

Система обследования тепловоза с помощью квадрокоптера оснащенного тепловизором будет иметь структуру, представленную на рис. 2.

Рис. 2. Структура системы

Система будет работать следующим образом. Первоначально в систему управления перемещением закладываются точки, где размещен тепловоз. Для навигации на открытых пространствах используется ГЛОНАСС, для перемещения внутри тепловоза –координационная система. Видеосигнал с тепловизора передается в систему распознавания неисправностей на базе нейронной сети. Система координации управляет моментом, когда в поле зрения камеры попадает объект диагностики и нужно запустить распознавание.

Заключение. Таким образом, применение квадрокоптеров в тепловизионной диагностике дает следующие преимущества: экономия на персонале, так как обследование проводится в автоматическом режиме, объективность, так как снижается роль человеческого фактора, увеличение скорости осмотра и уменьшение риска несчастных случаев на производстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Наговицын В.С., Буйносов А.П. Разработка алгоритма поиска критических узлов железнодорожного подвижного состава // Научно-технический вестник Поволжья. 2014. № 4.С. 153-156.

2 Наговицын В.С., Буйносов А.П. Структурная классификация технических средств диагностики тягового подвижного состава // Научно-технический вестник Поволжья. 2012. № 6. С. 326–329.

3 Боряк К.Ф., Волков С.Л., Шпат Е.С. Перспективы внедрения температурного мониторинга для диагностики технического состояния механических узлов подвижного тягового железнодорожного состава // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. 2014. № 2. С. 50–53.

4 Афанасьев А.С. Техническая диагностика на транспорте: уч. пособие. СПб: «Свое издательство», 2018.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВОДОРОДА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА ДЛЯ ЛОКОМОТИВА

Д. Д. Попов[1], А. А. Свечников[2]

Введение. В последние годы в мире наблюдается тенденция к развитию локомотивов с инновационными энергетическими установками, отличающимися высокой эффективность, экологичностью и надёжностью. К инновационным энергетическим установкам для локомотивов относятся: газотурбинные установки, гибридные установки и установки на топливных элементах. Применение природного газа в как топлива для локомотива позволяет снизить выбросы вредных веществ на 50-60 %, а водорода – на 70-80 % по сравнению с дизельными двигателями [1]. Теплота сгорания водорода на единицу массы почти в три раза превышает соответствующую величину для жидких углеводородов, используемых в дизеле, однако для сжигания одного килограмма водорода необходимо аналогично втрое больше окислителя. Таким образом, выходит, что теплота сгорания единицы объёма стехиометрической водородвоздушной смеси ниже, чем у прочих жидких и газообразных топлив. Если рассматривать использование водорода в качестве добавки к углеродосодержащему топливу в рабочем процессе дизельного двигателя, то необходимо эффективно и безопасно организовать хранение водорода на борту локомотива. Создание водородного двигателя сопровождается рядом технических трудностей, характеризующихся сложностью сохранения ресурса функциональных частей двигателя, возникают вопросы по созданию новой системы регулирования подачи водородного топлива и т.д. Таким образом, ближайшей перспективой использования водородного топлива на автономном тяговом подвижном составе является замена дизельной силовой установки на топливные элементы. В частности, компаниями ОАО «РЖД» совместно с ОА «Трансмашхолдинг и «Росатом» уже ведётся работа по созданию локомотива на топливных элементах для использования в Сахалинском регионе Дальневосточной железной дороги.

Важно отметить, что при условии исчерпания ресурсов ископаемых топлив водородная силовая установка становится единственной альтернативой [2-5].

[1]Попов Данила Дмитриевич – студент группы ПСЖД-01, ИТСПС

[2]Свечников Александр Александрович – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

Основная часть. Топливный элемент – это электрохимическое устройство, которое преобразует химическую энергию топлива напрямую в электрическую. Работа топливного элемента схожа с батарей, но вместо того, чтобы хранить электроэнергию, он производит её по мере необходимости. Топливо, поступая на анод, расщепляется на ионы и электроны. Электроны проходят через внешнюю цепь, тем самым создавая электрический ток. Ионы же проходят через электролит и мембрану к катоду, где соединяются с окислителем (кислородом), образуя воду в виде пара – единственный выброс от их работы.

Возможность изменения количества топливных элементов на локомотиве, включённых последовательно и параллельно, позволяет изменять выходное напряжение без потери мощности, что обеспечивает плавное регулирование скоростных качеств локомотива без влияния на его тяговые характеристики.

Основным преимуществом использования топливных элементов по сравнению с традиционным двигателем является более высокий КПД, так как нет потерь на преобразование энергий (химическая → тепловая → механическая → электрическая). В топливном элементе сразу получается электрическая энергия, минуя фазу механической энергии. Полученная электроэнергия может быть сразу использована на тягу локомотива по средствам работы электродвигателей. Энергоустановки на топливных элементах также более экологически чистые и практически бесшумные.

Основным препятствием для их широкого применения являются относительно высокая стоимость по сравнению с традиционными установками, а также недостаточный срок службы.

Данную проблему можно решить, проводя исследования в области создания более устойчивых и долговечных материалов для электродов и мембран, которые могут значительно увеличить срок службы топливных элементов.

Гетероциклические полимеры – новые материалы протонпроводящих мембран, демонстрирующие потенциал для ещё более высокой проводимости и стабильности при высоких температурах, в сравнении с используемыми сульфонированными полиэфирами и перфторированными сульфоновыми ионными обменами [6].

Главной проблемой использования топливных элементов на тяговом подвижном составе является дороговизна используемой платины для катализатора и отсутствие дешёвого способа получения водорода. Если будут применены современные неплатиновые катализаторы на основе недорогих и обильных материалов, таких как металлы переходных групп и углеродные материалы, а также использовано биологическое производство водорода путём использования водорослей или бактерий для расщепления органических материалов, таких как сточные воды или биомасса на водород, то топливные элементы становятся всё более привлекательным альтернативным источником энергии.

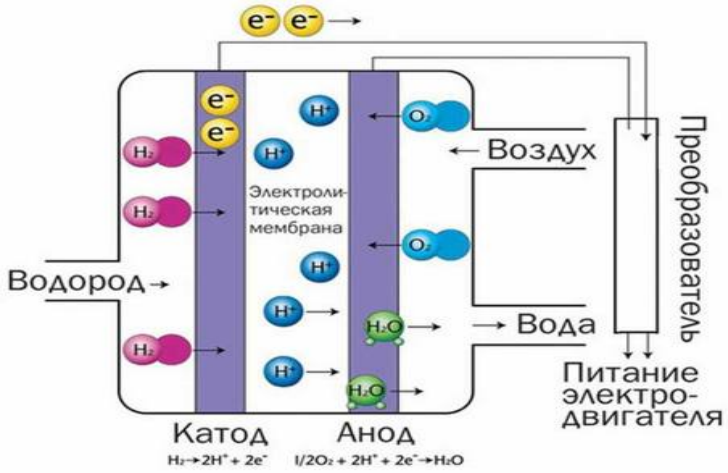


Рис. Принципиальная схема устройства топливного элемента

Заключение. Следует отметить, что одним из главных эффектов использования топливных элементов на локомотиве является их модульность и, как следствие, масштабируемость в зависимости от необходимой мощности. В целом применение топливных элементов способно снизить шум от дизельного двигателя со 120 децибел до 70-80 децибел, а также к снижению выбросу парниковых газов на 80 % и оксидов азота на 90 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Теплофизические процессы в дизелях, конвертированных на природный газ и водород: монография / Кавтарадзе Р.З. МГТУ им. Н. Э. Баумана. М.: 2011. 238 с.

2 Зиновьев С. С., В. В. Савинова, А. В. Муратов Использование водородных источников энергии на тяговом железнодорожном транспорте // Техника и технологии наземного транспорта : материалы международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 15 декабря 2021 года. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 159-162.

3 Дорфман И. С., Морозов В. О., Силюта А. Г. Современный подвижной состав на топливных элементах // E-Scio. 2022. № 9 (72). С. 220-228.

4 Вакуленко С. П., Калинин К. А. Применение подвижного состава на водородной тяге в условиях формирования единой транспортной системы // Наука и техника транспорта. 2022. № 3. С. 8-13.

5 Заручейский А. В., Кондратьев Д. Г. Развитие альтернативной энергетики на железнодорожном транспорте и создание тягового подвижного состава на основе водородных топливных элементов // Бюллетень Объединенного ученого совета ОАО РЖД. 2015. № 1. С. 39-44.

6 Патент на полезную модель № 2643960 C1 Российская Федерация, B01D 71/32 C08J 5/22 H01M 8/02. Протонпроводящие полимерные мембраны и способ их получения: № 2016140258, 2016.10.12: заявл. 2016.10.12 : опубл. 2018.02.06 / Шаглаева Нина Савельевна, Мултуев Владислав Павлович, Мултуев Павел Владиславович, заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский национальный исследовательский технический университет».

ГЕЛИЙ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ВИД ТОПЛИВА БУДУЩЕГО

А. А. Строганова[1], А. В. Муратов[2]

Введение. В настоящее время в современном мире нарастает тенденция замены вредных источников энергии на экологически более чистые. Выхлопные газы, выделяющиеся при сгорании топлива поездов, являются причиной создания парникового эффекта. Альтернативным безопасным источником энергии является гелий-3, концентрация которого на нашей планете незначительно. Огромные запасы изотопа можно обнаружить в лунном реголите. При налаживании добычи и поставки переработанного из грунта гелия-3 возможно его практическое применение в качестве топлива для поездов, но на нашей планете он практически отсутствует, теоретически возможно его получение с поверхности Луны, где он накапливался годами, и дальнейшее использование в качестве топлива для поездов.

Основная часть. В работе рассмотрены преимущества гелия-3 как альтернативного топлива.

Во-первых, это несомненный отрыв в мощности. Одна тонна гелия-3 эквивалентна по энергетическому выходу 20 млн. тонн нефти, что в свою очередь соответствует мощности порядка 10 ГВт. Своё применение гелий-3 найдет в качестве топлива для ядерного реактора [1]. В результате реакций с изотопом поток нейтронов будет существенно меньше, чем от используемых в настоящее время видов топлива. Соответственно можно будет избежать направленной радиоактивности и увеличить сроки эксплуатации оборудования. Вместо нейтронов реактор будет излучать протоны, что также является существенным плюсом, ведь протоны можно повторно использовать для дополнительной выработки электроэнергии. Для применения в железнодорожной отрасли последний пункт имеет большое значение. Из этого следует, что кроме исполь-

[1]Строганова Августа Александровна – студент группы ПСЖД-22, ИТСПС

[2]Муратов Алексей Владимирович – к.т.н., доцент, заведующий кафедры «Тяговый подвижной состав»

зования гелия-3 в ядерных силовых установках, можно создать электростанции на гелии-3, от которых по контактной сети будет производиться питание электрического транспорта.

Во время хранения изотоп не несет опасности, соответственно затраты на его хранение и транспортировку будут существенно ниже. В случае аварии реактивность выбросов практически равна нулю [2].

Самой главной проблемой для применения гелия-3 является необходимость поддержания для протекания гелий-дейтериевой реакции температур выше 1 гигакельвина, в настоящее время технологий для стабильного поддержания данных температур еще не существует.

Рассмотрены основные аспекты добычи данного вида топлива с поверхности Луны:

- Потенциально стоимость одной тонны топлива будет оцениваться в 3 миллиарда долларов,
- Концентрация гелия-3 в лунном грунте составляет 0,01 г. [3],
- Общее количество изотопа на Луне по разным оценкам колеблется в пределах от 0,5 млн. тонн, до 2,5 млн тонн,
- Количество энергии от этих запасов в 10 раз превышает общее количество энергии от всех видов ископаемого топлива на Земле,
- Потребность всего человечества в гелии-3 ограничивается 200 тоннами [4].

Ключевая проблема, которая вытекает из всего вышеперечисленного, заключается в необходимости переработки огромного количества реголита из-за малой концентрации в нём изотопа. Чтобы добыть тонну изотопа, нужно переработать 100 млн. тонн реголита.

Учёными уже была разработана предположительная модель аппарата по переработке лунного реголита и добыче из него изотопа гелия. Также уже разработаны возможные модели лунных баз и определены предварительные места их дислокации [5-6].

Подробнее будет рассмотрена возможность и преимущества использования гелия-3 в качестве топлива на железнодорожном транспорте.

Атомовоз – автономный локомотив, приводимый в движение за счёт использования атомной энергии. Рассматривая преимущества гелия-3, можно отнести его к возможному применению в качестве топлива для атомовозов.

Плюсами атомовозов были названы:

- Возможность эксплуатации в условиях крайнего севера,
- Длительная эксплуатация без подвоза топлива и других материалов,
- Возможность использования в качестве подвижной электростанции,
- Возможность создания мегапоездов, грузовместимость которых могла бы быть сравнима с аналогичным показателем речного грузового судна, а двухэтажные пассажирские вагоны предложили бы путникам небывалый простор и комфорт.

Одной из главных причин остановки разработок в области атомных поездов считается их огромной вес, а также опасность их использования из-за высокой радиоактивности и возможности выделения колоссальной радиации вследствие аварии. Можно отметить, что большая часть перечисленных выше проблем решается благодаря внедрению гелия-3, который является менее радиоактивным, соответственно требует и меньшую изоляцию самого состава.

Заключение. Безусловно, синтез гелия-3 невозможен в настоящее время, и лучше всего рассматривать его как топливо второго поколения, которое можно будет использовать лишь после того, как учёные создадут технику для его добычи с поверхности Луны, а также когда современные методы термоядерного синтеза гелия-3 доведут до коммерческого уровня. Но объективно гелий-3 можно считать одним из лучших видов топлива, т.к. при его переработке происходит колоссальный выброс энергии, а выделение радиации ничтожно мало. В настоящее время добыча гелия на Луне – безумная идея, но в наших силах сделать всё возможное, чтобы фантазия стала реальностью. Конечно, этот проект потребует больших вложений, но ценность гелия-3 достаточно велика, чтобы окупить все затраты.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Бобин В. А., Бобина А. В. Научные основы технологий добычи Гелия-3 на Луне // Воздушно-космическая сфера. 2022. № 1 (110). С. 30-37.
2 Gerald L. Kulcinski. HELIUM-3 FUSION REACTORS – A CLEANAND SAFE SOURCE OF ENERGY IN THE21ST CENTURY. URL: https://fti.neep.wisc.edu/fti.neep.wisc.edu/pdf/wcsar9304-1.pdf
3 Черкасов И.И., Шварев В.В. Грунт Луны. М.: «Наука», 1975. 144 с.
4 Богачева М.Н. Оценка эффективности развития глобальной энергетики на базе использования лунных ресурсов «Гелий-3» // Труды МАИ. 2010. № 38.
5 Синявский В.В., Юдицкий В.Д. За гелием на астероиды // Наука в России. 2000. № 1. С. 36-39.
6 Космический транспортно-энергетический комплекс для добычи на астероидах и доставки к Земле термоядерного топлива гелия-3 / В. Д. Юдицкий, А. С. Грибков, С. Е. Беловолов [и др.] // Известия Российской академии наук. Энергетика. – 2003. – № 3. – С. 15.

БИОТОПЛИВО КАК ОДИН ИЗ ВИДОВ ТОПЛИВА БУДУЩЕГО ДЛЯ ТРАНСПОРТА

В. А. Уколова[1], Р. В. Цой[2], А. В. Муратов[3]

Введение. Биодизель – жидкое моторное биотопливо, представляющее собой смесь моноалкильных эфиров жирных кислот. Биодизель получают из триглицеридов реакцией переэтерификации (трансэтерификации) одноатомными спиртами (метанол, этанол и др.). У биодизеля цетановое число всегда не менее 51 (у минерального дизтоплива от 42 до 45). Так же биодизель показывает хорошие смазочные свойства, ведь даже добавление 5–10 % биотоплива к обычному дизтопливу уменьшает износ топливной системы. Точка воспламенения находится в районе 160 °С что на 100 °С выше, чем у дизтоплива [1, 2].

Основная часть. На данный момент существует 3 поколения биотоплива:

- первое поколение производится из продуктов пищевой промышленности (кукуруза, пшеница и т. п.),
- второе поколение производится из растительных отходов (пеньки, опилки, солома и т.п.),
- третье поколение производится из микроорганизмов, таких как водоросли и бактерии.

Для нашей работы мы выбрали способ приготовления биотоплива первого поколения, в связи с тем, что оно намного легче в изготовление и идеально подходит в качестве опытного образца для демонстрации свойств биотоплива.

Для изготовления биотоплива первого поколения необходимы следующее оборудование и реактивы:

–Коническая колба,
–Химический стакан,
–Мерный цилиндр,
–Магнитная мешалка,
–Делительная воронка,
–Штатив,
–Электрический термометр,
–Весы,
–Подсолнечное масло,
–Гидроксид калия (KOH),
–Метанол (CH3OH).

Процесс изготовления. Нагрев масла до 56 °С на магнитной мешалке. В процессе нагрева необходимо отвесить катализатор (гидроксид калия) и прилить к нему метанол, тем

[1]Уколова Валерия Алексеевна – студент группы ПСЖД-21, ИТСПС
[2]Цой Родион Викторович – студент группы ПСЖД-21, ИТСПС
[3]Муратов Алексей Владимирович – заведующий кафедрой «Тяговый подвижной состав»

самым получив щелочную среду в метаноле. Далее приливаем нашу смесь к разогретому маслу. Через некоторое время мы получим глицерин и смесь метиловых эфиров жирных кислот, глицерин является побочным продуктом реакции, а метиловые эфиры и есть так называемый биодизель. Далее биодизель необходимо отделить от глицерина и очистить от остатков щелочи и продуктов омыления при помощи дистиллированной воды.

После получения топлива можно приступать к его тестированию. В нашем университете имеется дизельный двигатель, который представлен на рис. 1.

На данном устройстве можно протестировать работу нашего топлива, на качество работы двигателя, узнать количество и качество выхлопных газов и т.д. [3, 4].

Имея опытные результаты работы дизельного двигателя на биотопливе, можно приступить к тестированию различных смесей дизтоплива и биодизеля, тем самым выявив оптимальное соотношение, а также возможно добавив к наиболее эффективной смеси этиловый спирт, для исследования влияния последнего на эффективность работы и выбросы выхлопных газов.

Рис. 1. Дизельный двигатель серии Д242

Заключение. Из приведенных выше данных можно сделать вывод, что биодизель как минимум не уступает по качествам классическому дизтопливу, а в некоторых местах даже превосходит. Мы хотим заняться исследованием этого альтернативного топлива для улучшения экологии в крупных городах, ведь на данный момент в городах численностью населения свыше миллиона, часто наблюдается такое явления, как смок от выхлопных газов, что отрицательно сказывается как на атмосфере, так и на здоровье людей. Мы считаем, что необходимо найти альтернативу привычного нам топлива, но не нанося ущерба как владельцам автомобилей, так и окружающей нас среде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Муратов А. В., Петухов С. А., Ляшенко В. В. Исследование работы дизеля тепловоза ЧМЭ 3 на биотопливе // Наука и образование транспорту. 2016. № 1. С. 40-42. EDN XEPECB.

2 Влияние добавок водородосодержащих газов на уровни выбросов вредных веществ дизелями тепловозов / Д. Я. Носырев, А. Г. Старикова, А. В. Муратов, А. А. Мишкин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск: Проблемы железнодорожного транспорта на современном этапе развития. 2006. № 2006. С. 239-241. EDN WQPXCL.

3 Мишкин А. А., Муратов А. В. Анализ работы дизеля тепловоза при частичной замене дизельного топлива водородом // Актуальные проблемы развития железнодорожного транспорта : материалы 3-й Международной научно-практической конференции, Самара, 06–07 декабря 2006 года. Самара: СамГАПС, 2006. С. 93-95. EDN WWCBEX.

4 Мишкин А. А., Муратов А. В., Носырев Д. Я. Эффективность применения водорода в двигателях внутреннего сгорания // Дни студенческой науки : сборник научных трудов студентов и аспирантов, Самара, 01 января – 31 2006 года. Том Выпуск 7. Самара: СамГАПС, 2006. С. 55-56. EDN WXMQVP.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛОКОМОТИВОВ

М. Ю. Чеканов[1], В. В. Ляшенко[2]

Введение. В современных условиях развития экономики эффективность использования энергетических ресурсов является одним из важнейших факторов повышения конкурентоспособности железнодорожного транспорта как на внутреннем, так и на международном рынках транспортных услуг.

С целью повышения рентабельности компания ОАО «Российские железные дороги» (далее ОАО «РЖД») ежегодно разрабатывает и реализовывает различные программы энергосбережения и увеличения энергетической эффективности [1,2].

В соответствии с федеральным законом № 28-ФЗ «Об энергосбережении», снижение расходов энергоресурсов на количество продукции или услуг является ключевым параметром энергосбережения. Само же определение топливо-энергетические ресурсы (ТЭР) звучит как совокупность всех природных или полученных в результате преобразования видов топлива и энергии, которыми использует человек.

В таблице 1 приведены результаты анализа объемы потребления основных видов ТЭР железнодорожным транспортом в 2021-2022 годах, %

Таблица 1

Объемы потребления основных видов ТЭР железнодорожным транспортом в 2021-2022 г., %

Вид энергоресурса	2021 год	2022 год
Электроэнергия	54 %	55 %
Дизельное топливо	31,8 %	32,7 %
Уголь	3,5 %	3,2 %
Мазут	2,6 %	2,4 %
Природный газ	4 %	3,8 %
Бензин	0,3 %	0,3 %
Тепловая энергия	2,6 %	2,7 %

Приведенные данные однозначно говорят о том, что большая часть энергии, затрачиваемая холдингом ОАО РЖД, идет на тягу поездов, поэтому повышая ее эффективность можно добиться существенного снижения трат энергии в целом.

Основная часть. Как мы знаем, на тягу поездов тратится два основных вида энергоресурсов – это дизельное топливо и электроэнергия, поэтому очевидно, что следующим этапом необходимо выделить из общего потребления этих видов энергоресурсов именно то количество энергии, которое затрачивается на тягу поездов. Результаты данного анализа показал следующее (рис 1).

Как видно из рисунка 1 самый востребованный энергоресурс на тягу поездов –это традиционное нефтяное топливо, большая часть которого расходуется на тягу поездов, электроэнергии на тягу поездов расходуется на порядок меньше, так же в рамках развития программ по экологичности железнодорожного транспорта в качестве перспективного энергоресурса ня тягу поездов выступает природный газ [3, 4].

Поэтому следующим этапом исследования является анализ эффективности расхода энергии непосредственно на тягу поездов, т.к. в совокупности на нее приходится 61 %.

На данный показатель значительно влияют несколько важных факторов, связанных с техническим состоянием пути и самого подвижного состава, а также человеческий фактор и организация процесса вождения поездов.

[1] Чеканов Максим Юрьевич – студент группы ЭЖД-34у, факультет ИУЭ
[2] Ляшенко Виктория Владимировна – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

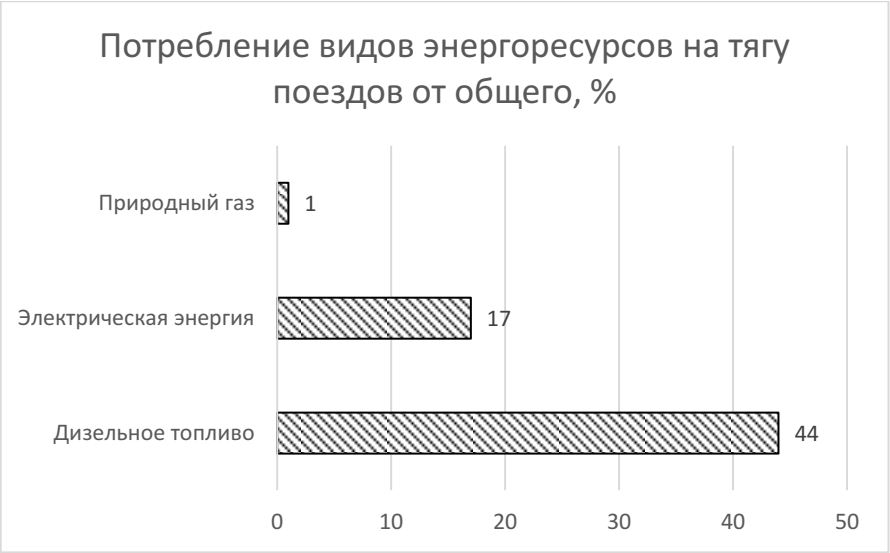


Рис. 1. Потребление энергоресурсов на тягу поездов от общего количества затрачиваемого в ОАО «РЖД»

В целом иерархия значительных факторов, влияющих на энергоэффективность использования ресурсов на тягу поездов приведена на рисунке 2.

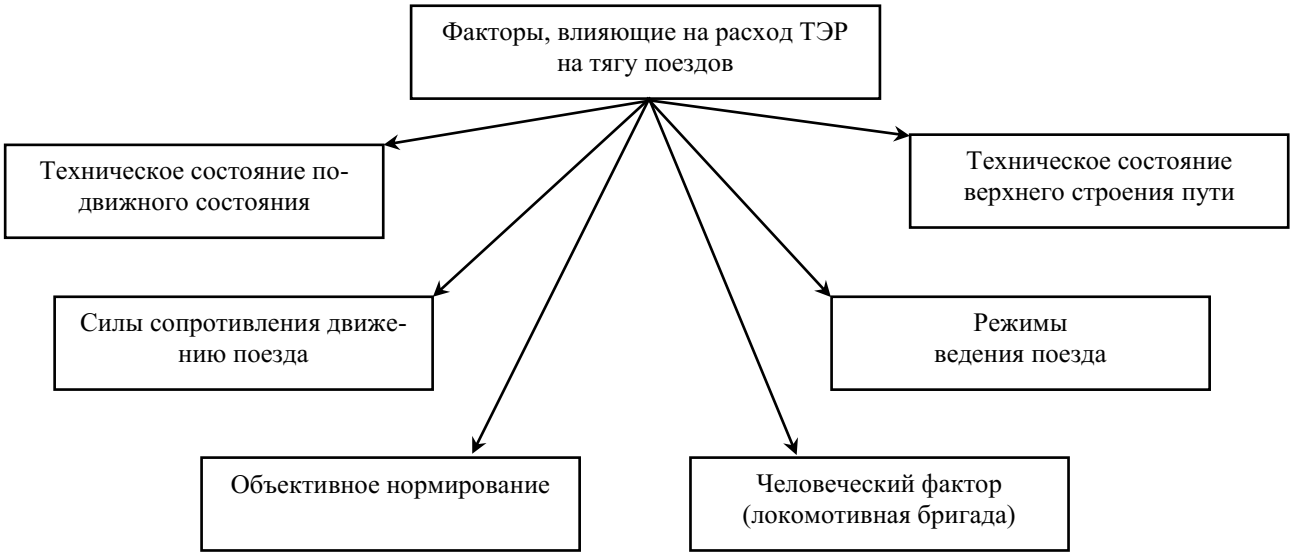


Рис. 2. Анализ факторов влияющих на расходование энергоресурсов на тягу поездов

Как видно из рисунка 1, возможными резервами более рационального использования энергоресурсов на тягу поездов являются следующие векторы развития железнодорожного комплекса РФ [5]:

– повышение качества обслуживания и ремонта подвижного состава,

– сокращение потерь, связанных с простоем и ожиданием подвижного состава при организации процессов обслуживания и ремонта подвижного состава,

– модернизация существующих и разработка новых локомотивов с более эффективными и экономичными показателями,

– внедрение современных энергосберегающих технологий,

– вовлечение и заинтересованность работников в повышении эффективности и качества реализуемых ими процессов [6].

Заключение. Таким образом, можно сделать вывод, что общее потребление ТЭР железнодорожным транспортом складывается из энергии, используемой для движения поездов, нужд самих локомотивов, отопления вагонов и для маневровых работ в депо и на станционных путях.

Тщательный анализ этих показателей позволяет значительно сэкономить топливо и энергоресурсы, повышая общую эффективность железнодорожных перевозок. Понимание и применение методов снижения расходов ТЭР в процессе движения поезда имеет решающее значение для ОАО «РЖД» и других железнодорожных компаний, стремящихся повысить операционную эффективность и удовлетворить растущий спрос на грузовые перевозки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Энергосбережение на железнодорожном транспорте : учебник для вузов / В. А. Гапанович, В. Д., Авилов, Б. А. Аржанников [и др.], под ред. В. А. Гапановича. Москва : Изд. Дом МИСиС, 2012. 620 с.

2 РЖД Отчет об устойчивом развитии за 2022 год – Приложение к разделу «Энергоэффективность». URL: https://sr2022.rzd.ru/ru/annexes/energy-efficiency

3 Влияние добавок водородосодержащих газов на уровни выбросов вредных веществ дизелями тепловозов / Д. Я. Носырев, А. Г. Старикова, А. В. Муратов, А. А. Мишкин // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Специальный выпуск: Проблемы железнодорожного транспорта на современном этапе развития. 2006. № 2006. С. 239-241. EDN WQPXCL.

4 Проблемы и перспективы эксплуатации газотепловозов на Куйбышевской железной дороге - филиале ОАО «РЖД» / Д. Я. Носырев, А. В. Муратов, С. А. Петухов, Л. С. Курманова // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 5 (47). С. 20-23. EDN THKZWV.

5 Ярцев В.А. «Модернизация как направление повышения эффективности эксплуатации локомотивов». Научная статья, 2023.

6 Лакин И.К., Семенов А.П., Хромов И.Ю. Направления повышения эффективности эксплуатации локомотивов / Мир транспорта. 2019. 17 (6). С. 82-92. URL: https://doi.org/10.30932/1992-3252-2019-17-82-92

НЕЗАВИСИМАЯ СИСТЕМА СМАЗКИ ТУРБОКОМПРЕССОРА ТЕПЛОВОЗА

В. И. Чернова[1], А. А. Свечников[2]

Введение. В настоящее время в железнодорожном транспорте тепловозы являются одним из основных видов тяги, обеспечивающих надежность и эффективность перевозок пассажиров и грузов. На тепловозах силовую установку представляет собой дизельный двигатель, оснащенный газотурбинным наддувом. Основным элементом данной системы является турбокомпрессор, при выходе из строя которого высока вероятность длительного простоя тепловоза в ремонте и финансовым потерям для железной дороги или компании, эксплуатирующей тепловозы [1].

На рисунке 1 представлена статистика неисправностей по серии тепловозов ТЭМ7 за период с 2022 по 2024 год. Проанализировав данные, можно сделать вывод, что наибольший процент неисправностей приходит на дизель 36 %, а на систему воздухоснабжения 42 %.

Для увеличения уровня надежности и долговечности турбокомпрессора необходимо внести усовершенствования в систему смазки подшипников ТК.

Для достижения данной цели необходимо решить следующую задачу: предложить конструктивное усовершенствование схемы системы смазки подшипников турбокомпрессора тепловоза [4].

Основная часть. Для эффективной и оптимальной работы дизеля необходимо иметь надежную систему турбокомпрессора. В устройстве тепловоза турбокомпрессор использует общую с дизелем систему смазки. Так при остановке дизеля сразу по горячему, масло прекращает подкачиваться насосом и поступать в подшипники турбокомпрессора, что приводит к его перегреву и преждевременному износу. При прекращении подачи масла возникает масляное голодание, подшипники турбокомпрессора не смазываются, и происходит процесс трения между деталями. Однако при внедрении в конструкцию тепловоза независимой масляной системы, после остановки дизеля турбокомпрессор

[1]Чернова Валерия Игоревна – студент группы ПСЖД-91, ИТСПС

[2]Свечников Александр Александрович – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

продолжает получать необходимое количество смазочного материала, что максимально снижает вероятность возникновений перегрева, износа, а также исключение явления закоксовывания остатков смазочного масла в элементах системы [3].

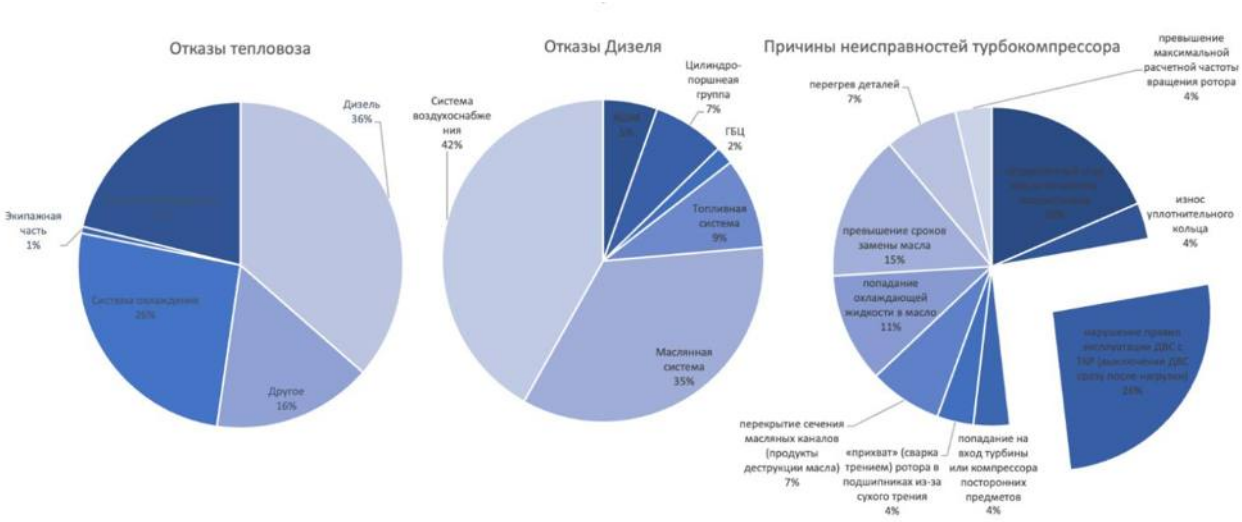


Рис. 1. Статистика неисправностей тепловозов ТЭМ7

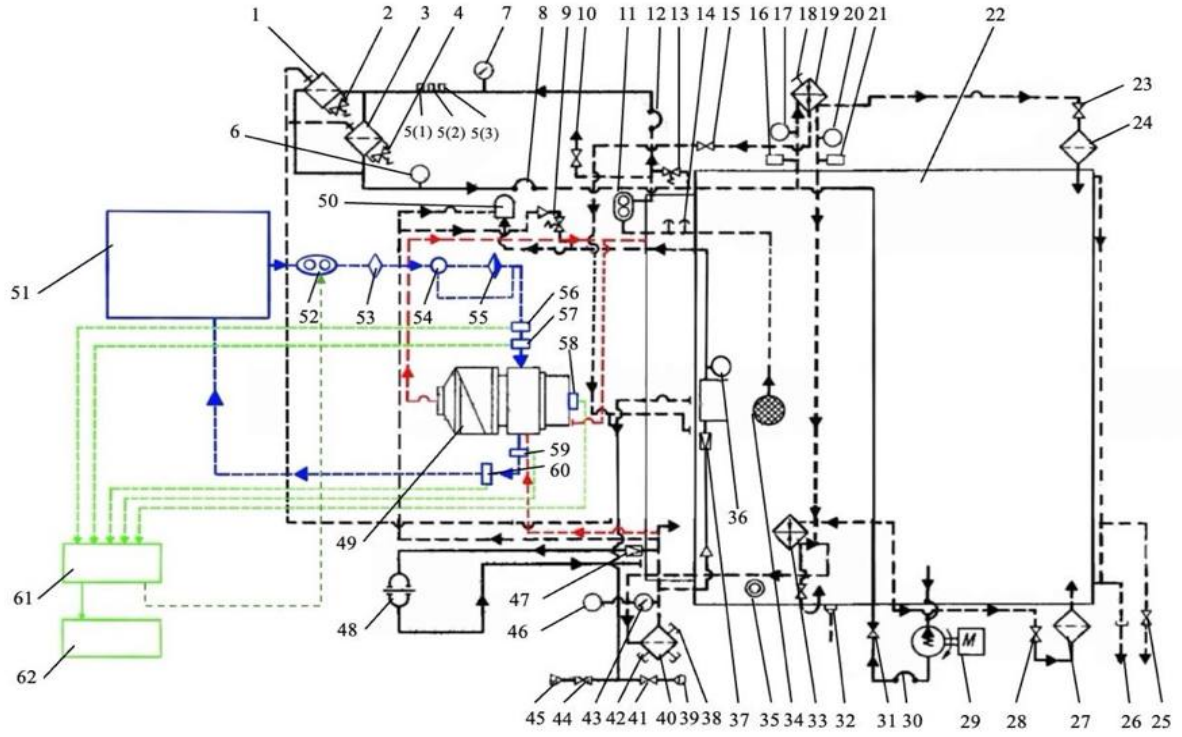


Рис. 2. Независимая система смазки турбокомпрессора тепловоза ТЭМ7

Модернизированная система состоит из: 1,3 – фильтры масла полнопоточные, 2,4-клапаны предохранительные, 5(1-3)-датчик температурного реле, 6,17,20,36,46-грибок под манометр, 7-электротермометр, 8,12,30-гибкие соединения, 9-клапан предохранительный, 10-вентиль отбора проб масла, 11-насос масляный, 13-клапан, 14,42-пробки слива масла, 15,41,44-вентили, 16,21-грибки под ртутный термометр, 18,38-вентили выпуска воздуха, 19,33-охладители масла, 22-дизель, 23,28- клапаны запорные, 24,27-фильтры масла центробежные, 26-вентиль слива отстоя при продувке ресивера, 26-труба слива масла и топлива с полок блока, 29-насос маслоподкачивающий, 31-клапан невозвратный, 32-заправочная горловина, 34-маслозаборник, 35-щуп контроля уровня масла, 37,47-клапаны редукционные, 39,45-заглушки, 40-фильтр грубой очистки масла, 43-манометр дистанционный, 48-гидроредуктор, 49-турбокомпрессор, 50-реле давления, 51-емкость для масла, 52-маслоподкачивающий насос с электроприводом, 53-фильтр очистки масла, 54-термостат, 55-радиатор охлаждения, 56-датчик температуры масла на входе в ТК, 57-датчик давления масла на входе в ТК, 58-датчик частоты вращения ротора турбокомпрессора, 59-датчик температуры масла на выходе ТК, 60-датчик давления масла на выходе, 61-блок управления, 62-бортовой компьютер [2].

Принцип работы независимой системы смазки турбокомпрессора тепловоза: Масло из емкостного бака 51 подкачивается насосом 52 и через фильтр очистки 53 и радиатор охлаждения 55 подается к подшипникам турбокомпрессора 49 смазывая их и охлаждая. Одновременно с этим датчики температуры масла 56,59, давления 57,60 на входе и выходе ТК и датчик частоты вращения ротора 58 снимают показания и передают данные блоку управления 61. На основе показаний с датчиков блок управления 61 принимает решение о режимах работы масла. Термостат 54 в данной системе считывает температуру поступающего масла и при достижении высокой температуры, открывается и направляет масло через радиатор охлаждения 55. Когда температура снижается, термостат закрывается и масло идет в обход радиатора охлаждения 55.

Заключение. Следует отметить, что преимуществами данной системы, как было сказано ранее, является продолжение подачи масла в подшипники турбокомпрессора при остановке дизеля, а также повышение его общей производительности и повышение уровня контроля давления и температуры работы турбокомпрессора. Так, при повышении точности контроля температуры, предотвращается перегрев и сохранение работоспособности узла. Благодаря надлежащему снабжению узла смазкой, детали работают с минимальным трением. Уменьшение трения деталей позволяет продлить срок их эксплуатации, повысить эффективность работы дизеля и увеличить его мощность, особенно это актуально для тепловозов, работающих в условиях тяжелых нагрузок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Метальников И.В. Повышение надежности и эффективности работы турбокомпрессора путем применения независимой системы смазки // Техника и технология наземного транспорта. Материалы международной студенческой научно-практической конференции. В 2-х частях. Том Часть 1. Науч. Редактор Н.В. Пшениснов, сост. А. Н. Сидоров. Нижний Новгород, 2020. – С. 352–356.

2 Меликджанова Г. С. Тепловоз ТЭМ7. М.: Издательство «Транспорт», 1989. С. 69.

3 Система смазки турбокомпрессора с электронным управлением / Плаксин А. М., Бурцев А. Ю., Гриценко А. В. АПК РОССИИ. Южно-Уральский государственный аграрный университет, 2015. С. 90–98.

4 Обеспечение работоспособности турбокомпрессора дизельного двигателя / Галиев И.Г., Хафизов К. А., Гриценко А. В., Галимов Э.Р. // ВЕСТНИК НГИЭИ. Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 2021. С. 62–71.

СИСТЕМА КОНТРОЛЯ СОСТОЯНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ТЕПЛОВОЗА ТЭМ18ДМ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В. М. Чугунов[1], А. Ю. Балакин[2]

Введение. По итогам работы за год одного из депо КБШ ЖД допущено 25 случаев планового ремонта тепловозов серии ТЭМ18ДМ.

По причинам случаи с тепловозами серии ТЭМ18ДМ разделились следующим образом:

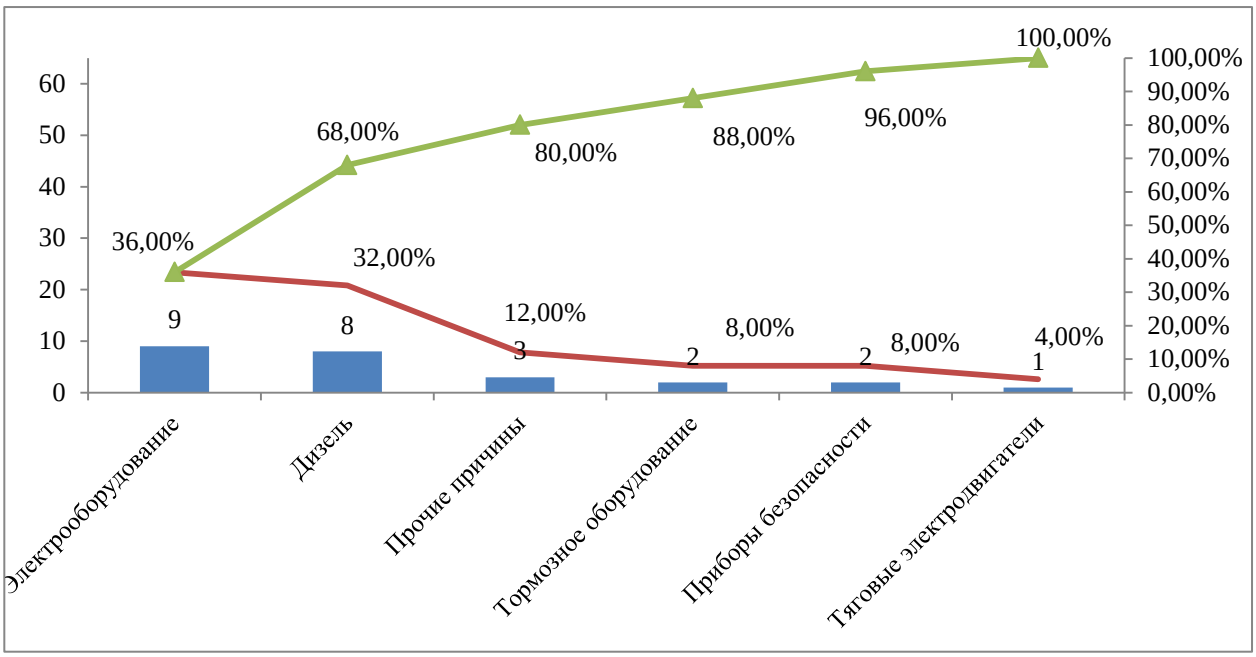


Рис. Причины отказов тепловозов серии ТЭМ18ДМ

Из представленной диаграммы можно сделать вывод о том, что наибольшее число плановых ремонтов тепловозов серии ТЭМ18ДМ приходится на электрооборудование. Если более подробно разобрать все 9 случаев отказов по электрооборудованию, то во всех случаях неисправность приходится на аккумуляторные батареи.

Таким образом, внедрение системы, которая бы позволила контролировать состояние аккумуляторных батарей в процессе эксплуатации, является актуальной даже в современных реалиях.

Основная часть. На тепловозах серии ТЭМ18ДМ устанавливаются батареи аккумуляторные свинцовые типов 32ТН-450 ТМ, 48ТН-450 ТМ и секции аккумуляторов 2ТН-450 ТМ. Батареи предназначены для работы в стартерном режиме запуска дизеля тепловоза от тягового генератора или от стартер-генератора, а также для питания цепей управления, освещения и вспомогательной нагрузки при неработающем дизеле [1].

При рассмотрении существующих систем диагностики, можно увидеть, что контроль за состоянием аккумуляторных батарей реализован в автоматизированной системе диагностики МСУ-ТП, которая регистрирует такие параметры, как напряжение, ток и емкость аккумуляторных батарей [2]. В системе РПДА-Т, которая установлена на тепловозах ТЭМ18ДМ, не предусмотрено считывание параметров аккумуляторных батарей, что является ее существенным недостатком. Однако, данная система ввиду своей модульной конструкции, дает возможность подключить дополнительные датчики, сигналы которых будут поступать через информационную шину в вычислитель [3].

[1]Чугунов Василий Михайлович – студент группы ПСЖД-91, ИТСПС
[2]Балакин Андрей Юрьевич – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

Различные режимы эксплуатации по-разному влияют на состояние батарей, и требуют контроля разных параметров. В режиме тяги и холостого хода ключевыми параметрами состояния аккумуляторной батареи являются ток заряда и напряжение. Отслеживание этих параметров дает большое количество информации о состоянии аккумуляторов. Например, пониженное напряжение аккумулятора как при заряде, так и при разряде может свидетельствовать о коротком замыкании между положительными и отрицательными электродами и т.д. Для отслеживания данных параметров, необходимо установить на тепловоз датчик тока заряда и напряжения на клеммах, информация с которых будет выводиться на экран компьютера системы РПДА-Т.

Немаловажную роль играют и погодные условия. В холодное время года замедляются химические реакции обмена, и емкость аккумулятора падает, также при понижении плотности электролита повышается риск его замерзания. В жаркое время повышается плотность электролита, что может вести к сокращению срока службы пластин. Для контроля температуры батарей можно использовать тепловизионный датчик, который будет фиксировать температуры термопластовых корпусов секций, и при достижении критических значений, сигнализировать о необходимости осмотра батарей.

Заключение. Реализация вышеописанной системы позволит отслеживать состояние аккумуляторных батарей тепловозов серии ТЭМ18ДМ непосредственно во время их эксплуатации, что окажет положительное влияние на надежность локомотивов и даст толчок к сокращению количества неплановых ремонтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Тепловоз ТЭМ18ДМ Руководство по эксплуатации, том 3, книга 6.

2 Калиева С. Т., Панченко В. Н. Автоматизированная система диагностики МСУ-ТП в тепловозах 2ТЭ116У // Наука и образование транспорту. 2017. № 1 С. 39-42. EDN YMHRXY.

3 Патент на полезную модель № 60468 U1 Российская Федерация, МПК B61L 25/02. регистратор параметров движения и автоведения тепловоза (РПДА-Т): № 2006131037/2 : заявл. 29.08.2006 : опубл. 27.01.2007 / М. Д. Рабинович, А. Л. Донской, А. Ю. Васильев, заявитель Общество с ограниченной ответственностью «АВП-Технология» (ООО «АВП-Технология»). EDN BMADAQ.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Д. А. Балашов[1], В. В. Ляшенко[2]

Введение. В основу эффективной работы железнодорожного транспорта в первую очередь положена правильная организация движения поездов. Касаемо же организации движения поездов, данный вид деятельности, в первую очередь, зависит от работы локомотива или локомотивов, работающих вместе [1, 2].

От правильной и скоординированной работы локомотивов зависит эффективность всего процесса организации движения поездов, а также безопасность, поэтому главной задачей видится правильное распределение работы и мощности используемых локомотивов. Бюджет времени работы локомотива складывается, как правило, из следующих составляющих (таблица).

[1] Балашов Дмитрий Александрович – студент группы ЭЖД-34у, институт экономики и управления,

[2] Ляшенко Виктория Владимировна – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

Таблица

Бюджет времени грузового локомотива

Показатель	Отчет 2022 года	Факт 2023 года	% к 2022 году
Итого	24,00	24,00	
в движении	8,1	8,43	104,1
на станциях оборота	10,61	11,42	107,6
на станциях приписки	3,77	2,49	66,0
на станции смены локомотивных бригад	1,52	1,66	109,2

Как видно из таблицы в движении локомотивы находятся всего 8 % общего времени, что является весьма ощутимым резервом для дальнейшей оптимизации работы локомотивов и более эффективном использовании тяги.

Исследования в этом направлении выдуться давно, но одним из важных вопросов является выбор тяги по виду используемой энергии от первоисточника.

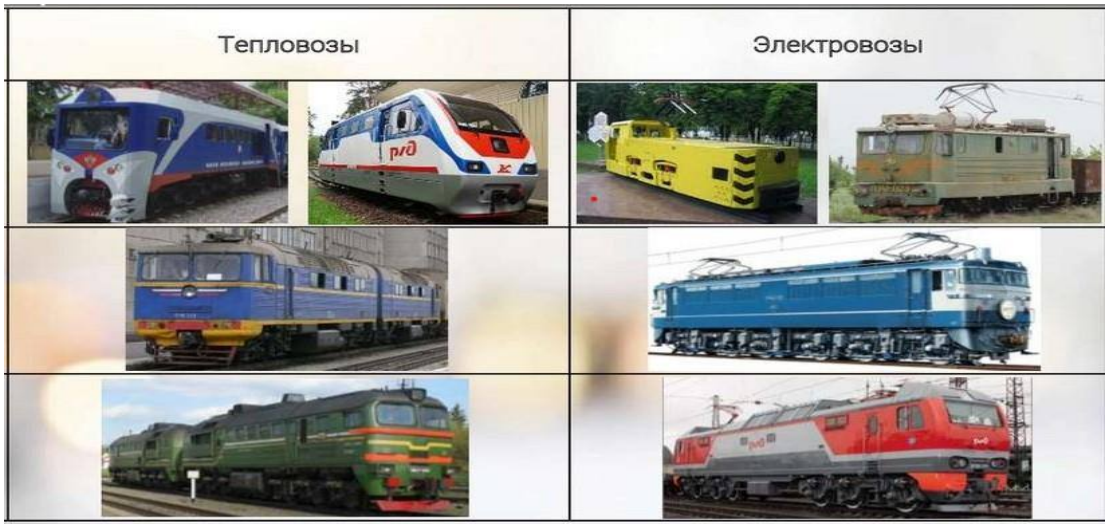


Рис. Классификация локомотивов

Это могут быть автономные локомотивы, которые используют в качестве первоисточника теплоту сгорания топлива, их называют тепловозы и локомотивы, которые в качестве первоисточника энергии используют электрическую энергию, это электровозы.

Таким образом, локомотивы, используемые для магистрального движения, разделяют на две большие группы электровозы и тепловозы.

Основная часть

В основной части статьи рассмотрим преимущества электрической тяги и перспективность ее развития в дальнейшем.

В первую очередь они связаны с инфраструктурой, т.к. современные системы управления, скорость движения проще реализуются на электровозах. Кроме этого, существующие программы по развитию железнодорожной инфраструктуры как раз также направлены на электрическую тягу [3, 4].

Также к преимуществам можно отнести следующие показатели:

- экологичность данного вида тяги, т.к. при использовании электрической энергии количество вредных выбросов значительно ниже при работе дизельных двигателей, используемых на тепловозах,
- экономичность, т.к. затраты на электроэнергию значительно ниже, чем стоимость нефтяного топлива, используемого в тепловозах,

– энергоэффективность электрической тяги в сравнении с тепловозной, с учетом коэффициента полезного действия
– более высокая технологичность электрической тяги с учетом внедрения инновационных технологий в энергосберегающих системах и электрических транспортных сетях,
– снижение отрицательного воздействия на окружающую среду и человека, за счет более низкого уровня шума и вибраций при эксплуатации электровоза в сравнении с тепловозом.

Однако переход на электрическую тягу связан с большими трудностями, связанными с модернизацией энергетической инфраструктуры, подстанций, а также электрификация новых участков железных дорог.

Заключение. Поэтому на современном этапе развития системы электрифицированных участков дорог для использования электровозов является одним из важных вопросов, который наиболее ресурс затратный и значительно тормозит развитие высокоскоростного движения в России.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Муратов А. В., С. А. Петухов Новые энергосберегающие технологии в локомотивном хозяйстве // Наука и образование транспорту. 2011. № 1. С. 102-104. EDN PFHXJF.
2 Инновационные энергосберегающие технологии в локомотивном хозяйстве : монография / Ю. Е. Просвиров и [т. д.]. Самара : СамГУПС, 2012. 123 с. EDN QNYFUV.
3 Тяга к прогрессу / План электрификации железных дорог был принят 90 лет назад / История. Гудок.RU. URL: http: gudok.ru
4 Ляшенко В. В. К вопросу выбора экономичных режимов вождения поездов // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 72-74. EDN WCCCAS.

ОСОБЕННОСТИ ВНЕДРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ РЕМОНТЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАШИН ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Е. Р. Байчурин[1], Н. Н. Капранов[2]

Введение. Электрические машины играют ключевую роль в электроподвижном составе, обеспечивая его эффективную работу. Однако, с течением времени эти машины требуют регулярного обслуживания и ремонта. Внедрение современных технологий в процесс ремонта электрических машин становится все более важным для обеспечения их надежной работы и повышения общей эффективности электроподвижного состава. В данной статье рассматриваются особенности внедрения современных технологий при ремонте электрических машин электроподвижного состава и предлагаются решения для эффективного применения этих технологий.

Ключевыми факторами, определяющими успешность работы электрических машин, являются их надежность, эффективность и стоимость. В современном производстве заказчики ожидают высокого уровня надежности эксплуатируемого оборудования, минимального времени простоя и оптимального соотношения цены и качества услуг. С целью устранения основных проблем с такими показателями в данной работе выполнен анализ повреждаемости электрических машин, магистральных электровозов 2ЭС6, активно эксплуатируемых на полигонах промышленно развитых регионов Поволжья, Урала и Сибири (Рис.1). При такой эксплуатации локомотив испытывает весь спектр разнообразных нагрузочных режимов и качество работы основного оборудования может быть оценено установленными показателями надёжности и эффективности [1].

Как видно из Рис. 1 большинство отказов приходится на электрические машины и электрооборудование, а значит, требуют особого подхода в техническом содержании. Из наиболее

[1] Байчурин Евгений Рафаильевич – студент группы ПС-94, института ТСПС
[2] Капранов Николай Николаевич – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

нагруженных узлов по числу отказов преобладают якорь, щеточно-коллекторные узлы и обмотки возбуждения тяговых электродвигателей (ТЭД).

Электрические машины могут иметь различные виды отказов и часто дефекты могут быть скрыты или трудно обнаружимы без специализированного оборудования и экспертного знания. Ремонт электрических машин требует высококвалифицированного персонала с глубоким пониманием принципов работы и методов ремонта электротехнического оборудования.

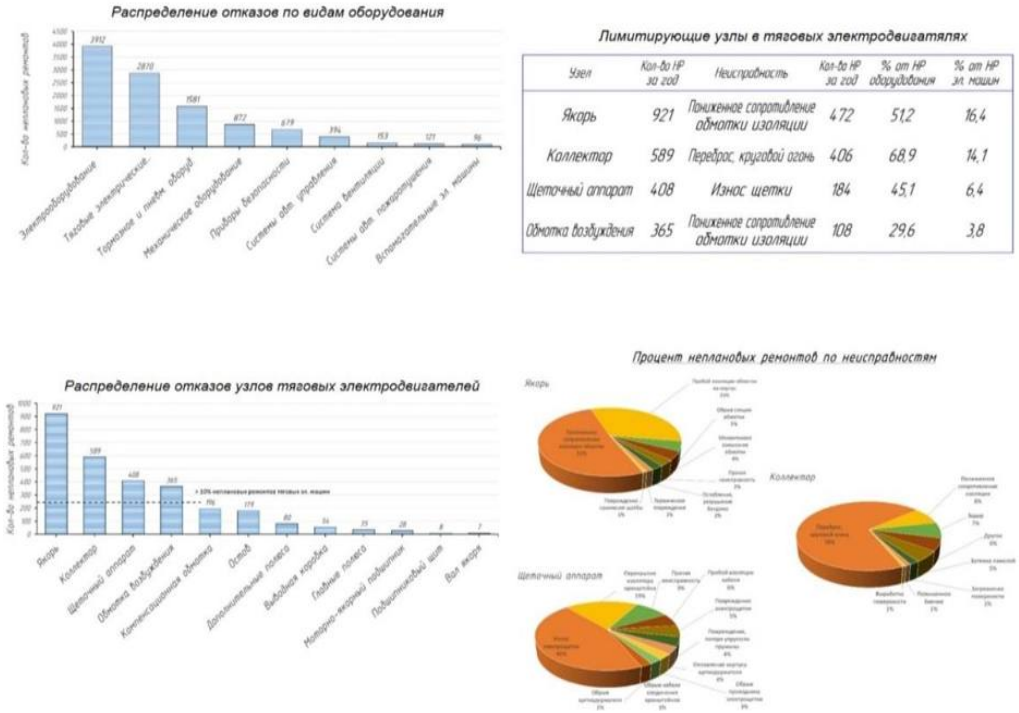


Рис. 1. Результаты исследований технического состояния оборудования электровоза 2ЭС6 и его лимитирующих узлов

Внедрение современных технологий, таких как диагностика оборудования, специализированные инструменты и материалы, может столкнуться с проблемой высоких затрат и ограниченной доступности.

На рисунке 2 показаны результаты исследования причин возникновения отказов и неисправностей по характеру, содержанию и объектам, что необходимо для целенаправленного решения проблем, особенно для лимитирующих узлов. Эти проблемы требуют инновационных решений и стратегий для эффективного контроля состояния, ремонта и обслуживания электрических машин, что подчеркивает важность внедрения современных технологий в этой области.

Комплексные или локальные современные технологии могут быть реализованы с использованием следующих специализированных диагностических и ремонтно-профилактических методов [2, 3].

Применение неразрушающего контроля – метод диагностики (ультразвуковой или вихретоковой), который позволяет обнаружить дефекты в материалах и структурах, не повреждая их, используется для оценки структурной целостности деталей и выявления потенциальных проблем, таких как: трещины, сколы или дефекты сварных швов.

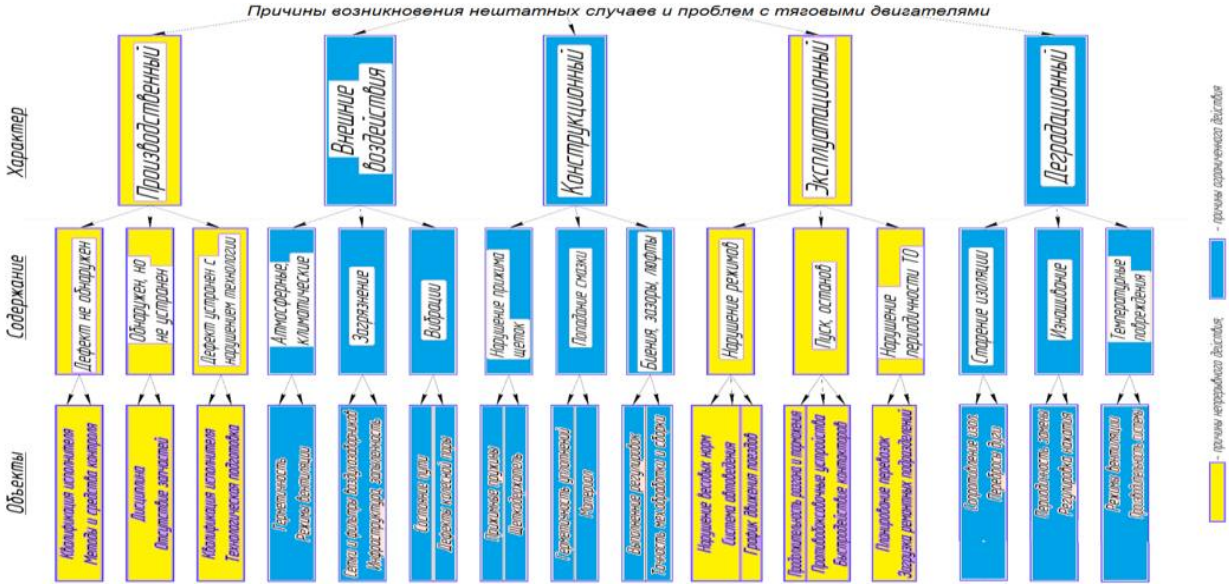


Рис. 2. Причины возникновения нештатных случаев и проблем с тяговыми двигателями

Использование специализированных устройств инфракрасной термографии позволяет обнаруживать перегрев и дисбаланс тепла в электрических машинах, что может указывать на проблемы с изоляцией или неэффективной работой системы охлаждения.

Использование бортовых контрольно-диагностических устройств, (например, микропроцессорной системы управления и диагностики электровоза 2ЭС6) позволяет корректировать рейсовые режимы нагрузки. Техническое обслуживание с мониторингом работы оборудования на основе диагностических данных позволяет непрерывно отслеживать и контролировать его состояние, оперативно реагировать на любые отклонения от нормы и предотвращать возможные отказы.

Применение методов обработки поверхностей (лазерная обработка, эпиламирование) используется для восстановления поверхности деталей электрических машин путем удаления дефектов, наплавления материала или изменения их структуры. Эти методы позволяют увеличить срок службы деталей и повысить их надежность.

Использование современных материалов для изготовления деталей. Современные композиционные материалы обладают высокой прочностью, стойкостью к перегреву, коррозии и износу, что делает их прекрасным выбором для изготовления деталей электрических машин. Они позволяют снизить вес и улучшить производительность оборудования (использование для изоляции обмоток возбуждения ТЭД композитного материала класса Н 220 – ЭЛМИКАТЕРМ).

Одним из конкретных решений использования современных технологий предлагается модернизация и внедрение контрольно-диагностического комплекса для коллектора и щеточного узла ТЭД ЭК 810 [4].

Комплекс после адаптации программного обеспечения к конкретным параметрам и конструкции ТЭД должен обеспечить необходимый уровень контроля заданных параметров и качественных признаков коммутации по искрению на коллекторе с последующей систематизацией данных. Комплекс работает по четырем информационным каналам для получения первичных значений параметров, их преобразования, сравнения и выдачи результатов по функциональной схеме рис. 3.

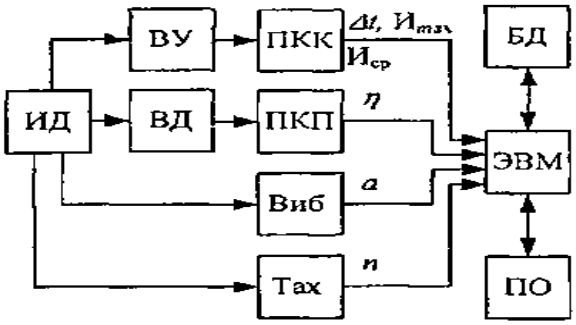


Рис. 3. Аппаратная часть и функциональная схема контрольно-диагностического комплекса

Блок ПКП подключается к датчику (ВД) и измеряет подконтрольные параметры. Виброметр (ВИБ) измеряет значение вибрационной скорости испытуемого двигателя [ИД]. Частота вращения контролируется тахометром (ТАХ). Контролируется также величина выработки коллектора, биения коллектора, искрения коллектора, выработка щеткодержателя.

Активное внедрение современных технологий при ремонте электрических машин электроподвижного состава является важным условием для обеспечения их надежной работы и увеличения общей эффективности электроподвижного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 ГОСТ 27.002-2015. Надежность в технике. Термины и определения. М.: Стандартинформ. 2016. IV, 23 с.

2 Смирнов И.В., Козлов А.П. Инновационные подходы к ремонту электрических машин // Журнал «Техническая диагностика. 2023. № 2. С. 112-125.

3 Григорьев Е.С. Развитие методов профилактического обслуживания в электротехнике // Инновации в электротехнике: материалы конференции. Москва, 2022. С. 78-82.

4 Пат. 72791 РФ, МКИ H 01 R 39/58, G 01 R 31/34. Устройство контроля работы коллекторно-щеточного узла электрической машины / В.В. Харламов, П.К. Шкодун, А.В Проненко, Г.Г. Ахмедзяно в (РФ), № 2007145764/22, заявлено 10.12.2007, опубл. 27.04.2008 Бюл № 12.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ РАБОТЫ СЕТИ ИНТЕРНЕТ В ВАГОНАХ ЭЛЕКТРОПОЕЗДА «ЛАСТОЧКА»

Е. С. Духнова[1], М. А. Комендантова[2], Е. А. Лысак[3]

Введение. Беспроводной интернет становится обязательным условием как на вокзалах, поездах дальнего следования, так и при поездках на пригородных и межрегиональных электропоездах. Быть на связи, получать и передавать информацию везде и всегда – одно из главных требований комфортной среды для современного человека. Поэтому возможность оборудования электропоездов доступом в сеть Интернет закреплена ГОСТ Р 55434-2013 «Электропоезда. Общие технические требования».

Электропоезда «Ласточка» имеют несколько модификаций. Одна из модификаций имеет исполнение «Премиум». Компоновка вагонов электропоезда «Ласточка» исполнения «Премиум» предусматривает иное расположение пассажирских сидений, установку в головных вагонах дополнительных туалетов, установку в каждом вагоне информационных видеомониторов, но самое главное имеется система доступа в сеть Интернет (далее - Система).

[1]Духнова Екатерина Сергеевна – студентка группы ПСЖД-94, ИТСПС
[2]Комендантова Мария Алексеевна – студентка группы ПСЖД-05, ИТСПС
[3]Лысак Елена Анатольевна – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

Система предназначена для обеспечения возможности предоставления пассажирам электропоезда услуги доступа к сети Интернет по технологии Wi-Fi [1].

Основная часть. В процессе эксплуатации электропоездов ЭС2Г модификации «Премиум» при оценке работы Системы с помощью мобильного устройства с включенной функцией Wi-Fi выявляются случаи отсутствия или некачественного сигнала, передаваемого по сети Wi-Fi. При этом прием сигнала мобильных операторов антенными устройствами имеет приемлемый уровень.

Существуют различные способы выявления отсутствия или некачественного сигнала [2-3]. Проведенный анализ показал, что проблема обусловлена несовершенством конструкции кузова электропоезда. Кабели (схемное обозначение БИ30.1), через которые передаётся сигнал от коммутатора к точкам доступа Wi-Fi, проходят через отверстия в торцевых стенках кузова и, вследствие отсутствия фиксации кабеля, перетираются под действием вибрационных нагрузок о вертикальное ребро жесткости, которое имеет Г-образную форму. Это приводит к частичному повреждению кабеля связи БИ30.1 и замыканию его на корпус или к перетиранию и обрыву кабеля полностью. Место, в котором происходит перетирание кабеля, представлено на рисунке 1.

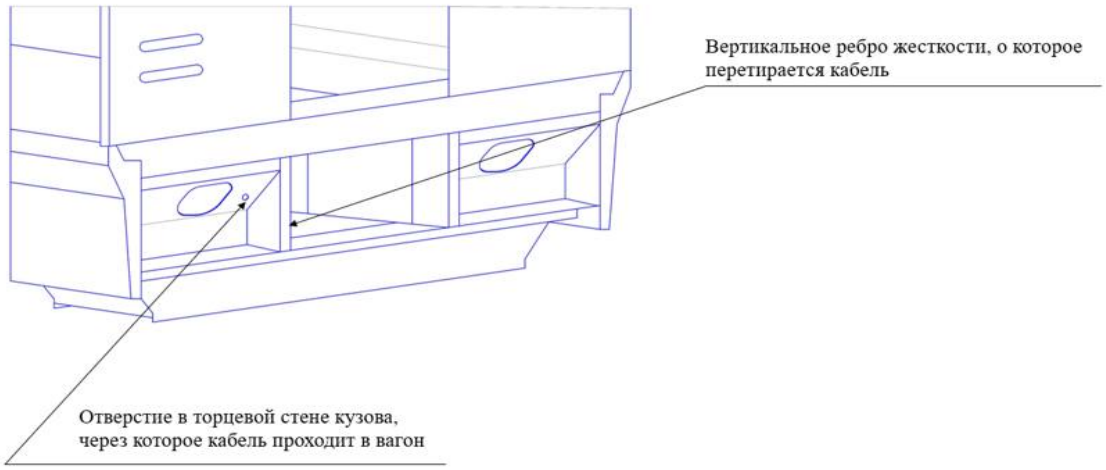


Рис. 1. Торцевая стенка кузова вагона электропоезда

Результатом является снижение качества сигнала сети Интернет, а в худшем случае и вовсе отсутствие у пассажиров доступа к сети в вагоне с неисправным кабелем. Результатом является уменьшение комфорта для пассажиров и снижение удовлетворенности пассажиров от поездки железнодорожным транспортом.

В качестве решения проблемы перетирания кабеля связи БИ30.1 о ребро жесткости предлагается исключить взаимное соприкосновение кабеля и ребра посредством доработки конструкции кузова вагона электропоезда установкой фиксирующего кабель кронштейна.

Внешний вид кронштейна приведен на рисунке 2. Кронштейн изготавливается из стали марки 08Х18Н10 по ГОСТ 5582-75. Длина кронштейна подобрана таким образом, чтобы исключить касания ребра жесткости кузова. Одним концом кронштейн фиксируется на кузове при помощи винта М8х25, другой конец кронштейна «подвешен» в воздухе. На свободном конце кронштейна винтом и шайбой фиксируется хомут Normafix. В хомут крепится кабель.

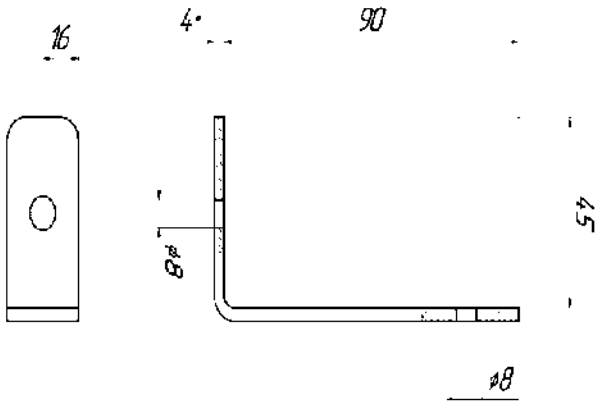


Рис. 2. Кронштейн для фиксации кабеля связи БИ30.1.

Для выполнения доработки необходимо в стенке кузова вагона электропоезда (рисунки) просверлить отверстие диаметром 11 мм (рис. 3). В полученное отверстие на резьбовой фиксатор установить резьбовую вставку М8х9, следить, чтобы на внутреннюю поверхность резьбовой вставки не попал фиксатор.

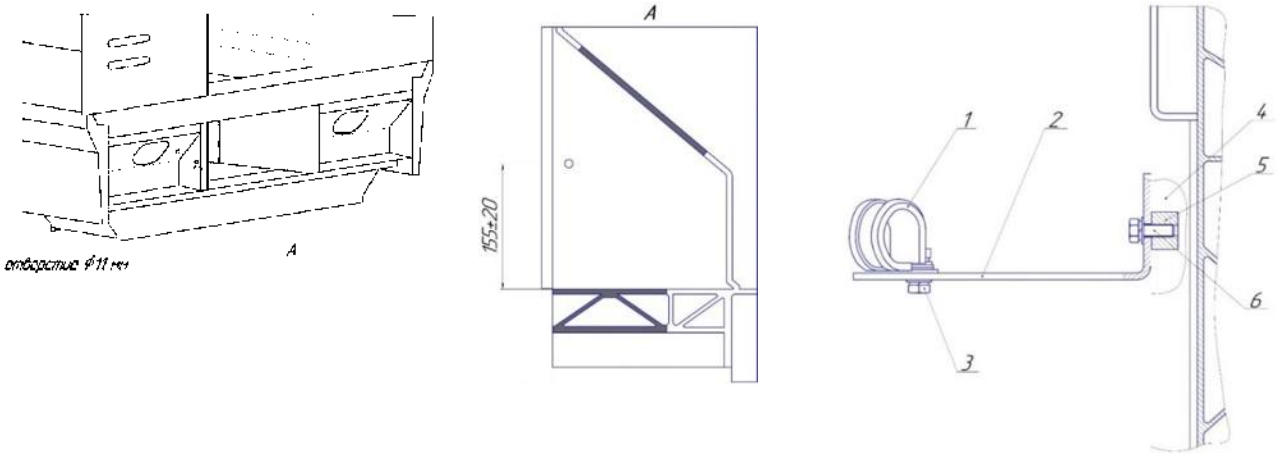


Рис. 3. Доработка конструкции торцевой стенки кузова электропоездаЭС2Г: 1 – хомут Normafix, 2 – кронштейн, 3 – винт М8х25, 4 – кузов вагона электропоезда, 5 – вставка резьбовая, 6 – винт М8х25

С помощью винта М8×25 необходимо зафиксировать один конец кронштейна на кузове вагона. На свободный конец кронштейна закрепить хомут Normafix. В хомут продеть кабель БИ30.1. (рис. 3). Для надежного крепления кабеля в корпусе хомута Normafix его следует уплотнить резиной ТМКЩ типа 1 по ГОСТ 7338-90 толщиной 1 мм. Необходимые материалы для доработки электропоезда, состоящего из пяти и десяти вагонов, приведены в таблице.

Таблица

Необходимые материалы для доработки конструкции кузова электропоезда ЭС2Г

№	Наименование	Количество на поезд из пяти вагонов, шт.	Количество на поезд из десяти вагонов, шт.
1.	Хомут Normafix	4	8
2.	Винт ГОСТ Р 4017 М8х25	8	16
3.	Гайка ГОСТ 4032 М8	4	4
4.	Шайба 8 ГОСТ 6402-70	8	16
5.	Шайба 7093-1-8-200	4	8
6.	Шайба 7089-12	4	8
7.	Шайба 7089-8	8	16
8.	Резьбовая вставка М8х9	4	8
9.	Резина ТМКЩ типа 1 ГОСТ 7338-90	7	14

Работы по доработке выполняются силами слесаря по ремонту подвижного состава 5 разряда при проведении всех видов планового технического обслуживания и ремонта (VI, I1, I2, I3, I4, I5, I6, R1, R2, R3 и R4) электропоездов ЭС2Г.

Заключение. В данной статье предложено техническое решение для повышения надежности сети Интернет на электропоездах ЭС2Г «Ласточка». В качестве решения проблемы перетирания кабеля связи БИ30.1 о ребро жесткости предложено исключить взаимное соприкосновение кабеля и ребра кузова вагона электропоезда путем установки фиксирующего кабель кронштейна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Совершенствование технологии ремонта беззазорного сцепного устройства электропоезда ЭС2Г / А. Н. Калякулин, М. В. Анахова, А. С. Тычков, Е. А. Лысак // Вестник транспорта Поволжья. 2021. № 4(88). С. 42-48. EDN SCLMYW.

2 Поиск источников помех в работе поездной радиосвязи электровозов / А. Н. Калякулин, А. С. Тычков, П. В. Шепелин, М. А. Ананьев // Наука и образование транспорту. 2020. № 1. С. 39-42. EDN VBXXWZ.

3 Калякулин А. Н. Метод и устройство для обнаружения пробоя изоляции на корпус в силовых цепях тепловозов / Омский научный вестник. 2019. № 1 (163). С. 38-42. DOI 10.25206/1813-8225-2019-163-38-42. – EDN YZMWJV.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЁЖНОСТИ ПРИВОДА РАЗЪЕДИНИТЕЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЛОКОМОТИВНОГО, УСТАНОВЛЕННОГО НА ЭЛЕКТРОВОЗЕ 2ЭС6

А. Е. Лобачева[1], М. А. Комендантова[2], Е. А. Лысак[3]

Введение. В настоящее время, в связи с необходимостью проведения сервисного обслуживания электровозов 2ЭС6, разрабатывается большое количество средств технического диагностирования параметров электрических аппаратов и тяговых электродвигателей локомотивов, а также их ремонта и послеремонтных испытаний [1–5].

При проведении плановых текущих ремонтов выявляются многочисленные случаи невключения (неотключения) разъединителей локомотивных дистанционных РЛД-3,0/1,85ПУХЛ1, обусловленные некорректной работой электропневматических вентилей ВВ-32Р-110В-П. Под некорректной работой электропневматических вентилей понимается состояние вентиля, при котором он не пропускает через себя воздух от пневматической сети к исполнительному механизму (пневматической камере) при подаче питающего напряжения бортовой сети электровоза. При этом незначительное воздействие на ярмо вентиля или на кнопку включения приводит к его срабатыванию, что свидетельствует о заедании якоря внутри немагнитной направляющей гильзы.

В процессе эксплуатации разъединителей локомотивных дистанционных РЛД-3,0/1,85ПУХЛ1, при включении и отключении, шкворень изолятора подвижного контакта подвергается ударным нагрузкам. Это обусловлено тем, что воздух в пневматическую камеру поступает не постепенно, а одномоментно при открытии клапана вентиля. Особенно тяжелые условия возникают при замыкании подвижного и неподвижного контактов, так как происходит удар подвижного контакта о неподвижный, приводящий к излому шкворня по радиусу проточки.

Основная часть. При детальном рассмотрении неисправных электропневматических вентилей ВВ-32Р-110В-П выявляется слабая посадка катушки электромагнитного механизма – катушка имеет свободный ход 1 мм в продольном и поперечном направлениях относитель-

[1]Лобачева Анастасия Евгеньевна – студентка группы ПСЖД-94, ИТСПС

[2]Комендантова Мария Алексеевна – студентка группы ПСЖД-05, ИТСПС

[3]Лысак Елена Анатольевна – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

но корпуса и ярма вентиля, что приводит к перекосу немагнитной направляющей гильзы внутри катушки и заеданию якоря внутри гильзы.

Решением проблемы является устранение свободного хода катушки. Это возможно сделать, если изготовить и установить резиновую прокладку между ярмом и корпусом вентиля. Разработанная прокладка представлена на рис. 1. Материал, из которого изготавливается прокладка – резина техническая по ГОСТ 7338-90.

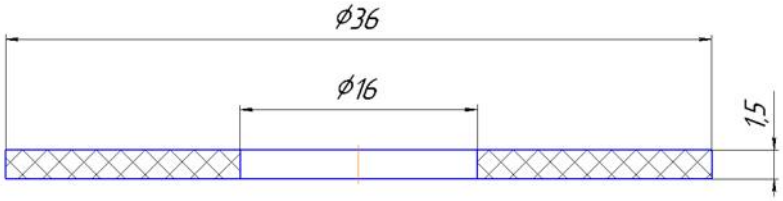


Рис. 1. Резиновая прокладка для уплотнения посадки катушки вентиля ВВ-32Р-110В-П

Для выполнения доработки вентиля ВВ-32Р-110В-П необходимо:

- демонтировать вентиль с разъединителя,
- открутить три винта крепления крышки,
- снять крышку, кнопку и резиновую прокладку ручного нажатия на якорь,
- извлечь якорь, немагнитную направляющую гильзу и клапан верхний,
- открутить два болта крепления ярма к корпусу,
- между катушкой и ярмом установить разработанную резиновую прокладку (рис. 2),
- собрать вентиль в обратной последовательности, произвести монтаж на разъединитель и проверить работу от сжатого воздуха.

Ввиду небольшой трудоемкости процесса, доработку вентилей ВВ-32Р-110В-П предлагается производить на всех текущих ремонтах ТР-30, ТР-300 и ТР-600.

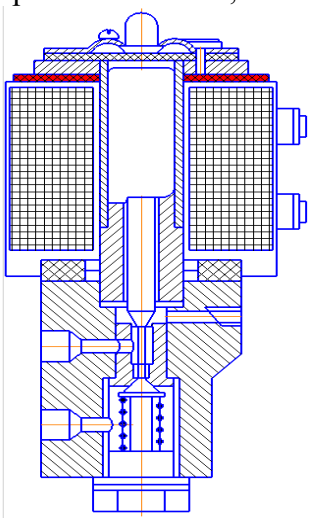


Рис. 2. Место установки резиновой прокладки (прокладка отмечена красным)

Как указано на рис. 3, шкворень вворачивается в рычаг подвижного контакта. Конструкционно шкворень имеет проточку резьбовую радиусом 1,6 мм. Проточка резьбовая это участок поверхности детали, предназначенный для устранения недореза резьбы за счет уменьшения диаметра стержня в случае с наружной резьбой. Любая проточка является концентратором напряжений. Практические наблюдения показывают, что применяемый радиус проточки (R = 1,6 мм) не является достаточным. Это доказывают изломы шкворня по радиусу проточки, пример излома приведен на рис. 4.

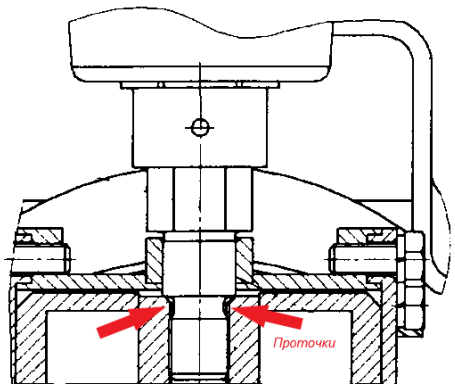


Рис. 3. Соединение шкворня с рычагом

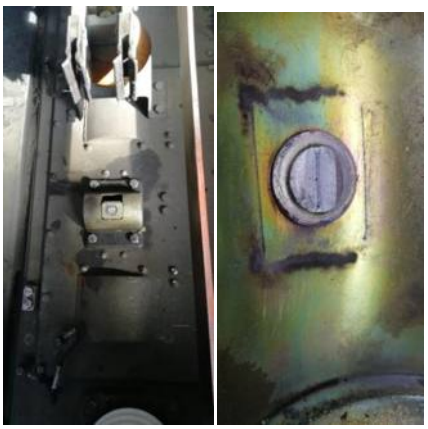


Рис. 4. Излом шкворня подвижного контакта по радиусу проточки

Для снижения концентрации напряжений, повышения надежности РЛД-3,0/1,85ПУХЛ1 предлагается увеличить радиус резьбовой проточки шкворня с 1,6 мм до 2,5 мм. Данный размер выбран с учетом и соответствует требованиям ГОСТ 10549-80 «Выход резьбы. Сбеги, недорезы, проточки и фаски».

Согласно исследованию, проведенному Иосевичем Г.Б. и Ардеевым Ж.А., на предел выносливости радиусного закругления влияет не его диаметр (диаметр закругления, не стержня), а отношение радиуса закругления к своему диаметру (R/d). Данные исследования показали, что увеличением этого отношения можно повысить предел выносливости соединений. В нашем случае для существующей конструкции шкворня РЛД: R/d = 1,6/3 = 0,53. В случае увеличения радиуса резьбовой проточки шкворня РЛД: R_1/d_1 = 2,5/2,2 = 1,13

Таким образом, при увеличении радиуса резьбовой проточки шкворня РЛД предел его выносливости увеличится в 2,1 раза. Внешний вид шкворня до и после изменения радиуса проточки представлен на рис. 5.

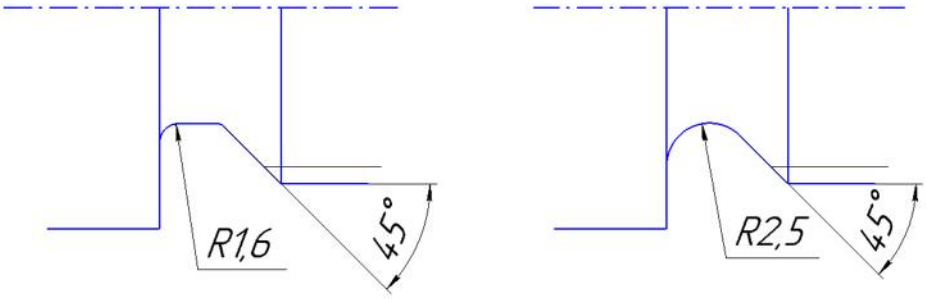


Рис. 5. Радиус резьбовой проточки шкворня до и после модернизации

Так как процесс замены шкворня достаточно трудоемок, замену предлагается проводить на текущих ремонтах ТР-300 и ТР-600. Норма простоя на данных ремонтах составляет 4 и 6 суток соответственно.

Заключение. В данной статье представлены эффективные технические решения для повышения надежности привода разъединителя дистанционного локомотивного, установленного на электровозе 2ЭС6. Для устранения свободного хода катушки разработана резиновая прокладка между ярмом и корпусом вентиля, для снижения концентраций напряжений, предлагается увеличить радиус резьбовой проточки шкворня изолятора увеличить с 1,6 мм до 2,5 мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Калякулин А. Н., Анахова М. В. Диагностика разъединителя локомотивного дистанционного в условиях сервисного локомотивного депо // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. –2023. – № 8. – С. 535-539. – DOI 10.24412/2071-6168-2023-8-535-536. – EDN VKCSCX.

2 Калякулин А. Н. Метод и устройство для обнаружения пробоя изоляции на корпус в силовых цепях тепловозов / Омский научный вестник. 2019. № 1(163). С. 38-42. DOI 10.25206/1813-8225-2019-163-38-42. – EDN YZMWJV.
3 Гордеев И. П., Калякулин А. Н., Мальцев А. В. Математическая модель силовой цепи электровозов постоянного тока ВЛ-10(ВЛ10У) с учетом конструктивной электрической емкости корпусной изоляции их тяговых двигателей // Вестник транспорта Поволжья. 2011. № 3 (27). С. 15-20. EDN OCSHET.
4 Гордеев И. П., Калякулин А. Н., Тычков А. С. Исследование диэлектрических параметров изоляции силовых цепей электровозов // Наука и образование транспорту. 2014. № 1. С. 13-15. EDN TGLVTD.
5 Гордеев И. П., Калякулин А. Н., Мыздарин А. В. Моделирование электрических процессов в силовых цепях локомотивов на схемах их замещения // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 5 (47). С. 46-51. EDN THKZYJ.

ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ВЫСОКОСКОРОСТНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

А. М. Митрошин[1], А. А. Булатов[2]

При проектировании и производстве любого подвижного состава, в том числе высокоскоростного, а также при его последующей эксплуатации в различных регионах мира и нашей страны, происходит постоянное совершенствование процессов проектирования, эксплуатации и технического содержания на всем его жизненном цикле [1, 2].

VR (виртуальная реальность, virtual reality) – совокупность технологий, с помощью которых можно создать искусственный мир, физически не существующий, но ощущаемый органами чувств в реальном времени в соответствии с законами физики. Системами «виртуальной реальности» называются устройства, которые более полно по сравнению с обычными компьютерными системами имитируют взаимодействие с виртуальной средой. [3].

Применение виртуальной реальности в производстве железнодорожного транспорта позволит более четко создавать планируемую модель подвижного состава. Иными словами, виртуальная реальность позволит создать цифровую копию как существующего электропоезда и на его основе спроектировать новый состав, так и создать абсолютно новую модель для дальнейшей постройки реального образца. Стоит отметить, что при создании виртуальной модели поезда, представится возможным не только рассмотреть все его узлы по отдельности и в сборе, но и провести испытания в различных условиях создаваемых виртуальной средой. А, следовательно, оценить «выносливость» планируемого образца и исправить недочеты в конструкции.

Также важным преимуществом является возможность планирования закупки необходимого материала для производства реального образца, что в свою очередь положительно скажется на оптимизации производственных процессов и организации рабочих площадей производства. Позволит избавиться от лишнего складирования и простоя деталей и запасных частей. Это также даст экономический эффект предприятия.

Для реализации применения виртуальной реальности при производстве предлагается использовать 3D рендеринг. Он позволит создавать виртуальный макет электропоезда, либо снимать уже готовую копию с существующего образца. Получая виртуальный образец, можно будет получить все интересующие данные для дальнейшего производства, начиная от радиуса колес и заканчивая толщиной стен кузова. Виртуальная версия позволит проектировать не только основу электропоезда, но также создавать проект оборудования внутреннего пространства вагонов. Такие функции позволят разработать оптимальную расстановку сидений

[1] Митрошин Андрей Максимович – студент группы ПСЖД-95, Институт транспортного строительства и подвижного состава
[2] Булатов Андрей Александрович – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

различных классов обслуживания, места крепления велосипедов и колясок, зоны проезда маломобильных пассажиров, туалетные комнаты и пространства приёма пищи.

Еще благодаря использованию 3D рендера, станет возможным создавать модификации с разным количеством вагонов, что позволит создавать оптимальные по числу вагонов составы для разных областей эксплуатации.

Что касаемо технических характеристик, данный способ позволит максимально правильно рассчитать все параметры, путём испытаний в виртуальной среде. Например, рассчитать оптимальный угол наклона кабины для улучшения обтекаемости состава. А также рассчитать максимально допустимые скорости движения для различных участков пути в зависимости от его профиля.

Эксплуатационные характеристики тоже не останутся без внимания. Система позволит произвести как полную загрузку только посадочных мест для поездов дальнего следования, так и загрузку посадочных и стоячих мест для поездов, проектируемых на пригородное сообщение. После создания модели и проведения испытаний технических и эксплуатационных характеристик, при помощи данной системы можно будет провести финальное испытание на развитие максимальной скорости электропоезда.

Внедрение виртуальной реальности имеет ряд преимуществ:

1. Реалистичность трехмерных моделей.
2. Возможна визуализация разных погодных условий и рельефа местности.
3. Уменьшение несчастных случаев при неточной проектировке подвижного состава.

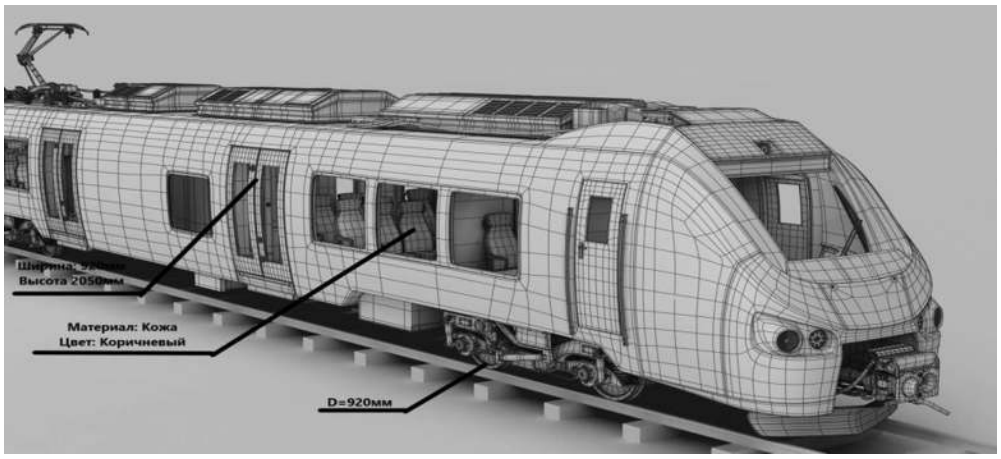


Рис. Пример применения 3D рендеринга

Выводы. Использование виртуальной реальности позволит высокоточно проектировать и создавать новый высокоскоростной подвижной состав. Даст возможность создавать различные модификации и проводить испытания лишь на стадии планирования постройки реального проекта.

Таким образом, значение железнодорожного транспорта в России только возрастет, начав использовать виртуальную реальность, ведь страна отличается большими расстояниями, а от эффективной работы данной системы зависит уровень развития экономики государства [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Булатов А. А., Капранов Н. Н., Плохов Е. М. Комплексный подход к оценке технического содержания электровозов и их лимитирующих узлов // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 1 (43). С. 40–43. EDN SPSUGH.

2 Железнодорожная климатология : монография / Б. Д. Фишбейн, А. А. Бондаренко, В. Л. Григорьев [и др.] Самара : СамГУПС, 2007. 508 с. EDN QKGYEJ.

3 Шевелина А.Е., Понятов А.А. Использование технологий виртуальной реальности на железной дороге // Актуальные вопросы эксплуатации подвижного состава в современных условиях Нижний Новгород, 21 апреля 2021 года. С. 170–173.

4 Нор Е.В., Дудко Е.А., Дудко А.В. Роль виртуальной реальности на железной дороге // Проблемы и перспективы внедрения инновационных телекоммуникационных технологий. Оренбург, 20 марта 2020 года. С. 37–41.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ ПОДАЧИ ПЕСКА НА СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРОВОЗАХ И ПУТИ ЕЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ

Н. С. Ножов[1], А. Н. Калякулин[2]

Введение. Песок используется для повышения сцепления колес электровоза с рельсами. Его также применяют при боксовании и при реализации пневматического и электрического торможения. С появлением на сети железных дорог Российской Федерации новых отечественных электровозов, таких как 2ЭС6, 2ЭС10, 2,3 ЭС5К система пескоподачи осталась неизменной.

Основная часть. На рисунке 1 показана песочная система электровоза 2ЭС6. Она включает в себя песочные форсунки (1), трубопровод питательной магистрали (2), песочные рукава (3), трубопровод (4), песочные бункеры (6) и заправочные горловины песочных бункеров (5) [1].

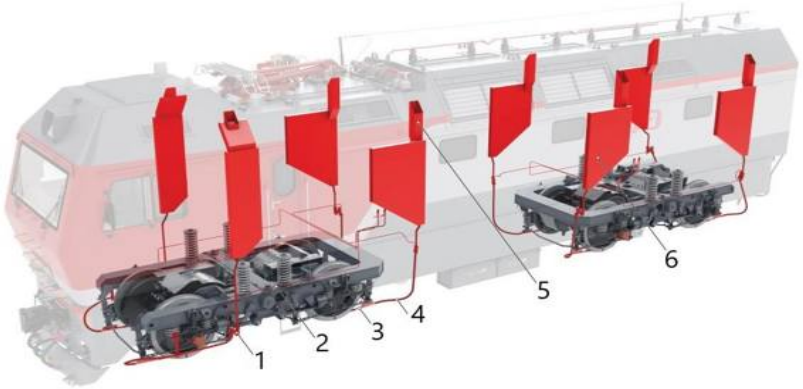


Рис. 1. Система подачи песка под колесные пары электровоза 2ЭС6:
1 – песочные форсунки, 2 – трубопровод питательной магистрали, 3 – песочные рукава,
4 – трубопровод, 5 – заправочные горловины песочных бункеров,
6 – песочные бункеры

Песочные бункеры (рис. 2) изготовлены из сварных емкостей с толщиной стенок 2 мм и установлены на боковых стенках электровоза. Для каждого колеса предусмотрен свой бункер.

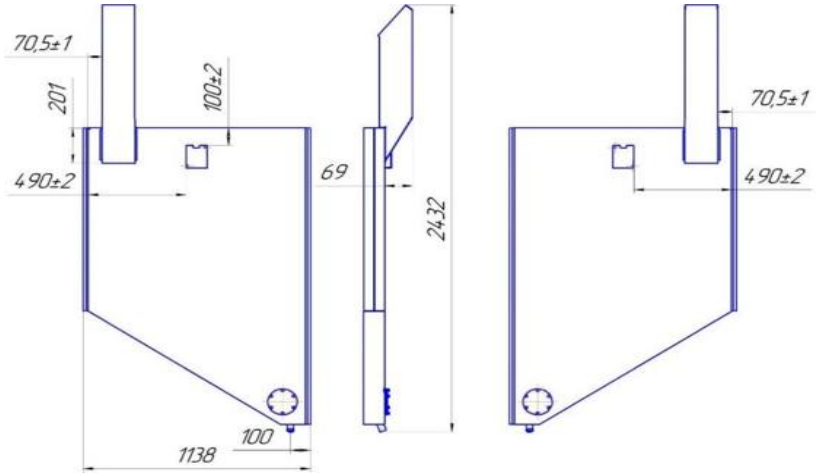


Рис. 2. Песочные бункеры электровоза 2ЭС6

Внутри бункера имеются две перегородки, увеличивающие его конструкцию. В нижней части песочных бункеров находится круглое отверстие диаметром 118 мм для очистки бункера от посторонних предметов. Отверстие закрывается крышкой, которая фиксируется шестью болтами. Каждая секция электровоза оснащена 8 бункерами. Объем одного песочного бункера состав-

[1]Ножов Никита Сергеевич – студент группы ПСЖД-26у, ИТСПС
[2]Калякулин Алексей Николаевич – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

ляет 0,16 м^3, общий объем песка на одной секции – 1,28 м^3. Для заправки песка на крыше установлены заправочные горловины (5) (рис. 1). Они закрываются уплотненными крышками, чтобы предотвратить попадание атмосферных осадков внутрь бункера. Внутри заправочных горловин установлены сетки, задерживающие крупные фракции песка и механические примеси.

В форсунки песочницы (1) песок поступает самотеком из бункеров (6). В форсунке песочницы происходит перемешивание песка со сжатым воздухом. Применение сжатого воздуха для нагнетания делает подачу песка устойчивой и уменьшает потери песка. Работа системы пескоподачи поясняется рис. 3.

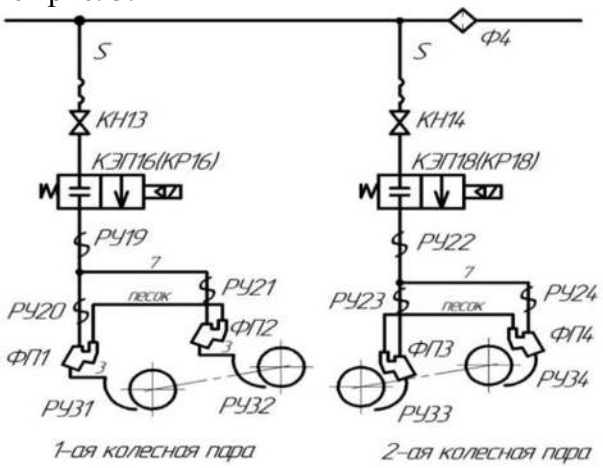


Рис. 3. Схема питания сжатым воздухом системы пескоподачи электровоза 2ЭС6

Воздух из питательной магистрали через разобщительные краны КН13 для первой колесной пары, КН14 для второй, КН15 для третьей и КН16 для четвертой поступает к электропневматическим клапанам песочниц КЭП16, 17, 18, 19, подача воздуха перекрывается разобщительными кранами, расположенными под клапанами. Клапаны песочниц расположены по правой стороне кузова, для первой тележки за блоком низковольтных аппаратов № 4, для второй тележки за модулем охлаждения ТЭД № 3 и № 4. На электровозе предусмотрен электропневматический способ подачи песка на каждой секции от кнопки на пульте управления только под 1-ю и 3-ю колесные пары по направлению движения путем включения клапанов КЭП16 и КЭП18 и под все нечетные по ходу движения колесные пары включением соответствующих клапанов. Кроме этого, возможна подача песка только под первую колесную пару от педали на рабочем месте машиниста. Во всех случаях воздух из клапанов попадает в форсунки песочниц соответствующих колесных пар ФП1 – ФП8, которые направляют песок под колеса.

Форсунки песочниц предназначены для дозированной подачи песка под колеса электровоза при необходимости увеличения коэффициента сцепления их с рельсами. Форсунка допускает предварительную регулировку подачи песка на определенный режим. От правильности регулировки форсунки зависит эффективность использования песка. Пескоподача регулируется на производительность от 750 до 200 г/мин. под каждое колесо вращением регулировочного винта. Наибольшее допустимое давление в системе пескоподачи 0,9 МПа. Для подачи песка непосредственно под колеса используются резиновые рукава РУ19, РУ24, РУ25 и РУ28 (рис. 3) [1].

В настоящее время установлено много недостатков в работе системы пескоподачи локомотива и направлений их решения [2]. В ряде научных работ установлено, что в реальных условиях эксплуатации более эффективна непрерывная подача песка, которая позволяет увеличить коэффициент сцепления колес локомотива с рельсами до 70 % с учетом, например, фактических погодно-климатических факторов района эксплуатации, профиля пути, особенностей локомотива, состава и др. Переход от импульсной подачи песка к непрерывной потребует проведения модернизации существующих систем пескоподачи, в результате которой будет обеспечена возможность плавной непрерывной регулировки подводимого к форсунке сжатого воздуха для забора дозированного количества песка из корпуса форсунки, необходимого с учетом фактических условий эксплуатации и физических свойств кварцевого песка

для стабилизации сцепления колес локомотивов с рельсами. Непрерывная подача песка под колесные пары приведет к повышению его расхода, а значит к необходимости создавать большие запасы сухого песка. Что потребует существенных вложений в инфраструктуру системы подготовки песка ООО «СТМ-Сервис» и ОАО «РЖД».

Из технической и научной литературы [3] следует, что значительное количество песка сдувается при его транспортировке от подсыпного рукава до поверхности рельса. Причиной этому служит низкая скорость истечения песковоздушной смеси, которая оказывается неустойчивой к воздействию бокового ветра. В научных работах [1, 4] предложены варианты решения проблемы отсутствия системы дистанционного контроля уровня песка в песочных бункерах локомотивов.

Заключение. В данной статье проведен анализ системы подачи песка на современных электровозах. Исследование было направлено на выявление потенциальных узких мест и разработку рекомендаций по усовершенствованию данной системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Калякулин А. Н. Разработка способа контроля песка в песочных бункерах электровоза 2ЭС6 // Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов: Материалы VII всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 18 ноября 2022 года. Омск: ОмГУПС, 2022. С. 88-95. EDN AKTEJX.

2 Анализ влияния технического состояния песочных систем локомотивов на количество внеплановых ремонтов тягового подвижного состава и пути совершенствования их конструкции / С. В. Трескин, Е. Ю. Дульский, П. Ю. Иванов, А. В. Ромашов / Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2023. № 3(79). С. 146-158. DOI 10.26731/1813-9108.2023.3(79).146-158. – EDN TBPHLK.

3 Волков И. В., Булавин Ю. П., Коновалов П. Ю. Анализ расхода систем пескоподачи локомотивов для стабилизации величины коэффициента сцепления // Механика и трибология транспортных систем (МехТрибоТранс-2016): сборник докладов Международной научной конференции. В 2-х томах, Ростов-на-Дону, 08–10 ноября 2016 года. Том 1. Ростов-на-Дону: РГУПС, 2016. С. 101-106. EDN ZIMKGN.

4 Корсаков Н. В., Линьков А. О. Разработка устройства дистанционного контроля уровня песка в бункере электровоза // Молодая наука Сибири. 2021. № 2(12). С. 17-23. EDN ZSAIXU.

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПЕРЕВОДА НА ПЕРЕМЕННЫЙ ТОК УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ С–П

А. А. Сипанов[1], А. С. Тычков[2]

В России на сегодняшний день имеется две системы электрической тяги: переменного тока 50 Гц с номинальным напряжением 25 кВ и постоянного тока 3 кВ. На этапе зарождения электрическая тяга в нашей стране была представлена исключительно постоянным током. Это было обусловлено тем фактом, что в первые годы электрификации (1920-1940-е г.г.) не были разработаны выпрямительные установки, которые могли бы быть непосредственно установлены на электроподвижном составе (ЭПС). Но с развитием уровня техники и технологии данная проблема была впоследствии решена [1].

В середине 50-ых годов прошлого века было принято решение отказаться от производства паровозов и перейти в дальнейшем на эксплуатацию только тепловозов и электровозов. Был принят план масштабной электрификации железных дорог СССР. К тому моменту были созданы опытные электровозы, предназначенные для эксплуатации на участках сети переменного тока. И хотя преимущества электрификации переменного тока перед постоянным были тогда очевидны, но исторически переход на электрическую тягу осуществлялся на различные системы питания по роду тока. Электрификация постоянным током оправдывалась тем, что соседние, более ранние участки были уже электрифицированы и переведены на систему по-

[1] Сипанов А. А.

[2] Тычков А. С.

стоянного тока. Например, основной ход железной дороги С – по направлению М, вновь электрифицированные линии, функционировали на переменном токе, например, такие региональные направления как К и В [2].

В дальнейшем для электрификации было выбрано основное направление – ориентация на переменный ток. Поскольку существовали неоспоримые преимущества: меньшее сечение (один провод с площадью поперечного сечения S = 100 мм^2 на переменном токе, вместо двух таких же проводов на постоянном токе) контактного провода из-за более низкой силы тока – следовательно экономия значительного количества цветного металла. Снижение количества (в 2-3 раза) тяговых подстанций (50-60 км на переменном токе в сравнении 15-20 км на постоянном токе), т.к. из-за более высокого напряжения контактной существенно сокращались электрические потери. Также более низкая степень проявления электрокоррозии элементов опор контактной сети.

Наконец, сам ЭПС переменного тока мощнее, т.к. передаваемая посредством контактной сети мощность может быть повышена за счет более высокого уровня напряжения, а не за счет силы тока.

$$P = I \times U, \quad (1)$$

где I – сила тока, А, U – напряжение, В.

В свое время некоторые протяженные участки железных дорог были переведены с постоянного на переменный, например: З – С (1995 год), железнодорожные узлы С и В (1990 и 2003 год, соответственно), Л – М (2001 год), МВ – К (2006 год).

Предлагается осуществить реализацию перевода 250 км участка С – П на переменный ток. Для этого потребуется реорганизация системы электроснабжения и организации движения, а также организация и установка нейтральной вставки на перегоне Н-О–С протяженностью 8 км.

Предлагаемые мероприятия позволят увеличить реализуемую мощность используемыми электровозами, уменьшить стоимость снизить эксплуатационные издержки на регулярных заменах контактного провода, продлить срок службы элементов опор, сократить количество тяговых подстанций в 2,5-3 раза [3]. Но необходимо учесть дополнительные затраты на организационные мероприятия и работы по переоборудованию участка, а также на устройство станций стыковки.

Особенно важным является совершенствование инфраструктуры и системы электроснабжения при организации тяжеловесного и длинносоставного движения на полигонах обращения, поскольку повышаются требования к обеспечению питания электроподвижного состава осуществляющего данные перевозки [4, 5].

Причем, следует учесть, что развитие нового отечественного технологичного электроподвижного состава с асинхронным тяговым приводом, таким как 3ЭС11 и 2ЭС12, на базе электровоза 3ЭС8, позволит организовать его эффективную эксплуатацию также и на переводимом на переменный ток участке [6, 7].

Таким образом, согласно представленным изысканиям, перевод участка П – С на переменный ток является экономически целесообразным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Электрические железные дороги : учебник для вузов / В. А. Кисляков [и др.] / под ред.: А. В. Плакса, В. Н. Пупынина, утв. МПС. Москва : Альянс, 2018. 280 с.

2 Пышкин А. А., Д. В. Лесников Электроснабжение железных дорог : учебник. Екатеринбург, 2023. 507 с.

3 Перевод электротяги с постоянного на переменный ток (участок Зима – Слюдянка Восточно-Сибирской железной дороги). Под ред. доктора техн. наук Н. Л. Фукса и канд. техн. наук Б, М. Бородулина. М.: Интекст, 1997. 95 с.

4 Развитие тяжеловесного движения на поволжском полигоне / П. В. Шепелин, В. А. Силаев, Н. А. Ефимов, А. С. Тычков // Локомотивы. Газомоторное топливо (Проблемы. Решения. Перспективы) : материалы I Международной научно-практической конференции, Самара, 29 июня 2016 года – 01 2017 года. – Самара: СамГУПС, 2016. С. 83-86. EDN XSSZCN.

5 Силаев В. А., Тычков А. С. Особенности и перспективы тяжеловесного движения в волжском регионе // Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов : матери-

алы третьей Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, Омск, 10–11 ноября 2016 года. Омск: ОмГУПС, 2016. С. 174-182. EDN XWXLCX.
6 Повышение энергоэффективности тяговых электроприводов с асинхронными двигателями и системой векторного управления / Ю. М. Иньков, А. С. Космодамианский, А. А. Пугачев, С. В. Морозов // Электротехника. 2021. № 9. С. 10-15
7 «Уральские локомотивы» изготовят первые 50 электровозов с российским асинхронным двигателем. URL: https://www.interfax.ru/business/908470 (дата обращения: 24.03.2024).

МАГЛЕВ – ПОЕЗДА БУДУЩЕГО

А. А. Строганова[1], А. Г. Старикова[2]

Введение. Всё чаще в области железнодорожного транспорта стал подниматься вопрос о замене дизельных силовых установок на установки с более экологически чистым видом топлива. Причиной этой тенденции является поддерживаемый в большинстве стран мира курс на снижении выбросов парниковых газов. Кроме того, перевозчики ищут более дешёвые и эффективные виды топлива с целью экономии денежных средств.

Одним из перспективных направлений, реализуемых в современном мире, является создание поездов на магнитных подушках. Наибольшую популярность оно обрело в Германии, Китае, Японии и Южной Корее. Многие же страны скептически отнеслись к данному способу передвижения и отказались от разработок или остановили проекты в связи с их нерентабельностью. В своей статье я рассмотрю преимущества и недостатки маглевов, а также предложить пути решения многих проблем, связанных с их внедрением в массовое использование [1–4].

Основная часть. Для начала разберемся с принципом работы данного состава. В настоящее время существует всего три ключевых технологии магнитного подвеса поездов:

- на сверхпроводящих магнитах (электродинамическая подвеска, EDS),
- на электромагнитах (электромагнитная подвеска, EMS),
- на постоянных магнитах (самая новая и экономичная система).

Принцип движения основан на отталкивании одноимённых магнитных полюсов и притягивании противоположных. Движение происходит благодаря линейному двигателю, расположение которого вариативно (либо на самом поезде, либо на путях, либо совмещенный вариант).

Линейный двигатель – это такой электродвигатель, один элемент магнитной системы которого разомкнут, и имеет развёрнутую обмотку, за счёт чего создаётся магнитное поле, второй элемент выполнен в виде направляющей, взаимодействующей с первым элементом и обеспечивающей линейное перемещение подвижной части двигателя.

Если кратко обобщить информацию, то мы получаем, что маглев движется благодаря системе, которая позволяет поезду отрываться и отталкиваться от рельсов, и в то же время двигаться на заданной высоте. Это движение осуществляет без трения, что является причиной ряда преимуществ данного типа поездов по сравнению со скоростными и высокоскоростными поездами. Благодаря тому, что необходимость в движущих частях (колеса, оси) отпадает, магнитопланы имеют более длительный жизненный цикл, снижаются эксплуатационные расходы. Если нет трения, то и износ рельсового полотна также становится меньше. Также преимуществом таких поездов является более высокая энергоэффективность, они более чистые и практически бесшумные, их обслуживание существенно проще обслуживания современных поездов. Несомненным плюсом также является безопасность – поезда движутся с одинаковой и постоянной скоростью, поэтому движущиеся по одному пути поезда не могут догнать друг друга и, соответственно, столкнуться. Поезд тяжело вывести из строя или повредить его во время продолжительной эксплуатации, так как большая часть, оказываю-

[1]Строганова Августа Александровна – студент группы ПСЖД-22, ИТСПС
[2]Старикова Анна Геннальевна– ст. преподаватель кафедры «Тяговый подвижной состав»

щих негативное влияние, толчков и ударов поглощается постоянным магнитным полем. Их скорость в обозримом будущем не будет уступать скорости самолетов, на сегодняшний день самый быстрый поезд на магнитной подвеске смог развить скорость в рекордные 603 км/ч в Японии 21 апреля 2015. В Китае в 2021 году был создан прототип поезда, использующего технологию высокотемпературной сверхпроводимости (HTS) на магнитной подвеске, его расчётная скорость 620 км/ч.

От преимуществ стоит перейти к недостаткам. Главным недостатком маглевов является высокая стоимость строительства, которая превышает в 2–3 раза строительство высокоскоростного транспорта и почти в 60 раз выше, чем у обычных поездов. Кроме высокой стоимости строительства существенным недостатком является необходимость использования в поездах на магнитных подушках редкоземельных элементов, которые тоже недешевы. Также для внедрения в эксплуатацию маглевов необходимо создание специальных железнодорожных путей, непригодных для других видов поездов. Но стоит отметить, что создание новой колеи обойдется в разы дешевле строительства других путей (стоимость постройки одного километра магнитной колеи – около 18 миллионов долларов, что почти в 7 раз дешевле строительства одного километра тоннеля метро закрытым способом). Суровые погодные условия могут влиять на бесперебойность движения маглевов – снегопады существенно снизят скорость передвижения поезда. Большая масса поезда станет причиной создания массивных эстакад, исключающих прогиб под весом маглевов с мощными магнитами (огни необходимы для создания сильного магнитного поля, способного удерживать в воздухе массивный состав) и обеспечивающих поддержание большого электрического напряжения [5].

В данной статье мной будут рассмотрены также пути решения некоторых озвученных проблем. Во-первых, для начала маглевы нужно вводить в эксплуатацию на коротких и средних дистанциях в местах с высоким пассажиропотоком с целью окупить затраты на строительство новых путей и самих составов. Разумным решением будет замена существующего метрополитена на совершенно новый тип транспорта. Объясняется это тем, что влияние погодных условий можно будет уже не учитывать из-за «подземного» расположения путей, масштабные эстакады не будут мешать движению других видов транспорта. Кроме того, не нужно будет продумывать план прокладки новых путей, достаточно будет лишь модернизировать существующие.

Одной из ведущих стран по использованию маглевов является Китай. Это неудивительно, ведь именно Китай находится на первом месте по добыче неодима – редкоземельного металла, необходимого для создания постоянных пригодных к использованию магнитов. В России также расположены месторождения редкоземельных элементов, но их добыча затруднена. Российские учёные из Сибирского федерального университета разработали совершенно новый способ добычи редкоземельных металлов, благодаря которому наша страна сможет свободно ввести в эксплуатацию маглевы, а также существенно снизить затраты на их изготовление. Исследователи пришли к выводу, что получать РЗЭ можно из золы после сжигания углей, концентрация редких земель в золе достигает нескольких килограмм на тонну [6].

Заключение. Таким образом, в данной статье был проанализирован такой уникальный тип поездов, как маглевы. Был кратко рассмотрен принцип действия магнитного подвеса, а также способ передвижения поездом на магнитной подушке. Выделены преимущества и недостатки данного вида транспорта, а также предложены пути решения некоторых проблем, которые стоят на пути внедрения в эксплуатацию маглевов в нашей стране.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Ронжин Н.Н. Магнитоплан как перспективная технология развития железнодорожного транспорта // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2018. № 14.

2 Рахимов О. О., Петров А. В. Маглев. Его развитие в России и за рубежом // Актуальные аспекты и приоритетные направления развития транспортной отрасли : материалы молодежного научного форума студентов и аспирантов транспортных вузов с международным участием, Санкт-Петербург, 14–15 ноября 2019 года. Моска: Издательство «Перо», 2019. С. 363-366.

3 Смирнов В. Н., Талашкин Г. Н., Красковский В. Е. Маглев: фантастика или реальность? // Путь и путевое хозяйство. 2022. № 10. С. 30-32.

4 Шагеев К. И., Юнусов Р. Ф. Развитие транспорта на магнитной подушке // Энергетика и автоматизация в современном обществе : материалы V Международной научно-практической конференции обучающихся и преподавателей, Санкт-Петербург, 20 мая 2022 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2022. С. 18-23.

5 Зайцев А. А., Морозова Е. И. Транспорт в новом технологическом укладе (техника, технология, экономика) // Инновации и инвестиции. 2017. № 3. С. 6-11.

6 Losev V., Buyko O., Metelitsa S., Borodina E., Kuzmin,N., & Shimanskiy A. Novel silica-based adsorbent layer-by-layer modified with polyhexamethylene guanidine and Arsenazo reagents for solid-phase extraction of lanthanides from lignites and products of their processing / Separation Science and Technology. 2021. № 56 (9). pp. 1510–1519. URL: https://doi.org/10.1080/01496395.2020.1785500

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД К ТЕХНИЧЕСКОМУ СОДЕРЖАНИЮ КОЛЕСНЫХ ПАР ЭЛЕКТРОВОЗОВ В УСЛОВИЯХ УЧАСТКА ОБРАЩЕНИЯ

Д. К. Шарапов [1]., Н. Н. Капранов[2]

Железнодорожный транспорт играет важную роль в обеспечении экономического развития и социальной стабильности страны. Надежная и устойчивая работа тягового подвижного состава во многом определяет эффективность работы железнодорожной отрасли.

В текущих реалиях, где повышается требования к функциональным свойствам, а также растут нагрузочные режимы функционирования локомотивов, важной целью является создание эффективных систем технического содержания базового оборудования локомотивов с модернизацией под условия работы.

В настоящей работе были приведены статистические исследования по определению технического состояния механического оборудования магистральных грузовых электровозов серии 2ЭС6, выявлению лимитирующих узлов и деталей и, по анализу причин отказов, разработаны рекомендации по повышению эффективности их технического содержания.

В процессе эксплуатации работоспособность электровоза снижается вследствие износа, старения деталей и повреждения узлов и агрегатов. Анализ отказов и их причин свидетельствует (рис. 1) о том, что высокое качество оборудования поддерживается не только грамотным проектированием, расчётами, точным производством, сборкой, а, и в большой мере оптимальным использованием, надлежащим обслуживанием, восстановлением и своевременным обновлением.

[1] Шарапов Денис Константинович – студент группы ПС-94 института ТСПС

[2] Капранов Николай Николаевич – к.т.н., доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

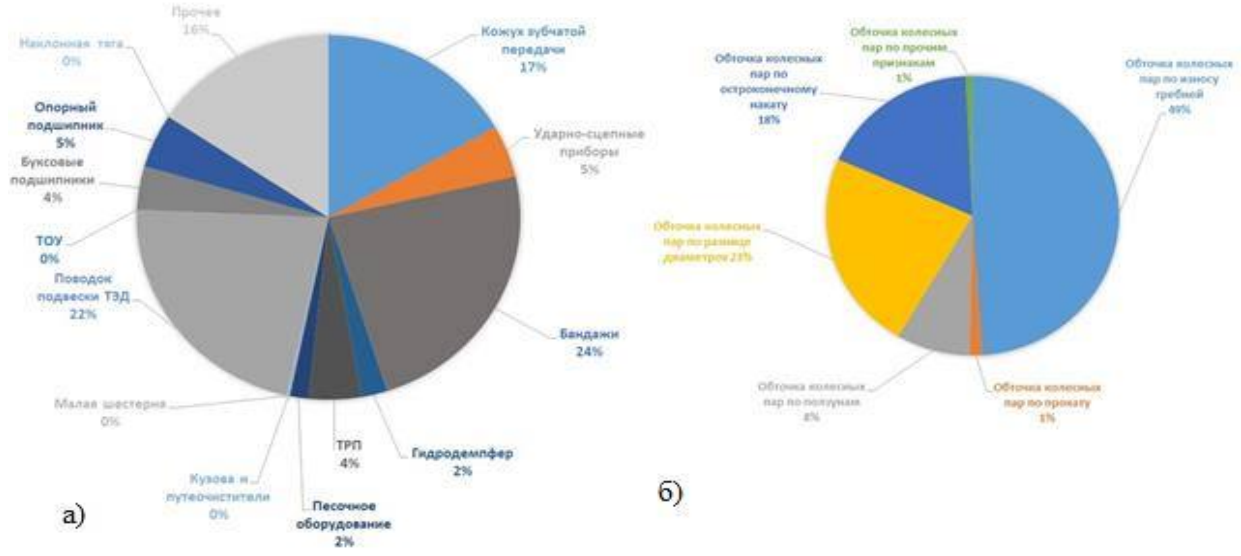


Рис. 1. Распределение показателей отказов механического оснащения(а), распределение показателей обточек колёсных пар(б).

В число лимитирующих узлов механического оснащения входят колёсная пара, а также лимитирующая составляющая данной пары, а именно бандаж.

Проблемой, требующей влияния, является увеличенный износ бандажей колесных пар. Из-за предельных значений параметров гребней и рабочих поверхностей катания часто производятся их обточки (рис. 1. б.)

Специалисты локомотивного хозяйства и компании «Уральские Локомотивы" проводят работы над уменьшением износа бандажей колесных пар. Несмотря на проведения таких работ и получения некоторых положительных результатов, проблемы по качеству технического содержания колесных пар остаются.

Условия, в которых используются электровозы, меняются в сторону ужесточения (увеличение скорости и весов поездов, увеличение длины полигонов обслуживания, увеличение сопротивления движения и требований по транспортной безопасности). Поэтому необходимо непрерывно проводить работы относительно развития результативности технического обслуживания локомотивов, а именно, колесные пары с наибольшим вниманием к негативным нагрузочным факторам, а также точным прогнозированием ресурсов данных элементов.

Как показывают экспертные оценки и исследования в этой области, лучше использовать системный подход с одновременным учетом технологических особенностей эксплуатации, сервисного обслуживания и конструктивного исполнения [1].

По значениям отказов и подробным анализом причин их возникновения была разработана трехуровневая функциональная схема системы управления техническим содержанием колесных пар электровоза.

Система имеет три специфических модуля – эксплуатация, сервисное обслуживание и модернизация, которые соответствуют характерным периодам функционального состояния локомотива. По этим модулям и распределяются нагрузочные факторы влияния и возникают соответствующие причины отказов. Следовательно, также формируются варианты технологических, организационных или конструкторских решений по повышению надежности и эффективности работы объектов управления(рис.2).

Основной для второго уровня является информация из баз данных систем КАСАНТ, КАСАТ, базы технологических решений производителя локомотивов, а также мнения специалистов-экспертов и личные наблюдения.

Для оценки результатов в третьем уровне могут быть использованы такие показатели как надежность, экономичность, безопасность и другие. Непрерывно оценивать результаты необходимо для оперативного влияния на второй уровень управления по обратной связи че-

рез процессор „ИЛИ” (сравнение фактических и заданных значений эффективности) для недопущения развития ошибочных действий с одной стороны и укрепление эффективных решений с другой стороны [2].

Разработанная система позволяет структурировать цели и задачи в соответствие с основным направлением оперативного или долгосрочного развития отрасли и содержит перечень необходимых и обоснованных действий.

В данных исследованиях рассмотрен вариант управления в блоке сервисного обслуживания. Предложена практическая реализация одного из технологических решений по повышению качества контроля и диагностики внедрением комплекта новой техники.

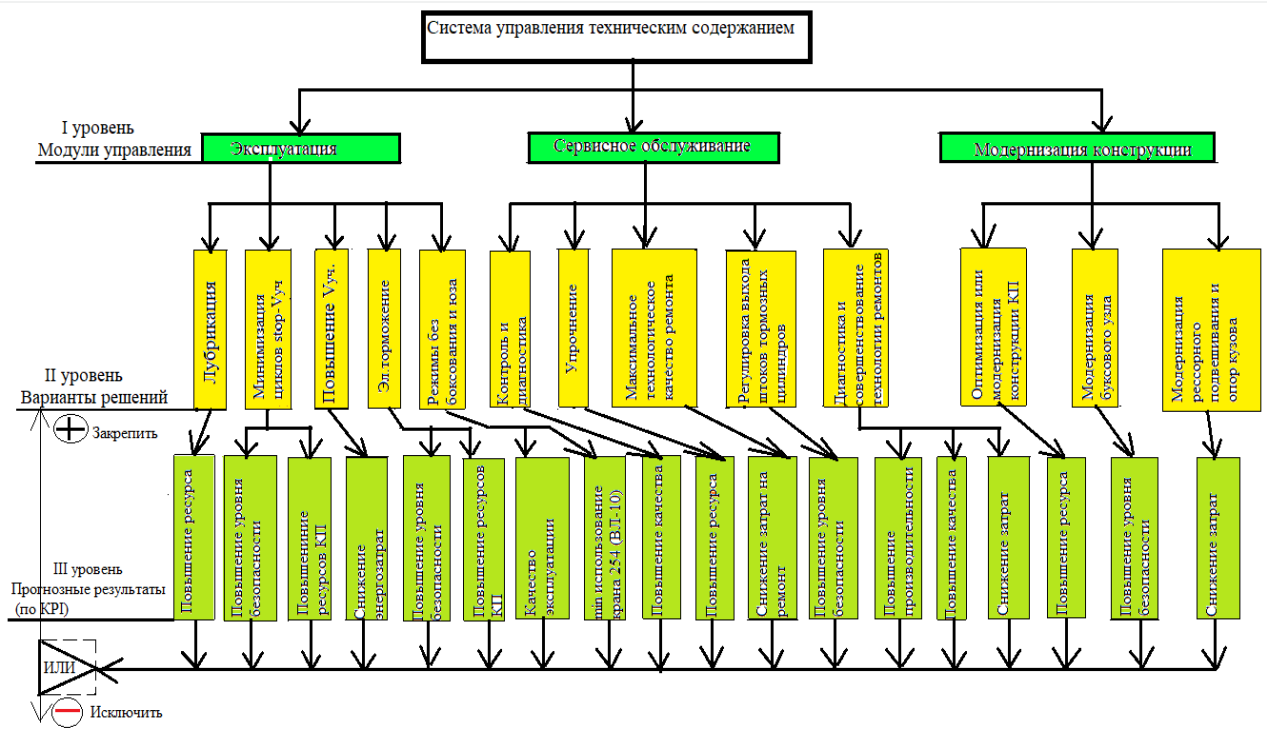


Рис. 2. Функциональная схема системы управления техническим содержанием ЭПС.

Основой комплекта оборудования для реализации способа может быть установка «Контрольно-диагностический комплекс КДК-3» с модулями «Томографик» УД-4-ТМ и «Робоскоп ВТМ» [3, 4].

Робот-манипулятор выполняет действия измерений методом неразрушающего контроля. Осуществляется измерение геометрических размеров элементов колесных пар с помощью лазерного обмера, включая обод, приободную зону, гребень, диаметр колеса и межбандажное расстояние. Дополнительно проводится анализ поверхности катания для выявления дефектов и других повреждений [5].

«Томографик» выполняет действия методом неразрушающего контроля. Основное преимущество – универсальность. Цифровые технологии, которые используются в УД4-ТМ, дали возможность в одном оборудовании осуществить комплекс разных относительно назначения дефектоскопов, которые в наибольшей степени удовлетворяют условиям определенного пользователя. Выбор, а также запуск требуемой программы осуществляется подобно среде операционных систем «Microsoft Windows» через контекстное меню, в котором любая задача – это независимое устройство неразрушающего контроля.

В режиме ультразвукового дефектоскопа УД4-ТМ используется в целях выявления дефектов, установления местоположения дефектов, определения амплитуды эхосигналов, времени распространения УЗ волн, а также задержки в призме. Расширенный динамический диапазон позволяет обнаружить дефекты различной глубины без смены чувствительности.

В режиме вихретокового дефектоскопа УД4-ТМ предназначен для обнаружения усталостных трещин длиной от 3 мм на поверхности материалов с различной электропроводно-

стью. Доступен бесконтактный контроль с зазором от преобразователя до контролируемой поверхности до 0,5 мм.

Также встроен вихретоковый датчик для выявления заводских клеймений бандажей с целью недопущения перебраковки (ложного срабатывания дефектов в зоне клеймений).

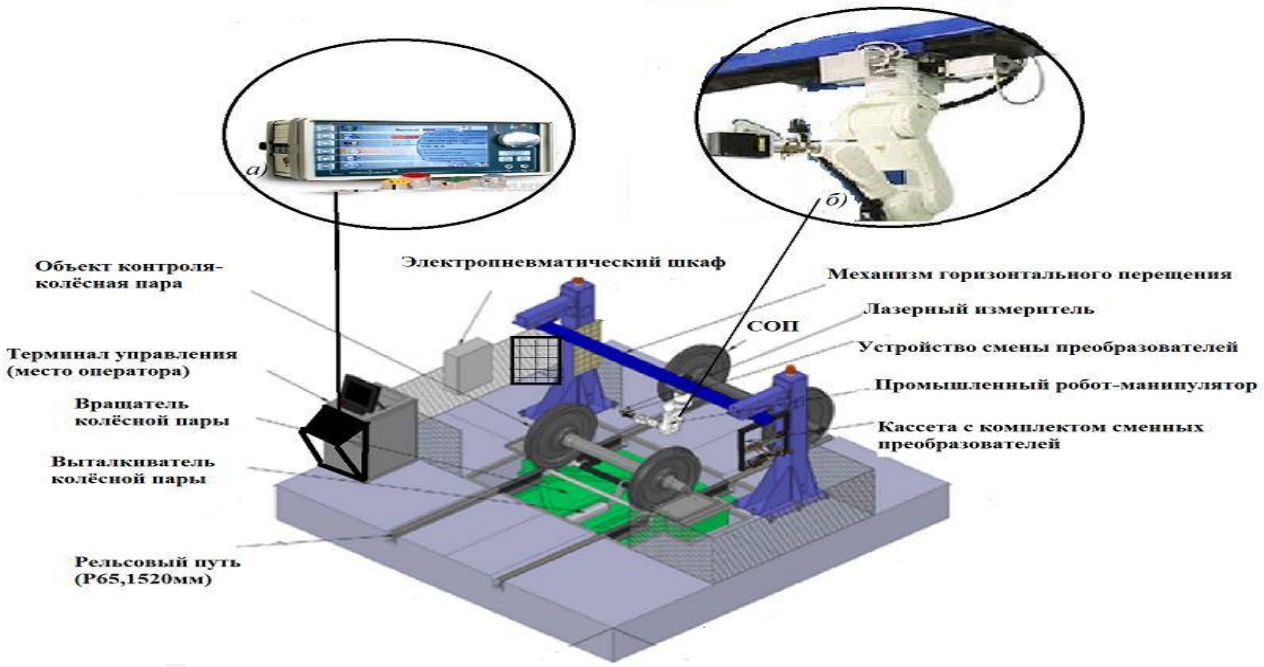


Рис. 3. «Контрольно-диагностический комплекс КДК-3» с модулями: «Томографик» УД-4-ТМ(а) и «Робоскоп ВТМ» (б).

Использование данного оборудование в технологическом процессе ремонта повышает точность измерения параметров колесных пар, повышает уровень внедрения автоматизации диагностических операций и оперативного обнаружения неисправностей, повышает эффективность ремонта, качество диагностики и позволяет сократить время на поиск дефектов, способствует уменьшению временных и финансовых затрат на ремонты и уменьшению количество внеплановых ремонтов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Булатов А.А., Капранов Н.Н., Плохов Е.М. Комплексный подход к оценке технического содержания электровозов и их лимитирующих узлов // Вестник транспорта Поволжья. 2014. № 1 (43). С. 40-43.

2 ГОСТ 27.002-2015.Надежность в технике. Термины и определения. М.: Стандартинформ, 2016. IV, 23 с.

3 ДефектоскопТомографик УД4-ТМ. URL:https://ntcexpert.ru/vihretokovyj-kontrol/vihretokovye-defektoskopy/2070-defektoskop-tomografik-ud4-tm?ysclid=lui86fr8or529926982

4 РОБОСКОП ВТМ-5000/КП. URL: https://www.votum.ru/production/industrialPlantsND/roboskop-vtm-5000---kp/functionality

5 Электровоз грузовой постоянного тока 2ЭС6 с коллекторными тяговыми электродвигателями. Руководство по эксплуатации: часть 6. Описание и работа. Механическое оборудование и системы вентиляции 2ЭС6.00.000.000 РЭ5. URL: https://rcit.su/techinfov0.html

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕМОНТА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ЭЛЕКТРОВОЗОВ НА ОСНОВЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А. А. Шаронов[1], Н. Н. Капранов[2]

На фоне быстрого технологического развития и стремительных изменений в сфере железнодорожного транспорта существует необходимость в совершенствовании процесса ремонта электрических аппаратов электровозов с целью повышения эффективности и оптимизации ресурсов. На сегодняшний день существующие методы ремонта часто характеризуются высокими временными затратами, необходимостью частой замены деталей и интенсивным использованием ручного труда. Поэтому ключевой научной проблемой является поиск и анализ эффективных технологий, которые могут быть успешно интегрированы в процесс ремонта электрических аппаратов электровозов. Эти технологии должны учитывать разнообразные аспекты, такие как автоматизация ремонта и диагностики, оптимизация процесса замены и ремонта компонентов, а также использование аналитических методов для прогнозирования возможных отказов.

Основная цель исследования заключается в разработке инновационных подходов и методов, которые позволят улучшить процесс ремонта электрических аппаратов электровозов, сократить время простоя транспортного оборудования и снизить общие операционные расходы железнодорожных компаний. Учитывая активное развитие железнодорожного транспорта, а также повышение его роли в глобальной транспортной системе, актуальность проблемы совершенствования ремонта электрических аппаратов электровозов становится неоспоримой.

Объектом исследования в данной работе являются электровозы серии 2ЭС6, широко использующиеся на железнодорожных магистралях для перевозки грузов. В целом они характеризуются высокими эксплуатационными показателями, что делает их важным звеном в железнодорожной инфраструктуре.

Однако, как и любое другое техническое оборудование, электровозы серии 2ЭС6 подвержены износу и необходимости регулярного технического обслуживания и ремонта. В настоящее время процесс ремонта электровозов 2ЭС6 включает в себя ряд этапов с типовыми наборами операций (диагностика и анализ проблем, разборка, ремонт или замена деталей, тестирование и контроль качества).

Эти этапы ремонта эффективны, но они также могут сталкиваться с определенными вызовами, такими как длительные сроки ремонта, высокие затраты на трудовые ресурсы и возможность человеческих ошибок.

Были собраны статистические данные об отказах оборудования в процессе эксплуатации электровозов серии 2ЭС6. Анализ данных показан на рисунке 1. Данные получены при наблюдении за одинаковым количеством элементов оборудования 2ЭС6 за длительный период [1].

Распределение отказов на рисунке 2 показало, что максимальное их количество приходится на электрооборудование, то есть – электроаппараты. Такая ситуация складывается не только от того, что их количество на электровозе значительно, но и из-за сложности нагрузочных факторов. Следовательно, и подход к их обслуживанию требуется соответствующий [2].

Исследование неисправностей лимитирующих узлов выявил следующее:

−основной причиной поломки пневматических контакторов ПК-32А ЭТ являются трещины или изломы карболитового корпуса электромагнитного вентиля из-за превышения усилия затяжки креплений,

−механическое заедание подвижного контакта, в дугогасительной камере, является одной из причин вызывающих отказы контакторов 1КМ.016М,

[1] Шаронов Алексей Александрович – студент группы ПС-94, институт ТСПС
[2] Капранов Николай Николаевич – к.т.н.,доцент кафедры «Тяговый подвижной состав»

–длительные эксплуатационные нагрузки реле дифференциальной защиты РДЗ ЭТ становятся причиной деформации стопорной шайбы низковольтной блокировки с выпадением штока низковольтных контактов и разрегулировки тока уставки.

Рис. 1. Статистические данные об отказах оборудования в процессе эксплуатации Электровозов серии 2ЭС6

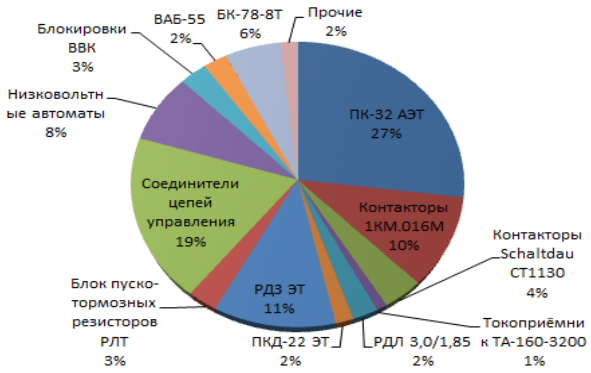


Рис.2. Распределение случаев неисправности электрического оборудования электровозов 2ЭС6

Код	Технология	Метод определения	Значение показателя
1.	ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ (IoT):	CEV	2
2.	АНАЛИЗ ДАННЫХ И МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ:	CEV	3
3.	ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ И ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ (VR/AR):	EXP	1
4.	РОБОТОЕХНИКА И АВТОМАТИЗАЦИЯ:	EXP	2
5.	ОБЛАЧНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:	CEV	1
6.	СЕНСОРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОТКАЗОВ:	CEV	2
7.	3D-ПЕЧАТЬ ДЕТАЛЕЙ:	EXP	2
8.	СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА И УПРАВЛЕНИЯ:	CEV	2
9.	АВТОНОМНЫЕ РОБОТЫ ДЛЯ ИНСПЕКЦИИ И РЕМОНТА:	CEV	3
10.	БЕСПИЛОТНЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ВНУТРЕНЕГО ОБСЛЕДОВАНИЯ:	CEV	3
KPI (Key Performance Indicators) – Значения показателя: 3 – очень высокий; 2 – высокий; 1 – хороший. CEV (Calculated-expert value) - расчетно-экспертное значение. EXP - Экспериментальное			

Рис. 3. Пакет рекомендованных цифровых и субтехнология

Исходя из вышеизложенного следует, что своевременное и качественное проведение всех необходимых работ по поддержанию работоспособности отдельных элементов на основании результатов объективной диагностики электрических цепей при плановых текущих ремонтах, позволит предотвратить большинство отказов электрической аппаратуры электровозов. В первую очередь это относится к силовым электромагнитным и электропневматическим контакторам, соединительным элементам цепей управления и реле защиты.

Для совершенствования ремонта электровозов серии 2ЭС6 на основе эффективных технологий необходимо рассмотреть возможные инновации в процессе диагностики, разработки новых методов ремонта и внедрения автоматизированных систем контроля и тестирования [3].

Рассмотрим несколько эффективных цифровых технологий, которые могут быть применены для улучшения процесса ремонта электрических аппаратов и электровозов в целом (рисунок 3). По каждой технологии был сделан анализ коэффициента полезности от хорошего до очень высокого[4]:

1. **Интернет вещей (IoT):** Внедрение IoT-технологий позволит оснастить электровозы датчиками, с помощью которых можно будет непрерывно мониторить состояние различных систем и компонентов. Это позволит оперативно выявлять потенциальные проблемы и предупреждать о необходимости ремонта до их появления.

2. **3D-печать деталей:** Использование 3D-печати для изготовления запасных деталей позволит сократить время ожидания поставки необходимых компонентов и ускорить процесс ремонта. Это особенно актуально в случаях, когда оригинальные детали недоступны или требуют длительного времени на доставку. КП – высокий.

3. **Автономные роботы для инспекции и ремонта:** Внедрение автономных роботов, способных проводить инспекцию и выполнение рутинных ремонтных работ на элек-

тровозах, поможет сократить время и затраты на техническое обслуживание, а также уменьшит риск травмирования персонала. КП – очень высокий.

Эти эффективные технологии представляют собой лишь небольшую часть потенциала современного прогресса в области железнодорожного транспорта. Их внедрение может значительно повысить эффективность процесса ремонта электровозов серии 2ЭС6 и обеспечить более безопасное и надежное функционирование железнодорожной системы в целом.

Вот несколько примеров успешных реализаций эффективных технологий в области ремонта и обслуживания железнодорожного оборудования, включая электровозы:

1. **GE Transportation Digital Solutions:** Компания GE Transportation разработала платформу Predix, основанную на интернете вещей (IoT), для мониторинга состояния локомотивов и другого железнодорожного оборудования. Эта платформа позволяет оперативно собирать данные о работе электровозов, анализировать их и предсказывать возможные отказы, что помогает сократить время простоя и оптимизировать процесс ремонта.
2. **Siemens Mobility:** Компания Siemens Mobility предлагает систему Railigent, которая использует аналитику данных и искусственный интеллект для мониторинга и диагностики железнодорожного оборудования, включая электровозы. Эта система помогает оперативно выявлять неисправности и предсказывать потенциальные проблемы, что позволяет снизить затраты на обслуживание и повысить надежность железнодорожной инфраструктуры.

Эти примеры демонстрируют, как успешно внедрение современных технологий может повысить эффективность ремонта и обслуживания электровозов, сократить время простоя и улучшить надежность железнодорожной системы в целом.

В данном исследовании, в качестве практической реализации, предлагается прибор нового поколения с целью внедрения его не только в технологический процесс, но и в действующие системы автоматизированного управления КАСАТ и АСУ-Т и другие, а также предлагается совместить базы данных и аналитики с действующими системами МПСУиД. Он называется калибратор - ПРУС для настройки автоматических быстродействующих выключателей постоянного тока (ВАБ-55) (рисунок 4). Он является преобразователем переменного напряжения 220В (380 Вольт) в постоянное низкое напряжение и предназначен для проведения испытательных и наладочных работ с БВ постоянного тока. Прибор создает токи, пропускаемые через главную цепь выключателя величиной от 200 до 8000 А и длительностью до 1,5 с. Калибратор получает питание от трехфазной сети 220 В (380 В) и построен на базе понижающего преобразователя постоянного напряжения, работающего на частоте 15 кГц (кило). Во время испытания постоянно замеряется ток, проходящий в цепи. Значения этого тока отображаются на графике в течение цикла испытания (рисунок 5). По окончании испытания на экране показывается реальное поведение тока в цепи БВ. Настройка защит прямым током выключателей по сравнению с косвенными способами - существенно увеличивает точность и надежность - токовых защит силовой цепи [5].

Рис. 4. Внешний вид ПРУС

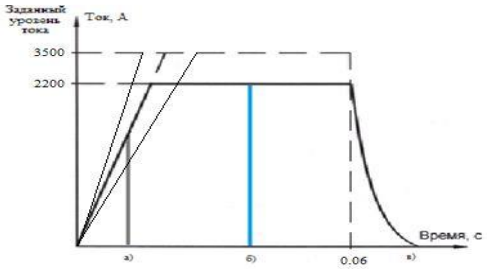


Рис.5. При поведении испытания возможны следующие виды кривой выходного тока:

а) ВАБ отключается во время фронта нарастания тока
б) ВАБ отключается на плоской части импульса
в) ВАБ не отключился

Калибратор выполнен в закрытом корпусе со степенью защищенности, соответствующей стандарту IP10, имеет малую массу и габариты и может переноситься вручную. По сравнению с предыдущим поколением калибраторов он имеет большую индикаторную панель, где можно задавать в графическом виде программу испытаний и визуально наблюдать за величиной тока. Устройство ПРУС оборудовано самоконтролем внутренних отказов а также выходных характеристик на случай невозможности поддержания заданного тока через сниженное напряжение сети питания или завышенного активного сопротивления выходной цепи, которое обусловлено плохим контактом и т.п.

С помощью панели управления можно задавать: – время испытания, – время нарастания тока, – максимальную величину тока, – время усреднения (задержки срабатывания) при определении тока срабатывания БВ. Меняя скорость нарастания тока, калибратор позволяет проводить испытания выключателей на динамическое срабатывание.

Результаты измерений отображаются не только на дисплее прибора, но и записываются на флеш - карточке, данные которой могут анализироваться и протоколироваться на обычном компьютере.

В заключении стоит отметить, что внедрение эффективных технологий в процесс ремонта электровозов серии 2ЭС6 играет ключевую роль в повышении производительности, снижении операционных расходов, улучшении безопасности и надежности железнодорожной системы. Мониторинг состояния оборудования, аналитика данных, автоматизация процессов и другие инновационные подходы позволяют оптимизировать процесс технического обслуживания, сокращая время простоя и повышая эффективность работы электровозов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Технологическое обеспечение ремонта и повышение динамических качеств железнодорожного подвижного состава: Материалы третьей всероссийской научно-технической конференции с международным участием в трех частях. Часть 1 / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2015. 208-215с.

2 Сотников С. Г., Смирнов В. А. Анализ эксплуатационной надежности и причин повреждаемости электрических аппаратов электровозов 2ЭС6, 2ЭС10 // Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов: материалы второй всероссийской научно-технической конференции с международным участием (13 ноября 2014 г.). Омск : ОмГУПС, 2014. С. 49-53.

3 Цифровизация как инструмент управления жизненным циклом подвижного состав. URL: https://opzt.ru/news/cifrovizacija-kak-instrument-upravlenija-zhiznennym-ciklom-podvizhnogo-sostava/

4 Хамитов Р.М., Морин С.В. Применение методов экспертных оценок при выборе средств технического контроля // Компетентность / Competency (Russia). 2022. № 6. С. 16-20

5 Калибратор для настройки автоматических быстродействующих выключателей постоянного тока ПРУС. URL: https://npp-energy.ru/en/produktsiya/diagnosticheskoe-oborudovanie/kalibrator-dlya-nastrojki-avtomaticheskih-bystrodejstvuyushhih-vyklyuchatelej-postoyannogo-toka-prus/

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ МОТОРНО-ОСЕВЫХ ПОДШИПНИКОВ ЭЛЕКТРОВОЗОВ 2ЭС6

Д. С. Хазов[1], М. В. Анахова[2]

Введение. В последнее время на сети Российских железных дорог заметна тенденция к увеличению массы грузовых поездов и интенсификации пассажирских перевозок при сохранении акцента на обеспечении максимального уровня безопасности. Это ставит перед локомотивной отраслью важнейшую задачу - обеспечение надежности и безупречного функционирования локомотивного парка. Во избежание простоев локомотивов в ремонтных депо из-за возникших неисправностей экипажной части необходимо проводить статистический анализ отказов ее основных узлов. Это помогает прогнозировать ресурс экипажной части, предотвращать появление критических дефектов и разрабатывать методы модернизации для повышения надежности и безопасности движения [2].

Особенностью конструкции колесно-моторного блока электровозов 2ЭС6 является применение единого жесткого корпуса для двух моторно-осевых подшипников. Однако при поступлении локомотивов серий 2ЭС6 на сеть железных дорог компании ОАО «РЖД» выявился скрытый дефект - трещины в сварном корпусе подшипников после небольшого пробега, что приводит к нагреву, разрушению и другим серьезным последствиям, снижающим безопасность движения [1,2,3]. Для предупреждения перегрева МОП предлагается применить блок контроля температуры.

Блок контроля температуры для МОП электровоза 2ЭС6 предлагается изготовить из двух основных элементов:

1. Блок температуры МОП (БТМОП).
2. Датчик температуры.

Блок температуры МОП предназначен для:

- измерения величины сопротивления температурного датчика,
- вычисления температуры датчика по его сопротивлению,
- выявления отказов датчиков температуры (короткое замыкание датчика или обрыв цепи датчика),
- передачи данных в микропроцессорную систему управления и диагностики электровоза МПСУиД [4.5],
- вывода информации о температуре нагрева МОП на монитор машиниста.

Внешний вид блока температуры приведен на рис. 1. Блок представляет собой конструктивно-завершенное изделие, выполненное в металлическом корпусе и установленное в шкафу приборов безопасности (ШПБ).

Блок температуры МОП обеспечивает измерение температуры посредством преобразования измеренной величины сопротивления терморезистивных датчиков. БТМОП состоит из двух идентичных модулей, которые монтируются внутри корпуса. Двухканальное построение позволяет обеспечить его работоспособность в случае отказа одного из каналов, повышая тем самым надежность самого электровоза.

[1] Хазов Данил Сергеевич – студент группы ПСЖД-94;факультет ПСиПМ
[2] Анахова Марина Вениаминовна – к.т.н., доцент кафедры «ТПС»

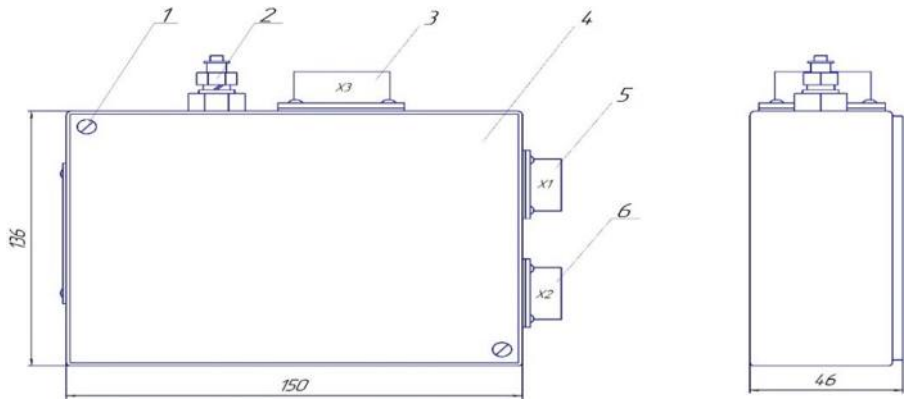


Рис. 1. Внешний вид блока температуры МОП: 1 – болт крепления корпуса, 2 – шпилька крепления заземления, 3 – разъем для подключения датчиков температуры, 4 – корпус, 5 – разъем для подключения к линии связи RS-485, 6 – разъем для подключения питания

Структурная схема одного канала блока температуры представлена на рис. 2. Входное напряжение +50 В постоянного тока поступает на вход источника питания. Источник питания обеспечивает стабилизированное питание микроконтроллера и модулей гальванической развязки напряжением +24 В.

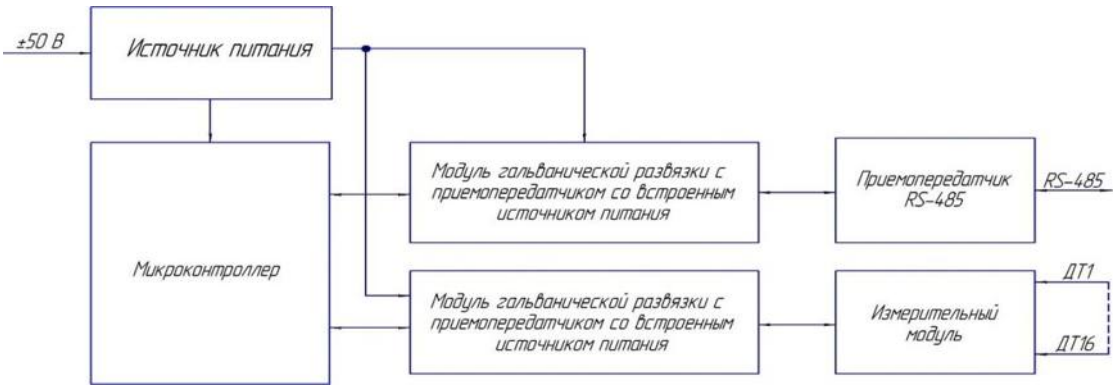


Рис. 2. Структурная схема одного канала блока температуры МОП

Назначение модулей гальванической развязки следующее:

- защита цепей вторичных цепей блока от воздействия электрических напряжений и токов, которые могут привести к выходу блока температуры из строя,
- защита обслуживающего персонала от возможного поражения электрическим током,
- обеспечение необходимой помехозащищённости измерительных каналов блока температуры.

Основой блока температуры является микроконтроллер. Он обрабатывает данные, поступающие с входных периферийных устройств, и передаёт на выходные периферийные устройства. Применительно к разработанной схеме блока температуры микроконтроллер принимает данные о фактически измеренном сопротивлении от измерительного модуля, обрабатывает их и передает в приемопередатчик RS-485. Приемопередатчик RS-485 обеспечивает преобразование измеренного сопротивления в температуру и передает данные в блок центрального вычислителя (БЦВ) микропроцессорной системы управления и диагностики (МПСУиД). Из БЦВ данные о температуре фиксируются в регистраторе параметров (РПМ) электровоза, а также отображаются на мониторе машиниста. Измерительный модуль «собирает» информацию с восьми датчиков температуры, установленных на электровозе 2ЭС6.

Заключение.

Предлагаемый блок температур обеспечит постоянный контроль температурного состояния МОП, что позволит предотвратить перегрев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Электровоз грузовой постоянного тока 2ЭС6 с коллекторными тяговыми электродвигателями. Руководство по эксплуатации. Часть 6. Механическое оборудование и системы вентиляции. 2ЭС6.00.000.000 РЭ5. Екатеринбург, 2011. 100 с.

2 Брексон В. В. Электровоз 2ЭС6 «Синара». Верхняя Пышма: «Уральские локомотивы», 2015. 328 с.

3 Бирюков И.В., Савоськин А.Н., Бурчак Г.П. Механическая часть тягового подвижного состава. М.: Транспорт, 1992. 440 с.

4 Шамин А.А. Механическая часть подвижного состава: курс лекций: В 2-х ч. Ч.1. Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2001. 116 с.

5 Микропроцессорная система управления и диагностики МПСУиД: Руководство по эксплуатации 07Б.02.00.00 РЭ. Екатеринбург: ООО «Научно-производственное объединение САУТ», 2007. – 15 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПЕРЕДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ УЧАСТКА ТЕКУЩЕГО ОТЦЕПОЧНОГО РЕМОНТА ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

К. Ю. Землянская[1], А. В. Жебанов[2]

Введение. В статье рассматриваются вопросы, касающиеся причин снижения производительности участка текущего отцепочного ремонта эксплуатационного вагонного депо перспективной станции и повышение выпуска грузовых вагонов при использовании перспективного и современного оборудования. Для выполнения этой цели необходимо определить проблемы организации в работе участка при выполнении текущего отцепочного ремонта с учетом разработки мероприятий по улучшению производительности его.

На сети железных дорог образовано большое количество различных участков, на которых возможно проводить ремонтные работы в объеме ТР-1 и ТР-2 это и ремонтные тупики, механизированные участки для подготовки грузовых вагонов под погрузку, участки текущего отцепочного ремонта (далее в работе будем рассматривать участок ТОР, т.к. он наиболее распространённое структурное подразделение). Как правило, они примыкают к крупным сортировочным станциям и местам массовой погрузки-выгрузки. Участок формируется на железнодорожных путях, которые входят в состав пункта технического обслуживания – структурного подразделения эксплуатационного вагонного депо. Основным местом для проведения всех операций по восстановлению работоспособности грузовых вагонов является железнодорожный путь, который и специализируется на производстве текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов различных моделей [1,2].

Основная часть. С целью выполнения вышеописанной проблематики необходимо провести глубокий анализ научно-технической и патентной литературы в области поиска перспективного и передового оборудования, подбора подходящих сквозных цифровых технологий для применения на участке ТОР грузовых вагонов [3, 4].

В техническое оснащение участка ТОР должно входить оборудование обеспечивающее соблюдение всего технологического процесса, в том числе перемещение запасных частей, выполнение технически сложных операций и др. (в соответствии со схемой участка ТОР – рисунок 1). Непосредственное руководство участком ТОР грузовых вагонов осуществляет мастер участка ТОР, который и организует весь процесс ремонта грузовых вагонов.

[1] Землянская Каролина Юрьевна – студент группы ПС-93, ИТСПС

[2] Жебанов Александр Владимирович – к.т.н., доцент кафедры «ВХНТК»

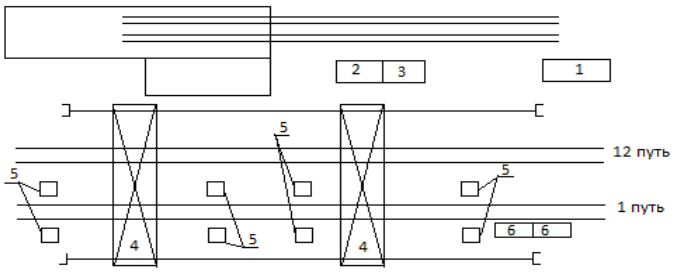


Рис. 1. Схема участка ТОР
1 – Помещение обогрева, 2 – Место хранения ремонтопригодных запасных частей, 3 – Место хранения забракованных деталей, 4 – Кран мостовой, 5 – Домкраты, 6 –Стеллажи для запасных частей

Все участки ТОР, принадлежащие холдингу ОАО «РЖД» имеют, как правило, один путь и четыре ремонтные позиции. При этом на железных дорогах эксплуатируется достаточно большое количество грузовых вагонов, вследствие чего становится очевидно, что участки ТОР такого размера не способны обработать все нуждающиеся грузовые вагоны, поступающие в ремонт, в срок (в том числе увеличивается количество отцепок грузовых вагонов при поступлении в эксплуатацию новейших средств технической диагностики, работающих на основе принципа предиктивной аналитики) [5,6]. Эта проблема вызывает высокий простой грузовых вагонов в ожидании ремонтных операций.

Начальной стадией ремонта является производство маневровых работ для оптимальной расстановки неисправных грузовых вагонов с учетом имеющихся неисправностей, при этом обязательным требованием является закрепление тормозными башмаками. Только после контроля закрепления мастер участка ТОР дает разрешение на выполнение ремонтных работ.

Т.к. полувагон является наиболее распространённой моделью грузовых вагонов курсирующих по железным дорогам, целесообразно более детально обратить внимание на его восстановление работоспособности при поступлении на участок ТОР. Так, например, в крышках люков полувагонов, ремонтируемых без снятия их с вагона, разрешается:

- приварка усиливающей планки переднего угольника обвязки крышки люка,
- приварка под угольники накладок,
- заварка не более двух трещин в листе крышки длиной не более 100 мм.

Обращая внимание на технологическую операцию по воостанговлению крышек люков полувагонов видно, что производительность участка текущего отцепочного ремонта снижается за счет большого количества ручного труда. Не говоря уже о том, что это также повышается вероятность возникновения производственных травм. Внедрение нового оборудования для работы с крышками люков полувагонов поможет оптимизировать участок ТОР грузовых вагонов.

Таким образом, при изучении структуры депо перспективной станции и технологического процесса ремонта вагонов, были разработаны несколько мероприятий по оптимизации участка ТОР грузовых вагонов:

1. Обеспечить технологическую операцию по восстановлению работоспособности крышек люков полувагонов перспективным оборудованием для улучшения качества выпускаемых грузовых вагонов.
2. Выделить зоны складирования ремонтопригодных и отбракованных запасных частей с их четким разделением для оптимизации работы сотрудников задействованных при ремонте грузовых вагонов на участке ТОР.
3. Произвести корректировку расстановки стеллажей для запасных частей, переместив их на среднюю часть участка ТОР.

Ниже на рисунке 2 размещена диаграмма Исикавы с анализом факторов, влияющих на производительность участка ТОР, которую выполнили с целью подтверждения правильности сформированных мероприятий. Эта диаграмма является одним из инструментов бережливого производства, выявляющая узкие места в производственном цикле разбивая на факторы и подфакторы весь процесс [7,8].

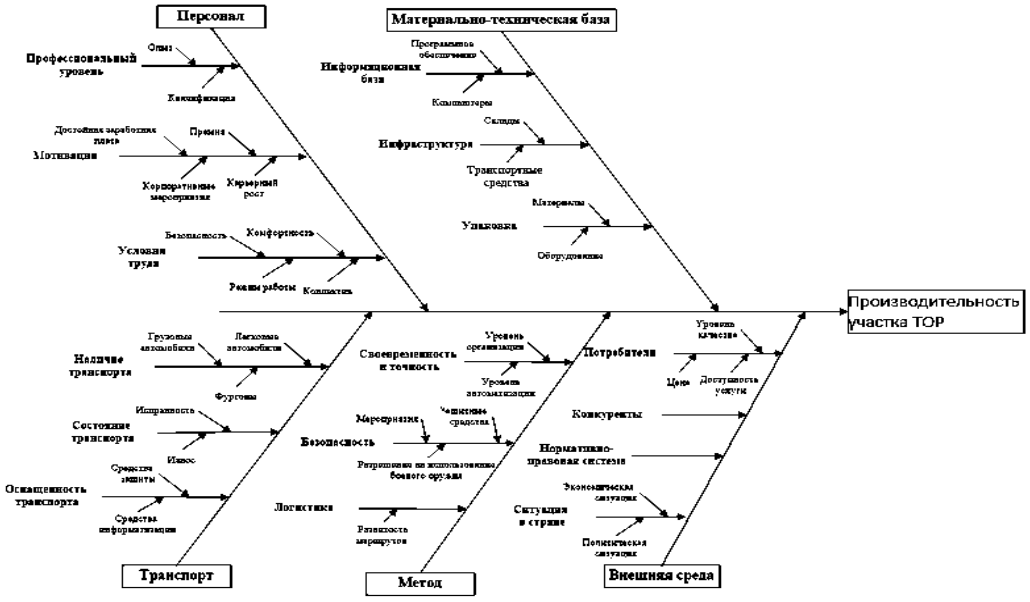


Рис. 2. Анализ факторов производительности ТОР

Одним из важных факторов является персонал – неотъемлемая часть работы любого участка по ремонту или цеха. Причинами второго порядка этого фактора являются: профессиональный уровень, мотивация и условия труда. С персоналом ситуация не так критична, но при этом необходимо улучшить профессиональную базу знаний по нормам и требования к текущему ремонту грузовых вагонов.

Вторым важным фактором выступает материально-техническая база. Для того, чтобы структурное подразделение (участок ТОР) в полном объеме использовало свои производственные мощности оно должно быть достаточно укомплектовано запасными частями и деталями, причем с четко сформированной системой слежения за их пополнением и качественными характеристиками. Причинами второго порядка этого фактора являются: информационная база, инфраструктура. В этот процесс можно внедрить систему электронного документооборота и электронно-цифровую печать (подпись) с целью создания цифровых ресурсов для быстродействия и уменьшения человеческого фактора в процессе снабжения запасных частей.

Для работы участка возможно использование различных методов с целью достижения результатов, а именно: своевременность и точность, безопасность, своевременная транспортировка, налаженное снабжение запасными частями, использование актуальной нормативно-технической документации, внутренние факторы.

Заключение. Таким образом, расходы на технические средства и перестановку оборудования на участке ТОР составят порядка 3,5 миллионов рублей. Выполнение мероприятий по улучшению позволяют сэкономить в среднем до 20 минут на ремонт крышек люков одного полувагона и до 10 минут на 4 вагона (при расчете 4 позиций ремонта) за счет перемещения стеллажей и контейнеров для деталей в более удобное пространство.

Тарифная ставка слесаря по ремонту подвижного состава пятого разряда на текущий момент составляет 149,76 руб/час, со всеми премиальными выплатами и в соответствии с годовым фондом рабочего времени заработная плата составит 538 000 рубля в год. Соответственно экономия будет с заработной платы 50 000 рублей от сокращения времени работы слесаря по ремонту подвижного состава. При этом, высвободившееся время слесаря по ремонту подвижного состава будет затрачено на проведение технологических операций большего количества грузовых вагонов, что позволит сократить их простой в ремонте и увеличить выпуск вагонов с участка ТОР в смену, тем самым повысив производительность участка и годовую программу в целом. Дополнительным положительным эффектом может являться повышение заработной платы слесаря по ремонту подвижного состава за счет увеличения

объема работ, с целью мотивационной поддержки и развития участка ТОР. Ориентировочно годовая программа увеличится на 165 вагонов в год, усредненная стоимость ремонта вагона (ТР-1, ТР-2) составляет 9 000 рублей. Экономический эффект описанных мероприятий составит 1 485 000 рублей со сроком окупаемости 3 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Протасова А. Д., Жебанов А. В. Цифровая технология при организации работ участка ТОР // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики : материалы III Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, 21–22 марта 2023 года. Оренбург: ОрИПС – филиала СамГУПС, 2023. С. 155-161.

2 Меншутина Е. Р., Жебанов А. В. Предиктивная аналитика при ремонте колёсных пар // Техника и технологии наземного транспорта : материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 14 декабря 2022 года. Нижний Новгород: Филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 494-499.

3 Александрова Т. А., Жебанов А. В. Применение цифровых технологий при организации работы участка текущего отцепочного ремонта // Дни студенческой науки : сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. Самара: СамГУПС, 2022. С. 101-103.

4 Жебанов А. В., Краснова И. А. Применение сквозных цифровых технологий при организации производства и ремонта вагонов // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 41-43.

5 Александрова Т. А. «Бережливое производство» как инструментарий для оптимизации производственной деятельности участков текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов // Дни студенческой науки : Сборник материалов 48-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 06–16 апреля 2021 года. Том 1, Выпуск 22. Самара: СамГУПС, 2021. С. 96-98.

6 Воеводина С. П., Жебанов А. В. Новый подход к организации ремонта вагонов, основанный на текущем техническом состоянии // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики : материалы III Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, 21–22 марта 2023 года. Оренбург: ОрИПС – филиала СамГУПС, 2023. С. 17-20.

7 Протасова А. Д., Жебанов А. В. Методы бережливого производства, используемые при эксплуатации вагонов // Наука и образование: актуальные вопросы теории и практики : материалы III Международной научно-методической конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара, 21–22 марта 2023 года. Оренбург: ОрИПС – филиала СамГУПС, 2023. С. 111-116.

8 Воеводина С. П., Жебанов А. В. Развитие железнодорожного транспорта с помощью внедрения технологий бережливого производства // Приоритетные направления развития науки и технологий : доклады XXXII международной научно-практической конференции, Тула, 15 марта 2023 года / Под общ. ред. В.М. Панарина. Тула: Издательство «Инновационные технологии», 2023. С. 187-190.

РАСШИРЕНИЕ ПУТЕВОГО РАЗВИТИЯ УЧАСТКА ТОР СТАНЦИИ А В УСЛОВИЯХ РОСТА ОБЪЕМОВ ГРУЗОПЕРЕВОЗОК

С. П. Воеводина[1], С. В. Коркина[2]

Введение. Согласно стратегии развития холдинга ОАО «РЖД», к 2030 году объемы грузоперевозок будут увеличены на 500–800 млн тонн от показателей перевозок в настоящее время. Помимо этого, первостепенным планом стратегии является сохранение лидирующих позиций по международным грузоперевозкам. Также важным аспектом остается постоянное повышение уровня безопасности движения и сохранности перевозимых грузов. Для достижения всех поставленных целей непосредственно требуется качественное техническое обслуживание, которое напрямую зависит от уровня технологического оснащения ремонтных предприятий.

Для вагонного комплекса определены основные направления деятельности, способствующие достижению поставленных целей холдингом ОАО «РЖД». Таким образом, необ-

[1] Воеводина Софья Павловна – студент группы ПС-93, институт ТСПС

[2] Коркина Светлана Владимировна – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой «Вагонное хозяйство и наземные транспортные комплексы»

ходимо способствовать развитию систем мониторинга и диагностики подвижного состава, снижать трудоемкость производственных процессов, расширять перечень предоставляемых услуг, и многочисленные прочие направления, обеспечивающие эффективность работы всех структурных подразделений.

С учетом того, что в настоящее время наблюдается устойчивая тенденция роста грузоперевозок, растут и объемы погрузки. Это приводит к необходимости организации и расширения функций и производственных мощностей на станциях формирования грузовых составов. Кроме того, за последнее время введены новые схемы подготовки вагонов на крупных узловых и сортировочных станциях. Потребность в росте технологических возможностей ППВ и ТОР обусловлена также и поэтапным внедрением интегрированных постов контроля технического состояния подвижного состава (ППСС) на подходах к ПТО сортировочных станций, что, в свою очередь, приводит к увеличению количества отцепок грузовых вагонов по неисправностям.

Таким образом, опираясь на вышеизложенное, логично сделать вывод, что одним из самых приоритетных направлений, является развитие технологических мощностей пунктов подготовки вагонов к перевозкам [1–5].

Основная часть. Проведенная аналитика позволила сделать вывод, что в настоящее время участок ТОР на станции А реализует текущий отцепочный ремонт со средним суточным выпуском в 14 ед. В ближайшие 2024 – 2025 годы предполагается увеличение объемов ТОР до 65 единиц в сутки. Объект исследования – станция А, является крупной сортировочной станцией, где реализуется формирование порожних грузовых составов с последующей отправкой в пункты погрузки. В современных условиях изменения направления вагонопотоков и роста объемов перевозок возникает необходимость реализации подготовки подвижного состава непосредственно на станциях формирования, что ь позволит исключить пересылку вагонов, сократить время подготовки под погрузку и увеличить суточный объем выпуска. Кроме того, с возрастанием объемов транзитных грузоперевозок, требуется развитие мощностей производственных участков ТОР (ППВ) с целью обеспечения возможности реализации текущего отцепочного ремонта как в объеме ТР–1, так и в объеме ТР–2 .

Таким образом, создание ППВ на станции А представляется целесообразным рациональным решением, которое позволит оптимизировать процесс подготовки вагонов, сократить время подготовительных операций и реализовать потребность в увеличении суточного объема выпуска вагонов из ремонта.

Пункт подготовки вагонов предлагается создать на 65 – ом пути, который в настоящий момент используется для накопления вагонов в ожидании очереди постановки на ремонт на участок ТОР. Предлагаемый ППВ будет открытого типа, что даст возможность размещения крупногабаритного технологического оборудования [6,7].

За основу для начала развития технологических мощностей предполагаемого пункта подготовки предлагается размещение вагоноремонтной машины «Иртыш». Требованием для ее эксплуатации является необходимость укладка рельсового пути с шириной колеи 4676 мм. Так как ВРМ «Иртыш» является самоходной, рельсовый путь необходим ей для перемещения вдоль ремонтируемого вагона. Важным плюсом размещения ППВ непосредственно на 65 – ом пути является близость к сортировочной горке, что в последствии позволит сократить время на проведение маневровых операций после проведения подготовки к погрузке.

ВРМ «Иртыш» является многофункциональной машиной, способной выполнять одновременно различные ремонтные операции, а общий уровень механизации процесса подготовки при использовании «Иртыша» составляет почти 80 %, что приводит к значительному снижению затрат времени на проведение ремонтно – восстановительных работ с одним вагоном [8]. Таким образом, повышение механизации производства и снижение времени на проведение операций с одним вагоном, также станут составляющими в общем повышении объемов суточного выпуска отремонтированных и подготовленных к погрузке вагонов, что повлечет за собой повышение показателей самого предприятия.

Вопрос создания и развития пунктов подготовки вагонов к перевозкам будет иметь актуальность в пределах абсолютно любой дороги, так как объемы грузопотоков постоянно

растут, а направления изменяются. Помимо этого, один грузовой вагон, за весь жизненный цикл, делает в среднем 3 – 4 оборота через один ППВ [9].

Заключение. Результатом внедрения ВРМ «Иртыш», послужит снижение необходимости пересылки вагонов к местам проведения подготовительных операций. Таким образом представится возможным отправлять к станциям погрузки полностью сформированные и подготовленные составы непосредственно из зоны формирования. Также важным преимуществом является то, что технологическая мощность предполагаемого ППВ позволит выполнять не только операции по ТР-1, но и по ТР-2.

Результатом внедрения вагоноремонтной машины «Иртыш» выступит непосредственное исключение необходимости пересылки вагонов к местам проведения подготовки, а следовательно, из зоны формирования на станции А, представится возможным отправлять к станциям погрузки сформированные и подготовленные поезда. Кроме того, немаловажным фактором будет являться обеспечение возможности выполнения ремонта не только по программе ТР-1, но и по программе ТР-2, что в свою очередь, приведет к увеличению объема суточного выпуска вагонов.

Также благодаря увеличению объема работ на участке проведения текущего отцепочного ремонта, со временем произойдет сокращение пункта технического обслуживания вагонов. При успешной реализации проекта, будут выделены дополнительные денежные средства для дальнейшего развития технологических мощностей. Так, например, может увеличиться количество вагоноремонтных машин, либо добавится другое механизированное оборудование, что повлечет за собой еще большее увеличение суточного выпуска отремонтированных и подготовленных к погрузке вагонов. Основываясь на данную тенденцию, со временем участки ТОР выполняющие относительно не большие объемы работ будут сокращены, а участки гарантийной ответственности для безаварийного следования поездов увеличены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Воеводина С. П., Коркина S. V. Перспективные направления развития пунктов подготовки вагонов к перевозочному процессу // Актуальные проблемы современного транспорта. 2023. № 2(12). С. 15 − 23.

2 Жебанов А. В., Коркина С. В. Современные тенденции в обеспечении бесперебойности перевозочного процесса железнодорожного транспорта // Вызовы и решения для бизнеса: ВЭД в новых реалиях: сборник материалов III Международного внешнеэкономического научно-практического форума, Москва, 14 декабря 2022 года. Москва: РЭУ имени Г.В. Плеханова, 2023. С. 119−122.

3 Мусаев Ж.С., Шимбулатова А.Б., Бекмамбет К.М., Джабекова А.К. Оптимизация размещения и развития пунктов подготовки вагонов под погрузку математическим моделированием // Вестник казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2008. № 5. 26−30 с.

4 Коркина С. В., Шпетко А. В. Контроль технического состояния грузовых вагонов с применением цифровых технологий // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 70-73. EDN MNAEVE.

5 Воеводина С. П., Коркина С. В. Развитие пунктов подготовки грузовых вагонов к перевозкам // Транспортная наука и инновации: материалы международной научно-практической конференции, Самара, 01−02 июня 2023 года. Самара: СамГУПС, 2023. С. 19−22.

6 Воеводина С. П., Коркина С. В. Развитие технологической подготовки участка тор ПТО станции N // Наука и образование транспорту. 2023. № 1. С. 25−28.

7 Воеводина С. П., Коркина С. В. Развитие технологической подготовки участка тор станции А Приволжской железной дороги // Современные тенденции развития транспортной отрасли: материалы Международной научно − практической конференции, Нижний Новгород, 15–16 февраля 2024 года. Нижний Новгород, 2024. С. 214−219.

8 Федосенко М. О., Васильев С. М. Анализ механизации работ по правке кузовов в Жлобинском вагонном депо // Проблемы безопасности на транспорте: материалы X Международной научно -практической конференции: в 5 частях, Гомель, 26–27 ноября 2020 года / Том Часть 5. Гомель: БелГУТ, 2020. С. 134−135.

9 Воеводина С. П., Коркина С. В. Экономический эффект от развития пунктов подготовки вагонов на Приволжской железной дороге // Актуальные проблемы современного транспорта. 2023. № 3 (13). С. 50−57.

ПРИМЕНЕНИЕ МОБИЛЬНОГО ГОЛОСОВОГО ИНФОРМАЦИОННОГО УСТРОЙСТВА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ НА ПТО

Я. Е. Ершов[1], Г. Г. Киселев[2]

Введение. Для обеспечения безопасности и повышения качества работы вагонного хозяйства необходимо уделять особое внимание контролю за техническим состоянием вагонов в процессе их эксплуатации и ремонта [1].

Техническое обслуживание вагонов является одной из ключевых задач вагонного хозяйства. Это процесс, который включает в себя регулярную проверку и ремонт вагонов, чтобы обеспечить их безопасность и надежность в эксплуатации.

Безопасность и надежность вагонного парка являются важными факторами для обеспечения безаварийной эксплуатации вагонов в пути следования. Чтобы достичь этой цели, необходимо проводить качественное техническое обслуживание вагонов. Помимо оперативного выявления неисправностей, необходимо также разработать эффективную стратегию для минимизации времени простоя. Необходимо отметить, что для повышения уровня технической эксплуатации вагонов необходимо улучшать их техническое обслуживание на пункте технического обслуживания (ПТО) [2].

С постоянным развитием технологий и увеличением объемов грузоперевозок, необходимость в надежном контроле технического состояния вагонов становится все более актуальной. Благодаря использованию новых цифровых технологий и технических решений, процесс технического обслуживания подвижного состава значительно ускорился и стал более эффективным [3].

Первостепенной задачей осмотрщика-ремонтника вагонов является обеспечение безопасности и надежности подвижного состава посредством проведения операций технического обслуживания вагонов. Строгое соблюдение технологии осмотра является ключевым фактором для получения достоверной информации о состоянии подвижного состава [4].

В работе осмотрщика важным является соблюдение установленного времени проведения осмотра, в течение которого он должен осматривать все вагоны поезда за отведенный норматив времени. Такой подход позволяет не допускать возникновения задержек в работе железнодорожного транспорта и тем самым обеспечивая его бесперебойную работу [5].

Важно отметить, что осмотрщик должен быть профессионалом в своей области. Он должен знать все технические характеристики вагонов и уметь быстро и точно определять неисправности [6].

При проведении осмотра подвижного состава необходимо учитывать множество показателей и параметров, которые оказывают влияние на техническое состояние вагона. Это требует использования большого объема информации, чтобы обеспечить надлежащее функционирование и безопасность железнодорожного транспорта.

Кроме того, необходимо обратить внимание на важный аспект - контроль за состоянием ответственных деталей подвижного состава. Поэтому осмотрщик вагонов в процессе технического обслуживания применяет специальные шаблоны, инструменты и оборудование для контроля различных параметров [7-10]. В результате этого появляется возможность оперативно выявлять неисправности и предотвращать появление аварийных ситуаций.

Не менее важным является использование информации для принятия управленческих решений. При наличии информации о состоянии подвижного состава, можно спланировать ремонтные работы и заменить неисправное оборудование.

В связи с этим фактом, следует отметить, что большое количество информации, которая используется в процессе технического обслуживания подвижного состава, играет важную роль в обеспечении безопасности и работоспособности вагонов. Возможность быстрой

[1] Ершов Ярослав Евгеньевич – студент группы ПСЖД-93, институт ТС и ПС
[2] Киселев Геннадий Геннадьевич – к.т.н., доцент кафедры «ВХНТК»

реакции на изменения, происходящие в железнодорожной отрасли, обеспечивается благодаря постоянному анализу и обновлению информации. Это позволяет быстро реагировать и принимать верные решения, которые будут направлены на поддержание стабильной работы железнодорожного транспорта.

Основная часть. Внедрение новых цифровых технологий в работу осмотрщика вагонов является необходимым шагом для повышения эффективности процесса технического обслуживания, а также позволяет снизить нагрузку на других работников [11]. В этой связи, одним из наиболее важных и актуальных решений является внедрение виртуального помощника с поддержкой искусственного интеллекта [12]. Новое инновационное решение позволит осмотрщику вагонов выполнять свою работу с большей эффективностью.

Виртуальный цифровой помощник является инструментом для работников ПТО, благодаря которому они могут получать необходимую информацию о технических характеристиках подвижного состава и оборудования, а также инструкции по его эксплуатации. Он предоставляет подсказки и рекомендации по устранению возможных неисправностей, что значительно упрощает и ускоряет процесс работы.

С помощью него можно получить доступ к нормативно-технической документации, что способствует повышению уровня квалификации работников и улучшению качества выполняемой ими работы [13].

Искусственный интеллект, созданный специально для осмотрщиков вагонов, представляет собой инновационный продукт, основанный на технологии виртуальной реальности [14]. Он обладает уникальными возможностями и способен автоматически распознавать голосовую информацию работника, что значительно упрощает процесс осмотра вагонов. Программное обеспечение предоставляет возможность получения возможности управления данными, используя инструкции и нормативно-техническую документацию. В связи с этим будет возможным использование их в качестве основы для составления учетных форм и принятия решений о постановке вагонов на ремонтную позицию. В результате такого подхода удается существенно ускорить и упростить рабочий процесс, а также повысить качество и точность получаемой информации. Виртуальный цифровой помощник является незаменимым инструментом для эффективной работы с технической документацией и обеспечивает более быстрое и качественное выполнение задач. Благодаря этому инновационному продукту, работники ПТО станции могут оперативно принимать решения и эффективно управлять процессом ремонта вагонов, что в свою очередь способствует повышению производительности и качества работы станции. Принципиальная схема голосового информационного устройства осмотрщика вагонов представлена на рисунке.

Рис. Принципиальная схема голосового информационного устройства осмотрщика вагонов

Заключение. Внедрение виртуального цифрового помощника с искусственным интеллектом в технологический процесс технического обслуживания вагонов на ПТО позволит значительно улучшить работу и повысить эффективность данного процесса. Во-первых, бла-

годаря голосовому помощнику будет сокращено время, затрачиваемое на выполнение задач, так как он сможет выполнять множество операций одновременно и без задержек. Благодаря этому появится возможность уменьшить время простоя поездов и повысится их пропускную способность. Во-вторых, у виртуального помощника будет гораздо больше возможностей в плане информации и знаний, чем у человека, что позволит ему получать информацию и справки по голосовому запросу. И наконец, в третьих, благодаря специальным программным и алгоритмическим системам, система может точно распознать и записать все данные в учетные формы, которые были произнесены осмотрщиком вагонов.

По итогу, внедрение виртуального цифрового помощника с искусственным интеллектом в технологический процесс технического обслуживания вагонов на ПТО может принести много положительных результатов, которые будут включать повышение эффективности и качества выполняемой работы, сокращение времени и затрат, а также снижение рисков возникновения аварийных ситуаций. Это сделает процесс обслуживания более эффективным и безопасным для всех участников

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Киселев Г. Г. Система для оперативного контроля и соблюдения технологической дисциплины процесса осмотра подвижного состава на ПТО /// Наука и образование: достижения и перспективы: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 21 декабря 2023 года. Самара Саратов: ООО «Амирит», 2023. С. 35-40. EDN BPLWCZ.

2 Киселев Г. Г. Рационализация процесса технического осмотра подвижного состава // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2023. № 69. С. 90-99. EDN NXWDHH.

3 Киселев Г. Г. Многофункциональная досмотровая штанга осмотрщика вагонов // Вагоны и вагонное хозяйство. 2023. № 1 (73). С. 27-28. EDN MPMMJU.

4 Киселев Г. Г. Досмотровая штанга осмотрщика вагонов: патент на полезную модель № 213474 U1 РФ, МПК B61K 13/00, G02B 23/26.: № 2022102405: заявл. 02.02.2022: опубл. 13.09.2022. EDN QRBIXZ.

5 Протасова А. Д., Киселев Г. Г. Повышение безопасности движения путем достоверного контроля литых деталей грузовых вагонов на ПТО / А. Д. Протасова, // Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры: Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 07 апреля 2022 года. – Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 138-142. EDN HZZATH.

6 Бабушкин, М. С. Внедрение ресурсосберегающих технических средств в эксплуатационном вагонном депо / М. С. Бабушкин, Г. Г. Киселев // Дни студенческой науки: сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. Самара: СамГУПС, 2022. С. 104-106. EDN SCJQJI.

7 Киселев Г. Г., Дорофеева Д. С. Молоток осмотрщика вагонов: патент на полезную модель № 187866 U1 РФ, МПК B25F 1/00, B25D 1/00, № 2018147014: заявл. 26.12.2018, опубл. 21.03.2019. EDN RQASNO.

8 Киселев Г. Г. Контрольно-диагностическое устройство для осмотра подвижного состава: патент на полезную модель № 221093 U1 РФ, МПК B61K 13/00, B61K 9/12, G02B 23/26, № 2023123536: заявл. 12.09.2023, опубл. 18.10.2023. EDN XNDVRD.

9 Алексеев Г. Б. Применение контрольно-диагностического устройства для осмотра подвижного состава на ПТО // Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры : материалы международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 26 мая 2023 года. г. Нижний Новгород: филиал СаМГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2023. С. 131-135. EDN AREFYU.

10 Киселев, Г. Г. Применение эффективных цифровых технологий при измерении геометрических параметров колесных пар / Г. Г. Киселев, А. Д. Протасова // Наука и образование: достижения и перспективы: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 21 декабря 2023 года. Самара – Саратов: ООО «Амирит», 2023. С. 268-273. EDN JJQNSF.

11 Киселев Г. Г. Новые передовые цифровые технологии на ПТО для контроля и прогнозирования технического состояния грузовых вагонов // Транспортная наука и инновации : материалы международной научно-практической конференции, Самара, 01–02 июня 2023 года. Самара: СамГУПС, 2023. С. 31-35. EDN HTUWGA.

12 Киселев Г. Г. Виртуальный цифровой помощник для голосового взаимодействия с работниками эксплуатационного вагонного депо // Наука, образование, транспорт: актуальные вопросы, приоритеты, векторы взаимодействия : Материалы II Международной научно-методической конференции. В 3-х частях, Оренбург, 08–09 ноября 2023 года. Оренбург: СамГУПС, 2023. С. 47-50. EDN JKJTKP.

13 Киселев Г. Г. Искусственный интеллект в системе мониторинга, диагностики и прогнозирования технического состояния подвижного состава / Известия Тульского государственного университета. Технические науки. 2024. № 3. С. 621-626. DOI 10.24412/2071-6168-2024-3-621-622. EDN NJTEGQ.
14 Киселев Г. Г. Автоматизация технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО с помощью искусственного интеллекта // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 57-60. EDN XUZRRG.

МОНИТОРИНГ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ОСНОВЕ ДИСТАНЦИОННОГО АКУСТИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Г. Э. Жилин[1], Г. Г. Киселев[2]

Введение. Железнодорожный транспорт Российской Федерации является одним из ключевых элементов национальной инфраструктуры и играет важную роль в экономическом развитии страны. Эффективное функционирование железнодорожной отрасли имеет огромное значение для формирования перспективных предпосылок в целях технического перевооружения и трансформации в направлении прогрессивного метода рационализации железнодорожного транспорта [1].

В настоящее время, железнодорожный транспорт является одним из самых современных и эффективных видов транспорта, который способен перевозить большое количество пассажиров и грузов на дальние расстояния. Благодаря этому, он выполняет основную функцию в развитии межрегиональных и международных связей, способствуя развитию торговли и экономического сотрудничества.

Важно понимать, что организация железнодорожных перевозок – это сложный и ответственный процесс, который требует соблюдения определенных правил и условий. Во исполнение обеспечения бесперебойного движения поездов необходимо, чтобы функциональные филиалы, службы и структурные подразделения, непосредственно занимающиеся этим процессом, выполняли свои задачи на высоком уровне.

Поддержание технически исправного состояния и своевременный ремонт подвижного состава играют ключевую роль в обеспечении надёжности и безопасности перевозок. Своевременное и эффективное выполнение этих процедур − базовые условия для успешной работы железнодорожной транспортной системы [2].

Техническое обслуживание включает в себя комплекс мер по проверке, диагностике и профилактическим работам, направленным на поддержание исправности и работоспособности железнодорожного подвижного состава [3]. Ремонт же подразумевает устранение неисправностей и восстановление работоспособности подвижного состава.

Эффективное и своевременное техническое обслуживание и ремонт позволяют предотвратить внезапные поломки и аварии, обеспечивая тем самым безопасность пассажиров, грузов и самого транспорта [4]. Кроме того, регулярное техническое обслуживание помогает выявить и устранить потенциальные проблемы на ранней стадии, что снижает затраты на более сложный и дорогостоящий ремонт в будущем. Таким образом, эффективное и своевременное техническое обслуживание и ремонт являются необходимыми условиями для обеспечения надёжности и безопасности перевозочного процесса. Это залог успешной и бесперебойной работы транспортной системы, а также соблюдения стандартов качества и безопасности перевозок [5].

На протяжении всего периода эксплуатации вагонов могут возникать непредвиденные ситуации, которые приводят к серьезным последствиям. Еще одной причиной возникновения аварийных ситуаций может стать неисправность оборудования, которое установлено на вагонах.

Одной из главных задач ОАО «РЖД» является обеспечение безопасности и эффективности работы железнодорожного транспорта. Однако, существует серьезная проблема, которая может негативно повлиять на выполнение этой задачи - это техническое состояние по-

[1] Жилин Глеб Эдуардович – студент группы ПСЖД-93, институт ТС и ПС
[2] Киселев Геннадий Геннадьевич – к.т.н., доцент кафедры «ВХНТК»

движного состава. Чтобы предотвратить возможные аварии и сбои в работе, компания приняла решение о создании комплексных систем диагностики и прогнозирования технического состояния подвижного состава до 2030 года.

Это позволит своевременно выявлять и устранять возможные неисправности, повышая безопасность и эффективность работы железнодорожного транспорта. Такие меры помогут обеспечить бесперебойное функционирование вагонов и повысить качество предоставляемых услуг. Кроме того, внедрение современных технологий диагностики и прогнозирования позволит сократить расходы на ремонт и обслуживание подвижного состава, что в конечном итоге приведет к экономической выгоде для компании [6].

Основная часть. Существуют различные дефекты, которые могут возникнуть на поверхности катания колес в процессе взаимодействия колесных пар с рельсовой колеей. Среди них можно выделить ползуны, выщербины, навары и др. Причиной появления данных дефектов может быть как износ металла, так и неправильная эксплуатация. Однако, следует отметить, что такие дефекты можно устранить или предотвратить, если проводить регулярное техническое обслуживание и контроль состояния подвижного состава [7].

В случае обнаружения колесных пар с дефектами, осмотрщики-ремонтники вагонов осуществляют контроль подвижного состава сходу на слух в процессе движения поезда. Проводится осмотр и измерение геометрических размеров дефекта, после остановки поезда на станции [8,9]. Это необходимо для проведения точного анализа повреждений и принятия мер по их устранению.

Поиск дефектов на поверхности катания колеса осуществляется с помощью визуального осмотра. Однако, этот метод не всегда эффективен, так как некоторые дефекты могут быть незаметны визуально или находиться в труднодоступных местах [10].

На протяжении последних нескольких лет прослеживается тенденция к переходу от измерений геометрических параметров дефектов колесных пар к фиксированию силы воздействия поверхности катания колеса на головку рельса, а также другие сигналы, которые определяют движение колес с дефектом. Данный метод дает возможность более точно оценивать состояние поверхности катания колеса и своевременно принимать меры по их устранению. Именно такой подход, по мнению специалистов, является более эффективным, позволяющим снизить риски возникновения аварийных ситуаций и повысить безопасность подвижного состава. Это направление перехода от измерений формы дефектов к измерению силы воздействия имеет большое значение для развития железнодорожной отрасли, так как оно способствует повышению ее эффективности и безопасности.

Цифровая трансформация системы технического обслуживания и диагностики подвижного состава выступает в качестве главной задачи в современном транспортном секторе. С постоянным ростом объемов перевозок и увеличением скорости движения поездов, обеспечение безопасности становится все более актуальным вопросом. В этом контексте, цифровая трансформация системы технического обслуживания и диагностики подвижного состава является необходимым шагом для обеспечения безопасности перевозочного процесса [11].

Цифровизация позволяет автоматизировать процесс диагностики и контроля, что значительно повышает его эффективность и точность. Для получения информации о техническом состоянии подвижного состава в реальном времени, используются современные технологии, с применением различных датчиков и системы мониторинга. В результате этого появляется возможность оперативно обнаруживать неисправности и принимать меры по их устранению, что в итоге повышает безопасность перевозок [12].

Кроме того, цифровая трансформация системы технического обслуживания и диагностики подвижного состава позволяет сократить время проведения проверок и устранения неисправностей, что важно для обеспечения бесперебойной работы транспортной системы. Также это позволяет снизить затраты на обслуживание и ремонт подвижного состава, что в итоге способствует экономии средств и повышению эффективности работы транспортных компаний.

В современном мире все большее внимание уделяется разработке новых методов и технологий для контроля технического состояния подвижного состава [13]. Особенно актуаль-

ной является задача контроля за ходовой частью вагонов, так как именно она является наиболее подверженной износу и повреждениям.

В этой связи, многие страны мира сейчас активно работают над разработкой и внедрением новых способов мониторинга, основанных на использовании волоконно-оптических кабелей.

Для мониторинга подвижного состава применяется метод дистанционного звукового зондирования. Эта технология предполагает прокладку волоконно-оптического кабеля по направлению железнодорожного полотна по ходу движения поезда. В момент, когда подвижной состав проходит мимо уложенного кабеля, он регистрирует звуковые колебания, которые возникают в процессе движения поезда. В процессе обработки полученных данных, используется специальное оборудование для определения возможных неисправностей или повреждений в ходовой части вагона.

В основе метода дистанционного звукового зондирования лежит способность регистрации изменений в отражениях световых сигналов с помощью лазерного импульсного излучателя, который используется для передачи данных в волоконно-оптический кабель.

С помощью световых импульсов высокой частоты, которые могут быть использованы для создания виртуальных акустических датчиков, в оптоволокно передаются звуковые волны. Эти импульсы генерируются лазерным источником и направляются в оптоволокно, где они преобразуются в звуковые волны. Затем происходит оценка отраженного сигнала, который содержит информацию о физических свойствах среды, через которую прошли звуковые волны. Принцип дистанционного акустического зондирования основан на способности регистрировать изменения в отражениях световых сигналов, которые передаются в волоконно-оптический кабель с помощью лазерного импульсного излучателя.

Оценка отраженных сигналов является важным инструментом, который позволяет преобразовать оптоволокно в набор виртуальных микрофонов. Это означает, что с помощью специальных датчиков можно создать эффект множественных микрофонов, вблизи волоконно-оптического кабеля. Это имеет принципиальное значение для использования оптоволоконных технологий в качестве способа отслеживания технического состояния подвижного состава. Для предотвращения аварийных ситуаций, это дает возможность обнаруживать дефекты деталей и узлов вагонов на ходу поезда. В связи с этим, использование оптических технологий с датчиками отраженных сигналов является важным шагом для обеспечения безопасности и надежности железнодорожного транспорта.

Заключение. Мониторинг технического состояния вагонов по принципу удаленного звукового зондирования имеет ряд преимуществ. Во-первых, он позволяет проводить контроль в интерактивном режиме непрерывной работы, данная функция дает возможность быстро реагировать на возможные неисправности в составе поезда. Во-вторых, использование волоконно-оптических кабелей позволяет снизить затраты на обслуживание и эксплуатацию подвижного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Киселев Г. Г. Рационализация процесса технического осмотра подвижного состава // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2023. № 69. С. 90-99. EDN NXWDHH.

2 Киселев Г. Г. Система для оперативного контроля и соблюдения технологической дисциплины процесса осмотра подвижного состава на ПТО // Наука и образование: достижения и перспективы: материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 21 декабря 2023 года. Самара – Саратов: ООО «Амирит», 2023. С. 35-40. EDN BPLWCZ.

3 Киселев Г. Г. Виртуальный цифровой помощник для голосового взаимодействия с работниками эксплуатационного вагонного депо // Наука, образование, транспорт: актуальные вопросы, приоритеты, векторы взаимодействия : Материалы II Международной научно-методической конференции. В 3-х частях, Оренбург, 08–09 ноября 2023 года. Оренбург: СамГУПС, 2023. С. 47-50. EDN JKJTKP.

4 Протасова А. Д., Киселев Г. Г. Повышение безопасности движения путем достоверного контроля литых деталей грузовых вагонов на ПТО // Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры: материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 07 апреля 2022 года. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижний Новгород, 2022. С. 138-142. EDN HZZATH.

5 Бабушкин М. С., Киселев Г. Г. Внедрение ресурсосберегающих технических средств в эксплуатационном вагонном депо // Дни студенческой науки: сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. Самара: СамГУПС 2022. С. 104-106. EDN SCJQJI.
6 Киселев Г. Г. Многофункциональная досмотровая штанга осмотрщика вагонов // Вагоны и вагонное хозяйство. 2023. № 1 (73). С. 27-28. EDN MPMMJU.
7 Киселев Г. Г., Дорофеева Д. С. Молоток осмотрщика вагонов: патент на полезную модель № 187866 U1 РФ, МПК B25F 1/00, B25D 1/00, № 2018147014: заявл. 26.12.2018, опубл. 21.03.2019. EDN RQASNO.
8 Киселев Г. Г. Контрольно-диагностическое устройство для осмотра подвижного состава: патент на полезную модель № 221093 U1 РФ, МПК B61K 13/00, B61K 9/12, G02B 23/26, № 2023123536: заявл. 12.09.2023, опубл. 18.10.2023. EDN XNDVRD.
9 Алексеев Г. Б. Применение контрольно-диагностического устройства для осмотра подвижного состава на ПТО // Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры : материалы международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 26 мая 2023 года. г. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2023. С. 131-135. EDN AREFYU.
10 Киселев Г. Г. Досмотровая штанга осмотрщика вагонов: патент на полезную модель № 213474 U1 РФ, МПК B61K 13/00, G02B 23/26, № 2022102405: заявл. 02.02.2022, опубл. 13.09.2022. EDN QRBIXZ.
11 Киселев Г. Г., Протасова А. Д. Применение эффективных цифровых технологий при измерении геометрических параметров колесных пар // Наука и образование: достижения и перспективы: материалы VIII Международной научно-практической конференции, Саратов, 21 декабря 2023 года. Самара - Саратов: ООО «Амирит», 2023. С. 268-273. EDN JJQNSF.
12 Киселев Г. Г. Новые передовые цифровые технологии на ПТО для контроля и прогнозирования технического состояния грузовых вагонов // Транспортная наука и инновации : материалы международной научно-практической конференции, Самара, 01–02 июня 2023 года. Самара: СамГУПС, 2023. С. 31-35. EDN HTUWGA.
13 Киселев Г. Г. Автоматизация технического обслуживания грузовых вагонов на ПТО с помощью искусственного интеллекта // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 57-60. EDN XUZRRG.

ВНЕДРЕНИЕ ПРОЕКТОВ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНУЮ ОТРАСЛЬ

М. М. Калинин[1], А. Ю. Половинкина[2]

Введение. Цифровая трансформация стратегически важна в современной железнодорожной отрасли, она позволяет компаниям повысить эффективность, увеличить безопасность и улучшать обслуживание пассажиров. В данной статье рассматриваются основные направления цифровой трансформации в железнодорожной отрасли, ее преимущества, проблемы и перспективы.

Цель. Представить обзор проектов цифровой трансформации, их влияния на железнодорожную отрасль, а также преимуществ и проблем, с которыми сталкиваются компании в процессе внедрения инноваций.

Основная часть.

1. Автоматизация и роботизация.

Цифровая трансформация в железнодорожной отрасли подразумевает внедрение автоматизированных систем и роботов для выполнения различных задач. Она включает в себя:

Автоматизированные системы обслуживания и ремонта поездов: Использование роботизированных решений позволяет уменьшить время на техническое обслуживание и ремонт подвижного состава, а также улучшить качество выполнения работ.

Управление движением поездов и обработка грузов: Автоматизированные системы управления движением поездов и обработки грузов позволяют уменьшить время маневров и повысить эффективность использования инфраструктуры.

[1] Калинин Михаил Максимович – студент группы ПСЖД-03, институт ТСПС
[2] Половинкина Анна Юрьевна - старший преподаватель кафедры ВХНТК

Использование роботов для инспекции и ремонта путей: Роботы, оборудованные датчиками и инструментами, могут проводить инспекцию и ремонт железнодорожных путей более эффективно и безопасно.

Внедрение беспилотных поездов: Благодаря использованию беспилотных технологий снижается риск человеческих ошибок, улучшается безопасность и повышается эффективность управление поездами.

2. Аналитика данных.

Использование технологии: «Big Data (большие данные)» - для аналитики играет ключевую роль в совершенствовании работы отрасли. Анализ данных о движении поездов, загрузке вагонов и состоянии инфраструктуры дает возможность:

- *Оптимизировать расписание движения поездов*. Такой анализ позволяет повысить пропускную способность инфраструктуры.

- *Улучшить управление ресурсами*. Аналитика данных позволяет эффективнее использовать ресурсы, что способствует уменьшению затрат и повышению эффективности работы.

- *Сократить время задержек и повысить эффективность работы*. Подробный анализ данных помогает обнаружить возможные проблемы и риски, а также предпринимать меры по их предотвращению, благодаря чему уменьшается время простоя и повышается надежность работы.

3. Цифровая связь.

Улучшение связи между поездами, диспетчерами и пассажирами является важной составляющей цифровой трансформации. Современные средства, такие как LTE-R и 5G, гарантируют:

Высокоскоростную передачу данных. Использование современных цифровых технологий связи предоставляет быструю и надежную передачу данных между железнодорожными объектами и центральными системами управления.

Голосовую и видеосвязь. Достижимость голосовой и видеосвязи между поездами, диспетчерскими центрами и пассажирами повышает безопасность и комфортность железнодорожных перевозок.

Доступ в Интернет для пассажиров. Наличие доступа в Интернет на борту поездов дает возможность пассажирам поддерживать связь во время путешествия и пользоваться интернет-сервисами.

4. Интернет вещи (IoT).

Это глобальная сеть устройств, которые оснащены средствами связи друг с другом. Среди них могут быть как активные участники сети — чипы или устройства для умного дома, так и пассивные, например, электронная транспортная карта «Тройка». При подключении к сети карта становится активной на некоторое время, хотя сама по себе не содержит даже батарейки. Использование данной технологии позволяет:

- Внедрять предиктивное обслуживание: Цель предиктивного обслуживания — подготовка и реализация мер по предупреждению сбоев в работе. Сбор и анализ данных о состоянии оборудования позволяет выявлять возможные проблемы и предотвращать аварии, проводя техническое обслуживание и ремонт вовремя.

- Оптимизировать использование ресурсов: Анализ данных позволяет повысить эффективность использования ресурсов, что способствует снижению затрат и оптимизации работы.

- Повышать безопасность с помощью IoT-решений: Постоянный контроль состояния инфраструктуры и оборудования позволяет выявлять потенциальные угрозы безопасности и предотвращать аварии.

5. Цифровые билеты и платежи.

Переход на цифровые билеты и бесконтактные платежи способствует удобству пассажиров и позволяет сократить издержки. Внедрение мобильных приложений и онлайн-платформ для бронирования и покупки билетов увеличивает доступность услуг. Введение в эксплуатацию цифровых билетов позволяет пассажирам быстро и удобно покупать билеты при помощи мобильных приложений или интернет-платформ. Использование технологий удалённых платежей позволяет пассажирам оплачивать проезд без использования наличных денег или же банковских карт, что упрощает и оптимизирует процесс оплаты.

6. Улучшение опыта пассажиров.

Персонализация услуг, доступ к информации в реальном времени и комфортные способы взаимодействия с услугами железнодорожного транспорта становятся возможными благодаря использованию технологий искусственного интеллекта и машинного обучения.

Персонализация услуг: Аналитика предпочтений пассажиров позволяет персонализировать предлагаемые им услуги.

Предоставление информации в реальном времени: Использование мобильных приложений и информационных систем открывает доступ пассажирам к мониторингу актуальной информацию о расписании движения и других сервисах.

Удобные способы взаимодействия: Внедрение чат-ботов и виртуальных помощников предоставляет возможность пассажирам получать ответы на свои вопросы и решать проблемы без необходимости обращения к службе поддержки.

Преимущества цифровой трансформации.

Цифровая трансформация в железнодорожной отрасли предоставляет множество значительных преимуществ:

1. Повышение эффективности и оптимизация процессов. Внедрение современных технологий позволяет оптимизировать работу железнодорожной инфраструктуры, увеличивать пропускную способность и снижать время путешествия.
2. Улучшение безопасности и сокращение рисков. Использование автоматизированных систем управления, аналитики данных и IoT-решений позволяет снизить риск аварий, а также заранее реагировать на возможные проблемы.
3. Улучшение обслуживания пассажиров и повышение их удовлетворенности. Персонализация услуг, предоставление информации в реальном времени и удобные способы взаимодействия с железнодорожной компанией делают путешествия более комфортными и приятными для пассажиров.
4. Оптимизация использования ресурсов и сокращение затрат. Автоматизация процессов, предиктивный анализ данных и эффективное управление ресурсами позволяют снизить затраты на эксплуатацию и обслуживание железнодорожной инфраструктуры.
5. Повышение конкурентоспособности железнодорожной отрасли: Внедрение современных технологий позволяет железнодорожным компаниям улучшить качество предоставляемых услуг, привлечь новых клиентов и укрепить свои позиции на рынке.

Проблемы цифровой трансформации.

Однако, наряду с преимуществами, существуют и проблемы, связанные с внедрением проектов цифровой трансформации:

1. Значительные инвестиции. Внедрение современных технологий требует масштабных финансовых вложений на закупку оборудования, а также разработку программного обеспечения и повышение квалификации персонала.
2. Проблемы с интеграцией систем. Интеграция новых цифровых систем с существующими инфраструктурой и процессами может быть сложной и требовать значительных усилий и времени.
3. Кибербезопасность и защита данных. Увеличение количества подключенных устройств и передача больших объемов данных в реальном времени повышают риск кибератак и утечек конфиденциальной информации.
4. Необходимость развития цифровой грамотности. Внедрение новых технологий требует обучения персонала и развития их цифровых навыков.
5. Регулирование и стандартизация. Быстрое развитие цифровых технологий создает проблемы в области регулирования и стандартизации, что может замедлить процесс введение в эксплуатацию новых решений.

Заключение. Использование проектов цифровой трансформации в железнодорожной отрасли приносит множественные преимущества, позволяя оптимизировать работу, повысить безопасность и улучшить обслуживание пассажиров. Железнодорожные компании должны продолжать инвестировать в инновации, развивать партнерства с технологическими компани-

ями и адаптировать свою стратегию к постоянно меняющимся требованиям рынка. Цифровая трансформация является ключом к повышению пропускной способности, конкурентоспособности и удовлетворению растущих потребностей потребителей в современном мире.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Авдошин С. М., Песоцкая Е. Ю. Интернет вещей: Транспорт = Internet of things: Transportation (Прикладные информационные технологии) // Информационные технологии. 2018. Т. 24, № 2. С. 131-137.

2 Шпетко А. В., Коркина С. В., Чепурченко И. В. Цифровизация вагонного хозяйства и контроль технического состояния подвижного состава в эксплуатации // Транспорт и логистика: развитие в условиях глобальных изменений потоков : сборник научных трудов VII международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 01–02 февраля 2023 года. Ростов-на-Дону: РГУПС, 2023. С. 422-426. EDN HDNBHY.

3 Андреев В. Е. Перспективы применения беспилотных технологий в ОАО «РЖД» // Автоматика, связь, информатика. 2019. № 8. С. 2- 3.

4 Волковский Д. В. От системы автоведения к цифровому локомотиву / (Специальный проект. Энергоэффективность и энергосбережение в ОАО «РЖД») // Железнодорожный транспорт. 2019. № 7. С. 46-48.

5 Краснова И. А., Шпетко А. В., Коркина С. В. Цифровая трансформация как неотъемлемая составляющая стратегииразвития и повышения безопасности железнодорожного транспорта // Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры : Материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 07 апреля 2022 года. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 36-41. EDN DTCOIS.

6 Защита железных дорог от киберугроз при переходе к цифровым технологиям // Железные дороги мира. 2018. № 12. С. 39-43.

7 URL: https://rucont.ru/efd/784412 (дата обращения: 22.05.2024)

8 Алексеев А. Время «цифры». Развитие дороги будет связано с платформенным подходом и повышением эффективности процессов // Гудок. 2019. 27 нояб. (№ 218). С. 7.

9 Дитрих Е. И. Не люди для транспорта, а транспорт для людей // РСП Эксперт. 2018. № 5. С. 8-9.

10 Журавлева Н. А. Проблемы внедрения цифровых технологий на транспорте / Н. А. Журавлева // Транспорт Российской Федерации. – 2019. – № 3. – С. 19-22.

ИНТЕГРАЦИЯ ППСС В СИСТЕМУ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ НА ПОДХОДАХ К ПТО СТАНЦИИ К

Я. И. Козеев[1], Р. В. Козак[2]

Введение. Программы и стратегии развития всех экономически развитых стран в настоящее время направлены на всемерное ускорение цифровой трансформации всех сфер жизни общества. Известно, что Российская Федерация в настоящее время и в сложившейся обстановке в мире не относится к числу лидеров в области цифровизации транспортной отрасли. Однако в последнее время политика государства нацелена на разработку, развитие и реализацию инновационных цифровых решений для транспорта. В том числе ОАО «Российские железные дороги» следует актуализированной в 2023 году Стратегии цифровой трансформации [1], которая предусматривает расширение внедрения цифровых технологий во все виды деятельности компании. Приоритетными при этом остаются такие направления, как обеспечение информационной безопасности, сокращение влияния человеческого фактора на все производственные процессы, повышение уровня обеспечения гарантированной безопасности движения, сохранение жизни и здоровья человека и пр. [2-4] С целью повышения эффективности производственной деятельности значительное внимание уделяется качеству контроля и диагностике технического состояния подвижного состава, развитию информационных технологий, основанных на отечественном программном обеспечении [5-6].

Основная часть. Эффективность работы крупных сортировочных станций и сети дорог в целом в значительной мере определяется качеством организации и выполнения всех

[1] Козеев Ярослав Игоревич – студент группы ПС-093, институт ТСПС

[2] Козак Роман Васильевич – доцент кафедры «Вагонное хозяйство и наземные транспортные комплексы»

технологических процессов станции. На современном этапе развития железнодорожной отрасли на технологические процессы сортировочных станций наблюдается большое влияние человеческого фактора. В том числе контроль технического состояния подвижного состава, как транзитных, так и поездов собственного формирования реализуется осмотрщиками-ремонтниками после прохождения составом автоматизированных средств контроля, которые не полностью обеспечивают выявление всех неисправностей узлов и элементов [7,8].

В связи с этим, одним из направлений цифровой трансформации железнодорожной инфраструктуры выступает внедрение интегрированных постов автоматизированного приема и диагностики ПС на сортировочных станциях (ППСС). Реализация комплексного проекта направлена на автоматизацию процесса ТО, коммерческого осмотра составов в парках приема ПТО станции.

ППСС имеет модульную архитектуру, что обеспечивает возможность выбора требуемого набора функциональных диагностических модулей в условиях работы конкретной станции. В состав ППСС входят диагностические системы и средства, принцип действия которых основан на современных цифровых технологиях, программном обеспечении предпочтительно отечественного производства. Диагностические модули предоставляют актуальные достоверные сведения, которые требуются для профилактического ТО подвижного состава, реализации отцепочного ремонта, направленных на дальнейшее безаварийное прослеживание подвижного состава по гарантийным участкам [9, 10].

На подходах к ПТО станции К организуется внедрение элементов ППСС на нескольких перегонах. При этом вся информация от систем контроля поступает в АРМ ПТО, аккумулируется и затем передается в АСУ станции и далее в единую сеть ОАО «РЖД».

Диагностическое оборудование ППСС внедряется на перегонах: Б-К, Г-С, С-А, Г-Т. информация от систем контроля (модулей ППСС) передается в четыре блока – интегрирующих модуля обработки и хранения информации и далее в АРМ соответствующих парков ПТО.

Применение таких технологий, как тензометрия, техническое зрение, лазерное 3D-сканирование, тепловая диагностика и др., на которых основан принцип работы модулей ППСС обеспечивает автоматизацию порядка 50 операций ТО и 40 операций коммерческого осмотра (КО) подвижного состава на сортировочной станции К.

В дальнейшем ППСС на станции К интегрируется в единую систему ППСС на сети дорог (рисунок) для создания единой информационной базы технического состояния каждой единицы эксплуатируемого подвижного состава.

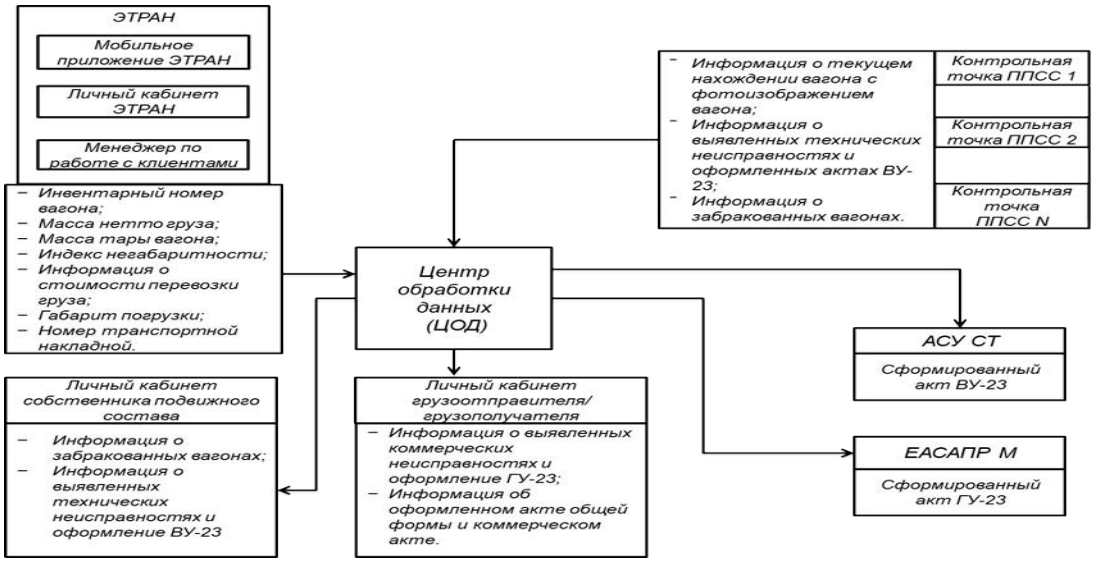


Рис. Концепция централизованного контроля за состоянием подвижного состава и груза в рамках реализации стратегии цифровой трансформации

Заключение. Результатом внедрения и эксплуатации ППСС на сортировочной станции К является автоматизация процессов ТО и КО, сокращение времени и автоматизация документооборота, повышение выявляемости дефектов и неисправностей подвижного состава, и, как следствие, обеспечение гарантированной безопасности движения и повышение общей эффективности работы станции и эксплуатации подвижного состава.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Стратегия цифровой трансформации ОАО «РЖД». URL: : https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Стратегия_цифровой_трансформации_РЖД.

2 Краснова И. А., Шпетко А. В., Коркина С. В. Цифровая трансформация как неотъемлемая составляющая стратегииразвития и повышения безопасности железнодорожного транспорта // Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктура : материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 07 апреля 2022 года. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 36-41. EDN DTCOIS.

3 Сустаев А. В., Коркина С. В. Информатизация технологических процессов ПТО с целью обеспечения общей эффективности и качества выполнения технического обслуживания грузовых вагонов // Обеспечение безопасности движения как перспективное направление совершенствования транспортной инфраструктуры : материалы Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 07 апреля 2022 года. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 49-53. EDN OCBCMO.

4 Коркина С. В., Жебанов А. В., Краснова И. А. Цифровые технологии в обеспечении безопасности движения железнодорожного транспорта // Проблемы безопасности на транспорте : материалы XII Международной научно-практической конференции. Том Часть 1. Гомель: БелГУТ, 2022. С. 128-130. EDN RFSHWS.

5 Паренюк А. А., Коркина С. В. Ключевые направления и проблемы цифровой трансформации транспортной инфраструктуры ОАО «РЖД» // Техника и технологии наземного транспорта : материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 14 декабря 2022 года. Нижний Новгород: филиал СамГУПС в г. Нижнем Новгороде, 2022. С. 117-122. EDN MDMRZG.

6 Жебанов А. В., Коркина С. В. Современные тенденции в обеспечении бесперебойности перевозочного процесса железнодорожного транспорта // Вызовы и решения для бизнеса: ВЭД в новых реалиях : сборник материалов III Международного внешнеэкономического научно-практического форума, Москва, 14 декабря 2022 года. Москва: РЭУ имени Г.В. Плеханова, 2023. С. 119-122. EDN TUWQBI.

7 Коркина С. В., Шпетко А. В. Контроль технического состояния грузовых вагонов с применением цифровых технологий // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 70-73. EDN MNAEVE.

8 Шпетко А. В., Коркина С. В., Чепурченко И. В. Цифровизация вагонного хозяйства и контроль технического состояния подвижного состава в эксплуатации // Транспорт и логистика: Развитие в условиях глобальных изменений потоков : сборник научных трудов VII международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 01–02 февраля 2023 года. Ростов-на-Дону: РГУПС, 2023. С. 422-426. EDN HDNBHY.

9 Шпетко А. В., Коркина С. В., Чепурченко И. В. Мониторинг и контроль технического состояния инфраструктуры железнодорожного транспорта с применением цифровых технологий // Приоритетные направления развития науки и технологий : доклады XXXII международной научно-практической конференции, Тула, 15 марта 2023 года / Под общ. ред. В.М. Панарина. Тула: Инновационные технологии, 2023. С. 192-198. EDN LKBAKN.

10 Батищева О. А., Чепурченко И. В., Коркина С. В. Цифровые технологии при техническом обслуживании грузовых вагонов в парках ПТО // Дни студенческой науки : сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. Самара: СамГУПС, 2022. С. 107-110. – EDN UKBSJI.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КОНТРОЛЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ

Т. П. Осипова[1], А. Н. Шмойлов[2]

Введение. Совершенствование технологии контроля неисправностей подвижного состава при техническом обслуживании приобретает особую актуальность с возрастанием объемов грузоперевозок по новым транспортным коридорам страны.

Анализ объемных показателей работы ПТО показал, что влияние риска несвоевременно выявленной неисправности вагона на 20 % снижает показатели работы, что доказывает необходимость в улучшении организации технического обслуживания вагонов [1].

Основная часть. Современные цифровые технологии дают возможность по технической и практической реализации автоматизированных цифровых помощников для работников ПТО. Подобные цифровые решения позволяют оптимизировать работы связанные с техническим обслуживанием грузовых вагонов в эксплуатационном вагонном депо.

Системы на основе интеллектуальных автоматизированных помощников могут быть выполнены с возможностью предоставлять различные специальные типы операций, функциональностей и / или признаков и/или комбинировать множество признаков, операций и приложений электронного устройства, на котором они устанавливаются [2, 3].

Интеллектуальный помощник для работников ПТО предоставляет разговорный интерфейс, который пользователь может находить более интуитивным и менее обременительным, чем традиционные графические пользовательские интерфейсы. Пользователь может контактировать в форме разговорного диалога с помощником с использованием любого числа доступных механизмов ввода и вывода, таких как, например, речь, графические пользовательские интерфейсы (кнопки и ссылки), ввод текста и т.п. Система может быть реализована с использованием любого числа различных платформ, таких как API устройств, web-технологии, электронная почта и т.п. или любая комбинация вышеозначенного. Запросы на предмет дополнительного ввода могут быть представлены пользователю в контексте такого разговора. Кратковременное запоминающее устройство и долговременное запоминающее устройство могут применяться, так что пользовательский ввод может быть интерпретирован в надлежащем контексте с учетом предыдущих событий и обмена данными в данном сеансе, а также статистической информации и информации профиля о пользователе.

В эксплуатационном вагонном депо предлагается внедрить переносные сенсорные терминалы для работников ПТО. В основе переносного сенсорного терминала используется промышленный планшет.

Экран дисплея данного терминала выполнен с возможностью отображения пользовательского интерфейса. Пользовательский интерфейс работника ПТО может включать графику, текст, значки, видео и любую их комбинацию. Когда экран дисплея представляет собой сенсорный экран дисплея, экран дисплея также может принимать сигналы касания на поверхности экрана дисплея или над ним. Сигнал касания может быть введен в процессор в качестве управляющего сигнала для обработки. В этом случае экран дисплея также может быть выполнен с возможностью предоставления виртуальных кнопок и/или виртуальных клавиатур, которые также называются экранными кнопками и/или экранными клавиатурами.

Компонент предложенного устройства в виде камеры выполнен с возможностью захвата изображений неисправностей вагонов или видео. Данный компонент в виде камеры содержит переднюю камеру и заднюю камеру. При этом передняя камера располагается на передней панели электронного устройства, а задняя камера располагается на задней поверхности электронного устройства. Согласно некоторым вариантам осуществления расположены по мень-

[1] Осипова Татьяна Павловна – студентка группы ПСЖД-32, Институт транспортного строительства и подвижного состава

[2] Шмойлов Андрей Николаевич – к.т.н., доцент, доцент кафедры «Вагонное хозяйство и наземные транспортные комплексы»

шей мере две задние камеры, и каждая из по меньшей мере двух задних камер представляет собой одну камеру, выбранную из основной камеры, камеры глубины резкости, широкоугольной камеры и телефотокамеры, чтобы реализовать функцию фотофиксации осмотра вагона в любое время суток [4].

Структурная схема системы способа управления активацией для голосового помощника переносного сенсорного терминала для работников ПТО представлена на рисунке.

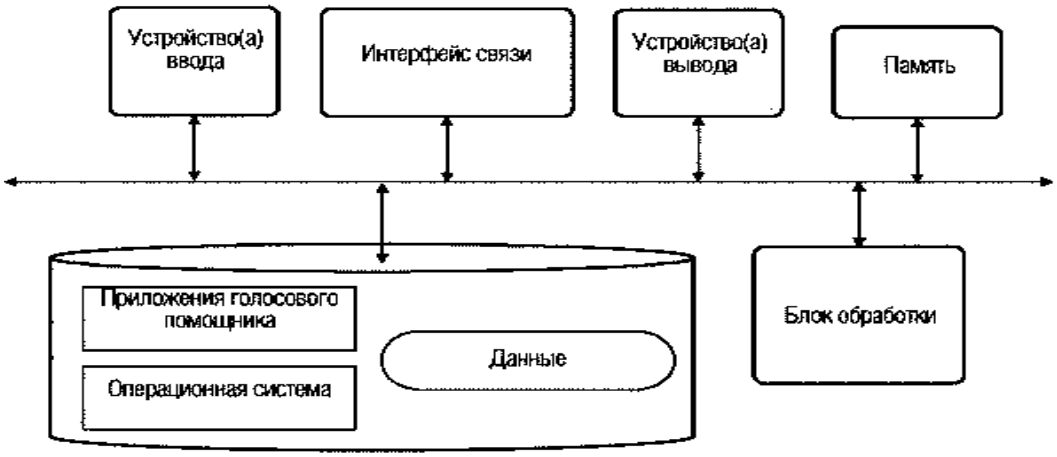


Рис. Структурная схема системы способа управления активацией для голосового помощника переносного сенсорного терминала для работников ПТО

Система включает в себя блок обработки, функционально связанный с устройством связи, систему постоянного хранения данных, одно или более устройств ввода, одно или более устройств вывода и энергозависимую память. Блок обработки может содержать один или более процессоров, ядер обработки и т.д. для исполнения кода программы. Интерфейс связи может обеспечивать связь с внешними сетями. Устройство(а) ввода может содержать, например, клавиатуру, клавишную панель, мышь или другое координатно-указательное устройство, микрофон, сенсорный экран и/или устройство отслеживания глаза. Устройство(а) вывода может содержать, например, дисплей и/или громкоговоритель.

Система хранения данных может содержать любое количество подходящих постоянных запоминающих устройств, включая сочетания магнитных запоминающих устройств (например, накопителей на жестком диске и флэш-память), оптические запоминающие устройства, устройства постоянной памяти (ROM) и т.д. Память может содержать память с произвольным доступом (RAM), память класса хранилища (SCM) или любую другую память быстрого доступа.

Приложения голосового помощника могут содержать код программы, исполняемый блоком обработки, чтобы предписывать системе исполнять диалоговые сеансы с пользователями. Каждое из приложений голосового помощника ассоциируется с голосовым ключевым словом, которое используется для его активации, как описано в данном документе. Операционная система включает в себя компоненты операционной системы, как известно в соответствующей области техники, и также может включать в себя службу активации, чтобы выборочно активировать приложения голосового помощника [5].

Заключение. Важнейшей технической особенностью применения переносных сенсорных терминалов является реализация цифрового документооборота и фотофиксацией выявленных неисправностей между работниками различных подразделений эксплуатационного депо (например, осмотрщиков вагонов на ПТО) и оперативным руководителем рабочей смены или оператора ПТО, что позволит повысить на 22 % качество контроля выполненных операций работниками по техническому обслуживанию грузовых вагонов на путях ПТО. Данный терминал оборудован дополнительно камерой высокого разрешения и опционально он может оснащаться дополнительными ГЛОНАС – антеннами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Методика и расчет показателей качества работы ПТО. URL: https://helpiks.org/9-39635.html (дата обращения 05.04.2024).

2 Цифровые помощники для государственного, так и для корпоративного сектора. URL: https://vc.ru/tribuna/384319-kak-kompanii-sozdat-sobstvennogo-cifrovogo-assistenta (дата обращения 05.04.2024)

3 Интеллектуальный виртуальный ассистент. URL: https://picktech.ru/blog/tips/chto-takoe-virtualnyy-assistent-pochemu-on-nuzhen-biznesu (дата обращения 05.04.2024)

4 Промышленная камера цифрового устройства. URL: https://www.cqscopemicro.com/ru/products-detail-1276464 (дата обращения 06.04.2024).

5 Патент РФ № 2817625, МПК G06F 9/451 (2018.01). Управление активацией для нескольких голосовых помощников / А. М. Труфинеску [и.д.р.] № 2021137897, заявлено 26.03.2020, опубликовано 22.06.2023, Приоритет 26.03.2020 // Изобретения. Полезные модели. 2023. № 18.

СЕКЦИЯ 3

Железнодорожный путь и строительство

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПУТИ И ИХ ПЕРСПЕКТИВЫ

А. С. Нечушкин[1], Н. С. Царёв[2], А. А. Бочарова[3], А. А. Инякина[4]

Введение. С появление железных дорог в России вопросы безопасности движения поездов имеют первостепенное значение. Вследствие развития железных дорог, плотности движения, увеличения скоростей, возникла необходимость снизить нагрузку с ручных промеров и визуального осмотра. Так с конца 19 века – начала 20 века начали развиваться средства диагностики.

Первый прибор для измерения ширины рельсовой колеи был изобретен русским инженером Онуфровичем ещё в 1886 году. Принцип работы был довольно прост, во время движения шаблон раздвигался специальной пружиной в случае расширения колеи и сжимался, когда она становилась уже. Все изменения расстояния передавались через рычажки на стрелку-указатель, за которыми внимательно наблюдал «оператор».

Первая путеизмерительная тележка была сконструирована в России в 1905 году. Кроме определения ширины колеи она выявляла ещё один дефект – возвышение рельсовой нити относительно другой. Для решения задачи впервые был применён маятник, представлявший собой подвешенный на стержне груз. Результаты замеров этого параметра автоматически фиксировались с помощью двух перьев, чертивших линии на бумажной ленте, – чем больше расстояние между ними и нулевой чертой, тем сильнее, опаснее дефект.

Вагон-путеизмеритель системы инженера Долгова был впервые изготовлен и испытан на Екатерининской железной дороге в 1916 году. Он позволял при движении со скоростью 25–30 км/ч выявлять изменения ширины колеи, просадки рельсов, дефектные стыки и другие проблемы верхнего строения пути. Все измерения непрерывно фиксировались на диаграммах. Вагон предназначался для инспекторского надзора. Он был построен с использованием ходовой части и кузова предоставленного дорогой служебного вагона.

Вкратце, хронологическая последовательность разработок может быть представлена в виде схемы, показанной на рисунке № 1.

[1] Нечушкин А. С.
[2] Царёв Н. С.
[3] Бочарова А. А.
[4] Инякина А. А.

Рис. 1. Хронологическая последовательность разработок средства диагностики в России

В настоящее время путеизмерительные средства измеряют основные параметры железнодорожного пути, а именно геометрию рельсовой колеи (Шаблон, Рихтовка, Просадка, Уровень и Перекос), а также дополнительные параметры (Непогашенное ускорение, Длинные неровности в плане и профиле, Боковой износ рельсов, Величина стыковых зазоров, Несоответствие БПД). Для оценки результатов измерений применяется инструкция [1].

Средства диагностики можно разбить на 3 вида – это ручные, мобильные и автономные средства диагностики (рисунок № 2).

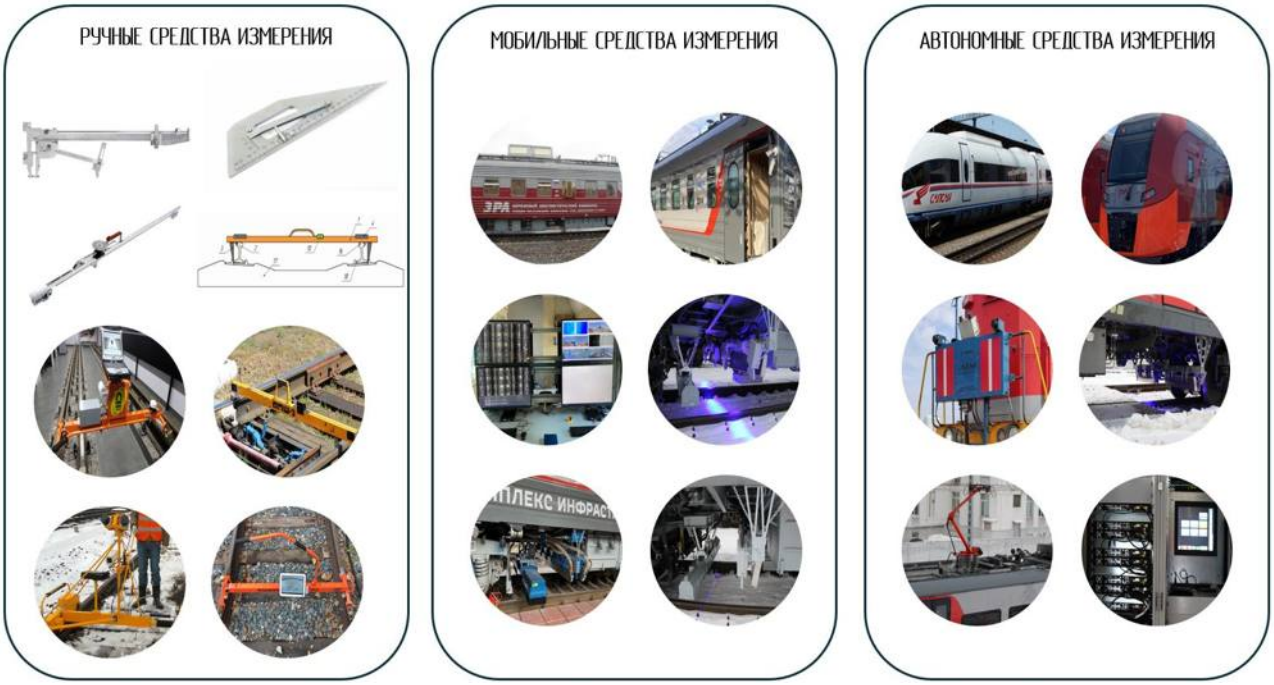


Рис. 2. Ручные, мобильные и автономные средства диагностики.

Как мы видим из рисунка № 2, существует большое разнообразие путеизмерительных средств. К ручным можно отнести ЦУП, штангенциркуль, КОР, устройство измерения подуклонки рельса, автоматизированные путевые шаблоны и путеизмерительные тележки, к мобильным – вагоны-путеизмерители, совершенно новый вид это автономные средства диагностики – вагоны-путеизмерители работающие в автономном режиме, без участия оператора, с возможностью дистанционного подключения [2: 4, 5].

В современном мире создаются условия для развития и перехода на автоматизированные ручные средства измерения, главным преимуществом автоматизации является:

– точность и скорость измеряемых параметров,
– возможность формирований электронных ведомостей,
– простота в использовании,
– минимизация человеческого фактора.

Автоматизация подразумевает под собой ограниченный круг процессов по определенному алгоритму. Однако автономные измерительные системы способствуют прогнозировать процессы, адаптироваться под ситуации, и в обозримом будущем автономные системы станут более независимыми от человека.

Переход на автономные средства измерения поспособствует постоянному мониторингу за состоянием железнодорожного пути. Автономность в процессе диагностики имеет одно из ключевых мест для развития технического обслуживания железнодорожного пути.

Заключение. Главными преимуществами автономных средств измерения является

– отсутствия оператора,

– измерение в режиме реального времени и выявление в автоматическом режиме опасных неисправностей, требующих ограничения скорости,

– определение состояния инфраструктуры, прогнозирование развития (в обеспечение этой задачи производится регулярный сбор получаемых данных диагностики, их верификация и накопление),

– дистанционная передача данных.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Инструкция по оценке состояния рельсовой колеи путеизмерительными средствами и мерам по обеспечению безопасности движения поездов: [утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 28 февраля 2020 г. № 436/р.] [Электронный ресурс]. URL: https://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=569108-0&req=doc&rnd=YMhQWw&base=EXP&n=750874#naO2ZAUw2KubCOsP/. Дата доступа: 21.04.2024.

2 Атапин В. В., Чекин А. А. Мониторинг станционной инфраструктуры на основе данных современных средств диагностики // Вестник транспорта Поволжья. 2022. № 1 (91). С. 43-50. EDN EXGZAG.

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ДЕФЕКТНОСТИ РЕЛЬСОВОЙ КОЛЕИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ

А. С. Нечушкин[1], Н. С. Царёв[2], К. М. Пестов[3], А. Ф. Валиахметов[4]

Введение. Актуальность исследований в области изучения дефектности рельсов связана с высокой стоимостью как самих железнодорожных рельсов, так и со стоимостью их текущего содержания. Конечно, полностью избежать появления дефектных рельсов невозможно, однако анализ их количества, а также понимание причин возникновения дефектности и способов борьбы с ней позволяет снизить затраты, связанные с ремонтом или заменой. Вышеперечисленные мероприятия применяются в одном из перспективных (на сегодняшний день) направлений позволяющих выявлять «отказ» или «предотказное состояние» рельсов по ряду факторов (в том числе по зависимости дефектности от пропущенного тоннажа) [1]. Данное направление получило название предиктивная аналитика.

В процессе эксплуатации железнодорожных рельсов неизбежно возникают разного рода дефекты – выкрашивания, выколы, трещины, изломы, все виды износа, пластические деформации (в виде смятия, сплывов металла головки рельса), коррозия, механические повреждения и так далее. В ходе исследований был выполнен анализ дефектов рельсовых нитей на четырех опытных дистанциях пути (ОДП), а также выявлены зависимости дефектности от пропущенного тоннажа. В ходе работы для правильной классификации и определения кода дефектов, необходимых для выявления их основной причины появления и развития, а также

[1] Нечушкин А. С.
[2] Царёв Н. С.
[3] Пестов К. М.
[4] Валиахметов А. Ф.

для статистического учета поврежденных рельсов использовалась инструкция, утвержденная распоряжением ОАО «РЖД» № 2499р от 23.10.2014.

Перечень дефектов по ОДП были сведены в общую тепловую карту, представленную на рисунке № 1.

Код дефекта	10.1	10.2	11.1	11.2	13.1	14.2	16.3	16.4	17.4	18.1	18.2
Итог	12	39	5	55	88	41	53	7	2	13	1
Код дефекта	19.0	19.1	19.2	21.1Н	21.2Н	44.0	46.3	46.4	98.3	98.4	99.1
Итог	34	6	36	1	1	55	135	46	12	2	1

Рис. 1. Общая тепловая карта дефектности рельсов по ОДП

В тепловой карте (рисунок № 1), согласно инструкции [2], приведены дефекты, подробное описание которых представленное на рисунке № 2.

Код дефекта	Наименование дефекта
10.1 и 10.2	Трещины и выкрашивания металла на поверхности катания головки.
11.1 и 11.2	Трещины и выкрашивания металла на боковой рабочей выкружке или на средней части головки.
13.1	Выкрашивания металла на поверхности катания.
14.2	Пробуксовки в виде местного наноса и выкрашивания металла в местах термомеханических повреждений головки рельса.
16.3 и 16.4	Выкрашивания металла на поверхности катания головки в зоне сварного стыка после пропуска гарантийного тоннажа.
17.4	Выкрашивания металла на поверхности катания головки в зоне сварного стыка до пропуска гарантийного тоннажа
18.1 и 18.2	Выкрашивание наплавленного слоя металла в местах наплавки.
19.0, 19.1 и 19.2	Контролепригодность из-за наличия выкрашиваний, трещин на поверхности катания, или рябизны, отпечатков, или сильной коррозии на нижней поверхности головки рельса.
21.1П и 21.2П	Поперечные усталостные трещины в головке в виде светлого или темного пятна.
44.0	Боковой износ головки рельса сверх допускаемых норм.
46.3 и 46.4	Смятие и износ головки в зоне сварного стыка после пропуска гарантийного тоннажа.
98.3 и 98.4	Другие, кроме перечисленных выше, дефекты и повреждения рельсов, оставленных в пути, опасность эксплуатации которых может быть оценена по ближайшему типоразмеру дефекта.
99.1	Другие, кроме перечисленных выше, дефекты остродефектных рельсов, изъятых из пути.

Рис. 2. Перечень дефектов рельсовой колеи

Для удобства анализа и наглядности зависимости дефектности рельсов от пропущенного тоннажа были сведенные в общую (единую) тепловую карту по всем четырем ОДП, приведенную на рисунке № 3.

Код дефекта	Пропущ. тонаж тонаж после укладки, млн.т.брутто								Итого
	0-150	150-300	300-450	450-600	600-800	800-950	950-1100	1100+	
10.1	7	0	2	1	2	0	0	0	12
10.2	4	4	6	3	20	1	0	1	39
11.1	1	0	0	0	2	2	0	0	5
11.2	3	1	1	1	20	15	7	7	55
13.1	4	8	14	10	19	14	0	19	88
14.2	3	6	1	7	19	5	0	0	41
16.3	0	0	2	2	22	2	0	25	53
16.4	0	0	0	2	5	0	0	0	7
17.4	1	0	1	0	0	0	0	0	2
18.1	0	1	6	1	3	0	0	2	13
18.2	0	0	1	0	0	0	0	0	1
19.0	0	4	1	0	3	13	6	7	34
19.1	0	1	0	0	2	3	0	0	6
19.2	1	0	5	0	3	3	12	12	36
21.1Н	0	0	1	0	0	0	0	0	1
21.2Н	0	0	0	0	0	1	0	0	1
44.0	1	2	29	11	9	0	1	2	55
46.3	0	0	4	27	27	31	1	45	135
46.4	3	4	6	1	16	6	2	8	46
98.3	0	4	0	0	3	2	0	3	12
98.4	0	0	0	0	2	0	0	0	2
99.1	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Итого	**28**	**35**	**81**	**66**	**177**	**98**	**29**	**131**	

Рис. 3. Общая тепловая карта зависимости дефектности рельсов от пропущенного тоннажа по ОДП

Как видно из тепловых карт (рисунок № 1, рисунок № 3), наибольшее число дефектов наблюдается при пропущенном тоннаже в промежутках от 600–800 млн т брутто (более 150 штук), и при тоннаже более 1100 млн т брутто (более 100 штук).

Наибольшее же количество дефектных рельсов соответствует коду 46,3 (более 100 штук). 46,3 – это смятие и износ головки в зоне сварного стыка причиной появления данного дефекта является местное снижение механических свойств металла после пропуска гарантийного тоннажа.

Кроме этого, значительное количество поврежденных рельсов относится к кодам: 13.1 (более 80 штук), 11.2 (более 50 штук), 44.0 (более 50 штук), 16.3 (более 50 штук), 46.4 (более 40 штук), 14.2 (более 40 штук), 10.2 (более 30 штук), 19.2 (более 30 штук), 19.0 (более 30 штук), 18.1 (более 10 штук), 10.1 (более 10 штук), 98.3(более 10 штук). По остальным кодам количество дефектов не превышает 10 штук.

По результатам анализа тепловых карт можно сделать следующий выводы:

- наличие значительного количество дефектных рельсов вызвано использованием сверхнормативного тоннажа,

- часть дефектов возникает из-за повышенного динамического воздействия, недостаточной контактно-усталостной прочности, наличия неметаллических включений и (или) нарушения режимов шлифования.

К основным способам устранения рассмотренных дефектов относится шлифование, фрезерование, наплавка и самый дорогостоящий способ – замена рельсов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Царев Н. С., Нечушкин А. С. Анализ работы рельсошлифовального поезда на примере коротких волнообразных неровностей // Вестник транспорта Поволжья. 2023. № 2 (98). С. 38-49. EDN IMMIMA.

2 Инструкция «Дефекты рельсов. Классификация, каталог и параметры дефектных и остродефектных рельсов»: [утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 23.10.2014 г. № 2499р] [Электронный ресурс]. URL: http://www.tdesant.ru/info/item/144. Дата доступа: 15.04.2024.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОГНЕУПОРНЫХ СВОЙСТВ ФОСФАТОВ МЕТАЛЛОВ И ВЛИЯНИЕ НА НИХ СТРУКТУРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЖАРОСТОЙКИХ КОМПОЗИТОВ

М. А. Доронина[1], С. В. Соколова[2]

Введение. Решение актуальной проблемы получения бетонов специального назначения с применением отдельных разновидностей некондиционного природного сырья и ряда промышленных отходов позволит внедрить принципы ресурсосбережения и усовершенствовать технологические особенности производства.

Цель. Разработать механизм повышения физико-термических свойств штучных керамических огнеупоров и жаростойких бетонов путем структурно-химической модификации растворами фосфатных связок.

Материалы. Исходными материалами при проведении исследований были использованы: керамзит (200), вермикулит (М 150), керамзитовая пыль, портландцемент, ортофосфорная кислота. Проведены исследования глины Никольского месторождения Самарской области. Глинистые породы являются механической смесью различных глиноземистых материалов и сопутствующих примесей. Сырьем для производства керамзитового гравия служат легкоплавкие глинистые породы, обладающие способностью при быстром обжиге вспучиваться в природном виде и с добавками, образующие материалы ячеистой структуры.

[1] Доронина М. А.

[2] Соколова С. В.

Методы и результаты. В настоящее время фосфаты и полученные на их основе фосфатные связующие широко применяются в жаростойких бетонах[1-3]. В связи с этим исследование влияния структурно-энергетических особенностей фосфатов на их свойства при высоких температурах приобретают большой интерес [4-6]. Температура плавления фосфатов, в частности трехзамещенных, зависит от многих структурно-энергетических показателей [7]. На рисунке 1 представлена зависимость температуры плавления фосфатов металлов от их структурно-энергетических характеристик.

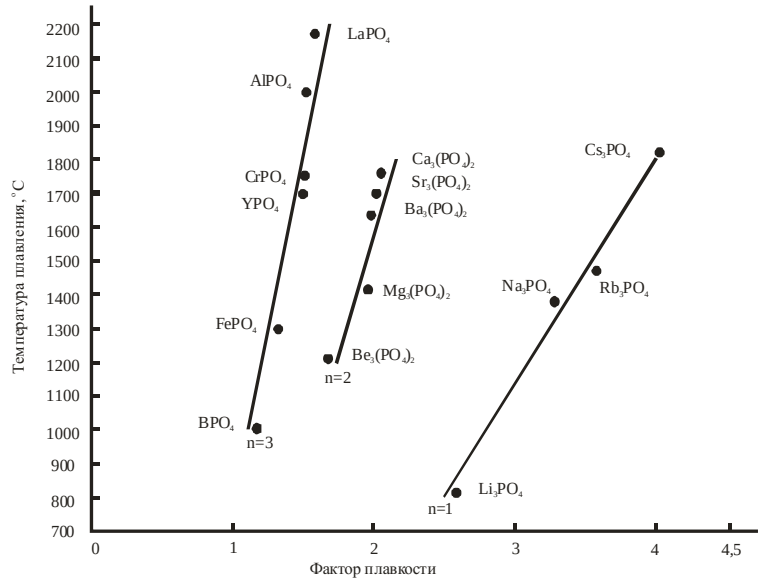


Рис. 1. Зависимость температуры плавления фосфатов металлов от их структурно-энергетических характеристик

Был разработан состав жаростойкого бетона на смешанном высокоогнеупорном связующем и пористых заполнителях, где представленный в таблице 1.

Были проведены исследования [8] сырьевого материала (глины никольского месторождения Самарской области), и на ее основе получен и испытан керамзитовый гравий. На рисунке 2 представлена рентгенограмма глины Никольского месторождения.

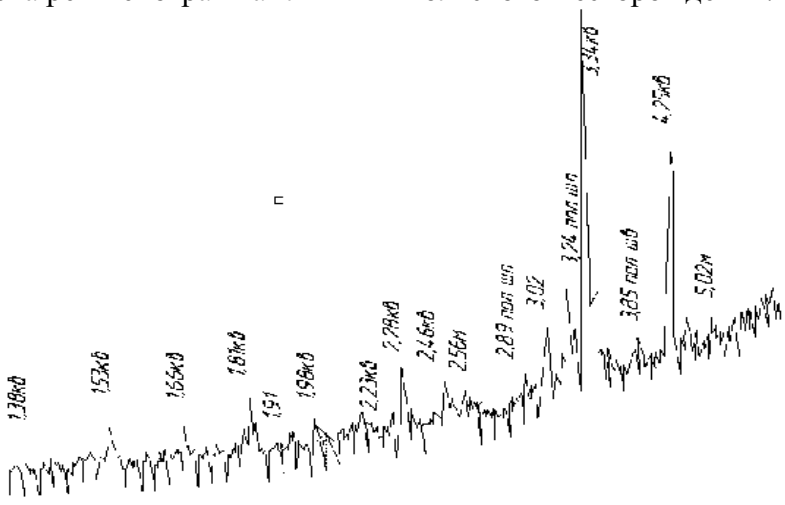


Рис. 2. Рентгенограмма глины Никольского месторождения (Безенчукский район Самарской области)

Анализ рентгенограммы позволяет сделать вывод, что в глине первичные минералы представлены кварцем (КВ), кальцитом $(CaCO)_3$, полевыми шпатами (Пол.шп.), а вторичные – монтморитллонитом. Испытания Никольской глины без добавок на вспучиваемость при различных температурных режимах не дали положительных результатов. Поэтому были применены органические и железистые добавки (рис.3) [8].

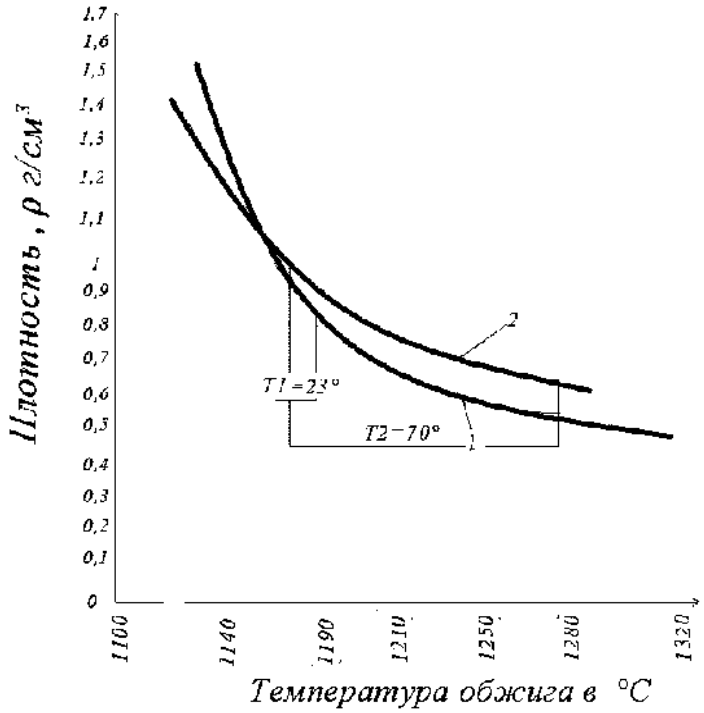


Рис. 3. Вспучиваемость Никольской глины:
1 - глина с добавкой 1,5 % солярового масла, *2* - глина с добавкой 1,5 % солярового масла и 1 % пиритных огарков

Из органических добавок самой эффективной оказалась соляровое масло в количестве 1,5 %. При этом получен керамзитовый гравий со следующими характеристиками:

коэффициент вспучивания – 2,3,
плотность в куске – 0,9 г/см^3,
насыпная плотность – 440 кг/м^3,
прочность гравия на скалывания – 6,3 кг/см^2,
водопоглощение – 12 %,
интервал вспучивания 20 $^\circ$С.

Положительный результат получили при комбинировании органических и железистых добавок: 1,5 % солярового масла и 1 % пиритных огарков. Был получен керамзитовый гравий со следующими характеристиками:

коэффициент вспучивания – 2,2,
плотность в куске – 0,8 г/см^3,
насыпная плотность – 440 кг/м^3,
прочность гравия на скалывания – 6,5 кг/см^2,
водопоглощение – 12 %,
интервал вспучивания 70 $^\circ$С.

Гранулы формовались из глиняной массы с рабочей влажностью 18…20 %.

Сушка гранул производилась в термостате при температуре 105…110 $^\circ$С до постоянного веса. Обжиг высушенных гранул осуществлялся в трубчатой электрической печи по двухступенчатому режиму. Сначала гранулы нагревали до температуры 700 $^\circ$С, при которой делали термостатическую выдержку в течение 10 минут. Затем гранулы 20 минут выдерживали при температуре 1100 $^\circ$С и после этого охлаждали.

Рентгенографический анализ керамзита (рис.4) дал возможность установить, что в керамзите присутствуют кристаллы кварца, гематита, муллита, шпинели, полевых шпатов.

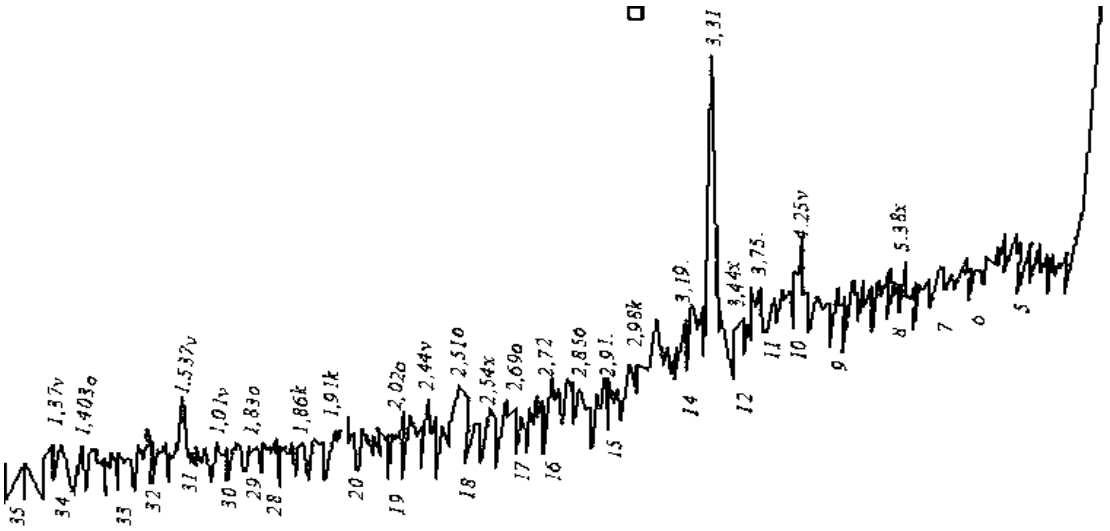


Рис. 4. Рентгенограмма тяжелого керамзитового гравия

В лабораторных условиях был получен высокопрочный керамзитовый гравий [8].

Испытание гранул на прочность производилось на образцах кубиках размером 20×20×20 мм с помощью гидравлического пресса мощностью 10 тонн. Образцы обжигались по вышеприведенному режиму. Был получен керамзитовый гравий с коэффициентом вспучивания до 2,2, плотность в куске при этом – 0,8 г/см^3. Интервал вспучивания глины с данной добавкой оказался равным 70 $^\circ$C. Гравий был получен при следующих режимах термообработки: температура предварительной термоподготовки – 300 $^\circ$C, время термоподготовки – 20 мин, температура обжига – 1220 $^\circ$C, время обжига – 10 мин.

Таблица

Свойства бетонов на смешанных высокоогнеупорных связующих

Состав бетона, кг/м^3	Средняя плотность в сухом кг/м^3	Предел прочности при сжатии после твердения и нагревания, МПа			Температура деформации под нагрузкой ^{0}C			Кажущаяся пористость %	Термостойкость водные теплосмены
		20 $^\circ$C (7 сут.)	100 $^\circ$C (32 час.)	1100 $^\circ$C	НР	4 %	40 %		
Керамзит (200) - 200 Вермикулит (М150) -90 Керамзитовая пыль-70 Портландцемент-80 Вода-80	450	2,1 (1000^{0}C)	4,8	4,5	910	950	1050	75	18 (воздушные)

Выводы:

1. Полученные данные свидетельствуют о высоких физико-механических и термических свойствах разработанных бетонов.

2. Необходимость в термообработке в данном случае отпадает, что позволяет изготавливать крупноразмерные изделия и детали, а также применять бетон в монолитных конструкциях различной конфигурации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Высокоглиноземистое шламоподобное сырье – современный комплексный модификатор жаростойких вяжущих и бетонов на их основе / А.И. Хлыстов [и др.] // Огнеупоры и техническая керамика. 2018. № 7-8. С. 17-24.

2 Совершенствование технологии применения футеровочных пропиточно-обмазочных составов и структурно-химической модификации алюмосиликатных огнеупоров / А.И. Хлыстов [и др.] // Огнеупоры и техническая керамика. 2015. № 10. С. 48-55.
3 Хлыстов А.И., Соколова С.В., Власов А.В. // Повышение эффективности жаростойких композитов за счет применения химических связующих // Технологии бетонов. 2014. № 2 (91). С. 46-50.
4 Хлыстов А.И., Соколова С.В. О службе шамотных огнеупоров в футеровке керамзитообжигательных печей //Огнеупоры и техническая керамика. 2007. № 5. С. 41-44.
5 Khlystov A.I., Sokolova S.V., Markov D.V. Improvement in dyrability of aluminosilicate refractories // Огнеупоры и техническая керамика. 2005. № 11. С. 47-49.
6 Соколова С.В. Влияние структурно-энергетических характеристик гидрооксидов металлов на их химическое связывание с ортофосфорной кислотой с целью получения фосфатных связующих для жаростойких бетоноы // Огнеупоры и техническая керамика. 2004. № 9. С. 29.
7 Соколова С.В. Структурная модификация жаростойких бетонов на гидравлических цементах //Наука и образование транспорту. 2023. № 2. С. 242-247.
8 Федоров В.П., Хлыстов А.И. Керамический тяжелый заполнитель для бетонов водохозяйственного строительства // Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. 1974. № 2. С. 80.

ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ТВЕРДЕНИЯ НА ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ФИБРОБЕТОНА

А. Р. Ерендеева[1], П. В. Рыжков[2], А. С. Баранов[3]

Введение. В настоящее время существует большое количество мероприятий по улучшению структурной прочности, повышению прочностных, деформативных и эксплуатационных характеристик строительных конструкций и изделий из бетона. Одним из таких мероприятий является применение дисперсно-армирующих волокон в качестве «скелета» будущего изделия (фибробетон). Фибробетон – строительный материал, отличающийся от традиционного бетона по своим характеристикам, в том числе высокой прочностью и долговечностью.

Наряду со структурой, один из основных факторов, влияющих на качество изделия – режим твердения. Выбор оптимальных условий и применяемых материалов обеспечивает лучшую гидратацию цемента, определяет как кинетику набора прочности, снижает вероятность возникновения усадочных трещин [1].

При лабораторных исследованиях проводилась оценка наиболее удовлетворяющего режима набора прочности бетонных образцов в зависимости от содержания различных видов дисперсного армирования, при котором достигается наибольшая прочность на растяжение и прижатие.

Основная часть. Для выполнения исследования использовались наиболее распространённые местные материалы: цемент Михайловского комбината строительных материалов марки М500, песок кварцевый модулем крупности не более 0,14 мм, основные виды неметаллического дисперсного армирования с расходом 1 % от массы вяжущего (базальтовая и полипропиленовая фибры). Для проведения экспериментальных исследований были изготовлены 7-суточные образцы-балочки размерами 40×40×160 мм из цементно-песчаной смеси. Твердение образцов происходило в различных условиях (рис. 1): один набор образцов набирали прочность в камерах нормального твердения (при температуре воздуха 20 °С, влажность 95 %), другой – в воздушной среде (при температуре воздуха 20 °С), третий – при тепловой обработке (в муфельной печи на протяжении 8 часов при температуре 150 °С).

[1] Ерендеева Анастасия Руслановна – студент группы СЖД-04, ИТСПС
[2] Рыжков Павел Вячеславович – студент группы СЖД-04, ИТСПС
[3] Баранов Александр Сергеевич – к.т.н., доцент кафедры «Железнодорожный путь и строительство»

Рис. 1. Образцы при различных условиях твердения: а – при нормальных условиях, б – в воздушной среде, в – при тепловой обработке

По истечению срока схватывания образцы подвергались испытанию на предел прочности при изгибе с помощью прибора МИИ-100 (рис. 2). Полученные после испытаний на изгиб половинки балочек сразу же подвергались испытанию на предел прочности при сжатии на гидравлическом прессе П-50 (рис. 3) с максимальной нагрузкой 500 кН. Предел прочности при сжатии вычислялся по формуле (1).

$$R = \frac{P}{F}, \qquad (1)$$

где R – предел прочности при сжатии, кгс/см^2,

P – разрушающая нагрузка, кгс,

F – площадь поперечного сечения образца, см^2.

Рис. 2. Прибор МИИ 100 Рис. 3. Гидравлический пресс П-50

Таблица

Результаты испытаний образцов-балочек при различных режимах твердения

Предел прочности на изгиб, МПа			Передел прочности на сжатие, МПа		
Обычный цемент	Базальт	Полипропилен	Обычный цемент	Базальт	Полипропилен
Воздушная среда					
3,952	5,492	4,217	30,646	32,485	26,968
Тепловая обработка					
5,727	6,296	6,011	31,872	34,323	28,194
Нормальные условия					
5,286	7,365	6,021	40,452	47,807	33,097

По результатам испытаний выявлено, что наибольшей прочностью обладают образцы, подверженные твердению при нормальных условиях (табл., рис. 4.). Это объясняется оптимальной влажностью и температурой, при которой происходил набор прочности образцов, способствуя уменьшению пористости материала и увеличению плотности микроструктуры цементного раствора [2].

Показатели прочности на изгиб при тепловой обработке показало схожие результаты с образцами, подверженные твердению при нормальных условиях. Объясняется это тем, что температура прогрева оказывает существенное влияние на интенсивность роста прочности цемента благодаря повышению скорости гидратации.

Образцы, которые затвердевали в воздушной среде, показали самую низкую прочность. Это вызвано снижением количества влаги в цементном растворе в раннем возрасте, что замедляет процессы гидратации клинкера, т.е. происходит преждевременное обезвоживание цемента.

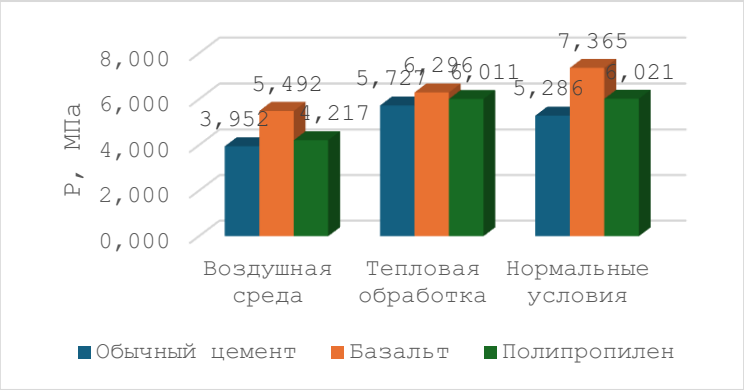


Рис. 4. График зависимости предела прочности на растяжение при изгибе бетона при различных режимах твердения

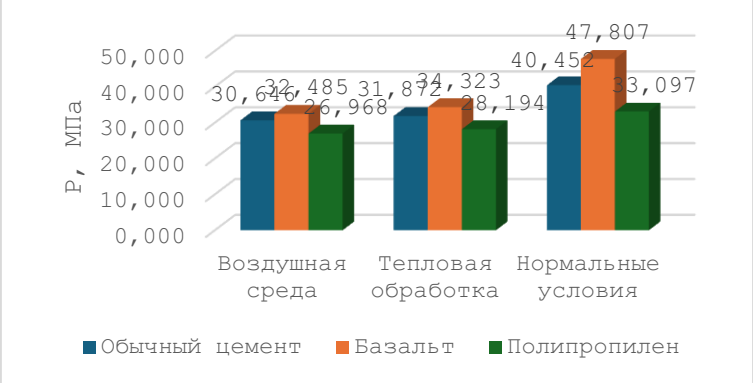


Рис. 5. График зависимости предела прочности на сжатие бетона при различных режимах твердения

В результате испытаний на сжатие наибольший результат показали образцы без добавления фибры (рис. 5). При этом наиболее эффективным вариантом армирования является базальтовая фибра. Обусловливается это тем, что фибра повышает плотность и прочность контакта между цементом и фиброй. Образцы с полипропиленовой фиброй показали меньшие значения по прочности, однако, благодаря своей структуре, фибра легко смешивается с раствором, улучшая пластичность и устойчивость к трещинам, тем самым волокна фибры удерживают форму образца и не дают ему расколоться. Результаты испытаний представлены на рисунке 6.

Рис. 6. Образцы-балочки при затвердевании в нормальных условиях после испытания на сжатие. а – образец без фибры, б – образец с добавлением базальтовой фибры, в – образец с добавлением полипропиленовой фибры

Заключение. В результате исследования можно сделать вывод о том, что выбор режима твердения цемента оказывает значительное влияние на прочностные свойства изделий из фибробетона. Оптимальные условия влажности и температуры во время твердения обеспечивается более качественный набор прочности, поэтому образцы, подвергшиеся твердению при нормальных условиях, обладают наибольшей прочностью, по сравнению с образцами, подвергшимися тепловой обработке и твердению в условиях воздушной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Влияние условий твердения бетона на прочностные показатели / И. И. Романенко, И. Н. Петровнина, К. А. Еличев, В. С. Козицын // Инженерный вестник Дона. 2022. № 3 (87). С. 455-466. EDN AKIDFN.

2 Исследование влияния температуры прогрева на механические свойства твердеющего цементного камня [Электронный ресурс]: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-vliyaniya-temperatury-progreva-na-mehanicheskie-svoystva-tverdeyuschego-tsementnogo-kamnya/viewer

ТОПОГРАФИЧЕСКАЯ И ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЛОЩАДОК ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ

А. А. Жвавая[1], Г. П. Капишников[2], Т. Р. Кадыров

Введение. Топографическая и геодезическая подготовка строительных площадок для железнодорожных объектов является неотъемлемым этапом процесса строительства. Цель данного исследования заключается в изучении полученной информации, которая будет использоваться при планировании строительства железнодорожных объектов.

Геодезические исследования во время строительства железных дорог играют значительную роль в выявлении существующих условий и ключевых особенностей будущего участка застройки, а также в изучении рельефа, через который пройдут линейные объекты. В процессе геодезических работ требуется правильное составление документации, которая послужит основой для проекта, а также контроль за выполнением строительных работ и их соответствием проектным данным.

Чтобы подготовка строительных площадок для железнодорожных объектов была выполнена без каких-либо проблем, для этого производится сбор геодезических данных: координаты, высоты, расстояние местности и другие требования, которые понадобятся во время работ. Для облегчения труда людей, полученные данные обрабатываются и анализируются с использованием специальных программ и математическим расчётам. Основными (популярными) программами для расчётов при строительстве железнодорожных объектов являются: MapInfo, Topocad и GeoniCS Желдор, AutoCad и Топоматик Robur:

[1] Жвавая А. А.
[2] Капишников Г. П.

1. MapInfo (рисунок 1): плюсом данного программного обеспечения является многофункциональность, которая позволяет создавать карты и воплощать сложные географические анализы местностей, на которых будет проводиться непосредственная работа.

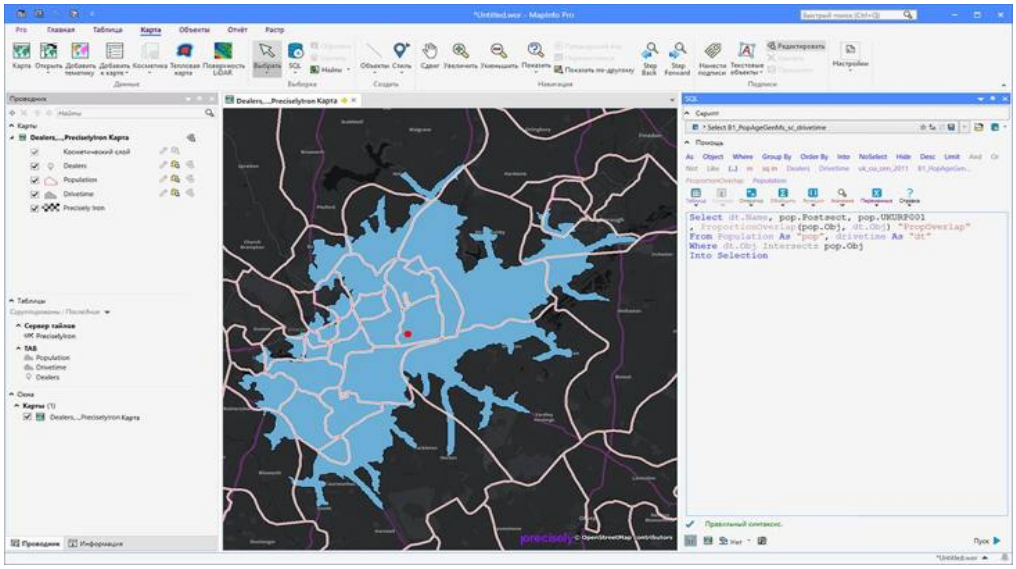


Рис. 1. Интерфейс приложения с примером геодезической работы в MapInfo

2. Topocad (рисунок 2): является в свою очередь программным обеспечением для проектирования. Программный комплекс способен воссоздать определённую местность с помощью создания 3D-моделей и проводить результаты измерений.

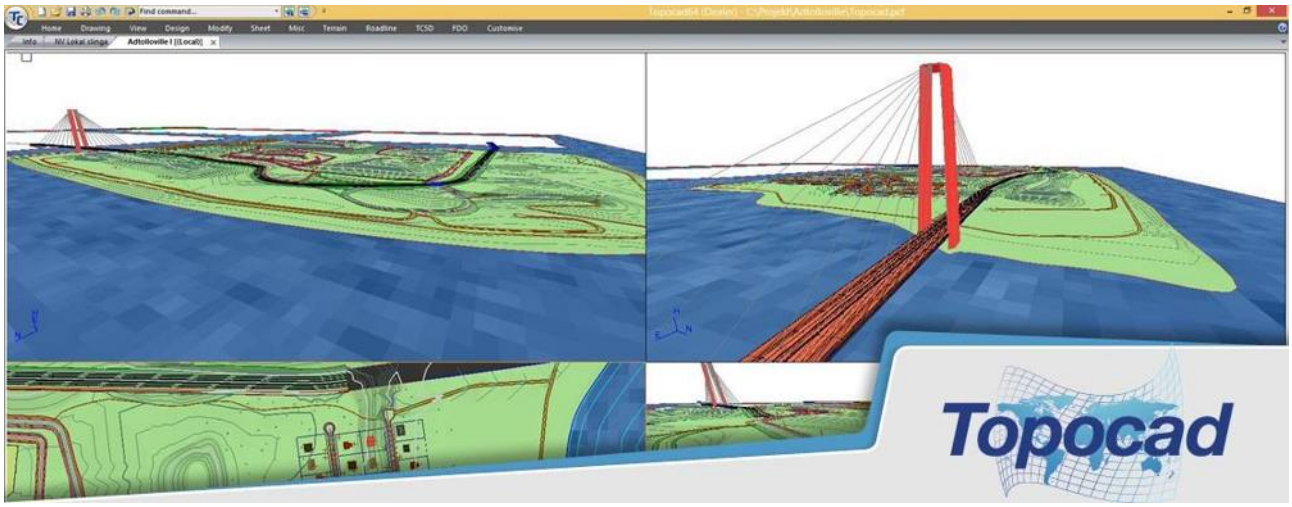


Рис. 2. Интерфейс приложения с примером геодезической работы в Topocad

3. GeoniCS Желдор (рисунок 3): является специальным приложением для проектирования железных дорог на местностях. С помощью удобного пользования вырос уровень эффективность, а также облегчило работу инженерам и проектировщикам.

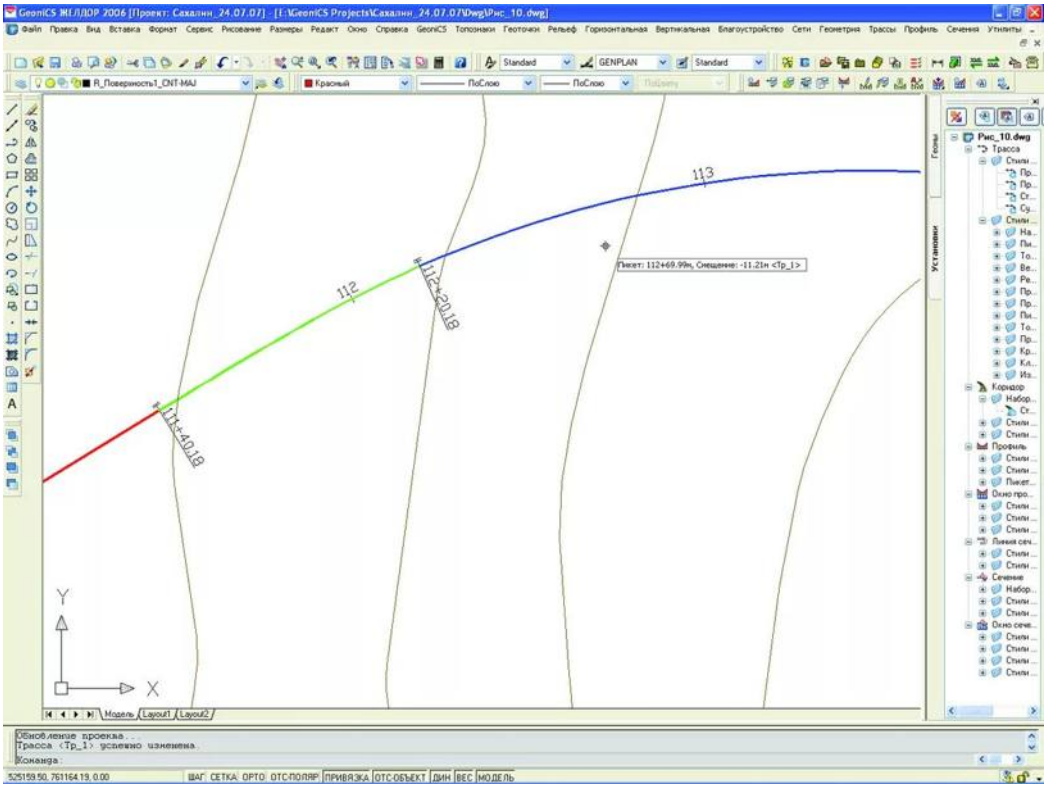


Рис. 3. Интерфейс приложения с примером геодезической работы в GeoniCS Желдор

4. AutoCad (рисунок 4): предоставляет инструменты для создания двухмерных и трехмерных чертежей, моделирования объектов, работы с различными видами чертежей и планов. Программа помогает проектировщикам, инженерам и архитекторам повысить эффективность работы, ускорить процесс создания проектов, сократить ошибки и улучшить качество конечного результата. Этот пакет программ для точного проектирования и цифрового черчения планов, развёрток, схем и виртуальных трёхмерных моделей.

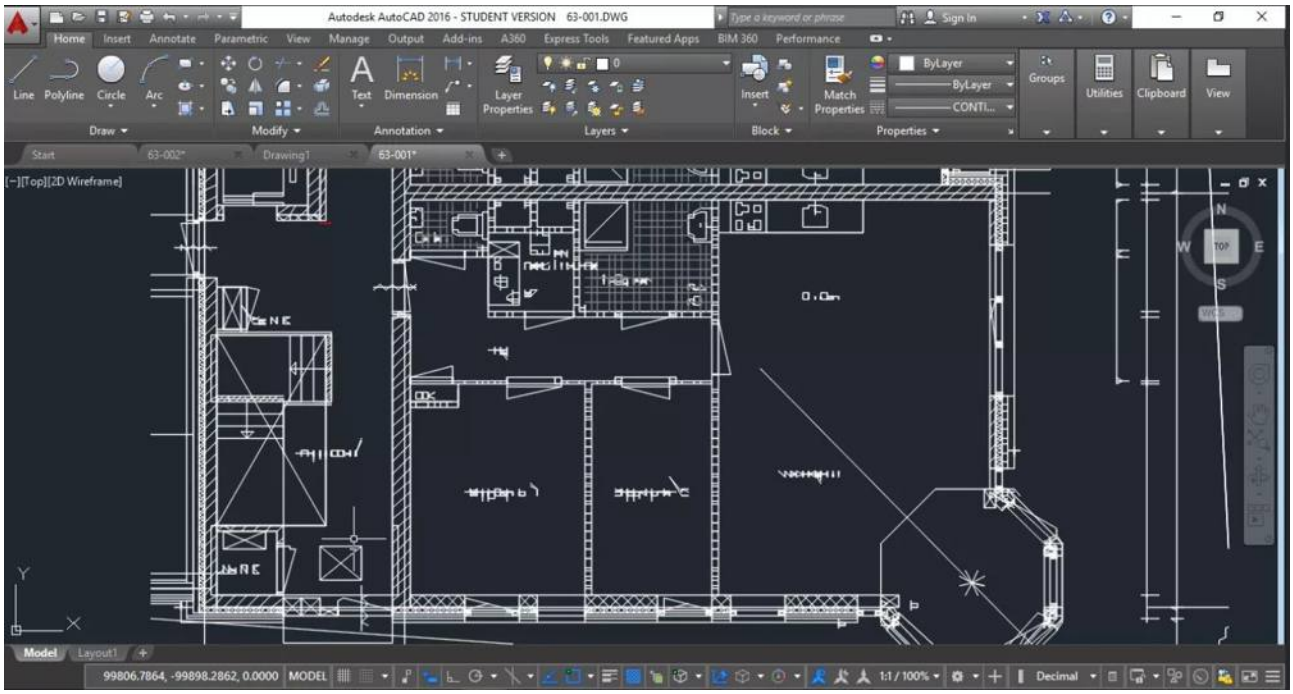


Рис. 4. Интерфейс приложения с примером геодезической работы в AutoCad

5. Топоматик Robur (рисунок 5). Российская компания в области информационных технологий, специализирующаяся на создании и поддержке программного обеспечения для проектирования и строительства транспортных объектов. Широкий функционал программного комплекса «Топоматик Robur» позволяет использовать его в различных областях строительства: для обработки данных инженерных изысканий, разработки проектов автомобильных и железных дорог, инженерных сетей и строительства различных сооружений.

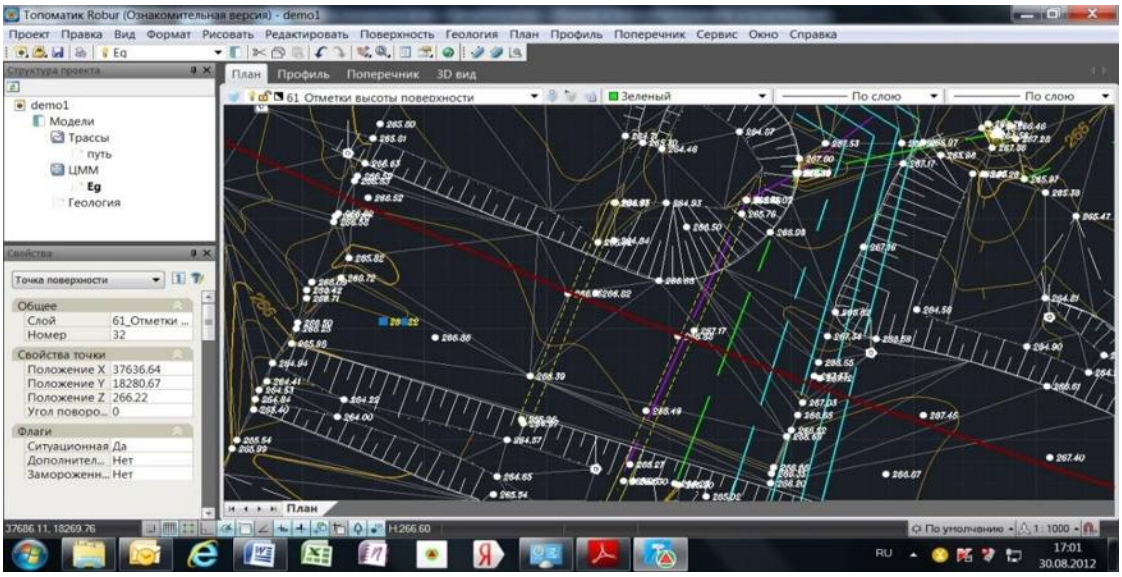


Рис. 5. Интерфейс приложения с примером геодезической работы в Топоматик Robur

Топографические и геодезические методы и инструменты для подготовки к строительным площадкам железнодорожных объектов.

Для выполнения подготовки строительных площадок используются приборы, с которыми знаком каждый геодезист: нивелир и тахеометр. При работе также применяют глобальные системы: GNNS. С помощью этих предметов появляется большая вероятность, что определение площадок под строительство железнодорожных объектов будут выполнены на высоком уровне.

- **Нивелир –** позволяет с точностью определить различия в высотах относительно

опорных точек и создавать точные горизонты, данные которых пригодятся во время процесса проектирования местности для строительства железнодорожных объектов. Конечно же, это необходимо для обеспечения безопасности и устойчивости сооружения.

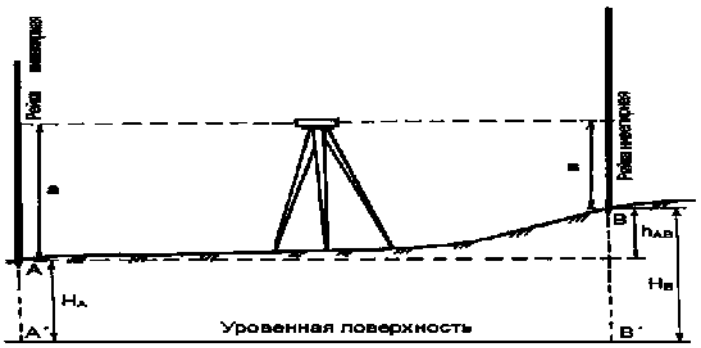


Рис. 6. Схема использования нивелира

Нивелир обладает высокой точностью и позволяет измерять отметки на земле с учетом всех возможных факторов, включая дистанцию, высоту наблюдателя и другие влияющие параметры. Специалисты, занимающиеся проектированием местности для строительства железных

дорог, активно используют нивелиры для создания надежных и безопасных инженерных конструкций. Они определяют оптимальные горизонты и геометрические параметры на основе полученных измерений, что обеспечивает безопасность и плавность движения по железнодорожным трассам (рисунок 6):

• **Тахеометр – это** прибор, позволяющий с точностью измерить высоты, расстояния и углы. При использовании тахеометра во время подготовки площадок для строительства железнодорожных объектов специалисты проводят несколько видов измерений. В первую очередь они измеряют высоты различных точек местности, чтобы определить ее рельеф и уровень грунтовых вод. Эта информация является критической при проектировании мостов, тоннелей и подземных сооружений, чтобы обеспечить их надежность и безопасность. Прибор используется для определения расстояний между различными точками местности. Это позволяет специалистам по железнодорожному проектированию определить оптимальные маршруты для прокладки железнодорожных путей, учитывая такие факторы, как геологические особенности, экологические требования и наличие существующей инфраструктуры (рисунок 7):

Рис. 7. Внешний вид тахеометра

GNNS (ГЛОНАСС) –технология глобальных спутниковых систем, которые помогают при работе проектировать местностью для строительства железнодорожных объектов. При использовании GNNS позволяет точно определить координаты и высоты в различных точках на участке будущего объекта. Эта технология обеспечивает высокую точность и надежность при проведении земляных работ. С помощью GNNS можно определить местоположение будущих железнодорожных трасс, эксплуатационных точек, железнодорожных станций и других объектов инфраструктуры (рисунок 8):

Рис. 8. Внешний вид GNNS

Этапы топографической и геодезической подготовки местности.

Процесс топографической и геодезической подготовки строительных площадок для железнодорожных объектов является сложным и многоэтапным. Он является важным элементом успешной реализации инфраструктурных проектов. Включает в себя несколько этапов, каждый из которых выполняет свою особую функцию.

Во время первого этапа идёт изучение проектной документации. Специалисты ознакамливаются с планами, схемами, техническими условиями и требованиями, предъявляемыми к строительству железнодорожных объектов. Этот этап позволяет более полно представить будущие работы.

Второй этап – определение границ и площади строительных участков. Геодезисты проводят необходимые измерения и геодезические работы для определения точных границ площадок и вычисления их площади. Это позволяет разработать более точные строительные проекты.

В третьем этапе производится геодезическая съемка территории: на этом этапе происходит подробная геодезическая съемка участка, включающая определение точек и контрольных знаков, разбивку осей объектов, вычисление высотных отметок и другие измерения, необходимые для точного планирования и строительства.

Четвертый этап – составление топографической карты. Полученные данные используются для составления детальной топографической карты, которая содержит информацию о рельефе местности, наличии коммуникаций и других объектов, влияющих на строительство железнодорожных объектов.

Пятый этап – производство анализов данных и разработка проекта. Специалисты анализируют все полученные данные, учитывая особенности территории, требования проектной документации и геотехнические условия.

Шестой этап (заключительный) – подготовка трассы, высотной разбивки и координатной сетки. Геодезисты определяют трассы железнодорожных объектов с учетом всех геометрических и геотехнических требований. Также проводится высотная разбивка для определения необходимых высотных отметок. Координатная сетка необходима для обеспечения точности строительных работ и координирования различных объектов. Создание координатной сетки позволяет строителям точно определить положение каждой детали проекта и гарантировать их соответствие заданным планам.

Предложения для облегчения подготовки строительных площадок для железнодорожных объектов.

Во время подготовки строительных площадок используется бетон, но этот материал можно заменить на полимербетон. В свою же очередь, он имеет преимущества в нижеперечисленных характеристиках:

1. Гладкая и устойчивая поверхность.
2. Меньший вес, если сравнивать с бетоном.
3. Преимущество в виде устойчивости к любому климату и т. п.

Но также имеются недостатки, от которых, возможно, можно будет избавиться, если продвигаться по нашему предложению:

1. Полимербетон горюч.
2. Стоимость намного выше, чем у бетона.

Для более удобной работы можно усовершенствовать разработки строительных площадок и использование экскаваций. В этом смогут помочь современные технологии, которые будут специально направлены для более быстрого нахождения ненужных материалов, впоследствии мешавшие во время работы. Для такого случая можно создать программу, которая сможет находить всевозможные ископаемые. Это во много раз сократит работу и сделает её более продуктивной.

Исходя из первого предложения, появляется новая идея для усовершенствования строительной техники: экскаватора, бульдозера, погрузчика и прочие. Хоть и правильно, что со временем создаются программы для облегчения работы, но никто не отменял более тяжёлую силу. После улучшения техники могут появиться плюсы в виде скорости, поднимания тяжёлых грузов и так далее. Ещё можно создать специальную технику, которая сможет находить во время подготовки площадки плодородную почву, чтобы впоследствии её использовать в других отраслях, либо же её просто-напросто не портить.

Не можем не затронуть вновь тему, связанную с приложением. Существует возможность объединить известные при использовании работы приложения, которыми пользуются рабочие для подготовки площадок. Явно неудобно пользоваться большим количеством программ, которые, по сути, имеют одну и ту же функцию. Для облегчения времени и труда можно создать одно большое приложение, в котором будет содержаться известные програм-

мы, ранее упомянутые нами: MapInfo, Topocad, GeoniCS Желдор, AutoCad, Топоматик Robur и другие, которые не были написаны в этой статье.

Значимость и подготовка строительных площадок.

Подготовка строительных площадок является важным этапом в строительстве железнодорожных объектов. Она включает в себя топографическую и геодезическую подготовку, которые играют ключевую роль в оптимизации процессов проектирования, строительства и эксплуатации. В свою же очередь они также гарантируют точность и надежность будущих работ.

Качественная подготовка строительных площадок позволяет учесть все особенности местности и достичь наилучших результатов. Топографическая информация о грунтах, рельефе и других характеристиках помогает разработать оптимальные проектные решения, с учетом данных параметров. Эта информация позволяет добиться высокой точности при разметке места будущих строительных работ и контроле за строительным процессом.

Топографическая и геодезическая информация необходима для соблюдения норм и правил строительства. Применение всех необходимых процедур и требований помогает избежать потенциальных проблем и конфликтов при дальнейшей эксплуатации объектов.

Таким образом, топографическая и геодезическая подготовка строительных площадок является неотъемлемой частью процесса строительства железнодорожных объектов. Она позволяет оптимизировать процессы проектирования, строительства и эксплуатации, обеспечивая точность и надежность работ, повышение безопасности и соблюдение норм и правил строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Родионов В. И. Геодезия. Учебник для техникумов. М.: Недра, 1987. 332 с.

2 Загретдинов Р.В., Комаров Р.В., Сапронов А.Е., Соколова М.Г. Казань: Казан. ун-т, 2020. 98 с.

3 Киселев М.И., Михелев Д.Ш., Фельдман В.Д. / Под ред. Д. Ш. Михелева.4-е изд., испр.М.: Издательский центр «Академия», 2004. 480 с.

4 Хаметов Т.И., Швидкий В.Я., Шлапак В.В. Пенза: ПГУАС, 2014. 300 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ НА ЦЕМЕНТНОМ ВЯЖУЩЕМ. ПУТИ УЛУЧШЕНИЯ ФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ФИБРЫ ИЗ ВТОРИЧНОГО МАТЕРИАЛА

М. В. Макаркин[1]

Введение. В статье приведен анализ эффективности дисперсного армирования строительных смесей на цементном вяжущем. Описаны основные свойства и области применения известных фиброволокон, пути улучшения физико-механических свойств цементного раствора, армированного фиброй, за счет применения вторичного материала при изготовлении продукта.

В настоящее время наиболее популярными способами увеличения прочности строительных растворов и бетонов является применение нанодобавок различной химической природы, введение полимеров, а также дисперсное армирование. Под дисперсным армированием понимается введение в растворную смесь различных волокон (фибры) и, как известно, при этом материал приобретает повышенные физико-механические характеристики, в частности, прочность на растяжение и сжатие [1]. Однако, повышенные показатели прочности достигались в условиях статической нагрузки, но, например, раствор, применяемый для ремонта бетонных конструкций зданий и сооружений испытывает и динамические воздействия, которые характеризуются высокой моментальной нагрузкой [2], что требует более детальной оценки характеристики способности раствора выдерживать динамические изгибающие нагрузки.

[1] Макаркин М. В.

Фибра в зависимости от исходного материала структурируется в ГОСТ14613–83 «Фибра. Технические условия» на 6 категорий: стальная, углеродная, стеклянная, полипропиленовая, базальтовая, целлюлозная. Положительное влияние введения волокон в цементный раствор отразилось на разнообразии номенклатуры фибр. В отдельных случаях обоснованно применяются даже дорогостоящие виды фибр из вольфрама, бора, углерода, но наиболее популярными остаются фибры из стали, стеклянные, базальтовые и полипропиленовые, их основные характеристики представлены в табл.

Таблица

Основные характеристики фибр

Характеристика (показатель)	Вид фибры			
	Базальтовая	Стальная	Стеклянная	Полипропиленовая
Диаметр волокна, мкм	12-17	500-1200	13-15	10-25
Длина волокна, мм	3,3-15,6	30-50	5-18	6-18
Плотность волокна, г/см3	2,6	7,7	2,6	0,92
Температура плавления, °С	1450	1550	870	160
Стойкость к щелочам и коррозии	средняя	низкая	низкая	высокая
Модуль упругости, ГПа	Не менее 80	195	75	35
Прочность (на растяжение), МПа	3500	550-1500	1500-3500	150-600

Межгосударственный стандарт ГОСТ 33370-2015 «Волокна химические штапельные для армирования строительных материалов и конструкций. Общие технические условия» классифицирует волокна в зависимости от их диаметра на волокна диаметром менее 0,30 мм, сформированные как мононити и фибриллированные и на волокна диаметром более 0,30 мм. По данной классификации волокна являются микроволокнами и макроволокнами, соответственно. Микроволокна в основном не значительно повышают прочностные свойства материала и применяются с целью уменьшения трещинообразования, исключения расслаивания и усадки растворной смеси, снижения истираемости. В свою очередь, в конструкциях, требующих применение арматурных каркасов или сеток, микроволокна не могут быть использованы для их замены.

Макроволокна, ввиду более крупной физической формы, в материале могут выполнять функцию дополнительной или полной замены классического армирования арматурного каркаса. Макроволокна при совместной работе с цементным камнем обеспечивают увеличение прочности готового продукта на растяжение и сжатие, повышают устойчивость к трещинообразованию. Поэтому область применения макроволокон достаточно обширна: бетонные конструкции и изделия, дорожные покрытия, ремонтные и гидроизоляционные материалы, также применяется в составе торкретбетона.

К недостаткам полипропиленовой фибры (рис. 1) следует отнести отсутствие однородности качества исходного сырья, как следствие, такие показатели физических характеристик, как ударопрочность, разрывная нагрузка и коэффициент удлинения, у различных производителей варьируются. В свою очередь, достижение высоких показателей вышеуказанных свойств предусматривает изготовление волокон из первичного полиэтилена, поэтому стоимость такого волокна в настоящее время высокая. Также полипропиленовая является низкомодульной фиброй (модуль упругости 35 ГПа), соответственно, прочность на растяжение имеет низкий показатель (150-600 Мпа), к существенному недостатку также относится ее термопластичность - низкая температура плавления (160 °С) и температура воспламенения (320 °С) [3].

Рис. 1. Полипропиленовая фибра

Стеклянная фибра (рис. 2) сочетает в себе как высокую прочность волокон на растяжение (150-3500 МПа), так и высокий модуль упругости (75 ГПа) (табл. 1).

Рис. 2. Стеклянная фибра

Благодаря более низкой плотности стеклянного волокна (табл. 1), чем стального (в 3 раза), стеклофибра применяется без значительного утяжеления конструкции. Диаметр волокон стеклофибры позволяет использовать ее как в бетоне, так и в растворе. Однако, существенным недостатком стеклофибры является высокая коррозия в щелочной цементной среде [3, 4, 5]. В работе [3] показана структура стеклянного волокна, подверженного коррозии после эксплуатации в цементной штукатурке. На стекловолокне наблюдается коррозионное поражение в виде поперечных трещин (рис. 3). В настоящее время существуют щелочестойкие виды стеклофибры, но их стоимость сопоставима углеродной и очень высока.

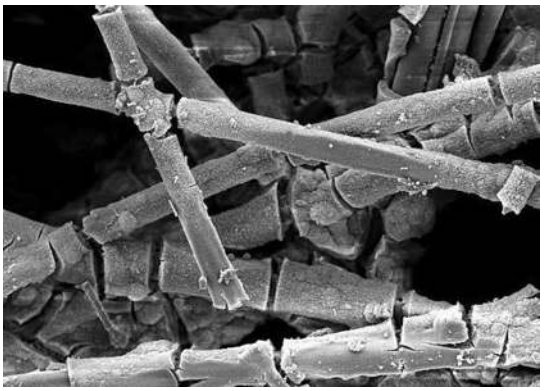


Рис. 3. Структура стеклофибры, подверженной щелочной коррозии

К разряду высокопрочных следует отнести углеродную фибру (рис. 4). Благодаря высоким прочностным характеристикам углеродного волокна, которые достигаются путем их термической обработки, данная фибра сочетает в себе высокие показатели прочности на разрыв, низкий коэффициент удлинения и высокую коррозионную стойкость к агрессивным средам [6]. Однако существенным недостатком данной фибры является ее очень высокая стоимость.

Рис. 4. Углеродная фибра

Базальтовая фибра (рис. 5) изготавливается из пород магматического происхождения, в этой связи она характеризуется высокой прочностью, стойкостью к агрессивным средам (табл.), негорючестью и экологической чистотой [3]. Благодаря экономичности производства, стоимость базальтовых волокон невысокая и в 3-4 раза ниже стоимости волокон из первичного 100 % полиэтилена. Базальтовая фибра широко применяется при изготовлении различных видов бетонов, в том числе тяжелых и ячеистых, отделочных смесей, при устройстве стяжек.

Рис. 5. Базальтовая фибра

Существующие решения по производству строительных смесей с добавлением фибры открывают возможности изучения вариантов модификации фиброволокон с целью улучшения предельных характеристик. Одним из направлений для изучения является применение материалов вторичного производства, создание новых форм волокон.

Известны исследования в области применения фибры, полученной из вторичной переработки пластиковой тары (флекса), в бетоне [7]. В ходе исследования в обыкновенный цементный бетон вводились волокна флекса достаточно крупных размеров без дополнительной обработки, вследствие чего прочностные показатели на сжатие оказались ниже, а на растяжение незначительно выше в сравнении с эталонными образцами из обычного бетона. Твердость и сопротивляемость на разрыв у волокон из флекса достаточно высокие, несмотря на это, добиться прогрессивного показателя прочности готового продукта не удалось. Такой результат можно объяснить низкими показателями адгезии волокон с цементным камнем, которую не удалось обеспечить из-за слишком крупных размеров фибры, отсутствия обработки химическими составами волокон.

Однако, в более поздних исследованиях известны результаты увеличения прочности на сжатие обычного бетона с применением в его составе фибры из ПЭТ тары [8, 9]. Технический результат разрушающего контроля в исследовании [8], при условии введении фибры 0,3 % от объема бетонной смеси, показал прочность на сжатие на 62,5 % больше в сравнении с образцом бетона без добавления фибры из ПЭТ тары. Также эффективное применение добавки фибры из ПЭТ тары в полистеролбетон отмечено автором в работе [9]. Было достигну-

то увеличение прочности на сжатие на 1,4 Мпа чем у полистеролбетона без фибры. Особенно, отмечается повышение упругих характеристик полистеролбетона с фиброй из ПЭТ тары. Таким образом, данные исследования подтверждают общую эффективность использования фибры из полиэтилентерефталата в бетоне.

Выводы.

Исходя из приведенных выше характеристик фиброволокон, их основных достоинств и недостатков, можно сделать вывод, что каждая фибра выбирается в зависимости от того каких показателей необходимо достичь. В случае, если с помощью дисперсного армирования необходимо достичь высоких эксплуатационных показателей конструкции, то рационально применять базальтовую фибру. Если стоит задача получить конструкцию с экономически эффективным решением, то целесообразно применить фибру, полученную из вторичной переработки пластиковой тары (флекса).

Учитывая предыдущие наработки, с экономической точки зрения интересным и перспективным дальнейшим исследованием является разработка композитных материалов с применением фибры из продуктов вторичной переработки ПЭТ с достижением повышенных физико-механических характеристик конструкции, что позволит существенно снизить стоимость изготовления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Шубин А.А., Литвинов А.В. Исследования влияния параметров дисперсного армирования на свойства фибробетона // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2002. № 2. С. 31-34. EDN MURIVB.

2 Корнилович Ю.Е. Исследование прочности растворов и бетонов. Киев: Госстройиздат УССР, 1960, 253 с.

3 Пустовгар А. П., Абрамова А. Ю., Еремина Н. Е. Эффективность использования дисперсного армирования бетонов и строительных растворов полипропиленовойи базальтовой фиброй // Технологии бетонов. 2019. № 7-8 (156-157). С. 34-42. EDN EIFFEA.

4 Пустовгар А. П., Абрамова А. Ю., Еремина Н. Е. Коррозионное воздействие продуктов гидратации портландцемента на армирующие волокна различных видов // Технологии бетонов. 2020. № 1-2 (162-163). С. 36-44. EDN DJHFQJ.

5 Габидуллин М. Г., Багманов Р. Т., Шангараев А. Я. Исследование влияния характеристик стеклофибры на физико-механические свойства стеклофибробетона // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. 2010. № 1(13). С. 268-273. EDN MWGSIX.

6 Кудяков К. Л., Невский А. В., Ушакова А. С. Влияние дисперсного армирования углеродными волокнами на прочностные свойства бетона // Перспективы развития фундаментальных наук : сборник научных трудов XI Международной конференции студентов и молодых ученых, Томск, 22–25 апреля 2014 года / под редакцией Е.А. Вайтулевич. Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2014. С. 799-802. EDN TUBHKH.

7 Киянец А.В. Бетон с добавлением фибры из переработанного полиэтилентерефталата // Инженерно-строительный журнал. 2018. № 8 (84). С. 109-118.

8 Патент Российской Федерации № 2485068 «Пластикофибробетон» C04B 28/04, 2011 г.

9 Патент WO 1999058468 A1, кл. C04B 111/20, опубл. 18.11.1999

ОПТМИЗАЦИЯ ФИЗИКО-ТЕРМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АЛЮМОХРОМИСТЫХ ОГНЕУПОРОВ ПО ПРИНЦИПУ ИХ ПЕРВОНАЧАЛЬНОГО ЭЛЕКТРОСОПРОТИВЛЕНИЯ

П. А. Мачанян[1], С. В. Соколова[2]

Введение. Была разработана методика измерения электропроводности модифицированных фосфатами огнеупорных композитов и предложена методология исследования высокотемпературных футеровочных материалов с целью оптимизации их состава по такому критерию долговечности как изменение электросопротивления при нагревании.

[1] Мачанян П. А.

[2] Соколова С. В.

Цель: разработка научных и практических основ структурно-химической модификации огнеупорных футеровочных материалов, позволяющей значительно повысить физико-термические показатели футеровки и увеличить ее стойкость и долговечность.

Материалы. Исходными материалами при проведении исследований были использованы: алюмохромистый отход нефтехимии (пиритные огарки), керамзитовый песок «кипящего слоя», алюмокальцийфосфатная связка (АКФС).

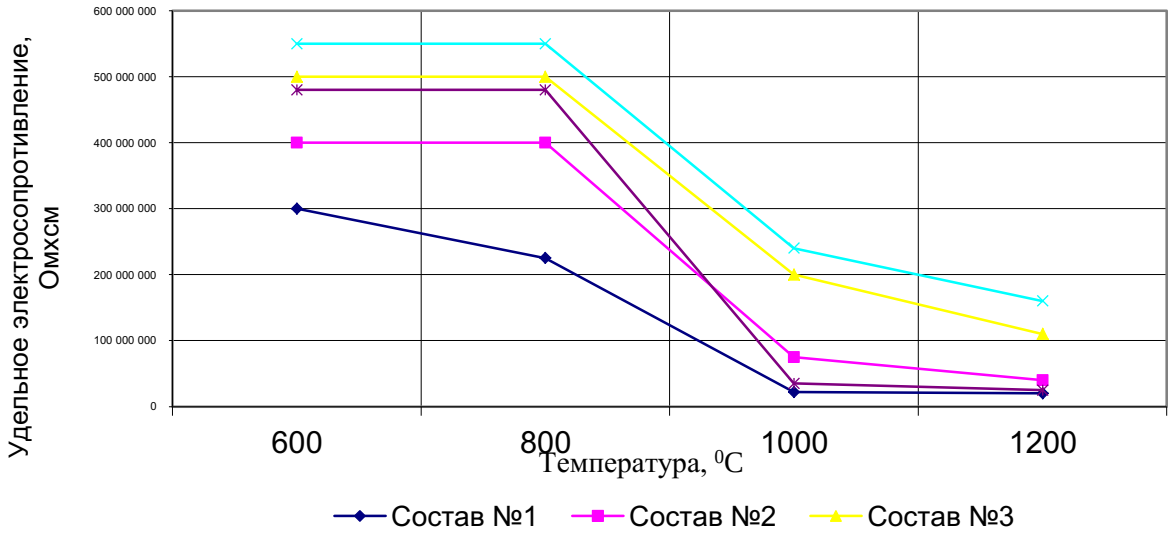
Методы и результаты. Фосфатные связующие обладают повышенными термической стойкостью и химической сопротивляемостью по сравнению с другими жаростойкими связующими [1–3]. Определяющим фактором повышения долговечности является электропроводность цементного камня и бетона в целом на данном вяжущем [4–5]. По характеру изменения электропроводимости при подъеме температуры, можно судить об изменениях термического расширения, теплопроводности и химической стойкости футеровок в контакте с агрессивными средами [6–7]. Была разработана пропиточно-обмазочная композиция заданного состава (табл. 1).

Таблица 1

Изменение электросопротивления в зависимости от типа пропиточно-обмазочного состава и температуры

Составы обмазок	Удельное электросопротивление, ρ, Ом.см при t в ^{0}C			
	600°C	800°C	1000° C	1200° C
1. H_3PO_4 70 %-ная	$3 \cdot 10^6$	$2{,}3 \cdot 10^6$	$1{,}3 \cdot 10^5$	$3 \cdot 10^4$
2. АФС+ H_3PO_4 70 %-ная	$4 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^5$	$4 \cdot 10^4$
3. Cr_2O_3+ H_3PO_4 70 %-ная	$5 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^4$
4. ZrO_2+ H_3PO_4 70 %-ная	$5{,}4 \cdot 10^6$	$5{,}1 \cdot 10^6$	$4{,}5 \cdot 10^5$	$3{,}5 \cdot 10^4$
5. ИМ-2201+ H_3PO_4 70 %-ная	$4{,}8 \cdot 10^6$	$4{,}2 \cdot 10^6$	$3{,}3 \cdot 10^5$	$1{,}9 \cdot 10^4$

Данная методика позволяет повысить эффективность работы тепловых агрегатов, как за счет применения дешевых керамических огнеупоров, так и за счет появления возможности ремонта изношенной поверхности футеровки, используя пропиточно-обмазочную технологию (рис. 1).



(Составы даны по таблице 1)

Рис. 1. Зависимость удельного электросопротивления огнеупорных обмазок от температуры нагревания

Таким образом, с целью повышения физико-термических свойств и химической стойкости шамотного огнеупора необходимо увеличить его первоначальное электросопротивление.

Был разработан состав жаростойкого композита на высокоогнеупорном связующем и керамзитовом песке «кипящего слоя».

Технологической особенностью производства керамзитового песка в опытно-промышленной установке является унос газовыми потоками из «кипящего слоя» песка мелкой фракции и осаждение его в циклонах (песок из циклона). Песок крупных фракций, именуемый далее «песком из слива», удаляется из камеры обжига через сливное отверстие в холодильник. Исследованию подвергались [8] две партии песка, каждая из которых состояла из четырех проб (две из слива и две из циклона). Результаты испытаний приведены в таблице 2, из которой видно, что содержание пылевидных частиц (0–0,315 мм) колеблется от 2 до 10 % в песке из слива и от 47 до 53 % в песке из циклона. Плотность песка из циклона, несмотря на большое количество мелких фракций, меньше плотности песка из слива на 6-9 %. В песке из слива преобладающими являются фракции 0,315 – 0,63–1,25 мм. Для всех фракций песка определялись потери в весе при прокаливании. Наибольшими они оказались у песка фракции 0-0,14 мм (для песка из циклона – 10,26 %, для песка из слива – 1, 76 %). При этом с увеличением крупности песка потери снижаются. Сравнение потерь при прокаливании для песка из слива и циклона показывает, что у последних они значительно больше. Например, потери при прокаливании в песке из циклона фракции 0,63 – 1,25 мм составляют 0,23 – 1,1 %, а для той же фракции из слива – 0,06 -0,22 %. Общие же потери при прокаливании для песка из слива и циклона не превышали 1 %.

Таблица 2

Гранулометрический состав и плотность керамзитового песка, полученного обжигом в «кипящем слое»

№ пп	Наименование песка	Плотность, кг/м^3	Гранулометрический состав, мм (частные остатки на ситах 1,0 % по объему)					
			2,2	1,25	0,63	0,315	0,14	<0,14
1	Песок из слива	578	8,69	36,0	35,34	18,26	1,21	0,50
	Песок из циклона	485	-	0,41	5,22	47,01	35,0	14,34
2	Песок из слива	651	1,53	83,87	23,0	26,07	5,36	4,15610
	Песок из циклона	610	-	-	2,46	43. %	42,6	11,44

При исследовании влияния гранулометрического состава керамзитового песка, полученного обжигом в «кипящем слое», на прочность и плотность бетона применялось уравнение:

$Y = (X/D)^n$, рекомендованное Н.Я. Спиваком, где

Y – количество гравия, прошедшего через сито, 5 по объему,

D – предельная крупность заполнителя, мм,

n – показатель степени [8].

В опытах использовались пески пяти гранулометрических составов с показателем степени «n», равным 0,2, 0,4, 0,6, 0,8, 1. В указанных песках готовились раствор и керамзитобетон марки 50. Расход составляющих был постоянным, кроме воды, количество которой назначалось из условия сохранения одинаковой подвижности как для раствора, так и для бетона. Проведенные опыты показали, что при прочих равных условиях бетоны имели максимальную прочность на песках со значительным содержанием мелких и пылевидных фракций (с «n», равным 0,2 и 0,4). В то же время в растворах наибольшая прочность наблюдалась в случае применения песков с малым содержанием мелких фракций (с «n», равным 0,6 и 0,8). Проведенные исследования позволили установит влияние гранулометрического состава песков на прочность и плотность керамзитовых раствора и бетона и рекомендовать оптимальные зерновые составы песков (рис. 2).

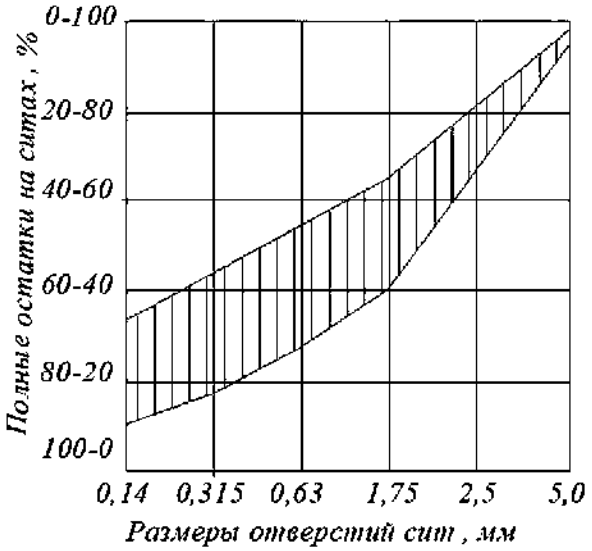


Рис. 2. Рекомендуемый зерновой состав керамзитового песка, приготовляемого в печах «кипящего слоя» для легких бетонов

Для сравнения на рисунке 3 приведен рекомендуемый зерновой состав дробленого керамзитового песка.

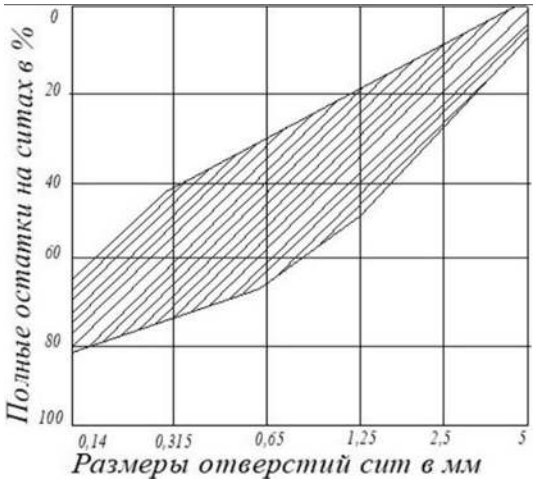


Рис. 3. Рекомендуемый зерновой состав дробленого керамзитового песка

Особое внимание было обращено на качество обжига песка. Некоторые, в особенности мелкие частицы глины, оказываются недостаточно обожженными. Повышенное содержание в песке и бетоне таких частиц может снизить долговечность изделий и конструкций [8]. Петрографические анализы песка показали, что содержание глины в песке увеличиваются с уменьшением размеров зерен песка, что зависит от температуры обжига. Были отобраны пробы песка из глины Смышляевского месторождения, обожженных при температуре 970, 1030, 1050 и 1070 °С. Оптимальной признана температура обжига 1070 °С, при которой был получен песок с содержанием недостаточно обожженного глинистого веществ не более 2 %. Этот песок был использован в последующих опытах. Так же изучались реологические свойства растворов на керамзитовом песке. Строительные растворы и бетоны на песке из «кипящего слоя» по своим физико-механическим свойствам равноценны бетонам и растворам на дробленом песке или несколько превосходят их. Так, прочность растворов на песке из «кипящего слоя» оказалась выше прочности растворов на дробленом песке при сжатии на 3,2–16,5 %, при изгибе на 9,1–21,6 %. Проверка реологических свойств растворных смесей на различных песках показала, что подвижность растворов на дробленом песке на 20 % меньше, чем в случае применения песка, обожженного в «кипящем слое» (табл. 3). Это оъясняется более низкой водопотребностью песка, обожженного в «кипящем слое», по сравнению с

дробленым песком в силу того, что зерна дробленого песка имеют открытые поры, а зерна песка, обожженного в «кипящем слое», покрыты плотным спекшимся слоем (оболочкой), препятсявующим проникновению воды внутрь зерен.

Таблица 3

Подвижность растворов на керамзитвых песках

№ п/п	Растворы	Расход на 1м^3			Подвижность (расплыв конуса в см)
		Цемента, кг	Песка, л	Воды, л	
1	Раствор на песке из слива	500	1000	350	15,85
2	Раствор на дробленом песке того же гранулометрического состава	500	1000	350	12,6
3	Раствор на песке из циклона	500	1000	430	17,85
4	Раствор на дробленом песке того же гранулометрического состава	500	1000	430	11,8

Физико-механические характеристики разработанных растворов представлены в таблице 4.

Таблица 4

Физико-механические характеристики растворов

Состав растворов, кг/м^3	Средняя плотность смеси, кг/м^3	Предел прочности при сжатии, МПа образцов в зависимости от температуры нагрева, ^{0}С			
		20 (7суток)	500	800	1000
Алюмохромистый отход нефтхимии – 225 Керамзитовый песок «кипящего слоя» – 725 Алюмокальцийфосфатная связка – 415	1355	6,6	6,4	6,2	5,9

Прочность при сжатии образцов кладочных растворов достаточна для их применения в футеровках.

Выводы:

1. Полученные данные свидетельствуют о высоких физико-механических и термических свойствах разработанных бетонов.

2. Определение удельного электросопротивления модифицированных огнеупорных футеровочных материалов (керамических огнеупоров и жаростойких бетонов) при нагревании в производственных условиях позволило с большей достоверностью оптимизировать технологические параметры их поверхностной модификации за счет нанесения огнеупорных обмазок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Хлыстов А.И., Соколова С.В. Термодинамический принцип оценки пригодности техногенного сырья для синтеза фосфатных связующих // Башкирский химический журнал. - 2004. № 2. С. 27.

2 Соколова С.В. Изменения физико-механических характеристик штучных шамотных огнеупоров при проведении структурно-химической модификации //Наука и образование транспорту. 2023. № 2. С. 239-242.

3 Соколова С.В. Изучение влияния силикатного расплава на высокоглиноземистые материалы //Наука и образование транспорту. 2023. № 2. С. 235-239.
4 Соколова С.В. Исследования фазово-структурных превращений огнеупорных обмазок с целью ремонта тепловых промышленных агрегатов // Наука и образование транспорту. 2023. № 2. С. 232-235.
5 Акифьева Е.С., Соколова С.В. Изменение физико-механических свойств жаростойких композитов, модифицированных при помощи тонкомолотого алюмосиликатного компонента. - В сборнике: Дни студенческой науки. Сборник материалов 50-й научной конференции обучающихся СамГУПС, посвященной 50-летию СамГУПС. Самара, 2023. С. 103-105.
6 Акифьева Е.С., Соколова С.В. Применение глиноземсодержащих отходов промышленного производства при синтезировании составов жаростойких бетонов. - в сборнике: Дни студенческой науки. Сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС . Сер. «Технические науки» 2022. С. 20-21.
7 Сергеев Д.В., Соколова С.В. Влияние пропитки раствором ортофосфорной кислоты на физико-механические свойства алюмосиликатных огнеупоров. - в сборнике: Дни студенческой науки. Сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС . Сер. «Технические науки» 2022. С. 27-28.
8 Федоров В.П., Хлыстов А.И. Керамический тяжелый заполнитель для бетонов водохозяйственного строительства // Известия ВУЗов. Строительство и архитектура. 1974. № 2. С. 80.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ БЕТОННЫХ БАЛОК С ТРАДИЦИОННЫМ АРМИРОВАНИЕМ И АРМИРОВАННЫХ БАЗАЛЬТОВОЙ АРМАТУРОЙ

П. В. Рыжков[1], А. Р. Ерендеева[2], А. С. Баранов[3]

Введение. Армирование представляет собой процесс включения арматурных элементов в бетонные конструкции для улучшения их прочностных характеристик. Существует несколько видов и материалов для армирования бетонных конструкций, включая традиционное использование стальной арматуры и инновационное применение базальтовой арматуры. Применение традиционной арматуры из стали широко распространено в строительстве, однако базальтовая арматура, изготовленная из базальтовых волокон, становится все более популярной благодаря своим свойствам и преимуществам.

Для проведения сравнительного анализа работы бетонных балок с использованием традиционной стальной арматуры и базальтовой арматуры был проведён эксперимент.

В ходе эксперимента были изготовлены бетонные балки размерами 6х15х120 см армированные стальной арматурой (ГОСТ 5781-82) и базальтовой арматурой (ГОСТ 31938-2022). Диаметр используемой арматуры 8 мм. На рисунке 1 показано сечение образцов и схема расположения арматурных стержней. В таблице 1 представлены физико-механические характеристики используемой арматуры [2].

Таблица 1

Физико-механические характеристики арматуры

Показатель	Базальтовая арматура	Стальная арматура
Прочность на растяжение, МПа	1 100 – 1 200	360 – 420
Относительное удлинение, %	1.33–1.86	14 (для А3)
Коэффициент линейной температурной деформации в температурном диапазоне от 0 до 200ºС, м/ºС (для бетона k=0.7–1.0·10-5)	0.5–0.9·10-5	1.3–1.5·10-5
Плотность, г/см³	1.9	7.80
Рабочий температурный диапазон, ºС	–70…+160	–70…+50
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·ºК)	0.36	46
Электрические свойства	диэлектрик	проводник
Магнитные свойства	диамагнетик	проводник
Стойкость к коррозии, кислотам и щелочам	не подвергается	подвергается

[1] Рыжков Павел Вячеславович - студент группы СЖД-04, факультет ИТСПС
[2] Ерендеева Анастасия Руслановна - студент группы СЖД-04, факультет ИТСПС
[3] Баранов Александр Сергеевич - к.т.н., доцент кафедры «ЖПС»

Твердение образцов происходило в течение 20 суток, после чего опытные образцы подверглись испытанию в соответствие с ГОСТ 25.604-82. Приложение нагрузки осуществлялось гидравлическим домкратом на 5 тонн с ручным приводом. На рисунке 2 представлена схема и установки балки для проведения испытания.

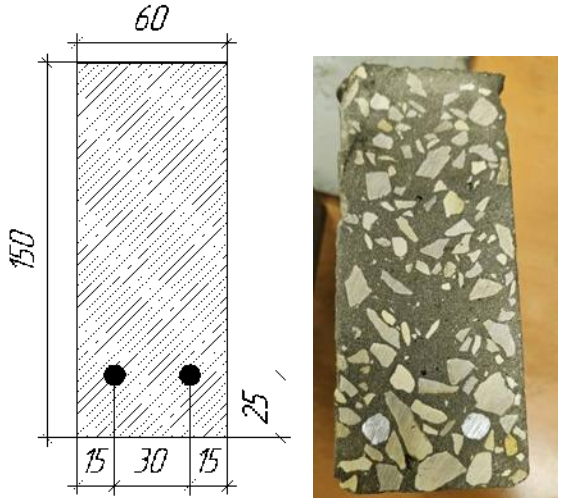


Рис. 1. Схема армирования образца

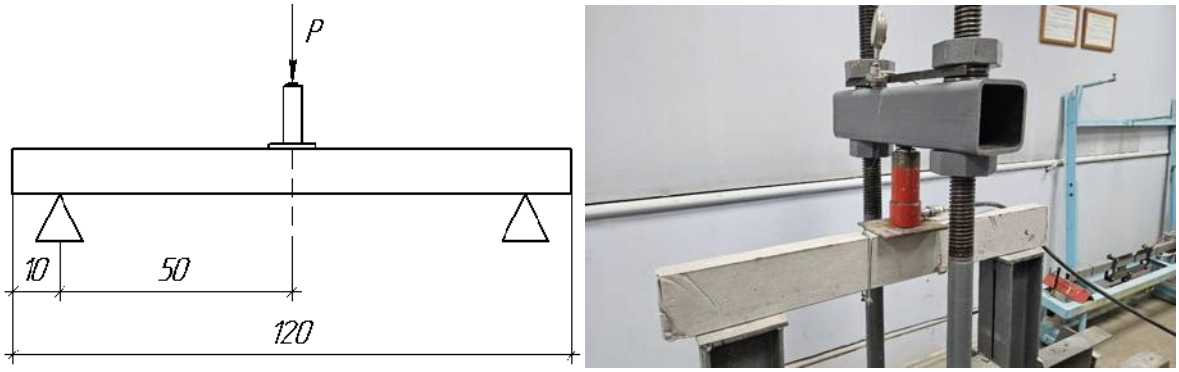


Рис. 2. Схема установки для испытания образца

Результаты испытаний представлены в таблице 2. Механизм разрушения образцов представлена на рисунке 3, 4.

Рис. 3. Механизм разрушения образцов, армированных стальной арматурой

Рис. 4. Механизм разрушения образцов, армированных базальтовой арматурой

Результаты испытаний образцов

Таблица 2

№ Образца	Армирование стальной арматурой		Армирование базальтовой арматурой	
	Предел прочности на изгиб, МПа	Величина прогиба, мм	Предел прочности на изгиб, МПа	Величина прогиба, мм
1	4,1	3,5	4,1	2,6
2	4,4	4	4,2	3,8
3	5,0	2,5	4,9	4,9
Ср. знач.	4,5	3,3	4,4	3,8

По результатам испытаний выявлено, что прочность при изгибе образцов, армированных базальтовой арматурой на 2,3 % ниже и равна 4,4 МПа. Прочность при изгибе образцов, армированных стальной арматурой равна 4,5 МПа. Механизм разрушения образцов идентичен. При постепенной нагрузке сначала возникают мелкие трещины в растянутой зоне, затем наклонные от места приложения усилия. Величина прогиба железобетонной балки 3 мм, а базальтобетонна - 3,8 мм. Предполагается, что такая разница получается из-за разных модулей упругости, у стальной арматуры - 200000 МПа, у базальтовой - 60000 МПа. Также следует отметить, что при снижении усилия и давления, передаваемого от гидравлического домкрата, образец, армированный базальтовой арматурой, стремился выпрямиться, т.е. вернуться в свою изначальную форму. Такая деформация, при которой происходит данное явление, вызвана тем, что арматура внутри образца работает в пределах своей упругости.

Заключение. В результате исследования был сделан вывод о том, что базальтовая арматура не станет полной заменой армирующих каркасов из стали в строительстве капитальных сооружений, таких как мосты, многоэтажные здания и т.д. Причина этому малая прочность на сжатие, низкий показатель модуля упругости, т.е. все недостатки, свойственные неметаллическому армированию.

Армирование из стали будет по-прежнему применяться при изготовлении несущих железобетонных элементов, воспринимающих высокие статические и скользящие нагрузки (балок, перекрытий, ригелей).

Базальтовая арматура подходит для малоэтажного каркасного строительства из-за высокой прочности и жесткости, достаточной для восприятия невысоких нагрузок, и так же востребована при возведении инфраструктуры, работающей в условиях повышенной влажности – береговые сооружения, канализация и мелиорация, сельское хозяйство.

Композитная арматура имеет ряд преимуществ и может успешно использоваться во многих областях строительства. Но ряд весомых недостатков не позволяет ей полностью заменить стальную арматуру.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 ГОСТ 31938-2012 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. http://docs.cntd. ru/document/1200101115

2 Физико-механические характеристики базальтопластиков на основе базальтовых нитей разных производителей / Е.В. Степанова, Е.Ю. Нефедова, Ю.А. Кадыкова, С.Е. Артеменко // Композиты XXI века : доклады Междунар. симпозиума восточноазиатских стран по полимерным композиционным материалам и передовым технологиям, Саратов, 20–22 сентября 2005 г. Саратов, 2005. С. 50—54.

3 Соколов О.С., Коротин С.А., Ким В.М., Абдусаломов М.С.У., Шамсудинов Р.Р. Применение базальтопластиковой арматуры в сооружениях, эксплуатируемых в условиях повышенной влажности и морского климата // Наука, техника и образование. 2016. № 5 (23). С. 120-124.

РАЗРАБОТКА БЫСТРОСБОРНЫХ НАКЛАДОК

Т. Р. Кадыров[1], Д. В. Сергеев[2]

Обеспечение эффективного обслуживания глобальных цепочек поставок крупнейших российских и международных клиентов, реализация проектов по развитию скоростного и сверхскоростного транспорта, новый уровень скоростей до 20 % (структура пассажирооборота), а также расширение перевозочного и логистического бизнеса на Евроазиатском пространстве являются одними из главных задач стратегии развития РЖД [1].

На сегодняшний день с целью принятия «Транспортной стратегии Российской Федерации на период до 2030 г.» осуществляется пошаговое усовершенствование транспортной инфраструктуры страны. Ежегодно строится и эксплуатируется большой объем особо важных объектов транспортного комплекса страны, как транспортные сооружения – автомобильные и железные дороги, мосты, тоннели и путепроводы [2].

Железнодорожный путь всегда должен находиться в исправном состоянии, чтобы обеспечить безопасное и бесперебойное движения поездов с установленными скоростями.

Пренебрежение обслуживания пути может привести к серьезным последствиям, таким как:

1. Повышение риска аварийных ситуаций.
2. Ограничение скорости движения составов.
3. Увеличение эксплуатационных затрат.

Необходимо вовремя проводить расположенные в проекте процессы по эксплуатации пути. В ходе технического обслуживания и содержания путь будет отвечать всем нормативным требованиям. Но иногда, в обязательном порядке, по каким-либо причинам, необходимо проводить ремонтно-восстановительные работы вплоть до капитального ремонта железнодорожного участка [2, 3].

Капитальный ремонт железнодорожного пути – это перечень необходимых задач, который направлен на совершенствование и воссоздание первоначальных характеристик верхнего строения пути с заменой его составляющих, выправкой кривых участков, очисткой балласта и т.д.

При таком виде ремонта элементы верхнего строения пути подбирают исходя от класса пути. Исходные данные о конструкции пути находятся в технической документации. По сравнению с другими видами ремонта он является наиболее сложным по своей технологии и затратам. При его выполнении используют специализированные, высокопроизводительные машины.

В зависимости от типа верхнего строения пути, технических характеристик машин, а также возможностей конкретной ПМС производят выбор путевых машин.

Электробалластеры применяют в технологические «окна» для подъема пути на выгруженный заранее в подготовительный период балласт. Электробалластер при всех видах балласта целесообразно пропускать перед путеразборочным поездом для облегчения работы крана.

Для перевозки и разгрузки балластных материалов по фронту работ используют хоппер-дозаторы системы ЦНИИ-ДВЗ-М.

[1] Кадыров Т. Р.
[2] Сергеев Д. В.

Землеройные машины, работающие после снятия путевой решетки перед укладкой новой, используются для срезки загрязненного балласта при ремонте пути с сохранением или понижением отметок продольного профиля, а также при постановке пути на тяжелый балласт взамен песчано-гравийного или асбестового.

Укладочные краны, МПД, ЩОМ, ЗУ, ВПР-1200, ВПР-02, Дуоматик являются самоходными. Остальные машины передвигаются в рабочем состоянии с помощью локомотивов. БМС передвигается с помощью двух тракторов.

Для повышения качества работ по ремонту пути рекомендуется вводить в технологическую цепочку машины БУМ и УБРМ.

Ремонт пути с использованием нового материала проводится исходя из текущего состояния, а также нормативного времени эксплуатации пути после реконструкции или после предыдущего крупномасштабного ремонта с использованием нового материала. Масштабные ремонтные работы проводятся в соответствии с проектной документацией, с учетом местных условий, состояния железнодорожного пути до ремонта, результатов обследования, требований к пути после ремонта и т.д.

Для рациональной, правильной, безопасной и производительной организации работ составляют технологические процессы, которые содержат: характеристику верхнего строения пути (род балласта, тип рельсов, тип скрепления, род и эпюру шпал и т. п.), продолжительность «окна» и фронт работ в «окно», оснащение механизмами и машинами, перечень необходимого инструмента для производства работ, расчет востребованной рабочей силы для каждой операции и на весь комплекс работ, численный производственный состав ремонтного подразделения и некоторые другие данные.

Бесстыковой путь, как правило, укладывается во время проведения капитального и усиленного ремонта пути по стандартной технологии, при котором временно укладываются инвентарные рельсы длиной по 25 метров, а затем заменяются на рельсовые плети. На кривых участках пути радиусом менее 500 м, при необходимости, в других случаях могут быть проложены рельсы длиной 12,5 м.

Во время сборки звеньев равномерно раскладывают шпалы в границах звена, не уменьшая расстояние между шпалами в зоне стыков. Менять инвентарные рельсы на рельсовые плети необходимо не позже пропуска по ним до 1 млн. т груза брутто для того, чтобы избежать интенсивное расстройство основания в стыках инвентарных рельсов, уложенных на железобетонные шпалы [4].

Транспортировка рельсошпальной решетки характеризуется средней скоростью хозяйственных поездов, временем загруженности на месте проведения ремонтных работ, временем ожидания обратного выезда, количеством платформ в поезде и т.д. Продолжительность перевозки РШР определяется из условия, что скорость поезда по действующей линии составляет 40 км/ч, по путям, уложенным на слой песка - 25 км/ч. [5].

Рельсошпальная решетка устанавливаются укладочными кранами УК-25 (рис. 1).

Рис. 1. Укладочный кран УК-25

Поскольку все технические процессы укладки тесно взаимосвязаны, необходимо обеспечить техническое обслуживание путеукладочных составов постоянной, хорошо обученной и управляемой профессиональной командой и обеспечить четкое руководство выполнением этих задач.

При укладке пути особое внимание обращают на правильность стыкования. Это связано с тем, что помимо быстрого выполнения этой операции, соблюдалась, согласно допускам, величина стыкового зазора. Для этого в ходе укладки составляются диаграммы общего накопления зазоров на каждой рельсовой нити и принимаются меры для приведения его в соответствие с установленными стандартами в зависимости от температуры рельса.

При укладке звенья соединяются с помощью специальных временных устройств (автоматические скобы, стыковые распорки) (рис. 2, 3) или опытными стыкователями системы Бодрова (рис. 4).

Большинство путевых машинных станций работают без них, что приводит к экономии времени при монтаже и увеличению скорости движения крана-укладчика, но в тоже время требуется больше времени для регулировки зазоров и сболчивания стыков. Кроме того, снижается безопасность работ (сход платформы).

Рис. 2. Автоматический стыкователь

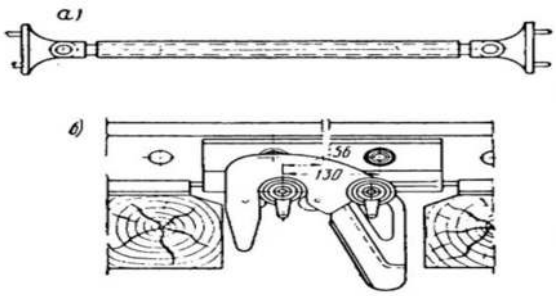


Рис. 3. Временные стыковые устройства: а – стыковая распорка, б – автоматическая скоба

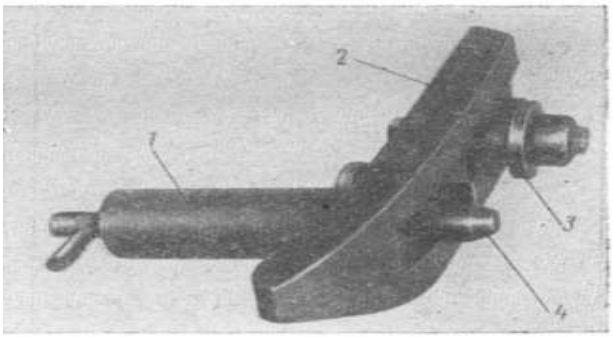


Рис. 4. Стыкователь системы Бодрова: 1 – направляющая втулка, 2 – стыковая накладка, 3 – закрепляющий болт, 4 – центрирующий палец

При укладке звеньев рельсошпальной решетки на перегонах необходимо сократить время производства работ по предварительной сборке стыков.

Устройство должно соответствовать следующим требованиям:

1. Предлагаемое решение должно учитывать климатические особенности территории, на которой будет реализовываться предложенное решение (от -40 °С до +50 °С),

2. Повышение уровня безопасности производства работ,

3. Сокращение времени сборки звеньевого стыка более чем на 50 %,

4. Обеспечивать безопасный пропуск хозяйственных поездов на скорости не более 15 км/ч.

Данное устройство рассматривается на базе закладного болта М22 с использованием кривошипа и металлической втулки, и шайбы (рис. 5).

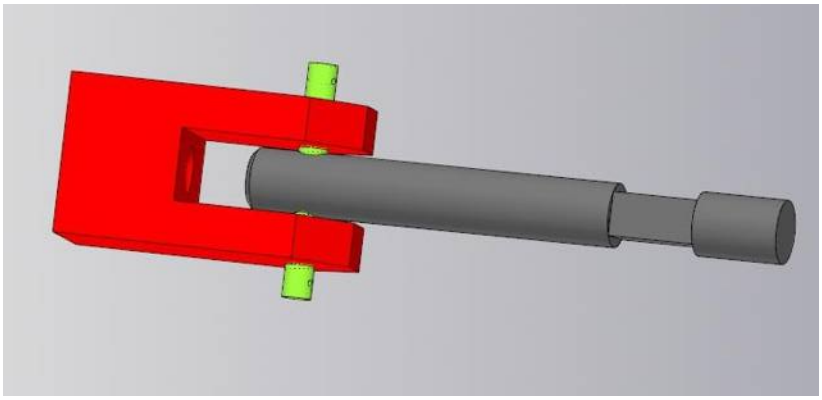


Рис. 5. Устройство крепления

У болта спиливается головка, он стачивается до формы стержня и на одном из концов делается углубление для будущей шайбы. На другом конце просверливается отверстие 10 мм.

Кривошип разрабатывается с гранями как у монорегулятора скрепления АРС-4. Просверливаются два отверстия 10 мм и одно 16 мм основании кривошипа.

Для того, чтобы регулировать прижатие, используется коническая шайба с основаниями 1см и 1,5 см, а также углублением чтобы надеть на болт.

Металлическая втулка соединяет болт и кривошип. На концах просверливаются два отверстия 2 мм для фиксации конструкции тонкими стержнями. Более предпочтительный вариант – применение клепочного крепления

Болт, соединенный с кривошипом втулкой, устанавливается в отверстия накладок и рельсов, а с другой стороны, крепится шайба. В отверстие в основании кривошипа вставляется металлический стержень для приведения кривошипа в рабочее положение, подобно эксцентриковому зажиму (поэтому отверстия в кривошипе не по центру, а смещенные, чтобы был запас хода): болт подтягивается, кривошип устанавливается в рабочее положение, а шайба дает прижатие (рис. 6).

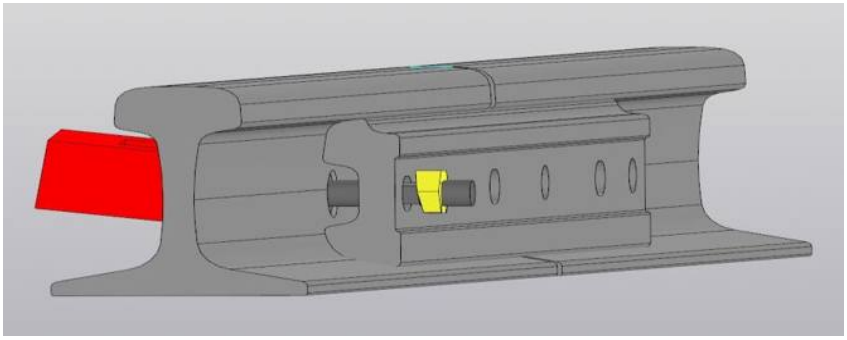


Рис. 6. Установленный болт в стыковом соединении

Основной плюс данного устройства – это то, что его можно собрать из подручных материалов, не требуя больших затрат и ресурсов.

Согласно технолого-нормировочной карте на установку инвентарных накладок уходит по 12–15 минут. На производстве эта цифра примерна та же, а с данным устройством это время можно сократить до 5–7 минут.

Следующим этапом будет проведение расчетов в программном обеспечении и редактирование составных элементов при необходимости, а именно: использование стали другой марки, изменение размеров, формы, добавление конструкционных элементов. Сила затяжки стыкового болта должна составлять от 3 до 10 тонн, в зависимости от скоростного режима пути.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Стратегия развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: https://mintrans.gov.ru/documents/1/1010

2 Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года [Электронный ресурс]. URL: https://mintrans.gov.ru/documents/3/1009

3 Кокодеева Н.Е., Покулаев К.В. Об особенностях содержания, проведения обследований, ремонтных работ и реконструкции мостового перехода через р. Дон // Техническое регулирование в транспортном строительстве. 2015. № 4 (12). С. 1–20.

4 Распоряжение ОАО РЖД от 29 декабря 2016 г. № 2790р «Об утверждении и введении в действие Инструкции по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ». URL: https://www.tdesant.ru/info/item/15

5 Инструкция по устройству, укладке, содержанию и ремонту бесстыкового пути, утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 14 декабря 2016 г. № 2544/р. URL: https://base.garant.ru/406652845/

СЕКЦИЯ 4

Автоматизация, информатизация, телекоммуникации и энергосбережение на железнодорожном транспорте

АЭРОМОБИЛЬНЫЙ ДИАГНОСТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ТОКОПРОВОДЯЩИХ СТЫКОВ

Е. М. Тарасов[1], С. А. Надежкина[2], П. А. Данилина[3], А. И. Иванова[4]

Введение. Важным аспектом в обеспечении безопасности и эффективности железнодорожного транспорта является функционирование и техническое обслуживание устройств железнодорожной автоматики и телемеханики. ОАО «РЖД» уделяет особое внимание совершенствованию технического обслуживания указанных устройств с целью повышения их надежности, эффективности и безопасности работы железнодорожного транспорта. Сборный токопроводящий рельсовый стык, далее СТРС, относится к элементам рельсовой линии, характеризующийся низкой надежностью. СТРС предназначены для стабилизации переходного сопротивления между рельсами одного пути.

Основная часть. Главное требование при использовании СТРС заключается в обеспечении переходного сопротивления не выше 200 мкОм в соответствии с нормативами. Из-за температурных и динамических воздействий механические параметры элементов крепления накладок и рельсов, компонентов СТРС, не выполняют требования по обеспечению надежности токопроводящего стыка. Это приводит к увеличению комплексного продольного сопротивления рельсовой линии, что, в свою очередь, влияет на комплексную передаточную функцию по напряжению и ослаблению сигнального тока [1].

Вследствие этого, при ослаблении сигнального тока, из-за увеличения сопротивления в СТРС снижается напряжение на обмотках путевого реле, что может привести к ложной занятости рельсовой цепи и нарушения графика движения поездов [2].

Чтобы исключить некорректную работу СТРС, необходимо регулярно контролировать их функционирование, и выполнить данную задачу возможно с использованием аэромобильного диагностического комплекса на базе беспилотного летательного аппарата (БПЛА) с мобильным измерительным комплексом.

На Куйбышевской железной дороге ОАО «РЖД» БПЛА используется для мониторинга геометрии железнодорожных путей и искусственных сооружений. Анализ конструкций и технических характеристик БПЛА показал, что в дирекциях используется один из типов «дронов» - это квадрокоптеры с четырьмя несущими винтами и с навесным оборудованием для дистанционного наблюдения за объектами инфраструктуры, выполнения аэрофото - и видеосъемки [3].

Для определения повышенного локального сопротивления рельсовой линии при неисправностях токопроводящих стыков предлагается использовать аэромобильный диагностический комплекс токопроводящих стыков (АМДС-ТС) с двумя катушками, подвешенными на консолях (Рисунок). Измерительные преобразователи реагируют на локальные изменения уровня электромагнитного поля, бортовой измерительно-вычислительный комплекс считывает локацию изменения в рельсовых линиях и при нарушении нормативных показателей вносит координаты в память квадрокоптера [4].

[1] Тарасов Евгений Михайлович-д.т.н., профессор кафедры АТС
[2] Надежкина Снежана Андреевна-преподаватель кафедры АТС
[3] Данилина Полина Алексеевна-студент гр. СОДП-11, электротехнический факультет
[4] Иванова Антонина Валерьевна- студент гр. СОДП-24, электротехнический факультет

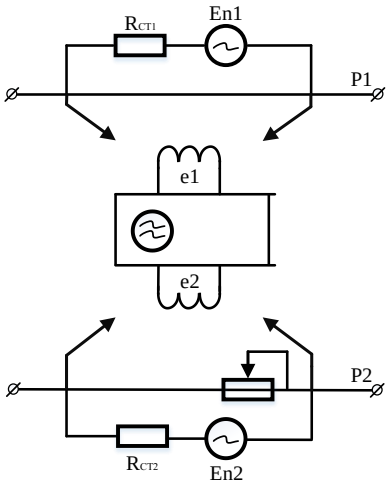


Рис. Схема принципа работы аэромобильного диагностического комплекса токопроводящих стыков

Для повышения достоверности обнаруженных нарушений АСДК-ТС оснащается видеокамерой высокого разрешения, обзор у которой 360°. Помимо записи координаты изменения сопротивления стыка, обнаруженной дроном, камера будет фотографировать неисправный стык для идентификации вида неисправности. Управлять видеокамерой будет нейронная сеть, распознающая образы состояния рельсовых линий, препятствий для безопасного перемещения дрона и обнаружения приближающегося поезда [5].

После сбора данных БПЛА отправляется на дронопорт, расположенный на тяговых подстанциях. Полная автоматизация в дронопортах обеспечивает зарядку аккумуляторов в дронах, что позволяет им быть оперативно готовыми к вылету. Дронопорт, оснащенный собственной системой климат-контроля, подходит для работы в любых погодных условиях, крыша станции с подогревом обеспечивает вертикальный взлет, охранный модуль гарантирует безопасность станции, также встроенная метеостанция позволяет дрону самостоятельно определять благоприятные условия для полета без участия оператора. По волоконно-оптической линии связи дронопорт сможет передавать пакет информации с дронов в центральный диспетчерский пункт железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ).

Вывод. Внедрение БПЛА на железнодорожном транспорте и метрополитенах представляет собой важный шаг к цифровизации железнодорожного транспорта, автоматизации технологических процессов, способствуя повышению безопасности движения поездов и оптимизации производственных процессов. Использование предложенного способа контроля рельсовых линий сократится время обнаружения и устранения отказов в устройствах ЖАТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Патент № 2288127 C1 Российская Федерация, МПК B61L 23/00, G01R 27/02. устройство контроля величины сопротивления изолирующих стыков : № 2005112600/11 : заявл. 26.04.2005 : опубл. 27.11.2006 / Е. М. Тарасов, М. Б. Куров, Н. С. Шорохов [и др.]. EDN WJUXYY.

2 Влияние неисправного состояния сборных токопроводящих стыков на работу рельсовых цепей / И. К. Андрончев, А. Г. Исайчева, Е. М. Тарасов [и др.] // Вестник транспорта Поволжья. 2018. № 6(72). С. 40-45. EDN POPEAB.

3 Давтян А. М., Асалханова Т. Н. Использование беспилотных авиационных систем на железнодорожном транспорте // Молодая наука Сибири. 2023. № 1(19). С. 24-32. EDN AQYRXX.

4 Тарасов Е. М., Исайчева А. Г. Методика измерений сверхмалых сопротивлений токопроводящих стыков рельсовых линий как задача распознавания состояний объекта // Информационные технологии и нанотехнологии : Материалы международной конференции и молодежной школы, Самара, 29 июня – 01 2015 года. Самара: Самарский научный центр РАН, 2015. С. 489-492. EDN UBSTCJ.

5 Потапов А. А. О принципах построения и фрактально-скейлинговых методах обработки информации для систем обнаружения и определения координат объектов при одиночном БПЛА и их групповом взаимодействии в условиях интенсивных помех // Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2017 : сборник трудов II Международной научно-технической и научно-методической конференции: в 8 т., Рязань, 01–03 марта 2017 года. Том 3. Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет, 2017. С. 23-30. EDN ZDTRUF.

ОБЗОР ОСНОВНЫХ СИСТЕМ КОММУТАЦИИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОПЕРАТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА УЧАСТКЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

А. А. Абрамцов[1], А. С. Хохрин[2]

Введение. В современном мире железнодорожный транспорт играет ключевую роль в обеспечении транспортировки грузов и пассажиров. Для эффективной работы железных дорог необходимы надежные и эффективные средства связи. Для организации сетей связи необходимы специальные устройства – системы коммутации, которые обеспечивают соединение между различными элементами сети и передачу информации [1].

Основная часть

Системы коммутации являются основой для создания современных телекоммуникационных сетей. Они позволяют передавать информацию между различными устройствами и обеспечивают надежную связь между ними. На железнодорожном транспорте системы коммутации используются для обеспечения связи между поездами, станциями, диспетчерскими пунктами и другими элементами инфраструктуры. Важным аспектом систем коммутации является их надежность и безопасность. На железнодорожном транспорте системы коммутации должны быть способны работать в условиях экстремальных температур, вибраций и других неблагоприятных факторов. Кроме того, системы коммутации должны обеспечивать защиту информации от несанкционированного доступа и предотвращать возможные сбои в работе.

Основными системами коммутации на железнодорожном транспорте являются автоматические телефонные станции [2, 3]. Они обеспечивают надежную связь между различными элементами инфраструктуры и позволяют передавать различные виды информации. Без автоматических телефонных станций невозможно было бы организовать эффективную работу железнодорожного транспорта и обеспечить безопасность пассажиров и грузов.

В рамках научно-исследовательской работы авторами был проведен обзор основных типов систем коммутации, применяемых на железнодорожном транспорте. Ниже будут приведены результаты обзора.

По данным Самарской дирекции связи, для организации оперативно-технологической связи на железной дороге наиболее распространенными являются следующее оборудование.

1) Цифровая коммутационная станция DX-500ЖТ (разработка ГК Информтехника), эта ЦКС способна работать как с цифровыми, так и с аналоговыми телефонными станциями, что делает её максимально эффективной при поэтапном совершенствовании систем связи на железнодорожном транспорте – от полностью аналоговых до полностью цифровых [4]. На рисунке 1 приведен внешний вид цифровой коммутационной станции DX-500ЖТ при ее расположении в коммутационном шкафу.

2) Цифровая коммутационная станция SI-2000 (Разработка компании Искрател). Данная ЦКС удобна в управлении и обслуживании, позволяет контролировать работу телефонных станций, изменять параметры маршрутизации [5]. На рисунке 2 приведен внешний вид цифровой коммутационной станции SI-2000 при ее расположении в коммутационном шкафу.

[1] Абрамцов Александр Александрович – студент группы СОДП-22 Электротехнического факультета
[2] Хохрин Алексей Сергеевич – Преподаватель кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

Рис. 1. Внешний вид цифровой коммутационной станции DX-500ЖТ при ее расположении в коммутационном шкафу

Рис. 2. Внешний вид цифровой коммутационной станции SI-2000 при ее расположении в коммутационном шкафу

3) Цифровая коммутационная станция СМК-30 (разработка компании НПЛ Пульсар). Данное оборудование представляет собой современную, многофункциональную, экономически эффективную систему цифровой коммутации, которая может быть установлена на различных уровнях телефонной сети связи России и ведомственных телефонных сетях в качестве учрежденческой автоматической телефонной станции [6]. Внешний вид цифровой коммутационной станции СМК-30 представлен на рисунке 3.

Рис. 3. Внешний вид цифровой коммутационной станции СМК-30

Заключение

Таким образом, в рамках научно-исследовательской работы был проведен обзор основных типов систем коммутации, применяемых на железнодорожном транспорте. В рамках обзора были рассмотрены цифровые коммутационные станции DX-500ЖТ, SI-2000, СМК-30. Рассмотренные в обзоре коммутационные станции позволяют обеспечивать связью все структурные подразделения ОАО «РЖД», непосредственно участвующие в организации перевозочного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Крухмалев В. В., Гордиенко В. Н., Моченов А. Д. Цифровые системы передачи : учебное пособие для высших учебных заведений. Москва : Научно-техническое издательство «Горячая линия-Телеком», 2007. 352 с.

2 Акопова И. С., Ячменов А. А. Оперативно-технологическая связь на железнодорожном транспорте : учебное пособие. Ростов-на Дону : РГУПС, 2017. 247 с.
3 Абрамцов А. А., Хохрин А. С. Анализ применения оборудования интегрированной цифровой системы технологической связи для модернизации оперативно-технологической связи на станции // Дни студенческой науки: сборник материалов 50-й научной конференции обучающихся СамГУПС, посвященной 50-летию СамГУПС, Самара, 04–28 апреля 2023 года. Том 1. Выпуск 24. Самара: СамГУПС, 2023. С. 238-241.
4 Моченов А. Д., Колесников Б. Г., Чернышев К. И. Аппаратура «Миником DX-500» : учебное пособие. Ростов-на-Дону : РГУПС, 2002. 100 с.
5 Ромашова Т. И. Система SI 2000 MSAN : учебное пособие. Новосибирск : СибГУТИ, 2008. 39 с.
6 Ананьев Д. В., Кузнецов А. В. Новые технологии сервисного обслуживания на базе СМК-30 // Автоматика, связь, информатика. 2008. № 5. С. 24-27.

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КАНАЛА СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ПАКЕТНОЙ КОММУТАЦИИ ДЛЯ ПЕРЕДАЧИ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ О ТЕКУЩЕМ СОСТОЯНИИ НАПОЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ

С. А. Надежкина[1], А. Д. Конышкина[2], С. В. Душейко[3]

Введение: На сегодняшний день системы технического диагностирования и мониторинга подвергаются постоянному самосовершенствованию, вследствие чего улучшаются каналы связи, применяются новые методы обработки диагностической информации, что приводит появлению высоких требований к точности и своевременности передачи данных с напольного оборудования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) на линейный пункт диспетчерского контроля [1].

Целью работы является рассмотрение особенностей организации измерительного канала связи для передачи диагностической информации с напольных объектов ЖАТ на линейный пункт технического диагностирования с использованием технологии пакетной коммутации по ВОЛС.

Одним из преимуществ сетей пакетной коммутации является их высокая отказоустойчивость и возможность передачи данных на большие расстояния. Благодаря этому, информация с различных устройств железнодорожной автоматики может безопасно достигать конечного пункта, не теряя актуальных данных по заданному маршруту [2].

Чтобы понять процесс передачи данных по ВОЛС, обратимся к представленному рис.

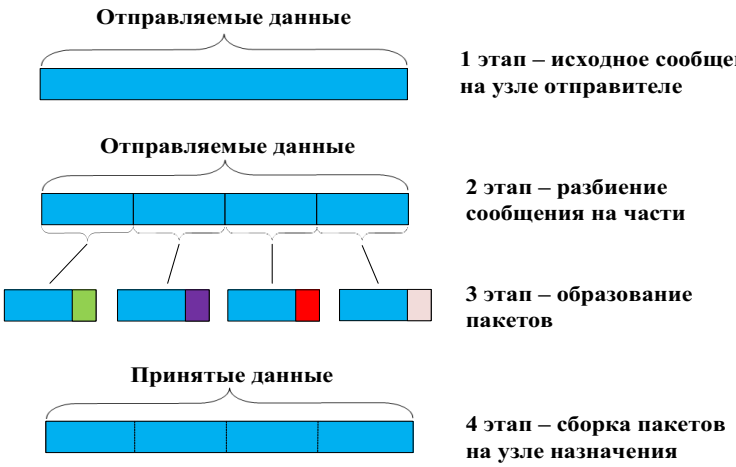


Рис. Процесс разбиения потока данных на пакеты

[1] Надежкина Снежана Андреевна – преподаватель кафедры «АТС»
[2] Конышкина Анастасия Дмитриевна – студент группы СОДП-13, электротехнический факультет
[3] Душейко Сергей Витальевич – студент группы СОДП-32, электротехнический факультет

Важнейшим принципом функционирования сетей с коммутацией пакетов является представление диагностической информации, передаваемой по измерительному каналу связи, в виде структурно отделенных друг от друга порций данных, называемых пакетами.

Одним из основных принципов работы сети пакетной коммутации для передачи диагностической информации является установление надежного и быстродействующего измерительного канала связи между напольными устройствами и линейным пунктом.

Переход на ВОЛС обладает рядом преимуществ. Это повышает эффективность контроля и управления напольными объектами, сокращает время реакции на возможные аварийные ситуации и снижает риск потери информации, также внедрение ВОЛС не требует особых эксплуатационных затрат [4, 5].

Заключение: Таким, образом, основные принципы работы сети пакетной коммутации для передачи диагностической информации на линейный пункт технического диагностирования включают в себя установление надежного измерительного канала связи, обеспечение безопасности и надежности передачи данных, оптимизацию использования ресурсов и постоянный мониторинг работы системы. Все эти принципы совместно обеспечивают эффективную работу системы железнодорожной автоматики и телемеханики, обеспечивая безопасность и надежность железнодорожного транспорта, а переход на технологию волоконно-оптических линий связи позволяют оптимизировать процесс транспортировки данных между перегоном и линейным пунктом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Об обеспечении технологического процесса на основе современных тенденций сетевой инфраструктуры передачи информации / А. Е. Тарасова [и др.] // Проблемы и перспективы внедрения инновационных телекоммуникационных технологий : сборник материалов IX Международной научно-практической очно - заочной конференции, Оренбург, 07 апреля 2023 года. Оренбург: Оренбургский филиал ПГУТИ, 2023. С. 195-202.

2 Sarycheva S.A. Development of a system for building computer networks on a CISCO PACKET TRACER software emulator / S. A. Sarycheva, A. E. Tarasova, A. L. Zolkin [et al.] // 2nd International Conference on Computer Applications for Management and Sustainable Development of Production and Industry (CMSD-II-2022), Dushanbe, 21–23 декабря 2022 года. Washington: SPIE-SOC PHOTO-OPTICAL INSTRUMENTATION ENGINEERS, 2023. P. 125641C.

3 Васин Н. Н., Тарасова А. Е., Надежкина С. А. Современные подходы к формированию информационного взаимодействия на железнодорожном транспорте: внедрение и оптимизация технологии IP-телефонии // Транспорт: наука, техника, управление. Научный информационный сборник. 2024. № 2. С. 35-44.

4 Васин Н. Н., Тарасова А. Е., Надежкина С. А. Целесообразность перехода от использования медных кабелей к внедрению волоконно-оптических линий связи для обеспечения повышения надежности каналов передачи информации с АСДК // Наука и образование транспорту. 2023. № 1. С. 209-211.

5 Родина О. В. Волоконно-оптические линии связи. Практическое руководство. М.: Горячая линия-Телеком, 2012. 400 с.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА СВЯЗИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ ПО КАНАЛАМ С ПАМЯТЬЮ

В. Е. Стаценко[1], Р. Р. Диязитдинов[2]

Введение. Связь на железнодорожном транспорте является неотъемлемой частью управления перевозками. Связь необходима для персонала железной дороги, ответственного за состояние пути (ремонт дорог, выявление изношенных колесных пар и т.д.), для передачи данных между станциями, для передачи информации о геометрии пути, измеренной вагона-

[1] Стаценко Виктория Евгеньевна – студент группы СОДП-03, факультет ЭТФ

[2] Диязитдинов Ринат Радмирович – доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»

ми-лабораториями, для интервального регулирования поездов на основе автоблокировки (устройство автоматической локомотивной сигнализации, АЛСН) и т.д.

Одним из стандартов радиосвязи, который применяется на железной дороге является TETRA [1]. По мнению [2-4] этот стандарт может широко применяться для организации связи на железных дорогах России и стран СНГ при решении различных задач: от передачи голоса до передачи сигналов управления подвижным составом. Стандарт TETRA покрывает 90 % территории Швеции, в Казахстане национальный оператор магистральной железнодорожной сети принял решение о внедрении стандарта TETRA на вновь строящихся и модернизируемых участках. В России TETRA используется на линии Москва – Санкт-Петербург, а также проводятся испытания по использованию автоматической локомотивной сигнализацией с передачей данных по радиоканалу (АЛСР) на свердловской дороге [3].

Перспектива широкого внедрения этого стандарта радиосвязи ведет к необходимости его всестороннего исследования. В частности, в статье рассматривается вопрос определения потенциальной помехоустойчивости при передаче по радиоканалу с памятью. В частности, алгоритм демодуляции при приеме в целом с поэлементным принятием решения характеризуется более высоким качеством по сравнению с традиционной демодуляцией на основе эквалайзера [5].

Цель работы – Повысить помехоустойчивость передачи данных дискретных сигналов по каналам с памятью для стандарта TETRA, который используется для связи на железнодорожном транспорте.

Задачи:

- Предложить для последующей работы способ модуляции при помощи алгоритма приема в целом.

-Для оценки помехоустойчивости использовать численное моделирование, чтобы построить зависимость вероятности ошибки от отношения сигнал/шум.

-Провести сравнение двух способов модуляции: с применением эквалайзера, подавляющего эффект памяти, и алгоритма приема в целом.

Основная часть.

В стандарте TETRA используется дифференциальная квадратурная фазовая модуляция (DQPSK) [6]. Закон изменения фазы показан в таблице, сигнальное созвездие – на рисунке 1.

Таблица

Закон изменения фазы DQPSK

Биты		Изменение фазы
Нечетный	Четный	
1	1	$-3\pi/4$
0	1	$3\pi/4$
0	0	$\pi/4$
1	0	$-\pi/4$

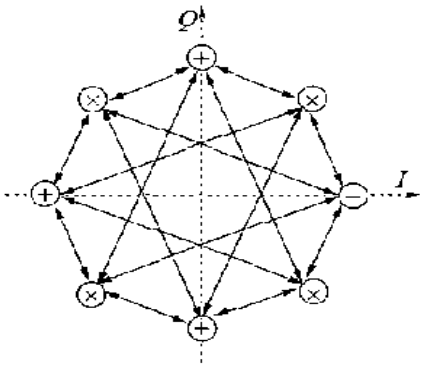


Рис. 1. Сигнальное созвездие DQPSK [6]

Для оценки помехоустойчивости будет использоваться численное моделирование. Сигнал DQPSK и импульсная характеристика радиоканала будут описываться комплексными числами. Это означает, что информацию об амплитуде передает модуль комплексного числа, а фазу – аргумент. Например, сигналу $s(t) = A\cdot\cos(\omega_0 t + \varphi_0)$ будет поставлено в соответствие $s(t) = A\cdot\exp(j\varphi_0)$. Аналогичным образом импульсная характеристика $h = [h_0, h_1]$, где $h_0 = H_0\cdot\exp(j\psi_0)$, $h_1 = H_1\cdot\exp(j\psi_1)$ означает, что память канала равная единице, для первого луча коэффициент усиления равен H_0 и фазовый сдвиг равен ψ_0, а для второго луча (примечание: это и есть «эффект памяти») будет H_1 и ψ_1 соответственно.

Математическая модель канала с памятью описывается сверткой сигнала с импульсной характеристикой канала:

$$r(k) = \sum_{i=1}^{L} h(i)\cdot s(k-i) + n(k), \tag{1}$$

где $s = [s(0), s(1) ..]$ – последовательность дискретных сигналов,

$h = [h(0), h(1) .. h(L)]$ – импульсная характеристика канала, L – память канала,

$n = [n(0), n(1) ..]$ – шум,

$r = [r(0), r(1) ..]$ – сигнал после канала (на входе приемника).

Алгоритм приема в целом с поэлементным принятием решения (ПЦППР) описывается следующей формулой:

$$\hat{s}(i) = \tilde{s}(i) \tag{2}$$

$$\langle \tilde{s}(i), \tilde{s}(i+1) \ .. \ \tilde{s}(i+L) \rangle = \underset{p(0),p(1)\,..\,p(L)}{\arg\min} \left(\sum_{k=i}^{i+L} \left[r(k) - \sum_{j=1}^{L} h(j)\cdot\hat{s}(k-j) - \sum_{j=0}^{L} h(j)\cdot p(k-i-j) \right]^2 \right) \tag{3}$$

где $\hat{s}(i)$ – это решение относительно переданного дискретного сигнала в i-ый момент времени,

$\langle \tilde{s}(i), \tilde{s}(i+1) \ .. \ \tilde{s}(i+L) \rangle$ – это наиболее правдоподобная последовательность переданных дискретных сигналов в i-ый, (i+1)-ый .. (i+L)-ый момент времени, определенная по последовательности принятых сигналов $r(i)$, $r(i+1)$ .. $r(i+L)$,

$p(0)$, $p(1)$ .. $p(L)$ – гипотеза, определяющая последовательность переданных дискретных сигналов в i-ый, (i+1)-ый .. (i+L)-ый момент времени,

L – это память канала.

Выражение $\sum_{j=1}^{L} h(j)\cdot\hat{s}(k-j)$ описывает «обратную связь по решению» в алгоритме ПЦППР.

Структурная схема канала связи представлена на рис. 2.

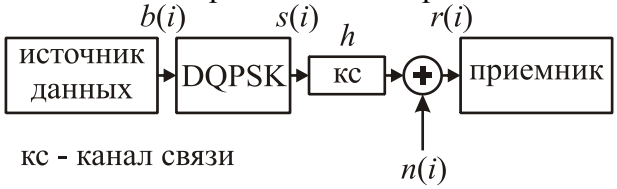


Рис. 2. схема канала связи

Для стандарта TETRA было проведено численное моделирование с двумя схемами модуляции:

– с применением эквалайзера, подавляющего эффект памяти канала,

– с алгоритмом ПЦППР.

Заключение.

Сравнение графиков помехоустойчивости показали, что алгоритм ПЦППР обладает более высокой помехоустойчивостью, чем эквалайзер. Это связано с уменьшение эквивалентного отношения сигнал/шум при использовании эквалайзера (цифровая фильтрация приводит к суммированию помех, умноженных на отсчеты фильтра, что увеличивает дисперсию (мощность) результирующей помехи). Дальнейшее исследование этого вопрос будет вестись в направлении применения помехоустойчивого кодирования для повышения качества связи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 TETRA [Электронный ресурс]. URL: : https://ru.wikipedia.org/wiki/TETRA (дата обращения 21.03.2024).
2 Болотский Д., Романчиков А., Наумов М. Внедрение систем стандарта TETRA на предприятиях железнодорожного транспорта // Технологии и средства связи. 2015. № 2 (107). С. 44–46.
3 Петелин Д.Б., Готлиб М.Б. Перспективный комплекс АЛС с использованием радиоканала // Автоматика, связь, информатика. 2007. № 8. С. 15-18.
4 Тильк И.Г. АЛС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДИОКАНАЛА // Автоматика, связь, информатика. 2010. № 7. С. 7-8.
5 Карташевский В. Г. Рекуррентная модификация алгоритма приема «в целом» с поэлементным принятием решения // Радиотехника. 2016. № 6. С. 149-153.
6 Дифференциальная квадратурная фазовая модуляция (DQPSK) [Электронный ресурс] / URL: : https://digteh.ru/UGFSvSPS/modul/DQPSK/?ysclid=ltzka62cgm100289586 (дата обращения 21.03.2024).

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА МОНИТОРИНГА ВЛАЖНОСТИ ВОЗДУХА В КАБЕЛЬНЫХ МУФТАХ СЦБ

И. Р. Харламов[1], М. В. Башаркин[2]

Введение. Ключевыми факторами перевозочного процесса являются выполнение графика движения поездов и обеспечение безопасности. Важную роль при этом играет система железнодорожной автоматики и телемеханики. Передача информации, управляющих команд и сигнализация о состоянии объектов производится через кабельную линию, которая, в свою очередь, состоит из кабелей конечной длины, соединяемых между собой в муфтах. Из-за невозможности сделать всю кабельную сеть необслуживаемой, возникает проблема герметичности муфт. Из-за попадания влаги в муфту, кабель в местах монтажа начинает окисляться, что приводи к возрастанию сопротивление жил и их излому. Обнаружение места повреждения при этом влечёт большие трудозатраты в связи с тем, что в существующих системах мониторинга отсутствует возможность определения муфты, в которой произошло повреждение. Согласно данным технико-нормировочных карт центральной дирекции инфраструктуры процесс проверки муфт в настоящее время производится вручную эксплуатационным персоналом. Этим обусловлена актуальность поиска нового подхода к автоматизации процесса контроля нарушения герметичности муфт.

Цель работы – предложить для последующей разработки концепцию устройства мониторинга влажности в муфтах кабельной линии СЦБ

Задачи:

- провести анализ существующих способов контроля влажности в муфтах кабельных линий,
- предложить концепцию устройства мониторинга влажности в муфтах кабельных линий СЦБ.

Основная часть. В связи с деградацией кабеля в условиях агрессивной среды или нарушением технологии монтажа муфт, существуют риски связанные с попаданием влаги в муфты. Обнаружение места повреждения при этом влечёт большие трудозатраты в связи с тем, что существующие системы мониторинга определяют расчётное, а не точное место повреждения. Таким образом, основная проблема мониторинга влажности воздуха в кабельных муфтах СЦБ связана с обнаружением конкретного места повреждения, что влечёт большие трудозатраты [1].

В случае обнаружения уменьшения сопротивления изоляции кабеля системой технического диагностирования и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (СТДМ ЖАТ) или при выполнении соответствующего графика технологического про-

[1] Харламов Иван Романович – студент группы СОДП-21, факультет ЭТФ
[2] Башаркин Максим Викторович – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»

цесса, эксплуатационному персоналу необходимо выявить место повреждения кабеля. Для этого необходимо последовательно, отсоединяя участки кабельной линии от муфт, производить проверку с применением мегаомметра Е6-24/1 или ЭС0202/1-Г, а также производить визуальную проверку монтажа в муфте, что также требует её вскрытия. [2-5]. Таким образом, обнаружение места повреждения влечёт большие трудозатраты [6].

В СТДМ ЖАТ АПК-ДК, наиболее распространенной на сети железных дорог ОАО «РЖД» для измерения сопротивления изоляции применяют измерительные контроллеры (ИК) АКСИ-24, АКНСИ-8, ИНС 10.1 [7].

ИК обеспечивают измерение, обработку и передачу оперативной информации по последовательному интерфейсу RS-485 в концентратор линейного пункта диагностирования для последующей обработки. Недостатком ИК является их малая функциональность, поскольку они обеспечивают измерение только одного параметра.

Для определения нахождение места обрыва разработан измеритель неоднородности линии Р5-10 (рисунок 1).

Рис. 1. Измеритель неоднородности линии Р5-10

Прибор является специализированным оборудованием, предназначенным для контроля кабельных линий и определения неоднородностей в изоляции. Измеритель Р5-10 обеспечивает определение места обрыва жилы кабеля и понижение сопротивления изоляции (Рисунок 2).

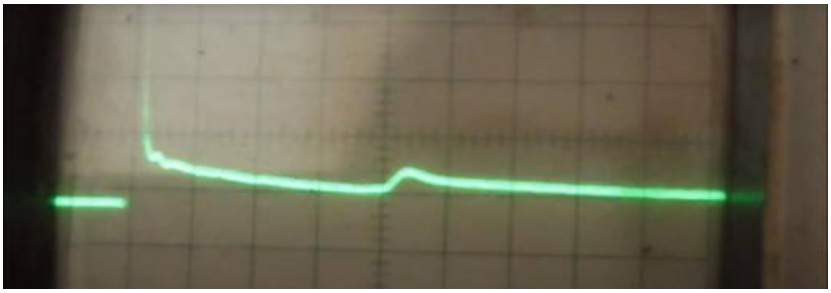


Рис. 2. Всплеск импульса в месте обрыва кабеля

Для работы с прибором должна быть определённая квалификация и опыт работы. Необходимо подчеркнуть, что прибор Р5-10 даёт лишь примерную информацию о месте обрыва в линии, а в случае ошибки оператора затрачивается большое количество времени на монтаж. Ещё одним недостатком переносного прибора является отсутствие возможности мониторинга электрических параметров кабеля, что не вписывается в современные концепции безлюдных и малолюдных технологий.

В связи с этим возникает необходимость разработки нового устройства, позволяющего осуществлять мониторинг влажности воздуха в кабельных муфтах с возможностью интеграции в существующие СТДМ ЖАТ. Внедрение этого устройства снизит временные затраты на

поиск муфты с поврежденным кабелем, а, следовательно, и время, затрачиваемое на устранение неисправности.

Предлагаемое устройство должно обеспечивать:

- круглосуточный удалённый контроль работоспособности устройства защиты по адресному каналу связи,
- передачу аварийной сигнализации о попадании влаги в существующие системы мониторинга,
- работоспособность в агрессивных условиях окружающей среды,
- организацию питания и передачи данных по двум жилам кабеля,
- решение не должно снижать безопасность железнодорожного транспорта и отвечать требованиям действующего законодательства, в том числе требованиям ГОСТ.

Заключение. Обеспечение устойчивого функционирования железнодорожного транспорта в современных условиях требует слаженной работы всего инфраструктурного комплекса, включая системы ЖАТ. Повышение уровня автоматизации процесса контроля технического состояния устройств ЖАТ позволит снизить время простоя поездов, оперативно выявлять и устранять отказы, что, в свою очередь, влияет на повышение безопасности и исполнение графика движения поездов.

На следующем этапе работы необходимо выбрать тип датчика, отвечающего предъявляемым требованиям как с точки зрения функциональных возможностей, так и по габаритам, что немало важно из-за места его размещения, а также способ опроса датчиков и интеграцию устройства с существующими СТДМ ЖАТ и АРМ-ШН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Анализ динамических протоколов технического обслуживания рельсовых цепей / А. А. Солдатов, М. В. Башаркин, В. А. Фатеев, А. Г. Исайчева // Наука и образование транспорту. 2022. № 1. С. 352-354.

2 Технико-нормировочная карта № ТНК ЦШ 0597-2016 центральная дирекция инфраструктуры - филиал ОАО «РЖД», управление автоматики и телемеханики.

3 Технико-нормировочная карта № ТНК ЦШ 0595-2016 центральная дирекция инфраструктуры - филиал ОАО «РЖД», управление автоматики и телемеханики.

4 Технико-нормировочная карта № ТНК ЦШ 0594-2016 центральная дирекция инфраструктуры - филиал ОАО «РЖД», управление автоматики и телемеханики.

5 Технико-нормировочная карта № ТНК ЦШ 0593-2016 центральная дирекция инфраструктуры - филиал ОАО «РЖД», управление автоматики и телемеханики.

6 Безродный Б. Ф., Торопов Ю. А. Обеспечение качества и надежности электротехнических устройств железнодорожной автоматики и телемеханики // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». 2007. Т. 2. С. 237-239.

7 Иванов А. А., Легоньков А. К., Молодцов В. П. Новые приборы регистрации параметров устройств железнодорожной автоматики в системе АПК-ДК (СТДМ) // Автоматика на транспорте. 2015. Т. 1, № 3. С. 282-297.

РАЗРАБОТКА УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СТЕНДА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ НАБОРНОЙ ГРУППЫ БМРЦ

А. А. Макрушин[1], М. В. Башаркин[2]

Введение. Развитие элементной базы приводит к совершенствованию систем управления движением поездов (СУДП). Наиболее современными СУДП являются микропроцессорные. При этом замена релейных систем на микропроцессорные требует значительных

[1] Макрушин Алексей Александрович – студент группы СОДП-91, факультет ЭТФ

[2] Башаркин Максим Викторович – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»

финансовых вложений. Срок окупаемости такого проекта может выходить за пределы 30 лет. В результате модернизация становится экономически не эффективной для ОАО «РЖД» [1]. Из-за высокой стоимости систем микропроцессорной централизации большинство эксплуатируемых компанией ОАО «РЖД» СУДП на станции являются релейными. Наибольшее распространение среди релейных систем получили блочные системы электрической централизации. К их преимуществам относится размещение аппаратуры в типовых блоках, более эффективное использование полезной площади помещения, в котором размещена система, сокращение затрат монтажного провода, быстрая замена неисправного блока. В связи с этим изучение блочных систем по-прежнему актуально. Блочные централизации устанавливают как на малых станциях с количеством стрелок от 15 до 30, так и на крупных станциях с количеством стрелок более 30. Для изучения наибольший интерес представляют блочные централизации крупных станций, поскольку в них функциональные блоки устанавливаются как для схем исполнительной, так и наборной групп. В рамках дисциплины «Станционные системы автоматики и телемеханики» изучаются различные модификации блочной маршрутно-релейной централизации (БМРЦ), включая систему, построенную по проекту МРЦ-13 и с модернизированными блоками БМРЦ-БН. Изучение принципов работы наборной группы эффективно проводить на специализированном стенде. Появляется возможность исследования схем, что способствует освоению требуемых компетенций студентами.

Цель работы – разработать учебно-исследовательский стенд для изучения наборной группы БМРЦ.

Задачи:

- на основе выбранной горловины станции разработать схематический план, а также схемы – функциональную и электрическую принципиальную для модернизации стенда,
- восстановить неработоспособные элементы стенда,
- разработать методику выполнения лабораторно-исследовательской работы.

Основная часть. На первом этапе создания стенда разработан схематический план нечетной горловины примерной станции, включающий в себя стрелочные съезды, в том числе перекрестный, а также одиночные стрелки. На основании схематического плана подготовлена функциональная схема размещения блоков наборной группы (Рисунок 1).

После расстановки блоков, монтажа и проверки работоспособности стенда проведено восстановление разъемов для подключения контактов блока БДШ-20, а также для подключения 15-х контактов всех блоков, за исключением НН, для включения схемы угловых кнопочных реле. Восстановлена панель для подключения блоков наборной группы к выводам блока НН. Осуществлено восстановление имитаторов замыкающих реле стрелочных путевых секций.

Указанные разъемы необходимы для полноценного синтеза схем наборной группы с использованием мягких перемычек.

Для задания маршрута студенту необходимо подключить все блоки, входящие в маршрут к шинам направления, переключить тумблеры, имитирующие положение стрелок, соединить, в случае если в маршруте предусмотрено проследование поезда по отклонению, 15-е контакты блоков с блоком БДШ-20, включить замыкающие реле секций, входящих в маршрут.

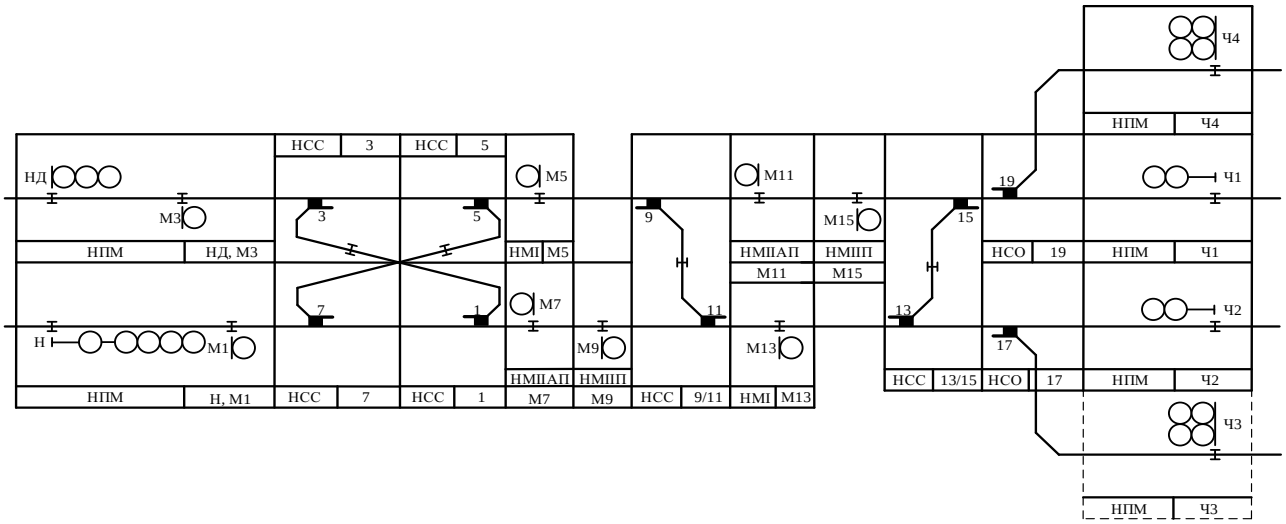


Рис. 1. Функциональная схема размещения блоков наборной группы

При правильном выполнении всех операций, после задания маршрута загорится лампочка, сигнализирующая о срабатывании начального реле в схеме соответствия (Рисунок 2).

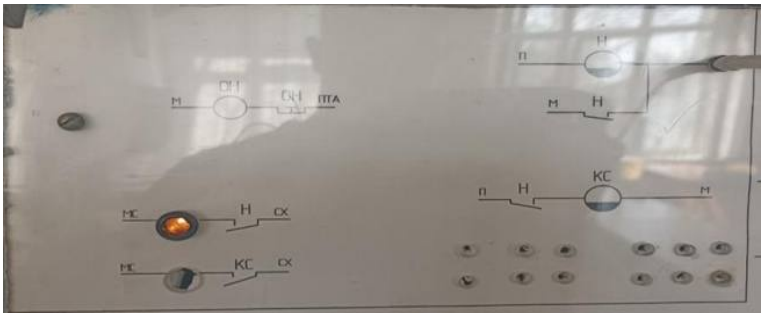


Рис. 2. Индикация включения начального реле

Преимущество стенда заключается в том, что предусмотрено исследование схем наборной группы для нескольких маршрутов различных категорий:

– 6 поездных (3 маршрута приема и 3 маршрута отправления),
– 15 элементарных маневровых маршрутов, из которых возможно создавать сложные маневровые маршруты.

При работе на стенде существует возможность построения временных диаграмм работы реле в блоках наборной группы при задании маршрута. Нажатие кнопки начала маршрута позволят зафиксировать изменение состояния реле в первый момент времени, а после нажатия кнопки конца маршрута возможно наблюдать изменения состояний реле до перехода их в окончательное состояние.

На следующем этапе выполнения работы студент повторно переходит к чтению схем электрических принципиальных альбома I (маршрутный набор) типовых проектных решений 501-0-98 схем маршрутной релейной централизации МРЦ-13 и проверяет соответствие полученных временных диаграмм с логикой работы схем, представленных в альбоме.

Работа на стенде предусматривает также возможность проведения электрических измерений в рамках лабораторных работ дисциплины «Измерения в устройствах железнодорожной автоматики и телемеханики» [2-6].

На рисунке 3 представлен разработанный учебно-исследовательский стенд для изучения наборной группы БМРЦ.

Рис. 3. Разработанный учебно-исследовательский стенд для изучения наборной группы БМРЦ

Заключение.

На основе выбранной нечетной горловины станции разработан схематический план, а также схемы – функциональная и электрическая принципиальная для модернизации стенда.

Восстановлены неработоспособные элементы стенда.

Разработана и проверена в рамках проведения лабораторных занятий по дисциплине «Станционные системы автоматики и телемеханики» методика выполнения лабораторно-исследовательской работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Беряков С. Н. Повышение эффективности работы железнодорожного транспорта на основе совершенствования системы управления инвестиционной деятельностью : дис. … канд. экон. наук (специальность 08.00.05). Москва, 2016. 139 с.

2 Применение информационно-измерительного устройства мониторинга асимметрии тягового тока в рельсовой линии / А. Г. Исайчева, В. Б. Тепляков, М. В. Башаркин, Л. В. Корытин // Вестник транспорта Поволжья. 2019. № 5 (77). С. 71-77.

3 Способ контроля асимметрии тяговых токов в рельсовой линии / А. Г. Исайчева, В. Г. Волик, М. В. Башаркин, А. Н. Митрофанов // Вестник транспорта Поволжья. 2020.№ 5 (83). С. 29-34.

4 Совершенствование метода мониторинга асимметрии тягового тока / А. Г. Исайчева, В. Б. Тепляков, Д. А. Шашин [и др.] // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020) : Труды Международной научно-технической конференции, Самара, 21–22 апреля 2020 года / Под редакцией С.А. Прохорова. Самара: Самарский научный центр РАН, 2020. С. 255-259.

5 Estimation of electrical energy losses in a DC traction rail network during heavy traffic / A. G. Isaicheva, M. V. Basharkin, A. L. Zolkin [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science : 4, Virtual, Online, 24–26 ноября 2021 года. – Virtual, Online, 2022. – P. 012023. – DOI 10.1088/1755-1315/990/1/012023.

6 Simulation of the process of current distribution in a traction rail network / A. G. Isaicheva, M. V. Basharkin, A. L. Zolkin [et al.] / Journal of Physics: Conference Series, Krasnoyarsk, Russia, 24 сентября – 03 2021 года / Krasnoyarsk Science and Technology City Hall of the Russian Union of Scientific and Engineering Associations. Vol. Volume 2094. Krasnoyarsk, Russia: IOP Publishing Ltd, 2021. P. 52058. DOI 10.1088/1742-6596/2094/5/052058.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА УСТРОЙСТВ ЖАТ

А. А. Мущеров[1], А. А. Сологубов[2]

Введение. Системы технического диагностирования и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (СТДМ ЖАТ) внедряются на сети железных дорог РФ с 1997 года. Их применение позволило существенно снизить количество отказов устройств железнодорожной автоматики и телемеханики [1]. Вместе с тем элементная база СТДМ ЖАТ модернизируется не достаточно активно, а принципы функционирования этих систем остаются неизменными более 25 лет.

Цель работы – рассмотреть пути развития СТДМ ЖАТ с учетом современных технологий.

Задачи:

– провести сравнительный анализ СТДМ ЖАТ на сети железных дорог ОАО «РЖД»,

– рассмотреть варианты расширения функциональных возможностей СТДМ ЖАТ.

Основная часть. Для рассмотрения вариантов модернизации СТДМ ЖАТ проведено сравнение систем, эксплуатируемых на сети железных дорог ОАО «РЖД», результаты которого представлены в таблице.

Таблица

Сравнение СТДМ ЖАТ, эксплуатируемых на сети железных дорог ОАО «РЖД»

Критерии сравнения	СТДМ ЖАТ				
	АСДК	АПК-ДК (СТДМ)	АПК-ДК	АДК-СЦБ	КВАРЦ
1	2	3	4	5	6
Разработчик	Институт по проектированию сигнализации, централизации, связи и радио на железнодорожном транспорте «Гипротранс-сигналсвязь» – филиал АО «Росжелдорпроект» совместно с ООО «Сектор»	НИЛ кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» ПГУПС совместно с ООО «КИТ»	НИЛ кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» ПГУПС совместно с ЗАО «МГП «ИМСАТ»	Научно-производственное предприятие «ЮГПРОМ-АВТОМАТИЗАЦИЯ»	ООО НПЦ «Промавтоматика»
Год внедрения	1997	1997	2000	2002	2014
Количество уровней	2	3	3	3	3
Количество железных дорог, на которых внедрена система	7	14	7	5	2
Накопление данных базы знаний	-	-	-	-	-
Контроль аналоговой информации	+	+	+	+	+
Контроль дискретной информации	+	+	+	+	+
Наличие	-	+	+	+	+

[1] Мущеров Алексей Анатольевич – студент группы СОДП-01, факультет ЭТФ

[2] Сологубов Андрей Анатольевич – доцент кафедры «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»

встроенных справочных информационных систем					
Встроенные системы поддержки принятия решения	-	-	-	-	-

Проведенный анализ показывает, что в существующих СТДМ ЖАТ не предусмотрено накопление данных баз знаний и отсутствуют встроенные системы поддержки принятия решения [2]. Ещё одним недостатком систем является сложность расширения их функциональных возможностей. При интеграции новых измерительных устройств с измерительными контроллерами возникает проблема отсутствия свободных контактов для подключения [3-5]. В СТДМ ЖАТ отсутствуют возможности дополнения внешними мобильными диагностическими комплексами, в том числе на основе беспилотных летательных аппаратов, что негативно сказывается на увеличении количества контролируемых параметров [6-7]. Из-за отсутствия встроенных систем поддержки принятия решения и неполноты диагностической информации увеличивается время поиска причин скрытых отказов. Таким образом, для повышения эффективности функционирования СТДМ ЖАТ необходимо провести модернизацию существующих систем и разработать новые системы, лишенные перечисленных недостатков.

Заключение. СТДМ ЖАТ играют важную роль при выявлении и предупреждении отказов в устройствах железнодорожной автоматики и телемеханики. При этом необходимо модернизировать существующие системы, а также разработать новую систему, учитывающую недостатки предшествующих. Перспективным является разработка СТДМ ЖАТ на основе промышленного «Интернета вещей», для чего необходимо провести анализ технологий передачи данных и определить наиболее подходящую для этих целей [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Исайчева А. Г., Вельмин С. А., Башаркин М. В. Устройство измерения тягового тока в процессе эксплуатации рельсовой сети // Наука и образование транспорту. 2018. № 1. С. 210-212. EDN YZAGNN.

2 Онищенко А. А. Сравнительный анализ принципов построения и функциональных возможностей СТДМ ЖАТ // Наука и образование транспорту. 2016. № 1. С. 221-225. EDN XEPFBV.

3 Применение информационно-измерительного устройства мониторинга асимметрии тягового тока в рельсовой линии / А. Г. Исайчева, В. Б. Тепляков, М. В. Башаркин, Л. В. Корытин // Вестник транспорта Поволжья. 2019. № 5 (77). С. 71-77. EDN NQSRMY.

4 Способ контроля асимметрии тяговых токов в рельсовой линии / А. Г. Исайчева, В. Г. Волик, М. В. Башаркин, А. Н. Митрофанов // Вестник транспорта Поволжья. 2020. № 5(83). С. 29-34. EDN FLFYCW.

5 Совершенствование метода мониторинга асимметрии тягового тока / А. Г. Исайчева, В. Б. Тепляков, Д. А. Шашин [и др.] // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2020) : труды Международной научно-технической конференции, Самара, 21–22 апреля 2020 года / Под редакцией С.А. Прохорова. Самара: Самарский научный центр РАН, 2020. С. 255-259. EDN RNLLNX.

6 Башаркин М. В. Трансформация технологического процесса хозяйства автоматики телемеханики на основе беспилотных летательных аппаратов // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции, Самара, 26–27 января 2023 года. – Самара: СамГУПС, 2023. С. 142-145. EDN CSKRIG.

7 Исайчева Н. А., Башаркин М. В. Контроль тепловых параметров дроссель-трансформатора с применением квадрокоптера // XLIX Самарская областная студенческая научная конференция : тезисы докладов, Самара, 10–21 апреля 2023 года. Санкт-Петербург: ООО «Эко-Вектор», 2023. С. 434-435. EDN IIQCUW.

8 Ефанов Д. В. Система мониторинга устройств железнодорожной автоматики на основе промышленного «Интернета вещей» / Мир транспорта. 2020. Т. 18, № 6(91). С. 118-134. DOI 10.30932/1992-3252-2020-18-6-118-134. EDN VJCVZR.

УНИВЕРСАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬСОВОЙ ЦЕПИ

И. С. Бредун[1], А. Р. Мусин[2], А. И. Моисеев[3]

Введение: В Автоматике и телемеханике рельсовая цепь считается одним из важнейших элементов. Разработка составной модели рельсовой цепи представляет собой важную задачу в области железнодорожной инфраструктуры, так как благодаря это можно будет проще проводить математические расчеты и проектирование рельсовых цепей.

Целью данного исследования является разработка составной модели рельсовой цепи, способной обеспечить нужды проектировщиков во время расчетов.

Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи:

1. Изучение существующих рельсовых цепей, используемых по сей день.

2. Анализ требований к составной модели рельсовой цепи, учитывая различные условия эксплуатации.

3. Разработка технологического решения для организации ПО составной модели рельсовой цепи.

Конструкция рельсовой цепи в большинстве своём схожи, как минимум состоят из одних и тех же блоков с известными параметрами, например входной сигнал, выходной сигнал, напряжение, сила тока и так далее.

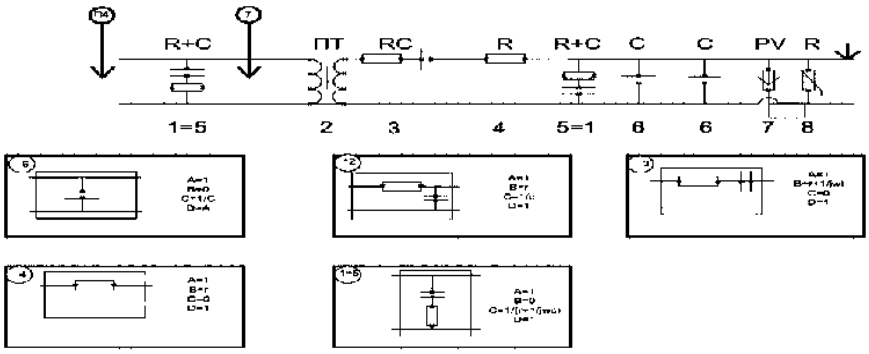


Рис. Составная модель рельсовой цепи

Предложение использовать составной модели рельсовой цепи (рис.). То есть моделируя рельсовую цепь достаточно просто менять порядок и количество уже существующих блоков (четырехполюсников). Допустим мы используем Элемент 4,8,12 и получаем РЦ частотой 50 Гц, используем 1,3,5 и получаем станционную РЦ

Для упрощения расчётов и оптимизации параметров вычисления (Для снижения вычислительной мощности) используется подбор параметров. Допустим если мы используем станционную рельсовой цепи (элементы 1,3,5) то активные параметры подбираются лишь для этих элементов.

Заключение: Разработка составной модели рельсовой цепи является важным шагом в совершенствовании научных изысканий железнодорожного транспорта. Полученные результаты могут быть использованы для создания более надежных и эффективных рельсовых цепей, что способствует развитию инфраструктуры и повышению пропускной способности на сложных железнодорожных участках со множеством рельсовых цепей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

[1] Бредун Илья Сергеевич – аспирант, преподаватель кафедры «АТС»
[2] Мусин Абдулло Рустамович – студент группы СОДП-01, электротехнический факультет
[3] Моисеев Александр Игоревич - студент группы СОДП-01, электротехнический факультет

1 Леонов А.А. Техническое обслуживание автоматической локомотивной сигнализации. 5-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1982. 255 с.
2 Системы железнодорожной автоматики и телемеханики / Ю.А. Кравцов [и др.]. М.: Транспорт, 1996. 400 с.
3 Теория передачи сигналов на железнодорожном транспорте / Г.В. Горелов [и др.]. М.: Транспорт, 1999. 415 с.
4 Сапожников В.В., Кравцов Ю.А., Сапожников Вл.В. Теоретические основы железнодорожной автоматики и телемеханики : учеб. для вузов / под ред. В.В. Сапожникова. М.: Транспорт, 2008. 394 с.
5 Левшина Е.С., Новицкий П.В. Электрические измерения физических величин (Измерительные преобразователи) : учеб. пособие для вузов. Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд., 1983. 320 с.
6 Сборник «Устройства СЦБ. Технология обслуживания. Часть 3» . Порядок выполнения работ определенных Инструкцией по технической эксплуатации устройств и систем сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) ЦШ-720-09, утвержденной распоряжением ОАО «РЖД» от 22 октября 2009 года № 2150 р.
7 Агейкин Д.И., Костина Е.Н., Кузнецова Н.Н. Датчики контроля и регулирования. М.: Машиностроение, 1965. 928 с.

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ПЕРЕЕЗДОМ

Н. А. Глазков[1], В. А. Засов[2]

Введение. Обеспечение безопасной и безаварийной работы автомобильного и железнодорожного видов транспорта в местах пересечения автомобильных и железных дорог является актуальной задачей решаемой разработчиками систем управления железнодорожными переездами [1, 2].

Классический алгоритм работы системы управления железнодорожным переездом следующий.

На железнодорожном пути по ходу движения поезда размещаются два датчика, первый из которых устанавливается до переезда и фиксирует событие приближение поезда к переезду, а второй устанавливается после переезда и фиксирует событие удаления поезда от переезда. При срабатывании первого датчика система управления формирует сигнал на закрытие переезда заграждающим устройством (например, шлагбаумом). При срабатывании второго датчика система управления формирует сигнал на открытие переезда ограждающим устройством после прохождения поезда [3, 4].

Первый датчик (датчик приближения) размещается на таком расстоянии $S_{пр}$ до переезда, чтобы при максимальной скорости поезда устройство заграждения автомобильной дороги успело перекрыть дорогу до прибытия к переезду поезда. С учетом определенного запаса $S_{зап}$ это расстояние $S_{пр}$ равно

$$S_{пр} = V_{макс} \times T_{закр} + S_{зап}.$$

Например, для $V_{макс} \approx 140 км/час$, $T_{закр} \approx 10\,сек$, $S_{зап} = S_{пр}$ расстояние $S_{пр}$ будет равно $S_{пр} \approx 700 м$.

Второй датчик (датчик удаления) размещается на таком расстоянии $S_{уд}$ после переезда, чтобы при срабатывании датчика при прохождении локомотива хвост поезда при максимальной длине поезда не перекрывал автомобильную дорогу, т.е. $S_{уд} \approx 1500 - 2000 м$.

При скорости и длине поезда, существенно меньше максимальных, классический алгоритм управления переездом приводит к дополнительным простоям автомобильного транспорта на переезде, т. е. снижает пропускную способность переезда.

Целью работы является разработка системы управления железнодорожным переездом, позволяющей повысить пропускную способность переезда.

[1] Глазков Николай Александрович – студент группы ИВТб-01, ЭТФ
[2] Засов Валерий Анатольевич – к.т.н., доцент кафедры «ЦТ»

В работе предлагается адаптивная система управления железнодорожным переездом, в которой закрытие и открытие переезда производится на основе измеренных реальных скоростей и длины поездов.

Структурная схема предлагаемой адаптивной системы управления железнодорожным переездом приведена на рис.1, а схема алгоритма, поясняющая работу этой системы, приведена на рис.2.

Для измерения скорости поезда структурная схема содержит два датчика приближения Д1, Д2 установленных на расстоянии $S_{пр}$ до переезда. Датчики Д1, Д2 расположены на расстоянии 1 м друг от друга и управляют работой триггера T*sr* с установочными входами *s* и *r*. На выходе этого триггера формируется импульс, фронт которого соответствует моменту времени срабатывания датчика Д1 при прохождении колесной пары колесной тележки, а срез – моменту времени срабатывания датчика Д2 при прохождении этой же колесной пары.

Таким образом, длительность импульса на входе триггера T*sr* равна времени перемещения поезда на расстояние 1 м, что позволяет определить скорость движения поезда. Импульс с выхода триггера T*sr* поступает на вход Gate счетчика 1 и управляют его работой: разрешают счет по фронту и запрещают счет по срезу импульса.

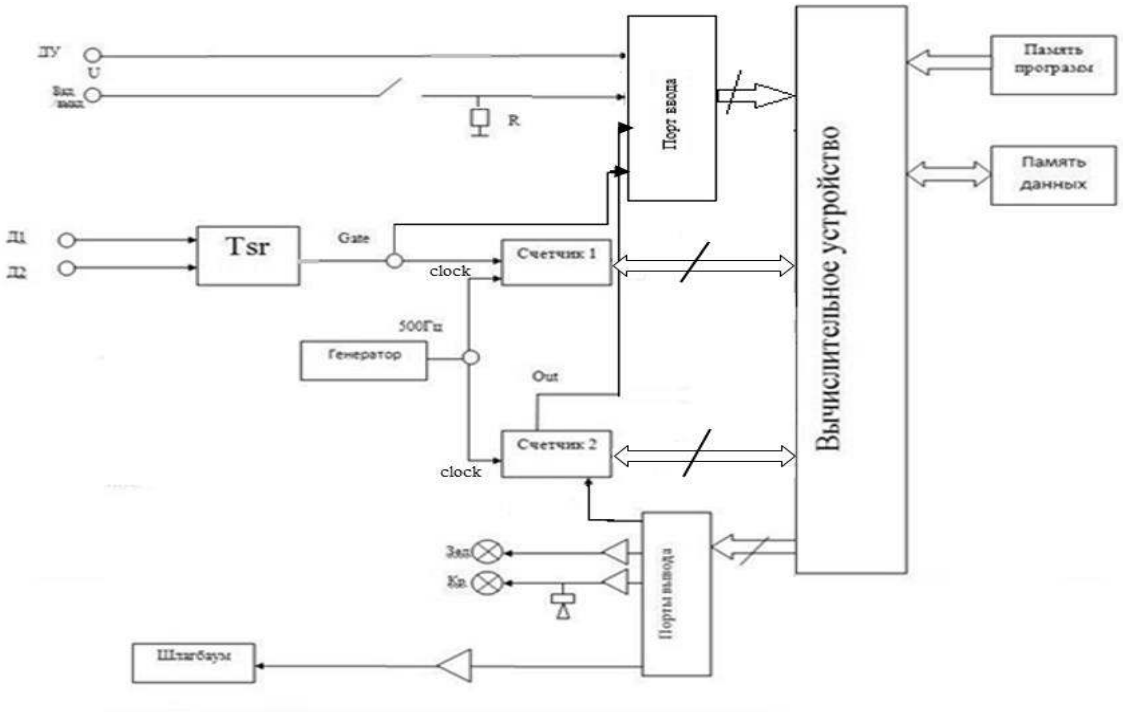


Рис. 1. Адаптивная система управления железнодорожным переездом

Длительность этого импульса определяется с помощью счетчика 1, который подсчитывает тактовые импульсы известной частоты $F_{ТИ}$ от генератора между фронтом и срезом импульса с выхода триггера T*sr*. Тогда скорость поезда определяется так

$$V_{поезда} = \frac{1}{(N-1)\frac{1}{F_{ТИ}}} = \frac{F_{ТИ}}{N-1} \approx \frac{F_{ТИ}}{N},$$

где N–1 – число подсчитанных счетчиком 1 импульсов генератора.

Время приближения поезда к переезду определяется следующим образом

$$T_{пр} = \frac{S_{пр}}{V_{поезда}} = \frac{S_{пр}N}{F_{ТИ}} = K_n N;$$

$$K_n = \frac{S_{пр}}{F_{ТИ}}.$$

Например, для $S_{пр} = 1000м$, $F_{ТИ} = 500Гц$ $K_n = 2$ $T_{пр} = 2N$. Тогда, если измеренная скорость поезда будет меньше максимальной, т. е. $V_{поезда} < V_{макс}$, переезд можно закрывать с запаздыванием относительно момента прохождения поездом датчиков приближения Д1 и Д2. Прогнозируемое время закрытия переезда определяется следующим образом

$$T_{прогн} = T_{пр} - T_{закр} = K_n N - T_{закр}.$$

Например, если по каким-то причинам скорость поезда снижена до 18 км/час, для выше приведенных исходных данных прогнозируемое время закрытия переезда $T_{прогн} = 190$ сек, т.е. более 3 мин переезд будет дополнительно открыт для автомобильного транспорта.

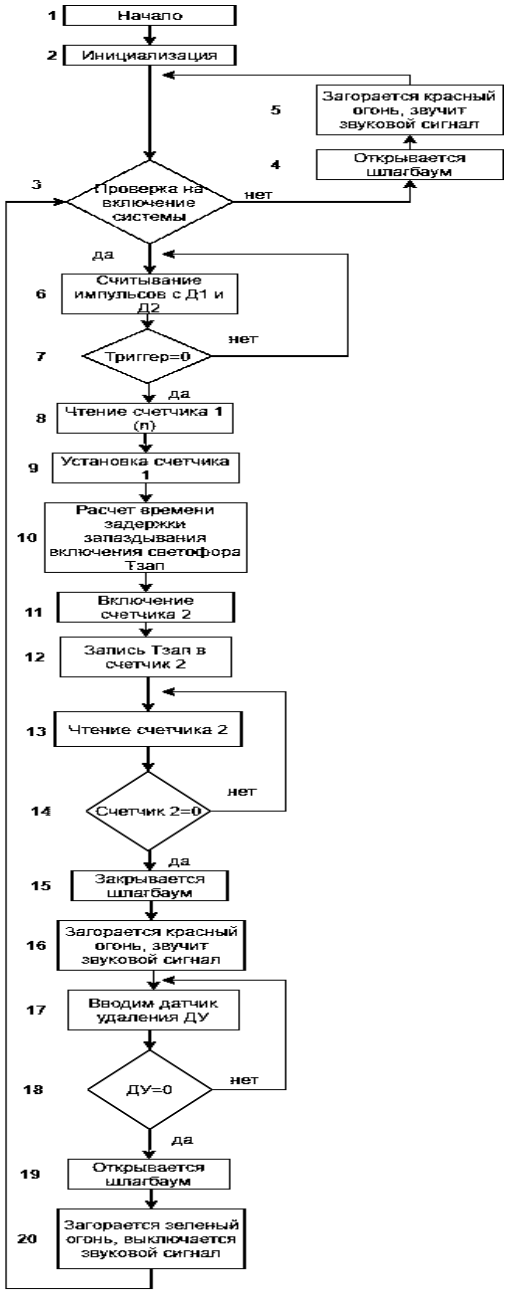


Рис. 2. Схема алгоритма работы адаптивной системы управления железнодорожным переездом

Вычислительное устройство, контроллер [5] определяет прогнозируемое время закрытия переезда $T_{прогн}$ и записывает это время в счетчик 2, который по истечении этого времени выдает команду вычислительному устройству на закрытие переезда.

Для определения события «поезд прошел через переезд» используется следующий показатель – количество осей подсчитанных в проходящем поезде до переезда должно быть равно количеству осей подсчитанных в поезде после переезда.

Для этого в систему управления железнодорожным переездом дополнительно введены два счетчика, один из которых подсчитывает количество осей в проходящем поезде до переезда, а другой подсчитывает количество осей в поезде после переезда [6]. Вычислительное устройство [7] производит сравнение значений счетчиков и при равенстве значений выдает команду на открытие переезда для автомобильного транспорта.

Для пассажирских и электропоездов, имеющих по сравнению с грузовыми поездами существенно меньшее число вагонов, рассмотренный выше алгоритм принятия решения на открытие переезда также существенно (на минуты) сокращает время ожидания автомобильного транспорта на переездах.

Предложенные схему и алгоритм работы адаптивной системы управления железнодорожным переездом несложно масштабировать и применить для двухпутных железнодорожных переездов.

Таким образом, предложенная система управления железнодорожным переездом обладает свойством адаптации, позволяющим производить управление переездом, учитывая реальную скорость и длину поездов. Это позволяет сократить время ожидания автотранспорта на переездах и, следовательно, увеличить пропускную способность железнодорожных переездов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (БЕЛАЯ КНИГА). Утверждена распоряжением ОАО «РЖД от 17.04.2018 г. N 769/р.

2 Приказ Министерства транспорта РФ от 5 октября 2022 г. № 402 «Об утверждении Условий эксплуатации железнодорожных переездов».

3 Демьянов В.В., Имарова О.Б., Скоробогатов М.Э. Состояние проблемы и методы обеспечения безопасности движения на железнодорожных переездах // Вестник Иркутского государственного технического университета. 2018. № 4 (22). С. 215-230.

4 Ефимов Е. А. Управление железнодорожным переездом // Молодой ученый. 2019.№ 13 (251). С. 38-42.

5 Засов В. А. Организация вычислительных процессов в параллельных системах: учебное пособие в двух частях. Часть II. Мультипрограммные системы. Самара: СамГУПС, 2023. 159 с.

6 Theeg Gr., Vlasenko S. Railway Signalling and Interlocking. International Compendiu (3d ed.), PMC Media House GmbH, Eurail press, 2020. 552 p.

7 Засов В. А. Организация вычислительных процессов в параллельных системах: учебное пособие в двух частях.Часть I. Мультипроцессорные системы. Самара: СамГУПС, 2023. 115 с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ В ПУТИ СЛЕДОВАНИЯ

Н. А. Журжа[1], В. А. Засов[2]

Введение. Актуальные задачи контроля и оценка эффективности работы тормозной системы грузовых поездов решаются на следующих двух этапах эксплуатации автотормозов [1-3].

На первом этапе – в парках отправления, формирования, оборота, после длительных остановок, смены локомотивов производится полное или сокращенное опробование

[1] Журжа Никита Александрович – студент группы ИВТб-01, ЭТФ

[2] Засов Валерий Анатольевич – к.т.н., доцент кафедры «ЦТ»

тормозов, позволяющие измерить время и темп зарядки тормозной магистрали, плотность тормозной магистрали, скорость распространение тормозной волны и ряд других параметров тормозной системы [1, 2, 3]. Это времяемкий и трудоемкий процесс производится в статическом состоянии поезда. Автоматизации этого этапа проверки тормозов посвящены ряд работ [3], в которых предложены различные системы контроля автотормозов.

На втором этапе – в пути следования при движении поезда производится опробование, реализуемое в режиме служебного торможения, при котором измеряются следующие параметры [1, 2, 3] автотормозов – эффективные время и путь торможения, при которых скорость поезда уменьшилась на 10 км/час от начальной скорости.

Этап контроля и оценка эффективности работы тормозной системы грузовых поездов в пути следования практически осуществляется машинистом вручную, что усложняет и без этого сложную работу по управлению поездом.

Кроме того, для более точной оценки эффективности работы в пути следования тормозной системы грузовых поездов повышенных веса и длины целесообразно измерять параметр, определяющий продольные динамические силы при различных условиях движения поезда [4, 5, 6, 7].

Целью работы является автоматизация и расширение функциональных возможностей контроля эффективности работы тормозной системы грузовых поездов в пути следования.

В работе предлагается компьютерная система, позволяющая в автоматическом режиме измерять эффективное время, эффективный путь и продольные динамические силы при торможении поезда [8, 9].

Структурная схема предлагаемой компьютерной системы контроля (КСК) эффективности работы тормозной системы грузовых поездов в пути следования приведена на рис.1, а схема алгоритма поясняющая работу этой системы приведена на рис. 2.

После включения (ВКЛ) КСК и перевода тормозного крана (ТК) в одно из положений, соответствующей заданной ступени торможения, в процессоре КСК фиксируется координата пути, измеряемая счетчиком 1, который считает число оборотов, поступающих с датчика оборотов DO, установленного на колесной паре локомотива.

Одновременно с начальной координатой пути измеряется начальные скорость и время торможения. Скорость определяется разностью значений счетчика 1, измеряемых через одну секунду. Импульсы с периодом одна секунда формируются таймером, выполненным на базе счетчика 2 и генератора ГКИ.

После определения начальной скорости торможения вычисляется конечная скорость торможения, меньшая начальной на 10 км/час.

Далее производится измерение текущей скорости поезда и при достижении конечной скорости торможения фиксируется конечная координата пути и конечное время торможения.

По начальным и конечным значениям координат пути и времени торможения в процессоре вычисляются эффективное время и эффективный путь при торможении поезда.

Эти параметры сравниваются с параметрами, заранее вычисленными в процессоре по следующим введенным перед началом движения исходным данным: вес и длина поезда, уклон отрезка пути опробования тормозов, положения ТК.

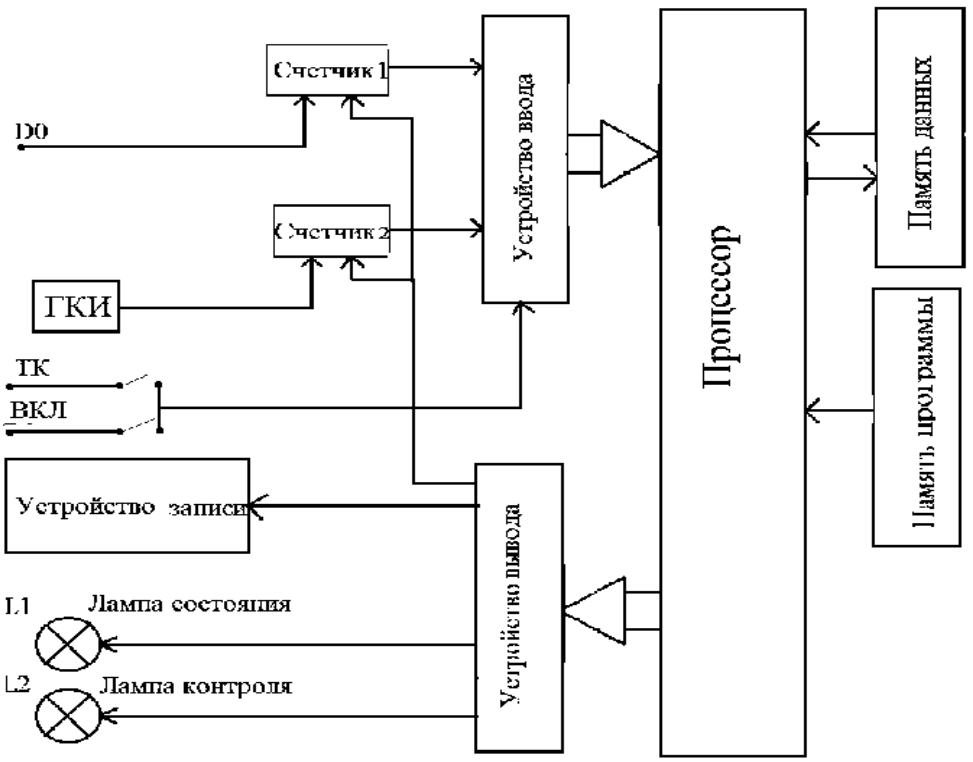


Рис. 1. Структурная схема компьютерной контроля эффективности работы тормозной системы грузовых поездов в пути следования

Если измеренные параметры превышают вычисленные инструктивные, индикатор L1 указывает на этот результат, в противном случае индикатор L2 на положительные результаты проверки эффективности работы тормозной системы поезда [8, 9].

Приведенная на рис.2 схема алгоритма поясняет описанную выше работу КСК.

Алгоритм состоит из пяти блоков:

−инициализации КСК (блок 1),

−вычисление текущих значений пути и времени (блок 2),

−вычисление эффективного времени и эффективного пути торможении поезда (блок 3),

−сравнение вычисленных в блоке 3 параметров с инструктивными параметрами и формирование результатов опробования (блок 4),

−вычисление и запись инструктивных параметров и результатов проверки.

Для измерения продольной динамической силы при торможении поезда в процессоре по измеренной скорости вычисляется ускорение, возникающее при распространении в тормозной магистрали тормозной волны [6, 7].

Для измерения продольной динамической силы при торможении поезда в процессоре по измеренной скорости вычисляется ускорение, возникающее при распространении в тормозной магистрали тормозной волны [6, 7].

Ускорение можно также определить, установив датчик ускорения на локомотиве.

По ускорению и весу (массе) поезда можно несложно вычислить продольную динамическую силу сжатия поезда на автосцепке между локомотивом и первым вагоном

$$F_{сжатия}(t) = M_{поезда} \times a(t).$$

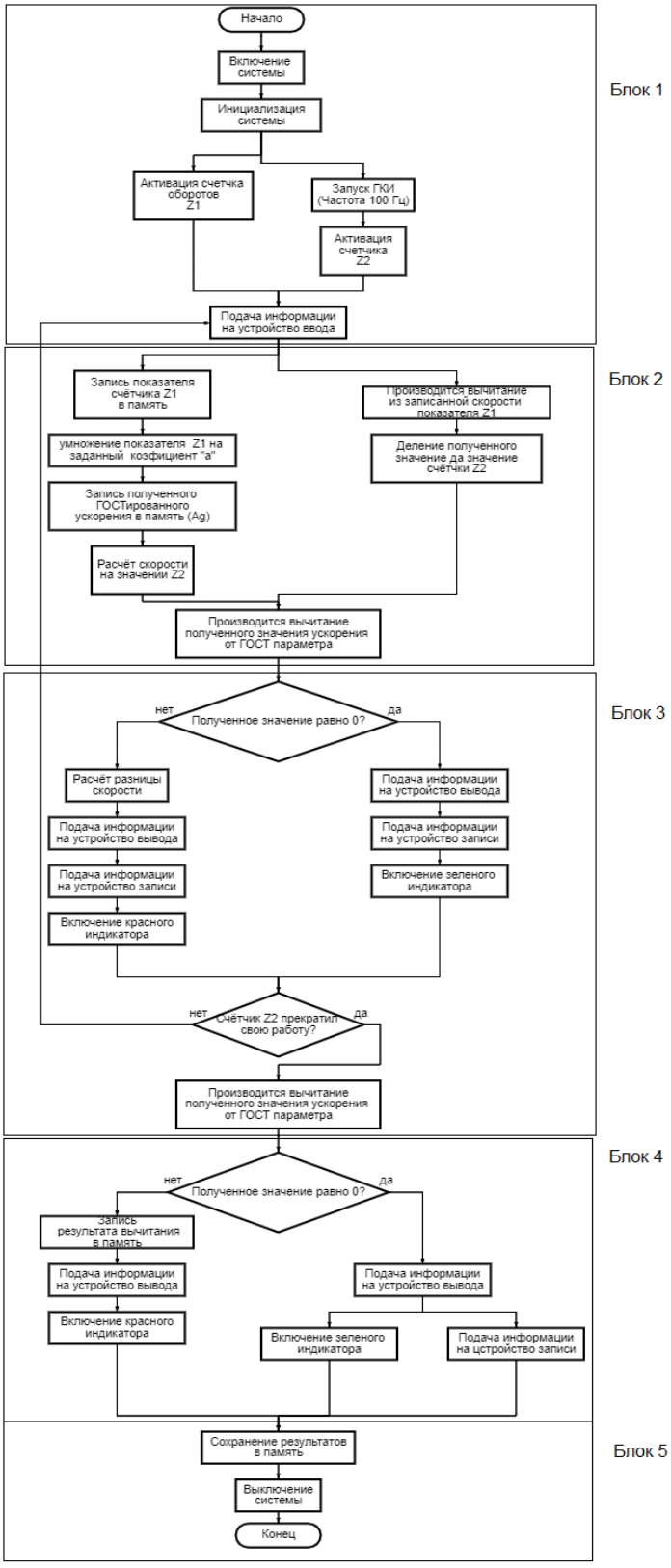


Рис. 2. Схема алгоритма компьютерной системы контроля эффективности работы тормозной системы грузовых поездов в пути следования

На начальном этапе торможения сила сжатия $F_{сжатия}$ максимальна, сила торможения $F_{торм}$ минимальна, т.к. тормозятся первые вагоны в голове поезда. По мере распространения тормозной волны от головы поезда сила торможения $F_{торм}$ возрастает, а сила сжатия $F_{сжатия}$ уменьшается. По форме зависимости этих сил от времени распространения тормозной волны

(монотонная, ступенчатая) можно сделать вывод о величине продольной динамической силы при торможении поезда и детализации (эффективности) вкладов средств торможения отдельных вагонов в эффективность процесса торможения всего поезда [8, 9].

Предложенная в работе система автоматизации и расширения функциональных возможностей контроля эффективности работы тормозной системы грузовых поездов в пути следования позволит повысить безопасность движения грузовых поездов повышенных веса и длины.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 года и на перспективу до 2030 года (БЕЛАЯ КНИГА). Утверждена распоряжением ОАО «РЖД от 17.04.2018 г. N 769/р.

2 Правила технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава, приложение № 18. Приказ Минтранса России от 3 июня 2014 года № 151. Распоряжение ОАО «РЖД» от 3 сентября 2014 года № 2071р.

3 Иноземцев В.Г. Тормоза железнодорожного подвижного состава: Вопросы и ответы. М.: Транспорт, 1987. 207 с.

4 Гапанович В.А. Поезда «девятитысячники» от экспериментов к повседневной практике // Железнодорожный транспорт. 2005. № 7. С. 19-21.

5 Пехтерев Ф.С., Шаров В.А. Повышение веса и длины грузовых поездов на основных направлениях // Железнодорожный транспорт. 2006. № 2. С. 30-39.

6 Гребенюк П.Т. Продольная динамика поезда: Труды ВНИИЖТ. М. : Итекст, 2003. 95 с.

7 Лисицын А.Л., Мугинштейн Л.А. Нестационарные режимы тяги. М.: Интекст, 2003. 343 с.

8 Перспективные технологии эффективной эксплуатации подвижного состава и железнодорожного пути / А.В. Авсиевич, Н.В. Чертыковцева, В.А. Засов, Д.В. Овчинников, В.В. Авсиевич: монография. Самара: СамГУПС, 2021. 175 с.

9 Засов В.А., Зарипов Р.А. Автоматизация контроля и управления тормозной системой грузовых поездов // Мехатроника, автоматизация и управление на транспорте: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции. Самара : СамГУПС, 2022. С. 100-105.

РАЗРАБОТКА СЕРВИСА ДЛЯ СИЛ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

М. И. Кононов[1], В. В. Авсиевич[2]

Введение. В настоящее время множество компаний уходят из России и закрывают доступ к своему программному обеспечению, в связи с этим появляется необходимость в отечественной замене таких программ. Разрабатываемый сервис служит как продуктом импортозамещения, так и позволяет произвести модернизацию используемого в метрополитене ПО.

На данный момент в метрополитене используются мобильные решения от компании «Транссеть», такие как «Аттестат контроль», «TRS.Навигатор» и «TRS.Обходчик» [5], каждое из них служит для определённых задач. В результате анализа функциональных возможностей существующего ПО можно выделить важные задачи для реализации в мобильном сервисе и определить ряд функций, расширяющих текущий функционал. Разработка предлагается в виде гибридного мобильного приложения, это создаст хорошую базу для расширения и доработки функционала.

Для разработки качественного программного обеспечения необходимо составить ряд критериев, которым должно соответствовать приложение. Основные критерии хорошего мобильного сервиса [4]:

1. Удобность пользовательского интерфейса.
2. Производительность.
3. Безопасность.

[1] Кононов Михаил Иванович – студент группы ИВТм-21, ЭТФ

[2] Авсиевич Владимир Викторович – к.т.н., доцент кафедры «ЦТ»

4. Функциональность
5. Совместимость

Основными задачами, выполняемыми разрабатываемым сервисом, являются:

1. Реализовать различный функционал для нужд сотрудников метрополитена
2. Внедрить системы экстренной связи и информирования
3. Интегрировать систему геолокации

В разрабатываемом мобильном сервисе необходимо учесть несколько уровней доступа и изменение или ограничение функциональности в зависимости от типа пользователя. На рис. 1 представлен алгоритм работы системы авторизации пользователей. После авторизации пользователь попадает на главный экран, из которого можно перейти в другие вкладки приложения и получить доступ к различному функционалу. Реализованные на данный момент возможности:

1) Профиль пользователя – содержит данные о пользователе, если этот пользователь является сотрудником, то у него появляются данные об аттестации и подготовке. Имеется возможность обновления всех данных, частично самим пользователем, частично администратором.

2) Уведомления – позволяет получать информацию о важных событиях, таких как акты незаконного вмешательства, новости и личные сообщения. Это обеспечивает быстрое информирование о текущих ситуациях и событиях, что помогает поддерживать внимательность и готовность к действию.

3) Смена – тайм-менеджер. Здесь можно фиксировать начало и конец рабочего дня, отмечать оборудование, которое сотрудник взял с собой на смену.

4) График работы – календарь с отметками рабочих и выходных дней конкретного сотрудника, его отпускными днями. Выбирая день можно увидеть подробнее информацию о предстоящей смене.

5) Порядки и правила – позволяет воспользоваться небольшой и удобной библиотекой, в которой отображены все основные документы (порядки, перечни, инструкции, законы и т.д.). Это позволяет уточнить нужную информацию и готовыми к действиям в различных сценариях [3]. Вкладка может содержать как общедоступную информацию, так и информацию ограниченного доступа только для сотрудников транспортной безопасности, которые должны соблюдать её конфиденциальность [2].

6) Контакты – Этот раздел предназначен для облегчения коммуникации и обмена контактной информацией внутри рабочего коллектива. В этой вкладке можно найти номера коллег, это позволит быстро найти нужного человека и связаться с ним для обсуждения работы или получения необходимой информации.

7) Тревожная кнопка – позволяет пользователю активировать сигнал о помощи при возникновении ЧП. При активации сработает оповещение у всех сотрудников транспортной безопасности, при открытии диалогового окна, можно будет увидеть вкладку «Тревога!», со скриншотом карты объекта.

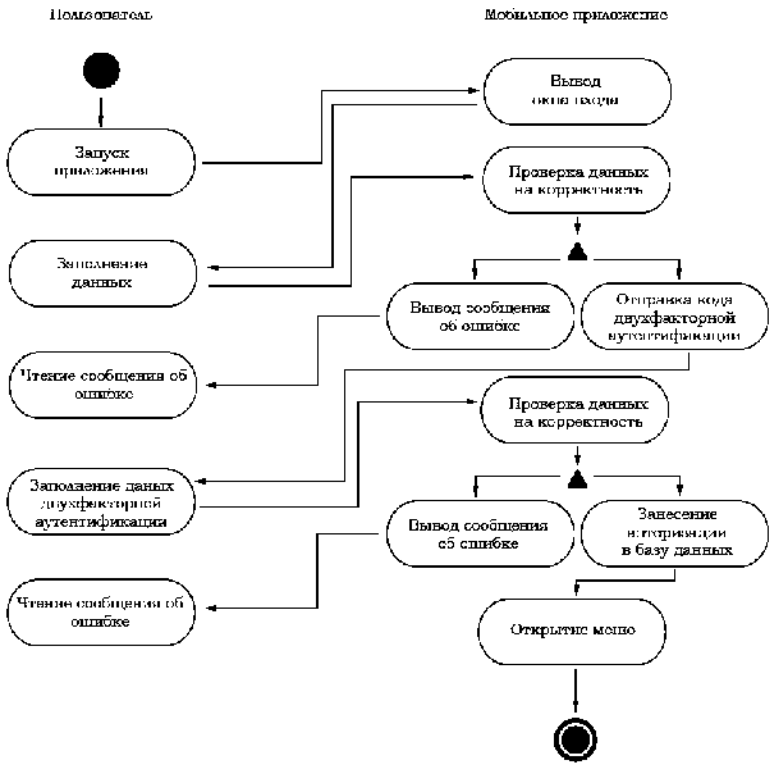


Рис. Алгоритм работы системы авторизации пользователей

При разработке продукта важно учесть его экономическую целесообразность и эффективность от его внедрения. Так в разрабатываемом решении, во-первых, произойдёт оптимизация количества штатных сотрудников в виду частичной автоматизации старых процессов, это поможет сократить затраты на заработную плату.

Во-вторых, применение мобильного приложения может привести к снижению наказаний за нарушение порядков и норм в сфере обеспечения транспортной безопасности. Приложение способно предоставлять информацию и уведомления, которые помогут соблюдать правила и избегать нарушений, что в итоге позволит сэкономить ресурсы, которые обычно тратятся на уплату штрафов [1].

Таким образом, разработка сервиса для сил обеспечения транспортной безопасности является актуальной, а внедрение решения в метрополитен позволит улучшить безопасность и повысить эффективность работы сотрудников примерно на 60 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях» от 30.12.2001 N 195-ФЗ (КоАП РФ Статья 11.15.2. Нарушение установленных в области обеспечения транспортной безопасности порядков и правил) / КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/

2 Федеральный закон «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» от 27.07.2006 N 149-ФЗ / КонсультантПлюс. [Электронный ресурс]. URL: http://www.consultant.ru/

3 Приказ Министерства транспорта РФ от 12 июля 2021 г. N 232 «Об утверждении Порядка подготовки сил обеспечения транспортной безопасности» // ГАРАНТ. [Электронный ресурс]. URL: https://base.garant.ru/

4 Разработка мобильных приложений. Первые шаги [Электронный ресурс] / М. А. Федотенко , под ред. В. В. Тарапаты. Эл. изд. Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 338 с.). М. : Лаборатория знаний, 2019.

5 Мобильные приложения семейства Транссеть [Электронный ресурс]. URL: https://transset.ru/products/?klyuchevyenapravleniya=mobile_apps

Е. В. Тихонова[1], Л. И. Папировская[2]

Введение. На железнодорожном транспорте регулярно проводятся тестирования самых разных разработок, внедряются новые технологии, интегрируются новые составляющие в уже существующие системы. Мероприятия такого рода позволяют железнодорожному транспорту занимать лидирующие позиции в: грузоперевозках, безопасности, экономике.

В 2023 году на базе Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (далее по тексту – ВНИИЖТ) был открыт Центр искусственного интеллекта (далее по тексту – Центр ИИ). Составляющие этого центра можно рассмотреть на рис.

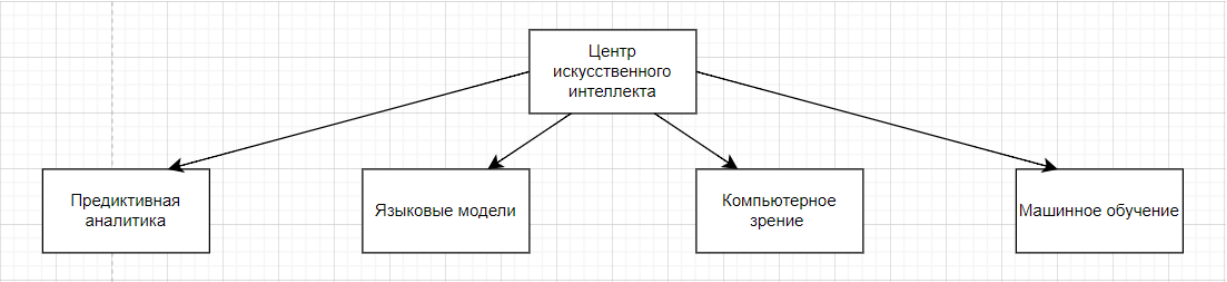


Рис. Составляющие Центра ИИ

Сейчас ИИ базируются на методах машинного обучения (МО), которые используют конкретные данные. Постановка задачи, координация процесса обучения машины, а также получение и обработка информации – остается за человеком.

Рассмотрим более подробно составляющие Центра ИИ.

1. Предиктивная аналитика (далее по тексту – ПА).

ПА представляет собой некий метод анализа данных, который сосредоточен на будущем поведении объектов и субъектов с целью принятия рациональных (оптимальных) решений. Одна из разработок основанная на методе ПА Центра ИИ и уже эксплуатируется в ОАО «РЖД» – автоматизированная система «Доверенная среда локомотивного комплекса» (далее по тексту – АС «ДСЛК»). Прогнозирование автоматизированной системы АС «ДСЛК» разработано на основе исторических данных и обработки бортовой телеметрии. Это позволило ИИ обнаружить отклонения в работе не только оборудования электровозов и тепловозов, но ряда других устройств железнодорожного транспорта. После выявления отклонений (аномалий) ИИ дает оценку остаточным ресурсам, что способствует уменьшению количества неплановых ремонтов. АС «ДСЛК» обеспечивает мониторинг технического состояния каждого составляющего тяги и всесторонний анализ данных [1].

Также стоит отметить ещё одну разработку, которая была построена на методе предиктивной аналитики – «Цифровой маневровый диспетчер». Новизна и актуальность этой разработки состоит в следующем: построение специализированной модели данных, учитывающую множество факторов:

- временные затраты на проведение технологических мероприятий на сортировочной станции,
- ограничения инфраструктуры,
- очередность подвода поездов,
- распределение подвижного состава.

Следующей разработкой ОАО «РЖД» стал проект «Умный локомотив». Разработка представляет собой комплекс систем ПА с применением технологий ИИ, нейронных сетей,

[1] Тихонова Елизавета Владимировна – студент группы ИВТм-21, ЭТФ
[2] Папировская Лариса Ивановна – доцент кафедры «ЦТ»

Internet of Things (IoT), анализа больших данных (Big Data), цифровых двойников и т.д. Целесообразность данного проекта – это возможность оценки и прогноза состояния узлов и агрегатов локомотива, также отслеживание каких-либо отклонений (аномалий) в работе локомотива и автоматический вывод справки о состоянии оборудования.

Из перечисленных выше разработок стоит отметить, что предиктивная аналитика использует единообразный подход: результаты исследований можно использовать не только на железнодорожном транспорте, но и в экономических, страховых, логистических, туристических компаниях и предприятиях.

2. Языковые модели (далее по тексту – ЯМ).

Одним из самых популярных систем способной не только отвечать на вопросы, но и генерировать тексты на разных языках является ChatGPT. Именно ЯМ положены в основу ChatGPT. Использование методов глубоко обучения в ЯМ, помогает проводить анализ массивов данных на разных языках. На базе генеративных нейронных сетей работники Центра ИИ разрабатывают интеллектуального ассистента железнодорожника (далее по тексту – ИАЖ), который сможет отвечать на вопросы о железной дороге в целом. Интеллектуальный чат-бот, встроенный в ИАЖ, проконсультирует пассажиров, после анализа вопросов и ответов сформирует клиентские приоритеты и вернется к пользователю с ответом.

3. Компьютерное зрение (далее по тексту – КЗ).

Применение КЗ сразу нашло своё применение на железнодорожном транспорте и стало весьма востребовано. В связи с этим был разработан модуль управления (далее по тексту – МУ) путевыми машинами. МУ обеспечивает передвижение техники в «окно». ИИ находит и здесь свое применение:

- распознает посторонние предметы по пути следования машины,
- производит корректировку скорости движения путевой машины.

Ещё один немаловажный проект, связанный с ремонтом пути – система видео аналитики. Эта система проверяет соблюдение правил (требований) охраны труда, а также определяет наличие средств индивидуальной защиты на работниках (спецодежда, спецобувь) [2].

4. Машинное обучение (далее по тексту – МО).

МО – обучение компьютера без программирования и инструкций, при этом используя только шаблоны и логические выводы. Проект построения задания на выправочную технику взял в основу МО, т.к. требуется особая точность при выполнении работ. Систему обучили распределять данные путеизмерителя на прямые и кривые участки, после чего был разработан алгоритм генерации данных геометрии пути.

Заключение. Из всего вышеуказанного следует, что применение составляющих, описанных в Центре ИИ на железнодорожном транспорте крайне необходимо, т. к. каждая разработка уникальна и полезна. ПА позволит производить построение прогноза на основе имеющихся данных, ЯМ помогают проводить огромных данных на разных языках, КЗ введен в эксплуатацию в связи с скоростью обработки визуальной информации, МО позволило повысить точность и эффективность выполняемых процессов. Каждая из единиц (составляющих) играет важную роль в работе холдинга ОАО «РЖД».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Предиктивная аналитика на железнодорожном транспорте (РЖД). URL: https://rzddigital.ru/technology/prediktivnaya-analitika/ (дата обращения: 30.04.24 13:21)

2 Как искусственный интеллект захватил железную дорогу. URL: https://dzen.ru/a/ZYUnZTnG4kyL3Tk8 (дата обращения: 30.04.24 16:02)

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИМИТАЦИОННЫМИ МОДЕЛЯМИ ПАССАЖИРСКИХ ТЕХНИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Д. А. Шаталов[1], М. В. Додонов[2]

Введение. Имитационное моделирование является мощным инструментом для принятия проектных решений на железнодорожном транспорте. Так при проектировании, строительстве или реконструкции пассажирских технических станций благодаря имитационному моделированию можно определить наилучшие путевое и хозяйственное развитие с учётом заданных параметров и требований.

Основная часть. Для хранения имитационных моделей, проведения экспериментов, сохранения результатов и анализа данных необходима единая система управления имитационными моделями пассажирских технических станций. Процесс разработки информационной системы начинается с её проектирования. Наиболее широко используемым, на сегодняшний день, инструментом для проектирования информационных систем считается язык UML [1]. UML (Unified Modeling Language) – это унифицированный язык моделирования, который используется для спецификации, визуализации, проектирования и документирования компонентов программного обеспечения, бизнес-процессов и других систем. На языке UML можно создавать множество диаграмм, например, диаграмму прецедентов или use-case диаграмму, диаграмму классов, диаграмму состояний, диаграмму последовательностей и другие.

UML диаграмма прецедентов (use-case) [2] используется для описание всех групп пользователей и их функциональных возможностей и информационной системе. В системе управления имитационными моделями будет две роли – это пользователь и администратор. Администратор наследует возможности пользователя. На рис. 1 изображена UML-диаграмма прецедентов(use-case) системы управления имитационными моделями пассажирских технических станций.

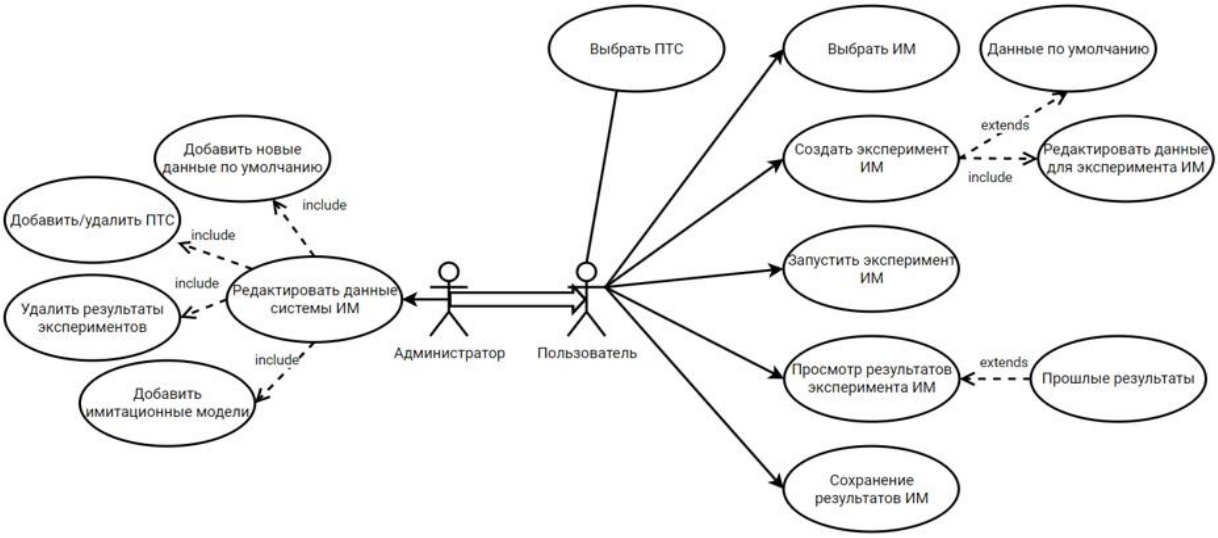


Рис. 1. UML-диаграмма прецедентов (use-case)

Также немаловажной UML-диаграммой при проектировании информационных систем является диаграмма состояний, которая описывает состояние системы или конкретного объекта во время его жизненного цикла. На рис. 2, 3 и 4 представлены диаграммы состояний в системе управления имитационными моделями пассажирских технических станций.

[1] Шаталов Дмитрий Александрович – магистрант группы ИВТм-21, ЭТФ
[2] Додонов Михаил Витальевич – к.п.н., доцент кафедры «ЦТ»

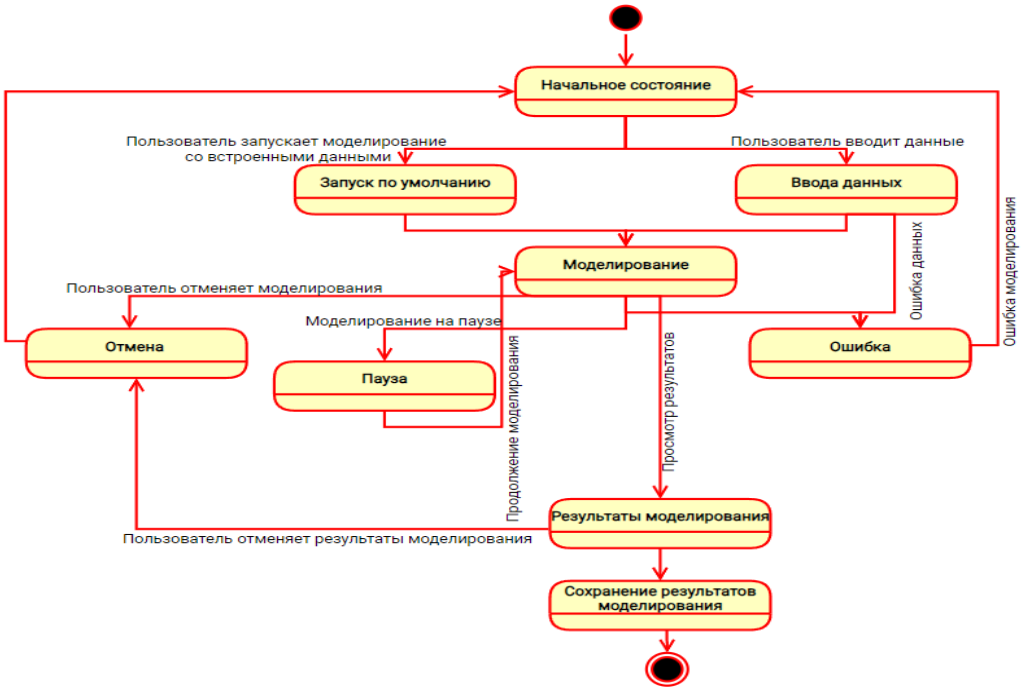


Рис. 2. Диаграмма состояний имитационного моделирования

Рис. 3. Диаграмма состояний добавления новой ПТС

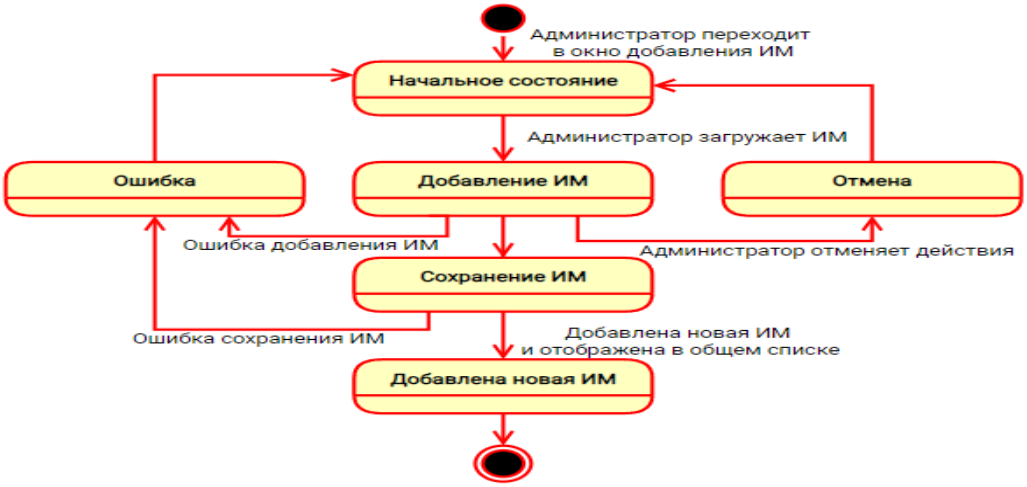


Рис. 4. Диаграмма состояний добавления новой ИМ

Для представления порядка взаимодействия актёров, объектов и компонентов системы в пределах единой временной оси используются UML-диаграммы последовательности. На рис. 5, 6 и 7 представлены диаграммы последовательности в системе управления имитационными моделями.

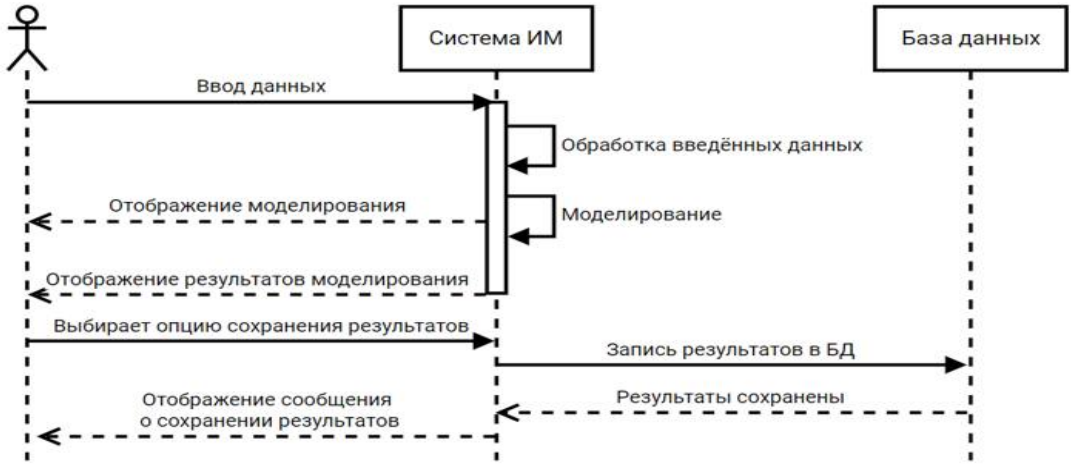


Рис. 5. Диаграмма последовательности имитационного моделирования

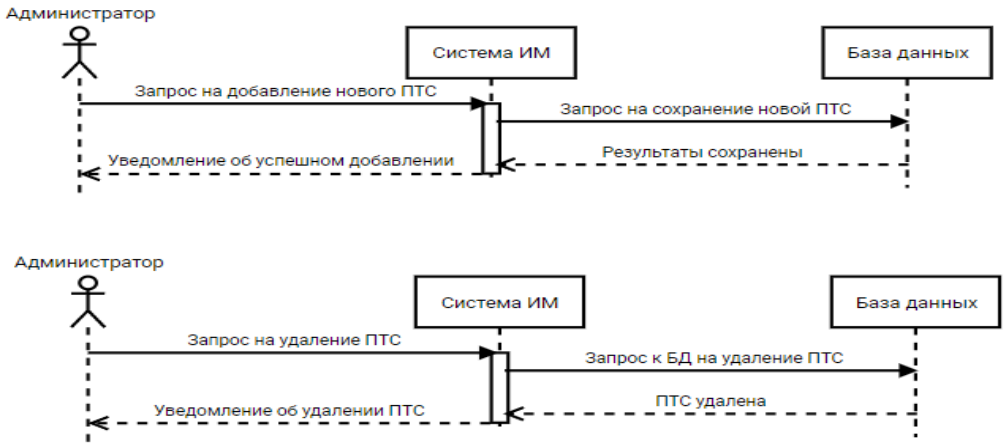


Рис. 6. Диаграмма последовательности удаления/добавления ПТС

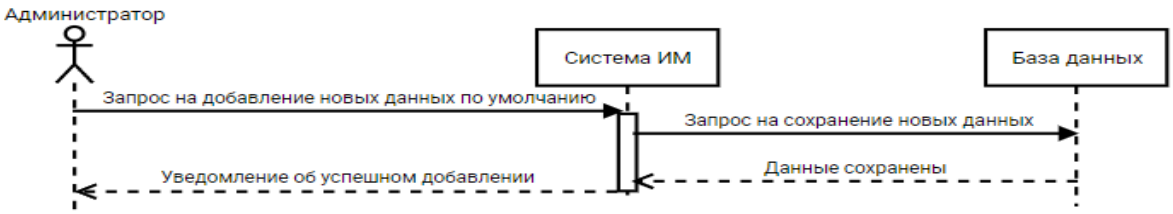


Рис. 7. Диаграмма последовательности добавления новых данных по умолчанию

Заключение. Анализ предметной области и создание UML диаграммы системы управления имитационными моделями пассажирских технических станций позволяет создать базис, который благодаря чёткости и структурированности UML диаграмм значительно облегчит разработку системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Буч Г., Рамбо Д., Якобсон И. Язык UML. Руководство пользователя. 2-е изд.: Пер. с англ. Мухин Н. М.: ДМК Пресс., 2015. 496 с.: ил.

2 Использование диаграммы вариантов использования UML при проектировании программного обеспечения / Хабр. URL: https://habr.com/ru/articles/566218/ (дата обращения: 11.04.2024).

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ УЧЁТА УСПЕВАЕМОСТИ-ПОСЕЩАЕМОСТИ ЗАНЯТИЙ СТУДЕНТАМИ

Д. А. Кашлаков[1], Л. И. Папировская[2]

Введение. Высшее образование в современной России позиционируется как обеспечение подготовки высококвалифицированных кадров по основным направлениям общественно полезной деятельности в соответствие с потребностями общества и государства. Ключевую роль в обеспечении качественного высшего образования играет преподаватель, который, однако, зачастую нагружен работой по заполнению документов.

В статье обоснована актуальность веб-приложения со следующими функциями:

1. Автоматизация части обязанностей преподавателя (ведение журнала посещаемости и успеваемости, закрытие учебных ведомостей).
2. Предоставление доступа к расписанию и успеваемости для студентов.
3. Предоставление аналитики посещаемости и успеваемости студентов для ректората ВУЗа.

Также, в процессе будет выбраны инструменты для реализации подобного сервиса.

Автоматизация формальных процессов обучения является перспективным направлением разработки, так как снижает нагрузку на преподавателей и делает образование более качественным.

Учитывая этот контекст, веб-сервис для автоматизации отметки студентов может стать очень популярным и в целом сделать шаг в сторону формирования новой модели преподавательской деятельности.

Целью статьи является исследование актуальности приложения для учёта успеваемости и посещаемости занятий студентами, а также выбор инструментов для реализации.

Методы исследования. Для ведения данного проекта был использован комплекс методов: анализ информации из открытых источников информации в сети Интернет, библиографический анализ литературы, анализ исходного кода схожих систем.

В настоящее время существуют приложения, которые позволяют учитывать посещаемость занятий и успеваемость студентов, например:

1. ERP Галактика – крупная система автоматизации управления предприятием. Обладает широким функционалом, который включает в себя, в том числе управление учебным процессом. Недостатками системы является фокусировка на управлении предприятием, что может не подходить для использования учебными заведениями.
2. UUStud – приложение для отслеживания посещаемости в ВУЗах. Позволяет вести учет предметов, групп, студентов, а также оценок на экзаменах, всё это можно распечатывать. Недостатком приложения является ограниченность функционала.
3. 1С: электронный журнал – система, ориентированная на ведение журнала успеваемости и посещаемости студентов. Это основной её функционал, но также она предоставляет электронный дневник, который позволяет просматривать успеваемость и домашние задания студента.

Основной проблемой этих систем является необходимость установки на персональный компьютер и устаревший, не интуитивный дизайн, который мешает в работе. Соответственно, при разработке приложения для учета посещаемости и успеваемости основной упор следует делать на удобстве использования. Концепт подобного приложения предполагает 3 группы пользователей: ректорат, преподаватель и студент.

Функционал ректората:

1. Работа с дисциплинами.
2. Назначение преподавателей.
3. Распределение студентов по группам.
4. Просмотр общей статистики посещаемости и успеваемости.

[1] Кашлаков Дмитрий Александрович - студент группы ИСТб-01, ЭТФ
[2] Папировская Лариса Ивановна – доцент кафедры «Цифровые технологии»

Функционал преподавателя:

1. Отметка студентов.
2. Выставление оценок.
3. Просмотр расписания.
4. Получение статистики посещаемости-успеваемости по своим дисциплинам.

Функционал студента:

1. Запрос на отметку (используется местоположение мобильного устройства студента).
2. Получение личной статистики посещаемости и успеваемости.
3. Просмотр расписания.

Выбор формата веб-приложения обусловлен кроссплатформенностью. Веб приложение можно запустить на смартфоне, ноутбуке и персональном компьютере, и оно будет работать, если устройство поддерживает передачу местоположения.

Для серверного приложения будет использован язык JavaScript, в частности, его фреймворк Node.js [1], который поддерживает использование JWT-токенов [2]. JWT-токены – это способ авторизации, который является современным и безопасным подходом. Принцип использования JWT-токенов заключается в том, что при авторизации мы передаем клиенту зашифрованный токен, который имеет три части: заголовок, полезная нагрузка (данные, которые мы передаем: логин, имя пользователя, является ли пользователь администратором) и подпись (уникальная подпись, с помощью которых можно генерировать токены). Токен легко можно расшифровать, но сделать новый без уникальной подписи невозможно. С помощью Node.js и Express.js [3] можно довольно просто и быстро написать серверное приложение среднего масштаба.

В качестве базы данных будет использована российская PostgreSQL [4]. Это одна из самых популярных баз данных, которая хорошо сочетается с Node.js. У неё есть стандартные средства для создания и изменения базы данных.

Для написания клиента будет использован Vue.js [5] – набирающий популярность фреймворк для frontend-разработки на JavaScript. Он позволяет создавать одностраничные, быстрые веб-приложения и предоставляет инструменты для удобной разработки с использованием разложения приложения на модули. Принцип одностраничных модульных приложений подходит для реализации подобного приложения, поскольку запланирован разный интерфейс для разных ролей.

Результатом разработки станет удобное и функциональное веб-приложение, которое будет ориентироваться на улучшение пользовательского опыта и предоставление необходимых в повседневной преподавательской деятельности. Оно позволит улучшить статистику посещаемости и успеваемости за счёт частичной автоматизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Сугаипов С.А., Шахбазова М.С. Разработка серверных приложений с использованием NODE.JS // Тенденции развития науки и образования. 2023. № 104-14. С. 111-114.

2 Макаров Д.А. Механизм авторизации с использованием технологии JWT // Теория и практика современной науки. 2020. № 1(55). С. 474-476.

3 Чернышев Я.Р., Миндалев И.В. Разработка и самостоятельный хостинг веб-приложения на основе фреймворка EXPRESS.JS // СТУДЕНЧЕСКАЯ НАУКА – ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ Материалы XVIII Всероссийской студенческой научной конференции. Том Часть 5. Красноярск. 2023. С. 291-293.

4 Буталов А.В., Паклин А.И., Конюченко Н.Н., Счастливцев Д.В., Глотов М.В. Программа для разработки и администрирования баз данных сервера PostgreSQL «EMS SQL management studio for PostgreSQL» // Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ RU 2017613439. 2016.

5 Емельянов И.А., Яруськина Е.Т. Особенности и отличия Vue.js от других JavaScript фреймворков // Мировые научные исследования и разработки: современные достижения, риски, перспективы Материалы XIV Международной научно-практической конференции. Ставрополь. 2023. С. 104-105.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ТЕСТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Е. А. Васильева[1], Л. И. Папировская[2]

Введение. В процессе сопровождения и внедрения информационных систем значимое влияние оказывает этап тестирования программного продукта. Главная задача для разработчиков – это предоставить систему, способную за минимальное время обработать запросы, корректно выполнить все функции и выдать пользователям правильный результат.

Качество информационных систем влияет на их оценку пользователями, особенно если речь идёт о крупномасштабных системах, к каким и относятся системы, обеспечивающие работу ОАО «РЖД». Система ЭТРАН (Автоматизированная Система «Электронная Транспортная Накладная»), разработанная компанией «ИНТЭЛЛЕКС», повышает эффективность и прозрачность перевозочного процесса для всех участников за счет перехода к электронному документообороту, а также централизации подготовки и оформления перевозочных документов.

Система ЭТРАН относится к стратегически важным, именно поэтому тестирование системы происходит на постоянной основе, после каждого обновления. Данные меры позволяют удовлетворить ожидания конечного пользователя и сократить финансовые потери для ОАО «РЖД», а также для разработчиков программного продукта.

Процесс тестирования состоит в проверке продукта на соответствие требованиям и ожиданиям профильных работников железнодорожного транспорта и предполагает реализацию этапов, представленных на рисунке [1].

Рис. Этапы тестирования информационных систем

Этапы трудоемки и содержат повторяющиеся операции.

Для упрощения организации тестирования может быть использован инструмент автоматизации бизнес-процессов – роботизация (Robotic Process Automation, RPA).

В деятельность компании ОАО «РЖД» в рамках стратегии цифровой трансформации, разработанной в 2019 году, уже внедрена технология автоматизации рутинных операций RPA. Для создания программных роботов используется платформа Robin, разработанная российской компанией, что является преимуществом для предприятий, работа которых регулируется законодательством в сфере импортозамещения.

Это программное обеспечение даёт возможность создавать «цифровых сотрудников» в режиме визуального конструктора. Роботов можно собрать без специальных навыков программирования, с помощью готовых компонентов, которые выстраиваются в блок-схему. К

[1] Васильева Екатерина Александровна – студент группы ИСТм-22, ЭТФ

[2] Папировская Лариса Ивановна – доцент кафедры «Цифровые технологии», ЭТФ

возможностям платформы Robin также относятся технологии искусственного интеллекта и машинного обучения.

В ОАО «РЖД» существует определённый протокол действий, применяемый при внедрении программных роботов:

– постановка задачи и инициализация работ по созданию программного робота,
– расчёт экономических эффектов роботизации,
– оформление и согласование документации на программного робота,
– выполнение работ по проектированию, разработке и модификации программного робота,
– тестирование и приемка программного робота,
– внедрение программного робота (опытная и промышленная эксплуатация) [2].

Первоначальным этапом при решении вопроса внедрения программного робота является расчёт экономических эффектов роботизации рутинных операций. Сравниваются прогнозные величины условной экономии финансовых ресурсов при внедрении робота с затратами на его разработку и содержание.

Важным показателем при принятии решения о целесообразности проекта является чистый дисконтированный доход (NPV). Значения NPV не должны быть отрицательными. Далее внимание нужно обратить на внутреннюю норму доходности (IRR), которая не должна быть больше, чем ставка дисконтирования по проекту. Срок окупаемости не должен превышать пяти лет, а дисконтированный срок окупаемости инвестиций не должен быть больше срока полезного использования программного робота [2].

Для разработки программного робота автоматизации организации тестирования был проведён расчёт эффективности (проанализированы затраты и выгоды) внедрения робота. Показатели определялись автоматически с помощью методики расчета роботизации рутинных операций, разработанной ОАО «РЖД», и сформированного на её основе калькулятора расчета эффектов (таблица в программе Microsoft Excel со встроенными формулами) [3]. Показатели выгоды приведены в таблице 1.

Таблица 1

Показатели выгоды и расходов за 5 лет

Статьи выгод и расходов	Сумма (1 год)	Сумма (2 год)
Высвобожденные ресурсы в денежном эквиваленте	89,94	89,94
Затраты на создание программного робота	33,87	
Затраты на инфраструктуру	48,92	
Затраты на сопровождение общие	20,34	20,34
Затраты на сопровождение, настройку и модификацию	14,69	
Затраты на авторскую поддержку	5,65	
Экономии финансовых ресурсов, тыс. руб.	-13,19	56,41

Данная таблица создана для формирования и демонстрации прогнозируемых (предполагаемых) расходов и выгод от внедрения программных роботов, а также разности между выгодами и расходами в период планирования, что позволит изначально определять целесообразность роботизации той или иной рутинной операции (процесса).

Показатели экономического эффекта роботизации рутинных операций с горизонтом планирования на 5 лет представлены в таблице 2.

Таблица 2

Экономический эффект роботизации в разрезе 5 лет

Показатель	Временной интервал						Итого
	0 период	1-ый год	2-ой год	3-ий год	4-ый год	5-ый год	
Выгоды, тыс. руб.	0.00	92,19	94,49	96,85	99,28	101,76	484,57
Расход, тыс. руб.	82,79	21,56	22,30	22,88	23.80	24,75	198,07
NCF, тыс. руб.	-82,79	70,63	72,19	73,97	75,48	77,01	286,49

Например, дисконтированный срок окупаемости (DPP) составил один год и два месяца, так как за первый год потери составят 13,19 тыс. руб., а за второй год потерь уже не будет. По окончанию второго года получаем выгоду 56,41 тыс. руб. В итоге, NPV составит 286,49 тыс. руб. IRR равен 82,90 %, DPP равен 1 год и 2 месяца. Так как NPV больше 0, то денежный поток проекта покрыл своими поступлениями (высвобожденными трудозатратами) инвестиции и затраты на эксплуатацию. IRR больше ставки дисконтирования. В данном случае проект роботизации рутинной операции (процесса) окупает инвестиции и эксплуатационные затраты, обеспечивает прибыль.

Через 1 год и 2 месяца инвестиционные вложения на робота начнут приносить выгоду организации.

Делаем вывод - по всем показателям разрабатываемый робот для организации тестирования является экономически эффективным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Пероцкая В. Н., Градусов Д. А. Основы тестирования программного обеспечения : учеб. пособие. Владимир: Изд-во ВлГУ, 2017. 100 с.

2 Мявлина Н. Ж. Внедрение роботизации рутинных операций как элемент цифровой трансформации бизнес-процессов // Проблемы современной экономики: глобальный, национальный и региональный контекст: сборник научных статей. Гродно: Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, 2022. С. 466-474.

3 Методика расчета экономических эффектов роботизации рутинных операций (в ред. Распоряжений ОАО «РЖД» от 14.04.2022 N 1004/р, от 09.06.2022 N 1535/р). Утверждена Заместителем генерального директора ОАО «РЖД» Е.И. Чаркиным 5 октября 2021 г. N 1619. 2021. с. 12.

ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА УЧЕТА ЗАСЛУГ (ДОСТИЖЕНИЙ) И ОБЩЕСТВЕННОГО УЧАСТИЯ РАБОТНИКОВ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

Е. С. Патутина[1], Л. И. Папировская[2]

Введение. Без высокого уровня развития людей и высококвалифицированной рабочей силы не будет развития для любого государства, даже имеющего природными и технологическими и другими ресурсами. За добросовестное выполнение трудовых обязанностей, улучшение качества работы, повышение производительности труда, новаторство, инициативу работники предприятий поощряются различными видами наград. Стимулирование нужно для самосовершенствования и духовного «роста» человека, продуктивности и успешности его «начинаний» и дальнейших действий. Для работников железнодорожного транспорта применяются различные виды наград и поощрений. Каждая из ведомственных наград ОАО «РЖД» сопровождается определённым положением и порядком награждения, учетом заслуг, поощрений работников компании.

[1] Патутина Елена Сергеевна – студент группы ИСТм-21, ЭТФ

[2] Папировская Лариса Ивановна – доцент кафедры «Цифровые технологии», ЭТФ

Объектом исследования является эффективность работы специалистов по персоналу в направлении поощрений.

Предмет исследования – инструментарии системы учета заслуг (достижений), наградные системы, поощрения и процессы стимулирования персонала в компании.

Цель – изучение видов наград (поощрений) персонала в организации, их систематизация для учета заслуг, разработка специализированных отчетов, вне информационных систем управления персоналом и социальной политикой.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

– рассматриваются и анализируются такие понятия как наградная система, награда, разновидность и особые виды поощрений в ОАО «РЖД», приводятся положения по их присвоению,
– исследуются процедуры учета заслуг персонала, формирования отчетов по предприятию и справок для предоставления в вышестоящие структуры компании.

В рамках исследования были изучены теоретические основы видов поощрений и стимулирования персонала в организации, сущность и содержание процессов мотиваций персонала. Информационные системы управления персоналом и социальной сферой, эксплуатируемые в ОАО «РЖД», отчетные формы и справки, по учету заслуг/поощрений работников, различных сфер деятельности железнодорожного транспорта.

Методы и материалы исследования: научные статьи, функциональная стратегия развития кадрового потенциала компании, награды и наградная система, положения о наградах и поощрениях сотрудников. До сих пор понятие награды, поощрения, как меры воздействия на развитие производства, не имеет четкого определения, не в полной мере исследован вопрос о награде как особом виде поощрения, в процесс присвоения наград вмешивается субъективный фактор.

Создание информационной системы учета заслуг (достижений) и общественного участия работников железной дороги позволит разработать индивидуальный реестр достижений работников компании. Позволит сформировать необходимые отчеты для руководителей структурных подразделений и профильных специалистов службы управления персоналом СУП по запросам, что будет способствовать более объективному подбору кандидатов на награждения, стимулируя сотрудникам к профессиональному росту, повышения лояльность персонала к руководству предприятий/компании.

Рассмотрим алгоритм работы ИС по учету достижений. В отдел кадров предприятия приходит запрос на формирование списка кандидатов для поощрения на определенный вид награды за определенный период времени. Специалист по кадрам со своего автоматизированного рабочего места (АРМ) «выгружает» из Автоматизированной системы управления персоналом АСУ Кадры: например, «1С: Зарплата и управление персоналом» список всех сотрудников предприятия. Далее отправляет список в разрабатываемую информационную систему, программа которой формирует список претендентов на награду/поощрение по определенным критериям и возвращает готовый список на утверждение или корректировку руководителям предприятия, а далее специалистам СУП. При этом специалисты СУП могут получать при необходимости два списка: список, сформированный ИС, и список, поданный руководством предприятия. На рис. 1 представлена «Контекстная диаграмма IDEF0» разрабатываемой информационной системы по учету заслуг работников предприятия ИС УЗР.

Рис. 1. Контекстная диаграммы IDEF0 ИС учета заслуг работников

Основным элементом для отображения списка кандидатов на поощрения является база данных, в которой создана таблица для внесения необходимых данных по кандидатам. Для удобства разработана форма ввода со следующими функциями: ввод, редактирования, удаления данных с поддержкой из нормативно-справочной системы (НСИ). НСИ представлена обычно набором справочников и классификаторов. Для отображения списка кандидатов на поощрения в ИС УЗР является база данных с необходимой информацией по работникам предприятия. Возможна корректировка представленного списка или отдельных данных. Рассмотрим виды значимых достижений ОАО «РЖД» (Таблица).

Таблица

Виды значимых общественных достижений ОАО «РЖД»

Вид	Условия для начисления баллов		
НАСТАВНИЧЕСТВО	Получить звание «Наставник»	Удостоверение к знаку «Лучший наставник» (награда филиала), «Наставник ОАО «РЖД», «За наставничество» (государственная награда)	
	Частота начисления:	единоразово	
	Срок	нет срока давности	
КОНКУРСЫ ЧЕМПИОНАТА ПРОФЕССИОНАЛОВ ОАО «РЖД»	Участвовать в конкурсе профессионального мастерства, в том числе Чемпионата профессионалов ОАО «РЖД»	Конкурсы профессионального мастерства: Стать победителем на звание «Лучший....» Региональный этап Чемпионата профессионалов ОАО «РЖД» Участвовать в качестве Главного эксперта конкурса Финал Чемпионата профессионалов ОАО «РЖД»	
	Частота начисления:	за каждое мероприятие	
	Срок	не более года	
ОБЩЕСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ	Стать председателем первичной (цеховой) профсоюзной организации	Стать членом выборного коллегиального органа ППО	
	Частота начисления:	за каждый период, на который избран	
	Срок	документ должен быть актуален на момент начисления баллов	
ФИЗКУЛЬТУРНЫЕ И МАССОВЫЕ СПОРТИВНЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ	Являться участником спортивных соревнований	Быть членом физкультурно-спортивного клуба (ФСК)	Провести мероприятие в рамках развития направления здоровый образ жизни
	Частота начисления:	не более одного начисления	
	Срок	не более года от даты документа	
КОРПОРАТИВНЫЕ МОЛОДЕЖНЫЕ ПРОГРАММЫ	Принять участие в корпоративном молодежном конкурсе ОАО «РЖД» «Новое звено»	Принять участие в турнире «Корпоративная молодежная интеллектуальная лига ОАО «РЖД»	
	Входить в состав совета молодежи	Участвовать в работе по профессиональной ориентации	
	Частота начисления:	за каждую номинацию	
	Срок	не более года от даты документа	

Источник: составлено автором на основе документа [3].

На этапе анализа предметной области была накоплена и систематизирована информация по положениям о наградах. Эта информация представлена информационными элементами, и чтобы упорядочить эту информацию, классифицировать и структурировать информационные элементы был проведен анализ данных предметной области и разработаны связи и структуры данных в виде модели. На рис. 2 представлена ER-диаграмма, показано с какими данными нужно будет работать при реализации проекта, как эти данные связаны между собой.

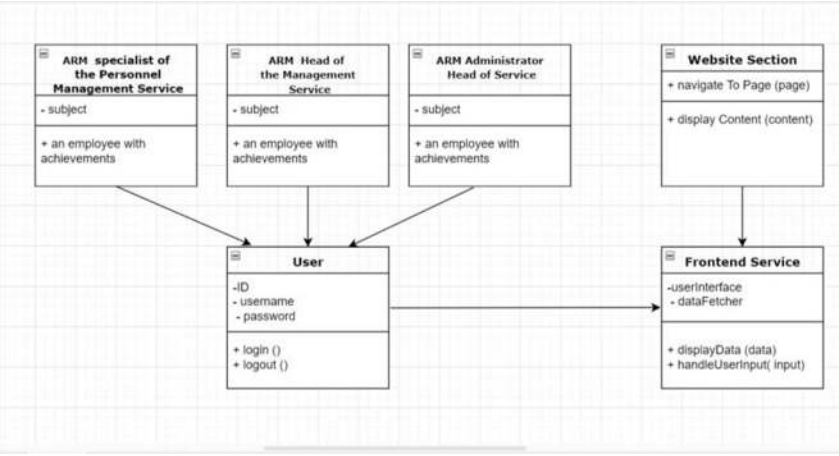


Рис. 2. ER-диаграмма (сущность – связь)

Можно сделать вывод, что для эффективной работы персонала в компании, для своевременного и справедливого поощрения лучших, необходимо создать универсальный инструмент в виде информационной системы учета заслуг (достижений) и общественного участия работников предприятий железнодорожного транспорта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Распоряжение ОАО «РЖД» от 05.03.2021 N 450/р «Об утверждении Методики оценки человеческого капитала ОАО «РЖД».
2 Распоряжение ОАО «РЖД» от 26.05.2023 N 1293/р «Об утверждении положения о Единовременном вознаграждении работников структурных подразделений филиалов ОАО «РЖД» за обеспечение безопасности движения и вклад в культуру безопасности». URL: https://rulaws.ru/acts/Rasporyazhenie-OAO-RZHD-ot-26.05.2023-N-1293_r/
3 Распоряжение ОАО «РЖД» от 30 декабря 2021 года № 3072/р. URL: https://base.garant.ru/405009789/
4 Распоряжение ОАО «РЖД» от 25.01.2021 N н «О видах поощрений на Куйбышевской железной дороге – филиале ОАО «РЖД».

ПОИСК ПРОБЛЕМ И РАЗРАБОТКА РЕШЕНИЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ BIM ТЕХНОЛОГИЙ И ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОТРАСЛИ В РОССИИ

А. А. Солдатов[1], Т. Б. Ефимова[2]

Введение. Последние десять лет в России и других странах активно осуществляются усилия по внедрению технологии BIM (Building Information Model) на государственном уровне. Также последние пять лет правительства многих стран, осознавая уровень развития человечества и возможности, предоставляемые промышленной революцией 4.0 (Индустрия 4.0), ставят перед собой задачи по цифровизации и цифровой трансформации всех отраслей, включая строительство.

Основная проблема, с которой сталкивается строительная отрасль в России, заключается в том, что большое количества времени, затрачиваемое на развитие, требуемые результаты в виде оптимизации и рационализации отрасли не достигаются. Ресурсы выделяются в достаточном объеме в виде грантов и субсидий. Разрабатываются стратегии и проводятся обучающие мероприятия, как по их разработке, так и по их применению. Все необходимые технологии доступны, часть из них можно производить самостоятельно, часть приобрести, а знания и навыки в области технологий также доступны. Проводятся обучающие курсы и тренинги для изменения подходов, а также для улучшения корпоративной культуры. На ос-

[1] Солдатов Андрей Алексеевич – магистрант группы ИСТм-21, ЭТФ
[2] Ефимова Татьяна Борисовна – к.э.н., доцент кафедры «Цифровые технологии», ЭТФ

нове всего перечисленного разрабатываются учебники и курсы, создаются онлайн-обучение и программы вузов, а сами вузы корректируют свои образовательные и программы профессиональной переподготовки в соответствие с новыми реалиями.

Цель данной статьи заключается в выявлении проблемы и поиске решений для достижения желаемого уровня развития технологий BIM и цифровой трансформации в России.

Основная часть. Анализ полученных результатов проведенной работы показывает:

1. BIM-технология является эффективным инструментом для создания цифровой информационной модели объекта. Она позволяет ускорить и оптимизировать все процессы жизненного цикла объекта. В основе технологии лежит использование библиотек электронных компонентов, со своими параметрами, характеристиками и 3D цифровую информационную модель. Использование BIM-технологии позволяет автоматизировать процесс получения информации об объекте и его параметрах, а также анализировать и обрабатывать данные. Эта технология основана на принципах коллективной работы и использования общих данных, что обеспечивает единое понимание модели всеми членами команды и предотвращает ошибки при внесении изменений. Важным фактором для успешного развития BIM является наличие сбалансированной и вовлеченной команды.

2. Технологии информационного моделирования (ТИМ) представляют собой набор инструментов и методов, позволяющих создавать цифровые модели объектов или процессов, содержащие всю необходимую информацию о них. Эти модели позволяют более точно и полно описывать характеристики объекта или процесса, а также проводить анализ, оптимизацию и управление ими на различных этапах жизненного цикла.

3. Цифровизация представляет собой процесс внедрения передовых технологических решений в деятельность предприятий с целью улучшения их производительности и результативности. Она подразумевает начало работы с информацией и принятие решений на основании полученных данных. Цифровизация предприятия может заменить человеческий труд или упростить некоторые бизнес-процессы.

4. Цифровая трансформация – это процесс интеграции цифровых технологий в систему управления организацией, чтобы заменить устаревшие методы работы на современные подходы. Это глобальное преобразование организаций и методов управления, основанное на использовании результатов цифровизации. Цифровая трансформация приводит к снижению затрат на обработку информации, изменению организационной структуры, функций, корпоративной культуры, созданию новых продуктов и бизнес-моделей.

Анализ и синтез полученных данных позволяет сформулировать важные промежуточные заключения относительно отсутствия единого понимания среди всех участников и заинтересованных сторон в отношении развития BIM и цифровой трансформации строительной отрасли. Эти заключения выглядят следующим образом:

1. Цифровая трансформации к цифровизации эмерджентна. Цифровая трансформация построена на компонентах цифровизации. И даю своё собственное определение: Цифровизация и Цифровая трансформация – это последующие друг за другом уровни уменьшения энтропии цифрового пространства с целью его более эффективного использования в человеческой деятельности.

2. Важно понимать разницу между цифровизацией и автоматизацией:

Цифровизация:

- Цифровизация подразумевает постоянное управление данными об объектах на протяжении всего их жизненного цикла, включая автоматический сбор, хранение, изменение и анализ информации, а также создание аналогичных данных.
- Цифровизация включает создание электронного двойника основного производственного объекта.
- Цифровизация предполагает наличие единой информационной среды для непрерывного обмена данными между разными областями деятельности и структурными подразделениями. Это достигается путём радикальной перестройки существующих бизнес-моделей и

внедрения современных информационных технологий, в частности, Big Data (большие данные) для обработки больших разнородных массивов данных.

• Благодаря наличию цифровых моделей производства и непрерывному накоплению и анализу больших данных (Big Data), в том числе с помощью алгоритмов машинного обучения (Machine Learning), цифровизация позволяет осуществлять упреждающее управление.

• Цифровизация обеспечивает оперативное взаимодействие географически удалённых сотрудников через интернет. Применение гибких методологий при этом эффективность бизнес-процессов оценивается по достигнутому результату команды.

Автоматизация:

• Автоматизация обычно направлена на решение рутинных задач одного или смежных бизнес-процессов, не рассматривая дальнейшее использование данных за пределами этих процессов.

• Автоматизация процессов проектирования означает моделирование объекта в специализированных расчётных программах. Таким образом, автоматизированные расчёты и проектирование являются частью цифровой модели изделия.

• Автоматизация направлена на перевод текущих процессов в электронную форму и замену ручного труда роботизированными устройствами.

• Автоматизация ориентирована на обработку типовых случаев и учетные операции постфактум.

• Автоматизация предполагает перевод существующих бизнес-моделей в электронную форму, без учёта гибких методологий.BIM технология является триггером, т.е. поводом, одним из ключевых элементов цифровой трансформации строительной отрасли России.

3. Отсутствует понимание важности одновременной синергии всех 5 базовых основ необходимых для успешной цифровой трансформации:

– ресурсы,
– стратегии,
– технологическая зрелость,
– корпоративная культура,
– команда.

4. Одним из ключевых недостатков при разработке стратегий и осуществлении проектов развития BIM, цифровизации для цифровой трансформации в российской строительной отрасли является игнорирование команды, как базовой основы успешной цифровой трансформации. Это означает ведение деятельности с использованием передовых методов и обучение им, включая:

– командное взаимодействие,
– коллективное мышление,
– коллективный интеллект.

Заключение. Ситуацию по развитию BIM и цифровой трансформации в строительной отрасли в России можно сравнить с сюжетом басен Ивана Андреевича Крылова: « Лебедь, рак и щука» и «Мартышка и очки». В первой из них персонажи тянут воз каждый в свою сторону, из-за чего он не может сдвинуться с места. Так же происходит и в сфере BIM и цифровой трансформации в строительстве: разные участники процесса не могут прийти к единому мнению и двигаться в одном направлении. Во второй басне Мартышка не может понять, как пользоваться очками, потому что не знает их истинного предназначения. Подобным образом многие специалисты и руководители в области строительства не осознают важность одновременной синергии всех пяти базовых основ (ресурсы, стратегии, технологическая зрелость, корпоративная культура, команда) для успешного внедрения BIM-технологий и цифровой трансформации.

Решение этих проблем может заключаться в создании BIM-образовательного пространства, которое будет включать в себя всех заинтересованных участников и программы обучения, учитывающие все пять базовых основ (ресурсы, стратегии, технологическая зрелость, корпоративная культура, команда), с особым акцентом на развитие навыков командного взаимодей-

ствия, коллективного мышления и коллективного интеллекта для развития BIM-технологий, цифровизации и цифровой трансформации. Важным элементом этого процесса станет создание базовой кафедры, которая будет работать в сотрудничестве с университетом, государственными организациями и компаниями-партнерами. Эта кафедра будет играть ключевую роль в формировании образовательного пространства BIM и подготовке специалистов в этой области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Талапов В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий. М.: ДМК Пресс, 2015. 410 с.
2 Бачурина С.С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч. 1: Цифровой проектный менеджмент полного цикла в градостроительстве. Теория. М.: ДМК Пресс, 2021. 106 с.
3 Бачурина С.С. Информационное моделирование: методология использования цифровых моделей в процессе перехода к цифровому проектированию и строительству. Ч. 2: Переход к цифровому проектированию и строительству. Методология. М.: ДМК Пресс, 2021.
4 BIM – это плохо. Часть I: История государственного BIM в России // Агентство новостей «Строительный Бизнес». URL: https://ancb.ru/publication/read/17031 (дата обращения: 15.04.2024).
5 BIM – это плохо. Часть II: Положение BIM в государственной иерархии цифровизации строительства // Агентство новостей «Строительный Бизнес». URL: https://ancb.ru/publication/read/17045 (дата обращения: 15.04.2024).
6 BIM – это плохо. Часть III: «Диагноз и лечение отечественного государственного BIM» // Агентство новостей «Строительный Бизнес». URL: https://ancb.ru/publication/read/17054 (дата обращения: 15.04.2024).
7 Александр Михайлов ИТ-СТРАТЕГИЯ и стратегия цифровой трансформации бизнеса. Москва, 2023 г. 314 с.
8 Анатолий Левенчук Практическое системное мышление – 2023. М.: «Издательские решения». 2023. 427 с.

ВОЗДЕЙСТВИЕ СИНЕГО СВЕТА НА ЖИВЫЕ СИСТЕМЫ

К. А. Ильина[1], В. Ф. Путько[2]

Введение. Культура микроорганизмов сильно зависит от физических и химических факторов, а также от состава питательной среды. Свет играет важную роль в жизни микроорганизмов. Исследования показывают, что различные длины волн света по-разному влияют на рост бактерий. В некоторых исследованиях свет высокой интенсивности увеличивает скорость роста определенных бактерий, а свет низкой интенсивности оказывает противоположное воздействие [1].

Цель работы: рассмотреть воздействие синего света на золотистый стафилококк (MRSA). Это распространенные бактерии, которые могут находиться на коже или в носу. Разновидности бактерий золотистого стафилококка являются нечувствительными (резистентными) по отношению к основным типам антибиотиков. Для этого за основу взят эксперимент исследователей из Университета Пердью и Бостонского университета.

Из статьи студентки СамГУПС П. А. Данилиной «Влияние синего света на рост кишечной палочки» стало понятно, что синий свет оказывает значительное воздействие на рост этого вида [2]. За 3 минуты рост бактерии Escherichia coli увеличился на 6 %.

[1] Ильина Ксения Алексеевна - студент группы СОДП-21, Электротехнический факультет;
[2] Путько Валерий Федорович – д.т.н., профессор кафедры «Электротехника»

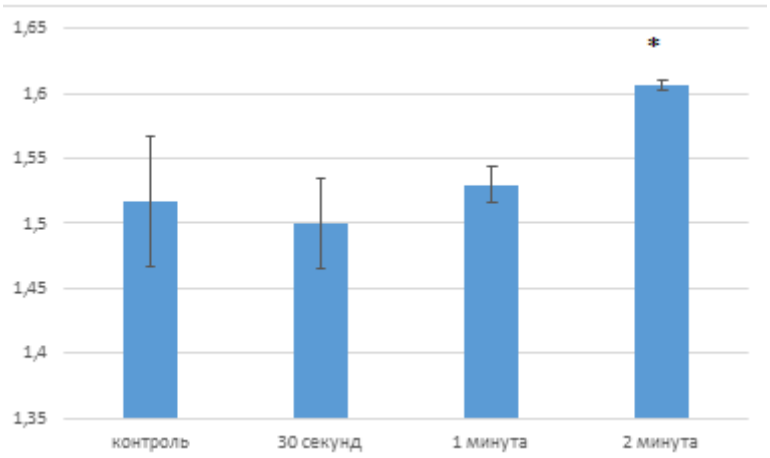


Рис. 1. Оптическая плотность культур E. coli, предварительно обработанных синим светом

В статье также было указано, что синий свет может различно действовать на определенные виды бактерий. Мохаммед Селим, профессор микробиологии в Университете Пердью создал новый метод лечения инфекций, вызванных «супербактериями" MRSA.

Профессор вместе с группой использовали образцы крови, чтобы найти быстрый способ выявить инфекционные бактерии, используя лазеры разного цвета [3]. Для борьбы с данным видом бактерий подошёл лазер синего цвета, так как под его воздействием устойчивые к лекарствам бактерии изменили свой цвет с золотистого на белый.

Классификация золотистого стафилококка:

– устойчив к пенициллину, а некоторые его штаммы, такие как MRSA, не имеют чувствительности к антибиотику метициллину,
– присутствие этой бактерии на коже и слизистых оболочках верхних дыхательных путей может привести к различным заболеваниям: от угревой сыпи до серьезной пневмонии.

Что касаемо поверхностных ран, которые были заражены Staphylococcus aureus, выяснилось, что их можно быстро вылечить, применяя световую терапию.

Проводя обширные исследования in vitro, установили, что воздействие света определенной длины волны на раны, которые были инфицированы MRSA, у мышей привело к уменьшению количества инфекций. Прямой свет из синей области оказывал благоприятное воздействие на инфекцию, особенно в сочетании с низкой концентрацией перекиси водорода.

Как это работает? Некоторые бактерии, в том числе определенные штаммы золотистого стафилококка, вырабатывают пигменты. Эти пигменты способны наносить вред организму хозяина. Уменьшая количество пигментов, можно снизить активность бактерий в организме. Этот метод известен как фото обесцвечивание. Он похож на выцветание тканей под воздействием стиральных порошков. Только в этом случае вместо порошка используется синий свет.

Имея длину волны в диапазоне примерно от 405 нм до 420 нм, что соответствует области видимого света, лучи синего света действуют на микроорганизмы, вызывая окислительные процессы, повреждая ДНК бактерий, что в итоге приводит к их немедленной смерти или невозможности размножения.

Свойство, благодаря которому синий свет способен уничтожать вредные бактерии, носит название синглетный кислород.

Синий свет образует в воздухе синглетный кислород (метастабильное, реакционноспособное состояние молекулы кислорода O_2 с более высокой энергией, существует 6 секунд) [4].

Южнокорейское Общество по защите прав потребителей провело интересное исследование, в котором оценивалась степень бактериального загрязнения предметов, к которым часто прикасаются руки людей в общественных местах. Исследование проводилось в Сеуле. Для анализа были отобраны 120 различных предметов. Уровень загрязненности измерялся

подсчетом общего числа образующих колонии бактерий (Colony Forming Units, CFU) на 10 квадратных сантиметрах поверхности [5].

Результаты показали, что наиболее загрязненными оказались ручки тележек в супермаркетах, в среднем на них обнаружили 1100 CFU бактерий.

Тем временем, ученые и инженеры из нескольких институтов США и медицинской компании EmitBio занимались поиском эффективных способов дезинфекции поверхностей с помощью ультрафиолетового света, безопасного для человека. В результате их работы был создан светильник синего света с длиной волны 425 нанометров, который продемонстрировал высокую эффективность в борьбе с коронавирусом SARS-CoV-2, вызывающим COVID-19.

Подвергая трёхмерные клеточные модели из донорских клеток бронхов и трахеи воздействию света разных длин волн, было выявлено, что однократное пятиминутное воздействие синего света с длиной волны 425 нанометров через 24 часа привело к снижению инфицирования коронавирусом на 99,9 %, при этом, не оказывая негативного влияния на жизнеспособность неинфицированных клеток.

В медицинских учреждениях, общественных местах и транспорте это открытие может сыграть большую роль в борьбе с распространением коронавируса и других патогенных микроорганизмов. Использование такого светильника может стать эффективным и безопасным способом дезинфекции поверхностей, к которым часто прикасаются руки людей, таких как ручки тележек, дверные ручки, поручни и т.д.

Хотя некоторые поверхности могут казаться чистыми, на них может скапливаться значительное количество патогенных микроорганизмов, представляющих потенциальную угрозу для здоровья людей. Поэтому необходимо уделять особое внимание соблюдению гигиены и регулярной дезинфекции в общественных местах.

Заключение.

Обеззараживание синим светом, представляет собой многообещающий метод борьбы с возбудителями инфекций, обладающий значительными преимуществами в сравнении с традиционными методами. Дальнейшее исследование и развитие этой технологии могут привести к расширению ее применения и улучшению условий гигиены и безопасности в различных областях человеческой деятельности.

Селим и его коллеги пытаются найти способ воздействовать на конкретные устойчивые бактерии, изменяя цвет лазера. Если его исследования увенчаются успехом, медицинские работники смогут использовать лазеры размером с обычный фонарик для безопасного уничтожения вредных бактерий на коже пациента. Важно отметить, что в настоящее время способности синего света не до конца изучены. Необходимы дополнительные исследования по воздействию синего света на определенные бактерии.

Селим утверждает, что в настоящее время его коллеги готовятся к проведению клинических испытаний.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Вахитова А. Р., Нуруллина Е. Н. Источники света и их влияние на живые организмы // Сфера знаний: вопросы современного этапа развития научной мысли. Казань: ООО «СитИвент», 2018. С. 392-395.

2 Данилина П.А., Васильева Т.И., Путько В.Ф. Влияние синего света на рост кишечной палочки / ДНИ СТУДЕНЧИСКОЙ НАУКИ Сборник материалов 50-й научной конференции обучающихся СамГУПС, посвященной 50-летию СамГУПС. В 2-х томах. Самара, 2023

3 Смерть антибиотиков: мы лишаемся эффективных лекарств для борьбы с армией супербактерий (Newsweek, США) 22 мая 2019.

4 Учёные создали убивающую коронавирус лампу/ URL: https://trends.rbc.ru/trends/innovation/6192b9019a7947201b037ffd

5 Тележки в супермаркетах – самые заразные. URL: https://www.kommersant.ru/doc/653615

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГАЗА В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ ОТРАСЛИ

К. А. Баймуратова [1], Т. В. Харитонова[2]

Введение. В настоящее время железнодорожный транспорт является одним из источников загрязнения окружающей среды. Данный вид транспорта потребляет ежегодно более 1 млрд. куб. м. воды, из которых около 600 млн. куб. переходит в стоки, а атмосферный воздух ежегодно подвергается выбросам стационарных источников (котельными, пескосушилками, промывочно-пропарочными станциями и т.д.). Согласно статистике, в год каждый человек производит около 1 тонны мусора, усредненно на 1 пассажира приходится 145 кг различных отходов (125 кг на 1 $м^2$).

Кроме этого, загрязнение воздуха отработанными газами (выделяются 97-98 % токсичных веществ от общей их эмиссии) происходит в районах, где локомотивами служат тепловозы с дизельными силовыми установками. Использование биогаза на железной дороге представляет собой одну из возможностей замены традиционных ископаемых видов топлива на более экологически чистое и устойчивое решение.

Биогаз – это газ, который образуется в результате биологического разложения органического материала, такого как отходы пищевого производства, сельскохозяйственные отходы, фекалии и т. д. Он состоит в основном из метана (от 50 % до 70 %) и углекислого газа (от 30 % до 50 %), а также содержит небольшое количество других газов, например, сероводород.

Основная часть. В настоящее время биогаз не может использоваться в железнодорожном транспорте как альтернативное топливо для поездов и локомотивов, поскольку не даст нужных мощностей. Однако возможно производить биогаз из пищевых отходов пассажирских вагонов и использовать его для собственных нужд станций. Биогаз, который производится из органических отходов или биомассы, является экологически чистым и устойчивым источником энергии.

Одним из примеров использования биогаза в железнодорожном транспорте является поезд Газпрома, который работает на сжиженном природном газе (СПГ), включающем в себя биогаз. Этот поезд запущен в эксплуатацию с целью снижения выбросов углекислого газа и вклада в экологическую безопасность.

Кроме того, в некоторых странах стремительно развивается производство и применение биогаза в железнодорожном транспорте, что способствует уменьшению зависимости от нефтепродуктов, а также снижению вредоносного воздействия на окружающую среду. Например:

1. В Германии Deutsche Bahn AG (немецкая компания по эксплуатации железных дорог) с успехом реализует проект по использованию биогаза в качестве топлива для своих поездов. Благодаря этому проекту значительно уменьшаются выбросы вредных веществ в атмосферу, что благоприятно влияет на окружающую среду.

2. В Швеции железнодорожная компания Öresundståg запустила составы, которые работают на биогазе. Этот проект стал первым в мире, где все поезда в регионе будут использовать биогаз в качестве экологически чистого топлива.

3. В США железнодорожная компания BNSF Railway активно внедряет биогаз в качестве альтернативного горючего для грузовых поездов. Данный проект не только может помочь уменьшить зависимость от традиционных видов топлива, но и способствует сокращению выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Эти примеры показывают, что внедрение биогаза на железной дороге может быть успешным и эффективным способом улучшения экологической обстановки.

Использование биогаза на железной дороге имеет ряд преимуществ, которые могут оказать положительное влияние на окружающую среду и экономию ресурсов.

[1] Баймуратова Карина Азатовна – студент группы СМб-11, Электротехнический факультет;
[2] Харитонова Татьяна Владимировна – зав.кафедрой «Электротехника »

Основные преимущества:

1. Экологическая чистота. Использование биогаза как источника энергии на железнодорожном транспорте снижает выбросы вредных веществ в атмосферу, таких как углекислый газ, оксиды азота и тяжелые металлы. Это способствует улучшению качества воздуха и снижению экологического воздействия.

2. Энергетическая эффективность. Биогаз является возобновляемым источником энергии, получаемым из биологически разлагаемого органического материала. Использование его на железнодорожном транспорте позволяет сократить зависимость от нефти и газа, что в свою очередь способствует экономической диверсификации. При верном производстве и применении биогаза, его энергетическая эффективность может составлять от 50 % до 80 %, что означает, что большая доля энергии, содержащейся в органических материалах, может быть преобразована в энергию биогаза. С целью увеличения энергетической эффективности использования биогаза рекомендуется использовать современные технологические процессы для его производства и использования, такие как сухое или мокрое биогазовое производство, сжигание биогаза в специальных генераторах или котлах, конвертация биогаза в более высокоэффективные формы энергии, такие как электроэнергия либо теплоэнергия, и т.д.

3. Снижение затрат. Биогаз может быть получен из различных источников, таких как отходы продуктов питания, сельскохозяйственные отходы, сточные воды и т.д. Это позволяет снизить затраты на топливо и улучшить финансовую эффективность железнодорожного транспорта.

4. Социальная ответственность. Использование биогаза на железной дороге помогает компаниям и государствам снизить свой углеродный след и принять участие в устойчивом развитии и экологической ответственности.

Таким образом, использование биогаза на железной дороге имеет множество преимуществ, которые способствуют улучшению экологической ситуации, снижению затрат и увеличению энергетической эффективности железнодорожного транспорта.

Однако применение биогаза в железной дороге также может столкнуться с определенными вызовами и ограничениями, такими как потребность создания новой инфраструктуры, ограниченная доступность биогаза в отдельных регионах и вопросы безопасности, связанные с его хранением и применением.

Заключение. В целом, использование биогаза на железной дороге может быть привлекательным решением в рамках стремления к устойчивому и экологически чистому транспорту. Однако перед его внедрением необходимо провести детальное изучение и планирование, чтобы оценить его эффективность и возможность применения в конкретных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Биогазовый поезд. URL: https://pt.2035.university/project/biogazovyj-poezd

2 World's first biogas train fueled by cows. URL: https://www.zdnet.com/article/worlds-first-biogas-train-fueled-by-cows/

3 В Швеции запущен первый в мире поезд, работающий на биогазе. URL: https://ria.ru/20051024/41878873.html

4 Биогаз: преимущества, технологии производства, использование, сравнение, вызовы и проблемы. URL: https://www.renwex.ru/ru/ii/biogaz/

5 Технология получения биогаза. URL:https://www.rosbiogas.ru/tehnologija-poluchenija-biogaza.html

СНИЖЕНИЕ ЗАТРАТ НА ПОКУПКУ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ДЛЯ ТЯГИ ПОЕЗДОВ

А. Ф. Ахметзянов[1], Е. В. Добрынин[2]

Введение. Открытое акционерное общество «Российские железные дороги» (ОАО «РЖД») является крупнейшим системообразующим элементом российской экономики и важнейшим звеном ее транспортной системы, выполняющим более 40 % грузооборота и свыше 20 % пассажирооборота [1]. Важной составляющей работы железнодорожной системы является энергопотребление, которое играет ключевую роль в обеспечении бесперебойной работы поездов и поддержании инфраструктуры.

Приоритетом развития ОАО «РЖД» является сохранение лидирующих позиций в мире, а именно в надежности, продуктивности и качества услуг инфраструктуры. С этой целью компания уделяет особое внимание на повышение энергоэффективности в своей деятельности.

Основной целью энергетической стратегии является повышение технологического уровня ОАО «РЖД» для максимально рационального использования энергетических ресурсов, дальнейшей минимизации негативного воздействия железнодорожного транспорта на окружающую среду и поддержания лидерских позиций компании в области энергоэффективности железнодорожных пассажирских и грузовых перевозок среди транспортных компаний мира [2].

В статье представлены результаты проекта оптимизации системы тягового электроснабжения (СТЭ) для снижения затрат на покупку электроэнергии на примере участка ТП1 – ТП10 [6]. В зависимости от региона, точки подключения, мощности и объема потребляемой электроэнергии цены на нее варьируются в широких пределах. Кроме того, ОАО «РЖД» заключает долгосрочные контракты с поставщиками электроэнергии, что также влияет на ценовые категории.

В первую очередь стоимость электроэнергии меняется в зависимости от точки подключения к внешним сетям электроснабжения. Она зависит от того, к какому уровню напряжения подключена электроэнергия, а также от категории потребителя.

Среднезвешенная цена за декабрь 2022 года по точкам подключения исследуемого участка составляла:

– 110 кВ (ВН): 4,39 руб./кВт·ч,

– 35 кВ (СН2): 5,458 руб./кВт·ч,

– 6 (10) кВ (СН1): 6,405 руб./кВт·ч.

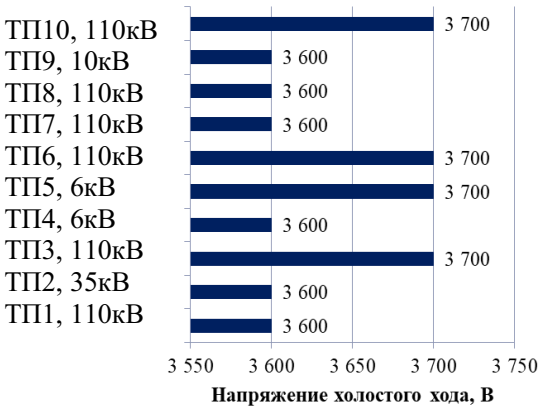
Стоимость электроэнергии отличается, поскольку в сетях с низким напряжением больше потерь электроэнергии, чем в сетях с более высоким уровнем напряжения при передаче одинаковой мощности.

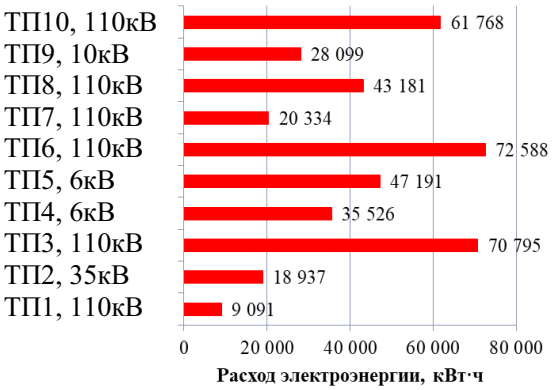
Для проведения исследования использовался программный комплекс «КОРТЭС», который позволил смоделировать участок с тяговыми подстанциями и создать график движения поездов в соответствии со среднесуточными размерами данного участка.

Исходные показатели работы СТЭ представлены на рисунке 1. В таблице 1 представлен баланс электроэнергии, соответсвующий исходной схеме.

[1] Ахметзянов Адель Фанилович – студент ЭТФ, группа СОДП-94

[2] Добрынин Евгений Викторович – к.т.н., доцент, заведующий кафедрой ЭСЖТ





(а) (б)

Рис. 1. Напряжение холостого хода (а), расход электроэнергии (б)

Таблица 1

Баланс электроэнергии (исходная схема)

Показатели	**кВт·ч**
Расход ЭЭ на ЭПС	367 021
Потери в тяговой сети	19 215
Потери х.х. в тр-х	19 968
Нагрузочные потери в тр-х	1 307
ИТОГО	**407 511**
Стоимость электроэнергии, тыс. руб.	**2 032,488**

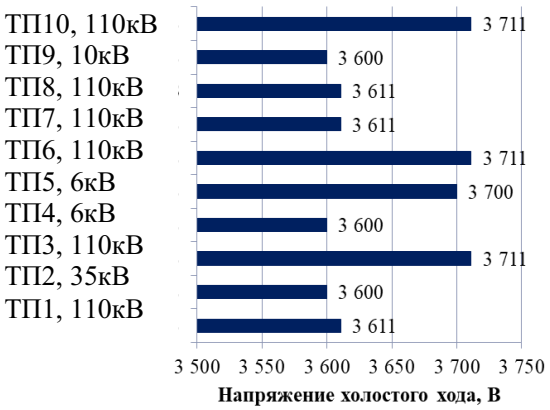
На тяговых подстанциях ТП4 и ТП5 напряжение питающей сети составляет 6 кВ, ТП9 – 10 кВ и ТП2 – 35 кВ, что приводит к более высокой стоимости электроэнергии. Чтобы уменьшить расход, можно увеличить долю использования энергии смежных подстанций. Это достигается путем регулировки уровней напряжения холостого хода на подстанциях, с учетом их загрузки [5, 7, 8].

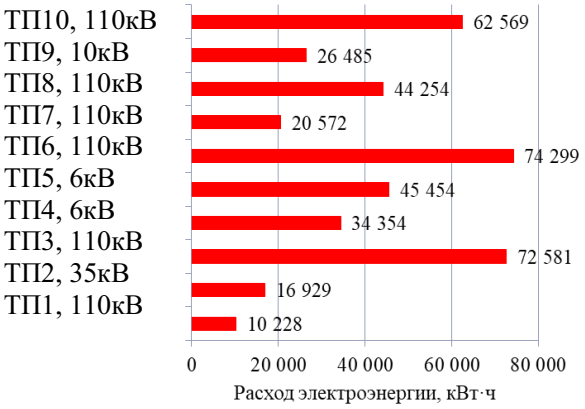
Рассмотрим три варианта распределения нагрузки между подстанциями, для снижения затрат на покупку электроэнергии: 1. Регулировка при существующем оборудовании, 2. Регулировка с новым оборудованием, 3. Регулировка для снижения потерь.

1. Регулировка при существующем оборудовании

Установленное на тяговых подстанция (ТП) оборудование не всегда позволяет выполнять регулировку уровня напряжения. В частности, на указанных выше ТП уровень напряжения холостого хода не может быть отрегулирован. Поэтому рассмотрен вариант, когда перераспределение электропотребления между ТП выполняется за счет регулировки напряжения на остальных подстанциях.

Параметры СТЭ и рапределение электроэнергии между тяговыми подстанциями представлены на рисунке 2. В таблице 2 сведены результаты моделирования распределения электроэнергии после регулировки.





(а) (б)

Рис. 2. Напряжение холостого хода (а), расход электроэнергии (б)

Таблица 2

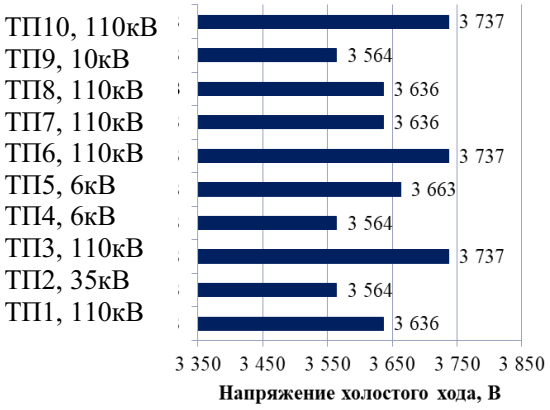
Баланс электроэнергии (при существующем оборудовании)

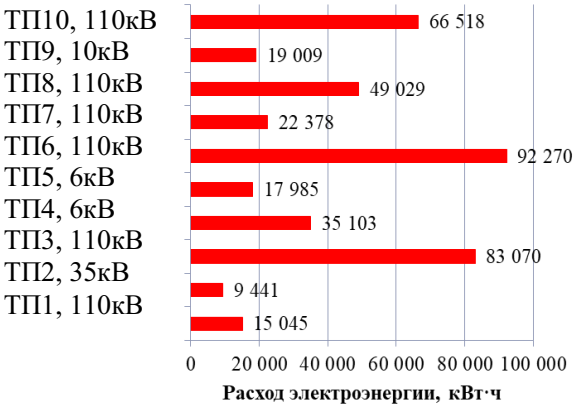
Показатели	кВт·ч
Расход ЭЭ на ЭПС	367 021
Потери в тяговой сети	19 418
Потери х.х. в тр-х	19 968
Нагрузочные потери в тр-х	1 318
ИТОГО	**407 725**
Стоимость электроэнергии, тыс. руб.	**2 022,173**

2. Регулировка с новым оборудованием

В данном варианте рассматривается случай, когда регулировка напряжения возможна на всех ТП. Что может быть достигнуто за счет модернизации оборудования.

Параметры СТЭ и рапределение электроэнергии между тяговыми подстанциями представлены на рисунке 3. В таблице 3 сведены результаты моделирования распределения электроэнергии после регулировки.





(а) (б)

Рис. 3. Напряжение холостого хода (а), расход электроэнергии (б)

Таблица 3

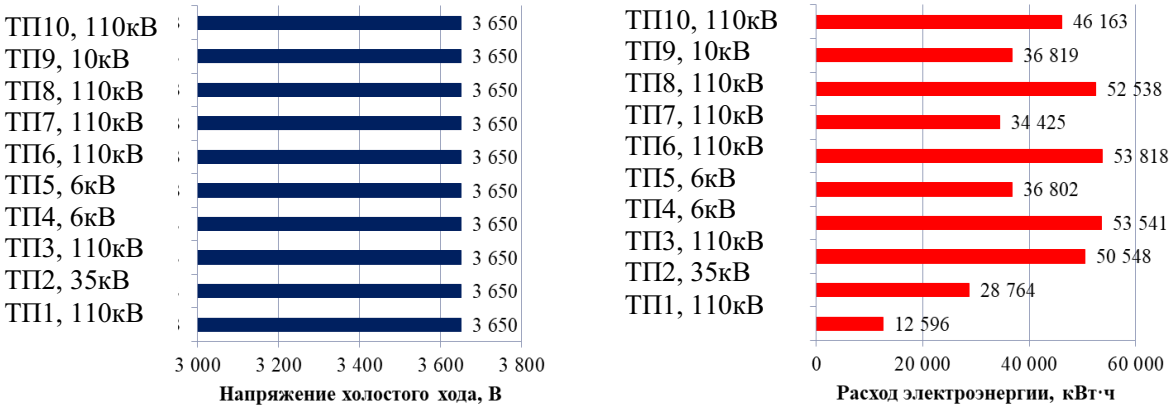
Результаты моделирования (с новым оборудованием)

Показатели	кВт·ч
Расход ЭЭ на ЭПС	367 021
Потери в тяговой сети	21 390
Потери х.х. в тр-х	19 968
Нагрузочные потери в тр-х	1 469
ИТОГО	**409 848**
Стоимость электроэнергии, тыс. руб.	**1 954,591**

3. Регулировка для снижения потерь

Вышеприведенные вариант все сводились к снижению затрат на покупку электроэнергии, однако при этом наблюдался рост ее потерь в тяговой сети. Ниже представлен вариант, при котором уровень потерь электроэнергии в тяговой сети достигает минимума при том же самом графике движения поездов, что обеспечивает сохранение ресурсов [3].

Параметры СТЭ и рапределение электроэнергии между тяговыми подстанциями представлены на рисунке 4. В таблице 4 сведены результаты моделирования распределения электроэнергии после регулировки.



(а) (б)

Рис.4. Напряжение холостого хода (а), расход электроэнергии (б)

Таблица 4

Результаты моделирования (с новым оборудованием)

Показатели	кВт·ч
Расход ЭЭ на ЭПС	367 021
Потери в тяговой сети	17 849
Потери х.х. в тр-х	19 968
Нагрузочные потери в тр-х	1 177
ИТОГО	**406 015**
Стоимость электроэнергии, тыс. руб.	**2 069,353**

Динамика стоимости электроэнергии для каждого из вариантов отражена на диаграммах рисунка 5, показатели стоимости электроэнергии сведены в таблицу 5.

Рис. 5. Динамика стоимости электроэнергии

Таблица 5

Показатели стоимости электроэнергии

Показатель	Исходный вариант	Существующее оборудование	Новое оборудование	Снижение потерь
Расх. ЭЭ, кВт·ч	407 511	407 725	409 848	406 015
Стоим. ЭЭ, руб	2 032 487,86	2 022 173,32	1 954 591,16	2 069 352,84
Измен. расх. ЭЭ, кВт·ч		214	2 337	-1 710
Экономический эффект, руб		10 314,54	77 896,69	-36 864,99
Приведенный год. эффект, руб		**5 858 717**	**44 245 763**	**-20 939 521**

Выгодным является вариант с новым оборудованием, приведенный годовой эффект которого 44 254 763 рубля.

При снижении потерь наблюдается отрицательный экономический эффект, связано это с увеличением цены, но при этом потери уменьшаются.

Для реализации регулировки на всех подстанциях (для получения более высокого экономического эффекта), требуется заменить оборудование на следующих подстанциях: ТП2, ТП4, ТП5, ТП9. Список заменяемого оборудования приведена в таблице 6. Сметная стоимость замены приведена в таблице 7.

Таблица 6

Список заменяемого оборудования

Наименование подстанций	Установленное оборудование	Новое оборудование
ТП2	ВКЕ-3, 2ТМРУ-6200	В-МПП-Д-3,15-3,3к, ТРДП-12500
ТП4	ПВЭ-3, ТМПУ-16000	В-МПП-Д-3,15-3,3к, ТРДП-12500
ТП5	ПВЭ-5, 2УТМРУ-6300	В-МПП-Д-3,15-3,3к, ТРДП-12500
ТП9	ПВЭ-5, 2ТМРУ-6200	В-МПП-Д-3,15-3,3к, ТРДП-12500

Таблица 7

Сметная стоимость

№ п/п	Оборудование	Кол-во, шт	Стоимость оборудования, руб.	Доставка, руб.	Строительно монтажные работы, руб.	ИТОГО
1	ТРДП-12500/10	6	90 894 331,40	18 178 866,28	1 236 918,41	110 310 116,09
2	ТРДП-12500/35	1	15 149 055,23	3 029 811,05	283 246,01	18 462 112,29
3	В-МПП-Д-3,15-3,3к	7	28 262 343,82	5 652 468,76	170 375,80	34 085 188,39
						162 857 416,77

Расчет экономического эффекта выполнен с учетом ставки дисконтирования, учитывающей риски реализации проекта [3, 4]. График окупаемости приведен на рисунке 6.

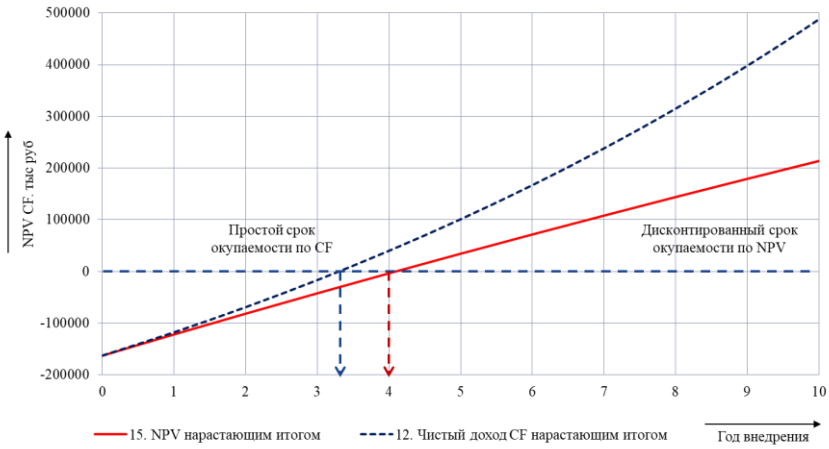


Рис. 6. График окупаемости проекта

По результатам исследования получено:

1. Расход электроэнергии определяется профилем участка и мощностью тяговых подстанций. Расход распределения электроэнергии между тяговыми подстанциями может быть отрегулирован за счет изменения напряжения холостого хода на подстанциях,

2. Регулировка напряжения позволяет уменьшить расход электроэнергии, но при этом стоимость возрастет. Либо распределить между подстанциями таким образом чтобы уменьшить затраты на покупку электроэнергии, но при этом возрастут потери,

3. Для реализации предложенного варианта (с регулировкой на всех подстанциях) потребуется вложить 162 857 416,77 рублей. За счет снижения затрат на покупку электроэнергии, экономия составит 44 245 763 рублей в год, что позволит окупить проект за 4 года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Транспорт В России 2022 [Электронный ресурс] / Федеральная служба государственной статистики : [сайт]. URL: https://rosstat.gov.ru/folder/210/document/13229 (дата обращения: 23.04.2024)

2 Стратегия развития ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. URL: https://sr2021.rzd.ru/ru/about-company/development-strategy (дата обращения 23.04.2024)

3 Митрофанов А. Н., Гаранин М. А., Добрынин Е. В. Управление технологиями электропотребления и энергосбережения : учебное пособие для студентов вузов железнодорожного транспорта. Самара : СамГУПС, 2009. 150 с. EDN QNWDKP.

4 Оценка влияния производственно-экономического состояния электротехнической инфраструктуры на эффективность деятельности транспортной компании / А. Н. Митрофанов, Н. В. Митрофанова, К. К. Утарбаев, С. А. Митрофанов // Вестник Самарского муниципального института управления. 2015. № 1. С. 41-50. EDN TSVRKT.

5 Добрынин Е. В., Мухарямов Р. И., Окладов С. А. Анализ распределения нагрузки в тяговой сети // Инновации в системах обеспечения движения поездов : материалы I Международной научно-практической конференции, Самара, 19–20 мая 2016 года. Самара: СамГУПС, 2016. С. 80-82. EDN YVCKGA.

6 Ахметзянов А. Ф., Добрынин Е. В. Управление параметрами системы тягового электроснабжения для снижения затрат на покупку электроэнергии // Наука и образование транспорту. 2023. № 1. С. 260-262. EDN MSQDUN.

7 Оперативный контроль уровня напряжения в контактной сети / К. В. Титоренко, Е. В. Добрынин, Т. В. Бошкарева, О. В. Табаков // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 411-414. EDN CGMXNX.

8 Добрынин Е. В., Титоренко К. В. Система контроля уровня напряжения в контактной сети // Электроэнергетические комплексы и системы: история, опыт, перспектива : сборник научных трудов Всероссийской научно-технической конференции с международным участием, посвященной 60-летию кафедры «Системы электроснабжения» и 100-летию плана ГОЭЛРО, Хабаровск, 19–20 ноября 2020 года. Хабаровск: ДвГУПС, 2020. С. 28-31. EDN GCIRWY.

РАЗРАБОТКА СЦЕНАРИЕВ ДЛЯ VR-ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ТЯГОВОЙ ПОДСТАНЦИИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

В. А. Бочкарев[1], О. В. Табаков[2]

Введение. Аббревиатура VR расшифровывается как «virtual reality» (виртуальная реальность). Если говорить понятным языком, то это мир, созданный человеком при помощи технических средств. VR погружает человека в альтернативную, виртуальную реальность. То есть, не выходя из дома можно очутиться где угодно и делать что угодно. И никаких последствий, кроме как полученных эмоций не будет [1].

Если мы знаем, что при помощи VR технологий человек может создать новую реальность и даже обучиться в ней, то это может помочь железной дороге, как студентам, так уже и состоявшимся специалистам.

Студенты могут как посетить тяговую подстанцию или другой объект железной дороги не выходя из аудитории, а работник может подточить свои навыки до совершенства не подвергая никого опасности [1].

Основной принцип работы VR-систем базируется на бинокулярном зрении человека, как и дальнейший предок шлемов виртуальной реальности –стереоскоп. Линзы позволяют скорректировать картинку на дисплее для глаз пользователя таким образом, чтобы создавался эффект присутствия в виртуальном мире. Все технологии, используемые при создании VR-устройств направлены на то, чтобы создать максимально правдоподобную имитацию окружающего мира и погрузить в неё человека. При этом, виртуальный мир непременно должен реагировать на действия пользователя. В основном это достигается с помощью оптики и отслеживания движений. Причём, они отслеживаются как шлемом, так и некоторыми видами контроллеров. И те, и другие бывают самых разных видов и способны обеспечить разную степень погружения [1–3].

Как функционирует виртуальный тренажер? Он работает на основе программного обеспечения с заложенными сценариями, которое воспроизводится с помощью шлема. Тренажеры имеют три режима: обучение, тренировка и экзамен.

Во время обучения виртуальная среда создает ситуации, где работнику нужно выполнить определенные действия. Система дает инструкции о том, как правильно и безопасно выполнить работу, предлагая подсказки и виртуального помощника [1–5].

В режиме тренировки работник выполняет действия самостоятельно, без подсказок. Если при этом нарушаются правила безопасности, пользователь ощущает негативные последствия своих действий.

После тренировки работник переходит к экзамену, где также выполняет все действия самостоятельно, без подсказок. По результатам система указывает на нарушения и объясняет, какие последствия они могут иметь. Если экзамен не пройден, пользователь не допускается к работе и отправляется на повторную подготовку и проверку знаний.

Сейчас конструкция большинства шлемов виртуальной реальности выполнена в виде очков. В них, как правило, встроен один или несколько дисплеев, система отслеживания положения девайса в пространстве, а также система линз, позволяющая скорректировать изображение для более реалистичного восприятия. Системы отслеживания движений обычно базируются на магнитометрах, гироскопах и акселерометрах.

При создании VR тренажера для получения практики или улучшения своих навыков работникам электроснабжения нужно будет учитывать несколько факторов:

Ответственный за составление сценариев должен быть высококвалифицированный и опытный сотрудник, который сможет грамотно составить сценарий, объяснить разработчику VR тренажера как все сделать более реалистично и правдоподобно, следить за разработкой

[1] Бочкарев Владислав Александрович – студент ЭТФ, группа СОДП-16у
[2] Табаков Олег Валентинович – к.т.н., доцент, доцент кафедры ЭСЖТ

тренажера, быть её тестировщиком, замечая и делая поправки в случае обнаружения каких-либо недостатков.

Если опустить все эти факторы, то VR тренажер может получится низкокачественным, только усугубляя ситуацию с получением жизненно важной практики. Это может повлечь за собой в дальнейшем не только бесполезные практические знания, но и чрезвычайные ситуации, травмы сотрудников и даже их гибель.

В ходе проведения исследований работы персонала на тяговой подстанции переменного тока, где особенное внимание было уделено поиску необходимой информации о степени компетентности «опытных» работников и «молодых специалистов», а также об частоте, видах и степени тяжести травматизма было составлено два сценария для VR-тренажера для тяговой подстанции переменного тока [1–5]:

1. Сценарий «Проверка оборудования»

Пользователь будет исполнять роль инженера, который должен будет проверить состояние и работоспособность оборудования тяговой подстанции переменного тока. В случае обнаружения неисправностей пользователь должен будет отметить их в «журнале проверки». Все возможные неисправности оборудования и их исправления будут выписаны в «журнале проверки». Также пользователь будет следовать инструкции, основанной на технологических картах по осмотру силового оборудования. Сценарий выполняется в два этапа [1-5].

Этап первый:

1. Ознакомление с «журналом проверки» и со всем имеющемся оборудованием тяговой подстанции переменного тока.
2. Изучение всех возможных неисправностей оборудования и с их исправлением, написанными в журнале и инструкции.
3. Последовательная проверка всего оборудования подстанции с подсказками о состоянии оборудования в отдельном окошке.
4. После проверки всего оборудования составляется отчет с помощью инструкции, где будут прописаны рекомендуемые действия по устранению неисправностей.

После выполнения всевозможных проверок и просмотра неисправностей осуществляется второй этап сценария. Его необходимость заключается в проверке и закрепления полученных знаний.

Этап второй:

1. Ознакомление со всем оборудованием тяговой подстанции.
2. Поэтапная проверка всего оборудования с выписыванием выявленных неисправностей.
3. После проверки оборудования происходит составление итогового отчета с описанием обнаруженных неисправностей и составлением необходимых операций для их устранения.

После готовности отчета пользователь получает результаты прохождения сценария. Сценарий считается пройденным в том случае, если все неисправности выявлены в полном объеме и без ошибок. В противном случае обучающийся начинает проходить сценарий заново с первого этапа.

2. Сценарий «Обучение персонала»

Обучающийся должен будет обучиться работе с оборудованием тяговой подстанции переменного тока. Необходимо научиться проводить отключения и включения высоковольтного оборудования, также проводить осмотр, текущий и капитальный ремонты тяговой подстанции переменного тока. Для качественного прохождения сценария будет составлена инструкция, состоящая из технологических карт. Пользователю будет дано высоковольтное оборудование, с которым необходимо будет провести следующие операции: отключение и включение, осмотр, текущий и капитальный ремонты. Все операции будут выполняться с помощью подсказок из инструкции в виде появляющихся отдельных окошек. Сценарий выглядит следующим образом:

1. Ознакомление и изучение представленного высоковольтного оборудования.

2. Изучение технологических карт по выполнению необходимых операций, представленных в инструкции.

3. Проведение необходимых операций с помощью подсказок из инструкции.

После проведения всех операций с оборудованием с помощью подсказок из инструкции сценарий выполняется ещё раз, только уже без подсказок. Это необходимо для закрепления знаний, полученных с помощью тренажера.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Табаков О. В., Бочкарев В. А. VR технологии в системе тягового электроснабжения // Наука и образование транспорту. 2023. № 1. С. 299-301. EDN QXUCGS.

2 Загорский В. А., Добрынин Е. В., Табаков О. В. Оценка расчетных моделей системы тягового электроснабжения // Вестник транспорта Поволжья. 2016. № 1 (55). С. 34-38. EDN VRCMAH.,

3 Оперативный контроль уровня напряжения в контактной сети / К. В. Титоренко, Е. В. Добрынин, Т. В. Бошкарева, О. В. Табаков // Наука и образование транспорту. 2019. № 1. С. 411-414. EDN CGMXNX.,

4 Бошкарева Т. В., Табаков О. В., Еремеев Д. Ю. Реализация визуальной диагностики контактной сети // Наука и образование транспорту. 2017. № 1. С. 218-220. EDN YMHSUC.,

5 Студия разработки VR и AR [Электронный ресурс]. URL: https://vr-app.ru

ЦЕНТР УПРАВЛЕНИЯ СОСТОЯНИЕМ ИНФРАСТРУКТУРЫ КАК ЭТАП СОЗДАНИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ БУДУЩЕГО

И. А. Нечаева[1], М. А. Гаранин[2]

Введение. Диагностика железных дорог будущего будет развиваться на основе преимущественного использования трех способов диагностики:

1. Стационарные устройства, устанавливаемые на перегоне, использующие либо автономное питание от аккумуляторов длительного использования, либо от сигнальных цепей железнодорожного транспорта, к которым есть доступ.
2. Мобильные устройства диагностики, диагностические модули, располагаемые на крыше электроподвижного или подвижного состава, в основном пассажирские поезда, которые ходят четко по заданному маршруту с определенной периодичностью. Это крышевое оборудование, которое постоянно, в режиме реального времени, мониторит состояние всей инфраструктуры контактной подвески.
3. Аэромобильные устройства, которые привязаны к дистанции контактной сети. Они имеют ограниченное использование - 15-20 километров. Это безлюдные технологии, желательно без предоставления окна.

Справедливо выделить и четвёртое направление, существующие диагностические комплексы - вагон - лаборатория контактной сети и вагон - лаборатория тяговой подстанции. За последние 50 лет эти технологии прошли огромный путь развития, но у них есть проблемы:

1. Они очень дорогие.
2. Дороговизна делает анализ детерминированным - конкретным и предопределенным.
3. Делая на них ставку и не развивая собственные системы диагностики, возможно падение эффективности из-за экономического риска.

Из всех четырех способов только последний требует постоянного оператора.

Разработка любой системы диагностики должна отталкиваться от того, какое структурное подразделение будет его использовать.

Существует два направления развития:

[1] Нечаева Инна Аркадьевна – студент ЭТФ, группа СОДП-94

[2] Гаранин Максим Алексеевич – д.э.н, к.т.н, доцент, профессор кафедры ЭСЖТ

1. Информация будет собираться на дистанцию контактной сети или электроснабжения, то есть на линейные предприятия, где они будут аккумулироваться. В одних руках будет и исправление, и контроль ошибок.
2. Сооружение комплексных систем, которые аккумулируют все данные. Предстоит ответить на вопрос какую долю информацию и насколько оперативно надо отдавать в линейные подразделения. Преимуществом данного пути является то, что в одной единой системе приходят данные сразу по четырем последовательным этапам - планирование, производство, контроль, корректировка.

Второй путь представляется оптимальным, по нему следует рассматривать будущее развития систем диагностики железных дорог. В дальнейшем будем рассматривать этот вариант.

В экономике существует понятие цикла Деминга, которое описывает цикличность процедур по управлению неким сложным объектом, которым и является железнодорожная инфраструктура.

Рис. 1. Цикл Деминга

Цикл Деминга это модель непрерывного улучшения процессов, включающий в себя процессы регулировки, усовершенствования, производства и оптимизации. Исследования показывают, что применение принципов Цикла Деминга позволяет улучшить качество продукции или услуг, увеличить производительность и уменьшить издержки. Важно проводить анализ результатов и реакций на изменения, чтобы постоянно совершенствовать процессы и достигать высоких стандартов качества.

Хоть классически цикл Деминга используется для экономических систем, рассматривать железную дорогу изолированно от других систем не стоит, поэтому мы рассматриваем ее комплексно, что нам и позволяет экономическая категория.

Любая транспортная компания, организация, корпорация, осуществляющая перевозку грузов, пассажиров, логистические услуги, услуги по хранению грузов, как правило имеет структуру, состоящую из нескольких бизнес-блоков. В качестве примера хочу привести компанию РЖД, состоящую из четырех бизнес-блоков:

1. Перевозка пассажиров.
2. Транспорт и логистика.
3. Инфраструктура и тяговые ресурсы.
4. Социальный, кадровый блок.

При диагностике железных дорог в рамках Куйбышевской железной дороги цикл Деминга может выглядеть так:

1. Планирование (Plan):

- Департамент железнодорожного транспорта Куйбышевской железной дороги: определяет стратегию и цели диагностики железных дорог на своем участке, разрабатывает план действий и распределяет ресурсы для проведения диагностики.

2. Действие (Do):

- Техническая служба Куйбышевской железной дороги: осуществляет проведение непосредственной диагностики железной дороги в соответствии с утвержденным планом.

3. Проверка (Check):

- Отдел качества и контроля Куйбышевской железной дороги: отвечает за оценку результатов диагностики, проведение анализа соответствия стандартам и нормативам, а также выявление проблемных мест.

4. Действие (Act):

- Инженерно-технический отдел: анализирует результаты диагностики, выявляет причины выявленных проблем и предлагает пути их устранения.

Среди этих блоков нужно понять роль системы диагностики, которую мы представляем в виде цикла Деминга. Она затрагивает дополнительные бизнес-блоки: тяговые ресурсы(локомотивы), пассажирский блок(локомотивы), социальный (вклад в сотрудников, такой как подготовка, переподготовка под новое оборудование).

Сегодня, центр управления состоянием инфраструктуры (ЦУСИ) - первый этап железных дорог будущего, уже создан, но его текущая проблема - отсутствие передачи данных о состоянии инфраструктуры в реальном времени. Наша задача гораздо шире - прогнозировать повреждения, видеть изменения сразу же, не постфактум. В данный момент диагностируемые элементы и выявляемые проблемы, подобно матрице Эйзенхауэра, подразделяются на срочные и важные, проблемы начинают решаться, когда уже появилась поломка. Наша задача выявлять проблемы не на этапе «срочные”, а на этапе «предсказать и исправить”. Для этого нужно усовершенствование систем диагностики, для устранения дефекта на этапе его зарождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Рыбалченко Д. Н., Дудченко А. Г. Интеллектуальные технологии для построения и использования информационно-управляющих систем // Информационные технологии и вычислительные системы. 2019. № 2. С. 68-73.

2 Беляев В. О., Селезнев В. В. Анализ систем управления инфраструктурой железных дорог на основе технологии «Интернет вещей” // Цифровая экономика. 2019. Т. 16. № 9. С. 1257-1268.

3 Козыряев Г.В., Савельев В.М. Модернизация железнодорожной инфраструктуры: проблемы, технологии, реализация. Транспорт России. 2018. № 4. С. 44-52.

4 Зенин В.Н. Управление качеством на железнодорожном транспорте: опыт западных стран и России. Москва: Финансы и статистика. 2016. 384 с.

5 Сарафонов А. В. Система управления качеством. Москва: ИНФРА-М. 2017. 320 с.

СЕКЦИЯ 5

Проблемы экологии, безопасности жизнедеятельности и охраны труда на железнодорожном транспорте

ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Д. В. Ершов[1], Е. В. Лукенюк[2]

Введение. Изменение климата – актуальная проблема, влияющая на окружающую среду и здоровье людей. Экстремальные погодные условия, повышение температур, наводнения и стихийные бедствия происходят все чаще, оказывая негативное воздействие на организм человека.

В данной статье мы рассмотрим влияние изменений климата на здоровье человека, механизмы адаптации организма и предложим практические рекомендации для поддержания здоровья в условиях изменяющегося климата. Мы постараемся понять, как климат воздействует на окружающую среду и здоровье человека, и разработаем методы адаптации для достижения оптимального здоровья в эпоху изменения климата.

Основная часть. Изменение климата оказывает сильное влияние на физиологические процессы в организме человека. Экстремальные погодные условия, повышение температуры, изменения влажности и длительные периоды засухи или аномальных осадков могут оказывать негативное воздействие на здоровье людей. Рассмотрим основные аспекты влияния физиологических изменений климата на организм человека [1].

1. Заболеваемость и смертность:

- Тепловые стрессы и тепловые удары. Резкое увеличение температуры и увеличение влажности могут привести к тепловому стрессу, обезвоживанию, тепловому удару и другим здоровым проблемам.

- Дыхательные заболевания. Изменения климата могут способствовать увеличению концентрации загрязняющих веществ в воздухе, к ухудшению здоровья дыхательной системы и усилению аллергических реакций.

2. Пищевая безопасность и питание:

- Изменение продуктивности сельского хозяйства. Изменение климатических условий может сказаться на урожайности и качестве пищевых продуктов, может привести к дефициту пищи и несбалансированному питанию, влияющему на здоровье человека.

- Дефицит водных ресурсов. Недостаток воды из-за засух и изменений водного режима может вызывать проблемы с питьевой водой и ухудшать состояние здоровья.

3. Распространение заболеваний:

- Расширение ареалов паразитов и насекомых. Изменение климата может способствовать распространению инфекционных заболеваний, таких как малярия, денге и другие.

- Экстремальные погодные условия и болезни. Частые экстремальные погодные события, связанные с изменением климата, могут увеличить риск возникновения болезней и травм [3].

Кроме того, стоит отметить, что изменение климата может оказывать воздействие на психологическое благополучие людей. Например, экстремальные погодные условия, связанные с изменением климата, могут вызывать стресс, тревогу и депрессию у людей, что также отрицательно сказывается на общем физическом и психическом здоровье человека. Измене-

[1] Ершов Даниил Владимирович - студент группы ЭЖД-21, ИУЭ
[2] Лукенюк Елена Викторовна - к.т.н., доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология»

ние климата может оказывать значительное влияние на психическое состояние людей, вызывая различные психологические последствия. Вот некоторые из них:

1. Стресс и тревога. Экстремальные погодные условия, связанные с изменением климата, такие как ураганы, наводнения, засухи или пожары, могут вызвать у людей стресс и тревогу. Неопределенность и страх перед будущим, а также потеря дома или близких могут усилить эти эмоции.

2. Депрессия. Постоянные изменения в погоде и климате могут вызвать у людей депрессию из-за ощущения беспомощности перед негативными последствиями изменения климата. Также возможно разочарование в действиях правительств и общества по борьбе с этими проблемами.

3. Ухудшение качества жизни. Психологические последствия изменения климата могут привести к ухудшению качества жизни людей. Это может проявляться в чувстве беспокойства, раздражительности, усталости, апатии и других негативных эмоциях.

4. Потеря надежды. Наблюдаемые изменения в окружающей среде и климате могут вызвать у людей чувство потери надежды на будущее. Ощущение бесперспективности и отсутствие веры в то, что ситуация может улучшиться, могут способствовать развитию депрессии и других психологических проблем.

5. Социальная изоляция. Потеря домов, рабочих мест, близких или возможность общения с другими из-за экстремальных погодных условий может усилить чувство одиночества и изоляции.

Физиологические аспекты изменения климата имеют прямое воздействие на здоровье и благополучие человека. Заболеваемость, уровень стресса, пищевая безопасность и распространение инфекционных заболеваний – все эти факторы требуют внимания и разработки адаптационных стратегий для смягчения негативного влияния изменения климата на организм человека. Своевременные меры и эффективное управление рисками могут содействовать сохранению здоровья и благополучия населения в условиях изменяющегося климата [2].

Механизмы адаптации и рекомендации. Стратегии адаптации к изменяющемуся климату.

Приспособление к изменяющимся климатическим условиям необходимо не только для сохранения экологического равновесия, но и для поддержания здоровья и благополучия людей. Давайте изучим методы адаптации, которые помогут снизить отрицательное воздействие изменения климата на организм человека.

1. Регулярные медицинские осмотры:

- Мониторинг здоровья. Регулярные медицинские осмотры и обследования помогут отслеживать изменения в организме, связанные с климатическими условиями.

- Профилактика заболеваний. Своевременное выявление патологий и профилактические меры помогут минимизировать риски возникновения заболеваний.

2. Адаптация к экстремальным температурам:

- Регуляция температуры. Использование систем кондиционирования воздуха или отопления для поддержания комфортного температурного режима в помещении.

- Защита от экстремальной жары. Избегание длительного нахождения на солнце в периоды высоких температур, употребление достаточного количества жидкости.

3. Здоровое питание и физическая активность:

- Сбалансированное питание. Питание, богатое витаминами и минералами, помогает поддерживать иммунитет и общее здоровье.

- Физические упражнения. Регулярные физические занятия способствуют укреплению организма и повышению его устойчивости.

4. Психологическая поддержка:

- Преодоление стресса. Проведение мероприятий по снятию стресса и тревожности, в том числе психологические консультации.

- Поддержание психического здоровья. Создание условий для психологической стабильности, общение, укрепление социальных связей.

5. Безопасность в экстремальных условиях:

- Планирование и подготовка к кризисным ситуациям. Обучение правилам безопасности в экстремальных условиях, наличие необходимых запасов питания и воды.

- Осведомленность о медицинских услугах и ресурсах. Знание о доступных медицинских ресурсах в случае возникновения проблем со здоровьем позволит своевременно получить помощь.

Стратегии адаптации к изменяющемуся климату играют ключевую роль в поддержании здоровья и благополучия. Регулярные медицинские осмотры, адаптация к экстремальным температурам, здоровое питание, физическая активность, психологическая поддержка и обеспечение безопасности в кризисных ситуациях – все эти стратегии помогают людям успешно приспосабливаться к изменяющимся климатическим условиям и сохранять свое здоровье в эпоху климатических изменений [5].

Практические рекомендации для поддержания здоровья и благополучия в условиях климатических изменений.

Поддержание здоровья и благополучия в условиях изменяющегося климата требует особого внимания к физическому и психологическому состоянию. Рассмотрим практические рекомендации, которые помогут человеку адаптироваться к изменяющимся климатическим условиям:

1. Адекватная гидратация:

- Пить достаточное количество воды. Поддерживайте гидратацию в течение дня, особенно в периоды высоких температур.

- Избегайте ожогов. Не допускайте обезвоживания, употребляйте достаточное количество жидкости.

2. Специальные меры в экстремальных условиях:

- Избегайте перегрева. В периоды жары носите светлую одежду, используйте средства защиты от солнца, избегайте длительного нахождения на солнце.

- Защита от холода. В периоды холодов используйте теплую одежду, обеспечивайте себя горячими напитками.

3. Здоровое питание:

- Питание фруктами и овощами. Употребляйте пищу, богатую витаминами и минералами, чтобы поддержать иммунитет.

- Рациональное потребление пищевых продуктов. Предпочитайте натуральные и полезные продукты, избегайте переедания и употребления вредной пищи.

4. Физическая активность:

- Регулярные упражнения. Поддерживайте активный образ жизни, занимайтесь физическими упражнениями по мере возможности.

- Спорт на свежем воздухе. В дни с хорошей погодой предпочитайте занятия спортом на свежем воздухе.

5. Психологическое здоровье:

- Поддержка близких отношений. Общение с близкими и поддержка социальных связей помогают преодолевать трудности.

- Уход за психическим состоянием. Стресс и тревога могут усиливаться в периоды изменения климата, поэтому важно уделять внимание своему психическому здоровью.

6. Планирование и подготовка:

- Запасы продуктов и воды. Важно иметь запасы продуктов и воды на случай экстремальных погодных событий.

- План действий в кризисной ситуации. Разработайте план действий в случае кризисной ситуации, будьте готовы к экстренным мерам самозащиты.

Практические рекомендации для поддержания здоровья и благополучия в условиях климатических изменений играют важную роль в поддержании устойчивого состояния организма и психического благополучия в периоды перемен [4].

Заключение. Влияние изменения климата на функционирование организма человека представляет собой серьезную проблему, которая требует внимательного изучения и принятия соответствующих мер. Изменяющиеся климатические условия, экстремальные погодные явления, аномалии в температуре и влажности воздуха оказывают негативное воздействие на здоровье и благополучие человека.

Важно понимать, что адаптация к изменяющемуся климату – это неотъемлемая часть поддержания здоровья и устойчивости организма. Регулярные медицинские осмотры, здоровое питание, физическая активность, уход за психическим здоровьем и готовность к экстремальным ситуациям играют ключевую роль в поддержании здоровья в условиях изменяющегося климата.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Всемирная Организация Здравоохранения [Электронный Ресурс]. URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health (Дата обращения 8.05.2024).

2 Методические руководство «Изменение климата и его влияние на жизнедеятельность человека» [Текст]/ составители Плюсин Ю.М. М.: Научный Мир, 2013. 10-24 с.

3 Анисимов О.А., Поляков В.Ю. Потепление климата – возможные последствия для здоровья населения. М.: ТЕИС, 2003. 237 с.

4 Влияние климатических условий на организм человека [Электронный Ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-klimaticheskih-usloviy-na-organizm-cheloveka/viewer (Дата обращения 8.05.2024).

5 Адаптация к климатическим изменениям: глобальный эколого-экономический тренд и его значение для России [Электронный Ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/adaptatsiya-k-klimaticheskim-izmeneniyam-globalnyy-ekologo-ekonomicheskiy-trend-i-ego-znachenie-dlya-rossii/viewer (Дата обращения 8.05.2024).

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ СТУДЕНТОВ НА ТРАНСПОРТЕ

К. А. Корякова[1], Е. Д. Моисеева[2], М. В. Першина[3], А. А. Девяткин[4]

Введение. Студенческая жизнь – это время новых возможностей, встреч и приключений. Однако, на фоне всего этого безопасность студентов на транспорте остается одним из важнейших аспектов, требующих особого внимания и решений.

Поездки студентов на учебу, обратно домой или к друзьям – это неотъемлемая часть их повседневной жизни. Каждый день тысячи студентов по всему миру используют различные виды транспорта, чтобы добраться до нужного места. Они могут перемещаться на автобусах, поездах, метро, велосипедах, автомобилях и даже пешком, в зависимости от расстояния и своих предпочтений.

Различным аспектам обеспечения безопасности на транспорте посвящен ряд исследований [1–5], однако, теме отношения студентов к собственной безопасности на транспорте уделяется недостаточно внимания [6].

Основная часть. Важно понимать, что путешествие студентов на транспорте связано с рядом рисков и опасностей. Неисправности транспортного средства, дорожные происшествия, пробки, неблагоприятные погодные условия – все это может повлечь за собой серьезные последствия, особенно если студенты не принимают меры предосторожности и не соблюдают правила дорожного движения.

Именно поэтому так важно обеспечить студентам безопасность на каждом этапе их пути. Это включает в себя не только техническую готовность транспортных средств и дорож-

[1] Корякова Ксения Андреевна - студент группы ТБб-11, ИУЭ

[2] Моисеева Елизавета Дмитриевна – студент группы ТБб-11, ИУЭ

[3] Першина Мария Владимировна – студент группы ТБб-11, ИУЭ

[4] Девяткин Анатолий Анатольевич – д.м.н., профессор кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология»

ную инфраструктуру, но и образование студентов в области безопасности на дороге. Обучение правилам безопасного поведения на дороге, использование предметов индивидуальной защиты, таких как шлемы (в случае катания на велосипеде), а также соблюдение правил дорожного движения помогут студентам избежать неприятных ситуаций и минимизировать риски на пути к пункту назначения.

Кроме того, важной составляющей безопасности путешествия студентов является поддержание дисциплины и порядка в общественном транспорте. Важно соблюдать правила поведения, уважать других пассажиров, не создавать конфликтных ситуаций и содействовать общему комфорту и безопасности в пути.

Таким образом, обеспечение безопасности студентов на каждом этапе их путешествия –это важная задача, требующая совместных усилий со стороны образовательных учреждений, транспортных компаний, правительственных органов и самих студентов. Только совместными усилиями и соблюдением правил безопасности можно обеспечить каждому студенту комфортное и безопасное перемещение, что является ключевым фактором для успешной и продуктивной учебы и социализации.

Основные проблемы, с которыми сталкиваются студенты на транспорте, могут включать в себя инциденты на дорогах, ДТП, а также нежелательные ситуации с ненадежными водителями или пассажирами. Для решения этих проблем необходим комплексный подход, начиная от обучения студентов правилам безопасности во время поездок и заканчивая контролем качества транспортных услуг.

Из проведенного исследования [6] выяснилось, что около четверти мужчин и женщин не обращают внимание на безопасность при перемещении. В то же время, примерно десятая часть опрошенных нарушала правила поведения в транспорте, причем это касалось больше мужчин, чем женщин. Кроме того, четверо из пяти опрошенных согласились сесть к пьяному водителю, при этом среди них было больше мужчин, чем женщин.

По результатам исследования также стало известно, что более половины мужчин и около пятой части женщин готовы сесть в транспортное средство с поломкой. При этом некоторые люди не задумываются о том, имеет ли водитель соответствующее водительское удостоверение. И, наконец, треть мужчин и шестнадцатая часть женщин отдают предпочтение быстрой, но опасной езде [6].

Одним из ключевых моментов является обучение студентов рациональному использованию общественного транспорта. Знание расписания маршрутов, безопасного поведения в средстве передвижения, правил эвакуации при чрезвычайных ситуациях – все это поможет студентам чувствовать себя увереннее и защищённее.

Помимо этого, важно создать механизмы контроля качества транспортных услуг, обеспечивающие надежность и безопасность поездок. Регулярные проверки технического состояния транспортных средств, обучение и аттестация водителей – все это улучшает общую безопасность на дорогах.

Необходимо также уделить внимание проблеме безопасности пешеходов, в том числе студентов. Оборудование пешеходных переходов, обучение правилам перехода улицы, создание безопасных пешеходных зон – все это способствует снижению рисков аварий и травматизма.

Важно принимать меры по обучению студентов правилам безопасности на транспорте.

Повышение качества транспортных услуг также играет важную роль в обеспечении комфортных и безопасных поездок для студентов. Нередко наличие хорошего общественного транспорта и услуг такси может существенно повлиять на выбор студентов в пользу безопасного и комфортного способа передвижения. Постоянное развитие и совершенствование транспортной инфраструктуры, включая обновление и модернизацию транспортных средств, создание более удобных и безопасных условий для пассажиров, также становится необходимым условием для обеспечения безопасных поездок студентов.

Улучшение инфраструктуры дорожного движения, включая создание велосипедных дорожек и зон для пешеходов играют ключевую роль в обеспечении безопасности студентов на транспорте.

Заключение. Только совместные усилия студентов, образовательных учреждений, транспортных компаний и органов власти могут обеспечить совершенствование уровня безопасности студентов на транспорте. Это позволит создать условия для безопасного и комфортного перемещения студентов в интересах раскрытия своего потенциала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Управление безопасностью и культура безопасности на транспорте / Ф. И. Сухов, В. Г. Попов, Ю. К. Боландова, Е. Г. Асманкин // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2019. Т. 16, № 4. С. 611-619. DOI 10.20295/1815-588X-2019-4-611-619.
2. Ахунова И. Б., Гук Г. А. Оценка влияния применения автоматизированных средств дорожного контроля на показатели аварийности и безопасности на автомобильном транспорте // Вестник Донецкой академии автомобильного транспорта. 2023. № 2. С. 15-18.
3. Жандарбекова А. М., Шаймерденов С. Е., Мурзабекова К. А. К решению проблемы обеспечения безопасности движения на городском пассажирском транспорте // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2019. № 4 (111). С. 105-111.
4. Информационные аспекты обеспечения безопасности на транспорте: поиск и отбор информации / А. В. Борисов, А. В. Босов, Д. В. Жуков, А. В. Иванов / Системы и средства информатики. 2021. Т. 31, № 2. С. 80-88. DOI 10.14357/08696527210208.
5. Пичахчи А. Г., Гордиенко К. А. Пожарная безопасность на транспорте // Пожарная и техносферная безопасность: проблемы и пути совершенствования. 2020. № 2 (6). С. 327-330.
6. Отношение студенческой молодежи к собственной безопасности на транспорте: социологический аспект / К. А. Корякова, Е. Д. Моисеева, М. В. Першина [и др.] // Наука и образование транспорту. 2023. № 2. С. 303-305.

ЭФФЕКТИВНЫЕ СТРАТЕГИИ ЭКОНОМИИ РЕСУРСОВ В КОМПАНИИ

Е. Д. Моисеева[1], М. В. Першина[2], Ю. А Холопов[3]

Введение. Ресурсосбережение – это один из основных принципов устойчивого развития предприятий. В наше время важно не только эффективно производить товары и услуги, но и оптимизировать использование ресурсов для снижения негативного воздействия на окружающую среду.

Существует множество способов ресурсосбережения, которые помогают предприятиям экономить энергию, воду, сырье и другие ресурсы [1–3]. Одним из ключевых способов является внедрение энергосберегающих технологий, что позволяют улучшить экономические показатели [4–6]. Это могут быть установка современного энергоэффективного оборудования, освещения, использование автоматизированных систем управления энергопотреблением, а также проведение регулярного технического обслуживания оборудования. Данное направление деятельности может быть реализовано на основе экологического менеджмента [7–8].

Основная часть. Проведем анализ эффективности мероприятия на примере замены ламп на светодиодные в одном помещении. Пусть в текущий момент в одном помещении установлено 15 ламп с мощностью 60 Вт каждая. Стоимость новых LED-ламп составляет 1200 руб. за штуку, при этом их мощность равна 13 Вт. Помещение освещается в течение 12 часов в сутки.

При стоимости электроэнергии в 5,66 руб. за кВт·ч, текущие затраты на освещение этого помещения в день равны 61,13 руб. Использование светодиодных ламп снижает эти затраты до 13,24 руб. в день.

Затраты на приобретение 15 новых ламп составляют 1200 руб. Следовательно, ежедневная экономия после замены ламп на LED-лампы составит 47,89 руб. С учетом того, что

[1] Моисеева Елизавета Дмитриевна, студент группы ТБб-11, ИУЭ
[2] Першина Мария Владимировна, студент группы ТБб-11, ИУЭ
[3] Холопов Юрий Александрович, доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология»

предполагается использование светодиодных ламп на протяжении 365 дней в году (производство без выходных дней), общая экономия за год составит 17479,85 руб.

Таким образом, затраты на замену ламп окупятся менее чем за 1 месяц. При этом, если на предприятии количество ламп значительно превышает 15, то потенциальная экономия будет гораздо выше.

Этот пример демонстрирует, как рациональное использование энергосберегающих технологий может привести к значительной экономии ресурсов и средств на предприятии.

Для обеспечения эффективного и устойчивого производства важное значение имеет оптимизация производственных процессов. Одним из основных методов ресурсосбережения в рамках оптимизации является анализ и улучшение каждого этапа производства. Это включает в себя оценку и оптимизацию энергозатрат, расходов материалов и временных затрат на производственные операции.

Кроме того, важно активно работать над уменьшением потерь и отходов в производственных процессах. Например, одним из методов сокращения отходов является внедрение системы управления отходами и рециклинга. Это позволяет повторно использовать отходы и вторичные материалы, что помогает уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и снизить затраты на закупку новых материалов.

Оптимизация производственных процессов с учетом ресурсосбережения не только способствует сокращению расходов предприятия, но также позитивно влияет на экологическую обстановку.

Важно отметить, что эффективное управление ресурсами на предприятии требует не только технических изменений, но и активного участия и вовлечения персонала. Проведение обучения и тренингов по вопросам ресурсосбережения не только повысит осведомленность сотрудников о проблеме, но и поможет им развить навыки эффективного управления ресурсами в рамках своей деятельности.

Введение экономических стимулов, таких как системы премирования и поощрения за экономию ресурсов, может стать мощным инструментом мотивации сотрудников, внедрения смешанных способов ресурсосбережения на предприятии. Этот подход может стимулировать сотрудников к более ответственному использованию ресурсов, поскольку они видят непосредственную выгоду от своих усилий в экономии.

Заключение. Таким образом, совокупное воздействие технических изменений, обучения персонала и внедрения экономических стимулов может привести к созданию целостной системы управления ресурсами на предприятии и способствовать достижению целей по сокращению издержек, повышению производительности и улучшению экологической ответственности бизнеса. Ресурсосбережение на предприятии позволяет не только сократить расходы на производство, но и сделать бизнес более устойчивым и экологически безопасным. Внедрение эффективных способов ресурсосбережения требует времени, усилий и финансовых вложений, но в итоге это приведет к улучшению экологической ситуации и повышению конкурентоспособности предприятия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Агафонова С. М. Проблема сбережения ресурсов и защиты окружающей среды // Финансовая грамотность в условиях цифровой экономики : материалы Межрегиональной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 28–29 мая 2021 года. Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2022. С. 14-15.

2 Глушич Ю. Г. Методы управления природопользованием и охраной окружающей среды // Экономика и управление: актуальные вопросы теории и практики: Материалы VII международной научно-практической конференции, Краснодар, 20 января 2017 года. Краснодар: ФГБУ «Российское энергетическое агентство» Минэнерго России Краснодарский ЦНТИ – филиал ФГБУ «РЭА» Минэнерго России, 2017. С. 79-83.

3 Ракишева Д. А., Туктарова И. О. Методы ресурсосбережения и защиты окружающей среды // Материалы I-ой международной научно-практической конференции, посвященной 15-летию кафедры «Пожарная и промышленная безопасность» УГНТУ, «Актуальные проблемы и тенденции развития техносферной безопасности в нефтегазовой отрасли», Уфа, 21 ноября 2018 года. Уфа: Уфимский государственный нефтяной технический университет, 2018. С. 192-196.

4 Жиленко В. Ю., Остапенко П. А. Инженерные решения охраны природных ресурсов и окружающей среды и их экономическое значение // Наукоемкие технологии и инновации (XXIV научные чтения) : сборник докладов Международной научно-практической конференции, Белгород, 21–22 октября 2021 года. Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. С. 341-345.
5 Сохранение природы и эффективное использование ресурсов: ключевые аспекты экономики окружающей среды / Т. Н. Егорушкина, М. Л. Гельфонд, В. А. Ахмедов [и др.] // Проблемы научной мысли. 2023. Т. 9, № 2. С. 8-10.
6 Куршева А.А., Холопов Ю.А. Выбор энергосберегающих бытовых кондиционеров // Известия высших учебных заведений. Строительство. 2021. № 6 (750). С. 70-80. –DOI 10.32683/0536-1052-2021-750-6-70-80.
7 Экологический менеджмент как основа для обновления компании / Е. Н. Морозова, В. А. Антропов, М. А. Журавская [и др.]. Екатеринбург : Уральский государственный университет путей сообщения, 2019. 126 с.
8 Герасимова Е.А., Красильникова И.Г., Холопов Ю.А. Экологический менеджмент как основа эколого-ориентированного развития предприятия // Вестник СамГУПС. 2017. № 1(35). С. 76-79.

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ БИОИНДИКАЦИИ

Ю. А. Полагутина[1], Ю. А. Холопов[2]

Введение. Современное общество сталкивается с рядом серьезных экологических проблем, требующих комплексного и эффективного подхода к их решению. В этом контексте метод биоиндикации приобретает все большее значение как инструмент оценки качества окружающей среды и выявления загрязнителей. Биоиндикация представляет собой мощный инструмент, который не только помогает выявлять проблемы в окружающей среде, но и способствует разработке и реализации мер по их устранению. Развитие этого метода является важным шагом в направлении сохранения биоразнообразия и обеспечения устойчивого развития человеческого общества.

Цель. Исследование перспектив применения метода биоиндикации для эффективного решения экологических задач.

Основная часть. Основы биоиндикации уходят своими корнями во времена античности, когда по состоянию растительного покрова стали выбирать участки для посева сельскохозяйственных культур. Всплеск интереса к использованию живых существ для получения информации о состоянии окружающей среды приходится на 20-21 века. В настоящее время внимание исследователей направлено на выявление наиболее чувствительных организмов, реагирующих на изменения в биосфере, в том числе под влиянием антропогенного фактора.

Среди наиболее востребованных можно назвать следующие примеры биоидикации, используемые для характеристики почвы, воды, атмосферного воздуха. Это определение обеспеченности растений питательными элементами почвы по состоянию листовых пластин, индикация загрязнения водоемов биогенными элементами по развитию сине-зеленых водорослей (цветение воды), индикация чистоты/загрязнения атмосферного воздуха по наличию и состоянию лишайников (лихеноиндикация). Некоторые приемы биоиндикации являются достаточно тривиальными и не требуют специфических знаний, другие же, наоборот, основаны на систематике, например, микроорганизмов, и доступны лишь специалистам-биологам.

Биоиндикация – это метод оценки качества окружающей среды на основе реакции организмов на изменения условий их обитания. В отличии от прямого измерения содержания отдельных загрязнителей в компонентах окружающей среды, биоиндикация дает интегральную оценку совокупного воздействия нескольких факторов. Это позволяет не только быстро и эффективно определять загрязнения в окружающей среде, но и предсказывать их последствия для экосистем [1]. Известно, что биоиндикация может осуществляться на всех уровнях организации живого [2, 3]. Так, например, для характеристики состояния рекреационных

[1] Полагутина Юлия Анатольевна - студент группы СЖД-12, ИТСПС
[2] Холопов Юрий Александрович - к.с.-х.н., доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология»

лесных экосистем предлагается использовать реакцию микробоценоза на уплотнение почвы и загрязнение тяжелыми металлами [4], индикаторные виды растений [5].

Для мониторинга атмосферного загрязнения используются лишайники, мхи, растения, насекомые и другие организмы. Загрязнение воды можно определить по водорослям, рыбам, моллюскам, ракообразным. Биоиндикация состояния почвы строится на анализе состояния популяций дождевых червей, растений, микробоценозов. Часто организмы-индикаторы могут накапливать поллютанты, что приводит к изменению внешнего вида, активности, репродуктивной способности и т. п. [1–3].

Показатели активности почвенных ферментов могут выступать биоиндикаторами загрязнения почв тяжелыми металлами. Индикатором загрязнения почв транспортных зон может служить фитотоксическая активность почвы, определяемая методом биотестирования [6]. В условиях загрязнения атмосферного воздуха автотранспортом может меняться морфология листьев древесных растений [7]. Влияние железнодорожного транспорта на состояние лесных насаждений можно оценить по показателю флуктуирующей асимметрии березы повислой [8].

На основе литературных данных был проведен сравнительный анализ физико-химических методов экологического мониторинга окружающей среды и метода биоиндикации (табл.):

Таблица

Сравнительный анализ физико-химических методов экологического мониторинга окружающей среды и метода биоиндикации

Метод Критерий	**Физико-химический**	**Биоиндикация**
Сложность	Трудоемкий из-за своей технической сложности	Трудоемкий из-за длительности исследования
Экономическая эффективность	Часто дорогой	Относительно других методов имеет минимальные затраты
Площадь охватываемой территории	Не дает возможности охватить большие территории и, в лучшем случае, ограничивается отдельными площадками	Может охватывать большие территории
Спектр фиксируемых параметров	Фиксирует уровни загрязнителей, pH, содержание кислорода, температуру, концентрацию различных загрязнителей в воде, почве, воздухе и других средах	Фиксирует скорость изменений, пути и места скоплений различного рода ядов и токсинов, суммируют влияние всех биологических воздействий, даже относительно слабых
Длительность исследования	Справляется в сжатые сроки благодаря современному оборудованию	Длительный, что обуславливается разной скоростью реагирования живых организмов на изменения

Биоиндикация превосходит физико-химические методы экологического мониторинга окружающей среды за счет высокой экономической эффективности, возможности охватывать более крупные территории, а также возможности отслеживать пути и места скоплений токсинов.

Кроме того, метод биоиндикации при условии его широкого внедрения может стать основой для создания экологических карт местности, служить одним и критериев состояния и устойчивости экологических систем.

Заключение. Биоиндикация является эффективным инструментом для решения экологических задач. Благодаря чувствительности и информативности этого метода, специалисты могут оперативно выявлять проблемы окружающей среды, оценивать ее качество и разрабатывать меры по ее охране. Эффективное использование биоиндикации позволяет сохранить природные ресурсы, обеспечить здоровье живых организмов и обеспечить устойчивость экосистем планеты для будущих поколений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Рассадина Е.В. Биоиндикация и ее место в системе мониторинга окружающей среды // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии : научно-теоретический журнал. Ульяновск : УГСХА, 2007. № 2 (5), август-ноябрь. С. 48-53.

2 Выходцева И.С., Рыхлова Т.А. Биоиндикация как метод оценки окружающей среды: актуальность и перспективы исследования // Вестник ландшафтной архитектуры. 2015. № 6. С. 44-47.

3 Матишов Г.Г., Гудимов А. В., Денисов В. В. Многоуровневая биоиндикация в системе современной технологии мониторинга: на примере зообентоса эстуарной зоны Кольского залива // Доклады Академии наук. 2008. Т. 418, № 1. С. 134-137.

4 Мосина Л.В., Холопов Ю. А., Грачева Н. М. Диагностическая роль микробиологической характеристики состояния рекреационных лесных экосистем // Тяжелые металлы в окружающей среде : Материалы Международного Симпозиума, Пущино, 15–18 октября 1996 года. Пущино: Отдел научно-технической информации Пущинского научного центра РАН, 1996. С. 101-102.

5 Белых О.А. Биоиндикация состояния лесных экосистем Южного Прибайкалья с использованием характеристик травянистых мезофитов / Известия Байкальского государственного университета. 2018. Т. 28, № 3. С. 362-369. DOI 10.17150/2500-2759.2018.28(3).362-369.

6 Поляк Ю.М., Сухаревич В.И. Почвенные ферменты и загрязнение почв: биодеградация, биоремедиация, биоиндикация / Агрохимия. 2020. № 3. С. 83-93. DOI 10.31857/S0002188120010123.

7 Шаркова С.Ю., Надежкина Е.В. Биоиндикация городской среды по морфологическим признакам древесных растений // Экология и промышленность России. 2007. № 9. С. 48-49.

8 Леонтьева А.В., Козловцева О.С. Оценка качества среды в сельском населенном пункте с помощью показателя флуктуирующей асимметрии // Полевые и экспериментальные исследования биологических систем: материалы V Всероссийской с международным участием школы-конференции молодых исследователей, Ишим, 25–30 марта 2019 года. Ишим: филиал Тюменского государственного университета в г. Ишиме, 2019. С. 52-53.

НЕОБЫКНОВЕННЫЕ СВОЙСТВА ВОДЫ В ЛИТЕРАТУРЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАХ

Т. А. Чалова[1], Е. В. Дворянкина[2]

Введение. Особое значение воды для жизнедеятельности человека связано с рядом хорошо изученных ее свойств. Однако, есть и необыкновенные свойства воды, которые отмечаются, например, в литературе и обозначаются как живая и мертвая вода. Так, в русской народной сказке «Марья Моревна» рассказывается о том, как ворон облил мертвой водой тело, и оно срослось, съединилось, а сокол облил живой водой Ивана-царевича, и тот вздрогнул, встал и заговорил. Также о живой воде упоминалось в Евангелии от Иоанна где изложен случай встречи Иисуса с самаритянкой, где он говорит: «Если бы ты знала дар Божий и кто говорит тебе: 'Дай мне пить', ты сама просила бы у Него, и Он дал бы тебе воду живую». Позже Иисус пояснил: «А кто будет пить воду, которую Я дам ему, тот не будет жаждать вовек, но вода, которую Я дам ему, сделается в нем источником воды, текущей в жизнь вечную» [1].

Основная часть. Что же такое живая и мертвая вода? Известно, что в процессе электролиза происходит разложение веществ на ионы под действием электричества. Два электрода – катод (положительный) и анод (отрицательный) притягивают ионы с противоположным зарядом. Так нейтральная вода становится кислой у анода и щелочной у катода. Щелочная, или католит, – это живая вода, а кислый анолит, соответственно, мёртвая.

«Живая» вода используется в рамках альтернативной медицины и эзотерики. Многие предполагают, что вода, которая прошла конкретные процессы, имеет определенные воздействия. Эти процессы могут включать в себя экспозицию к солнечному свету, магнитным полям, специальным структурирующим устройствам или даже практики молитвы и медитации. «Мертвая» вода противоположна «живой». Предполагается, что некоторые виды воды,

[1] Чалова Татьяна Александровна – студент группы ЭЖД-21, ИУЭ

[2] Дворянкина Елена Владимировна – ст. преподаватель кафедры «Безопасность жизнедеятельности и экология»

например, дистиллированная или обработанная через определенные технологии, лишаются своих полезных свойств и становятся «мертвыми».

Живая вода не дарит жизнь, но приносит пользу для нашего организма:

- энергетические свойства: сторонники этой идеи утверждают, что «живая вода» обладает особыми энергетическими свойствами, способствующими здоровью и благополучию,
- усиленное качество: чтители «живой воды» утверждают, что она имеет более высокое качество, чем обычная вода, и может оказывать положительное воздействие на организм,
- улучшенный вкус и запах: некоторые отмечают, что «живая вода» имеет более приятный вкус и запах, чем обычная вода.

Мертвая вода также имеет следующие свойства:

- отсутствие жизненной силы: приверженцы этой концепции считают, что «мертвая вода» лишена энергии и жизненной силы, которые обычно присутствуют в «живой воде»,
- отрицательное воздействие на здоровье: некоторые считают, что употребление «мертвой воды» может негативно сказываться на здоровье, так как она лишена полезных свойств «живой воды» [2].

Различные характеристики живой и мертвой воды в обобщенном виде представлены в табл. 1. В литературе отмечено, что прибор для создания живой и мертвой изобрели Кратов и Малахов в 1981 году. В процессе электролиза создаются кислотные (мертвая вода) и щелочные (живая вода) растворы [3,4].

Важно знать, что многие научные исследования не подтверждают разницу между «живой» и «мертвой» водой, а также эффективность ее медицинского применения. Поэтому к таким концепциям часто относятся скептически с научной точки зрения.

Таблица 1

Аспекты живой и мертвой воды

Аспект	Живая вода	Мертвая вода
Энергетические свойства	Утверждается что обладает высокой энергией и жизненной силой, положительно влияющей на здоровье и благополучие.	Считается лишенной жизненной энергии и силы, часто считается неполноценной и лишенной ценности для организма.
Вкус и запах	Имеет приятный вкус и запах, согласно некоторым отзывам.	Может не иметь отличительного вкуса или запаха, так как обработана специальным образом.
Результаты научных исследований	Научные исследования не всегда подтверждают эффективность и свойства «живой» воды.	Большинство научных исследований не подтверждают эффективность и свойства «мертвой» воды.
Эксперименты	Эксперименты с кристаллами воды и другими методами показывают изменения структуры воды и ее свойств под воздействием различных стимулов.	Эксперименты, показывающие изменение химических свойств воды под воздействием различных факторов (например, магнитных полей), но их результаты часто вызывают сомнения.

Масару Эмото, японский исследователь, утверждал, что кристаллы воды, полученные после экспозиции к положительным эмоциям, словам и музыке, имели более симметричные и красивые формы, чем те, что подвергались негативным воздействиям. Многие ученые считают эксперименты Эмото несостоятельными из-за отсутствия строгой методологии и невозможности повторить результаты [5].

Другие эксперименты, изучавшие влияние магнитных полей на воду, показали, что измерение электрической проводимости воды характеризуется высокой неустойчивостью и значительными трудностями в повторении результатов. Даже незначительные факторы (колебания температуры, движение воздуха, присутствие людей и др.) оказывают сильное влияние на измерения проводимости воды [6].

Некоторые исследователи изучали влияние различных типов воды на рост и здоровье растений. В экспериментах использовались растения, поливаемые различными видами воды (например, «живой» и «мертвой»). Затем оценивался рост, урожайность и общее состояние растений. Исследования показывают, что некоторые растения могут реагировать на тип воды, используемой для полива, но результаты не всегда были последовательными и могут быть обусловлены другими факторами. Эти исследования часто страдают от недостаточной статистической значимости и неудовлетворительной контрольной группы, что затрудняет интерпретацию результатов. Для более точной оценки требуются дополнительные хорошо контролируемые и повторяемые исследования [7].

Исходя из вышесказанного, можно сделать выводы, которые приведены в (таб.1), а также выделить плюсы и минусы живой и мертвой воды (таб. 2, 3)

Таблица 2

Плюсы и минусы живой воды

Плюсы	Минусы
Потенциальные полезные свойства: Приверженцы концепции «живой воды» утверждают, что она обладает энергетическими свойствами, которые могут оказывать положительное воздействие на здоровье и благополучие.	**Недостаточная научная поддержка:** Многие из утверждений о полезных свойствах «живой воды» не подтверждаются научными исследованиями, что подрывает ее научную достоверность.
Внимание к качеству воды: Концепция «живой воды» поднимает вопросы качества воды, стимулируя интерес к исследованиям о влиянии различных факторов на ее свойства и эффекты на организм.	**Эзотерическая основа:** Концепция «живой воды» часто ассоциируется с эзотерическими верованиями, что делает ее менее привлекательной для научного сообщества.
Вдохновение для научных исследований: Эксперименты с «живой» водой, хотя и вызывают сомнения в научном сообществе, могут стимулировать интерес к новым направлениям исследований в области воды и ее воздействия на живые организмы.	**Риск мистификации:** В связи с отсутствием научного обоснования существует риск мистификации и злоупотребления концепцией «живой воды» в коммерческих целях.

Таблица 3

Плюсы и минусы мертвой воды

Плюсы	Минусы
Безопасность: «Мертвая вода» может рассматриваться как вода, прошедшая стандартную обработку, что может обеспечить ее безопасность для питья и использования в быту.	**Потеря полезных свойств:** При обработке вода может лишиться полезных минералов и других элементов, которые могут быть важны для здоровья организма.
Стабильность: «Мертвая вода» может быть стандартизирована и иметь предсказуемые свойства, что делает ее надежным источником воды для различных процессов и применений.	**Потенциальная загрязненность:** Вода, считаемая «мертвой», может содержать химические загрязнители, остатки обработки или другие вещества, которые могут быть вредными для здоровья при неправильном обращении с ней.
Отсутствие эзотерических представлений: В отличие от «живой воды», концепция «мертвой воды» обычно не ассоциируется с эзотерическими верованиями, что делает ее более привлекательной для научного сообщества и общества в целом.	**Отсутствие научной обоснованности:** Концепция «мертвой воды» часто не имеет научного обоснования и может рассматриваться как псевдонаука с точки зрения научного сообщества.

Заключение. В целом, многие из этих экспериментов с живой и мертвой водой имеют методологические недостатки и не могут быть надежно интерпретированы с научной точки зрения. Существующие данные не позволяют сделать окончательные выводы о существовании или отсутствии разницы между «живой» и «мертвой» водой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 История открытия живой и мертвой воды. URL: http://www.libma.ru/zdorove/zhivaja_i_mertvaja_voda_noveishee_lekarstvo_sovremennosti/p2.php (Дата обращения 10.05.2024).

2 Что такое живая и мертвая вода UPL: https://lifehacker.ru/zhivaya-i-myortvaya-voda/

3 Живая и мертвая вода – история возникновения. URL: http://zhivayamertvaya.ru/voda-istoriya-vozniknoveniya/ (Дата обращения 10.05.2024).
4 Электролиз. Краткая история химии. URL: https://www.e-reading.club/chapter.php/83403/27/Azimov_ (Дата обращения 10.05.2024).
5 Информационнно - структурная память воды. URL: Информационно - структурная память воды (cyberleninka.ru) (Дата обращения 10.05.2024).
6 Агеев И.М., Шишкин Г.Г., Еськин С.М. Водоэлектрические датчики для регистрации слабых физических полей и биоизлучения. // Электронный журнал «Труды МАИ», вып. 24, 2006 год. http://www.mai.ru (Дата обращения 10.05.2024).
7 Изучение влияния воды разных видов на развитие растений. URL: Исследовательская работа «Изучение влияния воды разных видов на развитие растений» • Наука и образование ONLINE (eee-science.ru) (Дата обращения 10.05.2024).

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ 1

Организация и управление процессами перевозок и грузовой работой. Проблемы безопасности на железнодорожном транспорте

Ахапкин Д. С., Иванчин С. Ю. Совершенствование технологии работы сортировочной станции 3-5
Аннина П. А., Бондаренко О. А. Повышение качества обслуживания маломобильных пассажиров на железнодорожных вокзальных комплексах 5-7
Давыдова А. Е., Иванчин С. Ю. Оптимизация технологии работы станции «Б» Куйбышевской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» 7-9
Леонтьев А. В., Садчикова В. А. Повышение эффективности перевозок груза за счет IT – технологий 9-10
Политов А. А., Садчикова В. А. Организация транспортно-экспедиционного обслуживания отправок грузов на железнодорожной станции 11-14
Тишуков С. В., Лебедев А. В., Чемоданов Д. А. Роль цифровых технологий в современной железнодорожной транспортной логистике 14-15
Емельянов А. С., Денисов В. В. Повышение качества крепления грузов в крытом подвижном составе 16-17
Зенкова Д. В., Эрлих Н. В. Логистические проблемы, возникающие при грузовых перевозках на железнодорожном транспорте за 2023-2024 г 17-19
Гянджумян В. В., Золотарев И. В., Мазько Н. Н. Совершенствование сортировочного процесса за счет внедрения горочной автоматической централизации... 19-21
Родионова О. Д., Прусов М. В. Система удаленного доступа козловыми кранами 22-24
Луцкая М. И., Денисов В. В. Совершенствование технологии перевозки пищевой и технической соли в мягких контейнерах 24-26
Салкина А. А., Прусов М. В. Повышение эффективности выгрузки сыпучих грузов на грузовых дворах 27-28
Гянджумян В. В., Варламов А. В. Применение домкратовидных устройств закрепления подвижного состава на российских железных дорогах 28-29
Ивлиева И. А., Варламов А. В. Оптимизация технических и технологических параметров грузовой станции 30-31
Лукин К. А., Клюканов А. В. Обеспечение информационной безопасности в логистике и на железнодорожном транспорте 31-33
Мансурова С. В., Варламова Н. Х. Разработка стратегий управления складским хозяйством в условиях современного рынка 33-37
Маняхин В. С., Клюканов А. В. Применение инструментов бережливого производства в складской деятельности транспортных предприятий 37-39
Мещеров Д. Р., Клюканов А. В. Дистанционный контроль сохранности грузов в движущемся железнодорожном подвижном составе 39-41
Гаврилов М. В., Москвичев О. В. Разработка технико-технологических мероприятий, повышающих перерабатывающую способность грузовой железнодорожной станции 41-43
Малышева В. А., Садчикова В. А. Мероприятия по созданию резервов пропускной способности на железнодорожных участках 44-46

СЕКЦИЯ 2

Подвижной состав железных дорог, муниципальный пассажирский транспорт и транспортная техника

Андреева Е. А., Ляшенко В. В. Анализ показателей эффективного использования тягового железнодорожного подвижного состава в процессе движения поезда 47-49
Бикинеев Т. Р., Балакин А. Ю. Анализ технического состояния колесной пары для определения ТО-4 50-52
Ваулин В. А., Сосевич Н. М. Использование квадрокоптеров для тепловизионной диагностики тепловозов на ПТОЛ 52-54
Попов Д. Д., Свечников А. А. Использование водорода в качестве топлива для локомотива 54-56
Строганова А. А., Муратов А. В. Гелий как перспективный вид топлива будущего 56-58
Уколова В. А., Цой Р. В., Муратов А. В. Биотопливо как один из видов топлива будущего для транспорта 58-59
Чеканов М. Ю., Ляшенко В. В. Способы повышения эффективности использования локомотивов 60-62
Чернова В. И., Свечников А. А. Независимая система смазки турбокомпрессора тепловоза 62-64
Чугунов В. М., Балакин А. Ю. Система контроля состояния аккумуляторных батарей тепловоза ТЭМ18ДМ при различных режимах эксплуатации 65-66
Балашов Д. А., Ляшенко В. В. Перспективы развития электрической тяги на железнодорожном транспорте 66-68
Байчурин Е. Р., Капранов Н. Н. Особенности внедрения современных технологий при ремонте электрических машин электроподвижного состава 68-71
Духнова Е. С., Комендантова М. А., Лысак Е. А. Повышение надёжности работы сети интернет в вагонах электропоезда «Ласточка» 71-74
Лобачева А. Е., Комендантова М. А., Лысак Е. А. Повышение надёжности привода разъединителя дистанционного локомотивного, установленного на электровозе 2ЭС6 ... 74-77
Митрошин А. М., Булатов А. А. Применение виртуальной реальности при производстве высокоскоростного подвижного состава 77-78
Ножов Н. С., Калякулин А. Н. Анализ системы подачи песка на современных электровозах и пути ее совершенствования 79-81
Сипанов А. А., Тычков А. С. Перспективы реализации перевода на переменный ток участка железной дороги С–П 81-83
Строганова А. А., Старикова А. Г. Маглев – поезда будущего 83-85
Шарапов Д. К., Капранов Н. Н. Системный подход к техническому содержанию колесных пар электровозов в условиях участка обращения 85-88
Шаронов А. А., Капранов Н. Н. Совершенствование ремонта электрических аппаратов электровозов на основе эффективных технологий 89-92
Хазов Д. С., Анахова М. В. Повышение надежности работы моторно-осевых подшипников электровозов 2ЭС6 93-95
Землянская К. Ю., Жебанов А. В. Использование передового оборудования с целью повышения производительности участка текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов 95-98
Воеводина С. П., Коркина С. В. Расширение путевого развития участка тор станции А в условиях роста объемов грузоперевозок 98-100
Ершов Я. Е., Киселев Г. Г. Применение мобильного голосового информационного устройства с целью повышения качества технического обслуживания на ПТО 101-104
Жилин Г. Э., Киселев Г. Г. Мониторинг подвижного состава на основе дистанционного акустического зондирования 104-107

Калинин М. М., Половинкина А. Ю. Внедрение проектов цифровой трансформации в железнодорожную отрасль 107-110
Козеев Я. И., Козак Р. В. Интеграция ППСС в систему контроля технического состояния грузовых вагонов на подходах к ПТО станции К..... 110-112
Осипова Т. П., Шмойлов А. Н. Совершенствование технологии контроля неисправностей подвижного состава при техническом обслуживании..... 113-115

СЕКЦИЯ 3

Железнодорожный путь и строительство

Нечушкин А. С., Царёв Н. С., Бочарова А. А., Инякина А. А. Современные средства диагностики железнодорожного пути и их перспективы 116-118
Нечушкин А. С., Царёв Н. С., Пестов К. М., Валиахметов А. Ф. Анализ развития дефектности рельсовой колеи в процессе эксплуатации 118-120
Доронина М. А., Соколова С. В. Исследование огнеупорных свойств фосфатов металлов и влияние на них структурно-энергетических параметров жаростойких композитов... 120-124
Ерендеева А. Р., Рыжков П. В., Баранов А. С. Влияние режима твердения на прочностные свойства изделий из фибробетона 124-127
Жвавая А. А., Капишников Г. П., Кадыров Т. Р. Топографическая и геодезическая подготовка строительных площадок для железнодорожных объектов 127-133
Макаркин М. В. Эффективность дисперсного армирования строительных смесей на цементном вяжущем. Пути улучшения физических свойств за счет применения фибры из вторичного материала 133-137
Мачанян П. А., Соколова С. В. Оптмизация физико-термических свойств алюмохромистых огнеупоров по принципу их первоначального электросопротивления..... 137-142
Рыжков П. В., Ерендеева А. Р., Баранов А. С. Сравнительный анализ работы бетонных балок с традиционным армированием и армированных базальтовой арматурой 142-145
Кадыров Т. Р., Сергеев Д. В. Разработка быстросборных накладок 145-149

СЕКЦИЯ 4

Автоматизация, информатизация, телекоммуникации и энергосбережение на железнодорожном транспорте

Тарасов Е. М., Надежкина С. А., Данилина П. А., Иванова А. И. Аэромобильный диагностический комплекс токопроводящих стыков 150-151
Абрамцов А. А., Хохрин А. С. Обзор основных систем коммутации, применяемых для организации оперативно-технологической связи на участке железной дороги 152-153
Надежкина С. А., Конышкина А. Д., Душейко С. В. Особенности организации измерительного канала связи с использованием технологии пакетной коммутации для передачи диагностической информации о текущем состоянии напольных устройств железнодорожной автоматики и телемеханики 154-155
Стаценко В. Е., Диязитдинов Р. Р. Повышение качества связи на железнодорожном транспорте при передаче по каналам с памятью..... 155-158
Харламов И. Р., Башаркин М. В. Разработка устройства мониторинга влажности воздуха в кабельных Муфтах СЦБ 158-160
Макрушин А. А., Башаркин М. В. Разработка учебно-исследовательского стенда для изучения наборной группы БМРЦ 160-163
Мущеров А. А., Сологубов А. А. Совершенствование системы мониторинга устройств ЖАТ..... 164-165

Бредун И. С., Мусин А. Р., Моисеев А. И. Универсальная модель рельсовой цепи ... 166-167
Глазков Н. А., Засов В. А. Адаптивная система управления железнодорожным переездом ... 167-170
Журжа Н. А., Засов В. А. Автоматизация контроля эффективности работы тормозной системы грузовых поездов в пути следования ... 170-174
Кононов М. И., Авсиевич В. В. Разработка сервиса для сил обеспечения транспортной безопасности ... 174-176
Тихонова Е. В., Папировская Л. И. Интеллектуальные системы на железнодорожном транспорте ... 177-178
Шаталов Д. А., Додонов М. В. Проектирование системы управления имитационными моделями пассажирских технических станций ... 179-181
Кашлаков Д. А., Папировская Л. И. Разработка веб-приложения для ведения учёта успеваемости-посещаемости занятий студентами ... 182-183
Васильева Е. А., Папировская Л. И. Повышение эффективности организации тестирования информационных систем на основе автоматизации производственных процессов ... 184-186
Патутина Е. С., Папировская Л. И. Информационная система учета заслуг (достижений) и общественного участия работников железной дороги ... 186-189
Солдатов А. А., Ефимова Т. Б. Поиск проблем и разработка решений для развития BIM технологий и цифровой трансформации строительной отрасли в России ... 189-192
Ильина К. А., Путько В. Ф. Воздействие синего света на живые системы ... 192-194
Баймуратова К. А., Харитонова Т. В. Использование биогаза в железнодорожной отрасли ... 195-196
Ахметзянов А. Ф., Добрынин Е. В. Снижение затрат на покупку электроэнергии для тяги поездов ... 197-202
Бочкарев В. А., Табаков О. В. Разработка сценариев для VR-тренажера для тяговой подстанции переменного тока ... 203-205
Нечаева И. А., Гаранин М. А. Центр управления состоянием инфраструктуры как этап создания железных дорог будущего ... 205-207

СЕКЦИЯ 5

Проблемы экологии, безопасности жизнедеятельности и охраны труда на железнодорожном транспорте

Ершов Д. В., Лукенюк Е. В. Влияние изменения климата на организм человека ... 208-211
Корякова К. А., Моисеева Е. Д., Першина М. В., Девяткин А. А. Обеспечение безопасности студентов на транспорте ... 211-213
Моисеева Е. Д., Першина М. В., Холопов Ю. А. Эффективные стратегии экономии ресурсов в компании ... 213-215
Полагутина Ю. А., Холопов Ю. А. Решение экологических задач на основе биоиндикации ... 215-217
Чалова Т. А., Дворянкина Е. В. Необыкновенные свойства воды в литературе и экспериментах ... 217-220

Научное издание