

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
КРАСНОЯРСКИЙ ИНСТИТУТ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА –
филиал ФГБОУ ВО
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

**Труды XXVII Всероссийской
научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС
(г. Красноярск, 03.11.2023 г.)**

Том 1

**Секция «Системы обеспечения движения поездов»
Секция «Эксплуатация железных дорог»**

Красноярск
КрИЖТ ИрГУПС
2023

УДК 001 : 37

И 57

Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXVII Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС (г. Красноярск, 03.11.2023 г.) : Том 1 : Секции «Системы обеспечения движения поездов», Секция «Эксплуатация железных дорог» / редкол. : В.А. Поморцев (отв. ред.) [и др.] ; КрИЖТ ИрГУПС. – Красноярск: КрИЖТ ИрГУПС, 2023. – 171 с.

Настоящая публикация является сборником трудов всероссийской научно-практической конференции, прошедшей в г. Красноярск 3 ноября 2023 года. Организатором конференции выступил Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения.

В 1-й том сборника вошло 39 статей секций «Системы обеспечения движения поездов», «Эксплуатация железных дорог».

При использовании настоящего материала ссылки на сборник обязательны. Название программных продуктов, изделий, фирм и др., встречающиеся в тексте, являются зарегистрированными товарными знаками соответствующих производителей. Статьи публикуются в авторской редакции.

Редакционная коллегия:

В.А. Поморцев (отв. ред.); Ж.М. Мороз, канд. физ.-мат. наук, доцент;
О.В. Колмаков, канд. техн. наук, доцент; В.О. Колмаков, канд. техн. наук,
доцент; В.С. Томилов, канд. техн. наук

E-mail: kright@krsk.irgups.ru

Тел. (391) 248-16-44

СОДЕРЖАНИЕ

СЕКЦИЯ «СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ».....	7
Сравнение стратегий предупредительных замен элементов устройств ЖАТ	7
Володарский В. А., Дружинина А. А.	
Разработка системы воспроизводства "зеленой" энергии	12
Христинич А.Р., Христинич Р.М., Христинич Е.В.	
Визуализация закона электромагнитной индукции как инструмент обучения	16
Жуйко Л.И., Колмаков О.В., Колмаков В.О.	
Электромагнитная совместимость – основа обеспечения качества электрической энергии	20
Кронгауз Д.Э.	
Детерминированные помехи в устройствах железнодорожной автоматики и телемеханики и методы их устранения	24
Ратушняк В.С., Дробязко А.С., Шулякевич Е.Е.	
Электромагнитное влияние тяговой сети на функционирование железнодорожных линий связи	29
Антонов М. С.	
Беспилотные пассажирские поезда: будущее или реальность?	34
Еленская А.А.	
Основные проблемы управления железнодорожных перевозок в России	37
Банкерова Е.И.	
Тепловизионное обследование фидерных трасс и разъединителей контактной сети	39
Щеголева Т.В.	
Системы обеспечения движения поездов	43
Шаипова Э.Р.	
Применение микропроцессорных информационно-управляющих систем: обзор и перспективы	48
Зайцев Е.Д.	

Анализ пропускной способности участка железной дороги с применением технологии виртуальной сцепки	51
Бронникова Н.В.	
Секция «Эксплуатация железных дорог»	57
Влияние внедрения интервального регулирования движения поездов на элементы инфраструктуры Восточного полигона	57
Поморцев В.А. Мамаев А.В.	
Необходимость развития новых технологий перевозки, в условиях роста контейнеропотока на восточном направлении	60
Оленцевич В.А., Куличкова И.Е., Крылач А.И.	
Тенденции развития ускоренных контейнерных поездов	65
Оленцевич В.А., Новикова Н.А.	
Теоретические аспекты размещения пунктов ПКО и ПКБ в границах полигона с определением оптимального их количества	69
Смоловская Е.А., Маловецкая Е.В.	
Контроль стадии ремонта в жизненном цикле деталей и узлов грузовых вагонов на базе вагоноремонтного предприятия	75
Жебанов А.В., Воеводина С.П.	
Коммерческий осмотр вагонов при приеме груза к перевозке, порожних вагонов с применением цифровой технологии	80
Шаферова Н.В.	
Регенератор электрической мощности	83
Петрова Д.А.	
Получение минерально-растительного сырья для улучшения эксплуатационных показателей подвижного состава в области пожарной безопасности	87
Пискунова В.А., Чистова Н.Г.	
Применение современных методов для увеличения пропускной и провозной способностей	93
Федорова Е.А.	
Инновационные технологии на транспорте с учетом введения ленточных мешкопогрузчиков	98
Власова Н.В., Христофорова Я.Н., Айхаева А.А.	

Реализация долгожданного проекта. Метротрамвая в Красноярске быть	103
Рыжук Н.В.	
Потребление электроэнергии электроподвижным составом в режиме тяги и способ ее снижения	105
Волчек Т.В.	
Анализ инвестиционных программ и приоритетных направлений деятельности на Красноярской железной дороге	110
Рыжук Н.В.	
Модель вибродинамической нагрузки высокоскоростных железнодорожных поездов	112
Синь Вэньшао	
Возможности применения теории линейного программирования для оптимизации транспорта нагрузок материалом конструкции к опорным точкам	116
Андриевский А.Г.	
Динамическая модель загрузки инфраструктуры	120
Мельников А.А., Фуфачева М.В.	
Инновационные технологии эксплуатации железнодорожного транспорта	124
Королева И.В., Бушуева Д.А., Дудко В.В.	
Оформление перевозки грузов при мультимодальном сообщении	128
Шаферова Н.В.	
Анализ существующих сервисов, предоставляемых пассажирам на железнодорожном транспорте и внедрение нового сервиса для связи пассажиров с целью оптимизации доступной среды	131
Купцова Н.Д., Власова Н.В.	
Алгоритм выбора финального варианта доставки грузов от станции «Абалаково» до границы с Китаем	134
Селиванов А.В., Васильева А.А., Романова А.А.	
Технологии комфортного путешествия. Цифровизация железнодорожных пассажирских перевозок	139
Мережникова М.А.	

Железнодорожные грузоперевозки: внедрение инновационных технологий	144
Гиваргизова Л. С.	
Интерактивные формы обучения в образовательном процессе КРИЖТ ИрГУПС, как способ формирования у обучающихся профессиональных компетенций	149
Орленко А.И.	
Анализ способов повышения энергетических показателей отечественных электровозов переменного тока в режиме рекуперативного торможения	156
Томилов В.С.	
Перспективы развития системы диагностирования узлов электроподвижного состава переменного тока	161
Томилов В.С.	
Перспективы развития участка Курагино – Кызыл на электрической тяге	163
Поморцев В.А.	
Повышение производительности пунктов экипировки локомотивов песком	167
Волчек Т.В., Томилов В.С., Лобыцин И.О.	

СЕКЦИЯ

«СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ»

УДК 621.3.019

ГРНТИ 73.29.41

СРАВНЕНИЕ СТРАТЕГИЙ ПРЕДУПРЕДИТЕЛЬНЫХ ЗАМЕН ЭЛЕМЕНТОВ УСТРОЙСТВ ЖАТ

Володарский В. А.

старший научный сотрудник, доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Дружинина А. А.

доцент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. Цель статьи – предложить метод определения оптимальной периодичности плановых предупредительных замен элементов устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ). Рассмотрены возможные стратегии предупредительных замен элементов устройств ЖАТ. Приведены результаты исследования математических моделей оптимизации периодичности замен оборудования и даны рекомендации по выбору рациональной стратегии плановых предупредительных замен аппаратуры ЖАТ.

Ключевые слова: ЖАТ, стратегия, эксплуатационные затраты, плановые предупредительные замены, периодичность замен.

Эффективность функционирования железнодорожного транспорта в значительной степени зависит от бесперебойной работы устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ), отказы которых снижают пропускную способность и приводят к экономическим потерям [1-3]. В связи с этим проблема обеспечения надежности и эффективности функционирования систем ЖАТ с учетом экономических издержек остается актуальной и значимой. Восстановление работоспособности устройств ЖАТ в плановом или аварийном порядке, как правило, осуществляется путем замены ее элементов. При этом, если плановые замены осуществляются в свободное от движения поездов время, то аварийные замены приводят к простоям, задержкам поездов, сбоям в графике движения и, как следствие, материальному ущербу. Поэтому целесообразность проведения плановых предупредительных замен аппаратуры

ЖАТ должна быть экономически обоснована.

Удельные эксплуатационные затраты C при возможных стратегиях предупредительных замен элементов определяются по формулам, представленным в таблице 1 [4].

Таблица 1 – Определение удельных эксплуатационных затрат при различных стратегиях плановых предупредительных замен

Стратегия	Плановые предупредительные замены	Удельные эксплуатационные затраты
0 (нулевая стратегия)	Нет	$C = \frac{A}{T} \quad (1)$ <p>где A – стоимость аварийной замены с учетом ущерба от простоев и задержек поездов; T – средняя наработка</p>
1 (стратегия замены по наработке)	Есть	$C(\tau)_1 = \frac{(A - (A - B)P(\tau))}{\int_0^\tau P(t)dt}, \quad (2)$ <p>где B – стоимость предупредительной замены; $P(t)$ и $P(\tau)$ – вероятности безотказной работы за время t и τ соответственно; τ – периодичность плановых предупредительных замен</p>
2 (стратегия групповых замен)	Есть	$C(\tau)_1 = (A \int_0^\tau \omega(t)dt + B)\tau^{-1} \quad (3)$ <p>где $\omega(t)$ – параметр потока отказов</p>

Как видно из представленных в таблице 1 выражений для определения удельных эксплуатационных затрат, нулевая стратегия является частным случаем стратегий замены по наработке и групповых замен при периодичности плановых предупредительных замен τ , стремящейся к бесконечности, поэтому она может быть использована для нормирования математических моделей стратегий 1 и 2.

Нормированные математические модели стратегий 1 и 2 получены путем деления выражений (2) и (3) из таблицы 1 на удельные эксплуатационные затраты при нулевой стратегии (1) и представлены уравнениями (4) и (5):

$$y_1 = \frac{C(\tau)_1}{C} = \frac{(1 - (1 - \gamma)P(x))}{\int_0^x P(u)du} \quad (4)$$

$$y_1 = \frac{C(\tau)_2}{C} = \left(\int_0^x \omega(u)du + \gamma \right) x^{-1} \quad (5)$$

где y_1 и y_2 – нормированные удельные эксплуатационные затраты при стратегиях 1 и 2 соответственно;

$x = \tau/T$ – нормированная периодичность плановых предупредительных замен;

$u=t/T$ – нормированное время эксплуатации;

$\gamma = B/A$ – коэффициент стоимости.

Из уравнений (4) и (5) следует, что для определения оптимальных значений периодичности плановых предупредительных замен элементов устройств ЖАТ и удельных эксплуатационных затрат при стратегиях замены по наработке и групповых замен необходимо знание коэффициента стоимости γ , а также законов распределения наработки элементов на отказ.

При определении коэффициента γ оценка стоимости плановых замен не вызывает затруднений. Стоимость аварийных замен, носящих случайный характер, включает ущерб от задержек поездов и в условиях неполноты исходных данных может быть определена с помощью метода экспертных оценок.

Определение законов распределения наработки элементов устройств ЖАТ на отказ, ввиду сложности и дороговизны проведения специальных испытаний, осуществляется путем сбора и обработки статистической информации об отказах аппаратуры в условиях эксплуатации. Полученные эксплуатационные данные позволяют определить параметр потока отказов ω [2], который при любом законе распределения стремится к стационарному значению $\omega = 1/T$, поэтому зависимость $\omega(t)$ может быть приближенно аппроксимирована кусочно-линейной функцией вида (6):

$$\omega(t) = \begin{cases} t/T^2 & \text{при } t < T \\ 1/T & \text{при } t \geq T \end{cases} \quad (6)$$

Остальные показатели определяются с использованием преобразования Лапласа. Вероятность безотказной работы может быть определена из выражения $P(t) = \cos(t/T)$ [5].

Параметр потока отказов и вероятность безотказной работы в относительном масштабе можно представить как (7) и (8) соответственно:

$$\omega(u) = u; \quad (7)$$

$$P(u) = \cos u. \quad (8)$$

Подставив вероятность безотказной работы (8) в (4), а параметр потока отказов (7) в (5), продифференцировав полученные выражения и приравняв к нулю, можно получить уравнения для определения оптимальных нормированных значений периодичности замен x_0 и удельных эксплуатационных затрат y_0 (9) и (10):

$$x_{o1} = \arccos(1 - \gamma), \quad y_{o1} = \sin x_o; \quad (9)$$

$$x_{o2} = y_{o2} = (2\gamma)^{0,5}, \quad (10)$$

где $x_{o1} = \tau_{o1} T, y_{o1} = C_{o1} \cdot T / A, x_{o2} = \tau_{o2} T, y_{o2} = C_{o2} \cdot T / A$ позволяющие определить абсолютные значения оптимальной периодичности замен τ_o и оптимальных удельных эксплуатационных затрат C_o .

Из выражений (9) и (10) следует, что для определения оптимальных нормированных значений x_{o1}, y_{o1} при стратегии замены по наработке и x_{o2}, y_{o2} при стратегии групповых замен достаточно знания только значения коэффициента стоимости γ .

Для оценки эффективности и выбора рациональной стратегии проведем сравнительный анализ стратегий 1 и 2, предполагая оптимальное техническое содержание устройств ЖАТ в рамках каждой стратегии.

В таблице 2 представлены оптимальные нормированные значения периодичности замен и удельных эксплуатационных затрат в зависимости от коэффициента стоимости, вычисленные для стратегий 1 и 2 с помощью выражений (9) и (10), а на рисунках 1 и 2 показаны графики соответствующих зависимостей.

Таблица 2 – Оптимальные значения периодичности замен и удельных эксплуатационных затрат в зависимости от коэффициента стоимости

γ	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6
x_{o1}	0,317	0,451	0,644	0,795	0,927	1,047	1,154
x_{o2}	0,316	0,447	0,632	0,775	0,894	1,000	1,095
y_{o1}	0,312	0,436	0,600	0,714	0,800	0,866	0,916
y_{o2}	0,316	0,447	0,632	0,775	0,894	1,000	1,095

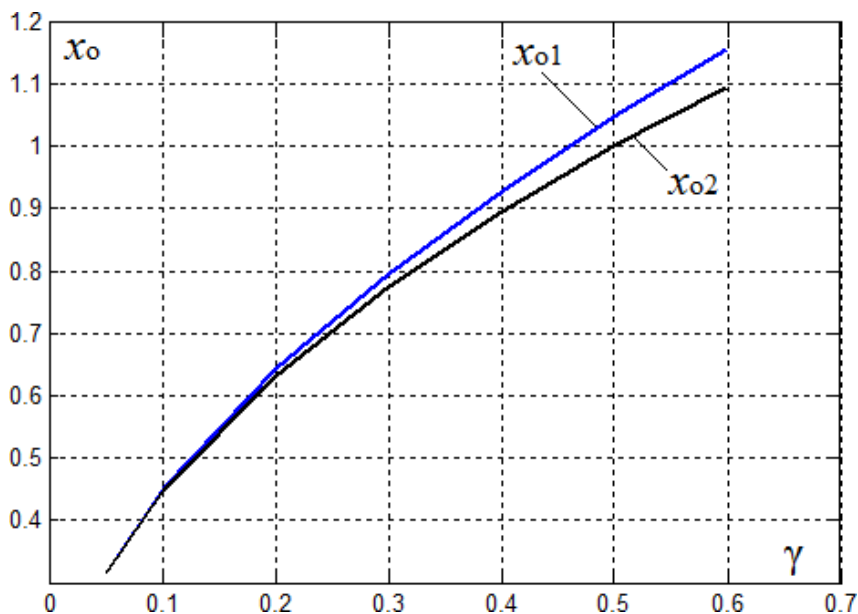


Рисунок 1 – Зависимости оптимальных нормированных значений периодичности замен от коэффициента стоимости при стратегиях 1 и 2

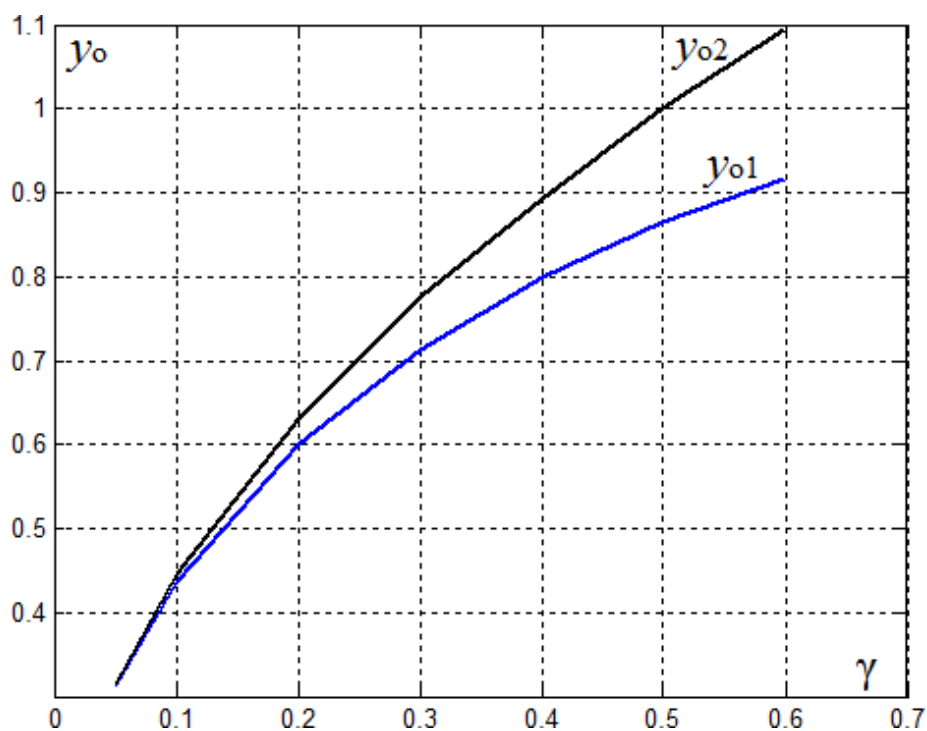


Рисунок 2 – Зависимости оптимальных нормированных значений удельных эксплуатационных затрат от коэффициента стоимости при стратегиях 1 и 2

Анализ представленных кривых показывает, что стратегия 1 эффективнее стратегии 2, поскольку при ее использовании предупредительные замены можно проводить реже, а значения удельных эксплуатационных затрат ниже. При коэффициенте стоимости γ менее 0,2 целесообразно использовать стратегию 2, поскольку при этом удельные эксплуатационные затраты возрастают не более чем на 5 %, что в условиях неполноты исходных данных не превышает принятой точности расчетов. Кроме того, эту стратегию в условиях эксплуатации осуществлять проще, так как не требуется учитывать наработку каждого элемента. Поскольку общее число предупредительных и аварийных замен при стратегии 2 больше, чем при стратегии 1, то в результате будет обеспечена более высокая вероятность безотказной работы элементов устройств ЖАТ.

Список использованных источников

1. Горелик А. В., Журавлев И. А., Неваров П. А., Тарадин Н. А. Методы анализа надежности и эффективности функционирования систем железнодорожной автоматики и телемеханики // Наука и техника транспорта. 2011. № 3. С. 88–93.
2. Володарский В. А., Дружинина А. А. Определение показателей эксплуатационной надежности железнодорожной автоматики и телемеханики // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : материалы XXV Всероссийской научно-практической конференции / КриЖТ ИрГУПС. Красноярск, 2021. С. 17–20.

3. Володарский В. А. Исследование надежности работы системы микропроцессорной централизации // Методы менеджмента качества. 2018. № 1. С. 54–59.

4. Гаранин А. Е., Митрохин В. Е. Вероятность отказов аппаратуры автоблокировки в грозовой сезон // Безопасность движения поездов : материалы 11-й Научно-практической конференции / Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II. Москва, 2010. С. VIII–5–6.

5. Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надежности. Москва : Советское радио, 1969. 488 с.

6. Володарский В. А. О распределениях для описания отказов технических устройств // Методы менеджмента качества. 2014. № 4. С. 50–56.

УДК 537.31

ГРНТИ 29.19.23

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ВОСПРОИЗВОДСТВА "ЗЕЛеной" ЭНЕРГИИ

Христинич А.Р.

доцент кафедры СОД, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Христинич Р.М.

профессор, профессор кафедры ТОЭ, ФГБОУ ВО КрасГАУ, г. Красноярск

Христинич Е.В.

доцент, доцент кафедры ТОЭ, ФГБОУ ВО КрасГАУ, г. Красноярск

Аннотация. В статье приводится обзор темы воспроизводства электрической энергии из растений и, как частный случай, из растительно-микробных топливных элементов; рассматривается необходимость и целесообразность применения таких устройств, основные параметры. Также описываются первичные измерения напряжения в почве растений, находящихся на территории КрИЖТ ИрГУПС.

Ключевые слова: электрическая энергия, растительно-микробный топливный элемент

Современные системы получения электрической энергии видоизменяются. Получение энергии невозобновляемых источников постепенно заменяются системами из возобновляемых, которые оставляют меньший углеродный след и наносят меньший экологический вред в краткосрочной перспективе. Устройства для получения энергии от Солнца, ветра и воды уже много десятков лет разрабатываются, модернизируются, и повышается их КПД. Однако существуют

другие системы возобновляемой энергии. Одна из подобных еще пока малоизученных систем – растительно-микробные топливные элементы (РМТЭ или РМFC).

Данной области исследований не так много лет. Активно ведутся работы только последние 15 лет. Но данные работы до сих пор носят локальный характер и, в основном, имеют не прикладной, а научно-исследовательский характер. Лишь несколько команд в мире, такие как в Голландии (проект Plant-e), стараются масштабировать свои разработки.

Принцип функционирования растительно-микробного топливного элемента основан на физико-химическом переносе свободных зарядов, появляющихся в почве во время его роста (рисунок 1). Электроны от анода переносятся на катод через внешнюю цепь, а из-за наличия градиента потенциалов протоны через питательную матрицу или среду с субстратом мигрируют к катоду, где с участием пришедших электронов происходит восстановление молекулярного кислорода или другого катализатора и образование молекул воды.

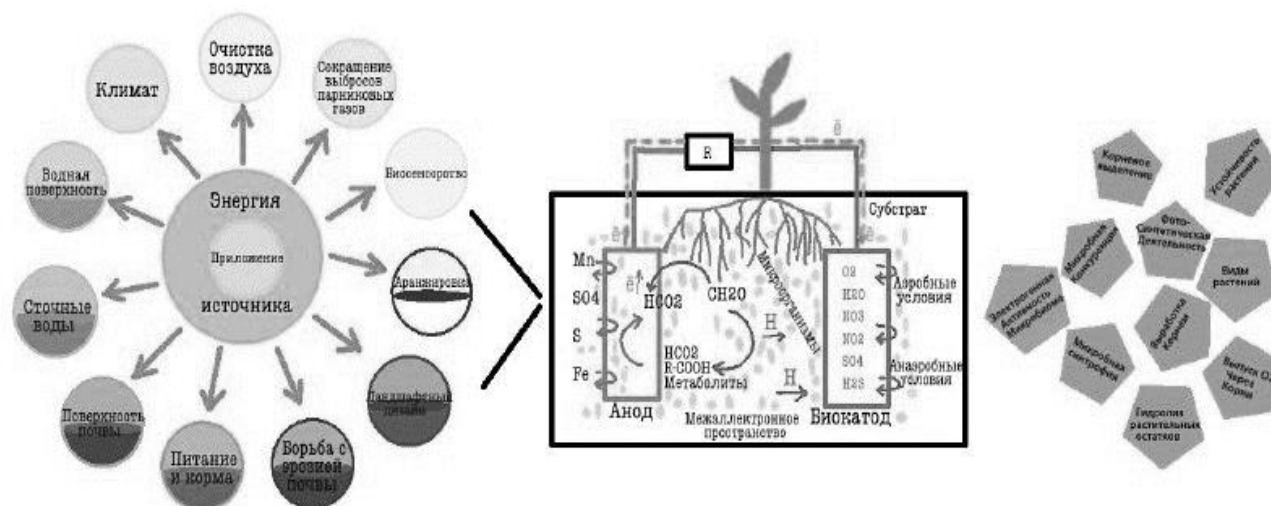


Рисунок 1 – Применимость РМТЭ и основы функционирования

В данном процессе увлажненность почвы или субстрата является одним из основных параметров получения наибольшей мощности. Поэтому на сегодняшний день существуют три основных типа установок РМТЭ: болотные, гидрофитные и рисовые. И если первые два типа установок могут использоваться в основном как декоративные элементы интерьера или в части систем очистки, например, сточных вод, то рисовые элементы носят также и питательную функцию. Помимо риса в таких топливных элементах могут также использоваться шпинат, помидор и другие сельскохозяйственные культуры (рисунок 2).

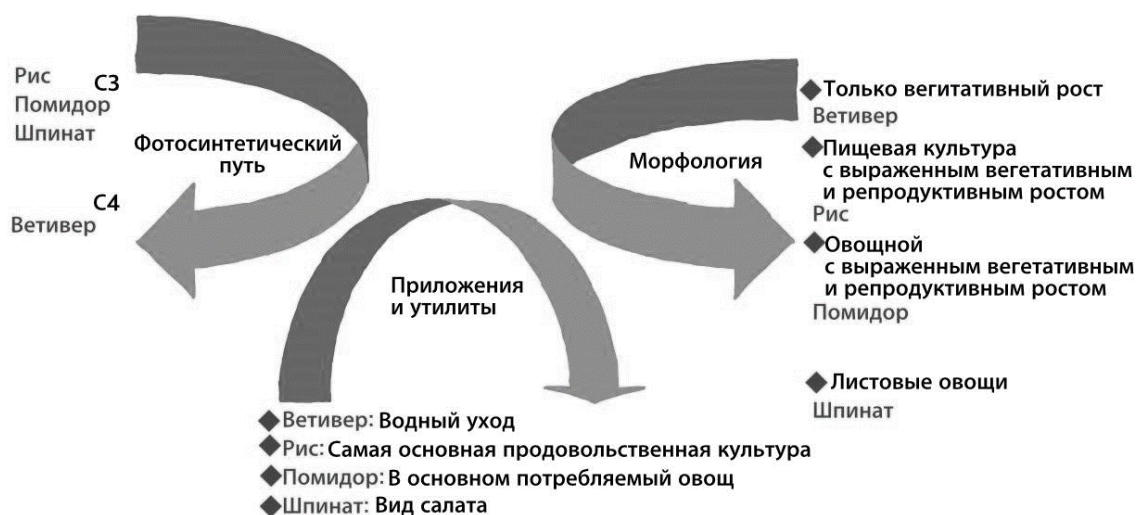


Рисунок 2 – Варианты использования сельскохозяйственных культур для РМТЭ

Несмотря на развивающееся направление РМТЭ, количество получаемой электрической энергии и величина мощности все еще невелики. В среднем можно говорить о $0,3-0,4 \text{ Вт/м}^2$ генерируемой мощности. Рисунок 3 отражает плотность мощности (мВт/м^2) и величину напряжения (В) в зависимости от генерируемой величины плотности тока, что в свою очередь также зависит от типа растения и скорости его роста.

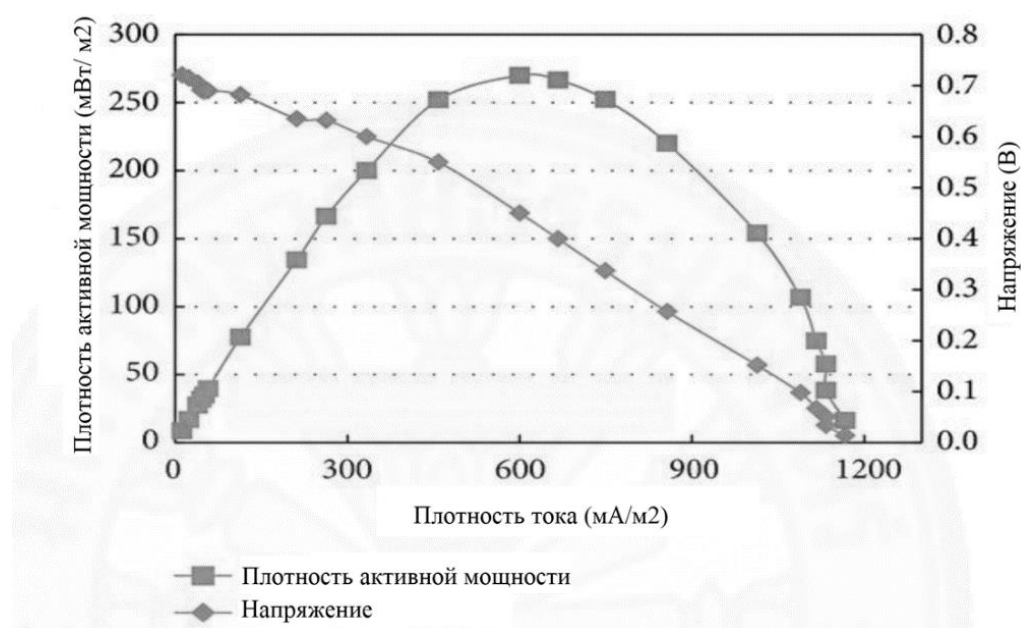


Рисунок 3 – График изменения плотности мощности (мВт/м^2) и напряжения (В)

Если рассуждать о параметрах системы РМТЭ на величину генерации активной мощности, то таких параметров более десяти. Сюда относятся, как электротехнические параметры, так и биологические параметры самого растения. В таблице 1 представлены некоторые из таких параметров.

Таблица 1 - Первичные параметры, влияющие на величину получаемой мощности

№	Параметр РМТЭ	Степень влияния на генерацию мощности
1	Тип растения	высокое
2	Размеры растения	среднее
3	Объем емкости	низкое
4	Площадь электродов	высокое
5	Увлажненность почвы	среднее
6	Скорость роста растения	высокое

Проведенные первичные исследования в стенах Красноярского института железнодорожного транспорта показали ожидаемые результаты, не выходящие за общеизвестные границы (таблица 2). Для данных опытов использовался мультиметр китайского производства марки DT830D. Электроды, как и в большинстве случаев в таких устройствах, цилиндрические, заостренные на концах.

Таблица 2 – Результаты измерения напряжения (В) в почве некоторых растений в КриЖТ ИрГУПС

Напряжение минимальное (В)	Напряжение максимальное (В)	Степень влажности почвы (условно)	Высота растения, м
0,09	0,17	Умеренно влажная	до 0,5
0,08	0,17	Умеренно влажная и сухая	0,5 – 1
0,12	0,17	Влажная и умеренно влажная	1 – 1,5

Таким образом, в данной статье:

1. Проведен краткий анализ темы генерации электрической энергии из растений;
2. Рассмотрен вопрос получения энергии из растительно-микробного топливного элемента;
3. Проведен анализ параметров, и приведены результаты первичного исследования в КриЖТ ИрГУПС по данному вопросу.

Список использованных источников

1 Т.Э. Кулешова, Н.Р. Галль, А.С. Галушко, Г.Г. Панова. Электрогенез растительно-микробного топливного элемента при параллельном и последовательном соединении ячеек // Журнал технической физики, 2021, том 91, выпуск 3, стр. 510–518.

2 Roshan Regmi. Examining different classes of plants under various operating conditions for bioelectricity production in plant microbial fuel cell: master of science (Engineering and technology), Thammasat university, 2017, 121 p.

3 Plan-e. Spark of Nature: официальный сайт URL: <https://www.plant-e.com/en/> (дата обращения 27.10.2023)

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ЗАКОНА ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ОБУЧЕНИЯ

Жуйко Л.И.

Канд. техн. наук, доцент кафедры СОД, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Колмаков О.В.

Канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой СОД, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Колмаков В.О.

Канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой УП, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В данной статье рассмотрена проблема визуализации электромагнитных процессов с целью улучшения восприятия слушателями закона электромагнитной индукции и приведена попытка решения этой проблемы с помощью 3D моделирования и программирования.

Ключевые слова: Blender, Unity, электромагнитное поле, закон Фарадея, скрипт.

Визуализация электромагнитного процесса направлена на решение следующих вопросов:

- 1) Упрощение восприятия данного физического явления;
- 2) Развитие пространственного воображения у слушателей;
- 3) Возможность визуального отображения соотношения мощностей (активной и реактивной) в питающей сети в режиме реального времени.

Для решения этих задач, возможно использование перспективной технологии такой, как 3D моделирование. 3D-моделирование — процесс создания трёхмерной модели объекта.

Примером решения этих задач является визуализация электромагнитного поля электрогенератора (рисунок 1).

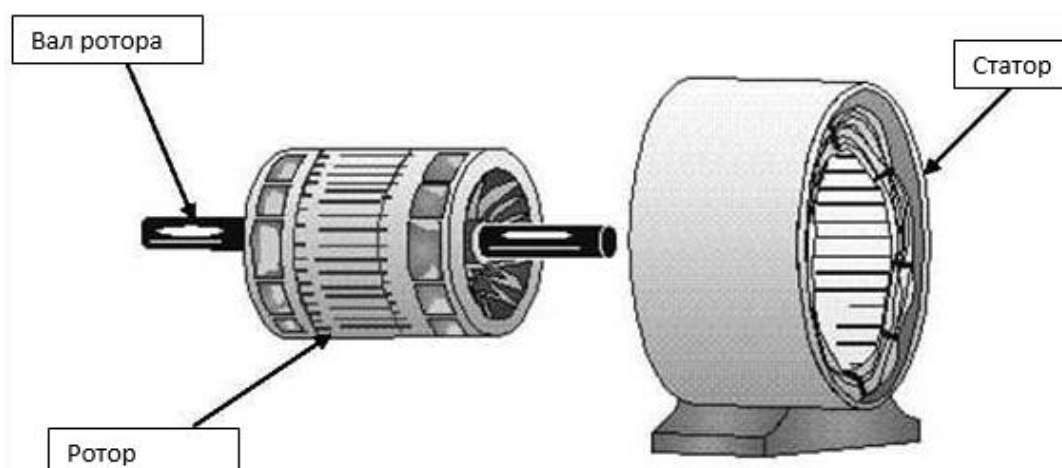


Рисунок 1. Ротор и статор электродвигателя

Модель визуализирует взаимодействие электромагнитной энергии поля ротора и поля статора. Магнитное поле, создаваемое ротором и его вращение внутри статора, наводят ЭДС в медной катушке статора. Простое наличие неподвижного ротора в статоре электрического тока не производит. Также от скорости вращения ротора зависит частота получаемого тока, те же 3000 об/мин равняются 50 Гц частоты тока [4]. Чтобы визуализировать данный опыт, использовались программы Blender и Unity3D Blender — профессиональное программное обеспечение для 3D-моделирования, анимации и визуализации при проектировании. Unity3D — является современным кросс-платформенным продуктом для создания игр и приложений [2]. В первую очередь для решения задачи нужно было смоделировать основные объекты для проведения визуализации; ротор, статор (рисунок 2).

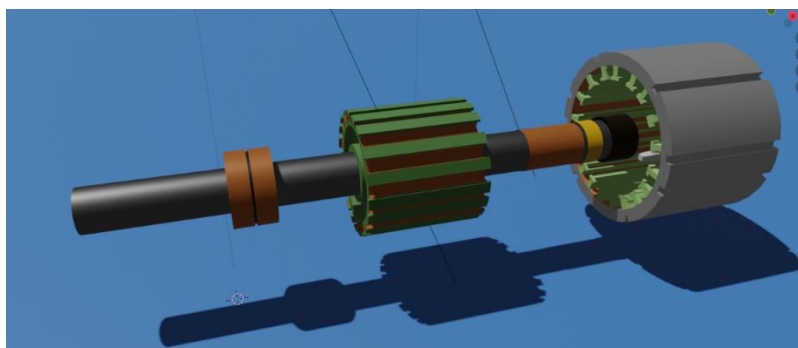


Рисунок 2. Модели статора и ротора

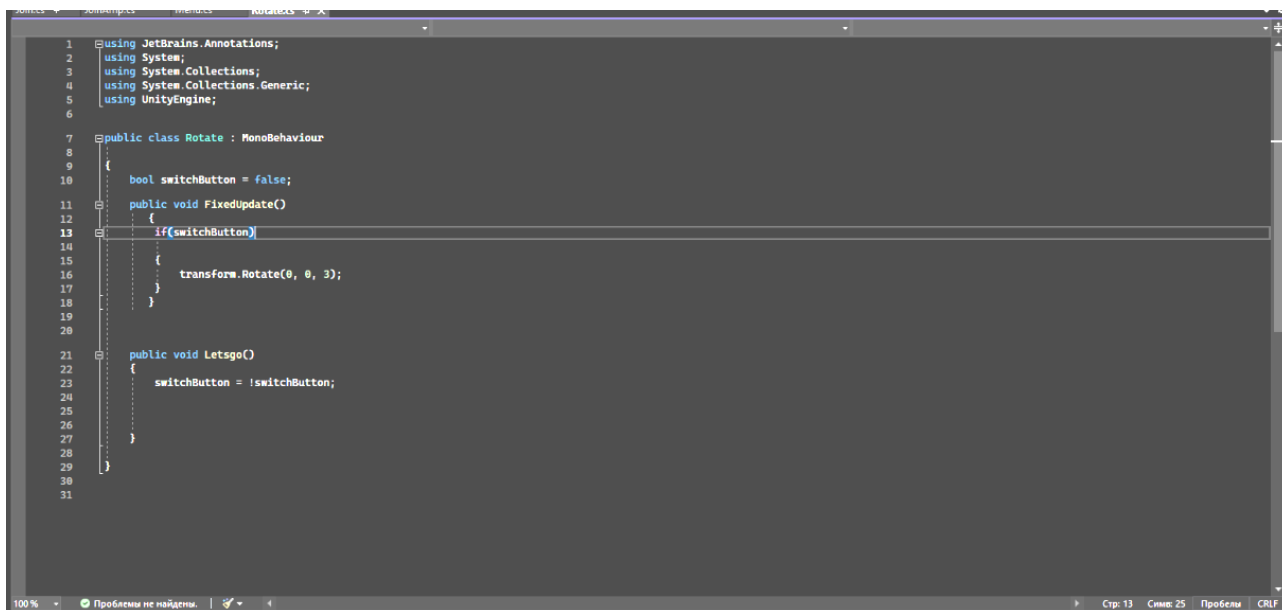
Для того, чтобы выявить наличие ЭДС был смоделирован вольтметр (рисунок 3).



Рисунок 3. Модель вольтметра

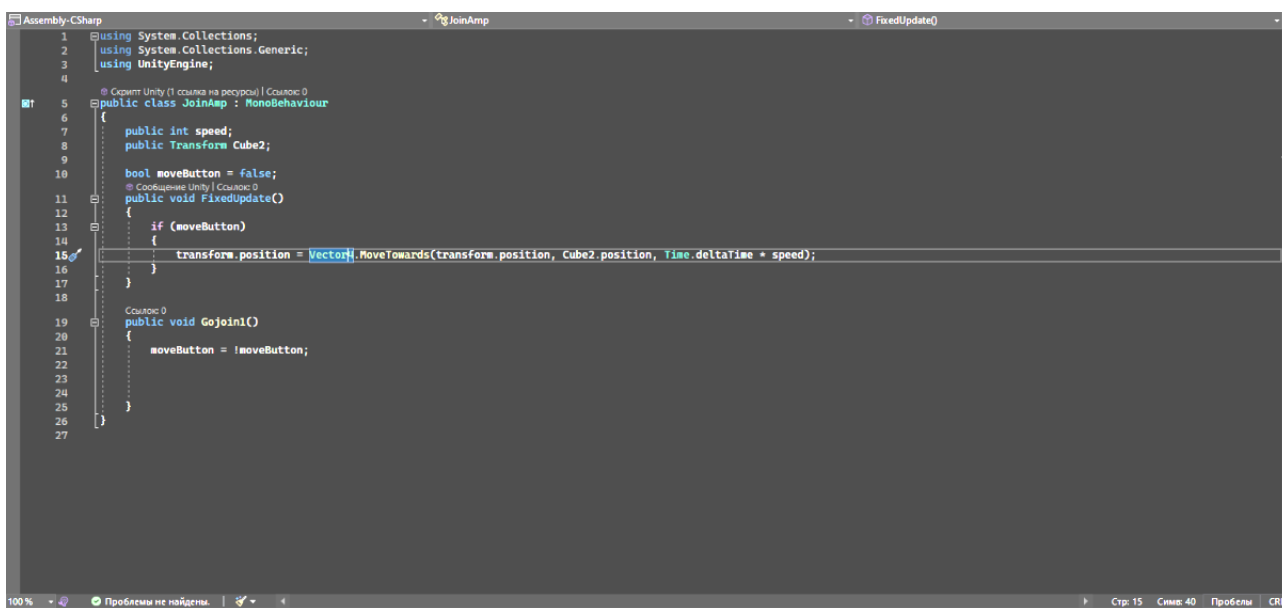
После моделирования использовалась программа Unity3D для демонстрации основных процессов.

Первым шагом для придания движения магниту были написаны соответствующие подпрограммы («скрипты») (рисунок 4).



```
1 using JetBrains.Annotations;
2 using System;
3 using System.Collections;
4 using System.Collections.Generic;
5 using UnityEngine;
6
7 public class Rotate : MonoBehaviour
8 {
9     bool switchButton = false;
10    public void FixedUpdate()
11    {
12        if(switchButton)
13        {
14            transform.Rotate(0, 0, 3);
15        }
16    }
17
18    public void Letsgo()
19    {
20        switchButton = !switchButton;
21    }
22 }
23
24
25
26
27
28
29
30
31
```

Рисунок 4. Скрипт «вращение ротора»



```
1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4
5 public class JoinAmp : MonoBehaviour
6 {
7     public int speed;
8     public Transform Cube2;
9
10    bool moveButton = false;
11    public void FixedUpdate()
12    {
13        if (moveButton)
14        {
15            transform.position = Vector3.MoveTowards(transform.position, Cube2.position, Time.deltaTime * speed);
16        }
17    }
18
19    public void GoJoin1()
20    {
21        moveButton = !moveButton;
22    }
23 }
24
25
26
27
```

Рисунок5. Скрипт «движения ротора»

Вторым шагом описана панель управления через виртуальные кнопки а, также меню приложения (рисунок 6 и 7).

```

1 using JetBrains.Annotations;
2 using System;
3 using System.Collections;
4 using System.Collections.Generic;
5 using UnityEngine;
6
7 public class Rotate : MonoBehaviour
8 {
9     {
10         bool switchButton = false;
11         @ UnityEngine Unity | Course 0
12         public void FixedUpdate()
13         {
14             if(switchButton)
15             {
16                 transform.Rotate(0, 0, 3);
17             }
18         }
19
20
21         @ Course 0
22         public void Letsgo()
23         {
24             switchButton = !switchButton;
25         }
26     }
27 }
28
29
30
31

```

Рисунок 6. Скрипт взаимодействия с двигателем через виртуальные кнопки

```

1 using System.Collections;
2 using System.Collections.Generic;
3 using UnityEngine;
4 using UnityEngine.SceneManagement;
5
6 public class Menu : MonoBehaviour
7 {
8     public GameObject menu;
9     public GameObject SettingMenu;
10
11     @ Course 0
12     public void pLay()
13     {
14         SceneManager.LoadScene(1);
15     }
16
17     @ Course 0
18     public void Back()
19     {
20         SceneManager.LoadScene(0);
21     }
22
23     @ Course 0
24     public void Settings()
25     {
26         menu.SetActive(false);
27         SettingMenu.SetActive(true);
28     }
29
30     @ Course 0
31     public void Exit()
32     {
33         Application.Quit();
34     }
35 }

```

Рисунок 7 – Скрипт меню приложения

Заключительным шагом является «выгрузка» проекта и его тестирование (рисунок 8).

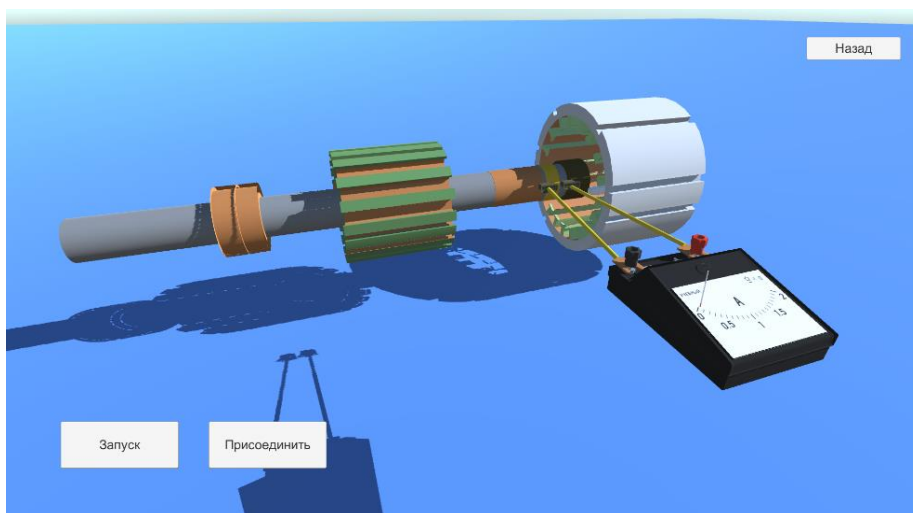


Рисунок 8 – Готовый проект

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование данного алгоритма направлено на решение проблемы визуального восприятия закона электромагнитной индукции, а также более глубокое понимание учебного материала с использованием современных цифровых технологий.

Список использованных источников

1. Научный словарь-справочник от Автор24 по техническим и гуманитарным дисциплинам URL : <https://spravochnick.ru/>
2. Пак Н.И. Информационное моделирование. Уч. Пособие. / Красноярск, РИО КГПУ, 2008
3. Бойков Е.В. Применение современных компьютерных технологий в обучении // Проблемы и пути развития профессионального образования. 2019. С. 42-45.
4. Плотников С.М., Колмаков О.В. Решение актуальных вопросов в теории трансформаторов // Изв. вузов, Электромеханика. 2021. Т. 64. № 3. С.5-11. DOI:10.17213/0136-3360-2021-3-5-11

УДК 656.22:37

ГРНТИ 73.29.11

ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ – ОСНОВА ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Кронгауз Д.Э.

Канд. техн. наук, доцент кафедры СОД, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В приведённой статье показано влияние электромагнитных помех на качество электроэнергии. Предложены методические, организационные и технические мероприятия для улучшения работы электротехнических комплексов и сведению к минимуму негативных последствий.

Ключевые слова: электромагнитные помехи, электромагнитная совместимость, качество электроэнергии.

Электромагнитная совместимость (ЭМС) – Electromagnetic compatibility (EMC) – в соответствии с Международным электротехническим словарём (Публикация 50 МЭК, 4.161 “Электромагнитная совместимость”), а также согласно стандарту ГОСТ Р 50397-92 – это “способность устройства или системы

удовлетворительно функционировать в его электромагнитном окружении, не создавая недопустимых помех другим устройствам, функционирующим в этом окружении“.

Электромагнитная совместимость [1,2] характеризуется способностью нормального функционирования между электроприборами, аппаратами, электрооборудованием, взаимодействием этих технических средств между собой и электромагнитной средой, не внося недопустимых электромагнитных помех в эту среду и не испытывая таковых с ее стороны. Если ЭМС не обеспечена, т. е. элементы электротехнических средств или приборы, кроме того, что сами генерируют помехи в сеть, не обладают заданной *помехоустойчивостью*, то создаются условия для:

- функциональных нарушений с большими или меньшими последствиями (отказами, браком продукции, авариями, выходом оборудования из строя и т. п.;
- повреждений средств защиты и безопасности людей;
- ухудшения качества электроэнергии (КЭЭ);
- ухудшения электромагнитной обстановки;
- поражения обслуживающего персонала.

Проблема электромагнитной совместимости (ЭМС) электротехнических, радиоэлектронных средств и средств связи, экранирования и фильтрации аппаратуры, при разработке стандартных требований к параметрам ЭМС, возникла из насущных нужд техники, когда стало ясно, что невозможно заниматься проектированием систем электроснабжения, созданием нового электрифицированного транспорта, электротехнического и электронного оборудования и эксплуатацией без учёта условий их ЭМС [1].

Ухудшение качества электроэнергии (КЭЭ), или другими словами, повышение уровня электромагнитных помех (ЭМП) в системе электроснабжения, обусловлено технологическим процессом производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии (ЭЭ). ЭЭ является универсальным видом энергии, так как её можно преобразовать в любой другой вид энергии, пригодный для применения. Процесс преобразования ЭЭ всегда сопровождается технологическими потерями. К ним можно отнести и снижение КЭЭ. С развитием техники бессмысленно стремиться к обеспечению идеального КЭЭ, в нем нет необходимости. Попытка разработать соответствующие методы – дорогостоящее и очень кратковременное мероприятие. Однако сведение к минимуму ЭМП, характеризующих КЭЭ, необходимо. Этот минимум нормируется ГОСТ 13109-97.

Снижение КЭЭ приводит к отрицательным последствиям, прежде всего к увеличению потерь активной и реактивной мощностей, а это, в свою очередь, приводит к сокращению срока службы электрооборудования, увеличению капитальных вложений в СЭС, нарушению нормального функционирования электроприёмников, нанесению вреда окружающей среде и здоровью людей.

При регулировании потоков реактивной мощности (РМ) в электрических сетях предприятия ЭМП могут вызывать перегрузки по току и напряжению в сети в установившемся синусоидальном режиме; перегрузки по току в установившемся режиме при наличии высших гармоник и несимметрии напряжения; перегрузки по току и напряжению при коммутационных режимах.

Все эти явления приводят к возникновению ЭМП, которые способны не только повредить чувствительное электрооборудование, но и вывести из строя силовое оборудование, например,

трансформатор понижающей подстанции [3]. Учёт вышеперечисленных факторов должен создавать условия для обеспечения ЭМС работы электротехнического комплекса предприятия при регулировании потоков РМ. Представленные в статье методы и способы направлены на достижение этих условий.

Во многих работах для устранения перегрузок по току при наличии высших гармоник предложены разные способы уменьшения реактивного сопротивления линий, например, путём применения устройства продольной компенсации (УПК), что позволяет уменьшить влияние высших гармоник на СЭС предприятия. Также известен способ поддержания реактивного сопротивления фильтрокомпенсирующих устройств (ФКУ) в заданных пределах с применением резервных конденсаторов. Также известно, что в коммутационных режимах могут возникать удары тока при включении конденсаторных батарей (КБ) и перенапряжения при их отключении. Для устранения этих процессов предложено использовать ограничительные реакторы и ограничители перенапряжения. Отсюда можно сделать выводы:

1. Ограничивающие реакторы включаются в сеть перед КБ с целью:

- ограничения переходных токов, как секционированной, так и несекционированной КБ;
- ограничения токов разряда несекционированной и базисной ступеней секционированной КБ;

2. Ограничивающие реакторы устанавливаются непосредственно перед каждой секцией для ограничения токов разряда.

В практике эксплуатации КБ, ограничивающие реакторы, подключенные к сети перед КБ, не применялись. В СССР выпускались конденсаторные установки с ограничивающими реакторами. В настоящее время таковые отсутствуют. Проблема ограничения токов включения КБ не нашла отражения в отечественных нормативных документах. Кроме этого отечественные конденсаторы, например КЭКФ-6,3-50У1, по паспорту должны выдерживать импульс тока с амплитудой $20I_n$ и временем затухания 100 мкс. Основные же европейские фирмы, выпускающие конденсаторы, предъявляют более жесткие требования к величинам и времени воздействия коммутационных токов конденсаторов (ограничивают токи включения конденсаторов в размере 100 кратных номинальным).

В качестве средств снижения токов включения (токов разряда) секций КБ известные фирмы применяют ограничивающие реакторы. Методику выбора ограничительных реакторов можно проиллюстрировать приведённой ниже блок-схемой (рисунок 1).

Для реализации этих средств и методов, которые несомненно приведут к предотвращению вышеназванных последствий или их ограничению, необходимо управление КЭЭ, а именно проведение методических, организационных и технических мероприятий.

Методические мероприятия включают в себя:

- ограничение уровней ЭМП, вносимых электрооборудованием электрической системы и электроприёмниками потребителей;

- управление нормальными, аварийными и послеаварийными режимами путём регулирования частоты и напряжения;

- автоматизированный контроль и анализ КЭЭ, для обеспечения надёжности функционирования СЭС.

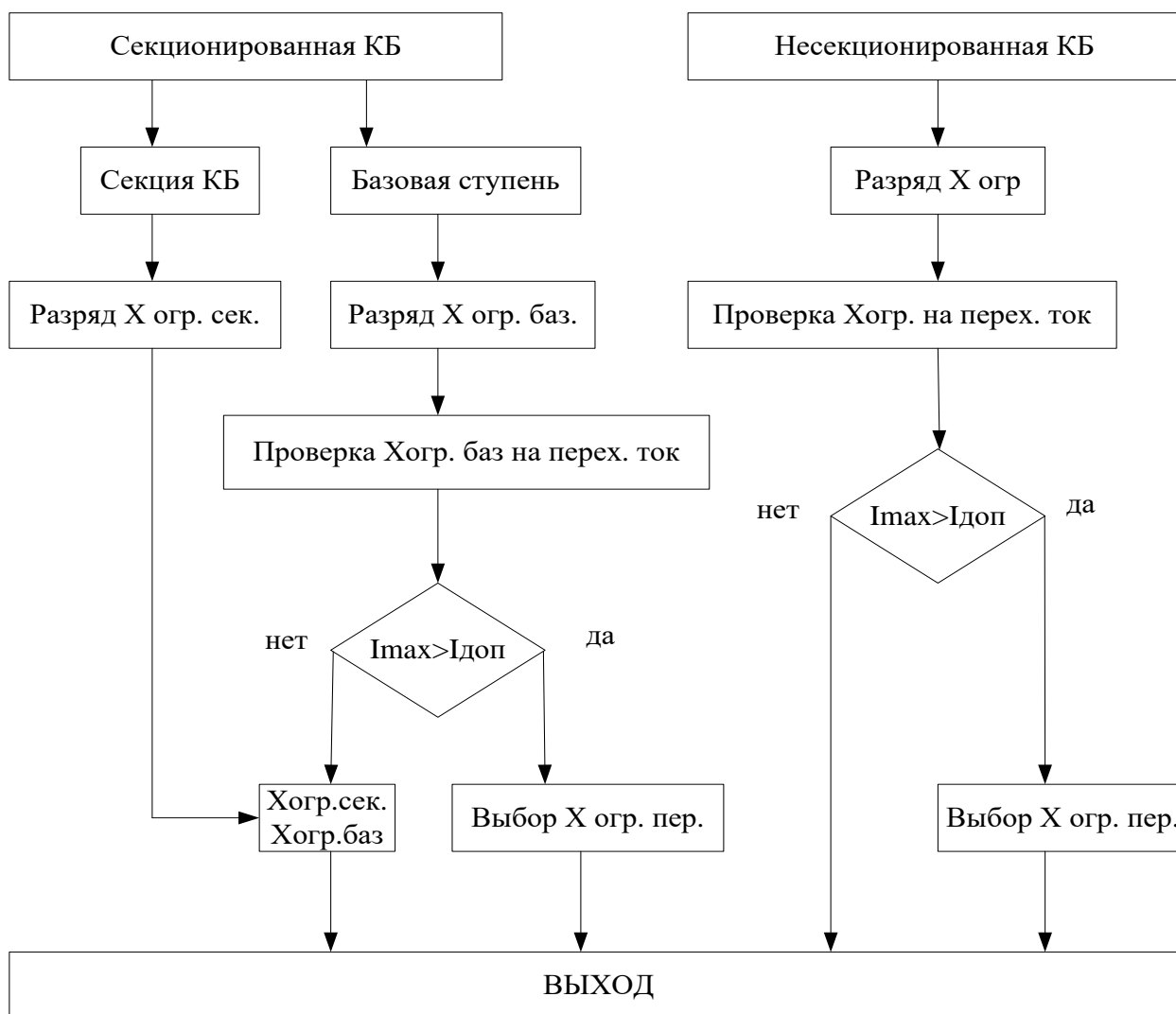


Рисунок 1 – Блок-схема выбора ограничительных реакторов

где $X_{огр}$ – индуктивность ограничивающего реактора,

$X_{огр.баз.}$ – индуктивность базисной ступени ограничивающего реактора.

Величины разрядного тока и частоты разряда должны задаваться заводом-изготовителем.

К организационным мероприятиям относятся:

- разработка и применение правовой и нормативной базы, направленной на юридическую, экономическую и финансовую поддержку условий обеспечения КЭЭ путём укрепления на оптовом рынке электроэнергии договорной основы в части требований КЭЭ.

Технические мероприятия включают в себя:

- применение общепринятых и специализированных средств регулирования напряжения и его качества, прежде всего, таких как средства компенсации реактивной мощности, симметрирующие устройства, активные фильтры и накопители ЭЭ.

- производство автоматизированных систем управления для учёта и систематического контроля КЭЭ [4].

Список использованных источников

1. Карташѐв И. И., Тульский В. Н., Шамонов Р. Г. и др., под ред. Шарова Ю. В. Управление качеством электроэнергии / М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 320 с.: ил.
2. Железко Ю.С. Качество электроэнергии в сетях и электромагнитная совместимость оборудования // Электротехника. – 1989 №10 – с. 73-77..
3. Пантелеев В. И., Суров В. П., Яковлев В. Н., под общей редакцией Яковлева В. Н. Электромагнитная совместимость систем электроснабжения электроэнергетики. – Красноярск: СФУ, 2007. – 671 с.
4. Гнатюк В. И., Кронгауз Д. Э., Фельк Л. В., Сравнительный анализ точности учёта электропотребления городской распределительной сети в условиях оптового рынка. / Материалы XXV межвузовской научно-практической конференции часть I. – Калининград: ФГОУ ВПО «КПИ ФСБ России», 2009 – с. 116-120.

УДК 621.391.822

ГРНТИ 73.29.75

ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ ПОМЕХИ В УСТРОЙСТВАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ И ТЕЛЕМЕХАНИКИ И МЕТОДЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Ратушняк В.С.

канд. техн. наук, доцент кафедры СОД, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Дробязко А.С.

студент, специальность 23.05.05 КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Шулякевич Е.Е.

студент, специальность 23.05.05 КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы возникновения и борьбы с помехами в железнодорожной автоматике и телемеханике. Особое внимание уделено гармоникам, коммутационным шумам и их воздействию на работу САИТ и управления движением поездов. Представлены методы анализа и борьбы с помехами. Описывается процесс оптимизации фильтров в качестве средства борьбы с помехами и процесс настройки фильтров. Обозначена важность борьбы с помехами для обеспечения безопасности, надежности и эффективности железнодорожных систем, а также представлены перспективные решения, включая разработку стандартов ЭМС и переход с аналоговых на цифровые системы.

Ключевые слова: помехи, борьба с помехами, коммутационные шумы, параметрические методы, оптимизация фильтров.

Помехи – случайные воздействия, искажающие передаваемый сигнал. Помехи бывают случайными и регулярными. По способу взаимодействия они бывают аддитивными и мультипликативными. Первые представляют собой сумму сигналов, приходящих на вход приемника, вторые – вызываются такими причинами как изменение характеристик линий связи, коэффициентов усиления схем при колебаниях напряжений питания, замирания сигналов в радиосвязи.

Также существуют детерминированные помехи, которые представляют собой полигармонические паразитные сигналы. Чаще всего это: наводки с частотами питающих сетей, 50 Гц или 60 Гц, в зависимости от частот энергетических сетей; гармоники этих частот. Помимо этого, детерминированные помехи могут быть вызваны импульсными последовательностями, которые возникают при коммутации различных электромеханических устройств. Эти импульсы могут внести дополнительные возмущения в электрическую сеть и распространиться по системе железнодорожной автоматики, мешая нормальной работе устройств и связи.

Для борьбы с детерминированными помехами в железнодорожной автоматике и телемеханике обычно используются методы фильтрации, экранирования и сетевой фильтрации, а также правильное размещение и заземление оборудования. Эти меры помогают минимизировать воздействие детерминированных помех и обеспечивают более надежную работу САИТ.

Для борьбы с гармониками применяются различные методы: пассивные или активные фильтры гармоник (работают как "поглотители" гармоник, удаляя их из электрических сигналов), специальные трансформаторы, спроектированные для минимизации гармонических искажений, статические компенсаторы.

Коммутационные шумы возникают при включении и выключении электрических устройств, таких как выключатели, реле, транзисторы и другие коммутационные компоненты. Эти помехи негативно воздействуют на системы автоматики и телемеханики. Коммутационные шумы имеют широкий частотный спектр и могут включать в себя как высокочастотные, так и низкочастотные компоненты. Коммутационные шумы могут распространяться через провода, электрические цепи и даже электромагнитное излучение. Они могут вызывать нежелательные всплески напряжения и тока, что может привести к неправильной работе чувствительного оборудования. Для борьбы с коммутационными шумами применяются фильтры, дроссели, конденсаторы, сглаживающие цепи.

Так как помехи негативно влияют на работу САИТ, то используются различные методы борьбы с ними. К таким, прежде всего, относятся

преобразования Фурье и Лапласа – математические инструменты, которые применяют для анализа и характеристики помех (т.е. благодаря им можно рассчитать поведение системы при наличии помехи), что позволяет разрабатывать соответствующие средства борьбы (например, подобрать оптимальный фильтр).

Параметрические методы борьбы с помехами в системах автоматики и телемеханики ориентированы на определение и управление параметрами системы таким образом, чтобы учесть и компенсировать влияние помех. Они включают в себя адаптивную фильтрацию (адаптивные фильтры настраивают свои параметры (коэффициенты фильтра) в реальном времени в зависимости от характеристик помехи, что позволяет фильтру адаптироваться к изменяющейся природе помехи и подавать их более эффективно), методы оценки параметров помехи (позволяют определить характеристики помехи, такие как амплитуда, частота и фаза, эти параметры могут быть использованы для коррекции или фильтрации помехи), параметрические методы улучшения сигнала-помехи (включают в себя разработку алгоритмов и техник, которые помогают выделять и извлекать желаемый сигнал из смешанного сигнала-помехи), многопараметрические модели (создание математических моделей системы, которые учитывают влияние помехи и ее параметры, может помочь в разработке методов управления и компенсации). Параметрические методы борьбы с помехами обычно требуют знания о характеристиках помехи и системы, что позволяет более эффективно настраивать параметры и алгоритмы для минимизации влияния помехи и обеспечения надежной работы системы.

Оптимизация фильтров также играет важную роль в борьбе с помехами в системах автоматики и телемеханики. Настройка фильтров зависит от конкретных требований и характеристик системы. Фильтры используются для подавления различных видов помех и улучшения качества сигналов и данных.

Например, фильтр ФЛ-25/75-2М используется как одна из составляющих системы защиты от помех аппаратуры АЛСН, работающей на частоте 25/75 Гц; он ослабляет помехи на входе усилителя локомотивной сигнализации, которые создаёт тяговый ток 50 Гц во время питания рельсовых цепей переменным током.



Рисунок 2 – Фильтр ФЛ-25/75-2М

Общий процесс настройки фильтров включает в себя:

1. Определение типа помех и частотных характеристик: сначала необходимо понять, какие виды помех присутствуют в системе, и определить их частотные характеристики. Это может включать в себя шумы от электромагнитных полей, вибрации, пульсации питающего напряжения и другие.

2. Выбор типа фильтра: в зависимости от характеристик помех и требований к системе выбирается тип фильтра. Например, для подавления высокочастотных помех могут применяться фильтры нижних частот (Low-Pass Filters), а для подавления низкочастотных помех - фильтры верхних частот (High-Pass Filters).

3. Настройка параметров фильтра: это включает в себя настройку параметров фильтра, таких как частота среза, ширина полосы пропускания, порядок фильтра и другие. Эти параметры выбираются так, чтобы фильтр наилучшим образом соответствовал характеристикам помех и требованиям качества сигнала.

4. Интеграция фильтра в систему: фильтр должен быть правильно интегрирован в систему. Это включает в себя физическую установку фильтра и его подключение к соответствующим элементам системы.

5. Тестирование и отладка: после настройки и интеграции фильтра система должна быть протестирована для проверки его эффективности. Это может включать в себя анализ выходных сигналов системы с учетом включенного фильтра и оценку его способности подавлять помехи.

6. Доработка и оптимизация: в некоторых случаях могут потребоваться доработки и оптимизации параметров фильтра или его типа, чтобы достичь требуемых результатов.

Настройка фильтров требует тщательного анализа характеристик помехи и желательного сигнала. Она может значительно повысить качество работы систем автоматики и телемеханики, особенно в условиях переменных и агрессивных электромагнитных помех.

Помехи могут привести к неправильному функционированию систем сигнализации, управления движением поездов и других важных компонентов, могут вызывать ошибки в передаче и обработке данных, что приводит к задержкам и неполадкам в работе систем; необходимость постоянной диагностики и ремонта из-за помех может быть затратной и мешать нормальной эксплуатации систем.

Существуют перспективы и решения, которые могут улучшить ситуацию: разработка и внедрение более строгих стандартов электромагнитной совместимости, применение алгоритмов машинного обучения и искусственного

интеллекта (ИИ), замена аналоговых систем на цифровые, использование алгоритмов прогнозирования и мониторинга состояния оборудования.

Так, например, в современных системах кодирования рельсовых цепей при использовании автоматики типа АБТЦ-МШ для организации интервального движения по участкам, оборудованным СИРПБУ (системой интервального регулирования подвижный блок участок), используется АЛС-ЕН – система многозначной автоматической локомотивной сигнализации непрерывного типа с фазоразностной модуляцией;

Как известно, различные типы модуляции передаваемых сигналов имеют различную помехозащищенность. Из таких методов модуляции сигналов как амплитудная, частотная и фазоразностная, последняя имеет самую высокую помехозащищенность.

Переход на цифровые системы передачи данных так же резко повышает помехозащищенность каналов связи, так как дает возможность использовать помехозащищенные коды.

Одним из ярких примеров можно считать использование кода манчестер-2, который в сочетании с полосовыми фильтрами повышает помехозащищенность канала на порядок и выше.

Современное оборудование локомотива, в частности, имеет интерфейсы связи между блоками по стандартам RS485, CAN500 и Ethernet. Которые используют помехозащищенные коды.

При использовании кода M2 сигнал передается не в виде низкого и высокого уровня для передачи 0 и 1, а в виде переходов через 0. При этом переход от положительного напряжения к отрицательному считается 0 а от отрицательного к положительному за 1. Такой способ передачи сужает спектр сигнала до двух полос. Это несущая частота и удвоенная к несущей. Применение полосовых фильтров, настроенных на эти частоты позволяет кратно поднять защищенность канала передачи данных.

Таким образом, борьба с помехами в железнодорожной автоматике и телемеханике является важной составной частью обеспечения безопасности, надежности и эффективности работы железнодорожных систем.

Список использованных источников

1. Борьба с помехами в радиотехнических информационных системах // Siblec.ru URL: <https://siblec.ru/radiotekhnika-i-elektronika/radiotekhnicheskie-tsepi-i-signaly/7-borba-s-pomekhami-v-radiotekhnicheskikh-informatsionnykh-sistemakh> (дата обращения: 16.10.2023).

2. Бельхеева, Р. К. Преобразование фурье в примерах и задачах. - 5 изд. - Новосибирск: Редакционно-издательский центр НГУ, 2014. - 81 с.

3. Фильтры СВЧ (RF filters) // Radiolab.ru URL: <https://www.radiolab.ru/forcable/filters.htm> (дата обращения: 10.10.2023).

4. Вик.С. Ратушняк, М.А. Куликов, Вал.С. Ратушняк Анализ помех, возникающих в устройствах автоматики, телемеханики и связи и способы их устранения // Труды XXVI Всероссийской научно-практической конференции. - Красноярск: КрИЖТ ИрГУПС, 2022. - С. 47-51.

5. Митрохин, В. Е. Методика расчета эффективности экранирования радиоэлектронной аппаратуры при воздействии импульсных электромагнитных полей / В. Е. Митрохин, А. В. Ряполов, А. Е. Гаранин // Известия Транссиба. – 2014. – № 1(17). – С. 72-78. – EDN SAEOLH.

6. Митрохин, В. Е. Распределение волны тока молнии по протяженным металлическим сооружениям железнодорожного транспорта / В. Е. Митрохин, О. В. Гателюк, А. Е. Гаранин // Транспорт Урала. – 2010. – № 3(26). – С. 51-54. – EDN MVLHXP.

7. Гаранин, А. Е. Вероятность отказов аппаратуры автоблокировки в грозовой сезон / А. Е. Гаранин, В. Е. Митрохин // Безопасность движения поездов : Материалы 11-й Научно-практической конференции, Москва, 21–22 октября 2010 года. – Москва: Московский государственный университет путей сообщения Императора Николая II, 2010. – С. VIII-6. – EDN HWWUPK.

УДК 537.871

ГРНТИ 45.03.05

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ ВЛИЯНИЕ ТЯГОВОЙ СЕТИ НА ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ЛИНИЙ СВЯЗИ

Антонов М. С.

Аспирант ИрГУПС, г. Иркутск

Аннотация. В данной работе рассматривается влияние электромагнитных полей, в том числе и помех, на проводные системы связи от тяговой электросети в контексте железнодорожной инфраструктуры. Выполнено моделирование работоспособности воздушных линий при вынужденном режиме работы тяговой сети, а также при отсутствии нагрузки в программном обеспечении *Fazonord*. В статье представлены табличные результаты эксперимента и дано их обоснование.

Ключевые слова: *Fazonord*, тяговая сеть, линии связи, энергосистема, электромагнитное поле.

Введение

Система электроснабжения железной дороги, предназначенная для питания тяговых и нетяговых потребителей играет ключевую роль в инфраструктуре, однако, она способна оказывать мешающее воздействие на системы передачи информации и сигналов, поскольку в силовых цепях присутствуют источники гармоник на звуковых частотах, а также не исключена и относительная несимметрия гармоник тока и напряжения в линиях электроснабжения [1]. Основной целью энергетических систем является передача энергии с большой эффективностью, но с относительно низкими требованиями к чистоте синусоиды, тогда как целью цепей связи является передача как можно более чистого сигнала, а эффективность передачи мощности сигнала отходит на второй план. Поэтому из-за большой разницы в уровнях мощности маленький небаланс токов в силовой линии на звуковых частотах может в случае металлического соединения вызвать существенный шум в цепях связи, или исказить принимаемый радиосигнал [2].

Оценка электромагнитной обстановки в областях широкого использования РЭС

Массовое применение систем и устройств радиосвязи в промышленной сфере создаёт паразитные, непреднамеренные и мешающие факторы, приносящие определённые трудности в функционировании связевого и электронного оборудования. В железнодорожной отрасли высоковольтные сети способны оказывать мешающее влияние на работу радиоэлектронных средств (РЭС) и кабельных линий связи. Они снижают качество связи, создают нежелательные помехи и шумы, искажают передаваемый сигнал. Радиопомехи от контактных сетей возникают из – за множества обстоятельств, характеризующих энергетическую железнодорожную систему, например, появление градиентов напряжённости и результирующего э.д.с вследствие возникновения противоположных электромагнитных полей; особенности организации питающих систем, режимы работы тяговых сетей; влияние переменного тока высоковольтных линий на объекты инфраструктуры; природно – метеорологические катаклизмы (коронные разряды), внешнее излучение [3].

Для обнаружения точных нежелательных электромагнитных воздействий на линии связи необходимо оценить окружающий помеховый фон. По имеющимся данным, определяющим помеховые характеристики контактной и питающей высоковольтной сети на железнодорожном транспорте, весьма скудны и не могут дать полную картину количественных характеристик электромагнитных помех в различных частотных диапазонах.

В зависимости от среды распространения электромагнитные помехи, изображённые на рисунке 1, могут быть классифицированы как индуктивные и кондуктивные. Индуктивными помехами называются те, которые распространяются в виде электромагнитных полей в непроводящих средах. Кондуктивные помехи представляют собой электрические токи, которые протекают через проводящие конструкции и землю, и их характеристики измеряются в частотном диапазоне до 30 МГц [4].

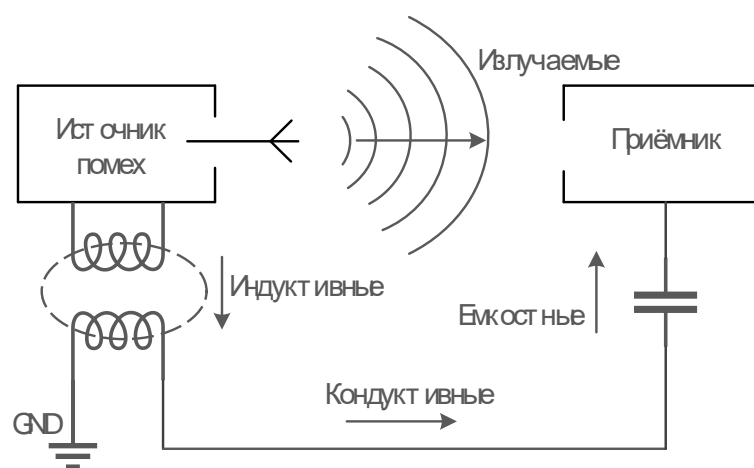


Рисунок 1 – Виды электромагнитных помех

Излучаемые помехи появляются в пространстве в виде электромагнитных волн, а емкостные передаются через емкостную связь.

Моделирование влияния контактной сети на воздушные линии связи

С помощью программного комплекса Fazonord собираем стандартный макет участка однопутной железной дороги между двумя смежными тяговыми подстанциями, электрифицированной на переменном токе 27,5 кВ, с рельсами Р-65, и расположенной параллельно ей двухпроводной воздушной линии связи [5]. Схема показана на рисунке 2.

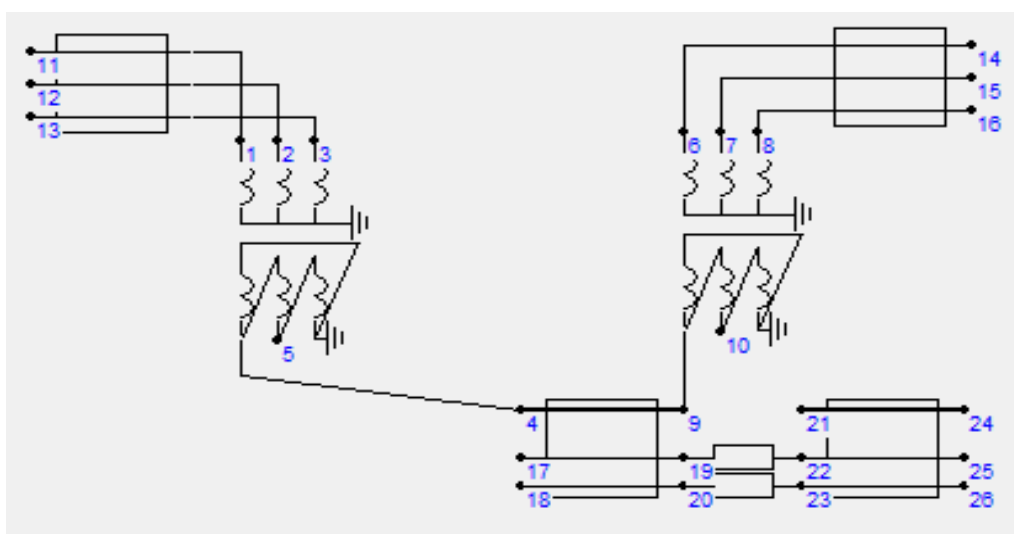


Рисунок 2 – Расчётная схема тяговой сети однопутного участка пути

Рассмотрим режим отсутствия нагрузки (поездов), при котором заземлим смежную линию, установив шунты сопротивлением 1000 Ом в узлах 25 и 26. Результаты расчёта представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Расчёт режима при отсутствии нагрузок в тяговой сети при заземлённой смежной линии

Узел	U, кВ	Узел	U, кВ	Узел	U, кВ	Узел	U, кВ	Узел	U, кВ
4	27,347	18	0,0471	21	0	24	0	-	-
9	27,603	19	0,0005	22	0,0005	25	0	5	27,249
17	0,0472	20	0,0005	23	0,0005	26	0	10	27,709

Смоделируем вынужденный режим путём добавления нагрузки – поезда, а заземление оставим. Результаты расчёта сведены в таблице 2.

Таблица 2 – Расчёт вынужденного режима в тяговой сети при заземлённой смежной линии

Узел	U, кВ	Узел	U, кВ	Узел	U, кВ	Узел	U, кВ	Узел	U, кВ
4	24,766	19	19	22	0	25	0	-	-
17	1,063	20	0,0013	23	0,0013	26	0	5	26,591
18	1,063	21	0,0013	24	0,0013	27	0	10	24,027

При отсутствии нагрузок с заземлением, наблюдаем, что напряжение, наводимое в начале этой линии (узел 17) 0,0472 кВ. Следовательно, отмечаем, что при заземлении наводимое напряжение имеет динамику снижения, и оно же будет снижаться до 0, при приближении к заземлённому концу.

Что же касается вынужденного режима, то здесь наблюдается напряжение опасного влияния в начале линии, и составляет оно примерно 1,063 кВ, которое, безусловно, превышает допустимые значения. Также можно заметить тенденцию увеличения опасного напряжения при заземлении.

Режимы с нагрузкой и без неё разительно отличаются, так как при движении поездов вся энергосистема тяговой сети значительно увеличивается из – за специфики работы тяговых потребителей, то есть локомотивов, так как они являются основными потребителями электроэнергии. Плюс ко всему дополнительное влияние на электрические объекты инфраструктуры оказывает и обратный тяговый ток, протекающий по отсасывающей линии к трансформатору тяговой подстанции [7].

Влияние электромагнитных полей на другие проводные линии связи

Оптический кабель, подвешенный на опорах высоковольтных линий электропередачи или находящийся в непосредственной близости от них и подвергающийся наведённому напряжению, подвержен электротермической

деградации. Это проявляется в разрушении защитной оболочки кабеля в результате тока, протекающего по загрязненной поверхности этой оболочки. Интересно, что наличие металлических составляющих внутри кабеля здесь не имеет значения. В результате этого процесса образуются дефекты, которые могут стать причиной попадания влаги внутрь кабеля. Такая совокупность факторов приводит к усилению давления на оболочку и увеличению затухания сигнала, что негативно сказывается на работоспособности и надежности волоконно-оптических систем [8].

Стоит упомянуть и про кабельные линии, ведь на них тоже оказывается влияние, но только магнитного поля. Это связано с тем, что силовые линии электрического поля замыкаются на металлическую оболочку кабеля и землю и не проходят в сердечник кабеля. Магнитное влияние на кабельные линии снижается за счет экранирующего действия кабельной оболочки. Кабельные линии, находящиеся в земле, и воздушные линии, испытывают гальваническое влияние [9].

Заключение

Тяговая сеть электрифицированных дорог, обладая большой электрической мощностью, оказывает нежелательное воздействие на линии связи, проходящие в непосредственной близости от железной дороги, и даже может нарушить нормальную работу линий связи. Меры профилактики описанной проблемы заключаются в отношении линий связи на большие расстояния порядка нескольких километров в целях защиты от электромагнитных полей. Но этот способ оправдан только для линий других организаций, а для железнодорожной отрасли он весьма нецелесообразен как с экономической точки зрения, так и с практической.

Список использованных источников

- 1 Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. - М.: Омега-Л, 2021. - 801 с.
- 2 Рассел, Джесси Электровозы советских и российских железных дорог / Джесси Рассел. - М.: VSD, 2021. - 911 с.
- 3 Охрана электрических сетей. - М.: Альвис, 2016. - 598 с.
- 4 Влияние электрифицированных железных дорог: официальный сайт URL: <https://studfile.net/preview/3675475/page:47/> (дата обращения 23.10.2023)
- 5 Электроснабжение электрифицированных железных дорог - нетяговые потребители электрифицированных дорог: официальный сайт URL: <https://leg.co.ua/arhiv/podstancii/elektrosnabzhenie-elektroficyrovannyh-zheleznih-dorog-4.html#> (дата обращения 23.10.2023).

6 Защита магистральных оптических линий связи от электромагнитных полей: официальный сайт URL: http://lib.tssonline.ru/articles2/in-sec/zasch_magistraln_opti4_lin_svyazi_ot_elekto-magn_poley (дата обращения 23.10.2023).

7 Влияние тяговой сети на линии электропередачи: официальный сайт URL: <https://studfile.net/preview/2891945/page:9/> (дата обращения 20.10.2023).

8 Алиев, И. И. Электротехнический справочник / И.И. Алиев. - М.: РадиоСофт, 2018. - 384 с.

9 Проблема электромагнитной совместимости: официальный сайт URL: <https://studfile.net/preview/3566702/page:2/> (дата обращения 20.10.2023).

УДК 629.1

ГРНТИ 73.29.81

БЕСПИЛОТНЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ ПОЕЗДА: БУДУЩЕЕ ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?

Еленская А.А.

преподаватель I категории, СПбГЛТУ им.С.М.Кирова «Колледж технологий лесного комплекса и садово-паркового хозяйства», г. Санкт-Петербург

Аннотация. В работе рассматриваются интеллектуальные технологии, способные автоматизировать управление подвижным составом, указаны методы искусственного интеллекта для обеспечения скоординированного движения, приведен обзор текущих достижений и разработок в области организации беспилотного движения пассажирских поездов, которые планируются к реализации в ближайшее время.

Ключевые слова: искусственный интеллект, машинное обучение, компьютерное зрение, нейронная сеть, беспилотные поезда.

Сегодня все больше областей человеческой деятельности подвергаются цифровизации. Современные информационные технологии проникают в нашу повседневную жизнь и служат двигателем прогресса и технического развития предприятий и крупных корпораций. Так, к примеру, внедрение современных роботизированных механизмов на производстве повышает качество выпускаемой продукции и уменьшает издержки, связанные с отбраковкой изделий. Подобным же образом, применение интеллектуальных технологий на железнодорожном транспорте, позволяющих автоматизировать управление подвижным составом, будет способствовать повышению качества оказываемых услуг, снизит ошибки, возникающие вследствие человеческого фактора, даст мощный толчок в развитии технических средств перевозок.

Отметим, что интеллектуальные технологии не исключают вмешательство человека в процесс управления подвижным составом. Диспетчеру-машинисту, находящемуся в специализированном центре управления, необходимо отслеживать текущее состояние поездки и в случае необходимости, при возникновении нештатной ситуации, взять управление в свои руки [1].

Автоматизированное управление невозможно без применения технологий искусственного интеллекта, основанных на построении алгоритмов распознавания образов и выделения скрытых знаний из имеющихся массивов данных. С задачами данного типа может справиться машинное обучение и нейронные сети.

Машинное обучение является одной из составляющих искусственного интеллекта, которому в настоящее время уделяется особое внимание. С помощью методов машинного обучения автоматизированные системы способны анализировать поступающую с датчиков информацию, пополнять базы данных, принимать управленческие решения, а также отправлять информацию о нештатных состояниях на пункт диспетчера для ожидания дальнейших указаний. Компьютерное зрение, как область машинного обучения, выполняет ряд задач, способных значительно облегчить деятельность по обнаружению, идентификации, распознаванию предварительно заданных или изученных объектов [2]. Алгоритмы машинного обучения неразрывно связаны с нейронными сетями. Данные, полученные в результате обработки, могут быть использованы для обучения и пополнения базы обучающих выборок, на которых производится работа нейронной сети.

Обучение нейронной сети производится на наборе известных выборок. Анализируя полученные данные, нейросеть распознает предметы и идентифицирует их, относя к определенному классу объектов. Признаки, по которым нейросеть определяет финальный объект, в некоторых случаях не поддаются интерпретации.

Перенимая мировой опыт внедрения в эксплуатацию пассажирских поездов, оснащённых автоматизированным управлением, ОАО «Российские железные дороги» планируют выпустить на регулярные рейсы скоростные электропоезда «Ласточка». Первый экспериментальный образец беспилотной «Ласточки» был представлен в 2019 году на полигоне в Щербинке [3]. Состав оснастили необходимым аппаратом, для анализа текущего состояния и предупреждения нештатных ситуаций. Головной вагон оборудовали датчиками (инфракрасные камеры, оптические камеры, лидары, ультразвуковые датчики) для считывания информации о состоянии окружающей среды и находящихся поблизости объектах; на крыше состава оптические камеры следят за

состоянием пантографа и в случае необходимости принимают решение об его отключении [1].

По состоянию на 2023 год, запуск беспилотных поездов намечен в 2024 году на Московском центральном кольце (МЦК) в Москве [3]. Кроме того, следующим шагом к развитию беспилотного транспорта в Московском метрополитене должна послужить прокладка сети LTE [4].

Следует полагать, что очередной ступенью к организации регулярной эксплуатации беспилотных железнодорожных транспортных средств может послужить строительство высокоскоростной железнодорожной магистрали, соединяющей Северную столицу с Москвой. Проект о строительстве магистрали внесен в Транспортную стратегию Российской Федерации до 2030 года, с последующим прогнозом до 2035 года [5]. Москва и Санкт-Петербург – два крупнейших мегаполиса России, которые неразрывно связаны между собой и играют важную роль в экономическом развитии страны. Применение современных технологий при строительстве и последующей эксплуатации магистрали позволит повысить конкурентоспособность железнодорожного транспорта, поднять уровень технического прогресса и значимость разработок российских инженеров на мировой арене.

Проанализировав перспективы развития пассажирского железнодорожного транспорта и передовые технические разработки, можно заключить, что в скором будущем беспилотные пассажирские поезда станут привычным средством для осуществления внутреннего туризма и перемещения граждан в рамках нашей необъятной Родины. Технологии искусственного интеллекта, их активное использование в различных областях промышленности и транспорте, позволят вывести страну на новый уровень технического развития и повысить престиж государства на международном уровне.

Список использованных источников

1. Беспилотные поезда РЖД: сайт URL: <https://bespilotnikrzd.mash.ru/> (дата обращения 27.10.2023)

2. Кудрявцев, Н. Г. Практика применения компьютерного зрения и элементов машинного обучения в учебных проектах : учебное пособие / Н. Г. Кудрявцев, И. Н. Фролов. — Горно-Алтайск : ГАГУ, 2022. — 180 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/271100> (дата обращения: 24.10.2023). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. РБК // Новости Москвы [сайт] URL: <https://www.rbc.ru/rbcfreenews/60d475cd9a794729061b4b05> (дата обращения 27.10.2023)

4. Беспилотные поезда // TADVISER Государство. Бизнес. Технологии [сайт] URL: <https://www.tadviser.ru/index.php> (дата обращения 27.10.2023)

5. Проекты // ВСМ Москва — Санкт-Петербург // АО «Скоростные магистрали» [сайт] URL: <http://www.hsrail.ru/Projects-vsm/vsmspb/> (дата обращения 27.10.2023)

УДК 656.22

ГРНТИ 73.29.61

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК В РОССИИ

Банкерова Е.И.

Преподаватель высшей категории, КрИЖТ ИрГУПС г. Красноярск

Аннотация. В статье рассматриваются проблемы в управлении железнодорожных перевозок; внедрение инноваций в управлении перевозочным процессом на железнодорожном транспорте и их проблемы; показаны новые технологии на железнодорожном транспорте, которые повышают эффективность работы железнодорожного транспорта; анализируются процессы инновационных технологий.

Ключевые слова: инновации, перевозочный процесс, надёжность, автоматизация, подвижной состав.

Железнодорожный транспорт играет большую роль в нашей стране. Он гарантирует постоянную и устойчивую деятельность промышленных предприятий и организаций, своевременную доставку ценных грузов в отдаленные районы страны. Также он является доступным видом транспорта для россиян и обеспечивает стабильную работу железных дорог во время перевозочного процесса. Перевозочный процесс - система действий и операций, которые связаны друг с другом и выполняются предприятиями железнодорожного транспорта при подготовке, завершении и в процессе перевозок грузов, пассажиров, багажа и грузобагажа.

В организации перевозочного процесса задействована работники различных специальностей: локомотивы, вагоны, МВПС, энергетические установки, железнодорожные пути и станции и т.д. Все эти специальности и направления связаны друг с другом и составляют единую систему и при малейших нарушениях влияет на перевозочный процесс и экономическое развитие страны. Именно поэтому перевозочный процесс является важнейшей частью железной дороги.

В настоящее время организация российского транспортного процесса имеет свои недостатки:

- низкокачественные железнодорожные пути во многих районах;
- устаревший подвижной состав, высокая степень износа;
- недостаточный уровень развития транспортной логистики;

Эти недостатки решаются с помощью:

Аппаратно-программного комплекса, автоматизированного управления движением поездов в условиях высокой интенсивности движения в режиме «автодиспетчер-автомашинист». С помощью этого комплекса осуществляются автоматические расчеты, используются графики движения при наличии спорных ситуаций, управляющие команды и информация об изменении графиков движения поездов и маршрутов. Работа перевозок контролируется в режиме реального времени с помощью системы позиционирования на основе спутниковой навигации, используемой в бортовых навигационных системах [1].

Главное преимущество данной системы является быстрое устранение нарушений движения в поездах, способствующее повышению безопасности в процессе перевозки. Недостатком системы является то, что она не может быть использована на всех регионах страны и не позволяет контролировать движение поездов в данный момент времени.

Цифровая система технологической радиосвязи стандарта DMR.

Данная система обеспечивает безопасность движения поездов и снижает риск возникновения чрезвычайных ситуаций [2].

Преимуществом этой системы является повышение коммуникационных возможностей поездов на более высокий уровень и внедрение новых типов подвижного состава с асинхронными тяговыми двигателями, которые ранее были несовместимы с системами поездной радиосвязи. Недостатком системы является высокая стоимость, что затрудняет распространение данной системы в другие регионы страны.

Перечисленные недостатки можно устранить с помощью внедрения следующих инноваций при перевозке:

С 2022 года ОАО «РЖД» планирует поэтапно внедрять новую технологию контроля интервалов между поездами в регионах России, что позволяет значительно увеличить пропускную и перевозочную способность существующих железнодорожных линий из-за сокращения расстояния между проходящими поездами.

Главным преимуществом технологии регулирования поездов является отсутствие светофоров, где машинист будет руководствоваться расстоянием до впереди идущего состава. Данное новшество уменьшает интервал попутного следования до двух раз, что увеличивает пропускную способность.

Недостатком является, что материалы для создания технологии имеют высокую стоимость, из-за этого распространение в другие регионы страны становится затруднительным.

Развитие цифровых сервисов и инновационных проектов позволяет внедрять новые модели пассажирских вагонов, что позволяет формировать модели пригородных перевозок, увеличивающих оборот грузовых перевозок [3]. При этом сохраняется динамика развития, обновляется инфраструктура, создаются эффективные механизмы защиты жизни и здоровья сотрудников, обеспечиваются эпидемиологическая безопасность пользователей услуг железнодорожного транспорта.

Таким образом, разработка и последующее внедрение инноваций в управление транспортными процессами является необходимой составляющей деятельности российского железнодорожного транспорта, позволяющей повысить конкурентоспособность железнодорожного транспорта в сфере транспортных услуг, эффективность и скорость доставки, надёжность и удобство перевозок.

Список используемых источников

1. Виноградов С.А, Мехедов М.И, Вакуленко С.П, Якубень А.Ю Перспективы развития ускоренных грузовых перевозок // Железнодорожный транспорт. – 2021. – № 4. – С. 10-15.

2. Обухов А.Д. Цифровые технологии в управлении эксплуатационной работой на железнодорожном транспорте // Автоматика, связь, информатика. – 2017. – № 9. – С. 4-8.

3. Железнов М.М, Карасев О.И, Белошицкий А.В, Шитов Е.А Инновационная система железнодорожного транспорта: практика ведущих компаний // Мир транспорта – 2020.

УДК 338.3.01

ГРНТИ 73.29.71

ТЕПЛОВИЗИОННОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ ФИДЕРНЫХ ТРАСС И РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ КОНТАКТНОЙ СЕТИ

Щеголева Т.В.

ст. преподаватель, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В представленной статье рассмотрен вопрос о важности диагностирования технического состояния электрооборудования. Представлен

анализ тепловизионного обследования фидерных трасс и разъединителей контактной сети. Выявлены и представлены примеры наиболее часто встречаемых дефектов.

Ключевые слова: контактная сеть, тепловизионный контроль, диагностика, дефекты, обследование.

Системы тягового электроснабжения включают в себя значительное количество оборудования, продолжительная эксплуатация которых в отсутствии надлежащего диагностирования технического состояния способна послужить выходу их из строя и большому материальному ущербу. Для осуществления более эффективного диагностирования оборудования тягового электроснабжения нужны прогрессивные методики и технические средства контроля. [1]

Ежегодно диагностирование оборудования тяговых подстанций проводит Красноярский Вагон электротехническая лаборатория (ВЭТЛ).

Главная задача диагностирования – сбор реальной информации о состоянии оборудования вместе с централизацией полученных данных. Диагностирование оборудования – это переходной процесс между ППР и ремонтом по фактическому состоянию. В ходе общего диагностирования обнаруживаются систематические отклонения. Это даёт возможность устранить факторы, которые негативно влияют на работоспособность оборудования, установить необходимость замены оборудования при выработке физического ресурса и морального устаревания. [2]

В состав ВЭТЛ включено спецоборудование, при помощи которого проводится диагностика высоковольтных выключателей, ТСН, ОПН, контуров заземлений, а также тепловизионный контроль фидерных трасс, устройств контактной сети.

Введение устройств инфракрасной техники в энергетику является одним из основных направлений развития высокоэффективной системы технической диагностики, которая гарантирует возможность контроля теплового состояния электрооборудования и электроустановок без вывода их из работы, выявления дефектов на ранней стадии их формирования, уменьшения затрат на техническое обслуживание за счет прогнозирования сроков, а также объемов ремонтных работ [3]. Тепловизионный контроль электрооборудования и воздушных линий электропередачи предусмотрен РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования».

В 2021 на Красноярской железной дороге произведено тепловизионное обследование следующих устройств контактной сети:

- 1) Фидерные трассы ЭЧЭ Кемчуг, Кача, Бугач, Красноярск-Восточный,

Зыково, Камарчага, Уяр, Камала, Филимоново, Иланская, Шарбыш, Ключи.

2) Разъединители мачтовые, фидерные, станционные, КТП, ДПР, АБ, постов секционирования, пунктов параллельного соединения.

В результате проведенного тепловизионного обследования выявлено 22 дефекта (таблица 1).

Таблица 1 – Результат тепловизионного обследования КС

ЭЧ	ЭЧК, РРУ	Выявлено дефектов	Всего выявлено дефектов
ЭЧ-3	ЭЧК-12 Минино	2	4
	ЭЧК-15 Базайха	2	
ЭЧ-4	ЭЧК-16 Красноярск-Восточный	2	13
	ЭЧК-18 Уяр	1	
	ЭЧК-19 Заозерная	2	
	ЭЧК-20 Солянка	5	
	РРУ ПС Солянка ППС Бошняково	1 1	
ЭЧ-5	ЭЧК-23 Ингашская	3	5
	РРУ ПС Дагодаево	2	
ВСЕГО	10		22

Характерные примеры часто встречаемых дефектов представлены на рисунках 1-4.

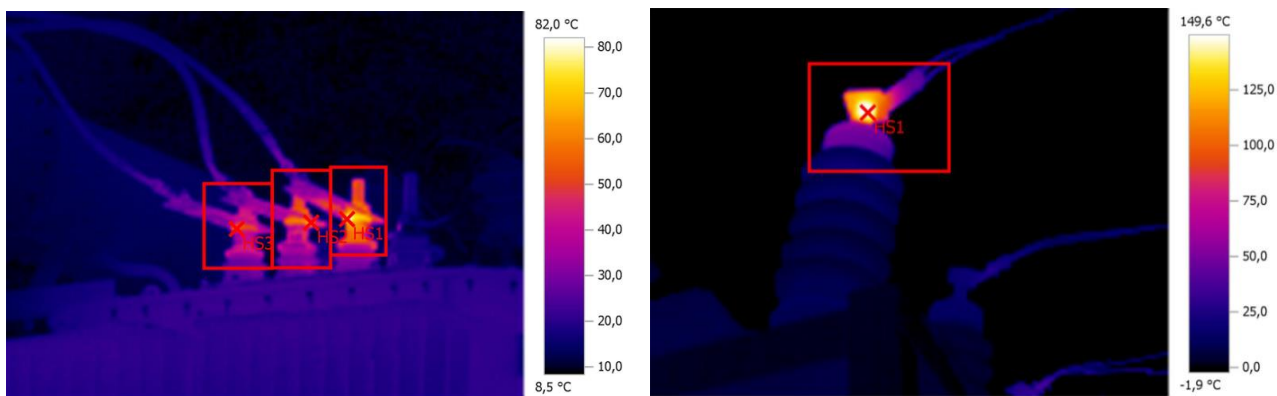


Рисунок 1 – Дефект болтовых контактных соединений

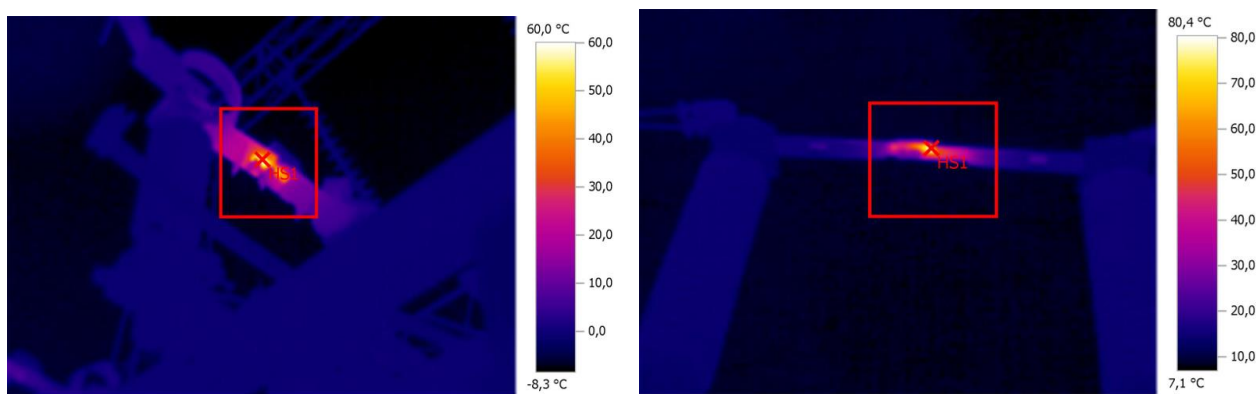


Рисунок 2 – Дефект контактов (разъединители, рубильники, предохранители)

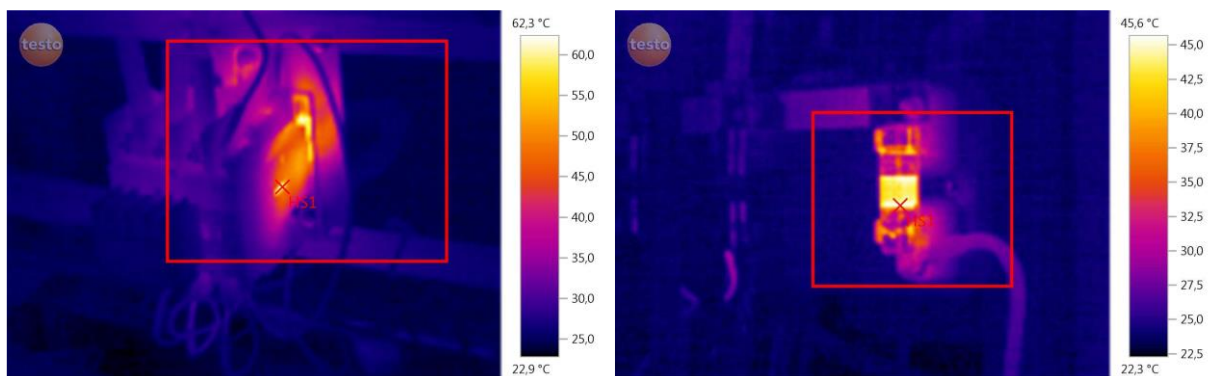


Рисунок 3 – Дефект внутренних контактных соединений

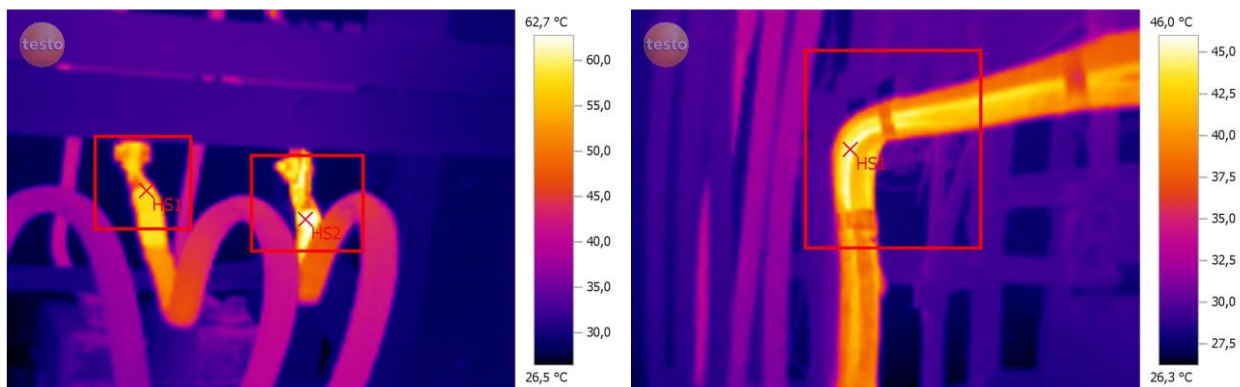


Рисунок 4 – Дефект опрессовки кабеля, нагрев кабеля

Тепловизионный контроль является диагностикой раннего обнаружения, применение которой после проведения ремонтных работ или при осмотре дежурным персоналом может снизить количество аварий.

В виду снабжения дистанций электроснабжений тепловизионными камерами при организации работы по тепловизионному контролю следует обратить внимание на требование в части периодичности обследования оборудования, которая в большинстве случаев составляет 1 раз в 2 года. [4]

Необходимо ежегодно составлять план по ТК. Проведение полного обследования всего оборудования за один выезд не получится, часть оборудования находится в резерве или не имеет минимальной для проведения замера нагрузки в 30% от номинала. В связи с вышеизложенным часть оборудования может оставаться из года в год без тепловизионной диагностики.

Необходимо формировать ежегодный план проведения ТК исходя из нескольких поездок в год со сменой схемы работы оборудования и контролем нагрузок на диагностированном оборудовании.

Список использованных источников

1. Степанов А. Д.: Управление тепловизионным мониторингом в системах тягового электроснабжения: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук : 05.13.01 / Иркут. гос. ун-т путей сообщения. Иркутск, 2006. 19 с.

2. Щёголева Т.В., Пушмина А.Н., Рубцов К.Д. Анализ тепловизионной диагностики состояния узлов контактной сети // Молодая наука Сибири. 2022. № 2(16). С. 130-136.

3. Основные положения методики инфракрасного контроля электрооборудования и ВЛ: руководящий документ утвержден и введен в действие РАО «ЕЭС России» 01.06.2000 (ред. от 01.01.2021). 136 с.

4. Распоряжение 1587р Правила содержания тяговых подстанций, трансформаторных подстанций и линейных устройств системы тягового электроснабжения: утв. распоряжением ОАО "РЖД" от 5 августа 2016 г. № 1587р: в ред. распоряжений ОАО "РЖД" от 05.06.2018 N 1142/р, 14.04.2020 N 838/р / Открытое акционерное общество "Российские железные дороги". - Москва: ОАО "РЖД", 2020. 334 с.

5. Иванов Д.К., Погодаев М.О. Анализ использования усиливающих и экранирующих проводов в системе тягового электроснабжения красноярской железной дороги// Молодежная наука. Труды XXIV Всероссийской студенческой научно-практической конференции. КриЖТ ИрГУПС, Красноярск2020. С. 57-61.

УДК 656.2

ГРНТИ 73.29.01

СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ

Шаипова Э.Р.

Преподаватель спец. дисциплин, филиал СамГУПС в г. Пензе, г. Пенза

Анотация. В статье рассматривается обеспечение безопасности движения поездов на железных дорогах как ключевой аспект их эксплуатации. Автор подчеркивает важность технических мероприятий, систематического контроля состояния оборудования и регулярного технического обслуживания для поддержания безопасности. Также рассматривается концепция гетерогенной производительности системы, которая помогает понять, как функционирует инфраструктура железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: Эксплуатация, железные дороги, параметры технического обслуживания, технические отказы.

Обеспечение безопасности движения поездов – важное условие работы железных дорог. Здесь используются различные технические меры, такие как обслуживание и ремонт оборудования, диагностика и контроль состояния технических средств, улучшение конструкций. Сейчас важно совершенствовать

технические компоненты для повышения безопасности. Еще одним фактором, который нужно учитывать при обслуживании оборудования, является его сложность и количество компонентов. Также важно понимать характеристики и принципы железнодорожного транспорта, так как он отличается от других систем перевозок. Безопасность движения поездов зависит от своевременного информирования и реагирования на неисправности. Анализ безопасности позволяет определить фактический уровень безопасности и разработать подходящие меры. Важные параметры в анализе включают статистические данные, риски аварий и экономического ущерба, а также время безопасного движения и эффективность ремонтных работ.

Виды опасного движения

Характеристики внешней среды зоны эксплуатации объекта.

На основе полученных данных разрабатывается план анализа и обработки, составляется отчет. Сама процедура анализа, проводимого с целью создания систем обеспечения безопасности движения поездов, состоит из нескольких этапов: установление области анализа и границ исследования, наблюдение за проведением анализа выявления нестабильных условий проведение точечного анализа нестабильных условий, определение опасных условий движения поездов, проведение точечного анализа опасных условий движения, перечисление существенных факторов, действующих в момент возникновения опасного состояния, установление видов и характеристик потерь, возникающих на объекте от воздействия поражающих факторов, анализ потерь от воздействия поражающих факторов, выполнение расчетов риска возникновения конкретных потерь, документирование обработанных данных, проверка результатов

Методы повышения безопасности транспортных процессов

Технический подход к повышению безопасности железнодорожного транспорта базируется на трех принципах: снижение вероятности опасных технических отказов и человеческого фактора, снижение типов технических отказов и ошибок персонала, снижение коэффициента соотношения технических отказов и ошибок персонала.

Для соблюдения каждого из перечисленных принципов используются определенные методы. В частности, для обеспечения безопасности движения поездов в процессе эксплуатации регулярно проводится мониторинг технической инфраструктуры и проверка запаса прочности элементной инфраструктуры. Для увеличения прочностного потенциала используются как средства повышения механической прочности, так и электрозащиты оборудования. Следует отметить, что на эксплуатационную долговечность конструкций и элементов большое влияние оказывают процессы проектирования и изготовления на заводе-изготовителе, где происходит выбор

материалов. Принцип повышения безопасности за счет увеличения коэффициента безотказности можно свести к двум основным направлениям: обнаружение опасных неисправностей. Технический подход в обеспечении безопасности движения поездов за счет устранения средств устранения неисправностей зависит от степени автоматизации. Примером неавтоматизированного подхода может служить ситуация, когда работник при профилактическом осмотре обнаруживает повреждение рельса и запрещает проезд по определенному участку пути. И наоборот, тот же самый рельс может быть заблокирован автоматикой, если местная инфраструктура обеспечивает рельсовую цепь средствами контроля.

Деятельность человека как элемент системы безопасности

Снижение частоты человеческих ошибок не менее важно, чем минимизация технических отказов. Во многих случаях сбои в системе безопасности движения поездов вызваны взаимодействием факторов, когда человеческая ошибка приводит к техническим повреждениям. К механическим отказам приводит и халатность ремонтников. Работа по снижению человеческого фактора ведется в соответствии с физиологическими, психологическими и медицинскими критериями. На этапе развития человеческих ресурсов организуются процессы, направленные не только на формирование необходимой базы знаний, но и на развитие практических навыков и компетенций, повышающих эффективность трудовой деятельности. Особое внимание уделяется психофизиологическим качествам сотрудников. Ограждение железнодорожных переездов для производства работ

.Работы на переездах являются регулярными путевыми работами и требуют планомерной организации специального режима работы на объекте. На момент проведения работ как переезды, так и станции должны быть оборудованы средствами технической остановки поездов и сигнальными устройствами, подающими сигнал о необходимости снижения скорости. Ограждения должны устанавливаться независимо от того, планируется ли прибытие поезда или нет.

Параметры установки защитных ограждений, в частности, расстояние от места производства работ, определяются режимом понижения и скорости движения, действующим на конкретном переезде. Например, требования по обеспечению безопасности движения поездов на участках со скоростью до 80 км/ч определяют, что ограждения с сигнальными устройствами должны устанавливаться на расстоянии примерно 800-1000 м. Если же допустимая скорость достигает 160 км/ч, то расстояние, которое необходимо оградить, составляет 2150 м.

Большое значение для определения способа установки ограждения имеют также параметры самой рабочей площадки. Требования по обеспечению

безопасности движения поездов при производстве путевых работ на участках длиной более 200 м предусматривают установку красных сигналов на расстоянии 50 м от рабочей границы с обеих сторон переезда. Во время проведения работ за сигналами должен следить руководитель работ.

Разрешение на производство работ в местах расположения станционных путей выдается дежурным по станции или работниками, выполняющими функции по отправлению и приему поездов на данном участке пути. При обнаружении препятствия на станции линейный или дорожный мастер обязан немедленно оцепить участок предупредительным сигналом.

Затем в журнале осмотра должна быть сделана запись о закрытии движения или введении ограничения скорости в местах обнаружения препятствия. В ситуациях, когда станционный путь ограждается из-за препятствия, движение на данном участке пути прекращается. С этого момента должны быть приняты меры по предотвращению попадания поездов в зону препятствия и проведены путевые работы для обеспечения безопасности движения поездов. Время работы и параметры для закрытия участка устанавливает начальник станции. В зависимости от ситуации он может согласовывать свои действия с линейным диспетчером, электромехаником или старшим механиком, отвечающим за сигнализацию, централизацию и блокировку линии. В любом случае, в зависимости от результатов проведенных работ, вид, время и место проведения работ по закрытию участка заносятся в журнал осмотра.

Микропроцессорные системы безопасности.

Это современный подход к организации управления железнодорожным транспортом, использующий многоканальный подход для снижения опасных поломок. Принцип микропроцессорного контроля заключается в обнаружении опасных элементов инфраструктуры в ходе комплексного сравнения сигналов от ряда контрольных точек мониторинга. Входная информация о параметрах работы функциональных блоков обрабатывается не отдельно в рамках конкретной функции, а с учетом соседних элементов системы.

Кроме того, микропроцессорные устройства обеспечения безопасности движения поездов в процессе эксплуатации сопоставляются с промежуточными массивами данных, собирающими статистику по различным показателям. Таким образом, реализуются элементы машинного обучения, повышающие эффективность раннего обнаружения технических и эксплуатационных узлов, которые могут выйти из строя в ближайшее время. Недостатками микропроцессорных многоканальных систем безопасности являются высокая стоимость технической реализации и жесткие требования к квалификации операторского персонала.

Внедрение интеллектуального видеонаблюдения

Системы видеонаблюдения сегодня активно внедряются в железнодорожную инфраструктуру и становятся одним из основных элементов комплексного обеспечения безопасности. Среди основных задач интеллектуальных систем видеонаблюдения заслуживает внимания визуальный контроль целевых участков и объектов. В ходе мониторинга фиксируются изменения в рабочей обстановке, которые могут быть использованы для создания предпосылок к опасным сбоям. Кроме того, в современных системах обеспечения безопасности движения поездов используется высокотехнологичное видеооборудование, которое явно превосходит предыдущие системы подобного рода как по функциональным возможностям, так и по дизайну. Во-первых, вся инфраструктура с камерами, мониторами, хранилищами и базами преобразования данных построена на основе цифровых коммуникаций. Во-вторых, интеллектуальный аспект оборудования координируется наличием так называемой видеоаналитики, которая с помощью специального программного обеспечения и систем графической обработки видеоданных позволяет фиксировать нештатные ситуации без участия оператора. Функция видеоаналитики теперь органично интегрирована в общую программу обеспечения безопасности движения поездов и позволяет решать следующие задачи: обнаружение сторонних объектов по датчикам движения, отслеживание объектов с нескольких позиций камер с помощью специальных алгоритмов обработки видеопотока, маркировка объектов по заранее заданным признакам размера и формы, идентификация и распознавание объектов, прогнозирование поведения наблюдаемого объекта

Методы снижения потерь при авариях

Минимизация ущерба при авариях и сходах поездов достигается за счет снижения степени воздействия факторов аварии. К универсальным методам такого рода относятся меры, направленные на компенсацию инерционных сил грузов и пассажиров при столкновении. Технически это требует использования искусственных средств гашения инерционных сил, которые обеспечиваются конструктивными элементами конструкции транспортного средства.

Вывод

Технические и организационные концепции безопасности движения на железных дорогах постоянно совершенствуются по мере улучшения динамических характеристик транспортных средств. В России наиболее серьезной проблемой в этой области является содержание переездов как элемента общей железнодорожной инфраструктуры. Как отмечают специалисты ОАО "РЖД", крупнейшей железнодорожной компании России, безопасность движения поездов в значительной степени зависит и от дисциплины машинистов. Для предотвращения угрозы столкновений на переездах компания

ежегодно реализует комплексные мероприятия по совершенствованию предупредительных и оградительных систем.

Список используемых источников:

1. Воронова, Н. И. Локомотивные устройства безопасности. Учебник для студентов учреждений сред. проф. образования / Н.Е. Разинкин, Г.Б. Сарафанов. – М. : Академия, 2013. – 208 с. – URL : [https://academia-moscow.ru/ftp_share/_books/fragments/fragment_21546.pdf]

2. Эксплуатационные основы автоматики и телемеханики Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Вл.В. Сапожников. М. Маршрут, 2006 – URL : [<https://djvu.online/file/gxZXirt4hmZdC>]

3. Кузнецов, К. В. Локомотивные приборы безопасности [Электронный ресурс]: учебное иллюстрированное пособие для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта / К. В. Кузнецов, А. А. Дайлидко. – URL : [<https://umczdt.ru/books/1200/2468/>]

4. Плюгина. – М.: ФГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте». – URL : [https://www.rgups.ru/site/assets/files/97208/metod_tehnicheskay_expluataciy_podvignogo_sostava_jeleznih_dorog_mdk0101_temi1.6_elektrovozi_tihoretsk_2015.pdf]

УДК 656.259

ГРНТИ 50.09.23

ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ: ОБЗОР И ПЕРСПЕКТИВЫ

Зайцев Е.Д.

Преподаватель, КриЖТ ИрГУПС г. Красноярск

***Аннотация.** Статья рассматривает различные системы МПЦ, включая IZS-750, Ebilos, SSI и SIMIS, и анализирует их основные характеристики, преимущества и области применения. Особое внимание уделяется эффективности и безопасности, которые достигаются благодаря использованию МПЦ, а также возможности дистанционного управления и мониторинга железнодорожной сети. Раскрыты преимущества микропроцессорной централизации по сравнению с релейной централизацией. Также описаны функциональные возможности микропроцессорной централизации.*

Ключевые слова: микропроцессорная система, микропроцессорная централизация, электронная вычислительная машина (ЭВМ), микроЭВМ, релейная централизация.

Микропроцессорные информационно-управляющие системы (МПЦ) представляют собой современные технологические решения для управления железнодорожным движением. Они заменяют устаревшие релейные централизации и предлагают множество преимуществ в области надежности, безопасности и экономической эффективности.

Первая МПЦ IZS-750 была разработана шведской фирмой L.M. Ericsson и введена в эксплуатацию на станции Гётеборг в 1978 году. Позднее были созданы другие системы, такие как Ebiloc 850, Ebiloc 950 и IZSD 770, разработанные скандинавскими компаниями. Эти системы работают на основе двух программ с различным использованием ресурсов и одним каналом. Они периодически проходят тестирование и функционируют по системным циклам продолжительностью в секунду [1].

Для повышения безопасности и надежности, на некоторых станциях применяется избыточность в виде двойного резервирования аппаратных средств управления. Это означает использование горячего и холодного резервных компьютеров, которые активируются при отказе основного компьютера. Таким образом, информация на горячем резерве отображается так же, как и на основном компьютере.

В 1985 году компания GEC/GB вводит в эксплуатацию микропроцессорную централизацию SSI на станции Лимингстон Спа в Британии. Эта система основана на одной программе и множестве каналов, функционирующих по циклам продолжительностью 0,85 секунды. Она также обладает средствами контроля и разрешает изменения в системе при отказах.

Фирмы SEL, Siemens и AEG в 1983 году разработали и опробовали микропроцессорные системы. Эти системы имеют несколько процессоров и общее адресное пространство для всех процессоров. Они состоят из трех уровней выполнения различных функций. МикроЭВМ третьего уровня отвечают за управление напольными устройствами, микроЭВМ второго уровня выполняют проверку маршрутов и сигналов, а микроЭВМ первого уровня управляют и контролируют данные.

Одной из известных систем является SIMIS, разработанная фирмой Siemens. Она работает на базе двух абсолютно одинаковых вычислительных каналов с аппаратным сравнением. Система использует различные методы создания и проверки правильности программного обеспечения для снижения количества ошибок. Также, SIMIS включает три канала на безопасных схемах, что повышает

готовность системы к эксплуатации и обеспечивает резервное копирование функций.

Данные три системы являются многопроцессорными компьютерными системами с несколькими процессорами и одним адресным пространством, видимом для всех процессоров. Эти системы состоят из трёх уровней, выполняющих разные функции. Управлением напольными устройствами, такими как стрелки и светофоры, занимаются микроЭВМ третьего (нижнего) уровня. Проверку зависимостей маршрутов и сигналов, замыкание, размыкание и построение маршрутов выполняют районные микроЭВМ, которые также называются микроЭВМ второго (среднего) уровня. Районными микроЭВМ называются потому, что одну отдельную микроЭВМ данного уровня обслуживает специальный район станции. Управление и контроль данных осуществляет микроЭВМ первого (верхнего) уровня.

Микропроцессорная система фирмы Siemens взяла название SIMIS. В этой системе работают два абсолютно одинаковых вычислительных канала, которые синхронны и синфазны. Также данная система имеет аппаратное сравнение. Уменьшение числа ошибок программного обеспечения (ПО) осуществляется за счёт всесторонних методов создания и проверки правильности написания программы. Потомком системы микропроцессорной централизации данной фирмы на безопасных схемах с тремя каналами, это даёт возможность увеличить готовность системы к эксплуатации.

Микропроцессорная централизация EIA построена на основании вышеописанной системы и в 1988 году начала эксплуатироваться на станции Дибург. Данная система разработана фирмой AEG. В микропроцессорной централизации этой фирмы микроЭВМ, которые используются с целью обработки информации, разработаны на основании LOGISIRE C – многофункциональная, с безопасными отказами микропроцессорная система. Конструкция данной системы: два одинаковых вычислительных канала с одинаковым программным обеспечением, которые работают самостоятельно, без взаимозависимостей. Устройство контроля и отключения со специальной операционной системой предоставляет безопасность работы системы [2].

При релейной централизации нереально осуществить увязку источников получения информации, таких как какой-либо объект СЦБ или подвижной состав, с автоматизированными рабочими местами без добавления каких-либо других настроек. В то время, как в микропроцессорной централизации легко происходит увязка с компьютерными, информационными и управляющими системами более высокого уровня.

Использование МПЦ в железнодорожном транспорте позволяет повысить эффективность и безопасность передвижения поездов. Они способны

обрабатывать большой объем информации и быстро принимать решения, что минимизирует вероятность ошибок и повышает точность управления.

Кроме того, МПЦ обладают возможностью дистанционного управления и мониторинга железнодорожной сети. Операторы могут контролировать состояние и перемещение поездов со специальных рабочих мест, что улучшает оперативность реагирования на изменения в ситуации и позволяет более эффективно использовать ресурсы.

В целом, использование МПЦ в железнодорожной отрасли имеет множество преимуществ. Они повышают безопасность и эффективность, улучшают управляемость и контроль над железнодорожным движением. Такие системы продолжают развиваться и совершенствоваться, чтобы адаптироваться к изменяющимся требованиям и технологиям [2,3].

Список использованной литературы

1. Обзор принципов построения существующих микропроцессорных систем электрической централизации <http://www.transportbasis.ru/baits-67-1.html>
2. Учебник. Микропроцессорные системы централизации. Авторы: Сапожников В.В. , Кононов В.А. , Куренков С.А. , Лыков А.А. , Наседкин О.А. , Никитин А.Б. , Прокофьев А.А. , Трясов М.С.
3. Микропроцессорная система управления на железнодорожном транспорте <http://www.transportbasis.ru/bait-62.html>

УДК 537.315.6

ГРНТИ 73.01.05

АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ ВИРТУАЛЬНОЙ СЦЕПКИ

Бронникова Н.В.

*Аспирант, 2.9.3 Подвижной состав железных дорог, тяга поездов и электрификация
ИрГУПС, г. Иркутск*

Аннотация. Актуальной задачей является повышение пропускной способности железнодорожных линий. На железных дорогах постоянно проводятся мероприятия по увеличению пропускной и провозной способности наиболее загруженных участков. Те меры, которые направлены на повышение пропускной способности, делятся на два основных типа: реконструктивные и организационно-технические.

Реконструктивные включают в себя строительство дополнительных железнодорожных путей, реконструкцию привокзальных путей и систем электроснабжения железных дорог.

Организационно-технические мероприятия включают мероприятия по устранению инфраструктурных ограничений за счет совершенствования существующих объектов и более эффективного их использования. В частности, технология интервального регулирования по системе «виртуальная сцепка».

Ключевые слова: виртуальная сцепка, режим, нагрузка, напряжение.

«Виртуальная сцепка» — это режим, при котором поезда физически не сцеплены посредством автоматической сцепки. Поезда находятся на одинаковом расстоянии друг от друга. Новая технология организации транспортного процесса впервые была использована на дороге в 2020 году. Активное использование виртуальной сцепки на Забайкальской железной дороге началось в 2021 году, когда было организовано движение 1871 пары поездов.

Принцип работы технологии виртуальной сцепки заключается в установлении связи между локомотивами двух и более поездов по специальному радиоканалу. В результате происходит непрерывный обмен данными – местонахождение поезда, скорость, текущий режим работы локомотива и другая информация. Следующий локомотив обрабатывает данные, полученные от ведущего локомотива и с учетом профиля пути выбирает оптимальный режим работы.

Технология виртуальной сцепки позволяет сократить интервал попутного следования грузовых поездов до 4–6 минут. Это даёт возможность увеличить пропускную способность участков дорог. [2].

Проведем расчет пропускной способности, для участка Размахнино-Шилка, с помощью программы КА_PN комплекса КОРТЭС [3].

На рисунке 1 представлен профиль пути исследуемого участка. Его протяженность составляет 50,7 км.

По данным Забайкальской железной дороги минимальный межпоездной интервал в режиме виртуальной сцепки, на исследуемом участке Размахнино-Шилка, составляет 8 минут [1], ограничении по скорости 70 км/ч в четном и нечетном направлении.

Согласно определению виртуальной сцепки, минимальный интервал составляет 4-6 минут. Поэтому произведем расчет основных характеристик по графику движения поездов, где интервал между поездами с интеллектуальной система автоматизированного вождения поездов составляет 6 минут. Расчет произведем для грузовых и пассажирских поездов, при пакете 6000+6000+1100+6000 четном направлении и 2500+4500+1100+4500 в нечётном направлении при существующей контактной подвеске ПБСМ95+МФ100 на четном и нечетном путях

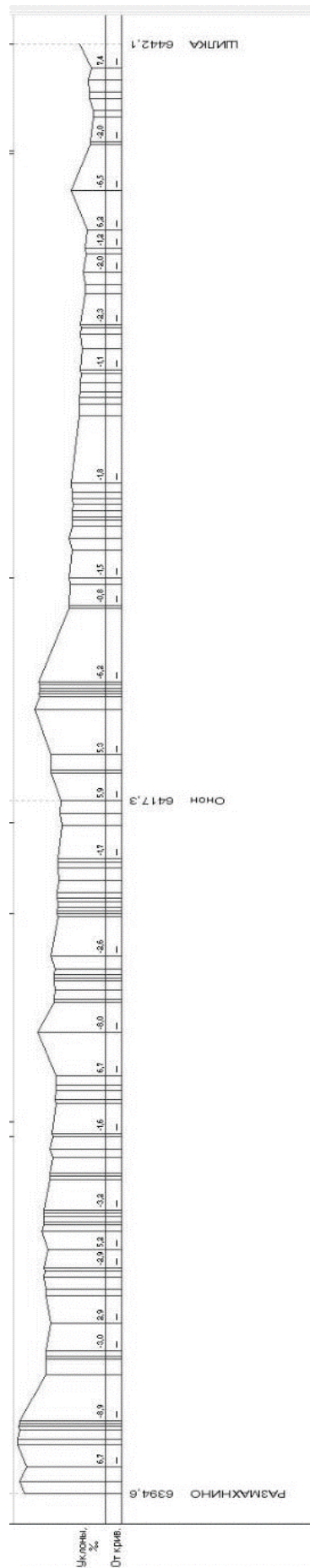


Рисунок 1 – Продольный профиль расчетного участка

Таблица 1 – Основные характеристики рабочего режима участка в четном и нечетном направлениях при интервале 6 минут

Время расчета, мин	Начало 0, продолжительность 1440; шаг 1,0	
Расход энергии W_a , кВт·ч W_q , квар·ч	310249 210532	
Потери в тяговой сети, кВт	8087 (2,6%)	
Ограничивающий коэффициент нагрузки трансформаторов	0,22 (доп. 1,0 средн.)	
Напряжения, кВ	минимальное	20,76
	среднее за 3 минуты	22,45
Ограничение температуры, °С	в контактной сети	60 (доп.95 °С 20 мин)
	на отсасывающей линии	62(доп.90 °С 20мин)

По данным таблицы можно утверждать, что пропуск поездов по системе ИСАВП-РТ может осуществляться при существующей контактной подвеске и интервале движения 6 минут.

Проведем расчет для минимального интервала в 4 минуты, используя те же исходные данные, что и для интервала в 6 минут. В результате расчета в программе КОРТЭС, при заданных массах осуществление пропуска поездов в режиме виртуальной сцепки не представляется возможным. Потому что потери напряжения в контактной сети очень велики.

Продолжая исследования было выявлено, что пропуск поездов с межпоездным интервалом в 4 минуты возможен при пакете 2500+2500+1100 т в нечетном направлении и 5500+5500+1100 т в четном направлении, при контактной подвеске ПБСМ95+МФ100. Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Основные характеристики рабочего режима участка в четном и нечетном направлениях при интервале 4 минуты

Время расчета, мин	Начало 0, продолжительность 1440; шаг 1,0	
Расход энергии W_a , кВт·ч W_q , квар·ч	238553 180142	
Потери в тяговой сети, кВт	7395 (3,1%)	
Ограничивающий коэффициент нагрузки трансформаторов	0,63 (доп. 1,3 60 мин)	
Напряжения, кВ	минимальное	21,02
	среднее за 3 минуты	22,55
Ограничение температуры, °С	в контактной сети	64 (доп.95 °С 20 мин)
	на отсасывающей линии	71(доп.90 °С 20мин)

Результаты, приведенные в таблицах 1-2, действительны только для графиков движения и масс поездов, представленных для исследования. Для изменения графиков движения, увеличения масс поездов, которые можно пропускать в режиме «виртуальной сцепки» и увеличения надежности устройств контактной сети, возможно производство замену устройств контактной сети.

Для наглядного сравнения результатов в программе КОРТЭС, были смоделированы графики движения поездов исходя из существующих режимных карт для исследуемого участка. Результаты расчета представлены в таблице ниже.

Таблица 3 – Сравнительная таблица результатов расчета СТЭ для подвески ПБСМ-95+МФ-100 при разных режимах пропуска поездов

Режим		Пропуск поездов в режиме «виртуальной сцепки»	Пропуск тяжеловесных поездов
Масса поезда	Нечетное направление	2500/2500/1100	4500/4500/4500
	Четное направление	5500/5500/110	6300/7100/6300
Значение интервала, мин		4	8
Расход энергии W_a , кВт·ч		238553	310390
W_d , квар·ч		180142	218058
Потери в тяговой сети, кВт		7395 (3,1%)	9102 (2,9%)
Ограничивающий коэффициент нагрузки трансформаторов		0,63	0,68
Напряжения, кВ	минимальное	21,02	18,87
	среднее за 3 минуты	22,55	21,48
Ограничение температуры, °С	в контактной сети	64 (доп.95°С 20 мин)	66 (доп.95 °С 20 мин)
	На отсасывающей линии	71 (доп.90°С 20мин)	72 (доп.95 °С 20 мин)

При анализе двух режимов прохождения поездов на участке Размахнино-Шилка установлено, что режим «виртуальная сцепка» позволяет перевезти больше груза (увеличение на 1,5%), чем при пропуске тяжеловесных поездов, и затрачивает на это меньше энергии. Можно сделать вывод, что использование виртуально сцепленных поездов предпочтительнее соединенных, так как их применение снижает потери в тяговой сети и напряжение на токоприемниках становится существенно выше, что наглядно видно из результатов, представленных в табл. 4.

Кроме увеличения грузооборота, применение ВСЦ позволит обеспечить более устойчивую работу контактной сети и высокое качество токосъема, а также повышение экономической эффективности.

Список использованных источников

1. Приказ № ЗАБ-106 от 29 апреля 2022 «Об утверждении допустимых межпоездных интервалов по устройствам энергоснабжения Забайкальской железной дороги». – 14 с.
2. Бушуев С.В. Повышение пропускной способности участка железной дороги с применением технологии виртуальной сцепки/ Бушуев С.В., Гундырев К.В.,Голончалов Н.С.// Системы управления на транспорте – 2021 - DOI: 10.20295/2412-9186-2021-7-1-7-20
3. Тимухина Е. Н., Кощеев А. А. Использование имитационного моделирования для определения оптимальных параметров и элементов транспортной системы // Интеграция образовательной, научной и воспитательной деятельности в организациях общего и профессионального образования : Материалы IX Международной научно-практической конференции. – 2017. – С. 222–224

СЕКЦИЯ

«ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ»

УДК 656.222.6

ГРНТИ 73.29.61

ВЛИЯНИЕ ВНЕДРЕНИЯ ИНТЕРВАЛЬНОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ НА ЭЛЕМЕНТЫ ИНФРАСТРУКТУРЫ ВОСТОЧНОГО ПОЛИГОНА

Поморцев В.А.

ассистент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Мамаев А.В.

электромонтер оперативно-выездной бригады, ПАО «Россети Сибирь», г. Красноярск

Аннотация. В статье приведена характеристика технологии «Виртуальная автосцепка», ее достоинства и недостатки. Проанализирована организация движения поездов при внедрении технологии «Виртуальная автосцепка» на предмет «увязки» с действующей эксплуатационной обстановкой и сделаны соответствующие выводы.

Ключевые слова: виртуальная автосцепка, масса поездов, эксплуатационная обстановка.

На протяжении последнего десятилетия в условиях нарастания «узких мест» в пропускной способности инфраструктуры одним из ключевых направлений повышения эффективности перевозочного процесса являлось увеличение массы грузовых поездов [1]. Сегодня, на Восточном полигоне ОАО «РЖД» активно обновляется парк электровозов переменного тока на перспективные ЗЭС5К с поосным регулированием силы тяги и независимым возбуждением тяговых двигателей (ЗЭС5Кн/в). При тяге поездов электровозами ЗЭС5Кн/в достигается возможность увеличения провозной способности Транссибирской магистрали на Восточном полигоне с критической нормой массы до 7100 тонн. Дальнейшее увеличение массы состава ограничивается рядом объективных проблем: сложный профиль пути, тяговыми параметрами электровозов и элементов инфраструктуры, нагрузка на ось подвижного состава, реальная поездная обстановка и другие. Совокупность этих и других ограничений для увеличения провозной способности требует поиск инновационных технологических и научно-технических способов и методов с целью реализации выполнения плановых показателей достигаемого объема перевозок железнодорожной

отрасли. Исходя из этого современные реалии экономического развития Российской Федерации, а также сложившиеся рыночные отношения со странами Азиатско-Тихоокеанского региона требуют от железнодорожной отрасли решение не только проблем увеличения провозной, но и пропускной способности линий [2].

На сегодняшний день, известны несколько основных технологических решений направленные на увеличение пропускной способности линии, применяемые в ОАО «РЖД»: формирование соединенных поездов и их пропуск по участкам, в том числе во время проведения ремонтно-путевых работ, уменьшение межпоездных интервалов времени, увеличение тяговых плеч обслуживания локомотивами и локомотивными бригадами. Наряду с озвученными мероприятиями, повышающие пропускную способность, начиная с 2019 года на Восточном полигоне началось внедрение технологии Виртуальная сцепка (ВСЦ).

Виртуальная сцепка – это инновационная технология, внедрение которой позволяет сократить интервалы межпоездного времени и соответственно увеличить пропускную способность линий. Организация движения по технологии ВСЦ предполагает последовательное следование поездов с минимальным удалением друг от друга, в том числе на межстанционных зонах. При этом межпоездной интервал в попутном направлении составит 5-7 мин. в отличие от действующих – 10-15 мин. Расстояние между поездами задаётся не только свободными блок-участками, но и в автоматическом режиме поддерживается бортовой электронной системой автоведения. При этом ведение второго («ведомого») поезда осуществляется с учетом информации, получаемой с первого («ведущего») поезда. Для расчета режима ведения ведомого поезда используется информация о скорости и показаниях локомотивного светофора ведущего поезда [3, 4]. В перспективе, как заявляют представители ОАО «РЖД» и разработчики ВСЦ (АО «НИИАС» и ООО «АВП Технология»), технология позволит соединять 5 и более поездов следующих в попутном направлении. На рисунке 1 представлена технологическая схема организации движения поездов по технологии ВСЦ [5].

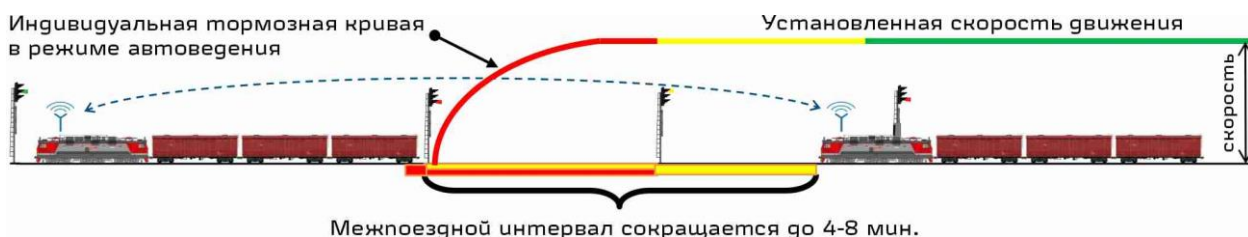


Рисунок 1 – Схема движения поездов по технологии ВСЦ

Настоящая технология прошла апробацию и подконтрольные испытания с отладкой действующих систем на полигонах Забайкальской и Дальневосточной железных дорог.

Анализ рассматриваемой технологии, при всех явных преимуществах, позволяет сделать выводы о нерешенных вопросах в реальных условиях эксплуатации:

1 На сегодняшний день не регламентированы процессы при возникновении нестандартных ситуаций (остановка на перегоне с лимитирующим подъемом, срабатывание ГВ РЗ при прохождении поездом нейтральной вставки, сбой АЛСН и т.д.). Кроме того, пристальное внимание стоит уделить процессу взаимодействия элементов инфраструктуры и тягового подвижного состава (система «контактная сеть-электровоз»).

2 Темпы развития железнодорожной инфраструктуры не позволяют повсеместно ввести в эксплуатацию технологию.

3 Риск возникновения разрывов межпоездных интервалов при следовании поездов на перевальных участках пути. В момент времени, когда ведущий поезд уже находится на спуске, а ведомый еще на подъеме.

Не очевидным и одним из основных факторов остается вопрос энергоснабжения. Вопрос «ребром» встает на максимально удаленных участках межподстанционных зон, в особенности с «тяжелыми» профилями и предельными массами поездов.

Список использованных источников

1. Орленко, А. И. Комплексная диагностика тягового электродвигателя электровоза / А. И. Орленко, М. Н. Петров, О. А. Терегулов. – Красноярск : ООО "Поликом", 2016. – 218 с. – ISBN 978-5-903293-42-1. – EDN ZAWOCL.

2. Поморцев, В. А. Оценка сдерживающих эксплуатационных факторов при развитии тяжеловесного движения на Восточном полигоне / В. А. Поморцев, А. И. Орленко, Е. М. Лыткина // Вестник транспорта Поволжья. – 2022. – № 1(91). – С. 60-65. – EDN JMADQS.

3. Плетнёв, С. «Виртуальная сцепка» на Восточном полигоне / С. Плетнёв // Гудок. – URL: <https://gudok.ru/content/freighttrans/1527631/>

4. Дружин, С. В. Эффективность применения технологии «виртуальная сцепка» в границах Восточного полигона / С. В. Дружин, М. И. Коновалова // Образование - Наука - Производство : Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, Чита, 24 декабря 2020 года. – Чита: Забайкальский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего

профессионального образования "Иркутский университет путей сообщения", 2020. – С. 223-228. – EDN UXCGJO.

5. Технология «Виртуальная сцепка» // ООО «АВП Технология» : [официальный сайт]/ – URL: <https://avpt.ru/products/dlya-gruzovykh-lokomotivov/virtualnaya-stsepka/>

УДК 656.212.6/.9

ГРНТИ 73.29.51

НЕОБХОДИМОСТЬ РАЗВИТИЯ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕВОЗКИ, В УСЛОВИЯХ РОСТА КОНТЕЙНЕРОПОТОКА НА ВОСТОЧНОМ НАПРАВЛЕНИИ

Оленцевич В.А.

канд. техн. наук., доцент, ИрГУПС, г. Иркутск

Куличкова И.Е.

магистрант, ИрГУПС, г. Иркутск

Крылач А.И.

магистрант, ИрГУПС, г. Иркутск

Аннотация. В статье авторами изложены ключевые аспекты контейнеризации на Восточном полигоне железных дорог. Отмечено, что именно тиражирование современных, эффективных способов и средств организации перевозочного процесса на Восточном полигоне дает возможность к приросту пропускной и провозной способностей инфраструктурного комплекса, для ускоренного пропуска востребованных у отправителей контейнерных грузов. Представлены некоторые организационные решения, направленные на повышение уровня контейнеризации.

Ключевые слова: Восточный полигон железных дорог, инфраструктурный комплекс, контейнерные перевозки, транспортная логистика.

Согласно прогнозам российских экспертов в ближайшее десятилетие крупнейшими партнёрами Российской Федерации будут выступать Китай, Турция, Индия, Объединённые Арабские Эмираты. Уже сегодня грузооборот в Индию вырос в 2,5 раза, с Арабскими Эмиратами имеет прирост более чем в 5 раз, что говорит о значительном российском экспортном потенциале. Данная экономическая и политическая ситуации в значительной мере позволят нарастить потенциал и ОАО «Российские железные дороги» (далее – ОАО «РЖД») в приросте экспорта отечественной продукции. По итогам работы отрасли за девять месяцев текущего года суммарная величина международных

грузоперевозок составила более 410 млн тонн, в т.ч. объем экспортных грузов – 325 млн тонн [1-3].

Уход большинства компаний и предприятий из недружественных государств с рынка Российской Федерации, способствовал расширенному поиску отечественными импортёрами кардинально новых партнёров в дружественных юрисдикциях. В условиях эффективного функционирования китайского производственного комплекса, присутствия фактора глубоких перспектив его дальнейшего успешного развития, расширения сектора кооперации Россия – Китайская народная республика, в различных сферах деятельности и производства, именно Китай был и останется нашим главным торговым партнером. При условии эффективного использования инфраструктурного железнодорожного комплекса организуется перевозочный процесс обширной номенклатура грузов из Китая. Данная линейка остается уже долгое время стабильной, т.е. способствует приросту величины импорта при условии прежней стабильной номенклатуры грузов [3-5].

Согласно статистическим данным ОАО «РЖД», за первое полугодие 2023 года инфраструктурным комплексом железнодорожного транспорта из Китая перевезено более 12 млн тонн импортных грузов, что составляет плюс 43% к показателю грузооборота аналогичного периода прошлого года. Ведущий сегмент поставок грузов из КНР в Российскую Федерацию приходится на контейнерные перевозки. С января по август 2023 года более 84%, а это в среднем 10 млн тонн, импортных грузов из Китая ввезено именно в контейнерах. Данные перевозки имеют прирост чуть менее чем на 50%. В 20-футовом эквиваленте данный объём составил 1,1 млн ДФЭ, что на 64% больше уровня прошлого года [3-6].

Номенклатура импортируемых грузов, перевозимых в контейнерах в последние годы не перетерпела значительных изменений. Ранее в нашу страну чаще всего транспортировали товары народного потребления, продукцию агропромышленного комплекса, сырьё для косметической отрасли, технику и электронику, с прошлого года к контейнерным перевозкам добавились автозапчасти и им сопутствующие компоненты, бытовая техника и промышленное оборудование [7].

Согласно данным экспертов дорожного центра транспортного-фирменного обслуживания, в качестве основных потребителей железнодорожной транспортной логистики из КНР можно выделить производителей автотранспортных средств и сопутствующих им товаров, электроники и бытовой техники, производственного оборудования и комплектующих, бытовой химии и стройматериалов, металлических изделий, обуви, текстильной и полиграфической продукции. С 2023 года отмечен значительный прирост

объемов импортных перевозок по товарам: смолы, пластик, каучук, товары повседневного спроса, автотранспортных средств и запчастей. Грузопотоки данной категории грузов выросли кратно. Так, за три квартала 2022 года доля перевозок автотранспортных средств, прицепов, полуприцепов запасных частей к автомобилям и их комплектующих, в структуре китайского импорта осталась неизменной к уровню аналогичного периода 2021 года, а за те же три квартала 2023 года прирост составил уже более 5% [4, 7, 8].

В перспективах сотрудничества, продолжить прирост суммарного объема торговли к 2025 году до 210 млрд долларов. Наши китайские соседи ставят своей главной задачей обеспечить прирост объемов экспортных грузов по следующим категориям: мебель, игрушки, текстиль, одежда и обувь, продукция агропромышленного сектора. В планах нашей страны увеличение размеров поставки товаров энергетического, агропродовольственного и промышленного сектора: нефть, газ, зерновые и растительные масла, корма, рыба, металлы, летательные аппараты и турбореактивные двигатели. В таблице 1 представлен объем внешней торговли России с Китаем.

Таблица 1 – Объем внешней торговли России с Китаем, млрд долларов

Показатель	Период					
	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Импорт	49,1	53,8	55,2	55,8	72,9	83,9
Экспорт	39,1	55,3	57,1	57,7	66,9	81,5
Товарооборот	87,3	106,2	112,3	114,2	141,2	163,8

Китайские предприниматели и далее планируют занимать лидирующие позиции российского рынка потребительских товаров. С 2022 года явный прирост отмечен по транспортировке грузов с использованием рефрижераторных контейнеров, импортируемых из Китая. В составе грузопотока преобладает следующая номенклатура грузов: рыба и морепродукты, мясная и молочная продукция, овощи, фрукты, БАДы, ветеринарные препараты, бытовая химия, лекарственные препараты и прочие товары. Это привело к необходимости развития новых сервисов и сопутствующих услуг – создание «РЖД Логистика» сервиса по перевозке импортной фармацевтической продукции «ФармЭкспресс».

Из КНР импортные грузопотоки чаще всего предусматривают сухопутные или интермодальные маршруты. Немаловажное значение в транспортной логистике играет слаженная работа морских портов Дальнего Востока Российской Федерации. Так, за первое полугодие 2023 года через порты ввезено свыше 60% от общего объема импортного грузопотока ОАО «РЖД». Также большой объем импортных перевозок из Китая осуществляются через порты Северо-Запада России и порт Новороссийск в Азово-Черноморском бассейне. В

качестве сухопутных железнодорожных пограничных переходов значительный объем работы приходится на пограничные терминалы между Россией и Китаем: Забайкальск, Пограничный, Махалино, Нижнеленинское, а прочие пункты, расположенные на границе с ближайшими соседствующими странами [8, 9].

Дальнейший рост международных перевозок обусловлен реализацией важнейших инфраструктурных проектов: Восточного полигона, подходов к портам Азово-Черноморского бассейна и коридора Север – Юг. Прогнозируется, что к 2030 году перевозки по Восточному полигону железных дорог достигнут 210 млн тонн. Уже очевидны итоги работы в 2023 году – около 175 млн тонн. На Азово-Черноморском направлении к 2030 году планируется объем грузопотока более 150 млн тонн, коридор Север – Юг – до 20 млн тонн [10].

Тиражирование современных и эффективных способов организации перевозочного процесса на Восточном полигоне железных дорог, апробированных на примере работы других железных дорог, предоставляет возможность для обеспечения прироста пропускной и провозной способностей инфраструктурного комплекса на данном стратегическом для экономики страны направлении. Так, в текущем году на Восточном полигоне реализовано на 5% больше сдвоенных контейнерных поездов. Сегодня для обеспечения целевых показателей в сфере грузовых перевозок в существующем графике предусмотрено пять ниток для пропуска соединенных составов с контейнерами.

С целью увеличения перевозок контейнеров в графике движения поездов на 2024 год, на инфраструктурном комплексе где это возможно осуществить, запланирован переход на стандартную длину контейнерного поезда величиной в 71 условный вагон [7, 11, 12]. Планы контейнеризации до 2030 года предусматривают отправки контейнеров с лесными грузами два раза в месяц с 2024 года, при дальнейшей их регулярности до четырех поездов в месяц.

Сегодня транспортный рынок железнодорожных перевозок является по-настоящему высококонкурентной сферой, особенно в восточном направлении. Достаточно предусмотрительной была политика ОАО «РЖД», начатая несколько лет назад по реконструкции инфраструктурного комплекса Транссиба и БАМа. Это позволит к 2025 году обеспечить в два раза увеличение пропускной способности восточного направления и обеспечит резкий толчок для развития экономики нашей страны на десятилетия.

Список использованных источников

1. Динец Д.А., Никитин А.А. Финансовые аспекты функционирования современного рынка нефти // Геоэкономика энергетики. 2022. Т. 17. № 1. С. 47-60.

2. Динец Д.А., Прокопьев П.С. О перспективах развития ссагпз: что дальше? // Геоэкономика энергетики. 2022. Т. 20. № 4. С. 95-106
3. Меркулов А.С., Иванова В.С. Анализ проблем инвестирования в Восточный полигон и пути их решения // Молодая наука Сибири. 2022. № 2 (16). С. 426-435.
4. Динец Д.А., Меркулов А.С. Риски транзита Восточного транспортного коридора // Экономика железных дорог. 2021. № 2. С. 66-77.
5. Булохова Т.А., Оленцевич В.А. Ключевые аспекты финансирования программ развития инфраструктурного комплекса ЕАЭС // Постсоветский материк. 2022. № 2 (34). С. 42-52.
6. Оленцевич В.А. Перспективы Байкало-Амурской магистрали, как «угольной магистрали» ОАО «РЖД» // В сборнике: Внешнеторговая деятельность: новые правила в условиях неопределенности и рисков. Сборник докладов Международной научно-практической конференции. Под редакцией З.С. Рудневой. Хабаровск, 2023. С. 43-47.
7. Российские железные дороги : официальный сайт URL: <http://www.rzd.ru> (дата обращения 14.09.2023)
8. Каимов Е.В., Оленцевич В.А., Максимова Р.В. Проблемы нехватки пропускных и перерабатывающих способностей объектов инфраструктурного комплекса железнодорожного транспорта // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2023"). Сборник статей Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2023. С. 69-72.
9. Власова Н.В., Оленцевич В.А. Цифровизация, как основное стратегическое направление для достижения устойчивой конкурентной позиции ОАО "РЖД" на транспортном рынке // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2023. № 1 (77). С. 127-135.
10. Иванова Е.О., Файзрахманова Е.В. Повышение эффективности работы склада на основе внедрения WMS // В сборнике: Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 8-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 4-х томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2023. С. 165-169.
11. О стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.06.2008 г. № 877-р. URL: <http://government.ru/docs/all/64817/> (Дата обращения 08.06.2022).
12. Об утверждении Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.09.2018 г. № 2101-р. URL: <http://government.ru/docs/34297/> (Дата обращения 12.06.2022).

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ УСКОРЕННЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПОЕЗДОВ**Оленцевич В.А.***канд. техн. наук, доцент, ИрГУПС, г. Иркутск***Новикова Н.А.***магистрант, ИрГУПС, г. Иркутск*

Аннотация. Актуальность представленной научной статьи обусловлена тем, что объемы железнодорожных контейнерных перевозок в России в последние годы значительно выросли. Особое внимание руководства ОАО «РЖД» в рамках оптимизации работы Восточного полигона железных дорог уделяется контейнеризации. Объем железнодорожных перевозок контейнеров в 2018 г. составлял 4,5 млн ДФЭ, в 2022 г. данный показатель вырос до 6,5 млн ДФЭ. Целью работы является анализ тенденций развития ускоренных контейнерных поездов, рассмотрение перспектив их развития.

Ключевые слова: железнодорожные контейнерные перевозки, Восточный полигон железных дорог, уровень клиентоориентированности, ускоренные контейнерные поезда, пропускная и провозная способности.

Контейнер служит основной универсальной транспортной единицей, в связи с чем железнодорожные контейнерные перевозки обеспечивают оптимальный способ доставки, в случае, когда необходимо произвести доставку груза на максимальное расстояние.

При этом, достаточно значительный временной период в перевозочном процесс затрачивается на комплекс технологических операций, не связанных с непосредственным передвижением груза. Данный комплекс включает: операции по формированию и переформированию грузовых составов, сортировочные операции, время ожидания отправления [1, 2].

Существенным недостатком железнодорожных контейнерных перевозок является сложноструктурированный процесс организации перемещения грузов небольшими объемами, что оказывает негативное влияние на отношения ОАО «Российские железные дороги» (далее – ОАО «РЖД») с мелкими владельцами грузов, снижает уровень клиентонаправленности отрасли [3].

С целью реализации эффективной конкурентной политики на транспортном рынке грузовых перевозок ОАО «РЖД» планирует свою деятельность заблаговременно, формирует целевые показатели из расчета колебания грузопотока, реализует программы по изменению инфраструктурного комплекса в зависимости от его грузонапряженности на перспективу. С целью оптимизации работы в Холдинге разработаны и успешно реализуются две основные

программы стратегического развития отрасли на период до 2025 и до 2030 годов. Среди значительного объема поставленных стратегических задач возможно выделить следующие основные:

- повышение уровня привлекательности железнодорожного транспортного комплекса;
- реализацию проектов скоростных и высокоскоростных грузовых перевозок;
- достижение высокой степени эффективности, безопасности и качества организации и управления перевозочным процессом;
- наращивание уровня пропускной и провозной способностей участков железнодорожных линий [1-4].

В рамках успешной реализации данных направлений особая роль отведена инфраструктурному комплексу Байкало-Амурской магистрали, Транссибу и вопросам контейнеризации [5, 6].

По сети ОАО «РЖД» наращивание объемов контейнерных перевозок наблюдается с каждым годом. В течении первого полугодия текущего года контейнеропоток вырос на 13%. Объем перевозок грузов с использованием контейнеров представлен в таблице 1 [1, 7].

Таблица 1 – Объем перевозок грузов с использованием контейнеров, млн ДФЭ

Вид сообщения	Период		
	2018	2020	2022
Внутреннее	1,9	2,3	2,6
Экспорт	1,1	1,5	1,5
Импорт	0,9	1,3	1,6
Транзит	0,6	0,8	0,8
Итого	4,5	5,8	6,5

Одним из средств достижения поставленных целей ОАО «РЖД» служит внедрение в перевозочный процесс контейнерных поездов ускоренного сообщения. Сегодня именно применение технологии работы ускоренными контейнерными поездами является наиболее эффективным направлением железнодорожной отправки груза по сравнению с перевозкой в крытых вагонах или полувагонах [8, 9]. Основное преимущество от повагонной отправки, применения организации ускоренных грузовых поездов заключается в исключении из транспортного процесса дополнительных сортировочных операций с грузом на железнодорожных станциях участка, что способствует

сокращению времени продвижения груза от грузоотправителя до грузополучателя.

Контейнерный состав формируется на станции отправления и без изменения геометрических параметров следует до станции назначения, имея на всем пути следования только несколько остановок для производства технологических операций. Подобная технология значительно сокращает время на доставку груза, расположенного в контейнере. В рисунке 1 представлены основные преимущества ускоренной контейнерной доставки для грузоотправителей [10].

СКОРОСТЬ	СТОИМОСТЬ	БЕЗОПАСНОСТЬ	РЕГУЛЯРНОСТЬ	ЧЁТКОЕ РАСПИСАНИЕ	УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ
<ul style="list-style-type: none"> • Благодаря отсутствию сортировок груз преодолевает большие расстояния за относительно короткое время 	<ul style="list-style-type: none"> • В зависимости от маршрута стоимость отправки груза в ускоренном поезде может оказаться ниже стоимости доставки автомобильным транспортом или повагонной отправки, при этом незначительно уступая автомобильному транспорту по времени доставки 	<ul style="list-style-type: none"> • При отправлениях в контейнерах по ЖД риски повреждения и кражи груза минимальные 	<ul style="list-style-type: none"> • В зависимости от маршрута ускоренные поезда могут отправляться ежедневно, несколько раз в неделю и раз в несколько недель. Удобно при организации регулярных отправок 	<ul style="list-style-type: none"> • Ускоренные поезда отправляются со станции отправления и прибывают на станции назначения по расписанию. • В некоторых случаях ускоренные поезда отправляются по факту заполнения мест («по накоплению»), но даже при таких отправлениях примерно известны даты отправки и прибытия. • При повагонных отправлениях возможно долгое хранение груза на станции отправления в ожидании комплекта. Нет четкого понимания, когда контейнер придет на станцию назначения 	<ul style="list-style-type: none"> • В обычных контейнерах возможно перевозить практически все виды грузов

Рисунок 1 – Преимущества ускоренной контейнерной доставки груза

Благодаря перечисленным преимуществам ускоренные контейнерные поезда всё больше вызывают интерес грузоотправителей и становятся выгодной альтернативой автомобильному транспорту и повагонным отправкам. Маршрутная скорость движения контейнерного поездов составляет 1051 км/сутки. На основании собранного материала составлена диаграмма соотношения скорости контейнерных поездов и ускоренных контейнерных поездов в период с 2018 по 2022 гг., рисунок 2.

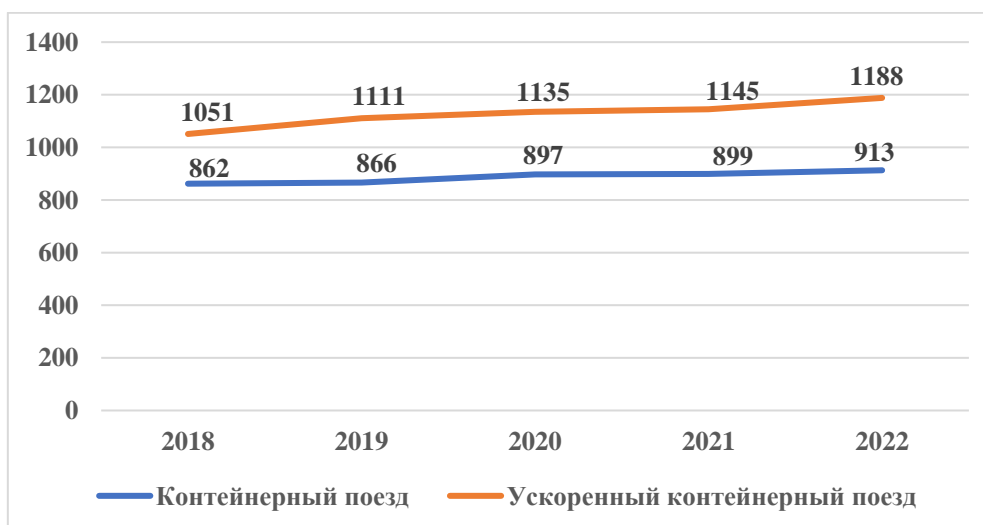


Рисунок 2 – Сопоставление скорости контейнерных поездов

Основным международным направлением движения является прямые поезда Пекин – Москва, данный маршрут по способу доставки контейнеров самый быстрый. При использовании морского пути, контейнер из Юго-Восточной Азии будет следовать более двух месяцев, а при использовании ускоренного поезда, при перевозке от двери до двери до 25 дней [1, 11]. Руководством ОАО «РЖД» предложено выделить ускоренные контейнерные перевозки в отдельный вид движения, как наиболее перспективное направление, способствующее дальнейшему повышению конкурентных преимуществ отрасли и росту финансового результата.

Список использованных источников

1. Российские железные дороги : официальный сайт URL: <http://www.rzd.ru> (дата обращения 14.09.2023)

2. О стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года : распоряжение Правительства Российской Федерации от 17.06.2008 г. № 877-р. URL: <http://government.ru/docs/all/64817/> (Дата обращения 08.06.2022).

3. Об утверждении Комплексного плана модернизации и расширения магистральной инфраструктуры на период до 2024 года: распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.09.2018 г. № 2101-р. URL: <http://government.ru/docs/34297/> (Дата обращения 12.06.2022).

4. Каимов Е.В., Оленцевич В.А., Максимова Р.В. Проблемы нехватки пропускных и перерабатывающих способностей объектов инфраструктурного комплекса железнодорожного транспорта // В сборнике: Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2023"). Сборник статей Международной научно-практической конференции. Воронеж, 2023. С. 69-72.

5. Гозбенко В.Е., Белоголов Ю.И., Оленцевич В.А. Анализ уровня надежности и устойчивости организационно-технических систем перевозочного процесса железнодорожного транспорта // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2018. № 1 (57). С. 147-156.

6. Olentsevich V.A., Olentsevich A.A., Konyukhov V.Y., Lysenko D.A. Efficiency of implementation of interval traffic regulation by the "virtual coupling" system on the section of the railway line in the framework of the "digital railway" project // В сборнике: Journal of Physics: Conference Series. 2020 International Conference on Information Technology in Business and Industry, ITBI 2020. BRISTOL, ENGLAND, 2020. С. 012106.

7. Бондарь С.Г. Контейнерный прорыв: новый тренд в контейнерных перевозках // Тренды экономического развития транспортного комплекса России: форсайт, прогнозы и стратегии : сборник статей по материалам

национальной научнопрактической конференции. Москва : Институт экономики и финансов Российского университета транспорта (МИИТ) ООО «Научно-издательский центр Инфра-М», 2021. С. 56–59.

8. «Гудок», 1000-й ускоренный контейнерный поезд отправился по маршруту Брест – Забайкальск // 2019. – 15 нояб.

9. Затолокина М.Ю., Русинов И.А. Тенденции и перспективы развития ускоренных контейнерных поездов в доставке грузов до конечного получателя / М. Ю. Затолокина, // Транспортное дело России. – 2017. – № 5. – С. 91-92.

10. Наумов Б.А. Ускоренные контейнерные поезда – инновация железнодорожного транспорта // Успехи современной науки. – 2016. – Т. 2, № 7. – С. 19-21.

11. Покровская О.Д., Самуйлов В.М. Международная логистика Транссибирской . магистрали: использование транзитного потенциала России // Инновационный транспорт. – 2016. – № 3(21). – С. 3-7.

УДК65-656.222.6:519.872.8

ГРНТИ

**ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ПУНКТОВ ПКО и ПКБ
В ГРАНИЦАХ ПОЛИГОНА С ОПРЕДЕЛЕНИЕМ ОПТИМАЛЬНОГО ИХ КОЛИЧЕСТВА**

Смоловская Е.А.

студент, ФГБОУ ВО «ИрГУПС», г. Иркутск

Маловецкая Е.В.

канд. техн. наук, доцент ФГБОУ ВО «ИрГУПС», г. Иркутск

Аннотация. В статье рассмотрено эффективное управление пунктами коммерческого осмотра и контроля безопасности, которые значимы для обеспечения бесперебойной работы и безопасности железнодорожной системы. В статье речь идет об оптимизации количества и размещения ПКО осмотра и ПКБ в границах полигона. Рассмотрены технические и технологические критерии станции Ачинск I размещения пункта коммерческого осмотра и пунктов контроля безопасности. Проведен анализ действующих пунктов и предложены методы для более эффективной работы станции.

Ключевые слова: ПКО, ПКБ, коммерческий осмотр, безопасность движения, грузовые перевозки.

Методика размещения пунктов коммерческого осмотра вагонов в поездах и коммерческих постов безопасности с расчетным обоснованием для

формирования схемы размещения пунктов коммерческого осмотра вагонов в поездах постов коммерческой безопасности на инфраструктуре ОАО "РЖД" создана в целях обеспечения сохранности и безопасности грузовых перевозок [3].

Для более подробного анализа оптимизации количества и размещения пунктов коммерческого осмотра и пунктов контроля безопасности в границах полигона следует отметить следующие аспекты:

1. Оценка требований.

Начать анализ следует с конкретных требований и задач определенного полигона. Важно учитывать такие факторы, как объем перевозимого груза, характер проверяемого оборудования и связанные с этим потенциальные риски.

Данная оценка послужит основой для определения оптимального количества и размещения точек проверки и контроля безопасности. В основном размещение ПКО или ПКБ производится на станциях размещения пунктов технического осмотра, а также имеющих горочные устройства, профилированную вытяжку или где осуществляется технологическая работа толчками. Размещение ПКД производится, как правило, на станциях смены локомотива или локомотивной бригады.

2. Анализ транспортных потоков.

Следует провести комплексный анализ структуры транспортных потоков на территории полигона. Определить области с высокой концентрацией поездопотоков и потенциальные узкие места. Этот анализ поможет определить наиболее подходящие места для проверки и контроля безопасности, чтобы минимизировать сбои и максимизировать эффективность.

3. Оценка рисков.

Важно оценить потенциальные риски, связанные с деятельностью на полигоне. Учитывать такие факторы, как отказы оборудования, человеческий фактор и т.д. Данная оценка будет определять размещение точек контроля безопасности для обеспечения эффективного снижения рисков.

4. Оптимальное размещение

На основе анализа транспортных потоков и оценки рисков нужно определить ключевые области, где следует установить пункты коммерческого осмотра и пункты контроля безопасности. Определение потребности и приоритета организации и размещения ПКО, ПКБ на станциях сети железных дорог реализуется на основании расчета и сравнительного анализа балльных критериев. Данные критерии подразделяются на две группы: технические и технологические. Из их расчета можно сделать вывод о том, какие именно места будут подходящими для размещения пунктов коммерческого осмотра и пунктов контроля безопасности.

5. Усовершенствование технологий.

Для лучшего результата процессов проверки и контроля безопасности нужно использовать новейшие технологии. Внедрять автоматизированные системы, такие как сенсорные сети и камеры наблюдения, чтобы упростить проверки и обеспечить непрерывный мониторинг протоколов безопасности. Интеграция технологий может повысить точность, уменьшить человеческие ошибки и ускорить общие процедуры проверки и контроля.

Расчет балльной оценки целесообразности размещения ПКО, ПКБ и ПКД для станции Ачинск 1.

Станция Ачинск I является участковой станцией 1 класса с комбинированным расположением парков, с комбинированным расположением главных путей: нечетная горловина (рисунок 1) и четная горловина (рисунок 2).

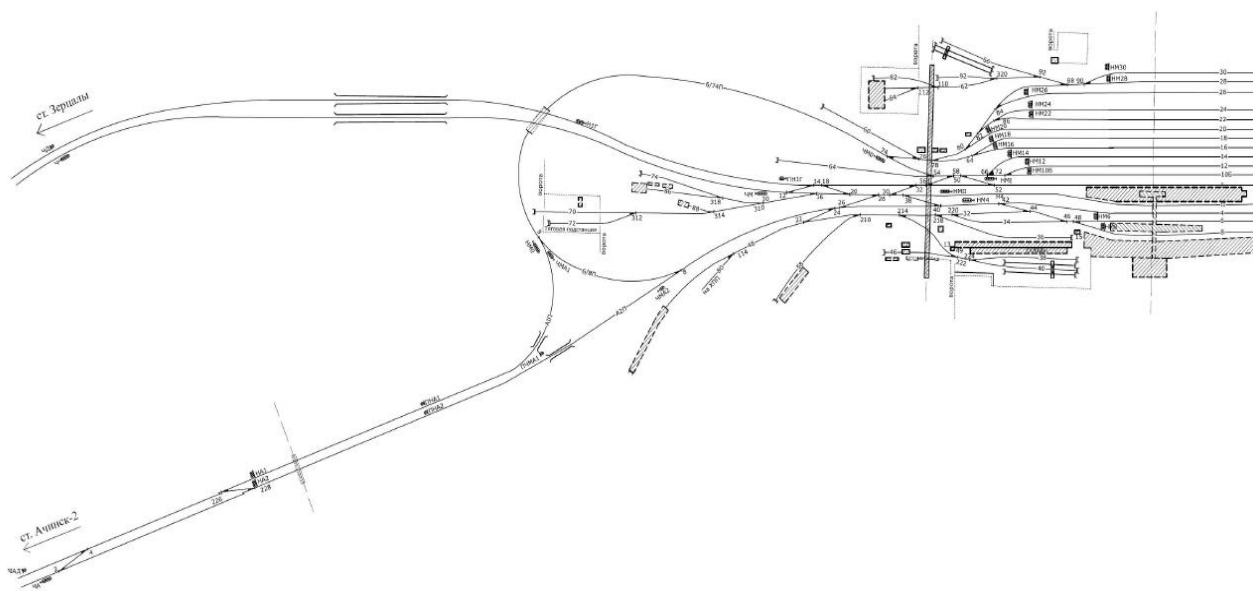


Рисунок 1 – Нечетная горловина станции Ачинск I

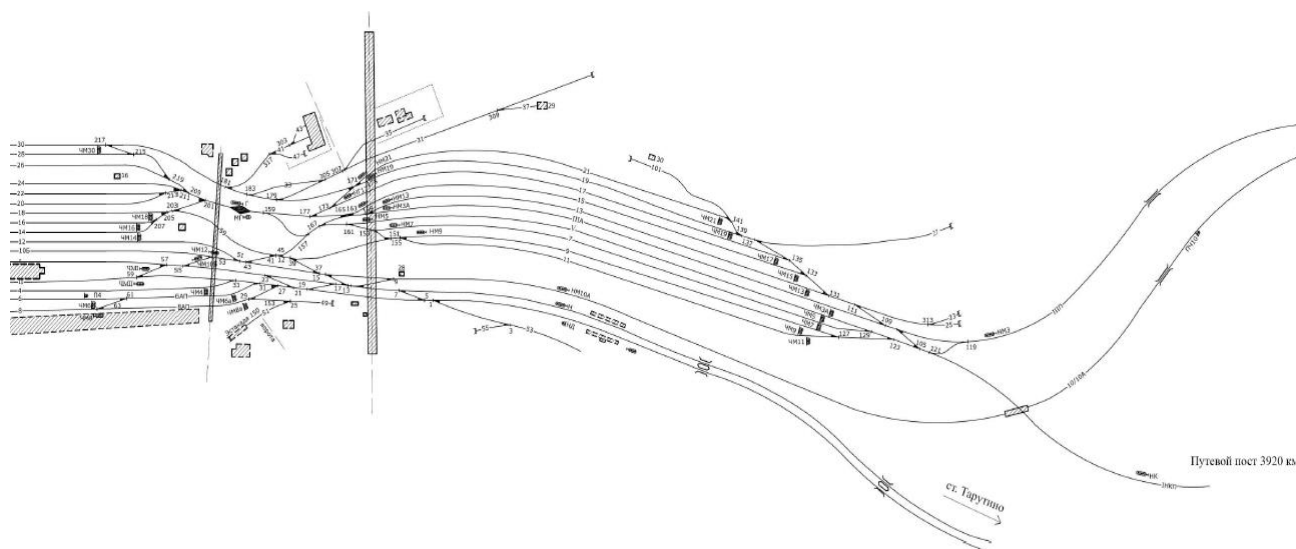


Рисунок 2 – Четная горловина станции Ачинск I

Данная станция работает на 4 направления: Ачинск I - Ачинск 3, Ачинск I - Ачинск II, Ачинск I - Тимонино, Ачинск I – Тарутино[2].

Расчет начнем с технических характеристик, в которые входят:

1. Наличие существующего пункта ПТО на станции.

На станции Ачинск I функционирует ПТО, поэтому присваивается 100 баллов: $Tk1=100$ баллов.

2. Наличие существующего пункта ПКО (ПКБ, ПКД)

На станции Ачинск I функционирует ПКО, поэтому присваивается 100 баллов: $Tk2=100$ баллов.

3. Наличие на станции мест и технических средств для устранения коммерческих неисправностей.

На станции Ачинск I функционируют специальные места и отсутствуют технические средства для устранения коммерческих неисправностей: $Tk3=50$ баллов.

4. Количество подходов к станции с различных направлений.

К станции Ачинск I примыкает 4 подхода:

1. Со станции Ачинск 3 - 7 пар поездов = 5 баллов;

2. Со станции Ачинск II - 9 пар поездов = 5 баллов;

3. Со станции Тимонино - 17 пар поездов = 20 баллов;

4. Со станции Тарутино - 19 пар поездов = 20 баллов.

Общее количество баллов по данному критерию определяется:

$$Tk4 = 5 + 5 + 20 + 20 = 50 \text{ баллов.}$$

5. Наличие на станции горочных устройств.

На станции Ачинск I имеется немеханизованная сортировочная горка, профилированная вытяжка. Суточная переработка равна 3536 вагонов.

$$Tk4=b*k,$$

где b - значение балльности оценки;

k - коэффициент суточной переработки.

Исходя из этого, $Tk4=100*1=100$ баллов.

6. Наличие ТСКО по каждому направлению прибытия.

На данной станции работает АСКО ПВ – коммерческий осмотр прибывающих поездов со станции Тимонино и регистрация информации.

На станции в наличии технические средства, позволяющие осуществлять контроль до 49% всех прибывающих на станцию поездов, поэтому $Tk5=30$ баллов.

7. Наличие технической возможности установки ТСКО по каждому направлению прибытия.

На станции Ачинск I существует возможность установки технических средств, позволяющих осуществлять контроль от 50 до 69% прибывающих поездов, станции присваивается $Tk6=50$ баллов.

8. Наличие неблагоприятных особенностей инфраструктуры.

На станции Ачинск I на прилегающих участках инфраструктуры имеется 14 кривых радиусом 350 м и менее, поэтому станции присваивается $Tk7=30$ баллов.

К технологическим критериям можно отнести:

1. Прием вагонов с инфраструктуры сопредельных государств либо инфраструктуры иных перевозчиков.

На станции Ачинск I не осуществляется прием поездов с инфраструктуры сопредельных государств и иных перевозчиков, станции присваивается $Tn1 = 0$ баллов.

2. Направления грузопотоков.

На станции Ачинск I с прилегающих участков осуществляется контроль преимущественно грузов, требующих контроля размещения и крепления с визуальным осмотром в парке не менее 80% от общего грузопотока с данного участка, станции присваивается $Tn2 = 100$ баллов.

3. Количество перерабатываемых груженых вагонов (по типу вагонов).

На станции Ачинск I с прилегающих участков перерабатывается от общего груженого вагонопотока с данного участка менее 49% открытого подвижного состава (платформы, транспортеры, полувагоны, погруженные с шапкой), станции присваивается $Tn3 = 50$ баллов.

4. Количество коммерческих неисправностей, выявленных и повлекших отцепку вагона для устранения.

На данной станции в настоящее время выявляется и отцепляется от 100 до 249 коммерческих неисправностей в расчете на один год исследуемого периода, станции присваивается $Tn3 = 50$ баллов.

На данной станции индекс необходимости размещения равен 620. Исходя из этого, на станции Ачинск I должен устанавливаться пункт контроля безопасности, что удовлетворяет существующему состоянию станции и не требует каких-либо дополнений.

Исходя из вышесказанного, можно сделать вывод о том, что оптимизация количества и размещения пунктов проверки и контроля безопасности в пределах полигона имеет важное значение для повышения эффективности и безопасности. Тщательно оценивая требования, анализируя транспортные потоки, проводя оценку рисков и интегрируя технологии, железнодорожная система может добиться оптимизации операций и эффективного снижения рисков. Регулярная оценка и корректировка дополнительно гарантируют, что контрольные точки

будут оставаться оптимизированными с течением времени. В конечном итоге эти усилия будут способствовать общему успеху и безопасности полигона.

Список использованных источников

1. Технологический процесс железнодорожной станции Ачинск 1 Красноярской железной дороги - филиала ОАО «РЖД», 2022 г.-146 с.
2. Техническо-распорядительный акт железнодорожной станции Ачинск 1 Красноярской железной дороги - филиала ОАО «РЖД», 2022 г.-143 с.
3. Методика размещения пунктов коммерческого осмотра вагонов в поездах и коммерческих постов безопасности с расчетным обоснованием : распоряжение ОАО «РЖД» от 07.08.2019 г. - 18 с
4. Семенов В.М, Организация грузовых перевозок. - 5-е изд. - Красноярск: Academia, 2020. - 348 с.
5. Грузовые перевозки // ОАО "РЖД" URL: <https://cargo.rzd.ru/> (дата обращения: 18.10.2023)
6. Глушкова, Е. А. Работа станции в условиях использования локомотивов на удлиненном плече / Е. А. Глушкова, Е. В. Маловецкая // Теоретические и концептуальные проблемы логистики и управление цепями поставок : Сборник статей III Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 февраля 2021 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2021. – С. 17-21. – EDN PLRJMY.
7. Клименко Е.Н. Обеспечение грузовых перевозок на железнодорожном транспорте. - Красноярск: Academia, 2022. - 280 с.
8. Маловецкая, Е. В. Управление вагонопотоками на транспорте / Е. В. Маловецкая // Научно-техническое и экономическое сотрудничество стран АТР в XXI веке. – 2011. – Т. 2. – С. 4-9. – EDN RYLOCV.
9. Скроба, М. В. К вопросу об изменении длины гарантийных плеч участков / М. В. Скроба, Е. В. Маловецкая // Инфраструктура и эксплуатация наземного транспорта : материалы международной студенческой научно-практической конференции: в 2 частях, Нижний Новгород, 10 апреля 2019 года / Филиал Самарского государственного университета путей сообщения в г. Нижнем Новгороде. Том Часть 1. – Нижний Новгород: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "21 век", 2019. – С. 255-258. – EDN JRSNGA.

**КОНТРОЛЬ СТАДИИ РЕМОНТА В ЖИЗНЕННОМ ЦИКЛЕ
ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ
НА БАЗЕ ВАГОНОРЕМОНТНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

Жебанов А.В.

канд. техн. наук, доцент,

Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара, Россия

Воеводина С.П.

студент 5 курса Самарский государственный университет путей сообщения, г. Самара

***Аннотация.** В статье приведены пути развития систем технического обслуживания и ремонта грузового подвижного состава совместно с использованием цифровых технологий, а также методика оценивания жизненного цикла узлов для более точного определения проведения диагностики в условиях ремонтных предприятий, оценку которого можно провести при помощи цифровых технологий.*

***Ключевые слова:** цифровые технологии, перевозочный процесс, ремонт, технология RFID.*

Спрос на цифровые технологии растёт в различных отраслях производства, не исключая сферу железнодорожного транспорта. Это связано с увеличением темпа цифровой трансформации производственных процессов. Цифровые технологии позволяют решать сложные технологические задачи в более короткие сроки, а их результат существенно повысился. В транспортной отрасли Российской Федерации цифровая трансформация занимает важное место, так как от неё напрямую зависит экономический рост. В настоящее время, бизнесу необходимы современные инновационные решения, от результатов реализации которых, напрямую зависит успех компании [1,2].

Для обеспечения перевозочного процесса достаточным количеством исправных вагонов и поддержания уровня безопасности движения поездов на железных дорогах организована сеть специализированных предприятий по управлению, обслуживанию технического состояния вагонов, проведению различных объемов ремонта, однако в настоящее время достоверно проверить исправность узлов и агрегатов подвижного состава без применения новейших технологий невозможно.

От безотказного действия системы контроля технического обслуживания и ремонта зависят не только показатели готовности подвижного состава к эксплуатации, но и на стоимость жизненного цикла деталей и узлов,

следовательно, из этих показателей складывается себестоимость перевозочного процесса и эффективность работы транспортного комплекса в целом [3-5].

Существенным недостатком действующей системы контроля выступает обезличенность эксплуатационного процесса грузовых вагонов, т.е. отсутствует приписка к маршруту следования и ремонтному предприятию. Это объясняется необходимостью снижения порожнего пробега вагонов. Благодаря этому, сильно снижается качество и эффективность проводимого ТО и ремонтов. С внедрением цифровых технологий в сферу железнодорожного транспорта, появилась возможность контроля текущего состояния подвижного состава. Это позволяет существенно изменить организацию технического содержания вагонного парка, повысить безопасность перевозочного процесса и наладить систему снабжения запасными частями [6,7].

Таким образом, система ремонта и технического обслуживания не является совершенной, так как главным недостатком является разброс времени от появления дефектов в узлах подвижного состава до снятия подвижной единицы с эксплуатации для проведения ТО и ремонта. Также не редким случаем является несовпадение остаточного ресурса со сроками межремонтного пробега. Благодаря исследованию, установлено, что наладить связь между вышеперечисленными процессами помогает методика ремонта по текущему состоянию вагона [7].

В грузоперевозочных компаниях существует отдел, в задачи которого входит организация ремонтного процесса вагонов и ведение учёта запасных частей. Организация ремонта подразумевает собой работу с большим количеством объектов инфраструктуры и взаимодействием с ними. Например, снабжение комплектом запчастей депо, в котором будет производиться ремонт, перемещение вагона в депо, отслеживание проведения ремонтных работ, оформление документации, возвращение вагона на станцию погрузки после ремонта. Таким образом, для обеспечения устойчивой работы сети железных дорог, необходим единый информационный комплекс систем управления и обработки данных. В сфере железнодорожного транспорта, переход от информационно-управляющих к полностью управляющим системам может быть обеспечен за счёт объединения автоматизированных информационных систем в единый комплекс, интегрированный на всей сети железных дорог в производственные процессы.

Проект «Умное депо» стал решением многих проблем, с которым ежедневно сталкиваются вагоноремонтные предприятия (далее ВРП). В первую очередь это необходимость контроля за всеми технологическими операциями, а также повышение прозрачности всех процессов предприятия. Как известно, любые перемещения деталей невозможны без номерного учета, на ВРП

возникает сильная потребность во внедрении системы распознавания колесных пар и литых деталей. Технология RFID даёт возможность отслеживания в режиме реального времени прохождения колесной парой и других крупных деталей всех этапов ремонта и хранения, а также оперативно принимать решения по улучшению производственных процессов [8-10].

При поступлении детали на вагоноремонтный пункт, её маркируют RFID меткой и привязывают к ней индивидуальный номер. Метка остаётся на детали при перемещении по всем этапам проведения обслуживания. Данные о выполнении каждого вида ремонта автоматически поступают в мобильное приложение, где мастер вручную вносит их в систему, либо они собираются автоматически в единую базу. После чего данные отправляются на общий сервер и передаются по необходимости в 1С или учётную систему.

Наиболее общая структура RFID системы состоит из:

- RFID – метки, которая крепится на объект идентификации – вагон или комплектующие части.
- RFID – считывателя,
- RFID – антенны.

Технология RFID находит все большее применение на железных дорогах, например, постепенно маркируется подвижной состав. Это позволяет бороться с контрафактом, создавать базу данных запасных частей, отслеживать запасные части и жизненный цикл транспортных средств, планировать закупки, а также является основой для электронного документооборота [11, 12].

В результате применения этой системы обеспечивается прозрачность всех этапов работы ВРП и исключается возможность тотального влияния человеческого фактора. «Умное депо» также значительно улучшило управление всеми эксплуатационными процессами ВРП за счет автоматизированного сбора данных в режиме онлайн и предоставления аналитических материалов в удобном формате специалистам компании. Именно поэтому цифровизация железных дорог является одной из важнейших перспективных задач развития транспортного сектора.

В данной статье в качестве улучшения программы RFID с маркировкой деталей, предлагается создание базы электронных паспортов деталей и узлов в пределах вагоноремонтного предприятия. Работа системы будет организована по принципу поступления детали на ВРП и после получения маркировки RFID, деталь будет занесена в базу депо со своим индивидуальным идентификационным номером. После чего, на каждом этапе, который проходит деталь, в базу будет заноситься отметка о прохождении деталью определённой технологической операции. Данная технология позволит не только получать данные о местоположении деталей в данный момент времени и проводить

инвентаризацию по наличию конкретной детали, но также и отслеживать движение деталей по этапам ремонта и восстановления, контролировать прохождение всех операций и контролировать соблюдение порядка выполнения технологических процессов. Также технология позволит создать электронную базу неснижаемого запаса деталей и всегда будет предоставлена возможность получения информации о наличии того или иного узла в данном пункте восстановления. После прохождения ремонта и обслуживания, деталь будет установлена на подвижной состав и при выходе с ВРП, будет удалена из электронной базы предприятия. Предлагаемая технология в целом повысит качество проведения ремонтных операций, что как следствие повысит безопасность процесса эксплуатации, а также сократит сроки простоя подвижного состава на стадии восстановления работоспособности.

Список использованных источников

1. Устич П.А., Иванов А.А., Мажидов Ф.А. Применение информационных технологий в системе технического обслуживания и ремонта вагонов // Журнал «[Бюллетень транспортной информации](#)»: ФГБОУ «Московский государственный университет путей сообщения императора Николая II» (МГУПС – МИИТ). 2016 – С.13– 21.

2. Меншутина, Е. Р. Предиктивная аналитика при ремонте колёсных пар / Е. Р. Меншутина, А. В. Жебанов // Техника и технологии наземного транспорта : Материалы IV Международной студенческой научно-практической конференции, Нижний Новгород, 14 декабря 2022 года. – Нижний Новгород: Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный университет путей сообщения " в г. Нижнем Новгороде, 2022. – С. 494-499.

3. Воеводина, С. П. Движение запасных частей при техническом обслуживании вагонов в эксплуатации / С. П. Воеводина // 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 федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Самарский государственный университет путей сообщения" в г. Нижнем Новгороде, 2023. – С. 136-140.

4. Александрова, Т. А. Применение цифровых технологий при организации работы участка текущего отцепочного ремонта / Т. А. Александрова, А. В. Жебанов // Дни студенческой науки: Сборник материалов 49-й научной конференции обучающихся СамГУПС, Самара, 05–16 апреля 2022 года. –

Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2022. – С. 101-103.

5. Жебанов, А. В. Цифровая маркировка колесных пар вагонов, как средство для ведения достоверного учета комплектующих / А. В. Жебанов, Т. А. Александрова // Фундаментальные и прикладные вопросы транспорта. – 2022. – № 1(4). – С. 160-165. – DOI 10.52170/2712-9195/2022_1_160.

6. Воеводина, С. П. Новый подход к организации ремонта вагонов, основанный на текущем техническом состоянии / С. П. Воеводина, А. В. Жебанов // 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. Положение о системе технического обслуживания и ремонта грузовых вагонов, допущенных в обращение на железнодорожные пути общего пользования в международном сообщении, введено в действие распоряжением ОАО "РЖД" № 2759 от 29.12.2012 г.

8. Жебанов, А. В. Технология идентификации колесных пар в производственном цикле ремонта как инструмент для повышения надежности подвижного состава / А. В. Жебанов, С. В. Коркина, А. Д. Потапова // Проблемы безопасности на транспорте: Материалы XII Международной научно-практической конференции, посвященной 160-летию Белорусской железной дороги. В 2-х частях, Гомель, 24–25 ноября 2022 года / Под общей редакцией Ю.И. Кулаженко. Том Часть 1. – Гомель: Учреждение образования "Белорусский государственный университет транспорта", 2022. – С. 115-117.

9. Жебанов, А. В. Применение сквозных цифровых технологий при организации производства и ремонта вагонов / А. В. Жебанов, И. А. Краснова // Наука и образование транспорту. – 2022. – № 1. – С. 41-43.

10. Протасова, А. Д. Цифровая маркировка, как инструмент контроля жизненного цикла деталей узлов и вагонов / А. Д. Протасова, А. В. Жебанов // Молодежная наука в XXI веке: традиции, инновации, векторы развития : Материалы VI Международной научно-исследовательской конференции, посвященной 50-летию Самарского государственного университета путей сообщения, Самара-Оренбург, 18–19 апреля 2023 года. – Самара-Оренбург: ОрИПС-филиал СамГУПС в г. Оренбург, 2023. – С. 195-199.

11. Технологии RFID идентификации. URL: <https://isbc-rfid.ru/applications/trains/> (дата обращения: 02.08.2023г.).

12. RFID – технология как ускоритель цифровизации на железной дороге.
URL: [https://news.rambler.ru/gadgets/49942449 – rfid – tehnologiya – kak – uskoritel – tsifrovizatsii – na – zheleznoy – doroge/](https://news.rambler.ru/gadgets/49942449-rfid-tehnologiya-kak-uskoritel-tsifrovizatsii-na-zheleznoy-doroge/)(дата обращения: 02.08.2023г.).

УДК 656.225

ГРНТИ 73.29.51

**КОММЕРЧЕСКИЙ ОСМОТР ВАГОНОВ ПРИ ПРИЕМЕ ГРУЗА К ПЕРЕВОЗКЕ,
ПОРОЖНИХ ВАГОНОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЦИФРОВОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

Шаферова Н.В.

*старший преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог»,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

***Аннотация.** В статье рассматривается технология коммерческого осмотра вагонов при приеме груза к перевозке, порожних вагонов на предмет очистки после выгрузки груза, в условиях цифровизации. Описана технология «цифровой приемосдатчик», выявлены ее достоинства и недостатки. Предложены мероприятия по совершенствованию цифровой технологии коммерческого осмотра вагонов, выявлены преимущества для железнодорожных станций.*

***Ключевые слова:** коммерческий осмотр, вагон, цифровая технология, приемосдатчик груза и багажа, железнодорожная станция.*

Коммерческий осмотр вагонов является одним из важнейших элементов работы по обеспечению безопасности движения поездов и сохранности перевозимых грузов.

При коммерческом осмотре вагонов проверяется: качество очистки вагонов; правильность размещения и крепления груза; наличие и исправность запорно-пломбировочных устройств; закрытие люков, дверей и др. [1].

Для того, чтобы осматривать открытый железнодорожный подвижной состав в коммерческом отношении необходимы специальные эстакады для осмотра вагонов, используются лестницы вагонов [2]. При работе с поднятием на высоту приемосдатчик груза и багажа должен иметь наряд-допуск и использовать страховочное оборудование в соответствии с требованиями охраны труда. В условиях удаления железнодорожного пути необщего пользования от железнодорожной станции тратится не целесообразно рабочее время приемосдатчика груза и багажа на то, чтобы дойти до места, где необходимо осмотреть вагон, или доставить его на служебной машине на путь необщего пользования.

Какие выявляются проблемы: не на всех железнодорожных станциях, путях необщего пользования имеется специальное оборудование для осмотра открытого подвижного состава; не целесообразно тратится рабочее время приемосдатчика груза и багажа, приводит к снижению трудозатрат; идет отвлечение работников на обучение.

Для решения этих проблем на сегодняшний день внедряется технология «цифровой приемосдатчик» (рисунок 1). Технология «Цифровой приемосдатчик» предполагает фото- или видеосъемку предъявляемого к перевозке вагона, а также использование ЕКС МОС (Единая корпоративная система мгновенного обмена сообщениями – приложение eXpress) [3]. Грузоотправитель отправляет фото или видео через eXpress приемосдатчику груза и багажа, файл проверяется и при отсутствии коммерческих неисправностей завершается электронное оформление вагона, грузоотправитель получает ответ об официальном подтверждении о приеме груза к отправлению.



Рисунок 1 – Схема работы технологии цифрового приемосдатчика

Основное достоинство цифровой технологии – возможность для клиента оперативно отправлять груз со станций, где ранее это было исключено, так как для проведения операций по приему вагона требовался выезд приемосдатчика груза и багажа с соседних станций. Кроме того, в некоторых случаях, в зависимости от вида отправки, благодаря применению цифровой системы, может быть сокращен оборот вагона, снижена вагонная составляющая в тарифе на грузовую перевозку и увеличена погрузка вагонов [4].

Впервые технологию «цифровой приемосдатчик» применили на Куйбышевской железной дороге в 2021 году [3]. На сегодняшний день, клиенты, которые использовали эту технологию оценили ее с положительной стороны.

Но со стороны железнодорожных станций есть отрицательные моменты в использовании этой технологии. С использованием цифрового приемосдатчика возможно осматривать только вагоны порожние, крытые вагоны, контейнера, открытый подвижной с насыпными грузами. Груз погруженный на открытый железнодорожный подвижной состав, например, лесоматериалы, техника и т.д.

невозможно осматривать в коммерческом отношении с использованием этой технологии. Информацию грузоотправитель пересылает на станцию файлом. Для удобства работы приемосдатчика, лучше, чтобы информация передавалась в онлайн режиме на автоматизированное рабочее место приемосдатчика. Поэтому используемое устройство необходимо усовершенствовать.

Вышеизложенные особенности использования цифровой технологии при приеме вагонов к перевозке в основном актуальны для клиентов железнодорожного транспорта.

Какие преимущества можно рассмотреть для железнодорожных станций? При использовании усовершенствованного цифрового переносного устройства для коммерческого осмотра вагонов отпадет необходимость обучать работников станции (приемосдатчики груза и багажа, заместители начальника станции по грузовой работе, начальники станций, начальники грузовых районов) по программе «Безопасные методы и приемы выполнения работ на высоте», а это приведет к экономии средств: затраты на средства индивидуальной защиты (каска, страховочный пояс), командировочные и суточные; затраты на прохождение медицинской комиссии. При отправлении работников станции на курсы, возрастает переработка рабочих часов по станции.

Можно сделать вывод, что использование цифровой технологии при проведении коммерческого осмотра размещенного в вагоне груза, а также порожних вагонов, поступивших из-под выгрузки, с уровня земли без подъема на подвижной состав с применением устройств фото-видеофиксации и передачи изображения в режиме реального времени необходимо внедрять на железнодорожных станциях, на путях необщего пользования. Это позволит проводить безопасный и качественный коммерческий осмотр вагонов, сократит время на выполнение осмотра.

Список использованных источников

1 Перепон В. П. Организация перевозок грузов : учебник для вузов ж.-д. трансп. Москва : Альянс, 2015. – 614 с.

2 РЖД DIGITAL : официальный сайт URL: <https://rzddigital.ru/events/tsifrovoy-priemosdatchik-otpravil-pervye-konteynery-v-put/> (дата обращения 23.10.2023).

3 Гудок : официальный сайт URL: <https://gudok.ru/content2/freighttrans/1626800/> (дата обращения 23.10.2023).

4 ОАО «Инновационная техника и технологии (ИТТ) : официальный сайт URL: https://ittspb.com/article/kommercheskiy_osmotr_poezdov_i_vagonov_s_primeneniem_komplekta_tehnicheskikh_sredstv_sprut_5327t (дата обращения 23.10.2023).

РЕГЕНЕРАТОР ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ***Петрова Д.А.****Преподаватель, Московский колледж транспорта (РУТ МИИТ), г. Москва*

Аннотация. В рассматриваемой статье описывается инновационное устройство регенератор электрической мощности. Предназначен для питания активной нагрузки в экономичном режиме. Цель использования регенератора электрической мощности (РЭМ) – снижение платежей за электроэнергию. При правильном проектировании и настройке РЭМ можно добиться снижения потребления активной мощности, соответственно снизить платежи за электроэнергию до 30%.

Ключевые слова: Регенератор электрической мощности, компенсация реактивной мощности.

Регенератор электрической мощности - это устройство, которое позволяет обратить потери энергии, возникающие при работе электрических устройств, в полезную электрическую мощность и использовать ее повторно (рисунок 1).



Рисунок 1 – Регенератор электрической мощности

Он обычно используется для улучшения эффективности потребления энергии или в ситуациях, когда возникает необходимость в повторном использовании выделенной электрической мощности или энергии.

Нашли свое применение различных областях, таких как промышленность, энергетика, транспорт и многие другие. Они могут иметь различные формы, от

простых устройств, улавливающих и возвращающих избыточную энергию, до сложных систем, интегрированных в сети энергопотребления.

Например, в случае торможения электрического транспортного средства с использованием электрического двигателя, регенератор электрической мощности позволяет преобразовывать кинетическую энергию, выделяемую при торможении, обратно в электрическую энергию для последующего использования.

Принцип работы.

Регенератор электрической мощности использует принцип рекуперации энергии. При работе многих электрических устройств, таких как электропоезда, лифты или электрогенераторы, возникают потери энергии в виде тепла или механических колебаний. Регенератор электрической мощности позволяет собирать эту энергию и преобразовывать ее обратно в электрическую энергию, которую можно использовать для питания других устройств или загружать в электрическую сеть

Электронный ключ по заложенному алгоритму подключает реактор к питающей сети и нагрузке.

Реактор состоит из LC контура. Индуктивность (L) выполнена по специальной технологии, позволяющей значительно, по сравнению с аналогами, увеличить магнитную проницаемость магнитопровода.

Один цикл работы регенератор электрической мощности состоит из 4 временных периодов. Напряжение сети синусоидально с частотой 50 Гц. – график 1.

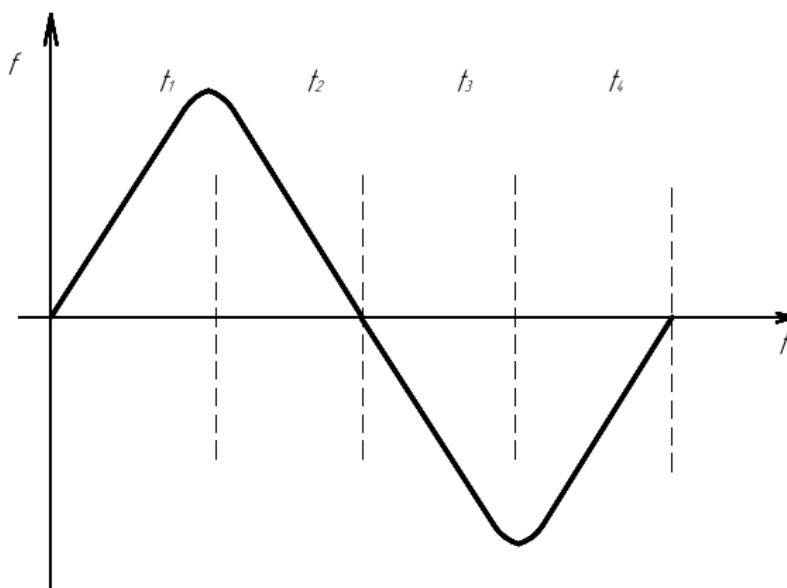


График 1 – Напряжение сети синусоидально с частотой 50 Гц

Ток нагрузки отстает от напряжения на какое-то время (угол φ), обусловленное индуктивным характером нагрузки – график 2.

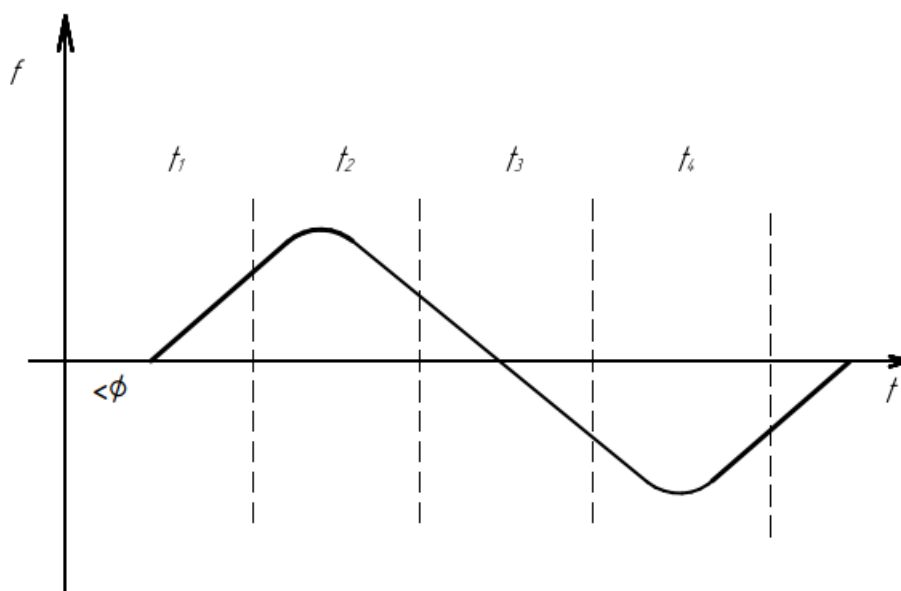


График 2 – Индуктивный характер нагрузки

В первый период реактор и нагрузка подключены к сети. Происходит зарядка элементов реактора. Общее сопротивление реактора носит емкостной характер. РЭМ, подключенный к нагрузке с индуктивным характером, в этот момент времени компенсирует отставание фазы тока от напряжения и за счет этого уменьшает общий ток из сети.

Ток зарядки РЭМ – график 3 – t_1 .

В третий период времени реактор подключен к сети и нагрузке. Он разряжается в нагрузку.

Отсутствие тока из сети в реактор график 3 – t_4 .

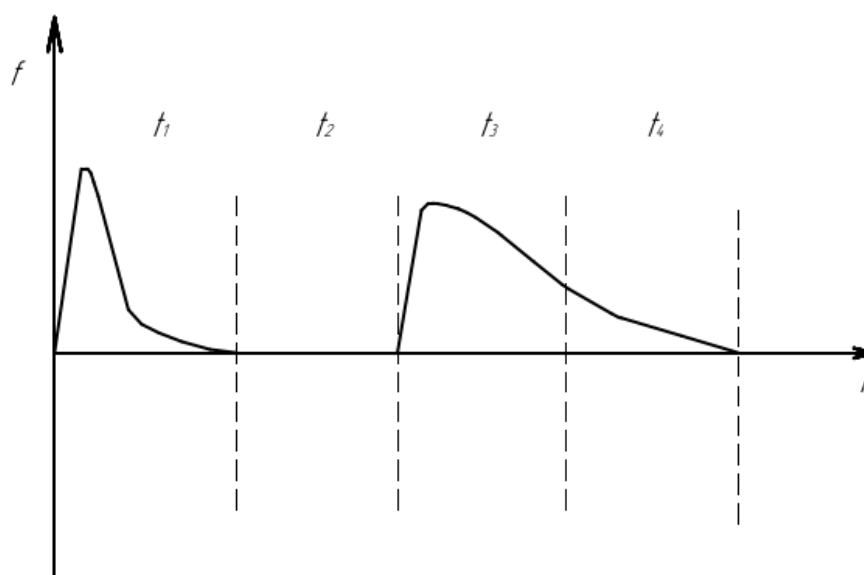


График 3 - Ток зарядки РЭМ

Результирующий ток из сети график 4. Отсутствие тока из сети в реактор график 3 – t_2 . Результирующий ток из сети.

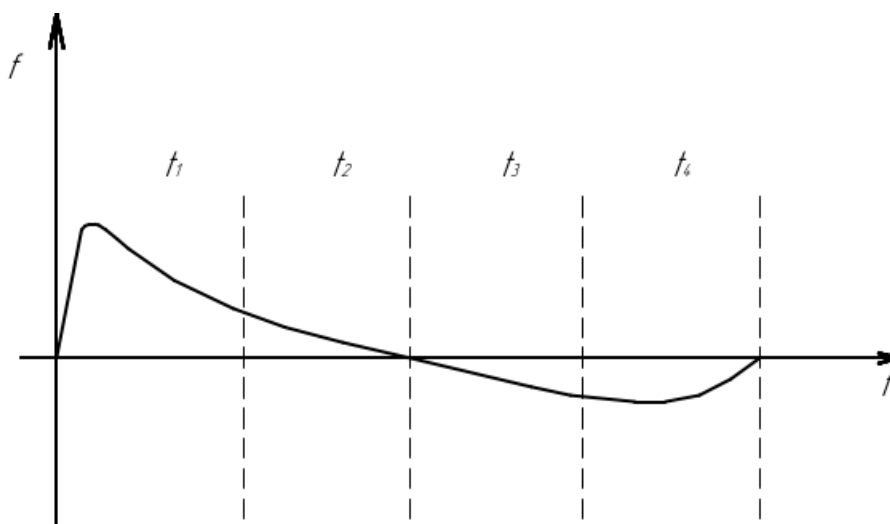


График 4 – Результирующий ток из сети

Во второй период времени РЭМ отключен от сети. В LC контуре реактора возникает ЭДС самоиндукции, превышающая по амплитуде сетевую за счет его конструктивных особенностей и накопленной в t_1 период времени энергии магнитного поля. В этот момент времени ЭДС самоиндукции не встречает препятствия прямой ЭДС, т.к. реактор отключен от сети. В реакторе накапливается избыточная энергия. Напряжение на реакторе в конце периода превышает сетевое.

Таким образом, РЭМ в первый период времени снижает потребляемый из сети ток за счет компенсации индуктивной реактивной мощности, а в третий период времени сам питает нагрузку.

Результирующий ток (график 4) при включенном РЭМ меньше, чем ток нагрузки без РЭМ (график 2).

Если ток нагрузки до включения РЭМ незначительно отстает или совпадает по фазе с напряжением, результирующий ток будет опережать напряжение (иметь емкостной характер).

Фаза результирующего тока может быть изменена настройками РЭМ. При этом меняется эффективность работы РЭМ.

Компоненты регенератора электрической мощности.

Регенератор электрической мощности состоит из нескольких основных компонентов:

Преобразователь энергии: этот компонент отвечает за сбор и преобразование потерянной энергии в электрическую энергию.

Устройство управления: устройство управления контролирует работу регенератора, определяет, когда и как собирать энергию, и управляет процессом преобразования энергии.

Регенераторы электрической мощности широко используются в различных отраслях и сферах деятельности. Вот несколько примеров:

Транспорт: регенераторы электрической мощности могут быть установлены в электропоездах или электромобилях для сбора и использования энергии, выделяемой при торможении.

Энергетика: регенераторы электрической мощности могут быть использованы в электрогенераторах для сбора и повторного использования энергии, которая обычно теряется в виде тепла при производстве электричества.

Регенераторы электрической мощности играют важную роль в повышении энергоэффективности и снижении потребления энергии. Они помогают уменьшить негативное воздействие на окружающую среду и могут значительно сэкономить затраты на энергию.

Список использованных источников

1. Бобровников Л.З. Радиотехника и электроника; Учебник для ВУЗов. -М.; Недра, 2020. - 374с.; с ил.
2. Гутников В.С. Интегральная электроника в измерительных устройствах. - Л; Энергоатомиздат. Ленинградское отделение, 2018. -304 с.; ил.
3. Терещук Р.М. и др. Полупроводниковые приемно-усилительные устройства; Справочник радиолюбителя - Киев; Наук. думка. 2019. - 800 с.; ил.
4. Четвертков А.Р., Дубровский С.С., Иванов А.В. “Резисторы”: Справочник, Москва 2021г.
5. Аксенов А.И., Нефедов А.В. “Резисторы. Конденсаторы”: Справочное пособие, Москва 2020г.
6. Аксенов А.И., Нефедов А.В. “Отечественные полупроводниковые приборы”: Справочное пособие, Москва 2020г.
7. Бондарь В.А. “Генератор линейно - изменяющегося напряжения”, 2018г.
8. Гусев В.Г., Гусев Ю.М. “Электроника”: Учебное пособие для вузов, Москва 2022.

УДК 656.22:37

ГРНТИ 73.29.11

ПОЛУЧЕНИЕ МИНЕРАЛЬНО-РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В ОБЛАСТИ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Пискунова В.А.

ст. преподаватель кафедры ЭЖД КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Чистова Н.Г.

канд. техн. наук, профессор кафедры ЭЖД КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В статье приведены исследования свойств внутренних древесноволокнистых отделочных плит железнодорожного подвижного состава, состоящих из минерально-растительного сырья, полученных с помощью размольной установки.

Ключевые слова: минерально-растительное сырье, вермикулит, пожарная безопасность подвижного состава.

Согласно Стратегии развития железнодорожного транспорта Российской Федерации до 2030 года [1] самым востребованным и эффективным видом транспортной системы является железнодорожный транспорт.

На сегодняшний день динамика роста пассажирооборота по территории РФ составила более десяти процентов, показатели приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Данные компании ОАО «Российские железные дороги» за январь - сентябрь 2022 г. и январь - сентябрь 2023 г., млн пасс.

Период	2022 год	2023 год	Динамика
Всего перевезено, млн пасс.	850,80	886,90	+4,3%
Дальнее следование	83,00	93,60	+12%
Пригородное сообщение	767,30	793,30	+3,5%
Пассажирооборот, млрд пасс-км	95,90	105,50	+10,1%

Объем перевезенных пассажиров за отчетный период января по сентябрь 2023 года составил порядка 886 млн. пассажиров (рисунок 1).

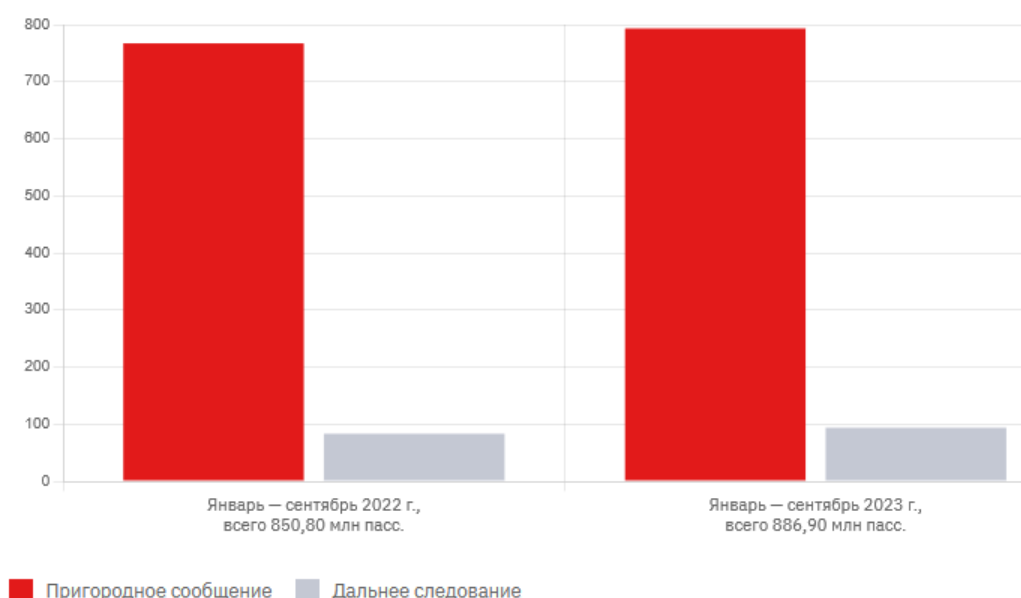


Рисунок 1 – Динамика роста показателей по пассажирским перевозкам

С увеличением пассажирооборота, появляется риск для самих пассажиров, так как не всегда в случае возникновения чрезвычайных ситуаций (ЧС), связанных с пожарами, обеспечиваются условия расчетного времени эвакуации

[2,3]. Например, линейная скорость распространения пожара в купе вагона составляет 2,5 м/мин, а в коридоре вагона – 5 м/мин, при этом происходит быстрое распространение горения, задымления, выделение токсичных веществ, что приводит к блокированию эвакуационных путей. Вагон в пути следования выгорает полностью в течение 7–10 минут.

В связи с этим можно сделать выводы о том, что для увеличения времени эвакуации необходимо уменьшить показатели пожароопасности внутри вагона, что возможно достичь путем использования технических решений, при строительстве серийных моделей вагонов и при производстве капитального ремонта, выпущенных ранее вагонов.

Согласно ГОСТ 12.1.044-89, ГОСТ 30402-96 внутренние отделочные и облицовочные материалы пассажирских вагонов, должны обладать трудногорючестью, коэффициентом дымообразования не более 500 м²/кг (класс Д2), показателем токсичности при экспозиции 30 мин. не менее 40 г/м³.

На сегодняшний день компанией «Транспорт Дизайн», которая является подразделением компании «KF-KIEL» (Германия), серийно выпускаются вагонокомплекты облицовки и интерьеры для плацкартных вагонов и купейных вагонов из древесных плит и стеклопластика.

Альтернативой этих продуктов, предлагаем для внутренней облицовки вагонов использовать ламинированные плиты из древесноволокнистых полуфабрикатов и минеральных добавок, с целью снижения пожарной опасности готовой продукции.

Древесноволокнистые плиты (ДВП) – листовой материал, изготавливаемый из переплетенных между собой и сформированных в ковер влажных или сухих древесных волокон посредством горячего прессования или сушки.

С целью оценки эффективности переработки древесноволокнистых отходов производства ДВП исследовалась возможность использования размольного оборудования - установка, работающая по сухому способу размола при всех прочих равных условиях [5].

Размольное оборудование для подготовки древесноволокнистых отходов, работает по сухому способу размола, представляет собой корпус, в котором установлен вал с закрепленными на нем ножами ротора, расположенными в шахматном порядке. На боковых крышках корпуса регулировочными удерживающими устройствами закреплен ножом статор, имеющий два угла скоса. Внутри корпуса по образующей цилиндра установлен сепаратор для осуществления процесса дороспуска вторичных древесных волокон после размола, регулирующий время размола. Сепаратор выполняет роль сортировочного устройства для размолотого волокна по фракциям. Сырье – древесноволокнистые отходы – подаются в виде пяточков в зазор между ножом

статора и ножами ротора, где происходит роспуск древесноволокнистых отходов в воздушной среде. Первоначальный размол в установке осуществляется в зазоре между статором и ротором за счет силы резания и истирания. Дальнейший роспуск осуществляется в воздушной среде рабочей камеры размольной машины в зазоре между ножами ротора и поверхностью сепаратора, сопровождающийся аэродинамическими процессами, где происходит мятие, разбивание и фибриллирование.

В качестве преимущества предлагаемой установки по сравнению с ножевыми, можно отметить возможность подготовки вторичного полуфабриката растительного и нерастительного происхождения, при процессе которого будут отсутствовать высокое давление и температура, пар, вода и химические добавки. В процессе разработки вторичной массы в такой установке происходит разделение полуфабрикатов на отдельные волокна без значительного их повреждения.

Результаты исследования зависимости качественных показателей вторичного древесного волокна физико-механических свойств ДВП с учетом их использования представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты исследований зависимости качественных показателей вторичного древесного волокна и физико-механических показателей готовых плит

Показатель	Размольная установка - роторно-ножевая мельница
Фракционный показатель качества помола, г	38-41
Длина волокна L_a , мкм	14-17
Удельная поверхность волокон U_d , cm^2/g	310000-345800
Внешний вид волокна (способность волокна к связеобразованию).	фибриллирование
Прочность плиты при статическом изгибе σ , МПа	35-40
Водопоглощение плиты за 24 ч. A , %	20-22
Плотность плиты ρ , kg/m^3	850-930

Согласно полученным данным, можно сделать вывод, что свойства плит обусловлен не только капиллярно-пористой структурой исходной древесины, химическим составом древесного вещества, природой связующего, но и зависит от технологии переработки древесного сырья в готовую продукцию. Огнезащищенность же древесных плит зависит от их структурообразования и специальных свойств.

С целью снижения пожарной опасности предлагается в структуру древесноволокнистой плиты добавлять вспученный вермикулит - частицы

которого будут пассивными неволокнистыми компонентами структуры плиты, которые будут влиять на образование связей в ней, а, следовательно, и на физико-механические свойства плиты, при этом определенное количество мелкой фракции, обеспечивающей увеличение показателя общей площади, на которой устанавливаются связи, будет замещено частицами минерала.

В связи с этим, можно предположить, что древесноволокнистая масса для производства плит со сниженной пожарной опасностью должна характеризоваться более длинными волокнами, значит размер частиц вводимого вермикулита будет оказывать определенное влияние на свойства готовой продукции [5].

Исследования были проведены на основании эксперимента по изменению массовой доли вспученного вермикулита ω_v (рисунок 2) и определению зависимости потери массы образца Δm и времени достижения максимальной температуры газообразных продуктов горения τ , а также прочности $\sigma_{изг}$ и водопоглощения за 24 часа S .

На рисунке 2 показано, что с увеличением массовой доли вермикулита в плите параметры пожарной опасности улучшаются.

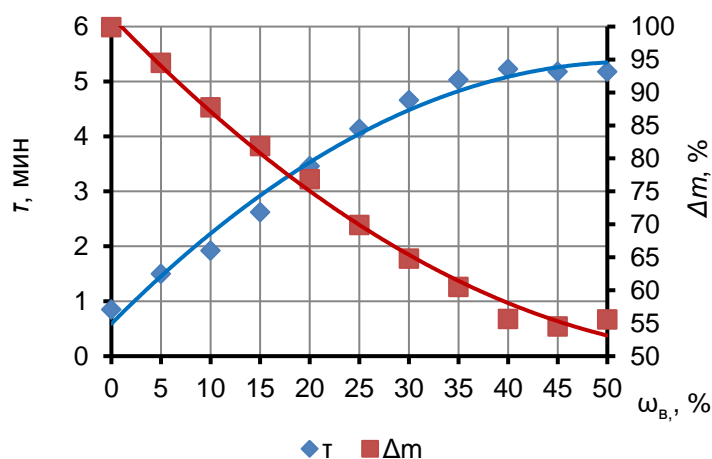


Рисунок 2 – Зависимости параметров пожарной опасности ДВП от массовой доли вермикулита в древесноволокнистой композиции

При увеличении массовой доли до $\omega_v = 50\%$ величины примут следующие значения: время достижения максимальной температуры газообразных продуктов горения увеличится до $\tau = 5,14$ мин и далее с ростом массовой доли будет расти; потеря массы образца снизится до $\Delta m = 55\%$, то есть по ГОСТ 12.1.044-89 полученные плиты можно отнести к трудновоспламеняемым.

На фотографии (рисунок 3) видно, что частицы минерала – с размером от 0,1 мм и менее равномерно распределяются по древесноволокнистой плиты, в процессе прессования как бы врезаются в волокно, тем самым не нарушая

структуру плит, на наш взгляд, это объясняет снижение параметров пожарной опасности готовых плит.

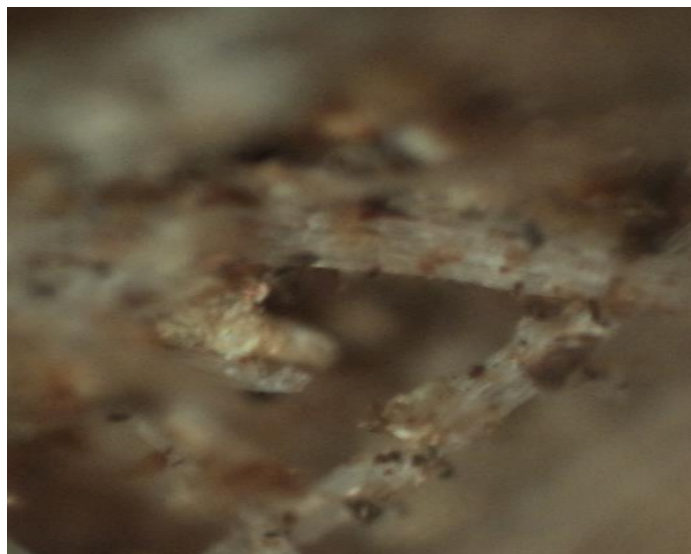


Рисунок 3 - ДВП с вермикулитом: $\omega_v = 30\%$, $F_{rv} \leq 0,1$ мм. Увеличение 1500 крат

Применение плит на основе вспученного вермикулита даст возможность обеспечить требуемую степень трудногорючести, в том числе в комбинации с другими материалами.

Качество, экологичность и себестоимость минерально-растительных плит, а также технологичность их обработки обеспечит этим плитам конкурентные преимущества, по сравнению с другими отделочными материалами, используемые внутри вагона локомотивной тяги, тем самым свидетельствует о перспективности дальнейшего использования в строительстве железнодорожного подвижного состава.

Список использованных источников

1. О Стратегии развития железнодорожного транспорта в Российской Федерации до 2030 года: Распоряжение Правительства РФ от 17.06.2008 № 877–р. URL: <https://www.consultant.ru/>(дата обращения 10.05.2022).
2. Елисеев, И.Б. Обеспечение безопасности пассажирских вагонов подвижного состава / А.В. Фомин, И.Б. Елисеев, И.С. Марков // Материалы V Всероссийской научно–практической конференции с международным участием 15–16 декабря 2016 г. Москва. – М.: Академия ГПС МЧС России. – 2016. С. 346–349
3. Елисеев, И.Б. Анализ и риски возникновения пожаров на железнодорожном подвижном составе / И.Б. Елисеев, А.В. Фомин, В.В. Сай // Научно–аналитический журнал «Проблемы управления рисками в техносфере». – 2017. – № 1. С. 45–50

4. Чистова Н. Г., Якимов В. А., Алашкевич Ю. Д. Совершенствование процесса получения древесноволокнистых плит сухим способом // Химия растительного сырья, 2016. № 3. С. 119-124. URL: <http://journal.asu.ru/cw/article/view/1182>.

5. Чистова, Н. Г. Переработка древесных отходов в технологическом процессе получения древесноволокнистых плит: дис.докт. техн. наук/ Н. Г. Чистова. – Красноярск, 2010. 415 с.

УДК 656.2

ГРНТИ 73.29.61

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ И ПРОВОЗНОЙ СПОСОБНОСТЕЙ

Федорова Е.А.

Преподаватель высшей категории, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

***Аннотация.** В данной статье рассматриваются задачи, стоящие перед железнодорожным транспортом в настоящее время. Необходимость пересмотра направления вагонопотоков в организации перевозок и управления движением поездов, в частности на Дальнем Востоке. Применение актуальных, на сегодняшний день, технологических решений в случае заинтересованности операторами подвижного состава, клиентами производственного процесса. Основное внимание в развитии технологий управления движением продолжает уделяться увеличению пропускной и провозной способностей за счет применения современных методов. Проведение организационно – технических мероприятий технологических процессов – это реалии настоящего времени.*

***Ключевые слова:** железнодорожный транспорт, Дальний Восток, контейнерные перевозки, виртуальная сцепка, инновационные вагоны.*

Железнодорожный транспорт остается рентабельным для перевозки различных грузов в различных условиях с регулярностью перевозок, с невысокой себестоимостью перевозок грузов. Несмотря на то, что в настоящее время движение в некоторых направлениях стало невозможным, железнодорожные перевозки остаются востребованными для организации перевозки пассажиров и грузов.

Управление вагонопотоками на сети железных дорог является один из основополагающих бизнес-процессов, обеспечивающих перевозочную деятельность ОАО «РЖД», а также связующим звеном задач коммерческой логистики - получение доходов от перевозок и задач технологической логистики

- сокращения эксплуатационных расходов, эффективного использования персонала, инфраструктуры и тяговых ресурсов.

Так, например если раньше перспективный груз развивался в сторону портов Северо–Запада, Азово – Черноморского бассейна и Востока, то после закрытия Северо–Запада интенсивность движения и востребованность в восточном направлении увеличилась кратно. Удалось действительно изменить направление грузов, которые никогда раньше не ехали на восток, это лес, металл, нефть, контейнеры. Если долю этих грузов анализировать в процентном отношении, то это небольшой процент, но если посмотреть, что это грузы предприятий, которые одномоментно потеряли рынки сбыта, то перевозка данного груза на новые рынки на Востоке сохранили эти предприятия от закрытия и это около 400 тыс. рабочих мест.

Также после закрытия Северо-Западных портов объем контейнерных перевозок через порты и погранпереходы Дальнего Востока вырос на 55%. В тот момент произошли соглашения между портами и владельцами грузов, и тогда для РЖД этот груз не был предусмотрен в транспортной логистике. Из – за чего возник вопрос вывоза контейнеров с Дальнего Востока, а конкретнее в чем их вывезти, ведь надо, чтобы подвижной состав оказался на Дальнем Востоке. Именно поэтому появилась новая схема, не совсем новая, хорошо забытая старая – перевозка контейнеров в полувагонах. Полувагонов на Дальнем Востоке достаточно из – под того же самого угля. Проблема вывоза импорта из портов Дальнего Востока решена за счет контейнерных поездов, состоящих из полувагонов. Были разработаны схемы погрузки во все одиннадцать типов полувагонов, шесть схем погрузки контейнера с деревянными брусками, растяжками и даже вакуумные пакеты, которые позволяют зафиксировать контейнера в полувагонах, для того чтобы не было вибрации и для целостности груза.

После этого начали наращивать объемы перевозок контейнеров с Дальнего Востока. С Дальнего Востока вывозят более 4 тыс. ДФЭ (условная единица учета парков контейнеров и объема контейнерных перевозок), если перевести в поезда, то это двадцать два контейнерных поезда на платформах и пять – в полувагонах.

При использовании такой схемы перевозки рассматривается не часть цепочки, а полностью транспортная схема от Дальнего Востока до точки назначения. И более того, сегодня рассматривая эти цепочки, РЖД предлагает клиенту не только услугу перевозки, но в том числе пересмотрели логистику и пересмотрели возможность использования грузовых дворов РЖД.

Таким способом, контейнер, который следует в полувагоне, например из Находки в Москву, с перегрузкой в Екатеринбурге и с дальнейшим следованием

до Москвы время в пути увеличилось всего вдвое суток. А это неплохое время, которое сегодня устраивает клиента.

Если рассматривать, а не появятся ли проблемы на тех станциях, дорогах, где осуществляется перегрузка, первое это платформы – нет, потому что это идет очень быстрый оборот от времени прибытия до времени отправления проходит 1,5-2 суток. Если рассматривать полувагон, то время (если взять чистое время от выгрузки до прибытия на Кузбасс), если не использовать схему перевозки контейнера и сравнить ее с перевозкой контейнера, если мы перегружаем и возвращаем вагон, то время увеличивается примерно на 4 суток. А с учетом того, что на сегодняшний день есть профицит подвижного состава и полувагонов, клиенты действительно идут на эту услугу.

Есть задача вывезти контейнеры с востока (перед РЖД стоит многофункциональная задача, а не просто вывоз контейнеров), есть задача вывести уголь на Дальний Восток, такие же задачи есть по нефти. И здесь вопрос, если не использовать эту схему, тогда получается, что ту нитку, которая не используется полувагоном, надо завести порожнюю платформу на Дальний Восток, то есть снять одну угольную нитку. Вопрос: кому тогда в данной логистической цепочке будет выгоднее? Поэтому и предлагается с учетом профицита порожнего полувагона на Дальнем Востоке использовать эту схему. Если на сегодняшний день ряд операторов консолидируются и начнут работать как с обезличенным парком, РЖД это будет намного выгоднее, то есть не надо будет делать дополнительную сортировку после погрузки и выгрузки. Так как в маршруте несколько собственников подвижного состава и после его прибытия на конечную станцию и после выгрузки начинается пересортировка порожнего подвижного состава по клиенту и если смотреть маршрутизацию, то в груженном состоянии маршрутизация составляет порядка 70%, а в порожнем 35%. И для того, чтобы поднять эти 35% хотя бы до 50% необходимо крупным операторам консолидировать парк и работать общим парком. В такой ситуации оператор подвижного состава получает оборот вагона. Сейчас восемнадцать суток оборот вагона на сети. Но здесь стоит понимать, что речь не идет о том, что этот вагон простаивает в ожидании погрузки на тех станциях, где уже избыток порожнего подвижного состава – это тоже входит в оборот вагона.

Сегодня, сложилась такая тенденция, что операторы часто заарестовывают вагоны на Западно-Сибирскую железную дорогу в ожидании погрузки, занимая инфраструктуру для перевозки. Тем самым снижается маневренность и пропускная способность и так лимитированных уже участков. В таком случае оптимизация парка сократит оборот вагонов, увеличит интенсивность движения на лимитирующих участках. Количество таких вагонов составляет 170 тыс. вагонов это 13% от общего количества на сети. Цифра абсолютно

технологическая, то есть в нее заложены операции по погрузке, операции по выгрузке, технологические операции, которые осуществляются на начально – конечных станциях и на станциях следования и также это время, которое проходит вагон в груженном и порожнем состоянии от погрузки до погрузки. Из этого просчитывается действительно тот потребный парк вагонов под тот объем груза, который сегодня предъявляет клиент и под те технологические возможности, которые имеют терминалы либо станции выгрузки.

В таком случае есть необходимость применения технологических решений. Технологические решения должны увеличить объемы перевозок. Сегодня кроме строительных решений, которые реализуются по инвестиционной программе это развитие Дальнего Востока, Северо-Запада, Азово-черноморского бассейна, также принимаются технологические решения, которые позволяют увеличить объем перевозки, это в том числе тяжеловесное движение. Тяжеловесное движение и инновационные вагоны дают дополнительно на Восточном полигоне 3 млн. т. Сегодня на сети имеется 128 тыс. инновационных вагонов. Порядка 60 тыс. вагонов используются на востоке, а все остальные по всей сети. Так вот если их все использовать на востоке (128 тыс.) это еще плюс порядка 4 млн. т в год. Это прирост только перевозки и только в миллионах тонн, при этом не учитываются те плюсы и те возможности, которые появляются на инфраструктуре.

При тяжеловесном движении вес должен составлять 7100 т. Откуда такая цифра? Инновационный поезд состоит из 71 вагона, чтобы получить массу 7100 т добавляют 72, 73, 74 вагоны. А технические возможности станций рассчитаны под 71 условный вагон и получается вот этот 72, 73, 74 вагон не помещается в полезную длину пути, как станции отправления, прибытия так и промежуточные станции, где производятся технические операции (обслуживания) данного грузового поезда. Это еще дополнительный объем, который технологически можно будет просчитать и учитывать при перевозке.

Также одно из технологических решений это сдвоенные контейнерные поезда (по одной нитке идут два поезда). Ежедневно на Дальневосточную железную дорогу прибывает 5-6 сдвоенных контейнерных поездов, на всей сети от 70 до 80.

Еще один способ, который сегодня используется это виртуальная сцепка. Когда два поезда идут по принципу нескольких единиц и ведомый поезд идет по показаниям приборов ведущего поезда. Виртуальная сцепка – одна из инновационных технологий интервального регулирования движения поездов. Она позволяет сократить интервал между попутно следующими поездами с 14 до 10 минут. Это следующий шаг, который также дает прирост пропускной и

провозной способности. Если применить технологию виртуальной сцепки на всем Транссибе, то это даст еще 2 млн. тонн.

На сегодняшний день на лимитирующих направлениях груз есть, здесь вопрос даже не к операторам подвижного состава, а здесь интерес грузоотправителя. И РЖД предлагает одно из решений, которое дает возможность при тех же пропускных способностях увеличить провозную способность, то есть при тех же поездах больше тонн груза перевезти. Здесь и возникает уже интерес грузоотправителя. Поэтому РЖД и говорит грузоотправителям стимулировать операторов к перевозкам в инновационных вагонах, тем самым обеспечивая больший объем в перевозке на лимитированном направлении. Инновационные вагоны минимизируют потери, возникающие при использовании смешанного парка подвижного состава. На сегодняшний день программа РЖД по обновлению парка локомотивов учитывает использование инновационного подвижного состава и тяжелых поездов. В целях рационального использования инновационных локомотивов прицепляют дополнительные вагоны.

Как перевозчик, РЖД предлагает технологические решения только в случае заинтересованности всех сторон.

Таким образом, применение технологических решений для увеличения провозной и пропускной способностей на железнодорожном транспорте, внедрение нововведений позволяет повысить выполнение многофункциональной задачи, поставленной перед РЖД государством нашей страны, а также улучшить конкурентоспособность железнодорожного транспорта на рынке транспортных услуг.

Список использованных источников

1 Боровикова М. С. Управление перевозочным процессом на железнодорожном транспорте: учебник. Москва: УМЦ ЖДТ, 2021. – 552 с.

2 Костенко А. Ю., Костенко Н. И. Техническое обеспечение контейнерных перевозок: учебное пособие. Москва: УМЦ ЖДТ, 2023. 160 с.

3 Российские железные дороги: официальный сайт URL: <http://www.rzd.ru> (дата обращения 14.10.2023)

4 Корпоративное телевидение ОАО «РЖД»: официальный сайт URL: <https://rzd.tv/> (дата обращения 01.10.2023)

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ С УЧЕТОМ ВВЕДЕНИЯ
ЛЕНТОЧНЫХ МЕШКОПОГРУЗЧИКОВ**

Власова Н.В.

канд. техн. наук, доцент,

Иркутский государственный университет путей сообщения, г Иркутск

Христофорова Я.Н.

студент, Иркутский государственный университет путей сообщения, г Иркутск

Айхаева А.А.

студент, Иркутский государственный университет путей сообщения, г Иркутск

***Аннотация.** В статье авторами рассмотрен вопрос о внедрении в вагоны комплексного ленточного механизма погрузки/выгрузки мешков типа – ленточный мешкопогрузчик КМПВ. Затронута тема погрузо-выгрузочных работ на станции Кая ВСЖД. Произведен анализ эффективности работы ленточного мешкопогрузчика во внедрении инновационных технологий. Цель исследования – технология на транспорте с учетом введения ленточных мешкопогрузчиков. Преимущества представленной автоматизации заключаются в оптимизации деятельности работников транспорта, повышении в производительности труда, сокращении времени простоя вагонов под технологическими операциями.*

***Ключевые слова:** инновационные технологии, сокращение времени простоя, погрузочно-выгрузочные операции.*

Несколько лет назад ленточные мешкопогрузчики были нераспространенным способом погрузки. На сегодняшний день мы предлагаем инновационную систему, которая позволит ускорить и улучшить погрузочную работу железнодорожной станции. Система позволяет значительно оптимизировать процесс погрузки вагона, обеспечивая стабильную работу и сводя к минимуму человеческий фактор. Конвейерная линия позволяет быстро и аккуратно загружать продукт непосредственно в транспортер, не тратя лишнего времени, и стабильно гарантирует производительность и время загрузки [1-3].

Данную систему предлагаем разработать на станции Кая, при помощи этого погрузчика уменьшится простой вагонов, а также увеличится объем перерабатываемого груза за смену.

Комплексный механизм погрузки мешков в железнодорожные вагоны КМРВ – это погрузчик мешков массой до 70 кг, целью является механизированная погрузка мешков в вагоны. Он более эффективен для муки, зерна, сахара, однолетних и минеральных удобрений.

Основные технические параметры ленточного погрузчика КМПВ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики ленточного погрузчика КМПВ

Технические характеристики, ед. измерения	Основные параметры
Масса загружаемых мешков, кг до	70
Производительность, мешков/час, до	2800
Мотор-редукторы	«SEW-EVRODRIVE»
Напряжение питания, В	380
Установленная мощность, кВт	16,2...19,6
Ширина ленты конвейера, мм	500
Скорость передвижения КМПВ, м/с	0,2
Скорость движения ленты основного конвейера, м/с	1,0
Характеристик промежуточного конвейера:	
- Угол поворота конвейера, град	180 (+/-)
- Скорость движения ленты, м/с	1,4
Характеристики телескопического конвейера:	
- Скорость подъема, град/с	2
- Угол подъема и опускания, град	+25/-15
- Угол поворота конвейера, град	200(+/-)
- Рабочий ход выдвижения рамы конвейера, мм	1250
- Скорость движения ленты телескопического конвейера:	
Первая, м/с	1,9
Вторая, м/с	2,9
Предусмотрена комплектация преобразователем частоты для плавного изменения скорости движения ленты	
Высота загрузки в вагоне, мм	3000
Габаритные размеры КМПВ, мм	
- длина	13185...18680
- ширина	2110
- высота	1880
Ширина колеи, мм	1445
Масса (без противовеса), кг	5000...6200
Срок службы, лет, не менее	7

Мешкопогрузчик представлен из трех подвижных, шарнирно-сочлененных ленточных конвейеров (основного, среднего и телескопического), подача мешков к месту укладки осуществляется последовательно. Погрузчик совершает возвратно-поступательное перемещение по направляющим рельсам внутрь вагона [4-6].

Для удобства управления имеется регулируемая по высоте панель управления мешкозагрузчиком.

Двухступенчатая скорость подачи групповых пакетов и изделий с помощью телескопических конвейеров обеспечивает сохранность упаковки и позволяет механизировать укладку в местах, где ручная обработка потребовала бы значительных трудозатрат.

Загрузка и выгрузка вагона с использованием ручного труда будет занимать 2,58 часа, задействована бригада из трех человек. При использовании погрузчика мешков производительность составляет 2800 мешков в ч/ваг., при работе погрузчика и оператора в составе двух человек, что улучшает логистику предприятия и снижает складские расходы с учетом количества мешков в вагоне. [7-9].

Мешкозагрузчики – это прочные и надежные конструкции с длительным сроком службы. Помимо стандартных типоразмеров (КМПВ-13, КМПВ-15 и КМПВ-16), мешкозагрузчики могут быть изготовлены с конструктивными решениями, учитывающими параметры и характеристики, необходимые конкретным заказчикам.

Исходя из этого будет сокращен простой вагонов, сокращено время оборота вагона, экономическая выгода в ОАО «РЖД».

Общая схема размещения мешков в вагон, и принципиальная схема мешкопогрузчика представлены на рисунках 1 – 2.

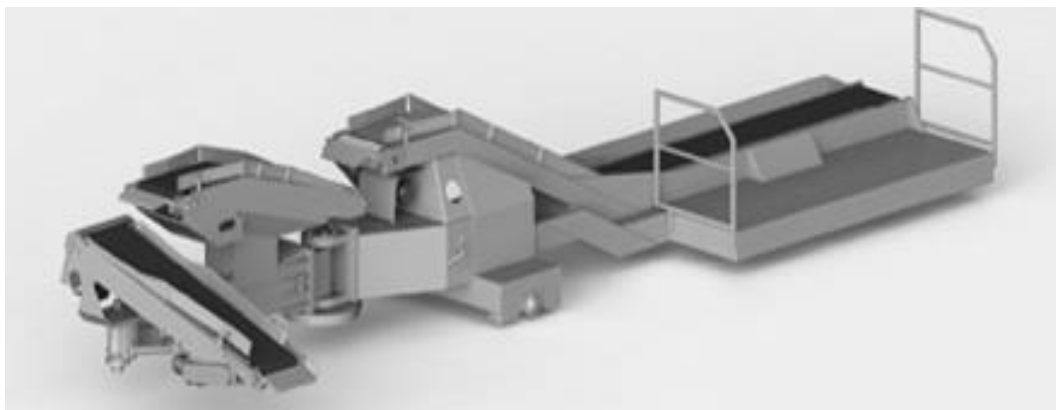


Рисунок 1 – Принципиальная схема мешкопогрузчика



Рисунок 2 – Размещения груза в вагон мешкопогрузчиком КМПВ

Преимущества ленточного погрузчика КМПВ.

- Производительность обработки до 2800 мешков/час;
- Один загрузчик и один оператор;

- Улучшение логистики для предприятий;
- Снижение складских расходов;
- Учитывается количество мешков в вагоне.

ОАО "Хлебопродукт" является одним из крупнейших в Иркутске производителей муки всех сортов, ржаной муки, комбикормов для домашних животных и птиц, кормов для собак и рыб. Предприятие активно развивается и планируется увеличение погрузки. Погрузка в вагоны занимает длительное время и требует больших трудозатрат.

ОАО "Хлебопродукт" осуществляет погрузку муки в крытые вагоны. Предлагается вариант загрузки вагонов ленточно-мешковым погрузчиком КМПВ вместо группы погрузчиков; рекомендуется приобрести данное оборудование у ОАО "Мельсервис". Стоимость такого оборудования составляет 7200 000. Экономический эффект для ОАО "Хлебопродукт" заключается в сокращении ночных смен на складе и возможности увеличения грузопереработки в смену при увеличении разгрузки на подъездных путях.

Таким образом, внедрение мешкопогрузчика для погрузки мешков является рентабельным за счет интенсивности труда, совершенствования технологии и уровня манипуляции погрузки и разгрузки. Этот эффект достигается за счет повышения производительности труда, улучшения техники и качества погрузочно-разгрузочных работ.

Представлены основные этапы внедрения технологии на примере предприятий Восточно-Сибирской железной дороги. На основании полученных данных разработан прототип автоматизированной системы, произведен анализ работы погрузчика, изучены технические параметры, приведена железнодорожная станция для внедрения данной технологии, сделаны выводы.

Список использованных источников

1. Торопова А.И., Сироткин А.А. Особенности учета погрузки и выгрузки на транспорте // Экономическое развитие России: тенденции, перспективы. сборник статей по материалам IV Международной студенческой научно-практической конференции: в 2-х томах. Нижегородский государственный педагогический университет имени Козьмы Минина. 2018. С. 77-82.

2. Оленцевич В.А., Гозбенко В.Е., Милованов А.И. Технология крепления транспортных пакетов при новом способе организации грузовых перевозок // Труды Братского государственного университета. Серия: Естественные и инженерные науки. 2013. Т. 2. С. 18-23.

3. Рябов И.М., Горина В.В. Разработка и оценка эффективности технологии перевозки грузов в крупнотоннажных контейнерах с грузоподъемными стойками в автомобильно-железнодорожном сообщении //

Вестник Сибирского государственного автомобильно-дорожного университета. 2020. Т. 17. № 3 (73). С. 400-412.

4. Алпеева О.Г., Степанова Е.В. Описание практики грузовых работ на грузовых дворах // VII INTERNATIONAL CORRESPONDENCE SCIENTIFIC SPECIALIZED CONFERENCE "INTERNATIONAL SCIENTIFIC REVIEW OF THE TECHNICAL SCIENCES, MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE". 2018. С. 34-40.

5. Гончарова Н.А. Метод нахождения динамических приоритетов грузовых операций для оптимизации работы самоходных подвижных единиц в железнодорожных промышленных транспортно-технологических системах // Автоматика на транспорте. 2023. Т. 9. № 3. С. 274-282.

6. Власова Н.В., Оленцевич В.А. Этапы формирования маркетинговой стратегии управления терминально-складским комплексом ОАО "Российские железные дороги" с целью достижения максимальных результатов продвижения транспортных услуг и привлечения клиентов // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. 2022. № 2 (74). С. 163-174.

7. Перфильева П.В., Кашкарёв А.С., Оленцевич В.А. Организация перевозок сборных грузов в инновационном подвижном составе // Молодая наука Сибири. 2021. № 1 (11). С. 203-210.

8. Лутфулин М.Д., Власова Н.В. Комплекс мероприятий, направленных на улучшения качества переработки большегрузных контейнеров с учетом внедрения автоматизированной системы контроля и отслеживания контейнеров на Восточно-Сибирской железной дороге // Современные материалы, техника и технология : сборник научных статей 11-й Международной научно-практической конференции. Курск, 2021. С. 273-278.

9. Антонова А.В., Власова Н.В. Инновационные методы перевозки и технология погрузки навалочных грузов в крупнотоннажные контейнеры типа "Open top" // Молодая наука Сибири. 2021. № 4 (14). С. 17-22.

10. Николаева Е.А., Сокур Д.Е., Власова Н.В. Инновационные методы в транспортно-грузовой системе по переработке тарно-штучных грузов // Проблемы развития современного общества. Сборник научных статей 7-й Всероссийской национальной научно-практической конференции. В 5-ти томах. Под редакцией В.М. Кузьминой. Курск, 2022. С. 165-172.

11. Власова Н.В., Оленцевич В.А. Декомпозиция основных бизнес-процессов и зоны формирования рисков железнодорожной транспортной системы в сфере грузовых перевозок // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2022. № 4 (63). С. 44-52.

**РЕАЛИЗАЦИЯ ДОЛГОЖДАННОГО ПРОЕКТА.
МЕТРОТРАМВАЮ В КРАСНОЯРСКЕ БЫТЬ**

Рыжук Н.В.

*Ст. преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог»
КрИЖТ ИрГУПС г. Красноярск*

***Аннотация.** В настоящей статье рассматривается реализация развития социальной инфраструктуры в городе Красноярске по строительству метро, который глава государства Владимир Путин подписал по итогам августовского совещания по социально-экономическому развитию региона.*

***Ключевые слова:** Метро, метротрамвай, мобильность, городская инфраструктура, квалифицированные кадры, социально-экономический эффект.*

Термин «метротрам» (метротрамвай) часто используется в качестве синонима скоростного трамвая. Скоростной трамвай допускает наличие пешеходных переходов, переездов (на второстепенных дорогах), то линия метротрама полностью изолируется от движения машин и пешеходов. Кроме того, расстояние между станциями метротрама должно быть сопоставимым с обычным метрополитеном (1-1,5 километра), это позволит увеличить среднюю скорость движения.

Строительство метро в Красноярске является одним из важных этапов развития города. Оно началось в далеком 1979 году и с тех пор не прекращается.

Решение о строительстве метрополитена было принято в связи с ростом городского населения и необходимостью обеспечить эффективный и комфортный транспортный доступ для жителей. Изначально было запланировано построить всего одну линию, которая бы соединяла наиболее загруженные районы города.

В 1982 году были проведены первые геологические исследования, в результате которых были определены маршрут и места для строительства станций. Однако на протяжении многих лет строительство метро в Красноярске было приостановлено из-за недостатка финансирования и сложностей с прокладкой тоннелей под городом.

Долгое время жители Красноярска мечтали о метро, так как это значительно облегчило бы проблему транспортных пробок и улучшило бы мобильность горожан.

Благодаря решению президента Российской Федерации ситуация реализации долгожданного проекта по строительству метро для региона изменилась. Было положено начало.

Строительство метро в городе Красноярске к 2026 году вошло в перечень поручений президента РФ Владимира Путина, который глава государства подписал по итогам августовского совещания по социально-экономическому развитию региона.

С помощью инфраструктурного бюджетного кредита в центральной части города Красноярска построят почти 11-километровую подземную ветку метротрамвая [1].

В ближайшие годы планируется открытие нескольких новых линий, что позволит еще большей части населения облегчить свою жизнь и уменьшить время, затрачиваемое на поездки по городу.

Масштабный проект по строительству линии метротрамвая будет реализоваться за счет привлечения инфраструктурного бюджетного кредита, ранее в информационных источниках сообщалось, что Красноярский край возьмет свыше 89 млрд. руб. на реализацию этого проекта.

Проведена большая организационная работа [2]. На данный момент в Красноярск из Москвы доставлен тоннелепроходческий щит общим весом 480 т. Он осуществит проходку тоннеля от станции на ул. Шахтеров до станции ул. Карла Маркса протяженностью 3,3 км. Запуск метротрамвая поможет урегулировать пассажиропотоки в Красноярске, сократить пассажирам время в пути и разгрузить автомобильные дороги.

Работы на сегодня идут с соблюдением графика. Протяжённость линии метротрамвая составит 10,8 км. На ней разместятся четыре подземные и две наземные станции на ул. Копылова, Шахтеров и Карла Маркса, на площади Революции и в районе железнодорожного вокзала. Завершить строительство ветки метротрамвая запланировано в конце 2026 года.

Социально-экономический эффект такого крупного проекта позволит создать рабочие места для порядка 8,7 тыс. человек, а для многих учебных учреждений, в том числе для Красноярского института железнодорожного транспорта это большая возможность открытия новых специальностей по подготовке квалифицированных кадров [3].

Строительство метро в Красноярске является сложным и масштабным проектом, требующим огромных трудовых и финансовых затрат. Однако, несмотря на все трудности, оно продолжает свое развитие и становится неотъемлемой частью городской инфраструктуры [4]. Благодаря запуску метро, город Красноярск будет более современным и комфортным городом для проживания и работы.

Список использованных источников

1. Рыжук, Н. В. Системы обеспечения безопасности на Российских железных дорогах / Н. В. Рыжук // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. – Красноярск, 2021. – Том 1. – С. 141-144.

2. Рыжук, Н. В. Мультиmodalное сообщение в пригородных пассажирских перевозках / Н. В. Рыжук // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXVI Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 03 ноября 2022 года. – Красноярск, 2022. – Том 1. – С. 157-160.

3. Шаферова, Н. В. Формирование культуры безопасности при подготовке высококвалифицированных кадров / Н. В. Шаферова // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28-30 октября 2021 года. – С. 164-169.

4. Рыжук, Н. В. Мультиmodalное сообщение в пригородных пассажирских перевозках / Н. В. Рыжук // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXVI Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 03 ноября 2022 года. – Красноярск, 2022. – Том 1. С. 157-160.

УДК 629.423.1

ГРНТИ 73.29.71

ПОТРЕБЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ В РЕЖИМЕ ТЯГИ И СПОСОБ ЕЕ СНИЖЕНИЯ

Волчек Т.В.

*канд. техн. наук, ст. преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог»,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Аннотация. В статье рассмотрены факторы, влияющие на потребление электроэнергии электроподвижным составом и приведены способы ее снижения. Выявлено, что при внедрении системы плавного регулирования ослабления возбуждения тяговых электродвигателей электровазозов потребление электроэнергии при разгоне поезда снизится не менее чем на 1,5 %.

Ключевые слова: электроэнергия, кинетическая и потенциальная энергия, электроподвижной состав, скорость

Железнодорожный транспорт является одним из самых эффективных видов транспорта за счет значительной грузоподъемности и дальности перевозок, которые практически не зависят от погодных условий, при этом имеют

относительно низкую себестоимость. При этом железнодорожным транспортом потребляется около 6 % от всей электроэнергии, которая производится в нашей стране и 1 % электроэнергии, производимой во всем мире.

Согласно Приказу Министерства энергетики РФ от 28.02.2022 г. № 146 «Об утверждении схемы и программы развития Единой энергетической системы России на 2022 – 2028 годы», отмечено, что до 2024 года прогнозируется рост потребления электроэнергии, который связан с реализацией масштабного проекта по реконструкции инфраструктуры и расширению Транссибирской и Байкало-Амурской железнодорожных магистралей. В связи с этим для компании ОАО «РЖД» и для всей страны в целом перспективным направлением является снижение потребления электроэнергии. Актуальность внедрения энергосберегающих технологий в ОАО «РЖД» также отражена в ряде отраслевых документов компании [1, 2].

От общего энергобаланса ОАО «РЖД» наибольшее потребление электроэнергии приходится на тягу поездов (около 80 %), что можно объяснить значительной протяженностью электрифицированных железных дорог. На рисунке 1 представлены основные факторы, влияющие на потребление электроэнергии на тягу поездов [3, 4].

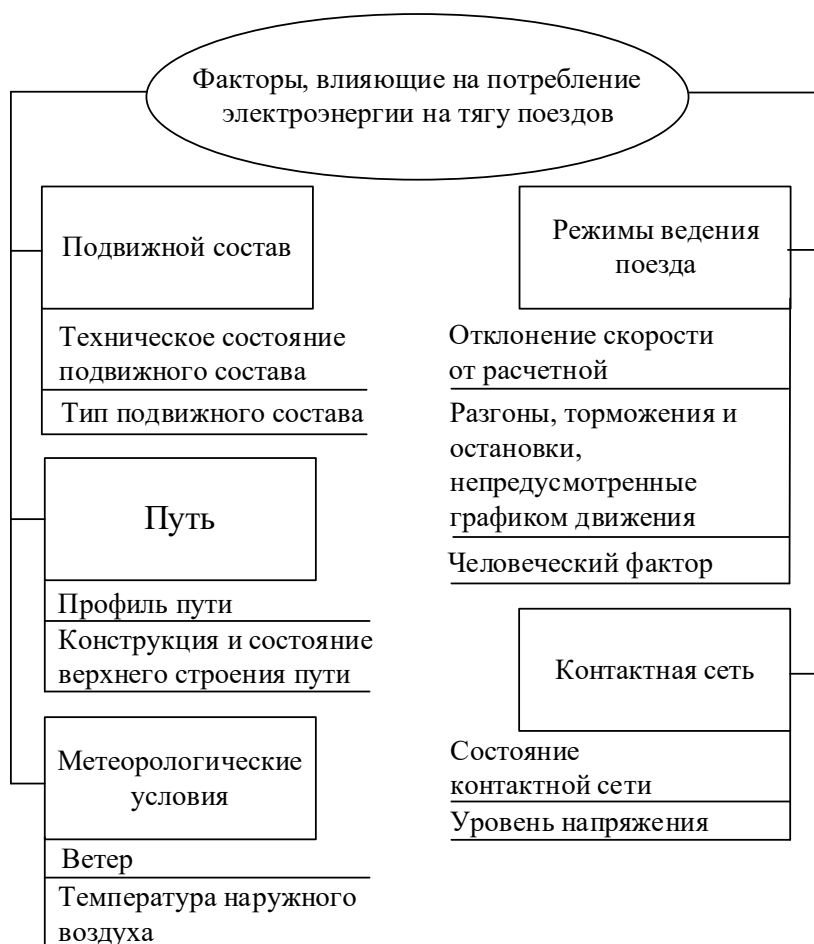


Рисунок 1 – Факторы, влияющие на потребление электроэнергии

Одним из главных факторов потребления электроэнергии в режиме тяги является тип и техническое состояние локомотива. В настоящее время электровазы переменного тока с коллекторным приводом серии «Ермак» являются самыми современными. Данные электровазы, как известно, оборудованы системой рекуперативного торможения, поэтому часть кинетической энергии (E_k) преобразуется в электрическую и возвращается обратно в контактную сеть, обеспечивая снижение расхода электроэнергии [3].

Таким образом, полный расход электроэнергии электроподвижным составом (ЭПС) определяется по выражению

$$A = A_k + A_{wp} + A_{wп} + A_{пп} + A_{сн} - A_p, \quad (1)$$

где A_k – расход электроэнергии на приобретение поездом E_k , кВтч;

A_{wp} – расход электроэнергии на преодоление сопротивления движению при разгоне, кВтч;

$A_{wп}$ – расход электроэнергии на преодоление сопротивления движению при движении с постоянной скоростью, кВтч;

$A_{пп}$ – потери электроэнергии при пуске, кВтч;

$A_{сн}$ – расход электроэнергии на собственные нужды, кВтч;

A_p – возврат электроэнергии при рекуперации, кВтч.

Электроэнергия, которая расходуется ЭПС идет на запас E_k и потенциальной энергии (E_n), которые используются для движения поезда без энергетических затрат. При движении поезда по спуску для совершения механической работы используется запасенная E_n , при замедленном движении для преодоления сил сопротивления движения – E_k [3, 4]. В свою очередь, величина запасенной кинетической энергии поезда напрямую зависит от его ускорения. Если поезд движется с ускорением, его кинетическая энергия возрастает за счет механической работы, совершаемой локомотивом.

В настоящее время для дополнительного регулирования скорости на современных электровазах с коллекторным приводом параллельно обмотки возбуждения тяговых электродвигателей подключается контакторно-реостатная система ослабления возбуждения (ОВ) тяговых электродвигателей (ТЭД) со ступенчатым регулированием, недостатком которой являются потери скорости и ускорения поезда при переключении с одной ступени регулирования на другую. Исключить данные потери возможно за счет применения системы ОВ ТЭД на базе IGBT-транзисторов (VT1-VT2), позволяющей плавно регулировать ток возбуждения, за счет регулирования длительности подаваемых импульсов на VT1-VT2, рисунок 2 [5]. При исключении потерь ускорения E_k возрастает быстрее, а, следовательно, ее запас будет выше, чем при работе штатной системы ОВ ТЭД со ступенчатым регулированием, что снизит расход A_k .

Для оценки влияния плавного регулирования тока возбуждения ТЭД электровоза при разгоне поезда на потребление электроэнергии согласно методики Правил тяговых расчетов проведен тяговый расчет [6].

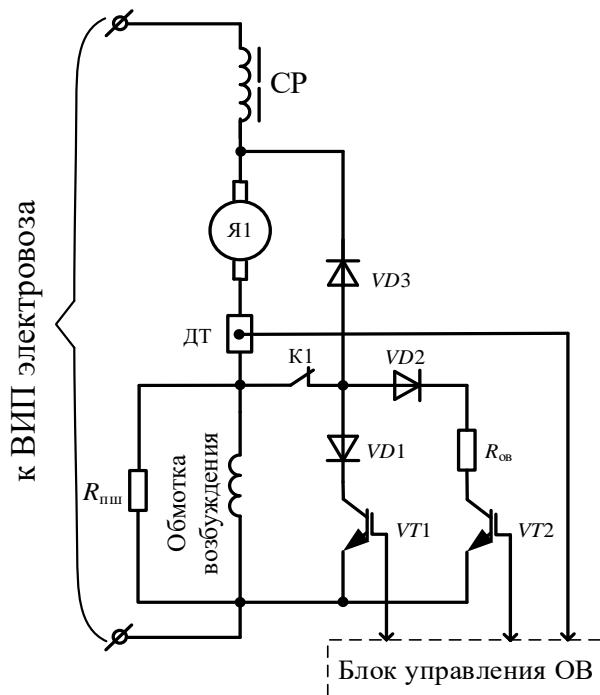


Рисунок 2 – Система ОВ ТЭД на базе IGBT-транзисторов

С помощью графического способа построены кривые скорости $V(S)$, времени $t(S)$ и активного тока электровоза $I_{da}(S)$ с плавным и ступенчатым регулированием ослабления возбуждения при трогании со станции А, длина участка профиля пути 3,78 км, при уклоне – 0 ‰, рисунок 3. За основы взят электровоз серии 3ЭС5К с массой состава 6300 т [7].

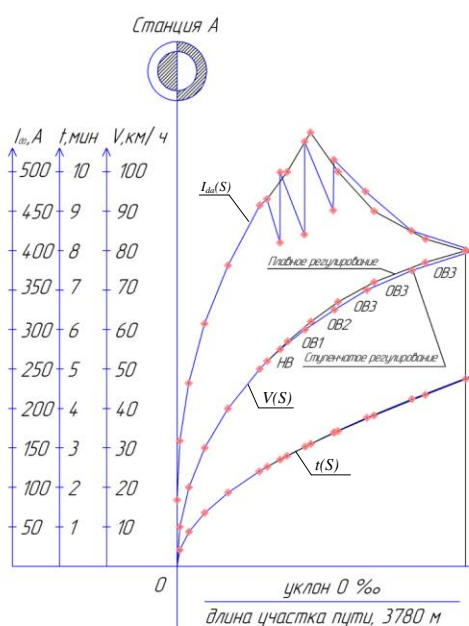


Рисунок 3 – Кривые движения поезда со станции при ступенчатом и плавном регулировании ОВ ТЭД электровоза

Результаты проведенного расчета расхода электроэнергии при ступенчатом и плавном регулировании тока возбуждения ТЭД электровоза серии ЗЭС5К показали, что за счет внедрения плавного регулирования ОВ ТЭД уже при разгоне поезда со станции за расстояние 3780 метров расход электроэнергии сократится не менее чем на 1,5 %, таблица 1.

Таблица 1 – Расчет расхода электроэнергии при плавном регулировании ОВ ТЭД

Участок	Длина S , км	Движение с системой ОВ со ступенчатым регулированием, кВт·ч	Движение с системой ОВ с плавным регулированием, кВт·ч	ΔA , кВт·ч
А-В	3,78	908,17	893,83	14,34

Таким образом, одними из способов снижения потребления электроэнергии на тягу поездов является внедрение на электровоз с коллекторным приводом систему с плавным регулированием ослабления возбуждения ТЭД, что снизит потребление электроэнергии не менее чем на 1,5 %.

Список использованной литературы

1 Энергетическая стратегия холдинга «Российские железные дороги» на период до 2020 года и на перспективу до 2030 года / Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 14 декабря 2016 г. № 2537р. – Москва: 2016. 76 с.

2 Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года / Утверждена распоряжением Правительством РФ от 19.03.2019 г. № 466р. 136 с.

3. Осипов С.И. Теория Электрической тяги : учеб. для вузов ж.-д. транспорта / С.И. Осипов, С.С. Осипов, В.П. Феокимсиров; под ред. С.И. Осипова. – С.: Маршрут, 2006. 436 с.

4. Розенфельд В.Е. Теория электрической тяги : учеб. для вузов ж.-д. транспорта / В.Е. Розенфельд, И.П. Исаев, Н.Н. Сидоров, М.И. Озеров. – М.: Транспорт, 1995. 294 с.

5. Волчек Т.В. Повышение эффективности системы ослабления возбуждения тяговых электродвигателей электровозов переменного тока: дис. канд. техн. наук : 5.9.3 : защищена 15.12.22 : утв. 05.04.23. Москва, 2022. 146 с.

6. Правила тяговых расчетов для поездной работы, утвержденные Распоряжением ОАО «РЖД» от 12.05.2016.

7. Волчек Т.В. Снижение потребления электроэнергии на тягу поездов за счет плавного регулирования тока возбуждения тяговых электродвигателей // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения, 2023. № 2(90). С. 79-84.

АНАЛИЗ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОГРАММ И ПРИОРИТЕТНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА КРАСНОЯРСКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ

Рыжук Н.В.

*Старший преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог»
КрИЖТ ИрГУПС г. Красноярск*

Аннотация. В настоящей статье проведен анализ инвестиционной программы Красноярской железной дороги по обновлению и развитию инфраструктуры в целях совершенствования эксплуатационной деятельности и оптимального использования имеющихся резервов для увеличения объемов грузовых и пассажирских перевозок, а также проанализирована деятельность реализации проектов федерального масштаба.

Ключевые слова: Модернизация, пропускная способность, инженерные сооружения, реконструкция объектов, инвестиционная программа.

1 октября 2023 года состоялось масштабное событие. Компания РЖД отметило свое 20-летие.

Все это время строились новые вокзалы и пути, модернизировался подвижной состав, внедрялись современные технологии, тонко реагируя на постоянно изменяющиеся потребности населения и экономики региона.

Красноярская железная дорога (КрасЖД) – одна из 16 магистралей железных дорог России. Она занимает особенное место на транспортной карте страны, так как расположена в самом центре России.

Анализируя инвестиции программы, отметим, что в 2022 г. это составило 32,1 млрд руб., а в 2023 г. на реализацию было направлено 34,6 млрд руб. В данный период времени продолжается комплексная работа по обновлению и развитию инфраструктуры в целях совершенствования эксплуатационной деятельности и оптимального использования имеющихся резервов для увеличения объемов грузовых и пассажирских перевозок [1].

На протяжении многих лет на нашей магистрали проходит реализация крупных проектов федерального масштаба.

Приоритетными направлениями деятельности за 20 лет КрасЖД стали: развитие железнодорожной линии Междуреченск-Тайшет. Стратегическое значение этого участка невозможно недооценить. Это «ворота» Восточного полигона железных дорог страны, это мост для транзита грузопотоков из регионов Сибири на восток. Эта линия обеспечивает транспортную доступность крупных промышленных агрегаций Хакасии и Красноярского края [2]. В

результате на участке Междуреченска до Саянской пропускной способности увеличилась с 19 до 29 пар поездов в сутки.

Усовершенствование южного хода на сегодняшний день продолжается, до конца 2023 года реализуется еще один инвестиционный проект – это увеличение пропускной способности участка Артышта-Междуреченск-Тайшет. По итогу это строительство и реконструкция еще 48 объектов, более 300 км вторых путей и двухпутных вставок на перегонах. Это реконструкция станций, строительство и техническое сооружение устройств электроснабжения.

Инвестиция «Обновление железнодорожного пути всеми видами ремонта» предусмотрела оздоровление 250 км железнодорожного пути на сумму 7,6 млрд руб.

В рамках инвестиционного проекта «Обновление тягового подвижного состава» было выделено более 4,8 млрд. руб. на приобретение 30 электровозов серии 2ЭС5К «Ермак» с поосным регулированием силы тяги. Электровозы «Ермак» расширят технологию вождения тяжеловесных поездов.

Основной задачей работы в области пассажирских перевозок остается обеспечение комфорта, удобства и безопасности для пассажиров, удовлетворение потребностей региона в массовых перевозках, формирование социально значимых маршрутов [3]. Пригородными поездами воспользовались более 6 млн пассажиров. При этом существенную долю – более 30 % - составили внутригородские перевозки. В нашем миллионном городе размеры движения городских электропоездов составляют 26 пар в сутки, населенность в часы пик достигает 100 %. Инвестиции, вложенные в проектировку «Городская электричка» способствует развитие железнодорожной инфраструктуры. Сделать электрички действительно более удобным и востребованным видом городского общественного транспорта позволило инфраструктурное обновление на КрасЖД которое планомерно проводится в течение нескольких лет. Задачей очередного этапа проекта «Городская электричка» – это регулярное курсирование электричек по кольцу. Для этого необходимо соорудить второй железнодорожный путь на мосту через Енисей «777». По всем расчетам после завершения этапа объехать весь город можно будет в пределах 1 часа 20 минут.

Анализируя работу по реализации программ, следует отметить, что даже в самые сложные 2020-2021 гг. на КрасЖД уделялось большое внимание не только мероприятиям, направленным на увеличение пропускной способности и развитию подвижного парка и дорожной инфраструктуры, но и так же проектам социального характера. Например, на реконструкцию учебного Красноярского центра и на проектирование нового корпуса Детской железной дороги было направлено 62,2 млн рублей.

На экологические цели выделено 8 млн рублей, эти деньги потратят на постройку блочно-модульных очистных сооружений на станции Кошурниково.

Успешная реализация инвестиционных программ на полигоне Красноярской железной дороги – это одна из составляющих, которая позволяет ОАО «РЖД» надежно обеспечивать потребности экономики страны и регионов в перевозках грузов и пассажиров [4].

Список использованных источников

1 Рыжук, Н. В. Системы обеспечения безопасности на Российских железных дорогах / Н. В. Рыжук // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. – Красноярск, 2021. – Том 1. – С. 141-144.

2 Рыжук, Н. В. Мультиmodalное сообщение в пригородных пассажирских перевозках / Н. В. Рыжук // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXVI Всероссийской научно-практической конференции, Красноярск, 03 ноября 2022 года. – Красноярск, 2022. – Том 1. – С. 157-160.

3 Шаферова, Н. В. Формирование культуры безопасности при подготовке высококвалифицированных кадров / Н. В. Шаферова // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 28-30 октября 2021 года. – С. 164-169.

4 Инвестиционные проекты года. Красноярская железная дорога - Текст : непосредственный // Железнодорожный транспорт : ежемесячный научно-теоретический технико-экономический журнал. - 2023. - № 2. - С. 19-21.

УДК 692.4.015

ГРНТИ 73.29.61

МОДЕЛЬ ВИБРОДИНАМИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПОЕЗДОВ

Синь Вэньшао

*аспирант, Петербургский государственный университет путей сообщения императора
Александра I (ПГУПС), г. Санкт-Петербург*

Аннотация. Реальная вертикальная вибрационная нагрузка поезда очень сложна. Методы численного моделирования экономически целесообразны при исследовании динамики земляного полотна железных дорог. Определение нагрузки поезда важно в числовых моделях. На основе уравнения кардиоиды и

функции возбуждающих сил построено выражение функции вертикальной вибрационной нагрузки, пригодное для высокоскоростных железнодорожных поездов.

Ключевые слова: *Высокоскоростной железнодорожный поезд, вибродинамическая нагрузка, численное моделирование.*

Китайский высокоскоростной поезд CRH380A может нормально работать в холодных регионах при температуре -40°C . Максимальная рабочая скорость 380 км/ч. По числу осей вагоной тележки двухосные. Вес ось 15 т. Основные параметры: длина кузова головного 25700 мм, промежуточного 25000 мм, база вагоной тележки 2500 мм, расстояние между центрами вагоных тележек называется базой вагона и ровно 17500 мм. Поезд CRH380A состоит из двух головных и шести промежуточных вагонов. Общая длина поезда – 201,4 метров.

Определение выражения функции вертикальной вибрационной нагрузки поезда. Существуют три основные формы выражения формы функции вертикальной вибрационной нагрузки поезда: функция возбуждающих сил и уравнение кардиоиды [1].

Функция возбуждающих сил

В настоящее время выражаются случайные нагрузки, вызванные вибрацией поезда, в виде функции возбуждающей силы. Функция возбуждающей силы состоит из статической нагрузки и динамической нагрузки, образованной суперпозицией нескольких синусоидальных функций.

$$F(t) = k_1 k_2 [P_0 + P_1(\sin\omega_1 t) + P_2(\sin\omega_2 t) + P_3(\sin\omega_3 t)], \quad (1)$$

где k_1 – коэффициент суперпозиции, принимается значение 1,538; k_2 – коэффициент рассеяния, принимается значение 0,7 [2];

P_0 – статическая нагрузка на колесо равно 75 кН, т.е. половина веса оси поезда CRH380A;

P_i – амплитуда вибрационной нагрузки (кН) в зависимости от условий ограничения [2].

Уравнение кардиоиды

При действии поездной нагрузки траектория напряжений грунтов представляет собой кардиоиды [3-4].

Согласно уравнению полярных координат кардиоиды $r=k_0(a\cos\alpha+1)$ в декартовой прямоугольной системе координат можно получить выражения вертикального нормального напряжения σ_z :

$$\sigma_z = 2k_1(a \cos^2 \alpha + \cos \alpha) + m, \quad (2)$$

где σ_z – вертикальное нормальное напряжение;

k_0, k_1, m – постоянные, заданные исходя из уровня напряжения, требуемого инженерными условиями или теоретическими исследованиями;

a – параметр, связанный с формой функции нагружения, $\alpha = \omega t$.

Функция вертикальной вибрационной нагрузки поезда выражение (3) записывается в следующем виде:

$$F(t) = k[a \cos^2(\omega t) + \cos(\omega t)] + m, \quad (3)$$

где k, a, m – параметры;

ω – круговая частота, $\omega = 2\pi/T$, T – период.

Каждый из двух способов определения динамических нагрузок поездов имеет свои преимущества и недостатки.

Функция возбуждающих сил позволяет рассчитать функциональное выражение динамической нагрузки поезда. Однако эффект суперпозиции динамического напряжения между осями вагона тележки выразить невозможно.

Функция динамической нагрузки на основе кардиоиды имеет простую форму выражения и меньшее количество параметров. Однако из-за отсутствия данных испытаний конкретную величину нагрузки определить невозможно.

Чтобы облегчить анализ и построение функции вибрационной нагрузки поезда и обеспечить непрерывность динамической нагрузки, сделаны следующие основные допущения:

(1) Тележки равномерно распределены по длине на каждом вагоне;

(2) Максимальное значение динамической нагрузки σ_{\max} достигается при $1/4T$ и $3/4T$ каждого периода. Промежуточное σ_{mid} – при $1/2T$. Минимальное σ_{\min} – при 0 и T , а σ_{\min} равно половине нагрузки оси 75 кН (статическая нагрузка).

(3) Значение напряжения во «впадине волны» является промежуточным значением $\sigma_{\text{mid}} = 1/2(\sigma_{\max} + \sigma_{\min})$.

Для проверки точности метода изображение такой функции следует сравнить с изображением функции, полученным на основе экспериментальных данных [5]. На рисунке 1 представлено нормализованное изображение функции нагрузки, полученная двумя методами при скорости поезда 350 км/ч.

Имеются некоторые различия в абсциссах, соответствующих значениям впадин волны двух функций, но пропорциональное соотношение трех специальных значений (σ_{mid} , σ_{\max} и σ_{\min}) и форма функции в основном являются такой же. Путем интегрального расчета двух изображений функции можно обнаружить, что работа внешней силы функции нагрузки в этой статье на 21% выше, чем в литературе. Это показывает, что результаты расчетов находятся в безопасности.

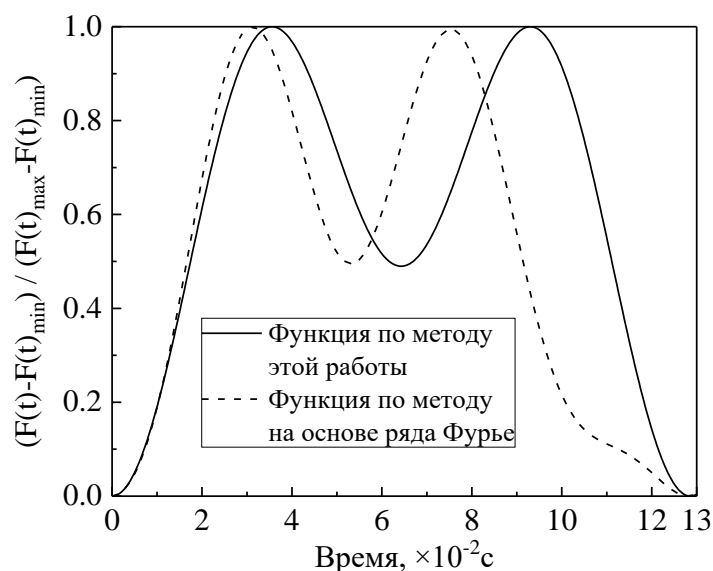


Рисунок 1 – Сравнение двух функций после нормализации

Следовательно, можно подтвердить, что метод определения функции вертикальной вибрационной нагрузки поезда, предложенный в этой статье, легко реализовать.

Список использованных источников

1. Tao M. Ability analysis of HCA to imitate stress path of soil caused by train load / M. Tao, Y. Shen, X. Wang, B. Dai // *Rock and Soil Mechanics*. – 2013, – Vol. 34(11), –P. 3166-3172.
2. Liang B. Simulated Study on Vibration Load of High Speed Railway / B. Liang, H. Luo // *Journal of the china railway society*. – 2006, – Vol. 04, –P. 89-94.
3. Ng W. W. C. Changes of stress path caused by stress relief during excavations / W. W. C. Ng, Q. Shi // *China Civil Engineering Journal*. – 1999, – Vol. 32(06), –P. 53-58.
4. Chen Y., Wang C., Chen Y., et al. Characteristics of stresses and settlement of ground induced by train // *Environmental Vibration Prediction, Monitoring and Evaluation* / London, 2005. P. 33-42
5. Wang Q. Simulation of train vibration load on the subgrade testing model of high-speed railway / Q. Wang, J. Zhang, F. Meng, X. Chen, J. Chen // *Journal of Vibration and Shock*. – 2013, – Vol. 32(06), –P. 43-46,72.

**ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕОРИИ ЛИНЕЙНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ
ОПТИМИЗАЦИИ ТРАНСПОРТА НАГРУЗОК МАТЕРИАЛОМ КОНСТРУКЦИИ К
ОПОРНЫМ ТОЧКАМ**

Андриевский А.Г.

старший преподаватель кафедры ЭЖД, Красноярский институт железнодорожного транспорта (КрИЖТ), г. Красноярск

Аннотация. Сформулированы условия транспортной задачи применительно к конструкции осуществляющей передачу нагрузки к ее опорным точкам. Приведена методика постановки и решения задачи поиска оптимального перераспределения нагрузки между опорными точками конструкции. Предложен критерий оптимизации и его целевая функция для минимизации уровней напряжения при транспорте грузов материалом конструкции. Сформулирована концепция транспорта грузов материалом конструкции. Обозначены основные подходы и даны оценки возможности применения теории линейного программирования для поиска оптимального плана передачи и восприятия грузов опорными точками.

Ключевые слова: оптимизация, транспорт грузов, нагруженность, прочность, линейное программирование.

В настоящее время, широко известна практика применения теории линейного и нелинейного программирования для поиска оптимального решения в задачах с несколькими переменными [1]. Для оптимального выбора технического решения принято использовать целевые функции [2]. Сформулируем транспортную задачу для условий передачи нагрузки материалом конструкции к заданным опорным точкам. Пусть имеются три опорные точки конструкции A_1, A_2, A_3 способные воспринимать нагрузку R_1, R_2, R_3 соответственно. Конструкция представляет собой сборочную единицу, что позволяет ее рассматривать как единое целое, однако можно выделить две массивные составляющие части B_1 и B_2 , имеющие вес G_1 и G_2 соответственно.

Передача грузов материалом конструкции к опорным точкам сопряжена с возникновением изгибающих моментов, и, следовательно, деформациями, что на пути передачи материалом конструкции нагрузки приводит к возникновению напряжений. Уровень напряжений σ_{ij} , возникающий при передаче одной единицы нагрузки в конструкции от i -ой ее части к j -ой опорной точке указаны в транспортной таблице 1. Данная модель транспортной задачи является закрытой, так как выполняется равенство

$$R_1 + R_2 + R_3 = G_1 + G_2. \quad (1)$$

Таблица 1 – Данные к принятой модели транспортной задачи

Нагрузки	Передаваемая нагрузка, кН	
Воспринимаемая нагрузка опорными точками, кН	$G_1=0,78$	$G_2=0,76$
	Уровень напряжений σ_{ij} , возникающий при передаче одной единицы нагрузки в конструкции от i -ой ее части к j -ой опорной точке, МПа	
$R_1=0,6$	$\sigma_{11}=5$	$\sigma_{12}=5$
$R_2=0,6$	$\sigma_{21}=6$	$\sigma_{22}=4$
$R_3=0,34$	$\sigma_{31}=10$	$\sigma_{32}=11$

Для решения задачи составим ее математическую модель. Введем обозначения $x_{ij} \geq 0$ ($i=1, 2, 3; j=1, 2$) – количество единиц нагрузки, которую нужно передать j -ой части к i -ой опорной точке.

Запишем условия транспортной задачи в математической форме, т. е. построить ее экономико-математическую модель.

Если обозначить нагрузку, передаваемую в каждую опорную точку из каждой массивной части конструкции, буквой x с двумя индексами, первый из которых показывает, в какую опорную точку передается нагрузка, а второй – от какой массивной части конструкции передается нагрузка (или наоборот), то в математической форме условия задачи можно сформулировать следующим образом. Ограничения со стороны опорных точек

$$\left. \begin{aligned} x_{11} + x_{12} &= 0,6 \\ x_{21} + x_{22} &= 0,6 \\ x_{31} + x_{32} &= 0,34 \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где $x_{11}, x_{12}, x_{21}, x_{22}, x_{31}$ и x_{32} – количество единиц нагрузки, которую нужно передать j -ой части конструкции к i -ой опорной точке.

Ограничения со стороны масс элементов конструкции

$$\left. \begin{aligned} x_{11} + x_{21} + x_{31} &= 0,78 \\ x_{12} + x_{22} + x_{32} &= 0,76 \end{aligned} \right\}. \quad (3)$$

Составим целевую функцию – минимальный суммарный уровень напряжения, возникающий в конструкции при передаче весовых нагрузок G_1 и G_2 к опорным точкам A_1, A_2, A_3

$$C_{min} = 5x_{11} + 5x_{12} + 6x_{21} + 4x_{22} + 10x_{31} + 11x_{32} \rightarrow min. \quad (4)$$

Полученные уравнения имеют линейную форму, т. е. содержат все неизвестные только в первой степени.

Уравнения в системе (1) показывают ограничения по величине передаваемой нагрузки, в опорные точки. Например, первое уравнение говорит о том, что в опорную точку A_1 можно передать нагрузку от всех масс

конструкции не больше и не меньше, чем 0,6 кН. То же относится и к другим опорным точкам.

Уравнения в системе (2) устанавливают ограничения по величине нагрузки передаваемой каждой массой конструкции, передаваемой к опорным точкам. Так, первое уравнение в этой системе показывает, что от первой массы нужно передать нагрузку к опорным точкам 0,78 кН.

Следует отметить, что неизвестные в этих системах x_{11} , x_{12} и т. д. могут принимать только положительные значения или быть равными нулю. Если же допустить возможность получения отрицательных значений неизвестных, то это бы противоречило физическому смыслу задачи, так как отрицательное значение x означало бы, что весовая нагрузка передается от опорной точки к массе конструкции.

Уравнение (4) показывает, что при решении данной задачи стремятся получить минимум уровня возникающего напряжения в конструкции, так как каждое произведение в нем – это произведение максимального напряжения, приходящегося на единицу нагрузки, возникающего в материале конструкции при передаче нагрузки от массивной части к опорной точке на величину передаваемой нагрузки.

В системах (2) и (3) имеется 5 уравнений и 6 неизвестных. Следовательно, теоретически возможно огромное количество решений. Но необходимо получить только одно из них и такое, которое отвечало бы и условию (4), т. е. обеспечивало бы минимальный уровень возникающего напряжения в конструкции. Методами элементарной алгебры нельзя решить такую задачу, а линейное программирование позволяет найти такие значения неизвестных, которые отвечают всем условиям данной задачи, выраженных системами (2), (3) и уравнением оптимизации (4).

Изложенный подход позволяет находить оптимальные пути передачи (транспорта) нагрузки от массивных частей конструкции к опорным точкам. Уровень напряжений σ_{ij} , возникающий при передаче одной единицы нагрузки в конструкции от i -ой ее части к j -ой опорной точке можно определить, зная геометрическую форму ее сечения или сечение ее несущих элементов.

Например, если рассматривать конструкцию как балку испытывающую деформацию изгиба, то кривизна ее геометрической оси определяется по закону Гука при изгибе по выражению [3]

$$\frac{1}{\rho_x} = \frac{M_x}{E \cdot J_x}, \quad (5)$$

где M_x – изгибающий момент;

ρ_x – радиус кривизны;

$E \cdot J_x$ – жесткость сечения при изгибе.

Напряжение в конкретном сечении конструкции можно определить по выражению

$$\sigma_{\max} = \frac{M(l)}{W_x(l)} \leq [\sigma], \quad (6)$$

где $M(l)$ – изгибающий момент;

$W_x(l)$ – осевой момент сопротивления сечения;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение.

Оптимальное решение $X_{\text{опт}}$ поставленной задачи можно записать в виде матрицы

$$X_{\text{опт}} = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} \\ x_{21} & x_{22} \\ x_{31} & x_{32} \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Например, для изложенного примера оптимальное решение составит

$$X_{\text{опт}} = \begin{pmatrix} 0,3 & 0,3 \\ 0 & 0,6 \\ 0,18 & 0,16 \end{pmatrix}.$$

Минимальное значение целевой функции составит

$$C_{\min} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,6 + 10 \cdot 0,18 + 11 \cdot 0,16 = 8,96 \text{ МПа.}$$

Таким образом, если имеются конструктивные ограничения по количеству опорных точек и величине нагрузки воспринимаемой ими целесообразно применять изложенные подходы для поиска путей оптимальной организации маршрутов передачи (транспорта) и распределения нагрузок конструкцией.

Список использованных источников

1 Палий, И. А. Линейное программирование: учебное пособие для вузов / И. А. Палий. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 175 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-04716-5. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/514977> (дата обращения: 02.11.2023).

2 Исследование неметрических постановок решения задач выбора в САПР / Ю. В. Кандырин, М. Х. Хла, Л. Т. Сазонова, Г. Л. Шкурина // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2016. – № 6(185). – С. 45-51.

3 Валишвили, Н. В. Сопротивление материалов и конструкций: учебник для вузов / Н. В. Валишвили, С. С. Гаврюшин. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 429 с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-9916-8247-3. – Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: <https://urait.ru/bcode/511770> (дата обращения: 02.11.2023).

УДК 656.073

ГРНТИ 73.29.61

ДИНАМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЗАГРУЗКИ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Мельников А.А.

Заместитель начальника Красноярского агентства фирменного транспортного обслуживания, г. Красноярск

Фуфачева М.В.

канд. техн. наук, доцент КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В статье говорится о внедрении и применении динамической модели загрузки инфраструктуры для автоматической оценки возможности инфраструктуры общего и необщего пользования, еще до согласования заявки на перевозку грузов, особенно остро стоит вопрос по перевозке массовых грузов в восточном направлении. Указываются достоинства и недостатки данной системы.

Ключевые слова: инфраструктура, пути необщего пользования, пути общего пользования, заявка на перевозку грузов, клиент.

Железнодорожный транспорт является одной из крупнейшей транспортной системы Российской Федерации. В настоящее время объем перевозимых грузов ОАО «РЖД» от общего объема перевозок составляет 80 %.

До марта 2022 года направление грузовых потоков было, в основном, ориентировано на запад и только небольшая доля грузов перевозилась на восток, причем это были массовые грузы (уголь, минерально-строительные грузы, нефтепродукты, удобрения, зерновые и т.д.).

После марта 2022 года картина грузопотоков кардинально поменялась. Грузовой поток изменил транспортную логистику, т.е. сейчас в сферу интересов грузоотправителей входят предприятия и потенциальные партнеры, которые находятся в странах Азиатско-Тихоокеанского региона. Железные дороги полностью переформатировали систему грузовых перевозок. Более чем для 700 предприятий были сформированы новые маршруты перевозок продукции, преимущественно в восточном направлении.

В связи с этим возросла нагрузка на инфраструктуру железнодорожного транспорта, в частности на пункты погрузки, выгрузки и станции по пути следования груженых и порожних вагонов, где этот вагонопоток перерабатывается, а так же повышение погрузки в направлении морских терминалов.

В соответствии с комплексным планом модернизации магистральной инфраструктуры [1], необходимо обеспечение провозной способности в восточном направлении в 2023 г. – до 173 млн т, в 2024 г. – до 180 млн т.

Основной задачей данной статьи – дать краткий обзор программного обеспечения при решении вопросов, связанных с планированием грузопотоков, логистических связей, моделировании перевозок груженых и порожних вагонов.

В соответствии со статьей 11 [2] перевозка грузов железнодорожным транспортом осуществляется на основании принятой перевозчиком к исполнению заявки (ф. ГУ-12) на перевозку грузов. Заявка считается принятой к исполнению после согласования ее перевозчиком.

Заявки на перевозку грузов представляются не менее чем за десять дней до начала перевозок грузов при перевозке грузов в прямом железнодорожном сообщении и не менее чем за пятнадцать дней до начала перевозок грузов при перевозке грузов в прямом и непрямом международном и смешанном сообщениях, а также если пунктами назначения указаны порты [3].

По просьбе грузоотправителей, в случае срочной перевозки грузов, сроки предоставления заявки могут быть изменены в сторону уменьшения. В этом случае перевозчик должен согласовать эти сроки с владельцами инфраструктуры.

В настоящее время заявки на перевозку грузов оформляются, регистрируются и согласуются централизованно в автоматизированной системе «Электронная ТРАнспортная Накладная» (АС ЭТРАН). При прежнем планировании перевозок не учитываются возможности пропускной способности участков и перерабатывающей способности станций и пунктов погрузки-выгрузки.

Автоматизированная система «Динамическая модель загрузки инфраструктуры» (ДМЗИ) в качестве инструмента, призванного упорядочить систему планирования заявок ф. ГУ-12, взята на вооружение участниками перевозочного процесса не так давно [4]. Перевозчик предлагает отправителям грузов новую систему повышения рентабельности и продуктивности перевозок. По данным ОАО «РЖД», к ДМЗИ подключились все железные дороги [5].

Модель предоставляет партнерам ОАО «РЖД» возможность подавать заявки на перевозку в соответствии с реальными возможностями инфраструктуры.

Программное решение ДМЗИ отражает загруженность железнодорожных станций погрузки и выгрузки, путей необщего пользования, учитывает данные об операциях с вагонами и поездами, отслеживает согласованные заявки на перевозку по сети [5].

ДМЗИ будет применяться как инструмент автоматической оценки возможностей инфраструктуры железных дорог общего и необщего пользования в процессе согласования заявок на перевозку грузов ф.ГУ-12, запросов-уведомлений (для осуществления перевозки порожнего вагона (группы вагонов) отправитель до предъявления для перевозок железнодорожным транспортом направляет перевозчику запрос-уведомление на перевозку порожнего вагона (далее - запрос) не позднее четырех часов до предъявления вагона к перевозке) и СКПП (Суточный Клиентский План Погрузки).

Работа системы построена на основе прогнозирования занятости отдельных элементов инфраструктуры на весь период планирования перевозок с использованием данных об операциях с поездами/вагонами в движении, погруженными, но еще не отправленными вагонами, а также ранее уже согласованными заявками на перевозку.

Учитываются данные о параметрах объектов инфраструктуры общего пользования, в том числе с учетом проведения плановых ремонтных и строительно-монтажных работ, а также железнодорожных путей необщего пользования.

ДМЗИ функционирует автоматически, без какого-либо ручного вмешательства. Работа основана только на правилах и нормативных документах.

Элементами модели, отвечающими за описание объектов инфраструктуры, каждый из которых фактически выступает в качестве возможных ограничений являются:

железнодорожные ППП, на которых производится погрузка грузов (данные берутся из соответствующих договоров);

станции отправления грузов и порожних вагонов (данные берутся из расчетов в ЕТП);

модельные участки сети железных дорог ОАО «РЖД» (основа – данные паспорта пропускной способности);

технические станции и станции формирования грузовых поездов, в том числе перерабатывающие способности сортировочных устройств (данные из технологических процессов станций);

станции назначения грузов и порожних вагонов (также из ЕТП);

железнодорожные ППП, на которых производится выгрузка грузов (также из договоров);

план формирования грузовых поездов и маршрутов (данные соответствующей системы);

параметры передачи по межгосударственным стыковым пунктам (основа – данные системы МЕСПЛАН);

параметры передачи с дороги на дорогу по междорожным стыковым пунктам (ежемесячно утверждаемый технический план).

Ежесуточно программа проверяет возможность приема грузов к перевозке на следующие сутки по согласованным графикам заявки. В случае отсутствия ограничивающих обстоятельств согласованные графики подач подтверждаются, и по ним осуществляется прием груза к перевозке. Суточный клиентский план погрузки (СКПП) берет на себя функцию площадки для обмена информацией в случае появления форс-мажорных обстоятельств, как у клиента, так и у ОАО «РЖД». Клиент при отсутствии возможности предъявить груз в согласованную дату вносит соответствующую информацию в СКПП.

Необходимо понимать, что на этапе СКПП прежде всего согласуются объемы, соответствующие уже согласованным заявкам ГУ-12 и указанному в них графикам подач. В остальных случаях запускается пересчет возможностей выполнения СКПП.

В общем виде, проверка возможностей инфраструктуры для пропуска объемов заявленных в ГУ-12 и запрос-уведомлений ДМЗИ осуществляется порядком, который можно представить в виде последовательной «цепочки» элементов (рисунок 1).

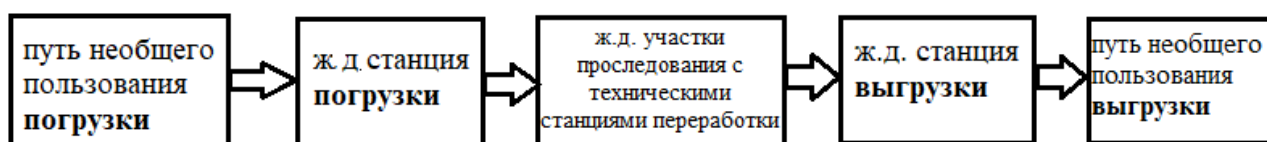


Рисунок 1 – Проверка возможностей инфраструктуры для пропуска объемов в виде последовательной «цепочки» элементов

Если хотя бы по одному элементу инфраструктуры прогнозного маршрута следования вычисленные доступные пропускные /перерабатывающие способности будут меньше заявленного количества вагонов на каждую дату графика подачи проверяемой Заявки, значит, планируемая загрузка инфраструктуры не позволяет согласовать такую заявку.

Список использованных источников

1 Распоряжение Правительства РФ от 19.03.2019 г. № 466-р «Об утверждении программы развития ОАО «РЖД» до 2025 года» (вместе с «Долгосрочной программой развития открытого акционерного общества «Российские железные дороги» до 2025 года) // Правительство России :

официальный сайт. URL: <http://government.ru/docs/all/121118> (дата обращения 29.10.2023).

2 Устав железнодорожного транспорта Российской Федерации : Федеральный закон от 10.01.2003 № 18-ФЗ : принят Государственной Думой 24 декабря 2002 г. : ред. от 11.06.2022 № 178-ФЗ : начало действия редакции 22.06.2022 г. - Москва : КонсультантПлюс, 2022. - 78 с. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

3 Правила приема перевозчиком заявок грузоотправителей на перевозку грузов железнодорожным транспортом : приказ Минтранса РФ от 27.07.2015 № 228 (в ред. от 18.07.2017 № 265). - Москва : КонсультантПлюс, 2022. - 15 с. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс».

4 Потехина А.М., Потехина Ал.М. О развитии информационных систем в ОАО "РЖД" (на примере Восточно-Сибирской железной дороги) // Инновационный транспорт. 2023. № 2 (48). С. 70-76.

5 Динамическая модель упорядочивает перевозки на сети // Гудок. 2023. Выпуск № 174 (27754): Режим доступа: <https://gudok.ru/content/amp/freighttrans/1630422/> (дата обращения 29.10.2023).

УДК 377.5

ГРНТИ 73.29.41

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

Королева И.В.

преподаватель Новосибирского техникума железнодорожного транспорта – структурного подразделения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения», г. Новосибирск

Бушуева Д.А., Дудко В.В.

Студентки Новосибирского техникума железнодорожного транспорта – структурного подразделения федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский государственный университет путей сообщения», Новосибирск

Аннотация. В настоящее время главной проблемой в сфере железнодорожного транспорта является недостаток персонала, обеспечивающего восстановление работоспособности вагонов в эксплуатации. Для получения большей эффективности грузоперевозок и снижения материальных и финансовых затрат необходимо внедрить инновационные

технологии, которые позволят автоматизировать часть процессов ремонта и эксплуатации вагонов.

Методы исследования: изучение теоретического материала по теме работы, участие в процессе эксплуатации вагонов.

Ключевые слова: *Автоматизация, эксплуатация, вагон, грузоперевозки, инновации.*

Длительное время технологические процессы эксплуатации железнодорожного транспорта оставались неизменными, а сейчас переживают время изменений и модернизации.

В настоящее время железнодорожный транспорт продолжает развиваться в сфере инновационных технологий, трансформировать привычные методы работы в более современные и упрощенные. Целью всякого нововведения является помощь в работе, облегчении труда работников и повышение эффективности. В этой статье мы рассмотрим новейшие достижения в области ремонта вагонов и их связь с необходимостью сохранения экологической устойчивости [1].

Научная новизна работы заключается в получении дополнительных знаний по применению инновационных методов эксплуатации вагонов, а также в апробации полученных знаний на практике.

Личный вклад автора, имеющего опыт работы на производстве по профилю исследования, состоит в анализе существующих и предлагаемых методов эксплуатации вагонов и применении современных технологий на учебном полигоне техникума и на производстве.

Одной из ключевых технологий, которая изменит будущее этого вида транспорта, является автоматизация процессов. Ее применение позволит повысить эффективность и безопасность движения, сократить количество работающего персонала и, соответственно, снизить затраты. Кроме того, автоматизация позволит увеличить пропускную способность линий и сократить время подвижного состава в пути.

Новые конструкции, композитные материалы и легкие сплавы также означают инновационный подход к ремонту и эксплуатации подвижного состава и его элементов, так как дают возможность повысить ремонтпригодность деталей, снижают расходы на электроэнергию и улучшают экологическую эффективность железнодорожного транспорта.

Все инновационные процессы на железнодорожном транспорте позволяют достичь высокого уровня безопасности, эффективности и экологической чистоты перевозок, однако, достижение этих целей потребует значительных усилий и финансирования.

Иновации технического обслуживания вагонов (ремонт вагонов)

Использование компьютерного моделирования и диагностики инженерно-техническими работниками ведет к появлению возможности прогнозировать «поведение» вагонов и обнаруживать потенциальные проблемы, что помогает уменьшить время и затраты на ремонт, так как предупредительные меры могут быть приняты заранее [2].

Одна из возможных мер - установка датчиков на вагоны - обеспечивает непрерывный мониторинг их состояния в режиме реального времени. Информация с датчиков позволяет выявить механические повреждения, износ и другие проблемы, требующие ремонта. Это обеспечивает точный и своевременный ремонт и снижает риск возникновения аварий.

Все более популярным становится использование роботов для выполнения различных видов ремонтных работ. Роботы могут выполнять опасные и монотонные операции, такие как сварка, шлифовка и покраска, что повышает безопасность работ и обеспечивает высокое качество ремонта.

Эффективной мерой является применение инновационных материалов, например, композиты можно использовать для увеличения долговечности вагонов. Эти материалы отличаются высокой прочностью и устойчивостью к коррозии, что снижает необходимость регулярных и интенсивных ремонтных работ.

Применение технологии 3D-печати позволяет быстро и эффективно создавать запасные части для вагонов. Это позволяет сократить время, требуемое для ремонта вагонов и уменьшить время простоя на ремонтной площадке.

Иновации, применяемые в процессе эксплуатации пассажирских поездов

Применение виртуальных тренажеров в железнодорожной отрасли дает ряд преимуществ:

- позволяют симулировать различные ситуации, с которыми сталкиваются работники железнодорожного транспорта,
- дают возможность тренироваться в управлении поездами, предсказании возможных проблем и принятии решений в экстремальных ситуациях.

Кроме того, виртуальные тренажеры позволяют повысить безопасность железнодорожного движения. Работники могут получить практический опыт без риска для себя или окружающих, что помогает им освоить сложные навыки и уверенно выполнять свои обязанности.

Также использование виртуальных тренажеров (VIR-тренажеров) позволяет сократить затраты на обучение и повысить его эффективность. Работники могут обучаться в удобное для них время, повторять материалы и тренироваться до достижения определенного уровня мастерства. Это также позволяет компаниям

экономить на затратах на организацию обучения, предоставление учебных материалов и оборудования.

Компания АО «Федеральная пассажирская компания» (ФПК) с успехом использует виртуальные тренажеры в обучении своего персонала. Это позволяет повысить качество услуг и обеспечить безопасность пассажиров. Применение инновационных методов обучения является одной из стратегических задач компании для поддержания конкурентных преимуществ в сфере пассажирских перевозок на железнодорожном транспорте [3].

Таким образом, разработка VIR-тренажеров для подготовки и контроля знаний и навыков, например, для проводников предусматривает следующие этапы:

- проведение совместных совещаний и консультаций между специалистами в области профессиональной деятельности проводников и разработчиками программного комплекса. На этом этапе определяются требования к тренажеру, его функционал, структура и возможности;

- разработка структуры тренажерного комплекса, которая включает в себя модули подготовки к рейсу, работы в пунктах формирования и оборота, работы в пути следования, посадки и обслуживания пассажиров, а также дополнительные модули, например, по обучению в эвакуационных ситуациях или взаимодействию с экстренными службами;

- программная реализация тренажерного комплекса обеспечивает возможность работы в режимах обучения и контроля. В режиме обучения обучающийся может проходить все модули тренажера с голосовым сопровождением требуемых действий. В режиме контроля обучающийся должен пройти все модули тренажера и продемонстрировать свои знания и навыки;

- внедрение и тестирование тренажерного комплекса. После завершения разработки тренажера проводится его внедрение в процесс профессиональной подготовки проводников. Тренажер также проходит тестирование, чтобы убедиться в его функциональности и эффективности.

Таким образом, использование виртуальных тренажеров в процессе профессиональной подготовки проводников позволяет повысить качество обучения, снизить затраты на обучение и улучшить навыки и безопасность проводников при выполнении трудовых обязанностей.

На основании всего вышеизложенного авторы предлагают своё видение внедрения инноваций в процесс ремонта вагонов. Железная дорога является зоной повышенной опасности, нужно быть особенно бдительным при нахождении на путях, вне зависимости от того, используются ли они в качестве служебного прохода, или же на них выполняются ремонтные работы. Всегда нужно соблюдать технику безопасности и охрану труда и, к сожалению, бывают

случаи, когда пренебрежение требованиями безопасности приводят к производственным травмам. Поскольку ремонт вагонов подразумевает нахождение вблизи вагона или непосредственно под вагоном, любое нарушение может стоить жизни. Именно поэтому мы считаем роботизацию процессов самой полезной и безопасной инновацией в сфере эксплуатации грузовых вагонов.

При прохождении в период с 26.06.2023 по 07.10.2023 практики в Эксплуатационном вагонном депо станции Инская на участке Текущего отцепочного ремонта нам доводилось наблюдать за процессом снятия автосцепок с вагонов вручную и процессом подкатки колесных пар под вагон без специализированного оборудования. Работники вынуждены работать в таких условиях из-за нехватки специального оборудования или из-за неудобства использования уже существующего. Роботизация этих двух процессов помогла бы снизить нагрузку на работников, снизить коэффициент производственных травм, увеличить производительность труда, сократить время на ремонт вагонов и выполнять больший объём требуемых ремонтных работ.

Список использованных источников

1. Гулый И.М., Сакс Н.В. Устойчивое развитие железнодорожного транспорта: тенденции, перспективы. Новые проекты//Экономические науки. 2019. № 172. С.27-32.

2. Инновации и вызовы в сфере ремонта железнодорожных вагонов: технологические тренды и экологическая устойчивость : school-spanish URL: <https://school-spanish.ru/moda-i-krasota/innovatsii-i-vyzovy-v-sfere-remonta-zheleznodorozhnyh-vagonov-tehnologicheskie-trendy-i-ekologicheskaya-ustojchivost/> (дата обращения 26.10.2023)

3. Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КРИЖТ ИрГУПС (г. Красноярск, 28.10. – 30.10.2021 г.). / редкол.: В.А Поморцев (отв. ред.) [и др.] ; КРИЖТ ИрГУПС. Красноярск: КРИЖТ ИрГУПС, 2021. – 288 с.

УДК 656.025.4

ГРНТИ 73.47.49

ОФОРМЛЕНИЕ ПЕРЕВОЗКИ ГРУЗОВ ПРИ МУЛЬТИМОДАЛЬНОМ СООБЩЕНИИ

Шаферова Н.В.

*старший преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог»,
КРИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

***Аннотация.** В статье рассматривается проблема по оформлению перевозочных документов при мультимодальных сообщениях; приведены преимущества мультимодальных перевозок, совершенствование таких перевозок, а именно использование электронных перевозочных документов при взаимодействии систем ЭТРАН и ГИС ЭПД при железнодорожных и автомобильных перевозках; приводятся функции этих систем, а также достоинства единой системы по оформлению электронной накладной.*

***Ключевые слова:** мультимодальные перевозки, ЭТРАН, ГИД ЭПД, железнодорожные перевозки, автомобильные перевозки.*

Мультимодальные перевозки – это перевозка грузов разными видами транспорта по одному договору [1]. Последнее время, это наиболее удобный и распространенный метод доставки грузов.

Ответим на вопрос «Какими преимуществами обладают мультимодальные перевозки?»:

1. Расходы на доставку грузов меньше.
2. Быстрее срок доставки.
3. Перевозка оформляется по единому перевозочному документу.
4. За всю перевозку отвечает один перевозчик.

Но для организации такой перевозки необходимо состыковать требования видов транспорта участвующих в перевозке, например, оформление перевозочного документа. Нет единых правил по оформлению документов на перевозку грузов мультимодальными перевозками, поэтому затрачивается больше времени на оформление перевозки.

На сегодняшний день при оформлении перевозки грузов разными видами транспорта, все больше и больше используется электронный документооборот. Если рассмотрим железнодорожный транспорт, то это АС ЭТРАН – Автоматизированная система «Электронная транспортная накладная» [2]. На автомобильном транспорте с 2022 года используется ГИС ЭПД – Государственная информационная система электронных перевозочных документов.

ЭТРАН в настоящее время включает свыше 55 тысяч пользователей и 19 тысяч организаций [3]. В системе можно оформлять очень большое количество документов ежемесячно.

ГИС ЭПД обеспечивает получение электронных перевозочных документов и сведений, содержащихся в них, обработку, хранение документов.

Рассмотрим достоинства использования электронного документооборота: ускоряется процесс обработки сведений на перевозку, электронный перевозочный документ нельзя потерять, перевозку груза просто отследить.

Поэтому для ускоренной перевозки груза мультимодальным сообщением, начиная с оформления перевозочного документа до доставки груза в пункт назначения, просто необходимо использовать единые требования по оформлению перевозочных документов.

Одно из решений, возможность использования системы ГИС ЭПД.

Функции ГИС ЭПД постоянно расширяются. Эту систему можно использовать при мультимодальных перевозках (железнодорожный, автомобильный, водный, воздушный) и на всех видах перевозок (внутренние, международные).

В четвертом квартале 2023 года Минтранс России и ОАО «РЖД» планируют провести пилотный проект по стыковке систем ЭТРАН и ГИС ЭПД при перевозке грузов железнодорожным и автомобильным транспортом [3]. Этот проект рассматривается не как техническая составляющая по взаимодействию программ, а для оказания помощи клиентам (единые стандарты информационного обмена перевозочными документами и информационного взаимодействия).

Назначение единой системы по оформлению перевозочных документов на перевозку грузов:

- использование электронной транспортной накладной;
- экономия средств компаний из-за ухода бумажных перевозочных документов;
- сокращение транзакционных издержек.

По словам директора ассоциации «Цифровой транспорт и логистика» Полины Давыдовой, компании сэкономят на безбумажной технологии более шестнадцати миллиардов рублей, возрастет средняя коммерческая скорость движения грузов с 300 километров до 600 километров в сутки к 2024 году [4].

Таким образом, внедрение единых требований для оформления электронных накладных улучшит качество мультимодальных перевозок, увеличит скорость продвижения грузов.

Список использованных источников

1. Балалев А.С. Организация мультимодальных перевозок : учебник. Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2017. – 440 с.

2. Перепон В. П. Организация перевозок грузов : учебник для ссузов ж.-д. трансп. Москва : Альянс, 2015. – 614 с.

3. Российские железные дороги : официальный сайт URL: <https://cargo.rzd.ru/ru/9514/page/3104?id=284553&ysclid=lnkdrcdqkt49847514> (дата обращения 21.10.2023).

4. РЖД DIGITAL : официальный сайт URL: <https://rzddigital.ru/events/tsifrovoy-servis-po-besshovnoy-multimodalnoy-dostavke-gruzov-perestroit-logisticheskie-tseepochki-str/> (дата обращения 22.10.2023).

УДК 656.225

ГРНТИ 73.29.61

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ СЕРВИСОВ, ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ ПАССАЖИРАМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ И ВНЕДРЕНИЕ НОВОГО СЕРВИСА ДЛЯ СВЯЗИ ПАССАЖИРОВ С ЦЕЛЬЮ ОПТИМИЗАЦИИ ДОСТУПНОЙ СРЕДЫ

Купцова Н.Д.

студент группы ЭЖД 1-20-3. ИрГУПС, г. Иркутск

Власова Н.В.

канд. техн. наук, доцент, ИрГУПС, г. Иркутск

Аннотация. *Современные технологии активно развиваются и стремятся максимально удовлетворить спрос нынешнего общества. Железнодорожный транспорт является одним из основных транспортов как для перевозки грузов, так и для пассажиров. Уже имеется различное количество сервисов разных категорий, обслуживающих пассажиров, как во время поездки, так и на непосредственных вокзалах, но холдинг ОАО «РЖД» не останавливается на достигнутом и изобретает новые сервисы для наивысшего удобства пользования пассажиров инфраструктурой.*

Ключевые слова: *пассажиры, сервис, качественное обслуживание, связь, чат.*

Компания ОАО «РЖД» активно растет как в области грузовых, так и пассажирских перевозках. На сегодняшний день активно функционируют 275 крупных вокзальных комплекса, обслуживают пассажиров 18 тысяч сотрудников и более 600 миллионов пассажиров выбирают железнодорожный транспорт.

Качественное обслуживание пассажиров на вокзалах и процессе следования имеет большое значение в деятельности ОАО «РЖД». На основании спроса в перевозках на железнодорожном транспорте повышается рентабельность и конкурентоспособность на рынке транспортных услуг. Эта конкуренция требует соблюдения строгих стандартов качества обслуживания. Поэтому ОАО «РЖД» с каждым годом адаптируется к потребностям клиентов и повышает удобство поездок. [1]

В настоящее время 88 вокзалов имеют статус достопримечательностей и памятников как регионального, так и федерального значения. По желанию пассажиров, туристов или гостей города специально обученные сотрудники вокзала организывают экскурсию желающим. [2]

Для современного общества сервис с предоставлением wi-fi очень востребован для большинства пассажиров. Заходя вовнутрь здания, пассажиры и гости сразу начинают искать беспроводную сеть на своих гаджетах, в следствии этого, 107 вокзалов уже оборудованы сетями wi-fi, зарядными устройствами, службой навигации и другими технологическими сервисами. Благодаря такому сервису пассажиру могут в удобном доступе читать свои любимыми электронные книги, слушать музыку, смотреть фильмы, читать новости, ориентироваться на вокзале и поддерживать заряд на своем мобильном устройстве для важных звонков. [3]

Большой категорией пассажиров являются пассажиры с детьми. По пожеланиям пассажиров построены отдельные помещения на вокзалах – детские игровые площадки. В таких игровых зонах детям должно быть комфортно и интересно, поэтому в дополнение организованы детские развлекательные программы. Самый главный критерий площадки – безопасность, поэтому родители могут спокойно дать своим детям поиграть в таких местах во время оформления перевозочных документов или в ожидании прибытия поезда. [4]

Маломобильная группа – не менее важная категория пассажиров. Ей уделяется особое внимание. Уже имеется больше 100 служб помощи, организованных на вокзалах, построены специальные помещения отдыха, туалеты, кассы по оказанию услуг маломобильным пассажирам.

Для людей, которые имеют проблемы со слухом и зрением, имеются индукционные системы, позволяющие слабослышащим отлично ориентироваться в пространстве. Для пассажиров с нарушенным зрением по всей площади вокзала расставлены тактильные знаки, указатели, пиктограммы для обеспечения безопасности при передвижении. [5]

Помимо ценовых факторов, потребители уделяют огромное внимание неценовым услугам. Например, в некоторых сообщениях установлена спутниковая радиосвязь для связи пассажира с любым городом. На других фирменных поездах уже стали внедрять беспроводную и сотовую связи, помогающую в пути следования решить много вопросов, возникающих у пассажиров. Также благодаря этой связи пассажиры могут провести время с пользой, узнать что-то новое.

Случаются ситуации, когда в пути следования познакомившиеся пассажиры или встретившиеся старые знакомые по истечению обстоятельств не обменялись контактами. В существующем приложении нет способа связи пассажиров друг с

другом, поэтому при выходе из поезда уже не смогут никогда связаться. С целью появления возможности обмениваться контактами после прибытия на свою станцию и продолжить общение за пределами железной дороги можно внедрить новую функцию "чат пассажиров". Такая услуга может быть в формате:

- 1) веб-сайта от компании ОАО «РЖД»;
- 2) нового раздела в приложении для пассажиров;
- 3) чата в уже существующих социальных сетях.

В данном чате будет возможность вести диалог всем пассажирам одного поезда. Чтобы стать участником, возможны следующие действия:

- 1) перейти по ссылке или QR-коду, которые будут находиться у проводника;
- 2) перейти в необходимый раздел приложения для пассажиров и ввести номер своего билета. [6, 9]

В этих вариантах перед участником чата появится список пассажиров и возможность узнать какую-либо информацию. В дальнейшем все пассажиры одного сообщения могут продолжить общение после высадки на своей станции. При начале новой отправки появляется новый чат, таким образом, исключается вариант попадания в виртуальную беседу предыдущих пассажиров.

Таким образом, при создании данного чата компания сплотит людей с разных мест страны, поможет обрести новые знакомства и возобновить общение старых знакомых даже после высадки на своих станциях. [7, 8]

Список использованных источников

1. Российские железные дороги : официальный сайт URL: <http://www.rzd.ru> (дата обращения 12.10.2023).
2. Федеральный закон "О железнодорожном транспорте в Российской Федерации" от 10.01.2003 N 17-ФЗ (ред. от 13.06.2023).
3. Правила оказания услуг по перевозкам на железнодорожном транспорте пассажиров, а также грузов, багажа и грузобагажа для личных, семейных, домашних и иных нужд, утвержденные постановлением Правительства РФ от 27.05.2021 № 810.
4. Сервис на транспорте: учеб. пособие / О.В. Муленко; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов н/Д, 2016. – 143 с.: ил. – Библиогр.: с. 137–138.
5. Галкин, А. Г. Г16 Организация доступной среды для инвалидов на транспорте : конспект лекций / А. Г. Галкин, О. Р. Ильясов, Л. А. Рыкова. – Екатеринбург : УрГУПС, 2016. – 123, [1] с.
6. Сервис на транспорте : учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования / [В. М. Николашин, Н. А. Зудилин, А. С. Сеницына и др.] ; под ред. В.М.Николашина. — 4-е изд., перераб. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 304 с.

7. Андрианов В.Д. Основные направления модернизации железнодорожного транспорта России // Россия: тенденции и перспективы. Ежегодник, 2017. – 287– 293.

8. Власова Н.В., Оленцевич В.А. Совершенствование процессов транспортно-логистического бизнес-блока по реализации проекта предоставления комплекса услуг / В сборнике: Образование - Наука - Производство. Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием). В 2-х томах. Чита, 2022. С. 262-270.

9. Жебулев Г.Э., Ворожбит А.С., Власова Н.В. Образование и структура Call-центра на российских железных дорогах / В сборнике: Перспективы развития технологий обработки и оборудования в машиностроении. Сборник научных статей 7-й Всероссийской научно-технической конференции с международным участием. Редколлегия: Разумов М.С. (отв. ред.). Курск, 2022. С. 68-72.

УДК656.212

ГРНТИ 73.29.21

**АЛГОРИТМ ВЫБОРА ФИНАЛЬНОГО ВАРИАНТА ДОСТАВКИ ГРУЗОВ
ОТ СТАНЦИИ «АБАЛАКОВО» ДО ГРАНИЦЫ С КИТАЕМ**

Селиванов А.В.

канд. техн. наук, доцент кафедры ЭЖД КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Васильева А.А., Романова А.А.

студенты 23.03.01, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

***Аннотация.** Изучены особенности вариантов совместной доставки сырой руды (магнезита) и пиломатериалов от станции «Абалаково» до Китайской границы. Стабильность поставок материальных ресурсов (МР) поддерживается производительностью Киргитейского карьера по добыче магнезита, а также Лесосибирского дерево-обрабатывающего комбината (ДОК). Не исключается возможность создания страхового запаса МР с привлечением к перевозкам водного транспорта в период навигации. Обоснована структура информационного обеспечения движения материальных потоков, способствующая формированию управляющего воздействия на выбор варианта доставки грузов в Китай. В структуре информационного обеспечения выделены подбазы данных: текущая, архивная и нормативная. Предлагается организовать процесс решения задачи маршрутизации доставки грузов в Китай в структуре консалтингового логистического центра (КЛЦ), который мог бы определять и координировать обязанности всех участников транспортной*

логистики с учётом затрат, качества и сроков поставок. В итоге повышается надёжность выполнения заявленных поставок ресурсов заказчику.

Ключевые слова: транспортная логистика, маршрутизация, варианты доставки, информационное обеспечение, алгоритм выбора, логистический центр.

На станции «Абалаково» формируются эшелоны для отправки 20ф контейнеров, загружаемых сырой рудой или пиломатериалами по заказам Китайских грузополучателей. Грузооборот по этим ресурсам отличается стабильностью и составляет по 15-ти платформ ежемесячно в течении предыдущих 7-ми лет.

Сырая руда добывается на Киргитейском месторождении магнезита (расположено вблизи поселка Раздолинск, Мотыгинского района, Красноярского края) с которого стабильно поставляется сырая руда высокого качества (которое соответствует всем требованиям Китайского заказчика) на открытую площадку ст. «Абалаково» с последующей затаркой 20ф контейнеров (собственность Китайского заказчика и отметим, что 40ф контейнера пока не используются в перевозках) с открытым верхом и погрузкой на платформы для отправки до границы с Китаем.

Запасы Киргитейского месторождения магнезита в совокупности с Тальским месторождением (расположенного также в Мотыгинском районе) достаточные [1] для организации стабильных, долгосрочных поставок сырой руды Китайскому заказчику (с учетом даже некоторого роста объемов поставок).

Одной из основных задач транспортной логистики является маршрутизация доставки грузов [2]. Схема расположения объектов транспортной логистики станции «Абалаково», представлена на рисунке 1. Основная работа, по перевозке грузов, осуществляется железнодорожным транспортом, привлекается также автомобильный с Киргитейского карьера, а речной и морской транспорт для создания страхового запаса за период навигации. Рекомендация по созданию страхового запаса МР (в порту Владивостока или порту Китая) связана с перегруженностью Транссибирской магистрали и рассматривается как вспомогательный маршрут (см. рис. 1), что повышает надёжность выполнения договорных обязательств с Китаем.

Учитывая загруженность Транссибирской магистрали следует рассматривать прокладку маршрута не только до пограничного перехода станции «Забайкальская», но и до пограничных переходов через Казахстан или Монголию и выбирать маршрут по критерию приемлемого срока доставки.



Рисунок 1- Схема расположения объектов транспортной логистики станции «Абалаково»: СМП – Северный морской путь

Срок доставки груза один из критериев выбора маршрута, который складывается из следующих слагаемых: времени погрузки, времени разгрузки, времени обработки эшелона на станциях, времени оформления сопроводительной документации (которое не пересекается с другими слагаемыми), времени на выполнение движенических работ (перевозка грузов).

Рекомендуется использовать вероятностные методы оценок для установления ожидаемых сроков доставки грузов конечному покупателю (заказчику), которые могут определяться по набору оптимистических, пессимистических и наиболее вероятных оценок [3;4].

По статистическим данным известны скорости движения на маршруте от ст. «Абалаково» до ст. «Забайкальская» (один из пограничных переходов на границе с Китаем), Так, например, оптимистическая оценка – 43 км/ч, пессимистическая – 10 км/ч и наиболее вероятная – 16 км/ч, которые используются в расчете ожидаемого срока доставки грузов [3;4], а по мере накопления статистики, в последующих плановых периодах предусматривается процедура корректировки оценки ожидаемого срока доставки грузов.

Следует также предусматривать процедуру статистического контроля и корректировки, которая должна проводиться регулярно по мере накопления необходимых и достаточных данных [5,6], что позволяет актуализировать базы данных., которые используются в расчетах.

Порядок формирования баз данных, критерии выбора маршрутов доставки учитываются в единой блок-схеме алгоритма выбора финального варианта перевозки грузов от станции «Абалаково» до границы с Китаем, что в итоге упорядочивает процесс подготовки и принятия управленческого решения с последующим закреплением этого подхода в структурно - логической блок-схеме приведенной на рисунке 2.

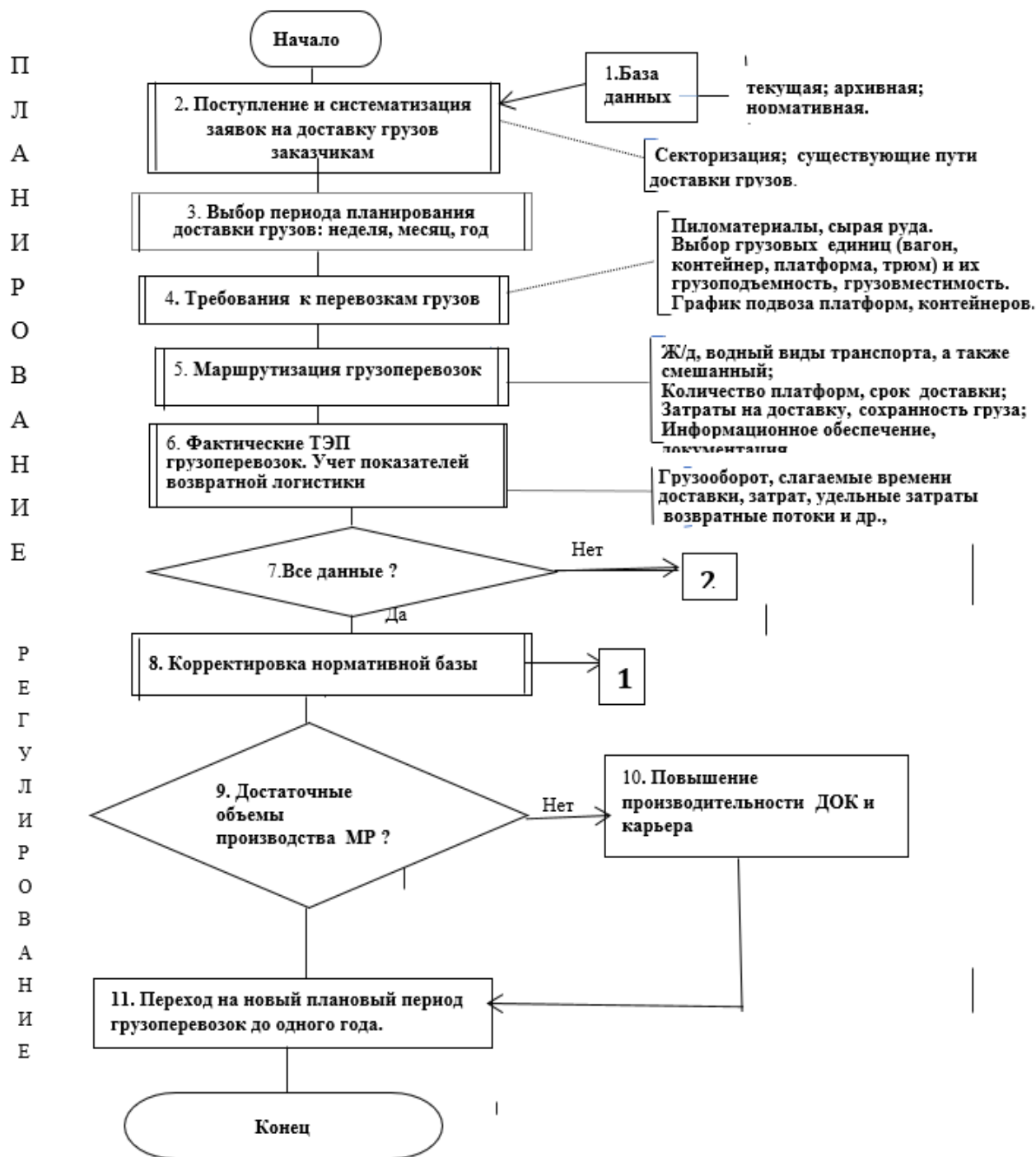


Рисунок 2 – Структурно-логическая блок-схема алгоритма выбора финального варианта доставки грузов заказчику

Предлагаемое управленческое решение рекомендуется формировать в структуре консалтингового логистического центра (КЛЦ), который мог бы определять и координировать обязанности всех участников транспортного процесса доставки грузов от ст. «Абалаково» до границы с Китаем с учётом состава затрат, качества и сроков поставок . [2;7].. Это связано с тем, что персоналом одной станции комплексную задачу планирования и выбора варианта доставки грузов в полном объёме не решить.

Партнёрами КЛЦ могут являться транспортные организации, грузовые терминалы, страховые компании, станции пропуска грузов, пограничные переходы, исследовательские организации (например, институты) и иные поставщики сопутствующих, транспортной логистики ст. «Абалаково», услуг [2;7]..

В блок-схеме алгоритма (см. рис.2) учитываются не только прямые потоки, но и возвратные (блок 6, рис.2), т. е. решение, например, возврата контейнеров, организация попутного груза в направлении г. Красноярск, ст. «Абалаково».

В итоге, проведенного исследования, предлагается организовывать управление параметрами транспортной логистики ст. «Абалаково» в структуре КЛЦ Красноярской железной дороги, что повышает надежность и результативность выполнения договорных обязательств станции.

Список использованных источников

1. Запасы магнетита в Мотыгинском районе Красноярского края[Электронный ресурс]. URL:<https://krasnoyarsk.dk.ru/news/237185858> (дата обращения: 0411.2023).

2. Селиванов А.В., Вашлаев И.И., Михайлов А.Г. Управление параметрами транспортной логистики в структуре консалтингового логистического центра // Инновационные транспортные системы и технологии. – 2022. – Т. 8. – No 2. – С. 70–91. doi: 10.17816/transsyst202282070-91

3. Организация производства и менеджмент на машиностроительных предприятиях / Н. Ф. Ревенко, А. Г. Схиртладзе, Г. Б. Белослудцева и др. М. : Высш.шк, 2007. С. 79.

4. Григорьев М.Н. Логистика. Базовый курс: учеб. для бакалавров / М.Н. Григорьев, С.А. Уваров.-2-е изд. – М.: Изд-во Юрайт, 2012. С.143.

5. Автоматизированный учет материалов на горном предприятии с расчетом и контролем их баланса / Ефремов В.В., Селиванов А.В., Вашлаев И.И., Трофимов В.Г. // Изв. Вузов. Горный журнал.1999.№1-2. С.88-95.

6. Концепция формирования информационной основы карьера / В.А. Падуков, А.В. Селиванов, М.Л. Медведев, И.И. Вашлаев // ФТПРПИ, 1993. -№4 - С. 67-73.

7. Селиванов А. В. Организация и управление транспортными потоками промышленного предприятия [Текст] // Политранспортные системы: материалы X Международной науч.- техн. конф. (15-16 ноября 2018 г.), отв. редакторы: С.А. Бокарев, А.А. Климов, А.Д. Абрамов, В.И. Хабаров, В.И. Медведев. - Новосибирск: Изд-во СГУПС, 2019.- С.185-187

УДК 656.072

ГРНТИ 73.29.61

**ТЕХНОЛОГИИ КОМФОРТНОГО ПУТЕШЕСТВИЯ.
ЦИФРОВИЗАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗОК**

Мережникова М.А.

преподаватель, филиал СамГУПС в г.Ртищево

Аннотация. В рамках реализации программы развития компании ОАО «РЖД», в пассажирских перевозках ведется активная работа по цифровизации клиентских сервисов и бизнес – процессов, расширению спектра и качества предоставляемых услуг, формированию оптимальных маршрутов сети, развитию мультимодальных перевозок. В статье идет речь об основных сервисах технологической платформы «Инновационная мобильность», направлениях формирования клиентского пути, проектах развития технологий комфортного путешествия.

Ключевые слова: цифровизация, ОАО «РЖД», пассажирские перевозки, мультимодальные перевозки, инновационная мобильность.

Введение

Все предприятия транспортной отрасли сегодня находятся в процессе стремительного развития и высокой конкуренции. Внедрение цифровых технологий практически во все процессы производства теперь является жизненной необходимостью. ОАО РЖД одной из первых компаний начала данную работу, в 2019 году была разработана и утверждена долгосрочная программа развития, предусматривающая переход на цифровую железную дорогу.

Цифровизация охватывает все направления деятельности железнодорожного транспорта, а в пассажирских перевозках выделены несколько направлений развития:

- Предоставление высококачественного предложения и повышение качества обслуживания;
- Формирование оптимальных маршрутов сети и расписания поездов;

- Цифровизация клиентских сервисов и бизнес – процессов;
- Развитие мультимодальных перевозок [1, с.306].

Для реализации вышеуказанных задач ведется работа по модернизации железнодорожной инфраструктуры, обновлению подвижного состава, цифровизации процессов клиентского пути, для расширения спектра предоставления услуг и повышению комфортности перевозок. Мобильные приложения, электронные билеты, цифровые сервисные платформы, интеллектуальные системы управления делают пассажирские железнодорожные перевозки более привлекательными и увеличивают спрос на них[2, с.38-39].

Цифровые сервисы пассажирских перевозок

За последние 5-7 лет активизирована работа в сфере расширения услуг и повышения комфортности железнодорожных путешествий. С 2022 года в рамках реализации поручения правительства нашей страны по импортозамещению иностранного программного обеспечения, особенно активно начали развиваться цифровые сервисы, в том числе в области пассажирских перевозок. Современные пассажирские железнодорожные перевозки рассматриваются не только в рамках приобретения электронного билета, но и возможности строить сложные маршруты, планирования активностей, бронирования отелей, формирования туристических маршрутов, объединяющих несколько видов транспорта. Всё это стало возможно благодаря разработке технологической платформы «Инновационная мобильность», которая объединяет работу более 5 тысяч перевозчиков. Функционал сервисов платформы основывается на базе данных по всем видам транспортных услуг, представляет собой несколько каналов продаж по двум контентам:

- «Интерфейс кассира» - осуществляет продажу билетов агентам – партнерам через автоматизированное рабочее место «АРМ кассира» на разные виды транспорта через офлайн кассы;

- «Инновационная мобильность» - формирует и делится своим билетным и туристическим контентом с клиентами, например: tutu.ru, Яндекс Путешествия, Ozontravel и другими организациями, имеющими свое программное обеспечение.

На сегодняшний день около 76 % всех железнодорожных билетов оформляются и продаются в электронном виде. Эти цифры говорят о правильности направления развития и перспективах на будущее.

Развитие клиентского пути

За эталон развития клиентского пути РЖД принимает шесть основных мировых трендов:

1. Персонализация предложений по планированию поездки. Учитывая опыт предыдущих поездок человека, его предпочтений, «умная» система может

сформировать другие маршруты, в том числе мультимодальные, предложить варианты досуга. Функция конструктора путешествий предложит уже имеющийся туристический пакет с набором всего комплекса услуг. Кроме того, по уже имеющимся маршрутам пользователю могут быть предложены другие, более удобные по времени прибытия или уровню комфорта.

2. Система бронирования. Процедура бронирования билета теперь может занять считанные секунды, на основе существующей калоборации с банками и другими экосистемами. Для примера выберем процесс регистрации на сайте, который пугает многих людей длительностью процедуры и опасностью ввода своих персональных данных, но данный вопрос решается путем входа через портал Госуслуг. Это безопасно и, кроме того, будет как нельзя кстати если под рукой не оказалось документов.

3. Быстрая оплата проезда. Возможность привязки банковской карты к личному кабинету, бесконтактный способ при помощи QR-кода, системы быстрых платежей (СБП), системы Face Pay – всё это делает процесс оплаты проезда быстрым и удобным.

4. «Безбумажная» посадка в вагон. Теперь пассажиру достаточно предъявить паспорт, без распечатки бумажного билета.

5. Сопровождение во время поездки. Это направление предоставляет возможность пассажиру на всех этапах поездки получать информацию на сайте перевозчика или в службе поддержки об этапах поездки, необходимости пересечь на другой маршрут, планировании времени и прочих. Информация поступает на электронную почту или в смс оповещениях.

6. Дополнительные услуги. Для комфорта пассажиров на всех этапах поездки (до, после и во время), платформа «Инновационная мобильность» предусмотрела отправку информационных писем с предложениями: бронирования отелей, заказа еды, оформления страховки, заказа экскурсий, трансфера и других услуг [3, с.1-3].

Технологии комфортного путешествия

Развитие вышеизложенных направлений клиентского пути, в полной мере нашло свое отражение в реализуемых в настоящее время глобальных проектах пассажирских перевозок. Запущенный в ноябре 2021 года проект РЖД Тревел стал прорывом компании в организации туристических маршрутов. На официальном сайте Travel.RZD.ru [4, с.1-3] доступны услуги по выбору популярных направлений туризма, бронированию отелей и экскурсий. С 2022 года портал предлагает пользователям более 100 тысяч отелей и гостиниц, более 300 предложений экскурсионного контента, постоянно меняющиеся маршруты. Цифровые достижения по привлечению искусственного интеллекта и интернета

вещей дают возможность развития персонализированного, бесконтактного туризма и мультимодальных перевозок.

Мультимодальные перевозки безусловно вызывают интерес среди пассажиров, так как при самостоятельном планировании можно просчитаться во времени необходимом на пересадку с одного вида транспорта на другой, кроме того подбор вариантов занимает значительное время. Поэтому в первую очередь для реализации проекта смешанных перевозок необходимо согласование графиков движения между различными видами транспорта по наиболее востребованным маршрутам. Забота транспортных компаний о своих клиентах будет вознаграждена активным спросом на мультимодальные перевозки, позволит реализовать принцип доставки «от двери к двери».

Говоря о технологии комфортного путешествия, стоит позаботиться о людях с ограниченными возможностями здоровья. Главная задача – формирование беспрепятственной среды, которая выражается в доступности всех устройств вокзального комплекса: установки лифтов, пандусов, адаптации билетных касс, мест в залах ожидания, индукционных систем для слабослышащих, контрастно-тактильных полос и знаков, мнемосхем, современной системы информирования и прочих устройств.

Реализация программы цифровой трансформации, внедрение в работу современных автоматизированных программ и сервисов, искусственного интеллекта и роботизации, дает перспективы развития высокоскоростного движения с оптимальным соотношением показателей: скорость, комфорт и стоимость проезда.

Для повышения уровня комфорта запускают в работу новейший подвижной состав в эргономичном дизайне, с функцией доступа пассажиров к информационным и развлекательным ресурсам во время всей поездки, ведутся разработки популярного направления в области экологичного туризма – локомотива на водородном топливе, для снижения энергозатрат – соединенных двухэтажных электропоездов [5, с.51-54].

Приобретая билет, пассажир хочет быть уверен в правильности своего выбора, чтобы его ожидания по оснащению вагона были оправданы. Функция просмотра вагона, в который приобретается билет, даст реальную картину по оснащению вагона и уровню комфорта. Такую информацию можно предложить в виде сферической панорамы, которая намного эффективнее обычной фотографии, так как угол обзора составляет более 180 градусов [6, с.115].

«Умные окна» - это еще одно великое цифровое изобретение, позволяющее обычную прозрачную перегородку превратить в информационное пространство. Мультимедийные окна, окна – дисплеи с подключением к Интернету превращают заурядную поездку в познавательное путешествие [7, с.38].

Заключение

Еще буквально несколько лет назад вышеперечисленные цифровые инновации в пассажирских перевозках казались фантастикой. Сегодня это необходимость развития, без которой железнодорожный транспорт не сможет обеспечить должный уровень предоставления услуг пассажирам. Развитие технологий комфортного путешествия привлекают новых клиентов, повышают уровень их удовлетворенности, значительно усиливают позиции холдинга РЖД в конкурентной борьбе транспортного рынка.

Список использованных источников

1 Яхимович, А. В. Цифровые технологии ОАО «РЖД» в сфере пассажирских перевозок / А. В. Яхимович // Современное состояние, проблемы и перспективы развития отраслевой науки : материалы VI Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 125-летию РУТ (МИИТ), Москва, 25–26 ноября 2021 года. – Москва: Издательство "Перо", 2021. – С. 304-307. – EDN GHBZMP.

2 Алексеев, С. А. Совершенствование пассажирских сервисов на основе цифровых технологий / С. А. Алексеев // Экономика железных дорог. – 2020. – № 5. – С. 38-42. – EDN OMPQOQ.

3 Цифровая трансформация РЖД. Технологии комфортного путешествия. / [Электронный ресурс] // RZD.DIGITAL : [сайт]. — URL: <https://rzddigital.ru/world/tsifrovye-tekhnologii-delayut-poezdki-komfortnee-s-kazhdym-godom/> (дата обращения: 22.10.2023).

4 Travel.RZD.ru: [сайт]. — URL: <https://travel.rzd.ru/tours> (дата обращения: 21.10.2023).

5 Родионова, Н. А. Направления цифровизации пассажирских туристических перевозок / Н. А. Родионова // Цифровая трансформация транспорта: проблемы и перспективы : материалы Национальной научно-практической конференции, посвященной 125-летию РУТ(МИИТ), Москва, 29 сентября 2021 года. – Москва: Российский университет транспорта, 2021. – С. 51-54. – EDN RPUAWZ.

6 Рустамов, А. Ф. о. Повышение уровня сервиса железнодорожных пассажирских перевозок на основе цифровых технологий / А. Ф. о. Рустамов // Проблемы перспективного развития железнодорожных станций и узлов. – 2019. – № 1(1). – С. 113-119. – EDN CHGBKC.

7 Паршина, В. С. Использование цифровых технологий в сфере пассажирских железнодорожных перевозок / В. С. Паршина, Т. Б. Марущак // Экономика железных дорог. – 2020. – № 4. – С. 36-44. – EDN XNHEXP.

**ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ГРУЗОПЕРЕВОЗКИ:
ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Гиваргизова Л. С.

Аналитик Центра экономической интеграции Института развития интеграционных процессов Всероссийской академии внешней торговли Министерства экономического развития РФ (ИРИП ВАВТ), г. Москва

***Аннотация.** В современных условиях санкционного давления на российскую экономику, трендом становится расширение торгово-экономических отношений с дружественными странами, основополагающим фактором которого является развитие логистических коридоров, также усиление развития цифровой экономики во внешнеторговой политике. Актуальным становятся логистические цепочки, существующие и формирующиеся транспортные международные коридоры по всей территории России, как транспортный коридор «Север-юг», «Транссиб», «Один пояс, один путь». Переориентация Российской экономики на восток и рост объемов товарооборота во многом зависит от конкурентоспособности международных транспортных коридоров и уровнем внедрения инновационных технологий.*

***Ключевые слова:** Россия, Север-Юг, Один пояс-один путь, стартап.*

Грузовые перевозки являются одним из основных связующих элементов любой экономической системы [1]. Доля железнодорожного транспорта в общей структуре грузооборота основная. Анализируя статистические данные Росстата до пандемийного периода и после, в условиях санкционного давления, доля грузоперевозок по железнодорожному транспорту осталась высокая и основная. За 2022 г. грузоперевозки по ЖД составил 47,2%, а 45,1% это только нефть и газ (см. рисунок №1).

В период глобальной пандемии COVID-19 железнодорожный транспорт укрепил своё положение в качестве одной из ключевых и системообразующих категорий транспорта [2]. Мы делаем такой вывод исходя волатильности цен грузоперевозок. Показатели индекса морских грузоперевозок (WCI Drewry) между Китаем и Европой в период пандемии резко поднялись, а показатели евразийского индекса ж/д контейнерных перевозок показали сверхнизкую волатильность (см. рисунок 2) [3].

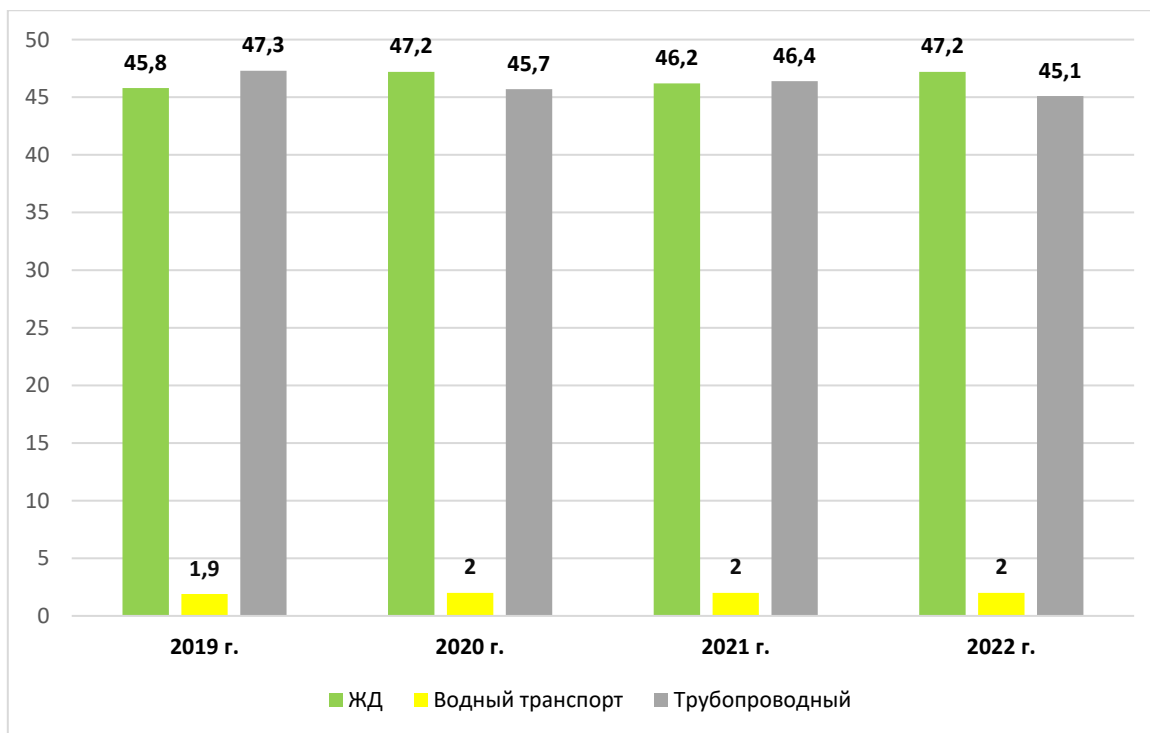


Рисунок 1 Структура грузооборота РФ по видам транспорта (в %)

Источник: составлен автором на основе данных Росстат1

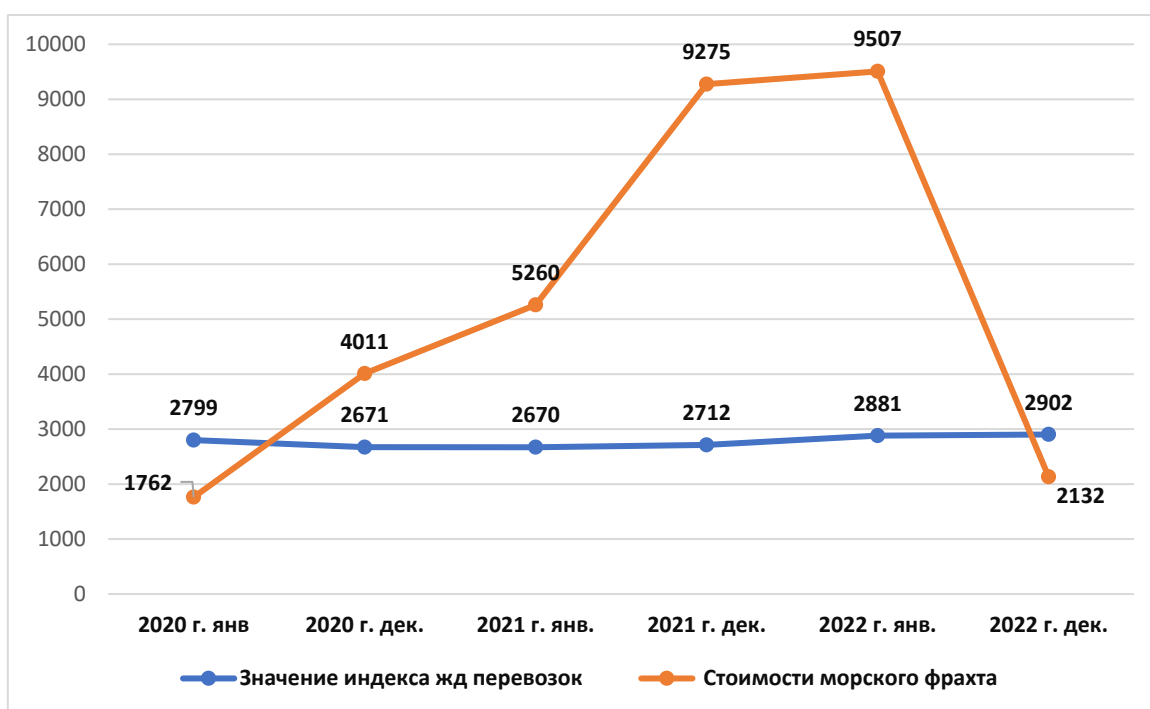


Рисунок 2 Динамика изменений индексов грузоперевозок по евразийскому ж/д маршруту и по морским путям (в долл.)

Источник: составлен автором на основе данных индекса железнодорожного альянса Евразии²

¹ <https://rosstat.gov.ru/statistics/transport>

² <https://index1520.com/analytcs/konteynerye-zheleznodorozhnye-perevozki-na-evraziyskom-prostranstve-v-pervom-polugodii-2023-goda/>

С января 2020 г. по декабрь 2022 г. наблюдается изменения стоимости железнодорожной перевозки за двадцатифутовый эквивалент (далее ДФЭ) в 3,7%, а в стоимости морских перевозок в 2021 г. по сравнению с предыдущим периодом зафиксирован рост в 5 раз, это связано с блокировкой Суэцкого канала контейнеровозом Ever Given, нарушивший цепочки поставок и стоивший мировой экономике 400 млн долл. в час [4].

На основе показателей цен грузоперевозок, можем отметить, что железная дорога на фоне международных потрясений подтвердила звание наиболее стабильного вида транспорта.

В современном этапе развития, в условиях санкций в процессе переориентации экономики России важную роль играют две международные транспортные коридоры: «Один пояс – один путь» и «Север-Юг», который пересекается с магистралями китайской инициативы на территории России.

«Север – Юг» инициированный Минтрансом России, сокращает на половину сроки доставки по сравнению с Суэцким коридором. Сроки доставки грузов из России в Индию маршрутом МТК «Север – Юг» составляет около 23 дней, а через Суэцкий канал грузы следуют до 45 дней [5]. С учетом усиления двусторонних отношений после внесения санкций против России и по стратегии перенаправления экономического вектора страны, более привлекательными становятся страны по линии транспортных коридоров, в частности Иран, Индия и Китай.

На фоне падения транзитных объемов из Китая в Европу и возросших импортных поставок в Россию из Китая и экспорта России в Китай, можем отметить, что произошла реструктуризация перевозок [6]. По итогам первого полугодия 2023 г. объём перевезённых по евразийскому железнодорожному маршруту грузов суммарно по всем сегментам составил 350,7 тыс. ДФЭ, при этом на транзитные перевозки в сообщении Китай - Европа - Китай пришлось 114,1 тыс. ДФЭ, что составляет 32,5% всех перевезённых грузов. Остальные 67,5% импортные поставки в Россию из Китая и экспорт России и стран ЕАЭС в Китай.

В связи с этим автором анализируются инновации в области железнодорожного транспорта. Исследование платформы StartUs Insights Discovery на базе больших данных и искусственного интеллекта (далее ИИ), которая охватывает более 3 790 000 стартапов и масштабируемых компаний по всему миру, выявило около 573 железнодорожных стартапа [7]. Большинство созданы в период Covid-19. На основе данных о стартапах можем выявить основные отраслевые тенденции. В основном железнодорожные стартапы разрабатывают технологии, позволяющие, среди прочего, повысить

прозрачность, оптимизировать операции, автоматизировать операции, сократить расходы на техническое обслуживание и ремонт, а также повысить эффективность железных дорог. Рассмотрим несколько стартапов из базы больших данных и ИИ.

Немецкий стартап созданный в Мюнхене в 2021 г. «Servail» [8] предлагает роботизированные решения для обслуживания железнодорожных путей и подвижного состава. Автономные роботы стартапа используют пространство под поездами, не выступая за погрузочную колею, для проверки и обслуживания железнодорожных путей. При этом работа этих роботов не препятствует и не мешает доступности путей. Модульная платформа также оснащена инструментами и датчиками для выполнения широкого спектра измерений пути и поезда, таких как геометрия пути, распознавание окружающей среды, взаимодействие поезда с путем и многое другое.

Британский компания «PlasmaTrack Ltd» в 2020 г. разработал технологию плазменной очистки, которая восстанавливает гусеницы до сухого, чистого и незагрязненного состояния [9]. Устройство, которое устанавливается на днище поездов, очищает пути от остатков, например, трудноудаляемых загрязнений третьего слоя в виде листьев, прилипших к поверхности. Это позволяет машинистам поездов точно прогнозировать тормозной путь независимо от погоды и сезона, а также сетевым операторам увеличивать пропускную способность принадлежащих им путей. В настоящее время очищение рельсов проводится струями воды. Швейцарский стартап «Sun-Ways» созданный в 2020 г., производит съемные солнечные электростанции, которые аккуратно помещаются между существующими железнодорожными путями [10]. Стартап использует запатентованную систему крепления между рельсами, позволяющую быстро механизировать установку и снятие большого количества солнечных панелей. Фотоэлектрические панели не препятствуют движению поездов и подают электроэнергию непосредственно в контактную сеть для обеспечения тяги поездов. Технология Sun-Way позволяет железнодорожным операторам обезуглероживать свои железнодорожные системы за счет быстрого и экономически эффективного внедрения сбора солнечной энергии. Израильский стартап «DirecTrainSystems» созданный в 2021 г., предлагает технологию динамического рельсового соединения для увеличения пропускной способности и эффективности железных дорог [11]. Разработанная технология соединения в движении позволяет физически соединять и разъединять поезда на ходу и на высоких скоростях без необходимости остановки или замедления.

Время, качество, безопасность, издержки основные факторы в управлении транспортно-логистическими системами. Модернизация экономики состоит в развитии и широком применении инновационных систем. Важно отметить, что

Россия тоже не отстает от мировых трендов по созданию и внедрению инноваций в железнодорожной отрасли. В РФ для привлечения инноваций с открытого рынка и смежных областей создан в 2019 г. постоянно действующий корпоративный акселератор ОАО «РЖД», это отраслевой консорциум крупных компаний в области транспорта и логистики, заинтересованных в инновационном развитии [12]. В рамках акселерационной программы Aririx Robotics разработал автоматизированную систему- робот для расцепки железнодорожных вагонов. Робот станет одним из элементов цифровой железнодорожной станции РФ, наряду с беспилотным управлением маневровыми локомотивами, автоматизированным приёмом и диагностикой подвижного состава на подходах к станции и другими автономными системами.

В связи с переориентацией экономики и впоследствии наращиванием грузоперевозок по линии транспортных коридоров «Север-Юг» и «Один пояс- один путь», важным становится обеспечение скорости и безопасности, что невозможно без внедрения инновационных технологий, например, как технология соединения в движении, которая соединяет и разъединяет поезда на ходу и на высоких скоростях без необходимости остановки или замедления, что очень важно для повышения скорости и одновременно даст возможность избежать столкновений на пересекающиеся путях.

Список использованных источников

1 Головатенко К.С. Анализ факторов внешней среды компании по грузоперевозкам // Наука без границ. 2019. № 12(40). С. 5-13;

2 Тулупов А. В., Белошицкий А. В., Шитов Е. А., Шитова Ю. А. Инновационные и научно-технологические приоритеты грузового железнодорожного транспорта // Мир транспорта. 2021. Т. 19. № 5 (96). С. 58–68. DOI: <https://doi.org/10.30932/1992-3252-2021-19-5-7>;

3 Информационно-аналитический обзор Eurasian rail alliance Index «КОНТЕЙНЕРНЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ НА ЕВРАЗИЙСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ В 2020 ГОДУ» [сайт] URL: https://index1520.com/upload/medialibrary/ff6/ERAI-Review-2020_RU.pdf ;

4 Ведомости «Контейнеровоз Ever Given застрял надолго» [сайт] URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/2021/03/25/863243-konteinerovoz-given> ;

5 Российские железные дороги: официальный сайт URL: <https://cargo.rzd.ru/ru/9789> (дата обращения 29.10.23);

6 Информационно-аналитический обзор Eurasian rail alliance Index «КОНТЕЙНЕРНЫЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ПЕРЕВОЗКИ НА ЕВРАЗИЙСКОМ ПРОСТРАНСТВЕ В 2023 ГОДУ» [сайт] URL:

https://index1520.com/upload/medialibrary/645/wgpr9cf6rp2fce4wo6sv37x7h6dv2nu/231026_OTLK_Russ.pdf ;

7 StartUs Insights: официальный сайт базы больших данных и искусственного интеллекта URL: <https://www.startus-insights.com/innovators-guide/rail-startups/> (дата обращения 28.10.23);

8 Роботизированное обслуживание железнодорожных путей и подвижного состава «Servail» URL: <https://www.servail.de/> ;

9 Компания «PlasmaTrack Ltd»: официальный сайт URL: <https://www.plasmatrack.co.uk/> (дата обращения 28.10.23);

10Стартап «Sun-Ways»: официальный сайт URL: <https://www.sun-ways.ch/blank-1> (дата обращения 28.10.23);

11Стартап «DirecTrainSystems»: официальный сайт URL: <https://directrains.com/> (дата обращения 28.10.23);

12Акселератор ОАО «РЖД»: официальный сайт URL: <https://accelerator.rzd.ru/#about> ;

13Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации: официальный сайт АО «НИИАС» URL: <https://niias.ru/history/>

УДК 377.131.14

ГРНТИ 73.01.45

**ИНТЕРАКТИВНЫЕ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ
КРИЖТ ИРГУПС, КАК СПОСОБ ФОРМИРОВАНИЯ У ОБУЧАЮЩИХСЯ
ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

Орленко А.И.

канд. техн. наук, доцент, КриЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Аннотация. В статье рассматривается проблема освоения профессиональных компетенций в процессе получения профессионального образования за счет использования интерактивных форм обучения с использованием учебных полигонов, оснащенных необходимыми техническими средствами обучения, имитирующими реальные условия производства.

Ключевые слова: профессиональные компетенции, интерактивные формы обучения, деловая игра, ОАО «РЖД».

Начало строительства Транссибирской магистрали от Оби до Иркутска продиктовало решение открыть в 1894 году в г. Красноярск первое Сибирское техническое железнодорожное училище. Через год Император Николай II повелел присвоить учебному заведению свое имя. Правопреемник того училища

– Красноярский филиал ИрГУПС, 1 января 2007 года реорганизован в Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал ГОУ ВПО «Иркутский государственный университет путей сообщения» в г. Красноярск (КрИЖТ ИрГУПС). Красноярский техникум железнодорожного транспорта вошел в состав института, как структурное подразделение.

Целью создания КрИЖТ ИрГУПС в г. Красноярск являлась необходимость повышения обеспеченности Красноярской железной дороги – филиала ОАО «РЖД» (КрасЖД) и Красноярского края высококвалифицированными специалистами железнодорожного транспорта. Ныне Красноярский институт железнодорожного транспорта – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Иркутский государственный университет путей сообщения» – это вуз, готовящий специалистов для предприятий железнодорожного транспорта по программам начального, среднего, высшего и дополнительного профессионального образования. Основные образовательные программы, реализуемые в институте, позволяют вести подготовку кадров основных специальностей железнодорожного транспорта. Контингент студентов института превышает 4 400 обучающихся, не считая слушателей дополнительного образования.

Материально-техническое обеспечение института позволяет эффективно проводить все виды занятий по каждой дисциплине реализуемых образовательных программ как высшего, так и среднего профессионального образования. Кроме того, существующее материально-техническое обеспечение успешно используется для проведения научно-исследовательских работ и способствует реализации студенческих стартапов.

Из 25 202,3 м² общей площади имеющихся у института помещений – 75 % используется для проведения учебно-лабораторных занятий. Также в состав материально-технического обеспечения входит учебно-тренировочное сооружение (учебный полигон) общей площадью 4 495,2 м². Учебно-тренировочное сооружение является сооружением учебного назначения и служит для учебных нужд. Учебный полигон состоит из 65-ти обособленных и взаимосвязанных контуров, наземных и подземных.

В состав учебного полигона входят:

- железнодорожные пути, протяженностью 575 м;
- сеть электроснабжения, протяженностью 425 м;
- силовой трансформатор тяговой подстанции на опорах;
- пост ЭЦ, общей площадью 54,5 м²;
- 46 железобетонных и стальных опор.

Расположенные на территории учебного полигона устройства, сооружения, подвижной состав и технические средства железнодорожного транспорта

позволяют применять интерактивные формы обучения, например, такие как «Деловая игра».

В современных условиях развития экономики формирование профессиональной деятельности будущего специалиста обуславливает практикоориентированные подходы к построению учебного процесса, необходимость разработки и применения инновационных образовательных технологий [1]. Одним из требований Федеральных государственных образовательных стандартов (ФГОС) к организации учебного процесса, является более широкое внедрение активных и интерактивных форм проведения занятий, позволяющих формировать у обучающихся необходимые профессиональные и общекультурные компетенции.

Как известно, в образовании сложились, утвердились и получили широкое распространение три модели обучения [2]:

1. Пассивная – обучаемый (учащийся) выступает в роли объекта обучения, он должен усвоить и воспроизвести материал, который передается ему преподавателем или другим источником знаний, это происходит при получении теоретических знаний на лекции-монологе или чтении литературы. Обучающиеся при этом, как правило, не сотрудничают друг с другом и не выполняют каких-либо проблемных, поисковых заданий.

2. Активная – обучаемый в большей степени становится субъектом обучения, вступает в диалог с преподавателем, активно участвует в познавательном процессе, выполняя творческие, поисковые, проблемные задания. Использование активной формы обучения направлено на развитие у обучающихся самостоятельного мышления и способности решать нестандартные профессиональные задачи.

3. Интерактивная – обучаемый выступает в роли субъекта взаимодействия, все участники образовательного процесса взаимодействуют друг с другом, обмениваются информацией, совместно решают проблемы, моделируют ситуации, оценивают действия коллег и свое собственное поведение, погружаются в реальную атмосферу делового сотрудничества по решению проблемных задач.

«Деловая игра» является одной из основных форм интерактивного обучения. «Деловые игры» в профессиональном обучении воспроизводят действия участников, стремящихся найти оптимальные пути решения производственных, социально-экономических, управленческих и других проблем. В учебном процессе применяют различные формы деловых игр. Например, имитационная игра, при проведении которой на занятиях воспроизводится часть технологического процесса какого-либо предприятия или его подразделения. Имитироваться могут события, конкретная деятельность

людей (планерное совещание, обсуждение «дорожной карты») и ситуативная обстановка, а также условия, в которых происходит событие или осуществляется деятельность (цех предприятия, станционные пути). Сценарий имитационной игры, кроме сюжета события, должен содержать описание структуры и назначения отрабатываемых технологических процессов [3].

Деловая игра в КриЖТ ИрГУПС проводится с целью овладения обучающимися навыками выполнения работ по отработке технологического обслуживания перевозочного процесса. Задачами деловой игры являются:

- формирование профессиональных компетенций;
- обучение партнерству, умению работать в коллективе, взаимодействию обучающихся разных специальностей;
- формирование мотивации на получение образования в сфере железнодорожного транспорта.

В настоящее время в интерактивном учебном процессе участвуют студенты всех специальностей СПО:

- Д – 23.02.01 Организация перевозок и управление на транспорте (по видам);
- ЭПСл – 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (локомотивы);
- ЭПСв – 23.02.06 Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (вагоны);
- АТМ – 27.02.03 Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном транспорте);
- С – 08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство;
- ЭЛС – 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям).

Каждая игра состоит из 4 разделов:

- I Инструктаж по охране труда;
- II Постановка задач в соответствии с темой игры;
- III Выполнение технологических работ;
- IV Подведение итогов.

По окончании деловой игры организационная группа анализирует последовательность и правильность выполнения технологических работ, а также результат освоения профессиональных и общих компетенций, озвучивает обучающимся достижение поставленных целей, задач.

Деловые игры проводятся в два этапа. Первый этап – ознакомительный. Предусматривается участие студентов одной специальности в выполнении отдельных элементов из технологической карты общей игры (таблица 1).

Таблица 1 – Примеры тем деловой игры для специальностей СПО

Специальность	Тема деловой игры
С	Оценка состояния стрелочного перевода
АТМ	Наружный осмотр рельсовых цепей и централизованных стрелок
ЭЛС	Организация безопасного выполнения работ на контактной сети
Д	Коммерческий осмотр железнодорожного подвижного состава
ЭПСл	Приемка локомотива из-под депо
ЭПСв	Техническое обслуживание подвижного состава, выявление неисправностей

Для осуществления второго этапа были рассмотрены различные ситуации и отобраны несколько сценариев для проведения совместных игр, то есть одновременного участия студентов двух и более специальностей:

- техническое обслуживание тормозного оборудования подвижного состава, полное и сокращенное опробование тормозов;
- взаимодействие работников при выключении стрелки из централизации без сохранения пользования сигналами;
- прием поезда при потере контроля положения входной стрелки;
- регламент действий работников при перекрытии входного светофора вследствие разрыва рельсового стыка.

В заключительной игре участие принимают студенты всех специальностей:

- комиссионный осмотр железнодорожной станции;
- отправление поезда своего формирования.

Учитывая растущие требования к уровню компетенций и трудовых навыков персонала дороги, как ответ на уровень автоматизации и механизации технологических процессов, необходимостью становится проведение обучения и повышение квалификации с привлечением в учебном процессе учебных полигонов, полностью имитирующих технологию производства работ и реального рабочего места с учетом требований безопасности движения и охраны труда. С целью обеспечения ОАО «РЖД» высококвалифицированными специалистами в соответствии с Долгосрочной программой развития компании, в 2020 году была разработана и утверждена генеральным директором – председателем правления ОАО «РЖД» О.В. Белозёровым «Программа взаимодействия ОАО «РЖД» с университетскими комплексами железнодорожного транспорта до 2025 года». В рамках раздела 4. Развитие инфраструктуры отраслевых вузов Программы, на полигоне КриЖТ ИрГУПС осуществляются работы по размещению 6-ти учебных площадок в формате требований распоряжения ОАО «РЖД» от 23 июля 2020 года №1571/р «Об утверждении требований оснащения учебных площадок полигонов учебных центров профессиональных квалификаций»:

- «Звеньева путь»;

- «Бесстыковой путь»;
- «Контактная сеть и воздушные линии электропередачи»;
- «Вагоны и вагонное хозяйство» и «Участок железнодорожной станции»;
- «Машинист тягового подвижного состава»;
- «Специальный железнодорожный подвижной состав».

Наличие на полигоне учебных площадок, оснащенных эксплуатируемыми и перспективными образцами оборудования, позволит обеспечить полное погружение в технологию производства работ, на практике закрепляя полученные теоретические знания. Полигон позволяет проводить практические занятия для всех специальностей, реализуемых в КрИЖТ ИрГУПС, а также деловые игры в форме моделирования работы в реальных условиях.

Схема развития учебного полигона КрИЖТ ИрГУПС



ПРОБЛЕМА

Размещение и компоновка 6-ти учебных площадок на учебном полигоне КрИЖТ ИрГУПС с учетом установленного оборудования и ограничений по площади

РЕШЕНИЕ

Институтом разработано проектное решение по размещению оборудования согласно распоряжению ОАО «РЖД» от 23.07.2020 №1571/р с учетом существующих функциональных возможностей полигона КрИЖТ ИрГУПС на 6-ти учебных площадках. Предоставленная для размещения площадь $S_{тр} = 4\,495,2\text{ м}^2$.

РЕЗУЛЬТАТ

Сформированы проекты схем размещения и компоновки 6-ти учебных площадок на полигоне КрИЖТ ИрГУПС для установки и монтажа оборудования:

1. Звеньевой путь;
2. Бесстыковой путь;
3. Контактная сеть и воздушные линии электропередачи;
4. Вагоны и вагонное хозяйство и Участок железнодорожной станции;
5. Машинист тягового подвижного состава;
6. Подъемные сооружения

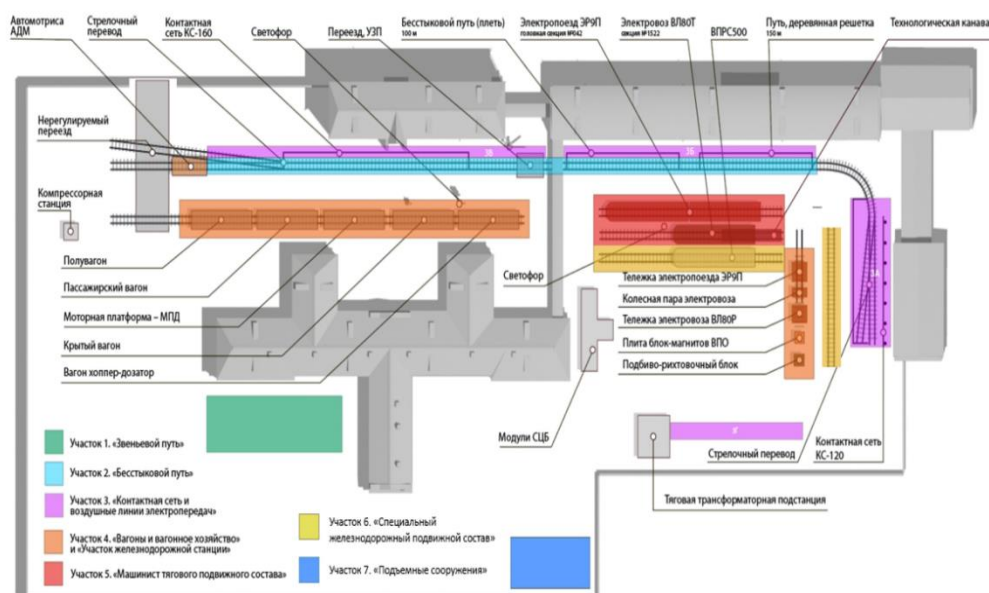


Рисунок 1 – Проектное решение по размещению и компоновке учебных площадок на учебном полигоне КрИЖТ ИрГУПС

В соответствии с [4], во ФГОСах высшего образования установлены требования к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы (ОПОП) в виде универсальных,

общефессиональных и профессиональных компетенций выпускников. К обязательной части ОПОП относятся дисциплины (модули) и практики, обеспечивающие формирование общефессиональных компетенций, определяемых ФГОС высшего образования. Профессиональные компетенции определяются образовательной организацией высшего образования (организация) самостоятельно на основе профессиональных стандартов, соответствующих профессиональной деятельности выпускников.

Осуществляющаяся модернизация учебного полигона КрИЖТ ИрГУПС применительно, например, к направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», профиль «Управление эксплуатацией, техническим обслуживанием и ремонтом электроподвижного состава», позволяет для типов задач профессиональной деятельности производственно-технологических и сервисно-эксплуатационных, которым соответствуют профессиональные компетенции – ПК-1 «Готовность к организации эксплуатации транспортно-технологических комплексов» и ПК-4 «Способен демонстрировать знания и умения в области устройства, эксплуатации, ремонта деталей и узлов электроподвижного состава, проводить анализ особенностей работы и причин отказов в зависимости от режимов и условий эксплуатации, владеть методами испытаний и технической диагностики, а также контролировать количественные и качественные показатели использования электроподвижного состава», к ранее существующим работам, проводимым в учебных мастерских и лабораториях института, добавить дополнительные технологические операции. Формирование указанных компетенций будет реализовываться на введенной в учебный процесс учебной площадке «Машинист тягового подвижного состава», состав и оборудование которой позволит повысить качество освоения трудовых навыков за счет расширения видов работ.

Таким образом, для института реализация рассматриваемых мероприятий по дооснащению учебного полигона предоставляет возможность развития материально-технической оснащенности учебного процесса за счет получения уникального комплекса из современных взаимосвязанных работоспособных устройств, сооружений, подвижного состава и технических средств железнодорожного транспорта, которые в настоящее время применяются для обеспечения перевозочного процесса на полигоне Красноярской железной дороги, а также позволяет повысить качество формирования профессиональных компетенций, предусмотренных основными профессиональными образовательными программами, при проведении учебных занятий на полигоне в интерактивной форме.

Список использованных источников

1. Домнин, С. В. Интерактивное обучение. Реалии и перспективы / С. В. Домнин // Научно-техническое развитие России: основные проблемы и перспективы : Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, Москва, 30 сентября 2023 года / Под общей редакцией А.В. Туголукова. – Москва: Индивидуальный предприниматель Туголуков Александр Валерьевич, 2023. – С. 43-46. – EDN UDZIXC.
2. Панина Т.С. Современные способы активизации обучения: Учеб. пособие для студ. вузов – М.: Изд. центр «Академия», 2006. – 176 с.
3. Широбокова, Т. С. Методика организации и проведения нетрадиционных уроков в образовательном процессе учреждений СПО / Т. С. Широбокова // Научные исследования в образовании. – 2012. – № 12. – С. 46-58. – EDN PJFMAN.
4. Письмо от 21 декабря 2020 года № 5/40102-О «О подготовке основной профессиональной образовательной программы и определению профессиональных компетенций» Департамента государственной политики в сфере высшего образования Министерства науки и высшего образования Российской Федерации.
<https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/400079850/?ysclid=loz85vt3kv398110202> (Дата обращения 30.10.2023).

УДК 629.423.1

ГРНТИ 73.29.41

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЭЛЕКТРОВЗОВ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА В РЕЖИМЕ РЕКУПЕРАТИВНОГО ТОРМОЖЕНИЯ

Томилов В.С.

*канд. техн. наук, и.о. заведующего кафедрой «Эксплуатация железных дорог»,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

Аннотация. В статье рассмотрен вопрос энергетической эффективности рекуперативного торможения электровозов переменного тока, а также существующие способы и технические средства, влияющие на энергетические показатели режима рекуперативного торможения.

Ключевые слова: энергетическая эффективность, выпрямительно-инверторный преобразователь, коэффициент мощности, рекуперативное торможения

В современном мире все большую актуальность приобретает проблема повышения энергетической эффективности различных видов транспорта, в том числе железнодорожного. Электровозы переменного тока, являющиеся одним из ключевых элементов железнодорожного транспорта, также нуждаются в улучшении своих энергетических показателей. Одним из главных способов сохранения и экономии энергоресурсов считается снижение потребления электрической энергии в процессе движения поездов, о чем указывается во многих федеральных и стратегических документах [1, 2].

Сегодня, доля возвращаемой энергии при рекуперативном торможении в среднем составляет от 23 до 26 %. Однако, несмотря на постоянное совершенствование систем рекуперативного торможения в течение последних пятидесяти лет, все еще существуют значительные недостатки, которые ограничивают возможность эффективного сбережения энергии. Упрощенная принципиальная схема силовых цепей электровоза переменного тока показана на рисунке 1.

Режим рекуперативного торможения на электровозах переменного тока сегодня имеет множество недостатков, основной из них – низкие энергетические показатели. В связи с особенностью работы силовых тиристоров в плечах выпрямительно-инверторного преобразователя, а именно из-за необходимости обеспечивать их открытие «заранее» наблюдается значительное потребление реактивной энергии, в связи с этим коэффициент мощности электровоза не превышает 0,65.

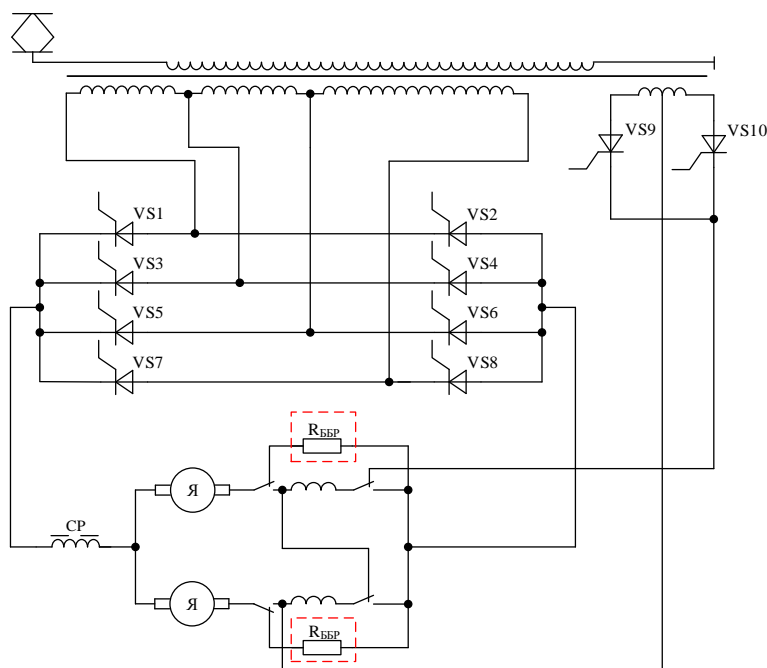


Рисунок 1 – Упрощенная принципиальная схема силовых цепей электровоза переменного тока

Известно множество способов, которые направлены на решение данной проблемы.

В начале 21 века активно начались разработки и внедрение бортовых компенсаторов реактивной мощности, которые за счет снижения отставания по фазе первой гармоники тока относительно напряжения питающей сети и улучшение самой формы рекуперированного тока позволяли повысить коэффициент мощности [3, 4]. На рисунке 2 представлена схема подключения неуправляемого компенсатора (а) и управляемого (б) к силовой цепи электровоза.

Несмотря на улучшение энергетических показателей, данные устройства также имеют свои недостатки, среди которых:

- при использовании нерегулируемых компенсаторов наблюдается недокомпенсация или перекомпенсация реактивной энергии;
- применение регулируемых компенсаторов приводит к усложнению силовой схемы и системы управления электровозом;
- при значительном потреблении реактивной энергии в режиме рекуперативного торможения необходима большая мощность компенсирующего устройства.

Несмотря на это, компенсирующие устройства применяются на современных отечественных электровозах переменного тока серии «Ермак». За счет их применения коэффициент мощности (для режима тяги) увеличивается с 0,84 до 0,9.

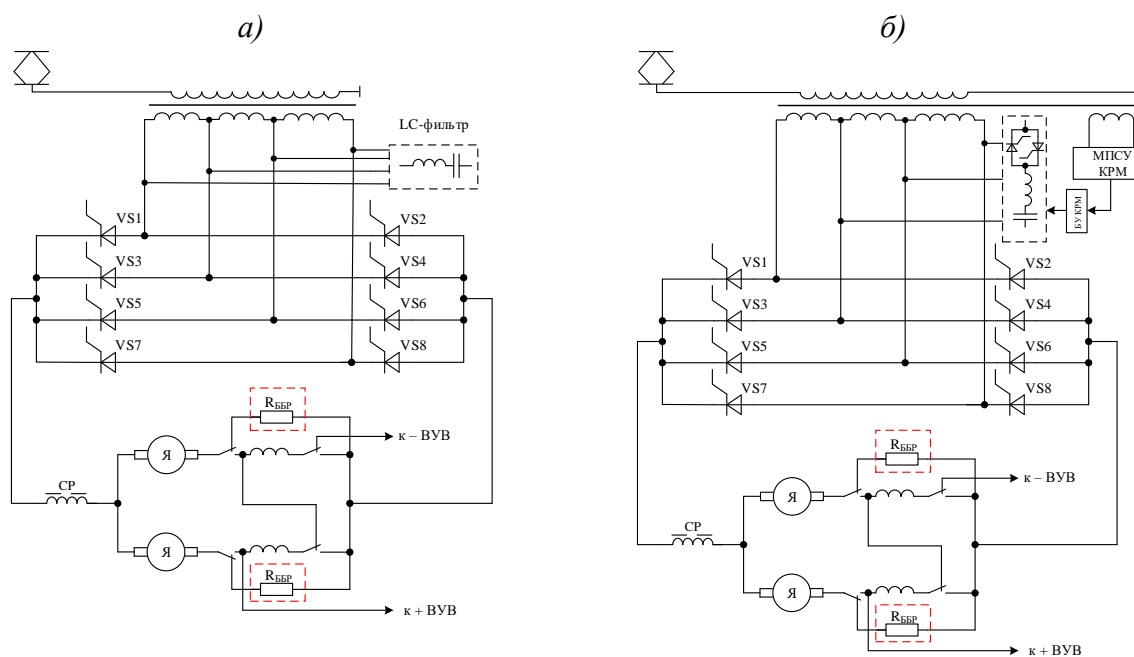


Рисунок 2 – Принципиальная упрощенная схема силовых цепей электровоза переменного тока с применением: нерегулируемого компенсатора реактивной мощности (а), регулируемого компенсатора реактивной мощности (б)

Также одним из реализованных способов повышения энергетической эффективности для режима рекуперативного торможения является включение разрядного диодного плеча параллельно цепи выпрямленного тока [5, 6]. Такое техническое решение позволит повысить коэффициент мощности электровоза в режиме рекуперации на всех зонах регулирования напряжения за счет уменьшения угла запаса ВВП, обусловленного уменьшением длительности угла коммутации. Схема включения диодного плеча параллельно цепи выпрямленного тока для режима рекуперативного торможения показана на рисунке 3.

Данное техническое решение реализовано на электровозе ЗЭС5К № 879 с опытными тяговыми преобразователями ВИП 4000Д в январе 2018 года.

Преобразователь с уменьшенным количеством тиристоров и разрядными диодами был создан специалистами ОАО «Электровыпрямитель» (Саранск) совместно с учеными Иркутского государственного университета путей сообщения.

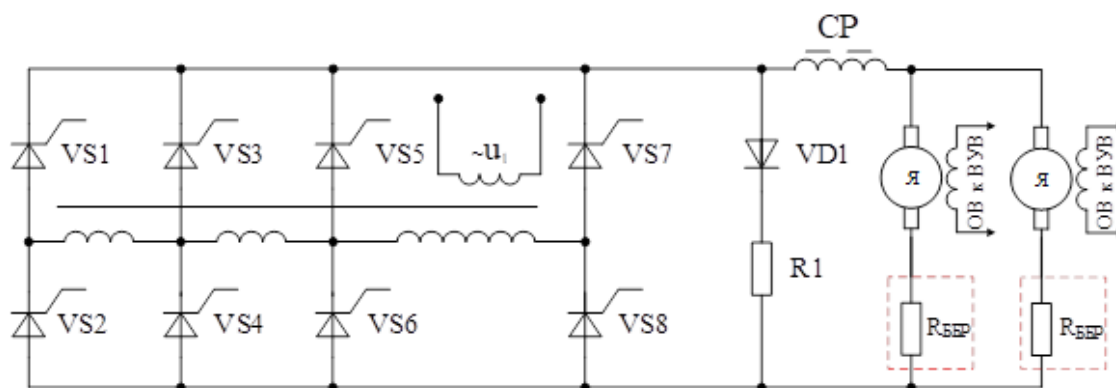


Рисунок 3 – Схема включения диодного плеча параллельно цепи выпрямленного тока для режима рекуперативного торможения

Также известно множество разработанных технических средств, выполненных на базе IGBT-транзисторов, позволяющих значительно повысить энергетические показатели электровозов переменного тока как в режиме тяги, так и в режиме рекуперативного торможения. За счет применения полностью управляемых силовых полупроводниковых приборов в плечах ВИП, способных открываться и запираются в любой момент полупериода напряжения практически полностью устраняются недостатки, касающиеся способа управления тиристорным ВИП, благодаря чему коэффициент мощности в режиме рекуперативного торможения составляет 0,94, а также появляется возможность исключения балластного резистора из якорной цепи тяговых электродвигателей при обеспечении статической устойчивости за счет алгоритма управления ВИП [6-10].

Список использованной литературы

1. Указ Президента РФ от 01 декабря 2016 г., № 642 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации» [Электронный ресурс] Москва, администрация Президента России, 2019. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru>, свободный.
2. Распоряжение ОАО "РЖД" от 11.02.2008 г., № 269р «Об энергетической стратегии ОАО "РЖД" на период до 2030 года» [Электронный ресурс] Москва., 2019. – Режим доступа: <http://doc.rzd.ru>, свободный.
3. Кучумов, В.А. Компенсация реактивной мощности на электроподвижном составе переменного тока [Текст] / Кучумов В.А., Похель В.Б. // М.: Интекст, 2001. – 88 с.
4. Литовченко, В.В. Регулируемый компенсатор реактивной мощности [Текст] / В.В. Литовченко, А.М. Кривной // Железнодорожный транспорт. – 2005. – №9. – С. 30-31.
5. Власьевский, С.В. Повышение эффективности выпрямительно-инверторных преобразователей электровозов однофазно-постоянного тока с рекуперативным торможением [Текст] / С.В. Власьевский // Автореф. дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. – М.: Изд-во МГУПС (МИИТ), 2001. – 48 с.
6. Власьевский, С.В. Процессы коммутации тока вентилях в выпрямительно-инверторных преобразователях электровозов однофазно-постоянного тока [Текст]: Монография / С.В. Власьевский // Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2000. – 112 с.
7. Томилов В.С. Как повысить надежность режима рекуперативного торможения электровозов переменного тока [Текст] / В.С. Томилов, О.В. Мельниченко, Т.В. Волчек. Ежемесячный производственно-технический и научно-популярный журнал «Локомотив» №7 (763), июль 2020. с. 20-22.
8. Томилов В.С. Моделирование работы электровоза переменного тока в режиме рекуперативного торможения / В.С. Томилов. Вестник Уральского государственного университета путей сообщения. № 2 (50). 2021. с. 106-114.
9. Томилов В. С. Повышение энергетической эффективности работы электровозов переменного тока / В.С. Томилов, О.В. Мельниченко, С.Г. Шрамко, С.А. Богинский // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2020. – Т. 65 № 1. – С. 172–182. – DOI: 10.26731/1813-9108.2020.1(65).172-182.
10. Волчек, Т.В. Влияние плавного и ступенчатого регулирования ослабления возбуждения тяговых электродвигателей электровозов на скорость движения электроподвижного состава // Вестник Уральского государственного университета путей сообщения / Уральский гос. ун-т путей сообщения. – Екатеринбург. – №2(50). – 2021. – С. 99-105.

**ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ УЗЛОВ
ЭЛЕКТРОПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПЕРЕМЕННОГО ТОКА**

Томилов В.С.

*канд. техн.наук, и.о. заведующего кафедрой «Эксплуатация железных дорог»,
КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск*

***Аннотация.** В статье рассмотрен вопрос бортового диагностирования узлов электроподвижного состава переменного тока, как это реализуется сегодня и какие перспективы развития.*

***Ключевые слова:** диагностика, микропроцессорная система управления, технического обслуживания, ремонт, предиктивный ремонт*

Ежегодные затраты холдинга ОАО «РЖД» на содержание локомотивного парка в работоспособном состоянии составляют до трети всех эксплуатационных расходов на тягу. Основной проблемой является отсутствие достаточного контроля фактического состояния локомотивного парка [1].

Повысить эффективность системы технического обслуживания и ремонта и снизить показатели данных затрат можно за счет перехода к перспективной системе предиктивного ремонта подвижного состава. Однако переход к ремонту по фактическому состоянию на сегодня затруднен в связи с некоторыми факторам.

Все современные электропоезда, которые разрабатываются и выпускаются заводами штатно оборудования микропроцессорными системами управления (МСУ). Данные устройства имеют два определяющих свойства для дальнейшей организации предиктивного ремонта:

- комплекты датчиков, сенсоров, приборов контроля;
- средства для считывания, хранения, обработки и дальнейшей передачи этой информации [2, 3].

Такие устройства позволяют реализовать непрерывное (или дискретное) измерение огромного массива аналоговых и дискретных параметров работы оборудования, а также их регистрацию, обработку и дальнейшую передачу, например, в сеть депо, для их дальнейшего анализа и разработки ряда мероприятий для устранения обнаруженных неисправностей. Перечень контролируемых параметров показана на рисунке 1 на базе современного электропоезда [3].



Рисунок 1 – Перечень контролируемых параметров современными системами мониторинга технического состояния

Данные, полученные в результате мониторинга технического состояния, сохраняются в базе микропроцессорной системы управления. Это дает возможность разработки и реализации перспективных методов анализа и передачи этих данных, для выявления предотказного состояния тягового подвижного состава. При реализации такого подхода имеется возможность снизить отказы технических систем и оборудования, или вовсе эта вероятность сведется к минимуму [3].

Однако по различным оценкам, сегодня типовые микропроцессорные системы управления могут дать не более трети информации о действительном техническом состоянии, и для увеличения количества измеряемых параметров необходима их аппаратная и программная доработка. Таким образом, правильный подход к анализу данных МСУ позволяет существенно приблизиться к системе ремонта по фактическому состоянию и прогнозировать остаточный ресурс узлов локомотива.

Список использованной литературы

1. Аболмасов, А.А. Перспективы предиктивного ремонта / А.А. Аболмасов, И.И. Лакин, А. И. Баранов // Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов: Материалы междунар. науч.-практ. конф. / Российский университет транспорта (МИИТ). –М., 2018. –С. 87–93.
2. Губарев, П.В. Применение дистанционной диагностики на тяговом подвижном составе / П.В. Губарев, Н.Р. Тептиков, А.С. Шапшал // Перспективы развития сервисного обслуживания локомотивов: Материалы междунар. науч.-практ. конф. / Российский университет транспорта (МИИТ). –М., 2018. –С. 160–163.

3. Предиктивный ремонт тягового подвижного состава на базе бортовых микропроцессорных систем управления / В.А. Михеев, О.С. Томилова, А.В. Бородин [и др.]// Известия Транссиба / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2019 -№ 2 (38) –С. 8-15.

УДК 625.1

ГРНТИ 73.29.71

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ УЧАСТКА КУРАГИНО – КЫЗЫЛ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ТЯГЕ

Поморцев В.А.

ассистент, КрИЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

***Аннотация.** В работе рассматриваются перспективы развития участка Курагино – Кызыл при эксплуатации с грузовыми поездами электровозов переменного тока с поосным регулированием силы тяги и независимым возбуждением обмоток тяговых двигателей ЗЭС5Кн/в. На основании выполненного тягового расчета определены эксплуатационные расходы при внедрении озвученного технологического решения. Проведенные расчеты показывают, что предлагаемое решение целесообразно и экономически оправдано.*

***Ключевые слова:** железнодорожная ветка Курагино – Кызыл, электровоз с поосным регулированием силы тяги ЗЭС5Кн/в, эксплуатационные расходы, масса поезда.*

Начиная с 2007 года одним из перспективнейших проектов на территории Красноярского края и республике Тыва остается строительство железнодорожной ветки Курагино – Кызыл. Определяющим фактором реализации данного проекта является крупные запасы угля на территории республике Тыва. Основной целью проекта является доставка коксующего угля с Элегестинского угольного месторождения через Кызыл (столица республика Тыва) к Транссибирской магистрали. По оценкам экспертов запасы углеминералов высокого качества составляют более 20 млрд. тонн [1].

Характеристика местности, через которую планируется строительство железнодорожной ветки Курагино – Кызыл определяется сложным рельефом, горестностью, множеством природными ограничениями и т.д. Протяженность участка составит 410 км, 115 км из которых проходят по территории республика Тыва, 295 – по Красноярскому краю. На протяжении ветки Курагино – Кызыл

предполагается ряд станций: Курагино, Нижний Кужебар, Черная Сопка, Арадан и другие [2].

На рисунке 1 представлена схема железнодорожной ветки Курагино – Кызыл.

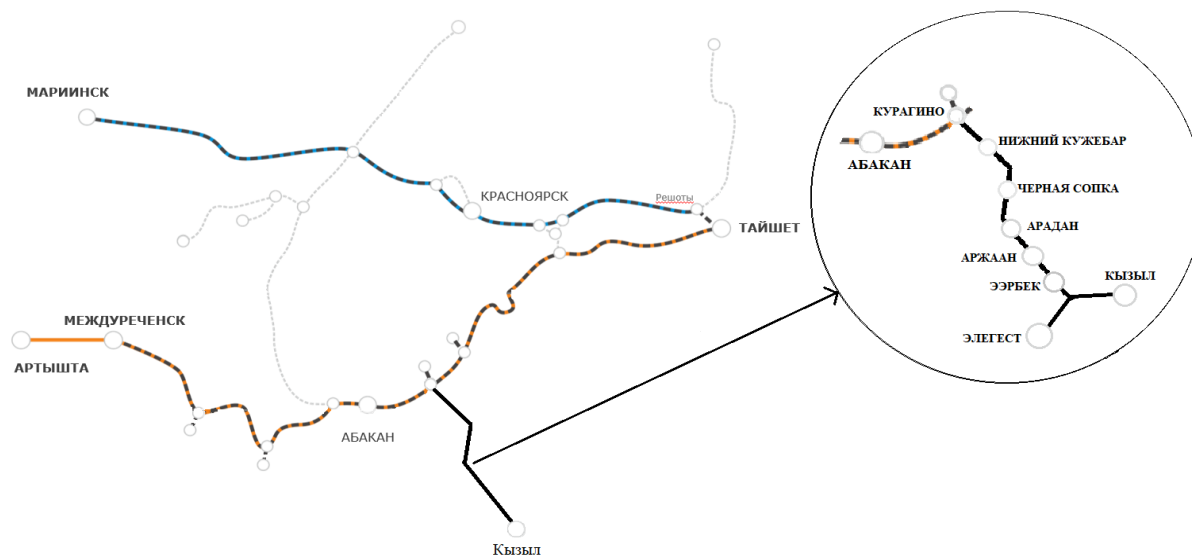


Рисунок 1 – Схема участка Курагино – Кызыл

На сегодняшний день, проектом предполагается организация движения поездов тепловозной тягой (тепловозы 3ТЭ10). По проектируемой железнодорожной линии Кызыл – Курагино грузовые поезда будут следовать с тепловозами до станции Рощинская, где будет производиться смена локомотивов. Обслуживание грузовых поездов, угольных маршрутов на участке Рощинская – Ермаковская предусмотрено тепловозами 3ТЭ10. Обслуживание грузовых и угольных поездов на участке Ермаковская – Ээрбек предусмотрено тепловозами 3ТЭ10 с использованием кратной тяги. Порожние маршруты следуют по всей линии с тепловозом 3ТЭ10 в голове поезда. Предварительные расчеты показывают, что на рассматриваемом участке будут обращаться грузовые поезда массой 4500 и 6000 тонн [3].

Ввиду тенденции электрификации железнодорожных путей, а также экономической целесообразности предлагается при проектировании железнодорожной ветки Курагино – Кызыл использовать электрическую тягу поездов. На сегодняшний день, по участку Междуреченск – Абакан – Тайшет эксплуатируются электровозы переменного тока с поосным регулированием силы тяги и независимым возбуждением обмоток тяговых двигателей 3ЭС5Кн/в [4, 5]. При электрификации ветки Курагино – Кызыл возможно эксплуатировать озвученные электровозы с грузовыми поездами. Предлагаемая технология позволит увеличить объем перевозок, а также сократить эксплуатационные расходы на тягу поезда.

С целью определения расчетной массы состава выполнен тяговый расчет для электровоза 3ЭС5Кн/в. Расчет массы состава выполнялся в соответствии с правилами тяговых расчетов для поездной работы [6] по формуле (1):

$$Q = \frac{F_{кр} - (w'_0 + i_p * g) * P}{w''_0 + i_p * g}, \quad (1)$$

где $F_{кр}$ – расчётная сила тяги локомотива, Н;

P – расчётная масса локомотива, т;

i_p – расчётный подъём, ‰;

w'_0 – основное удельное сопротивление движению локомотива, Н/т;

w''_0 – основное удельное сопротивление движению грузовых вагонов, Н/т;

g – ускорение свободного падения ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$).

Результаты тягового расчета для электровоза 3ЭС5Кн/в на участке Курагино – Кызыл сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты тягового расчета

Параметр	Результат
Расчетный подъем, ‰	9,0
Расчетная сила тяги, Н/т	750200
Расчетная скорость, км/ч	44,8
Удельное сопротивление движению локомотива в режиме тяги, Н/т	28,90
Основное удельное сопротивление движению грузовых груженых четырёхосных вагонов, Н/т	8,67
Масса состава, т	7374
Масса состава $Q_{тр}$ по условиям трогания с места, т	10896
Проверка массы состава на прохождение встречающихся подъемов большей крутизны, чем расчетный подъем, м	$918 \leq 2030$
Установка поезда на приемоотправочных путях, м	$1104 \leq 1250$

Результаты тяговых расчетов показывают, что при эксплуатации электровоза 3ЭС5Кн/в масса состава составит 7374 тонны. Расчетная масса состава удовлетворяет: по условиям трогания с места; на прохождение подъемов большей крутизны чем, расчетный; установки поезда на приемоотправочных путях.

На основании расчета массы состава, в работе выполнены расчеты снижения эксплуатационных затрат за год от изменения массы состава. На рисунке 2 представлен график изменения эксплуатационных расходов от увеличения массы состава.

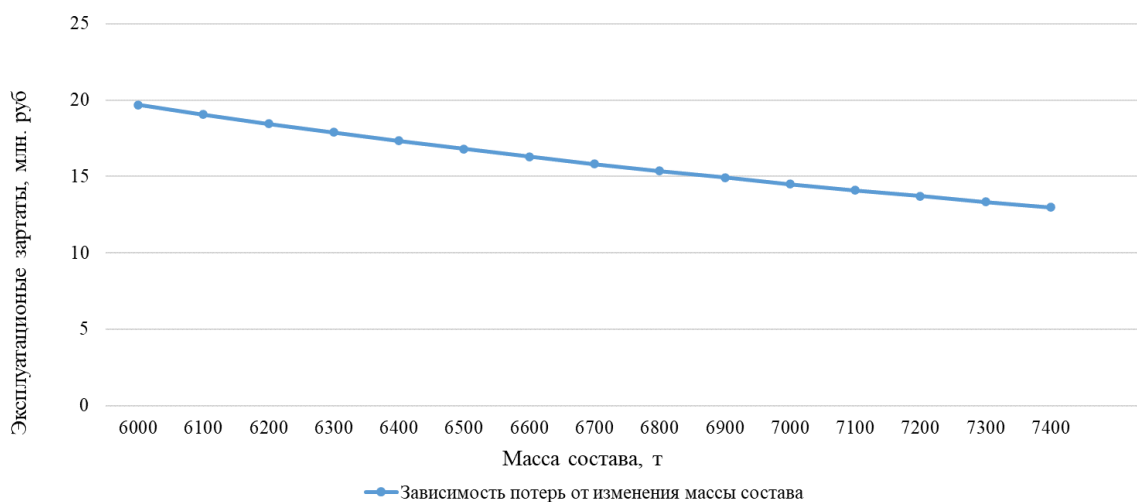


Рисунок 2 – Зависимость потерь от изменения массы состава

Как видно из рисунка 2 сокращения эксплуатационных расходов за год составит порядка 1,5 млн. руб. от увеличения массы поезда с 6000 тонн тягой поезда тепловозом 3ТЭ10 до 7400 тонн тягой поезда электровозом 3ЭС5Кн/в.

На основании вышесказанного можно сделать вывод, что предлагаемое технологическое решение целесообразно и требует проведения тягово-энергетических испытаний после реализации проекта строительства железнодорожной ветки Курагино – Кызыл.

Список использованных источников

1. Андреев И. Проект магистрали «Элегест – Кызыл – Курагино» // Инженерная защита : научно-практический журнал. – 2014. – № 3. – URL: <https://territoryengineering.ru/infrastrukturnaya-revolyutsiya/proekt-magistrali-elegest-kyzyl-kuragino/> (дата обращения 10.10.2023).

2. Моисеенко, Д. Р. Определение норм масс грузовых поездов на участке Курагино - Кызыл Красноярской железной дороги / Д. Р. Моисеенко // Молодежная наука : Труды XXVII Всероссийской студенческой научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС, Красноярск, 20 апреля 2023 года / Редколлегия: В.А. Поморцев (отв. ред.) [и др.]. Том 2. – Красноярск: КрИЖТ ИрГУПС, 2023. – С. 204-208. – EDN AIZYFB.

3. Поморцев, В. А. Повышение эффективности эксплуатации электровозов 3ЭС5К с поосным регулированием силы тяги на угольных маршрутах Красноярской железной дороги / В. А. Поморцев // Инновационные технологии на железнодорожном транспорте : Труды XXV Всероссийской научно-практической конференции КрИЖТ ИрГУПС. В 2-х томах, Красноярск, 28–30 октября 2021 года. Том 1. – Красноярск: КрИЖТ ИрГУПС, 2021. – С. 127-132. – EDN YHGWBI.

4. Поморцев, В. А. Оценка сдерживающих эксплуатационных факторов при развитии тяжеловесного движения на Восточном полигоне / В. А. Поморцев,

А. И. Орленко, Е. М. Лыткина // Вестник транспорта Поволжья. – 2022. – № 1(91). – С. 60-65. – EDN JMADQS.

5. Распоряжение ОАО «РЖД» от 12.05.2016 № 867р «Правила тяговых расчетов для поездной работы».

УДК 629.423.1

ГРНТИ 73.29.41

**ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ
ПУНКТОВ ЭКИПИРОВКИ ЛОКОМОТИВОВ ПЕСКОМ**

Волчек Т.В.

Канд. техн.наук, старший преподаватель кафедры «Эксплуатация железных дорог», КриЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Томилов В.С.

Канд. техн.наук, и.о.заведующего кафедрой «Эксплуатация железных дорог», КриЖТ ИрГУПС, г. Красноярск

Лобыцин И.О.

Ведущий инженер НЦ «ЦМПЭ» АО «ВНИИЖТ», Москва

Аннотация. В статье рассмотрена существующая технология экипировки локомотивов песком, представлены ее недостатки. Представлена конструкция разработанного современного автоматизированного рукава для заправки локомотивов песком, которая позволит исключить существующие недостатки, что повысит производительность пунктов экипировки.

Ключевые слова: экипировка, песок, автоматизированный рукав, производительность локомотива

В стратегии развития холдинга «Российские железные дороги» до 2030 года согласно Распоряжению Правительства РФ от 19.03.2019 №466-р предусмотрено значительное увеличение грузооборота до 2025 года [1, 2]. В связи с этим для обеспечения прогнозируемого объема перевозок необходимо увеличить производительность локомотивов, что возможно достичь за счет снижения времени их нахождения на техническом обслуживании, экипировки и текущем ремонте.

При работе тяжеловесных поездов (электровозы 3ЭС5К с массой состава 7100 тонн) на горно-перевальном профиле Восточного полигона довольно часто возникает боксование колесных пар локомотива, для предотвращения которого, используется подсыпка песка под колесные пары. В связи с этим локомотивные бригады вынуждены заезжать на экипировку локомотивов песком вне

регламента технического обслуживания объема ТО-2. Например, в 2023 году по Восточному полигону только за январь месяц было произведено 110 отцепок электровоза от поезда для вынужденной постановки на экипировку песком, рисунок 1.

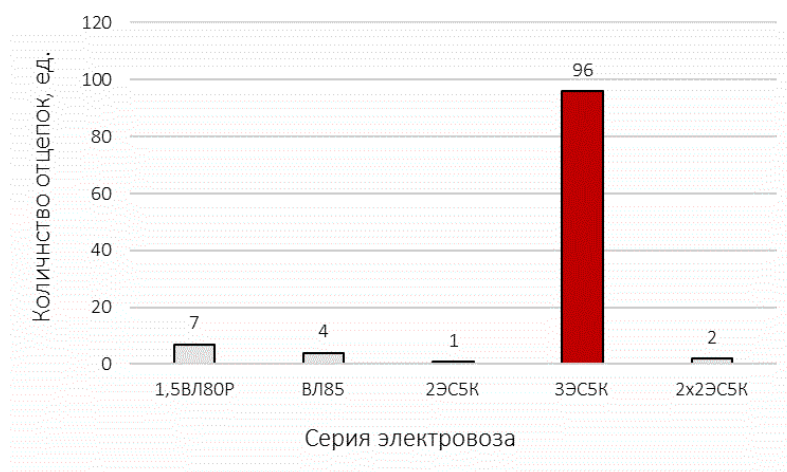
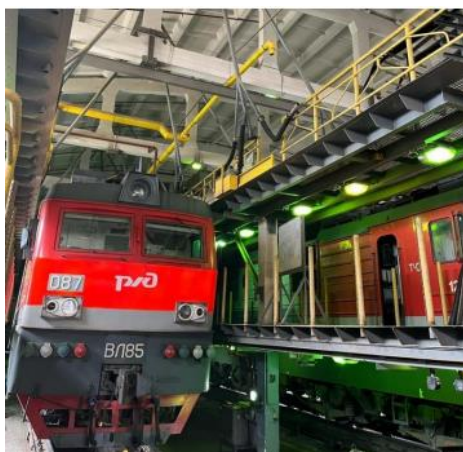


Рисунок 1 – Количество отцепок электровоза от поезда для вынужденной постановки на экипировку песком за январь месяц 2023 года по Восточному полигону

К сожалению, в настоящее время для экипировки локомотивов песком применяется устаревшая технология, которая подразумевает поочередное заполнение экипировщиком бункеров локомотива при его непрерывном визуальном контроле, что приводит к временным издержкам. А также данная система имеет такие недостатки, как: из-за значительной доли ручного труда около 10 % песка при экипировке локомотива уходит в россыпь, что приводит к непроизвольному засорению железнодорожной инфраструктуры; отсутствует должный контроль отсева фракции, что приводит к засорению песочных форсунок, в последствии к выходу их из строя.

На рисунке 2, а представлена ремонтная позиция, оборудованная типовой системой подачи песка на локомотив, на рисунке 2, б существующий рукав для подачи песка.

а)



б)



Рисунок 2 – Пункт экипировки локомотивов песком на станции Красноярск-Восточный

а) ремонтная позиция пункта экипировки локомотива песком;

б) существующий рукав для подачи песка

Для сокращения ручного труда и времени проведения экипировки локомотивов песком предлагается внедрить на производство автоматизированную систему экипировки локомотивов песком, которая позволяет организовать процесс экипировки песком одновременно во все песочные бункеры локомотива. Предлагаемое устройство состоит из:

- уровнемера ротационного типа, позволяющего контролировать уровень песка в бункере локомотива;
- заслонки шарового типа, включающей и отключающей подачу песка в бункер локомотива;
- коробки фильтрации песка, которая предназначена для сбора песка неустановленной фракции, рисунок 3 [3].

Разработанный автоматизированный рукав имеет неподвижную и подвижную часть, которая позволяет заправлять локомотивы любой серии. Данный рукав является мобильным и может быть интегрирован в любой существующий пункт экипировки.

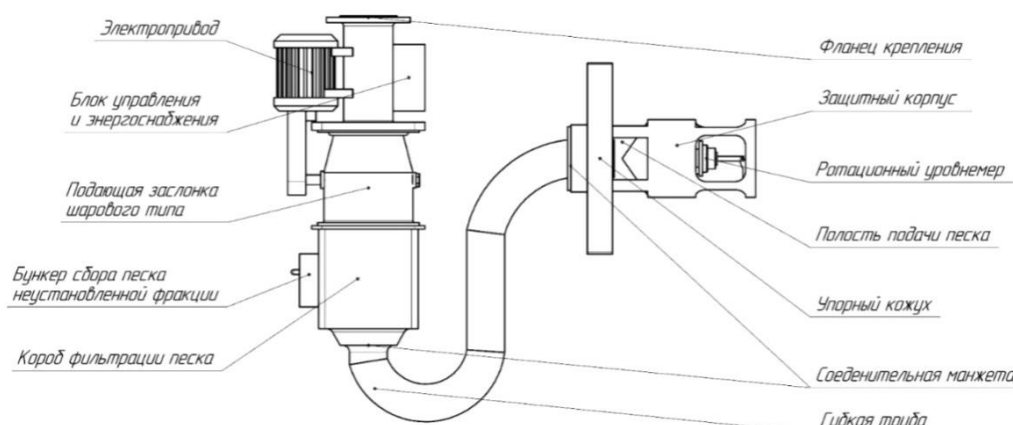


Рисунок 3 – Устройство автоматизированного рукава для заправки локомотива песком

Таким образом, внедрение автоматизированного рукава для заправки локомотива песком позволит:

- сократить нормы времени на заправку локомотива песком не менее, чем в три раза, что приведет к сокращению простоев локомотивов в ПТОЛ и увеличению среднесуточной производительности локомотива;
- исключить просыпание песка и засорение инфраструктуры пунктов экипировки;
- обеспечить наличие в бункерах локомотива песка установленной крупности.

Годовой экономический эффект при внедрении предлагаемого технического решения в ПТОЛ станции Красноярск-Восточный составляет около 4 миллионов рублей при сроке окупаемости в 1,1 года.

Список использованных источников

1 Указ Президента РФ «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года» от 21.07.2020 № 474/

2 Долгосрочная программа развития ОАО «РЖД» до 2025 года / Утверждена распоряжением Правительством РФ от 19.03.2019 г. № 466р. 136 с.

3 Волчек Т.В. Разработка автоматизированной системы пескоподачи для пунктов технического осмотра локомотивов // Вестник Ростовского государственного университета путей сообщения. 2022. №3. С. 64 – 71.

Научное издание

**ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

Труды XXVII Всероссийской научно-практической конференции
КрИЖТ ИрГУПС (г. Красноярск, 03.11.2023 г.) :

Том 1

СЕКЦИИ «СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ»,
СЕКЦИЯ «ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ»

Редакционная коллегия

Вячеслав Александрович ПОМОРЦЕВ (отв. ред.);
Олег Витальевич КОЛМАКОВ, канд. техн. наук, доцент;
Жанна Михайловна МОРОЗ, канд. физ.-мат. наук, доцент;
Вячеслав Станиславович ТОМИЛОВ, канд. техн. наук;
Виталий Олегович КОЛМАКОВ, канд. техн. наук, доцент;

Подписано в печать 26.12.2023 г.

Формат бумаги 60×84/16

283396

7,08 авт. л. 10,69 печ. л.

171

экз.

План издания 2023 г. № ¹¹/_п КрИЖТ ИрГУПС

Отпечатано в КрИЖТ ИрГУПС
Красноярск, ул. Л. Кецховели, 89