РОСЖЕЛДОР

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС)

Филиал РГУПС в г. Воронеж



АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭКОНОМИКИ РОССИИ («ТрансПромЭк-2023»)

РОСЖЕЛДОР

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» (ФГБОУ ВО РГУПС)

Филиал РГУПС в г. Воронеж

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА, ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ЭКОНОМИКИ РОССИИ («ТрансПромЭк-2023»)

Труды научно-практической конференции

17 ноября 2023 года г. Воронеж

Редакционная коллегия:

Рябко К.А. – к.т.н., доцент Гордиенко Е.П. – к.т.н., доцент Калачева О.А. – д.б.н., профессор Лулудова Е.М. – к.ф.н., профессор Попова Е.А. – к.т.н., доцент Тимофеев А.И. – к.э.н., доцент

Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России («ТрансПромЭк-2023»). Труды научно-практической конференции. – Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2023. – 212 с.

Сборник статей подготовлен на основе докладов научно-практической конференции «Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк-2023)», состоявшейся 17 ноября 2023 года в филиале РГУПС в г.Воронеж и посвященной 145-летнему его юбилею. Докладчики представили результаты исследований по различным аспектам развития железнодорожного транспорта в современной России.

Издание может быть полезно научным сотрудникам, преподавателям, студентам и аспирантам, а также всем, кто интересуется проблемами и перспективами транспортного развития России.

[©] Филиал РГУПС в г. Воронеж

[©] Кафедра социально-гуманитарные, естественно-научные и общепрофессиональные дисциплины

СОДЕРЖАНИЕ

ПОЗДРАВИТЕЛЬНОЕ СЛОВО К 145-ЛЕТИЮ ФИЛИАЛА Завьялов А.А
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ВУЗА: ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ Лукин О.А
НА ПУТИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ ДОСТИЖЕНИЯМ
Гуленко П.И
РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ПОДАЧИ ТОПЛИВА В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ Афанасьев А.А., Малахов О.В., Малахова В.В.
НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ, МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
Богданова Л.Н., Воротников И.С., Липчик Л.Э.
ТРАДИЦИОННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ
Богданова Л.Н., Липчик Д.Э.
ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ШАХТНЫХ ЛОКОМОТИВОВ
Бондарь Е.А
Буракова А.В., Иванкова Л.Н., Иванков А.Н ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РЕШЕНИЯ ПЛОСКОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТ
ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РЕШЕНИЯ ПЛОСКОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТ Власова Е.В
ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ
Гордиенко Е.П
СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ
Гордиенко Е.П.
ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА
Гордиенко Е.П., Паненко Н.С.
ВНУТРЕННИЕ УГРОЗЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ Гостева С.Р.
К ВОПРОСУ О КОМПЕНСАЦИИ УБЫТКОВ ЛИЦАМ, НЕОБОСНОВАННО ПОДВЕРГНУТЫМ
УГОЛОВНОМУ ПРЕСЛЕДОВАНИЮ И НАКАЗАНИЮ Гостева С.Р., Хузина Н.А.
ДОЗИРОВАНИЕ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УПАКОВКЕ В СЕТКУ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ Григорец А.А.
АСПЕКТЫ ЦИФРОВОГО СЕРВИСА ДЛЯ КЛИЕНТОВ_ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Журавлева И.В.
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Журавлева И.В.
ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПАССАЖИРСКИХ СОСТАВОВ В РЕЙС
ПАССАЖИРСКИХ СОСТАВОВ В РЕИС Журавлева И.В., Попова Е.А.
МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО
СТУДЕНТА
Завьялов А.А., Лулудова Е.М
ОБРАБОТАННОЙ ИНФОРМАЦИИ Калачева О.А
АНАЛИЗ БЛИЗОСТИ ОБЪЕКТОВ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ
Калачева О.АУПОРЯДОЧИВАНИЕ АТРИБУТОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ
УПОГЛДОЧИВАПИЕ АТГИВУТОВ В ГЕЛИЦИОННЫХ МОДЕЛИХ Капачера О. А. Прицепова С. А.
УПОГИДОЧИВАНИЕ АТГИВУТОВ В ГЕЛИЦИОННЫХ МОДЕЛИХ Калачева О.А., Прицепова С.А
Кожевников А.А.

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МПЦ КАК ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ	
Кожевников А.А.	8
ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЕЗДА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ	
МАЛОМОБИЛЬНЫХ ПАССАЖИРОВ	
Куныгина Л.В	8
МОДЕРНИЗАЦИЯ ВОКЗАЛОВ В ТРАНСПОРНО-УЗЛОВЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ КОМПЛЕКСЫ	
Куныгина Л.В.	8
МЕТОДЫ ЭФФЕКТИВНОГО ПРЕПОДАВАНИЯ НА ДНЕВНОМ ОТДЕЛЕНИИ ВУЗА	
Куныгина Л.В., Серегина А.А.	C
ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННОЙ	,
ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ 18ХГТ	
Лукин А.А., Лукин О.А.	۶
СПЕЦИФИКА САМОВЫРАЖЕНИЯ В ДРЕВНОСТИ И В НАШИ ДНИ	
Лулудова Е.М.	10
МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО	
ТОРМОЖЕНИЯ ЛИФТА	
Маринченко М.В	10
вопросы и решения очистки территории аэродрома от снежно-ледовых ма	·CC
Матяев И.М.	
АНАЛИЗ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА МОНОРЕЛЬСОВЫЙ ЛОКОМОТИВ ПРИ ДВИЖЕНИИ В	10
КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКАХ ПУТИ	
Мищенко Т.П.	11
ПРОМЫШЛЕННЫЕ БЕЛЫЕ ИЗНОСОСТОЙКИЕ ЧУГУНЫ И ИХ ОСОБЕННОСТИ	
Печенкина Л.С., Лукин А.А.	11
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ЛИНИИ: КЛАССИФИКАЦИЯ, СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ, ФУНКЦИИ	
Платонов А.А.	12
ОБОСНОВАНИЕ МИНИМАЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ НАТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ УЧАСТК	OB
ИНФРАСТРУКТУРЫ	02
Платонов А.А.	10
ДОМИНИРОВАНИЕ ВИДОВ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ Е	12 D
)
ПОЛОСАХ ОТВОДА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ	
Платонова М.А., Платонов А.А.	13
СОВРЕМЕННАЯ ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ:ЦЕЛИ, ФУНКЦИИ, ТЕНДЕНЦИИ	
Платонова М.А., Ткаченко К.А.	14
ЛОГИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ	
Попова Е.А.	14
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА ВАГОННОГО ПАРКА	
Попова Е.А.	14
РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ЛОГИСТИКИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ	
	VI.
ТРАНСПОРТЕ	
Попова Е.А., Журавлева И.В.	15
ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТИПА СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ	
СТАТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ШАХТНЫХ МОНОРЕЛЬСОВЫХ ЛОКОМОТИВОВ	
Прибой М.П	15
ЗАВИСИМОСТЬ ПРИВОДНОГО МОМЕНТА ОТ УГЛА ПОВОРОТА НИЖНЕЙ РАМЫ	
ТОКОПРИЕМНИКА АТЛ15-ТЭК130-У1	
Рябко К.А	16
ВЛИЯНИЕ УДАРНЫХ НАГРУЗОК НА ПРОЧНОСТЬ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ШАХТНІ	IV
	НΛ
МОНОРЕЛЬСОВЫХ ЛОКОМОТИВОВ	
Рябко К.А	
ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ЭТЕРИФИКАЦИИ И ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ С ПРИМЕНЕН	ИЕМ
ТВЕРДОГО КИСЛОТНОГО КАТАЛИЗАТОРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БИОТОПЛИВА	
Сафонов А.О., Бондарев А.Е., Манохин С.В.	17
МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТЕ	ЗE
БИОТОПЛИВА	
Сафонов А.О., Бондарев А.Е., Манохин С.В.	1.7
Сафонов А.О., Бондарев А.Е., Манохин С.В.	1
АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ МОТОР-РЕДУКТОРОМ ПРИВОДА РАЗДВИЖНЫХ ДВЕРЕЙ С	
АККУМУЛЯТОРОМ ЭНЕРГИИ	
Семеноженков В.С., Семеноженков М.В., Строганов В.Г.	17
РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ	
ЛОКОМОТИВОВ	
Сташевская О.В.	15
C. Talle D. C. Tal	10

ПРОВЕДЕНИЕ ПРИЕМОСДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ	
ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПОСЛЕ РЕМОНТА	
Стоянова Н.В	189
ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ И ПРОКАТКИ	
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС	
Тищук Л.И., Соломонов К.Н., Снитко С.А.	193
ДИАГНОСТИКА ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	
Торцев О.П.	197
ТЕХНОЛОГИЯ РАСЧИСТКИ ДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ ОТ ЛЕСА И КУСТАРНИКА	
Шадрина Е.Л.	202
УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ГРУЗООТПРАВИТЕЛЯ ПОРОЖНИМИ	
ВАГОНАМИ	
Шатохин А.А., Буракова А.В., Дубойская Е.В.	206
*-	



Уважаемые преподаватели, сотрудники, ветераны, студенты и выпускники!

Филиал РГУПС в г. Воронеж отмечает уже свой 145-летний юбилей!

За минувшее время филиал прошел большой славный путь, трепетно сохраняя и приумножая традиции. Сотни выпускников стали квалифицированными специалистами и руководителями, нашли применение полученным знаниям в разных сферах деятельности, многие успешно трудились и трудятся в дирекциях ОАО «РЖД».

С каждым годом филиал становится лучше и в этом большая заслуга коллектива, который всегда отличали высокий профессионализм, творческий подход и полная отдача любимому делу. Особые слова благодарности и признательности ветеранам за их неоценимый вклад в его становление и развитие.

Сегодня филиал РГУПС в г. Воронеж входит в число лучших вузов страны, ведущих подготовку по наиболее востребованным направлениям и специальностям железнодорожной отрасли, применяя современные технологии и все возможные формы обучения.

Открытый как Воронежское техническое железнодорожное училище 21 сентября 1878 Козлово-Воронежско-Ростовской железной дороге, пройдя в 2017 году мы вошли в реорганизаций, состав государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования Ростовский государственный университет путей сообщения как его филиал в г. Воронеж, создав кафедру «Социальногуманитарные, естественно-научные и общепрофессиональные дисциплины» (СГЕНиОД) и отделения среднего профессионального образования. Сейчас филиал осуществляет подготовку по программам среднего профессионального и высшего образования в очной и обучения, также предоставляет услуги Дополнительного заочной форме профессионального образования. Общая численность сотрудников филиала – 222 человека, общая численность студентов – 2469 человек. В учебных занятиях используется 94 кабинета, 40 лабораторий, 13 учебно-производственных мастерских, два спортивных комплекса, постепенно расширяется учебно-лабораторная база.

С 2021 года подготовка специалистов осуществляется по матрицам траекторий целевого обучения, согласованных с ЮВЖД и скорректированных по годам обучения, с переносом практической подготовки с прохождением производственной практики на рабочих местах со второго года обучения на третий год.

ЮВЖД активно развивает инфраструктуру филиала; участвует в оборудовании лабораторий «Организация перевозочного процесса», «Управления движением», «Управление тяговым подвижным составом»; подготавливает площадки для проведения демонстрационного экзамена по специальностям 13.02.07 Электроснабжение (по отраслям), 27.02.03 Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном транспорте);

обеспечивает практическую подготовку студентов на конкретных рабочих местах во время их производственной практики, выделяет гранты на разработку дипломных проектов по заданию предприятия железнодорожного транспорта с последующим его применением на практике, а также почти 100% распределение выпускников. В целях повышения информированности о проводимых в компании ОАО «РЖД» изменениях, о ключевых аспектах работы, карьерных и профессиональных возможностях, общесетевых молодежных проектах регулярно проводятся встречи студентов филиала с руководством Центральной и Юго-Восточной дирекции управления движением, а сотрудники ОАО «РЖД» активно привлекаются для осуществления образовательного процесса в качестве руководителей практик и председателей итоговых аттестационных комиссий.

Став в 2022 году победителем конкурсного отбора на предоставление грантов в форме субсидий из федерального бюджета в рамках федерального проекта «Профессионалитет» госпрограммы РФ «Развитие образования», в сотрудничестве с ОАО «РЖД» филиал с 1 сентября 2023 года приступил к подготовке по новым перспективным программам студентов по программам СПО железнодорожного направления четырех наиболее востребованных профессий («Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство», «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог (Локомотивы)», «Электроснабжение (по отраслям)», «Автоматика и телемеханика на транспорте (железнодорожном транспорте)») с гарантированным трудоустройством после окончания при безусловном конкурентном преимуществе в построении личной карьерной траектории каждого обучающегося. Для этого была успешно проведена модернизация учебно-материальной базы филиала путем создания и брендирования 12 лабораторий и 3 мастерских, педагогические работники прошли переподготовку, расширилась профориентационная работа.

В 2021 году в формате железнодорожных профильных классов опорных школ заключен договор с опорными школами (№4 г. Усмань; №17 г. Лиски; гимназия им. Платонова, г. Воронеж). В 2022 году совместно с технопарком «Кванториум» прошли «Инженерные каникулы», где разрабатывались конкретные проекты по направлению «Вокзал будущего» учениками школ и организаций СПО Воронежской, Липецкой, Тамбовской и Белгородской областей. Амбассадоры Профессионалитета филиала регулярно проводят классные часы «Профессиональное самоопределение» для школьников Воронежа, Воронежской области и на площадке Юго-Восточной детской железной дороги.

Филиал ежегодно показывает высокие результаты по итогам мониторинга качества подготовки кадров в сфере среднего профессионального образования Министерства просвещения Российской Федерации, а его общепрофессиональный рейтинг учитывается в составе рейтинга технических вузов не только Воронежской области, но и за ее пределами. Качество образовательных программ, высокий уровень подготовки выпускников, а также развития лабораторной и учебно-тренажерной базы филиала РГУПС в г. Воронеж подтверждены свидетельством и о государственной, и о профессионально-общественной аккредитации всех железнодорожных специальностей.

Осуществляется научно-исследовательская деятельность в соответствии с проводимой в стране инновационной политикой, а также в рамках федеральных, отраслевых и региональных программ. Преподаватели регулярно выступают на конференциях; публикуются в рейтинговых журналах, рекомендованных ВАК и входящих в базу РИНЦ (только за 2021-2022 год опубликовано в журналах перечня ВАК — 20 статей, РИНЦ — 415 статей); издают учебно-методические пособия разной направленности (в 2021-2022 году опубликовано 97 таких изданий, сохраняя тесные связи и приемственность лучших традиций высшей школы и железнодорожной отрасли).

Студенты активно участвуют в таких международных, всероссийских, региональных конференциях, форумах и семинарах, как: «Инновации как продолжение традиций на железнодорожном транспорте», «Система среднего профессионального образования: традиции, инновации, перспективы», «Актуальные проблемы развития транспортного комплекса в условиях цифровой экономики», «История и перспективы развития

железнодорожного транспорта в России и за рубежом», «Никто не забыт, ничто не забыто», «Молодежная наука: вызовы и перспективы», «Молодежная наука и перспективы» и т.д. Регулярно выступают на смотрах-конкурсах РОСЖЕЛДОРА, на Всероссийских конкурсах «Локомотив будущего», «Будущий железнодорожник», а также научно-технического творчества «Дорога в будущее» (на базе филиала РГУПС в г. Воронеж).

Студенты филиала отмечены среди победителей и награжденных на Всероссийском конкурсе «Большая перемена» — проекта президентской платформы «Россия — страна возможностей» для студентов СПО и на VII международном конкурсе студенческих проектов Steel2Real'22, организованном Ассоциацией развития стального строительства (АРСС). По итогам участия они занимают призовые места на Региональном чемпионате «Молодые профессионалы WorldSkills Russia» (1-3 места по направлениям «Обслуживание и ремонт устройств железнодорожного пути», «Управление перевозочным процессом на железнодорожном транспорте», «Управление локомотивом» и т.д.), а по компетенции «Технология железнодорожного транспорта» в рамках Brics Future Skills Challenge (г. Шанхай, КНР, 2022) в Scills Camp заняли 13 место. И все вышеперечисленное отнюдь не все достижения филиала.

С большим чувством уважения и благодарности желаю филиалу процветания и стабильности, педагогическому коллективу здоровья, оптимизма, творческих успехов, а студентам и выпускникам желаю обрести свое призвание и стать успешными людьми, способными прославить нашу Воронежскую землю, наше Отечество и наш филиал!

С уважением, директор филиала А.А. Завьялов



ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ВУЗА: ПОДВЕДЕНИЕ ИТОГОВ

Уважаемые педагоги и студенты филиала РГУПС в г. Воронеж!

Искренне поздравляю всех Вас с юбилеем филиала!

Чтобы стать ведущим учебным заведением железнодорожной отрасли, на протяжении всей истории нашего филиала Вы многократно добивались уникальных результатов. В научном сообществе нашего учебного заведения бережно сохранены традиции первооткрывателей железнодорожного образования, имена выдающихся ученых и специалистов. Самый сложный запрос работодателя Вы всегда встречаете с полной готовностью реализовать любой проект, решить сложную задачу для обеспечения квалификационными кадрами железных дорог и предприятий отрасли.

Качество образования студентов филиала — одно из самых высоких в регионе благодаря умелому сочетанию в программах теории и практики. В стенах нашего вуза делали первые шаги в профессию многие работники и руководители Юго-Восточной железной дороги. Все они с глубокой благодарностью вспоминают годы учебы и атмосферу творчества, ответственности, стремления к будущему.

Очередной исторический рубеж для Вас — это еще одна ступень к новым достижениям. Для побед и дальнейшего развития сегодня есть всё: талантливые преподаватели и практики, исследователи и ученые, уникальная и постоянно обновляемая материально-техническая база, стройная система взаимодействия с предприятиями для отработки практики. А самое главное — искренняя любовь к своему делу, невероятная энергия, с которой каждый преподаватель и сотрудник филиала относится к своей работе, решает вверенные ему задачи.

Железнодорожное образование становится всё более уникальным, технологически усложненным. Однако Вам по плечу любые изменения, в которых Вы каждый раз находите мощные точки роста. Один из ярких тому подтверждений — Ваша недавняя победа в конкурсном отборе программы «Профессионалитет» и создание с 2023 года на базе филиала Воронежского отраслевого образовательно-производственного центра (кластера) железнодорожного транспорта, который будет готовить специалистов сразу по четырем востребованным специальностям железнодорожной отрасли, а впереди, убежден, — еще более смелые планы и перспективы.

Желаю, чтобы Вы не снижали высокую планку своих достижений! Пусть уже полученные результаты не исчерпают моральный и интеллектуальный потенциал, и Вы, сохранив верность славным традициям, будете и в дальнейшем укреплять престиж родного учебного заведения.

Желаю всему коллективу филиала РГУПС в г. Воронеж самого важного: крепкого здоровья, стойкости духа, благополучия и гармонии во всех сферах жизни. Пусть каждый рабочий день будет отмечен новыми открытиями, результатами и чувством отлично выполненной работы! С юбилеем Вас!

С уважением, заместитель директора по учебной работе О.А. Лукин



НА ПУТИ К ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМ ДОСТИЖЕНИЯМ

Уважаемые преподаватели, обучающиеся, выпускники филиала РГУПС в г. Воронеж!

Искренне поздравляю Вас с юбилеем!

Наш филиал прошел большой и славный путь, задавая и сохраняя высокие стандарты образования. Созданный 21 сентября 1878 года как Воронежское техническое железнодорожное училище при Козлово-Воронежско-Ростовской железной дороге, мы были учебно-консультационным пунктом Всесоюзного заочного института инженеров железнодорожного транспорта (1953г.), Воронежским филиалом (1976г.), Всесоюзным заочным институтом инженеров железнодорожного транспорта (1993г.), Российским государственным открытым техническим университетом путей сообщения (1995г.), потом вошли в состав Московского государственного университета путей сообщения как его Воронежский филиал (2009г.), а с 2017 года стали филиалом Ростовского государственного университета путей сообщения в г. Воронеж.

Важно, что Вы всегда идете в ногу со временем, каждый год укрепляете материальнотехническую базу, достойно представляя регион на чемпионатах рабочих профессий, на конференциях и олимпиадах, показывая высокие результаты по итогам мониторинга качества подготовки кадров и т.д.

Вами были подготовлены тысячи высококвалифицированных специалистов. В настоящее время в филиале ежегодно обучается более 2,5 тысяч студентов по четырем специальностям высшего образования и девяти специальностям среднего профессионального образования. Их глубокие знания и хорошие практические навыки дают им возможность успешно трудиться в транспортной отрасли России и за ее пределами, передавая лучшие традиции инженерного образования нашей страны.

Высокий профессионализм коллектива, верность железнодорожному транспорту, славные трудовые и учебные традиции, накопленные многими поколениями, помогают успешно справляться с актуальными задачами, стоящими перед железной дорогой. Яркое тому доказательство — победа в конкурсном отборе программы «Профессионалитет» и создание с 2023 года совместно с ЮВЖД при поддержке ОАО «РЖД» и РОСЖЕЛДОР на базе филиала Воронежского отраслевого образовательно-производственного центра (кластера) железнодорожного транспорта.

Искренне желаю Вам и всему филиалу РГУПС в г. Воронеж дальнейшего развития и процветания на долгие годы, новых открытий и успехов в подготовке высококвалифицированных специалистов, а всей дружной семье единомышленников филиала - здоровья, счастья, бодрости духа и жизненных сил, достатка и уверенности в завтрашнем дне.

С уважением, заместитель директора по учебнопроизводственной работе П.И. Гуленко УДК 629.42.016.2/.5-592

РАЗВИТИЕ СИСТЕМ ПОДАЧИ ТОПЛИВА В ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Афанасьев А.А., Малахов О.В., Малахова В.В. ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск

Аннотация. Статья посвящена вопросам совершенствования системы подачи топлива в железнодорожном транспорте. Авторы рассматривают актуальные проблемы и предлагают инновационные решения для оптимизации работы двигателей локомотивов, снижения выбросов вредных веществ и повышения эффективности использования энергии. Описываются различные технологии, включая адаптивное управление подачей топлива, двухтопливные двигатели и гибридные системы. Также анализируются перспективы развития железнодорожного транспорта с учетом экологической безопасности и экономической целесообразности внедрения новых технологий.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, подвижной состав, тепловоз, форсунка, система управления.

Abstract. The article is devoted to the issues of improving the fuel supply system in railway transport. The authors consider current problems and offer innovative solutions to optimize the operation of locomotive engines, reduce emissions of harmful substances and increase energy efficiency. Various technologies are described, including adaptive fuel management, dual-fuel engines and hybrid systems. The prospects for the development of railway transport are also analyzed, taking into account environmental safety and the economic feasibility of introducing new technologies.

Keywords: railway transport, rolling stock, diesel locomotive, nozzle, control system.

Развитие человечества тесно связано с транспортом, а одним из первых толчков к его развитию послужила именно торговля. Это в свою очередь привело к изобретению парового двигателя. Паровой двигатель стал первым шагом к созданию паровозов. В то время топливо для паровозов включало в себя древесину и уголь. Была разработана система подачи топлива, которая представляла собой конвейер, обеспечивающий перемещение дров или угля из специального бункера прямо в топку паровоза.

Изобретение двигателя внутреннего сгорания дало толчок к развитию тепловозов с дизель генераторными установками. Топливом для дизельного двигателя служили тяжелые фракции нефти, солярка или дизельное топливо, подаваемое в форсунки топливным насосом высокого давления (ТНВД). Тепловозы существенно выигрывали перед паровозами в мощности при равных размерах, высокой экономичностью топлива, низкими затратами на обслуживание.

Следующим этапом развития железнодорожных локомотивов стали газотурбовозы, в качестве энергетической установки служил газотурбинный двигатель. Топливом служил газ, подаваемый в камеру сгорания форсунками с механическим и электронным управлением. Применение газотурбинного двигателя явилось следующим этапом развития локомотивов.

Наша цель – рассмотреть этапы развития системы подачи топлива от паровоза с обычным конвейером до тепловозов и газотурбовозов с форсунками с механическим и электронным управлением.

Паровые локомотивы. Применением парового двигателя в локомотивах человечество обязано шотландцу Джеймсу Уатту, изобрётшему паровую машину в 1763 году. В 1803 году

Ричард Тревитик создал первый паровоз. В движение паровоз приводился нагревом воды и генерацией пара в котле посредством сжигания природного топлива [1].

На начальном этапе развития паровозы представляли собой повозки, двигающиеся по рельсам. Количества топлива для нормальной работы котла и выработки пара требовалось не много, постоянную подачу обеспечивал кочегар. В дальнейшем для топлива и воды в паровозе потребовался дополнительный вагон, называемый тендером. Кочегар уже не мог обеспечить своевременную подачу топлива в топку. Решением проблемы своевременной подачи топлива в топку стало создание специального механизма подачи топлива — стокера [2]. Топливо по транспортеру под тендером подавалось к сбрасывателю порциями. Далее сбрасыватель — механизированная лопата, подавал топливо в топку (рис. 1).

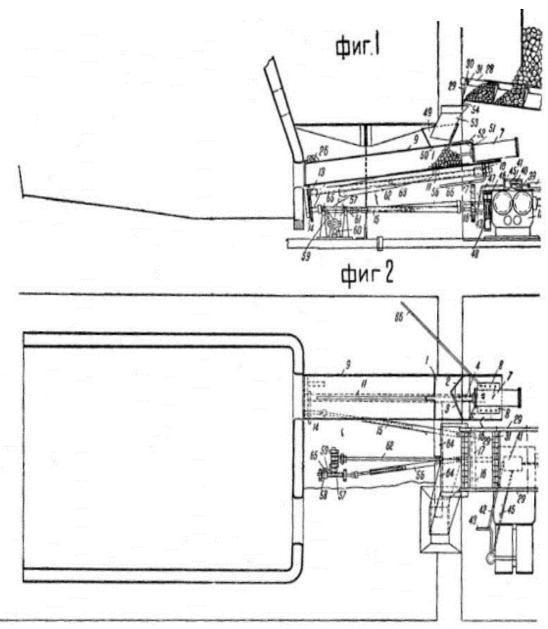


Рис. 1 – Система механизированной подачи топлива в топку паровоза

Главный недостаток паросиловых установок – применение внешней камеры сгорания для нагрева котла и создания пара. Требовалось большое количество топлива. Обслуживание механически сложной системы подачи топлива требовало наличия квалифицированного персонала. Не каждая ремонтная станция могла обеспечить бесперебойную работы системы. Потребовалось создание новых двигателей и применение новых видов топлива.

Тепловозный локомотив. Первый дизельный тепловоз построен в 1913 году. Однако первые испытания показали ряд недоработок конструкции. Последующие два десятилетия потребовалось для доработки конструкции двигателя и системы подачи топлива до болееменее приемлемого уровня [3].

В 20-х годах прошлого столетия советским инженерам под руководством профессора Ломоносова Ю.В. и инженера Гаккеля Ю.М. удалось преодолеть технические проблемы, препятствующие успешному внедрению дизельных двигателей в железнодорожный транспорт. Первый тепловоз в Советском Союзе был построен в 1925 году.

Одно из главных технических решений, позволившее использовать дизельные двигатели в локомотивах, — применение форсунки для подачи топлива. На рис. 2 представлена форсунка, применяемая в дизелях марки 10Д100 и 2Д100. Конструкция с течением времени кардинально не изменилась.

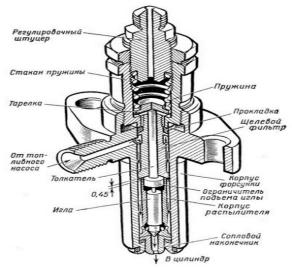


Рис. 2 – Форсунка дизеля 10Д100

Топливо из бака, проходя через фильтры и водоотделитель, подается в топливный насос высокого давления (ТНВД). Посредством плунжерной пары происходит регулирование подачи топлива в форсунку для последующего его распыления в цилиндрах. Давление топлива, вспрыскиваемого в цилиндр, составляет 200 .. 300 кгс/см².

Чем меньше длина нагнетательной трубки, тем точнее подача малых порций топлива. Для сокращения общей длины нагнетательных трубок на каждый цилиндр устанавливался отдельный ТНВД [7].

Тепловозные двигатели комплектуются форсунками закрытого типа. Свое название они получили из-за разделения цилиндра и нагнетающей трубки топливопровода высокого давления (рис. 3).

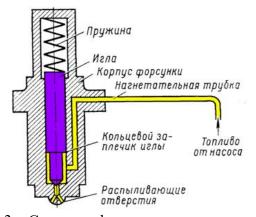


Рис. 3 – Строение форсунки закрытого типа

Насос-форсунки, широко применяемые в автомобильном транспорте, в дизельных локомотивах применения не нашли [8].

В табл. 1 приведены цены и средний расход видов топлива для паровозов и тепловозов на единицу пути.

Таблица 1. Затраты топлива на единицу пути локомотива

Наименование	Цена за литр,	Цена за тонну	средний расход	Итого затрат на
	солярки, рублей	угля, рублей	топлива,	100 км пути,
	[10]	[9]	на 100 км [10]	рублей
Паровоз	-	от 5000+	9 т	50500
Тепловоз	39	-	180 л	7020

Тепловозный локомотив с автоматизированной системой управления. В начале двухтысячных годов в России начинается разработка автоматических систем управления (АСУ) микропроцессорным впрыском топлива. В системах высокого давления с механическими форсунками в тепловозных дизелях система называлась ЭСУВТ.01 [4].

В мире существуют следующие системы электронного управления впрыска:

- электронные системы управления ТНВД с механическим приводом;
- электронные системы управления ТНВД с различным приводом;
- электронные системы управления форсунками [6].

В России такими разработками занималось ООО «Дизельавтоматика» (г. Саратов) [5].

Принцип работы основан на индивидуальном управлении подачей топлива с ТНВД в каждый цилиндр электромагнитным клапаном 7 (рис. 4). Данная схема позволяет использовать сложные законы управления, учитывающие скоростные и нагрузочные режимы.

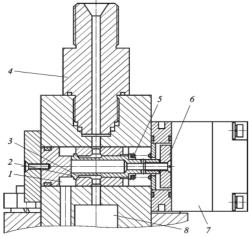


Рис. 4 - ТНВД с электромагнитным управлением расхода топлива [4]: 1 - линия низкого давления ТНВД; 2 - клапан; 3 - кромка клапана; 4 - штуцер ТНВД; 5 - возвратная пружина; 6 - якорь; 7 - электромагнит; 8 - надплунжерная полость

Основное преимущество данной схемы: не требует больших капитальных затрат на модернизацию существующих дизелей. В ТНВД устанавливается электромагнитный клапан, применяемые штатные форсунки в переделке и модернизации не нуждаются [5].

Первые испытания производились на дизелях серии Д50 «Пензадизель» в магистральных, маневровых и промышленных тепловозах. Получены положительные результаты испытаний, проводившихся на тепловозах серии ТЭМ2 и ТЭМ18ДМ в 2011-2012 годы. Дальнейшая проверка системы производилась на тепловозах серии ЧМЭ3. На рис. 5 представлен график расхода топлива на холостых оборотах в режиме простоя применительно к различным системам впрыска [6].



Рис. 5 – График расхода топлива на холостых оборотах

В процессе испытаний получены следующие результаты:

- устойчивое снижение оборотов холостого хода до 220 об/мин при экономии топлива до 37,1%;
 - экономия топлива на 16,9% при 300 об/мин;
 - экономия топлива на иных режимах работы 4...17%;
- использование «пилотного» впрыска топлива, когда впрыск производится в два этапа:
- управление работой каждого цилиндра в отдельности и возможность его отключения;
 - расход масла не увеличивается;
 - снижается уровень шума от 1 до 10 дБ.

Таким образом, можно сделать вывод, что переход от механических систем подачи топлива к электронным позволил более точно контролировать расход топлива и использовать различные схемы впрыска. Это, в свою очередь, повысило топливную эффективность и снизило затраты на перевозки. Результаты различных испытаний показывают большой потенциал для дальнейшей модернизации систем подачи топлива.

Список использованных источников

- 1. Авторское свидетельство № 47397 A1 СССР, МПК F23К 3/04. Приспособление для подачи угля в топку паровоза: № 1821046: заявл. 11.12.1935: опубл. 30.06.1936 / А. П. Чиркин. EDN CVGBRD.
- 2. Авторское свидетельство № 48977 A1 СССР, МПК F23K 3/04. Механическое приспособление (стокер) для подачи топлива в топку паровоза: № 182701: заявл. 20.12.1935: опубл. 31.08.1936 / Ф. И. Трифонов. EDN KLWUOH.
- 3. Дробинский, В.А., Егунов, П.М. Как устроен и работает тепловоз. Москва: Транспорт, 1980. 367 с.
- 5. Арефьев, Е. М. Математическая модель определения энергоемкости аккумуляторной батареи монорельсового локомотива с учетом рекуперации энергии / Е. М. Арефьев, К. А. Рябко // Горное оборудование и электромеханика. − 2023. − № 3(167). − С. 42-48. − DOI 10.26730/1816-4528-2023-3-42-48. − EDN XMFBLX.
- 6. Фурман, В. В. Улучшение эксплуатационно-технических характеристик дизельгенераторов тепловозов путем создания и совершенствования систем электронного управления: специальность 05.04.02 "Тепловые двигатели": автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук / Фурман Виктор Владимирович. Москва, 2016. 22 с. EDN ZQIHEJ.

- 7. Рябко, К. А. Основные параметры регулирования привода шахтных локомотивов на электрической тяге / К. А. Рябко, Е. М. Арефьев, Е. В. Рябко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. 2023. № 2. С. 300-313. EDN FBHDFS.
- 8. История развития локомотивных энергетических установок. URL: http://scbist.com/wiki/17250-istoriya-razvitiya-lokomotivnyh-energeticheskih-ustanovok.html (дата обращения 10.10.2023).
- 9. Уголь для паровоза, цена. URL: https://spb.pulscen.ru/products/ugol_dlya_parovoza_108876418 (дата обращения 10.10.2023).
- 10. Дизельное топливо, купить. URL: https://regionneftesbit.ru/dizelnoe-toplivo-dlja-teplovozov-cena/ (дата обращения 10.10.2023).

УДК 629.113

НЕКОТОРЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ, МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ РЕМОНТА СОВРЕМЕННЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Богданова Л.Н., Воротников И.С., Липчик Д.Э. ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Аннотация. Продолжающаяся в стране автомобилизация обуславливает необходимость поддержания на высоком уровне и развития сервиса по ремонту автотранспортных средств. В статье рассматриваются вопросы совершенствующихся технологий и технических средств ремонта, отмечаются некоторые перспективные инструменты и методы ремонта автотранспортных средств, формулируется вывод о современных возможностях их использования.

Ключевые слова: транспортное средство, ремонт, технологии, применение, развитие, перспективы.

Abstract. The ongoing motorization in the country necessitates maintaining and developing vehicle repair services at a high level. The article discusses issues of improving technologies and technical means of repair, notes some promising tools and methods for repairing vehicles, and formulates a conclusion about the modern possibilities of their use.

Keywords: vehicle, repair, technology, application, development, prospects.

В наше время, когда автомобилей с каждым годом и каждым днём становится всё больше и больше, не перестаёт быть актуальным вопрос совершенствования и развития соответствующих ремонтных технологий [1], применения новых и новейших способов и средств ремонта, развитие и совершенствование которых нередко обусловлено применением современных наукоёмких материалов, способных выдерживать большие нагрузки, оставаясь при этом в рамках приемлемых значений масс.

Тем не менее, дни и периодичность традиционного ремонта автотранспортных средств хотя еще и не совсем позади (рис. 1), но все же прослеживается достаточно четкая тенденция к его (ремонту) постепенному уменьшению и в перспективе фактическому «сворачиванию». При этом можно допустить, что в будущем как в отечественной, так и зарубежной практике эксплуатации автомобилей может быть место для небольшой (или – даже сетевой) механической мастерской (автосервиса), которая будет работать с автомобилями, вышедшими из массовой эксплуатации и интересующими лишь энтузиастов, однако маловероятно, что такие станции технического обслуживания и автосалоны с небольшим объемом продаж смогут справиться с этой задачей.



Рис. 1 – Существующая система планово-предупредительного ремонта

Уже сейчас ремонт автомобилей становится менее трудоемким и более высококвалифицированным, требующим множества знаний не только по конкретным маркам и моделям обслуживаемых автомобилей, но и по сопутствующим и смежным отраслям их ремонта. В качестве примера можно привести автотранспортные средства, способные перемещаться как по автомобильным, так и по железным дорогам (рис. 2) [2-4], при этом в случае их планового или внепланового ремонта [5; 6] специалисты ремонтных мастерских должны обладать знаниями не только из области автодела, но и иметь достаточно широкое представление о железнодорожной отрасли [7].



Рис. 2 – Дорожно-рельсовые транспортные средства

При этом непременным спутником ремонта современных автотранспортных средств уже давно стал планшетный компьютер, являющийся наиболее ценным инструментом на рабочем месте технического специалиста. Отсутствие же технического разъёма для подключения компьютера или иного способа связи с интеллектуальной системой морально или физически устаревшего автомобиля становится нередко непреодолимым препятствием для рассмотрения возможности принятия автотранспортного средства в ремонт.

Отметим, что непрерывно совершенствующиеся технологии хотя и становятся все более совершенными, но при этом они непременно увязываются с технологиями проектирования, конструирования, производства, а также применяемым программным обеспечением соответствующих производителей автотранспортных средств. При этом в случае отключения доступа к таким технологиям и обновлению программного обеспечения

(что мы и наблюдаем в последние несколько лет) ремонт автомобилей опять же становится проблематичным, хотя само транспортное средство, возможно, вышло с конвейера «лишь вчера». Априори, новые технологии могут ускорить диагностику и ремонт транспортного средства, однако это не означает, что для потребителей (в частности — владельцев транспортных средств) это обязательно будет дешевле.

Существующим (и планирующим таковыми оставаться) ремонтным мастерским приходится вкладывать много материальных и денежных средств для того, чтобы оставаться «в тренде» направления развития технологии ремонта. В немалой степени на приток или отток клиентов (особенно — автотранспортных средств премиальных марок) оказывает возможность получения ремонтным производством сертификата соответствия. В конечном итоге количество клиентов указывает на конкурентоспособность ремонтного сервиса, и эти затраты сервису нужно каким-то образом компенсировать. Фактически это осуществляется за счёт среднего владельца автомобиля, хотя если сервис и не сертифицирован, это не значит, что у него не будет клиентов.

Уже в наше время можно выделить некоторые перспективные инструменты и методы ремонта автотранспортных средств.

Одним из таких инструментов является компьютер. Подключение компьютера для диагностики автомобиля (как уже отмечалось выше) — это далеко не новая идея. Однако технологии не стоят на месте, компьютеры совершенствуются и появляются небольшие компактные модели за весьма небольшие деньги. Доступная цена и неплохая производительность, заключенные в компактный корпус, возможность настройки компьютера под свои потребности обеспечивают им долговечность в течение длительного времени, сравнимого со сроком службы автомобиля. При этом направлением использования крошечного специального компьютера в автомобиле может быть, например, отслеживание диагностических данных и статистики отказов отдельных деталей и узлов, что позволит осуществлять более эффективный ремонт и модернизацию своими руками.

Новые технологии, особенно развитие автомобилестроения, привносят свои особенности и в кузовной ремонт автомобиля. Традиционными материалами изготовления кузова со времён Генри Форда была сталь в самых различных её вариациях. Затем, к середине XX века, появились пластиковые элементы, из которых стали изготавливать, например, крылья транспортных средств. Это, в свою очередь, потребовало авторемонтных мастерских не только обновления оборудования, но и подготовки соответствующих специалистов. В последнюю пару десятков лет ряд производителей объявлял о желании привлекать к производству кузовов такой материал, как алюминий. Алюминиевые панели кузова не подвержены ржавению, но при этом и ремонт таких панелей требует особого мастерства. В целом алюминий – материал легкий и прочный, что помогает автомобилям соответствовать общепринятым нормам экономии топлива и безопасности. Но опытные специалисты-ремонтники привыкли работать со стальными автомобилями, а поврежденные алюминиевые панели кузова обычно не могут быть изменены, как их стальные аналоги. В частности общеизвестно, что алюминий плохо сваривается, а, следовательно, ремонт кузовных алюминиевых панелей потребует от ремонтных мастерских особого подхода.

Однако, возможно, «алюминиевой» революции в автомобилестроении так и не произойдёт, поскольку тенденцией последних лет в производстве автомобилей является (кроме их перехода на электропривод) производство деталей, напечатанных на 3D-принтере. 3D-печать существует достаточно давно, но большая часть его потенциала, конечно же, еще использована. Такая печать. использующая компьютеры И некоторые компьютеризированные компоненты, находит свое применение ДЛЯ существующего объекта. 3D-печать может быть особенно полезна для ремонта старых автомобилей с труднодоступными или отсутствующими запчастями – достаточно вынуть сломавшуюся деталь, отсканировать ее, напечатать и получить фактически и практически новую запчасть. Эта же технология может быть применена и при создании совершенно нового пользовательского объекта по дизайну пользователя. Именно последнее и находит своё применение в автомобилестроении, когда уже не отдельные детали, а целые кузова начинают печатать и применять современные производители автотранспортных средств. Примером этого является Urbee – полноразмерный уличный автомобиль, весь кузов которого напечатан на 3D-принтере (рис. 3, а).



Рис. 3 – Транспортные средства с напечатанным кузовом

Все детали кузова автомобиля Urbee были напечатаны на 3D-принтере в 2013 году компанией Korecologic. Силовая установка автомобиля состоит из двух электродвигателей и 1-цилиндрового двигателя внутреннего сгорания, чего при массе автомобиля 500 кг вполне достаточно, чтобы разогнаться до 112 км/ч. Ещё одним примером напечатанного автомобиля является LSEV. Этот весьма симпатичный автомобиль был впервые продемонстрирован в 2018 году на выставке инноваций в Китае. Он состоит всего из 57 деталей, напечатанных на 3D принтере, и полностью готов к серийному производству. Его ориентировочная стоимость составляет около 7 500 американских долларов [8]. В целом такая технология позволяет воссоздать при необходимости и целые классические автомобили.

Таким образом, такая технология весьма перспективна, хотя в части ремонта подобных транспортных средств, скорее всего, придется менять (печатать заново) весь кузов. Тем не менее, большинство существующих высококачественных 3D-систем по-прежнему очень дороги, велики и сложны в использовании. Ремонтным мастерским они пока не доступны, да и особой надобности в таких системах пока не наблюдается.

- В перспективе ремонтная отрасль может извлечь выгоду [9; 10] из совершенствующейся технологии автосервиса:
- 1. Повышение производительности труда это осуществимо за счет более качественной и быстрой диагностики и последующего устранения основной причины возникшей проблемы автотранспортного средства.
- 2. Эффективность новейшие технологии авторемонта принесут пользу не только авторемонтной мастерской, но и клиентам, которые смогут постоянно контролировать процесс ее оказания.
- 3. Информированность поступление новейшей информации о каждом существующем автомобиле обеспечит лучшее послепродажное обслуживание.
- 4. Привлекательность наличие современной технологии ремонта автомобилей поможет авторемонтной мастерской сформировать лучший имидж среди существующих и потенциальных клиентов.
- 5. Информированность новая технология помогает автосервисам оставаться на связи с клиентами. Это включает в себя информирование их о состоянии ремонта их автомобилей, позволяет им лучше общаться в отношении точного представления о состоянии автомобиля. Лучше понимая состояние своего автомобиля, клиенты будут более охотно одобрять предлагаемые автосервисом услуги.

Список использованных источников

- 1. Бурмистров, В.В. Анализ потерь в процессе технического обслуживания и ремонта транспортных средств / В.В. Бурмистров, В.И. Гиссин // Вестник Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). 2023. № 1(81). С. 67-73. EDN ETPALV.
- 2. Платонов, А.А. Легковые автомобили-внедорожники на комбинированном ходу /А.А. Платонов, Н.Н. Киселева // Современные проблемы науки и образования. 2013. №1. С. 182. EDN PWAZFH.
- 3. Платонов, А.А. Унификация названий транспортных средств на комбинированном ходу / А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 224. EDN SBKVMR.
- 4. Драпалюк, М.В. Современные машины и оборудование для лесного хозяйства на комбинированном ходу / М.В. Драпалюк, А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. -2013. -№ 3. С. 12. EDN RPOIJB.
- 5. Платонов, А.А. Сервисное обслуживание техники на комбинированном ходу при текущем содержании железнодорожного пути / А.А. Платонов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С. 196-199. EDN PVMCEP.
- 6. Платонов, А.А. Анализ энергетических характеристик двигателей автомобильной техники на комбинированном ходу / А.А. Платонов, А.Ю. Коверина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. − 2013. − № 5. − С. 212-215. − EDN RAQODT.
- 7. Платонов, А.А. Особенности эксплуатации специального самоходного подвижного состава на комбинированном ходу / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. -2013. -№ 1. -ℂ. 152-155. EDN QYYCCV.
- $8.\$ Автомобили, напечатанные на 3D принтере // ABTO INFO [сайт] [2023]. URL: https://24gadget.ru/1161053480-urbee-2-avtomobil-iz-3d-printera-video.html (дата обращения 12.10.2023).
- 9. Доровских, Д.В. Оценка расхода ресурсов на техническое обслуживание и ремонт клиентских транспортных средств / Д.В. Доровских, Ю.Е. Глазков // Наука в центральной России. -2021. № 4(52). С. 81-89. EDN ZNTMKH.
- 10. Феоктистов, О.Г. Анализ систем формирования цены на работы по ремонту транспортных средств / О.Г. Феоктистов, В.А. Финоченко, Т.И. Поликарпова // Экономика и предпринимательство. -2017. -№ 8-2(85). C. 641-648. EDN ZHBQGJ.

УДК 629.7.036

ТРАДИЦИОННЫЕ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Богданова Л.Н., Липчик Д.Э.

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Аннотация. Применение новых материалов в конструкциях современных транспортных средств является одним из направлений их совершенствования. В статье рассматривается история возникновения и развития материаловедения в области строительства транспортных средств, перемещающихся по воздуху.

Ключевые слова: транспортное средство, авиация, материал, применение, история, развитие, перспективы.

Abstract. The use of new materials in the designs of modern vehicles is one of the directions for their improvement. The article discusses the history of the emergence and development of materials science in the field of construction of vehicles moving through the air.

Keywords: vehicle, aviation, material, application, history, development, prospects.

Одним из направлений совершенствования современных наземных (автомобильных и железнодорожных) и воздушных транспортных средств является применение новых материалов в их конструкциях [1]. Так, для автомобильного транспорта уже достаточно давно традиционным является применение алюминиевого сплава для изготовления блока цилиндров двигателя [2; 3]. Уже не первое десятилетие ширится применение пластических масс в конструкциях автомобилей: если раньше это были какие-либо мелкие незначительные детали внутри салона автомобиля, то теперь это — широчайшее применение пластика в двигательной установке, во внешнем оформлении и т.д. В сфере железнодорожных перевозок стремятся расширить применение новых материалов для модернизации верхнего строения железнодорожного пути, новых (в том числе — двухэтажных) вагонов [4], локомотивов, специализированных транспортных средств [5-7] и т.д.

Не отстают в данной сфере и авиастроители. В настоящее время для изготовления воздушных судов применяют самые разнообразные материалы, при этом основными задачами, стоящими перед конструкторами, являются обеспечение прочности создаваемого транспортного средства, а также возможно большего облегчения конструкции применением композиционных материалов. Такие подходы к конструированию возникли не на пустом месте, а оказались продиктованы самой историей возникновения и развития материаловедения в области строительства транспортных средств, перемещающихся по воздуху.

Древесина и ткань, связанные вместе шпагатом, возможно, подходили для первого в мире полета на средстве перемещения, оснащенного двигателем и созданного братьями Райт (рис. 1).

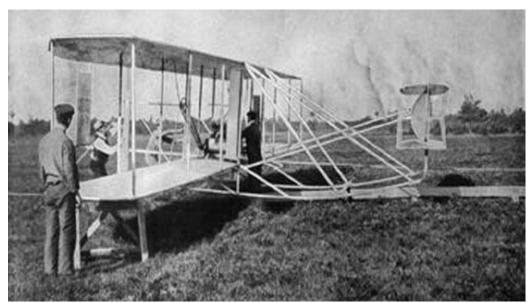


Рис. 1 – Первый самолет братьев Райт

Однако к тому времени, когда в середине XX века был превышен звуковой барьер на испытательном самолете с ракетным двигателем, инженерам пришлось преодолевать проблемы достижения чрезвычайной прочности и термостойкости с помощью использования все более сложных материалов.

Современному пассажиру, удобно сидящему в скоростном и удобном лайнере, кажется невероятным, что на заре XX века братья Райт совершили первый в мире устойчивый и управляемый полет на объекте тяжелее воздуха, используя только:

- ель и ясень для фюзеляжа, раскосов, стяжек и других элементов, в том числе колес;
- вощеный шпагат для скрепления рамы;
- сталь в виде стержней и листов для обвязки и управляющих тросов;
- хлопковую ткань для покрытия крыльев.

Вышеуказанные материалы должны были проходить то, что позже назвали «контроль качества». Еще в 1903 году контроль качества считался первостепенным и призванным гарантировать, что применяемые материалы не сломаются под нагрузкой. Ель, например, должна была быть прямоволокнистой, без сучков, с числом кольцевых колец не менее 14 на дюйм (английская мера длины). Несмотря на это, деревянные и тканевые конструкции быстро разрушались под воздействием атмосферы и возникающих нагрузок, и их нормальное состояние было трудно поддерживать.

К 1912 году производители строили самолеты с ламинированными деревянными фюзеляжами, используя монококовую конструкцию. Это означало, что нагрузки воспринимались через внешнюю обшивку фюзеляжа, делая несущими внутренние рамы попросту ненужными. Этот тип конструкции использовался уже на истребителях Альбатрос времен Первой мировой войны и с успехом применялся и впоследствии (рис. 2).

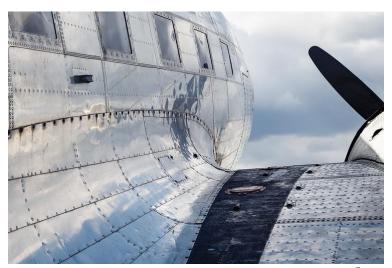


Рис. 2 – Конструкция с восприятием нагрузок через внешнюю обшивку фюзеляжа

С развитием авиастроения инженеры стремились преодолеть проблемы с прочностью и сопротивлением ветру, которые (как известно) увеличиваются по мере увеличения скорости, по причине чего начали использоваться в самолетах металлические детали. Этому способствовало развитие и появление более мощных двигателей. Самое известное раннее использование металлических самолетов было также во время Первой мировой войны, когда «Фоккеры» (на которых летал широко известный в то время летчик «Красный барон») использовали фюзеляжи из сварных стальных труб. Юнкерсы с алюминиевым покрытием известны как первые в мире цельнометаллические истребители.

Цельнометаллическое самолетостроение становилось все более популярным с 1919 по 1934 годы, при этом наиболее распространенными были конструкции с применением алюминия или алюминиевых сплавов с тканевым покрытием поверхностей, а также цельнометаллические монококовые конструкции. В частности, фордовский 4-AT Air Transport («Tin Goose») стал известен как первый металлический авиалайнер.

Прочность и долговечность металла в конечном итоге позволили производителям разработать самолеты, которые было легче обрабатывать, собирать и ремонтировать, а также легче, чем деревянные конструкции предыдущего поколения. Цельнометаллические

самолеты не были неуязвимы для непогоды, хотя инженеры работали над преодолением таких опасностей, как коррозия и усталость металла.

К концу 1940-х годов британские и американские исследования в области высокоскоростной авиации создали экспериментальные самолеты, такие как Bell X-1, способные совершать сверхзвуковые полеты. Экстремальная скорость требует чрезвычайной прочности и термической стойкости, что привело к разработке алюминиевых сплавов и использованию экзотических материалов, которые могли бы смягчить последствия аэродинамического нагрева. Производители строили самолеты с:

- усовершенствованными углеродными композитами;
- карбидокремниевыми керамическими покрытиями;
- титан-алюминиевыми сплавами;
- титановыми сплавами, армированными керамическим волокном.

Попытки применения титана (несмотря на его дороговизну) объясняется приемлемым соотношением прочности и веса, а также устойчивостью к нагреву и коррозии.

С 1940-х годов основное внимание уделялось созданию более мощных, безопасных и экономичных (и, следовательно, более легких) самолетов. Композитные материалы предоставили инженерам экономически эффективный способ добиться этого [8].

Фраза «целое больше, чем сумма его частей» очень применима к композитным материалам. «Композитный» означает, что два материала, используемые в сочетании, обеспечивают преимущества (например, прочность или меньший вес), которые они не обеспечивают по отдельности. Самолеты из композитных материалов существуют с конца 1930-х годов, наиболее известным примером которых является летающая лодка Хьюза (рис. 3), изготовленная из березовой фанеры Duramold (береза, пропитанная фенольной смолой и ламинированная при температуре 280 ° F). Duramold легкий и на 80% прочнее алюминия.



Рис. 3 – Летающая лодка Hughes H-4 Hercules, изготовленная из березовой фанеры

Стекловолокно (армированный стекловолокном пластик) впервые было использовано в самолетах ориентировочно в 1939 году, но широко не применялось до 1960-х годов. В матрицах смол, армированных волокном, используются такие смолы, как полиэфир, виниловый эфир и эпоксидная смола, армированные такими волокнами, как стекло, углерод или бор.

Чтобы добавить дополнительную прочность, создается эффект «сэндвича» (рис. 4), когда инженеры используют основной материал между слоями композитных материалов [9]. Сердечники обычно изготавливаются из пенопласта, дерева или многоклеточных сот из ткани, бумаги, пластика или металла.

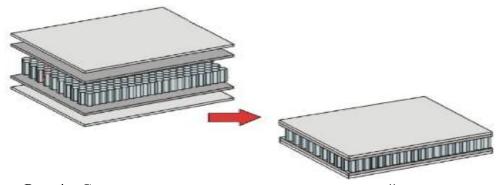


Рис. 4 — Слои структуры легкого композита и сотовый сердечник, используемый в самолетах

К преимуществам композитных материалов относятся более низкая стоимость материалов, меньший вес и более высокая прочность, малая обнаруживаемость радарами, возможность создания обтекаемых форм, которые были невозможны с использованием дерева или металла.

В будущем самолеты будут содержать все более высокий процент композитных материалов. При этом к футуристическим материалам относятся металломатричные нанокомпозиты, известные своей высокой прочностью на разрыв и электропроводностью (устойчивостью к ударам молнии). Варианты этого материала на основе полимеров и керамики используются в полимерных крыльях, армированных углеродным волокном, для защиты от электромагнитных помех.

Возможно, главным преимуществом композитных материалов является то, что они создали совершенно новые методы конструирования воздушных судов, особенно при использовании в сочетании с компьютерным проектированием. Композитные материалы попрежнему будут ключом к тому, чтобы сделать самолеты легче, прочнее и дешевле в производстве, одновременно сокращая расход топлива и выбросы СО2.

Список использованных источников

- 1. Сафиуллин, Р.Н. Управление техническими системами транспортных средств / Р.Н. Сафиуллин, Р.Р. Сафиуллин. Москва: Директ-Медиа, 2023. 348 с. EDN WYOFRT.
- 2. Жиров, Н.О. Перспективы разработок инновационных материалов в блоке цилиндров двигателя внутреннего сгорания / Н.О. Жиров, М.С. Королев, Д.Н. Пенской //Современные автомобильные материалы и технологии (САМИТ-2015): сборник статей VII Международной научно-технической конференции, Курск, 27 ноября 2015 года / Е.В. Агеев (отв. редактор). Курск: Университетская книга, 2015. С. 48-51. EDN UVOXKL.
- 3. Платонов, А.А. Анализ энергетических характеристик двигателей автомобильной техники на комбинированном ходу / А.А. Платонов, А.Ю. Коверина // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. − 2013. − № 5. − С. 212-215. − EDN RAQODT.
- 4. Ившин, Д.И. Развитие инновационного вагоностроения. Новые материалы для железнодорожных вагонов / Д.И. Ившин, Д.В. Тушков // Инновационные научные исследования. -2021. -№ 2-2(4). C. 20-23. EDN XXMKZQ.
- 5. Платонов, А.А. Легковые автомобили-внедорожники на комбинированном ходу /А.А. Платонов, Н.Н. Киселева // Современные проблемы науки и образования. 2013. №1. С. 182. EDN PWAZFH.
- 6. Платонов, А.А. К вопросу обеспечения транспортной доступности отдаленных населенных пунктов дорожно-рельсовыми автобусами / А.А. Платонов // История и перспективы развития транспорта на севере России. 2017. № 1. С. 45-49. EDN YSTAPN.

- 7. Платонов, А.А. Социальная значимость организации пассажирских перевозок дорожно-рельсовыми транспортными средствами / А.А. Платонов // Ученые заметки ТОГУ. 2015.-T.6, № 1.-C.109-113.-EDN TMPTSL.
- 8. Керамические материалы для авиации и космоса / Д.В. Харитонов, М.С. Тычинская, А.А. Анашкина [и др.]. Москва: Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, 2022. 120 с. EDN DTNZPE.
- 9. Konieczny J. Materials used in the combat aviation construction / J. Konieczny, K. Labisz // Transport Problems. 2021. Vol. 16. pp. 5-18. doi: 10.21307/tp-2021-019.

УДК 622.625.6

ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ШАХТНЫХ ЛОКОМОТИВОВ

Бондарь Е.А.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет императрицы Екатерины II», г. Санкт-Петербург

Аннотация. В данной статье рассматриваются основы моделирования несущих конструкций шахтных локомотивов, предназначенных для перевозки грузов и пассажиров в условиях подземных горных выработок. Обсуждается важность корректного моделирования для обеспечения безопасности, эффективности и надежности локомотивов. Представлены методы анализа и оценки прочности, жесткости и устойчивости несущих конструкций шахтных локомотивов, а также методы оптимизации моделей с целью снижения веса и повышения эффективности. В целом, данная статья представляет собой обзор основных аспектов моделирования несущих конструкций шахтных локомотивов и подчеркивает важность правильного подхода к решению этой задачи для обеспечения безопасности и эффективности работы горных предприятий.

Ключевые слова: монорельсовый локомотив, несущая конструкция, твердотельный элемент, моделирование, модальный анализ.

Abstract. This article discusses the basics of modeling the load-bearing structures of mine locomotives intended for transporting goods and passengers in underground mine workings. The importance of correct modeling to ensure the safety, efficiency and reliability of locomotives is discussed. Methods for analyzing and assessing the strength, stiffness and stability of load-bearing structures of mine locomotives are presented, as well as methods for optimizing models in order to reduce weight and increase efficiency. Overall, this article provides an overview of the main aspects of modeling the load-bearing structures of mine locomotives and highlights the importance of the correct approach to solving this problem to ensure the safety and efficiency of mining operations.

Keywords: monorail locomotive, supporting structure, solid element, modeling, modal analysis.

Вопросам моделирования несущих конструкций локомотивов посвящено значительное количество публикаций. Особый интерес вызывают работы, в которых рассматриваются вопросы оценки остаточного ресурса несущих конструкций локомотивов [1; 2]. В работе [3] обобщена совокупность факторов, влияющих на долговечность цилиндровых крышек тепловозного дизеля, выделены их основные группы и подгруппы. Данную классификацию факторов также можно применить и к несущим конструкциям локомотивов. Авторами [4] выполнен анализ долговечности несущих сварных конструкций локомотивов, однако данные результаты не нашли отражения в специальной технике горных предприятий. В статье [5] разработана математическая модель, позволяющая выполнить теоретическую оценку эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге, однако она не учитывает прочностные параметры шахтных локомотивов. В работах [6-8] выполнен анализ параметров аккумуляторных батарей шахтных монорельсовых локомотивов, который свидетельствует о необходимости учета типа электрохимической системы, применяемой на шахтном подвесном монорельсовом локомотиве. Однако следует отметить, что учет типа аккумулятора целесообразно также использовать при моделировании несущих конструкций шахтных локомотивов, так как аккумуляторная батарея является наиболее тяжелым элементом.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что анализ основ моделирования несущих конструкций шахтных локомотивов является актуальной научнотехнической задачей.

Важную составляющую задач комплекса научно-технических работ по обеспечению надежной эксплуатации рудничного тягового подвижного состава составляет определение остаточного ресурса несущих конструкций. Научно-исследовательские работы по прогнозированию остаточного ресурса несущих конструкций шахтных локомотивов предлагается выполнять по требованиям, сформулированным с учетом рекомендаций существующей нормативной базы с учетом передового опыта в этой сфере, приобретенного в различных отраслях эксплуатации как напочвенного, так и монорельсового тягового подвижного состава.

Теоретические исследования по определению остаточного ресурса несущих конструкций экипажных частей локомотивов и моторвагонного подвижного состава базируются на использовании современных методов и средств оценки динамики и прочности технических систем. В настоящее время широкое распространение получили имитационные компьютерные модели, позволяющие досконально исследовать несущие конструкции транспортных средств [9].

На этапе расчетного моделирования несущих конструкций необходимы данные по геометрии модели и свойствам материалов: модуль упругости, коэффициент Пуансона и плотность. Для построения 3D-моделей используются номинальные размеры узлов и элементов сборки с учетом геометрии сварных швов. При моделировании могут использоваться оболочечные элементы или твердотельные элементы [10].

Рекомендуется моделировать раму локомотива, каркас кузова или вагонетки твердотельными элементами, обшивку кабины или вагонетки для перевозки людей – оболочковыми элементами. Моделирование сварных швов твердотельных элементов следует производить с помощью фасок под углом наклона 45°. В оболочечных моделях сварные швы не моделируются.

На первых этапах расчета конструкции, который выполняется по простым расчетным схемам, принимаются допущения по упрощению 3D-модели, если это необходимо. Для упрощения расчета рекомендовано для рамы кузова и каркаса сварные швы моделировать только в тех зонах, где ожидаются наибольшие напряжения.

При этом предпочтение необходимо отдавать твердотельным элементам, так как эти модели позволяют экстраполировать напряжение по толщине пластины непосредственно к границам сварного шва.

При построении расчетной схемы необходимо определить реальные константы, которыми обладают несущие конструкции шахтных локомотивов. Например, рама вагонетки или тележки монорельсового локомотива принимается как упругое тело, а вспомогательные конструкции абсолютно жесткими телами. Упругие элементы связывающие упругое тело со вспомогательными жесткими элементами являются реальными константами.

Расчетная схема должна учитывать все связи, ограничивающие подвижность несущих конструкций. Для моделирования связей используются дополнительные элементы, которые представляются геометрическими примитивными. Как правило, эти вспомогательные элементы моделируются абсолютно жесткими телами [11].

Дополнительные элементы и несущие конструкции связаны между собой упругими элементами с жесткостными характеристиками. Дополнительными элементами для шахтных локомотивов могут быть подвески, ролики, сцепные тяги, оси и т.д.

Массы тел, опирающиеся на элементы несущей конструкции, моделируются удаленными массами с инерционными характеристиками. Удаленная масса опирается на выбранные поверхности абсолютно жестко. В случае упора удаленной массы на несущую конструкцию через упругие элементы необходимо предусмотреть промежуточное дополнительное тело.

Рассмотрим основные принципы моделирования несущей конструкции вагонетки шахтного монорельсового локомотива.

Рама кузова подвешивается на элементы, представленные геометрически примитивными, имитирующими тележку. Элемент тележки, связанный с кузовом суммарной жесткостью, фиксируется по всем степеням свободы. Сцепные тяги между тележками принимаются абсолютно жесткими телами, которые связаны с упорами на раме упругими или полужесткими элементами.

Так как метод конечных элементов на сегодняшний день является наиболее перспективным при оценке прочности несущих конструкций, рассмотрим порядок построения конечно-элементной модели.

Построение конечно-элементной модели несущих конструкций производится в несколько этапов:

- на первом этапе разработки конечно-элементная модель доводится до сходимости результатов с применением правила Рунге [12];
- на втором этапе проводится уплотнение сетки для применения экстраполяции в точку сингулярности конечно-элементной модели.

Доверительный интервал расчетных значений напряжений должен составлять не менее 95%. Сходимость результатов проверяют, используя правило Рунге, по формуле:

$$\frac{1}{\rho^2 - 1} (\sigma_{h2} - \sigma_{h1}) < 0.05 \cdot \sigma_{h2},$$

где ρ – соотношение размеров сетки;

 σ_{h2} — результаты расчетов с размерами сетки h_2 ;

 σ_{h1} – результаты расчетов с размерами сетки h_1 .

Динамическая модель шахтного локомотива должна быть адекватной и учитывать все параметры реального объекта, которые могут влиять на динамические характеристики. Соответственно необходимо разработать 3D нелинейную модель шахтного локомотива, учитывая следующие параметры:

- массы, инерционные характеристики и распределение нагрузки;
- жесткости подвешивания, сцепные тяги, гасители колебаний, узлы трения и т.д.;
- частоты собственных колебаний локомотива;
- характеристики взаимодействия колес с рельсами или тележек с монорельсами.

Для отработки модели должны быть использованы результаты контрольных испытаний.

С помощью моделирования можно получить следующие данные:

- значение оцениваемых величин, выраженных в абсолютных величинах и в процентах от предельных значений;
- значение показателей безопасности движения полученных по рассчитанным величинам, включая превышающие предельные значения, с определением возможных причин:
- примеры типичных осциллограмм для каждой измеряемой или смоделированной величины.

Динамическая реакция несущей конструкции обусловлена частотами и формами собственных колебаний. Поэтому процедура динамического анализа определения характеристик напряженно-деформированного состояния конструкции предполагает выполнение модального анализа [13]. В модальном анализе для каждой собственной формы колебаний можно сравнить процентную долю массы конструкции, колеблющейся по каждой из форм. Такие сведения необходимы для исследований на отсутствие резонансных колебаний при эксплуатации шахтных подвесных монорельсовых локомотивов. Кроме этого модальный анализ выполняется для:

- настройки разработанной расчетной схемы;
- определения весовой доли каждой моды;
- определения количества мод, необходимых для динамического анализа;
- верификации расчетной модели.

Результаты модального анализа необходимы для исследований на отсутствие резонансных колебаний элементов ходовых частей шахтных локомотивов и работе его вспомогательного оборудования.

При построении расчетной схемы предполагается, что инерцией, упругостью и другими свойствами обладают все элементы системы. Расчетная схема считается отработанной, если собственная частота колебаний тележки монорельсового локомотива определена аналитически и расчетная частота совпадают с погрешностью не более 5%.

Результаты определения собственных частот и форм колебаний являются основой динамического анализа несущих конструкций шахтного специального транспорта. Количество мод, необходимых для динамического анализа, определяется таким образом, чтобы весовые доли колебаний по главным направлениям составляли не менее 80%.

Для верификации расчетной схемы сопоставляются расчетные частоты с частотами, имеющими значительную интенсивность по полученным амплитудным спектрам деформации из тензодатчиков, размещенных на несущих конструкциях в контрольных точках при экспериментах. Если по результатам верификации разница между частотами более 5%, то расчетную модель уточняют.

Экспериментальное определение характеристик напряженно-деформированного состояния определенных элементов несущих конструкций шахтных локомотивов и установление соответствия показателей безопасности движения нормативным требованиям, получение данных по статической и динамической нагруженности несущих конструкций производится во время контрольных испытаний.

В данной статье были рассмотрены основы моделирования несущих конструкций шахтных локомотивов. Были описаны основные принципы моделирования и методы анализа прочности, жесткости и устойчивости конструкций. Было отмечено, что для успешного моделирования необходимо учитывать свойства материалов, условия эксплуатации и требования к безопасности. Для этого используются современные методы анализа, такие как метод конечных элементов, метод конечных разностей и модальный анализ. В целом, правильное моделирование несущих конструкций обеспечивает безопасность и эффективность работы шахтных локомотивов и горных предприятий в целом.

Список использованных источников

- 1. Оценка остаточного ресурса несущих конструкций локомотивов промышленного транспорта / А. В. Грищенко, В. В. Грачев, Ф. Ю. Базилевский [и др.] // Бюллетень результатов научных исследований. 2015. № 3-4(16-17). С. 38-46. EDN VKICWB.
- 2. Насыров, Р. К. Оценка остаточного ресурса несущих конструкций локомотивов промышленного транспорта / Р. К. Насыров, Н. С. Зайниддинов // Известия Петербургского университета путей сообщения. -2009. -№ 3(20). C. 115-125. EDN LRHXFL.
- 3. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей /К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. 2016. № 4(28). С. 30-37. EDN VXHXTJ.

- 4. Бамбетова, К. В. Анализ долговечности несущих сварных конструкций локомотивов / К. В. Бамбетова, А. А. Лиев, М. Ш. Аттасауов // Фундаментальные и прикладные научные исследования: актуальные вопросы, достижения и инновации : сборник статей LXIII Международной научно-практической конференции, Пенза, 15 февраля 2023 года. Пенза: Наука и Просвещение (ИП Гуляев Г.Ю.), 2023. С. 47-49. EDN GERCST.
- 5. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко //Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2022. \mathbb{N} 6. С. 72-82. EDN MCCUFZ.
- 6. Рябко, К. А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // Горная механика и машиностроение. -2022.-№ 2.- C. 30-36.- EDN LFUDNM
- 7. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н. В. Водолазская, К. А. Рябко, Е. В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». EDN КНАНЈG
- 8. Гутаревич, В. О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, В. А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. -2020. -№ 56. C. 95-102. EDN МҮНGМТ.
- 9. Кручек, В. А. Оценка остаточного ресурса рам локомотивов и продление их сроков службы / В. А. Кручек, Х. Р. Косимов // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2013. № 1(34). С. 115-122. EDN RASRKR.
- 10. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства: сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14-15 октября 2021 года. Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. С. 172-174. EDN SCZBSR.
- 11. Григорьев, П. С. Определение динамической нагруженности несущего узла маневрового локомотива / П. С. Григорьев // Транспорт Российской Федерации. -2015. -№ 3(58). C. 44-46. EDN UCCVRH.
- 12. Житников, В. П. Применение многократной фильтрации при численном решении задач методами теории функций комплексного переменного / В. П. Житников, Н. М. Шерыхалина // Вычислительные технологии. -2013. Т. 18, № 1. С. 15-23. EDN PWCFCX.
- 13. Операционный модальный анализ для определения собственных частот колебаний / К. Ю. Кравченко, С. С. Кугаевский, М. П. Журавлев, Д. М. Элькинд // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. − 2017. − Т. 19, № 2. − С. 21-35. − EDN YTOHFF.

ИССЛЕДОВАНИЕ РИТМИЧНОСТИ ПОСТУПЛЕНИЯ ГРУЗОВ НА ПРЕДПРИЯТИЕ

Буракова А.В. 1 , Иванкова Л.Н. 2 , Иванков А.Н. 3 1 Филиал РГУПС в г. Воронеж 2 ФГАОУ ВО «Российский университет транспорта» (МИИТ) 3 ООО «ПСК ТехПроект, г. Москва

Аннотация. В статье исследованы различные аспекты взаимодействия транспорта и основного производства (на примере кабельного завода). На основании анализа статистических данных определены параметры взаимодействия и сделан вывод о недостаточной согласованности работы потребителей и поставщиков транспортных услуг.

Ключевые слова: кабельное производство, поступление сырья, колебание интервалов прибытия грузов на предприятие, параметры взаимодействия транспорта и предприятия.

Abstract. The article examines various aspects of the interaction between transport and the main production (using the example of a cable factory). Based on the analysis of statistical data, the parameters of interaction were determined and a conclusion was made about the lack of coordination of the work of consumers and transport service providers.

Keywords: cable production, receipt of raw materials, fluctuation of cargo arrival intervals at the enterprise, parameters of interaction between transport and the enterprise.

переработкой Кабельное производство характеризуется последовательной промышленного сырья и материалов на основе химико-физических, термических и механических технологических процессов для получения различных видов готовой кабельной продукции. Продукция изготавливается в условиях ряда последовательных, однородных, непрерывных и кратких технологических операций, объединенных в два передела. Совокупность технологических операций первого передела завершается выработкой полуфабрикатов — металлической проволоки, которая может быть реализована на сторону. Совокупность технологических операций второго передела завершается выпуском готовой кабельной продукции широкого ассортимента, что достигается различием используемого исходного сырья и длительностью технологического процесса и режима производства на втором переделе. Технологические операции каждого передела являются выделенными центрами затрат и центрами ответственности в каждом цехе.

Кабельное производство является материалоемким и требует обеспечения строгого контроля за величиной потребленных в процессе производства материальных ресурсов, для этого целесообразно применять балансы исходного сырья, расчеты выхода из каждого передела полуфабрикатов или продукции, брака и отходов. Полуфабрикаты, полученные в первом переделе, служат исходным материалом на втором переделе.

Медные силовые провода применяют для передачи электрической энергии от распределительного щита до потребителя в стационарных или передвижных системах. Они востребованы на промышленных объектах, где существует высокая вероятность взрыва или пожара. Медные кабели используются для обустройства бытовых токопроводящих магистралей в жилых, складских, промышленных и общественных строениях.

За 1 смену (8-часовой рабочий день) удается изготовить примерно 20 км кабеля. Для моделирования работы предприятия были исследованы интервалы прибытия и отправления груза и объемы поступления сырья и отправки готовой продукции. Анализ показал, что объем прибывающего груза (катанки медной) колеблется незначительно и составляет в среднем 65,4 т в сутки. Оправляется ежесуточно примерно сопоставимая величина по тоннажу — 65,7 т продукции. Разброс составил 0,1-0,2 %. Поэтому эти величины можно считать постоянными.

Для оценки интервалов поступления груза на предприятие были выполнены 133 наблюдения. Периодичность поступления сырья на предприятие составила 1 вагон в сутки.

Следовательно, выборку можно считать репрезентативной. Последовательность статистического исследования состояла в сборе и накоплении первичных данных, группировке и сводке результатов наблюдений, определении статистических характеристик, построении гистограмм распределений, подборке теоретической кривой и проверки выдвинутой гипотезы по критерию согласия.

Величина интервала группирования определяется по формуле (1):

$$I = \frac{x_{max} - x_{min}}{1 + 3,2 \times lgn} \quad , \tag{1}$$

где x_{max} и x_{min} — наибольшее и наименьшее значения случайной величины; n — число наблюдений.

$$I = \frac{34 - 3}{1 + 3.2 \times lg133} = 11$$
 разрядов

Статистические характеристики следующие:

- математическое ожидание M[m]= 22,29 ч;
- дисперсия D[m]=15,79;
- среднеквадратическое отклонение S[m]=3,97;
- коэффициент вариации v=0,178.

Для проверки гипотезы о законе распределения интервалов прибытия сырья на производство на основе рекомендаций [1] были выполнены расчеты, представленные в таблице.

Таблица – Интервалы поступления сырья на предприятие

		1			1 ' ' 1						
	Границы										
№ разряда	разряда	тср, ваг	mj	p*j	p*j x m _{cp} j	p*j x mj^2	pj	nj	mj-nj	$(mj-nj)^2$	$(mj-nj)^2/nj$
1	< 14	13	3	0,023	0,293	3,812	0,037	4,909	-1,909	3,643	0,742
2	14-16	15	6	0,045	0,677	10,150	0,062	8,199	-2,199	4,835	0,590
3	16-18	17	9	0,068	1,150	19,556	0,091	12,100	-3,100	9,613	0,794
4	18-20	19	14	0,105	2,000	38,000	0,119	15,781	-1,781	3,171	0,201
5	20-22	21	21	0,158	3,316	69,632	0,137	18,186	2,814	7,921	0,436
6	22-24	23	32	0,241	5,534	127,278	0,139	18,518	13,482	181,752	9,815
7	24-26	25	15	0,113	2,820	70,489	0,125	16,663	-1,663	2,766	0,166
8	26-28	27	16	0,120	3,248	87,699	0,100	13,249	2,751	7,567	0,571
9	28-30	29	5	0,038	1,090	31,617	0,070	9,309	-4,309	18,565	1,994
10	30-32	21	9	0,068	1,421	29,842	0,137	18,186	-9,186	84,376	4,640
11	32 >	33	3	0,023	0,744	24,564	0,024	3,170	-0,170	0,029	0,009
		Σmj=	133	M[m]=	22,29	512,64				$\chi^2 =$	15,309
					D[m]=	15,79					
					S[m]=	3,97			R=11-2-1=8	$\chi^2_{(8;0.05)} =$	15,5
					v =	0,178					ļ

По внешнему виду распределения (рис. 1) можно предположить, что эмпирическое распределение не противоречит гипотезе о нормальном распределении случайной величины.

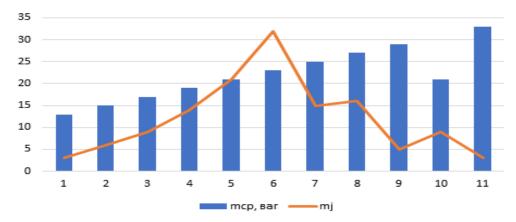


Рис. 1 – Гистограмма распределения интервалов поступления сырья на предприятие

Число степеней свободы определим по формуле (2):

$$r = R - S, (2)$$

где R – число разрядов, на которое разбито число наблюдений;

S — число наложенных связей.

$$r = 11 - 2 - 1 = 8$$
.

Проверяя согласованность теоретического и статистического распределений, воспользуемся критерием χ^2 .

Вероятность $P(\chi^2)$ =0,591, поэтому нельзя отвергать гипотезу о нормальном законе распределения случайной величины.

На рис. 2 представлены статистическая и теоретическая кривые колебаний интервалов прибытия груза на производство.

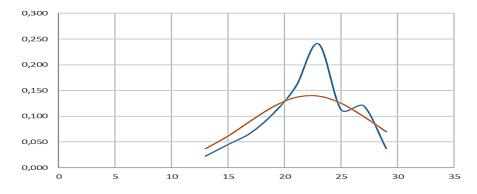


Рис. 2 — Статистическая и теоретическая кривые колебаний интервалов прибытия груза на производство

Конечно, говорить о полностью случайном процессе поступления грузов нельзя, так как существуют договора о поставках, план формирования, график движения поездов. Безусловно, рассматриваемая система испытывает управляющие воздействия (регулируется человеком — оператором). Однако возмущающие воздействия в виде внутрисуточной и внутримесячной неравномерности позволяют использовать при моделировании интервалов поступления и отправления случайную величину, распределенную по нормальному закону.

Согласование основных параметров и интервалов поступления сырья на производство является важным аспектом взаимодействия транспорта и предприятия. Наилучшим вариантом было бы равномерное поступление сырья. В этом случае, затраты на хранение груза были бы минимальны. Однако, учитывая различные виды неравномерности в поставках сырья и материалов, предприятию приходится иметь оперативный запас, чтобы избежать остановки основного производства. Качественная сторона взаимодействия состоит из следующих показателей [2]:

- равномерность в технологии работы;
- ритмичность производственного процесса;
- непрерывность;
- поточность переработки вагонов.

Равномерность работы основного производства означает, что продукция производится в строгом соответствии с технологическими нормами времени в одном и том же количестве.

Равномерность поступления вагонов с грузом предусматривает прибытие их на станцию равномерно примерно через одинаковые промежутки времени. Как показал анализ, при незначительном разбросе количества поступающего тоннажа, имеют место колебания интервалов прибытия, что накладывает свой отпечаток на работу предприятия [3]. Показатель равномерности поступления требований в систему обслуживания определяется по формуле (3):

$$K_{\rm HII} = \frac{(I_{\rm cp} - I_{min})}{I_{\rm cp}},\tag{3}$$

где I_{cp} – среднее значение интервала поступления требований в систему;

 I_{min} - минимальное значение интервалов поступления требований в систему.

В соответствии с ранее выполненными расчетами (таблица 1) показатель равномерности поступления требований в систему обслуживания составил:

$$K_{\rm HII} = \frac{(22,29-14)}{22,29} = 0.37$$

Ритмичность обеспечивает стабильность работы основного производства, выражает степень согласованности технологических процессов между отдельными фазами и во взаимодействии с транспортом.

Количественно степень ритмичности в работе системы можно характеризовать относительной долей «пар» интервалов прибытия и обслуживания, для которых соблюдается условие (4):

$$I \ge t_{\text{обсл}}$$
, (4)

где I — интервал поступления требований в систему;

 $t_{oбcn}$ – интервалы обработки требования.

Степень ритмичности по прибытии определяется по формуле (5):

$$K_{\rm p} = \frac{n_{\rm p}}{(n_{\rm p} + n_{\rm H})} \quad , \tag{5}$$

где $n_{\rm p}$ - число «пар», для которых условие (4) выполняется;

 $n_{\rm H}$ - число «пар», для которых условие (4) не выполняется.

$$K_{\rm p} = \frac{48}{(48+85)} = 0.36.$$

В рассматриваемом случае (согласно таблице, приведенной выше) условие $I \ge t_{\text{обсл}}$ соблюдается только в 36% случаев, поэтому нельзя утверждать, что система транспорт —

производство работает ритмично. Неизбежно возникают межоперационные простои, и полная непрерывность технологического процесса исключена.

Можно сделать следующие основные выводы:

1. Выполнена обработка статистических данных интервалов и объемов поставок сырья на предприятие. Анализ показал, что объемы поставок сырья имеют незначительный разброс и могут считаться постоянными.

Интервалы поступления сырья на предприятие имеют следующие статистические характеристики: математическое ожидание -22,29 ч; дисперсия -15,79; среднеквадратическое отклонение -3,97; коэффициент вариации -0,178. Была выдвинута гипотеза о нормальном законе распределения. Проверка согласованности теоретического и статистического распределения по критерию χ^2 подтвердила, что нельзя исключать нормальное распределение случайной величины.

2. Была выполнена проверка согласованности ритмов поставок сырья на предприятие и основного производства. Коэффициент равномерности по прибытию сырья составил 0,37. Коэффициент ритмичности по прибытию составил 0,36.

Низкие значения указанных коэффициентов свидетельствуют о недостаточной согласованности работы транспорта и производства и отсутствии ритмичности в поставках сырья.

Список использованных источников

- 1. Акулиничев, В.М. Математические методы в эксплуатации железных дорог: учебное пособие для вузов ж.д. трансп. / В.М. Акулиничев, В.А. Кудрявцев, А.Н. Корешков. Москва: Транспорт, 1981. 223 с.
- 2. Акулиничев, В.М. Организация перевозок на промышленном транспорте: учебник / В.М. Акулиничев. Москва: Высшая школа, 1983. 247 с.
- 3. Иванкова, Л. Н. Основные факторы, влияющие на ритмичность работы грузовых специализированных станций / Л. Н. Иванкова // Современные проблемы совершенствования работы железнодорожного транспорта : Межвузовский сборник научных трудов. Москва : Российский университет транспорта, 2020. С. 10-17. EDN LPXRBK.

УДК 534.1

ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ РЕШЕНИЯ ПЛОСКОЙ ДИНАМИЧЕСКОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Власова Е.В. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Предлагаемый в работе подход к решению плоской динамической задачи теории упругости является реализацией применительно к системе уравнений Ламе метода Бубнова-Галеркина с использованием для аппроксимации компонент перемещений специально подобранного набора базисных функций. Применение стандартной процедуры Бубнова-Галеркина сводит рассматриваемую задачу на собственные значения к задаче нахождения собственных чисел основной матрицы системы линейных алгебраических уравнений относительно коэффициентов разложения, которая благодаря выбору базисных функций имеет вид, близкий к диагональному.

Ключевые слова: плоская задача теории упругости, система уравнений Ламе, метод Бубнова-Галеркина.

Abstract. The approach for solving the plane dynamic problem of elasticity theory proposed in this paper is the implementation of the Bubnov-Galerkin method in relation to the system of Lame equations, to approximate the displacement components a specially selected set of basic functions is used. The application of the standard Bubnov-Galerkin procedure reduces the

eigenvalue problem under consideration to the problem of finding the eigenvalues of the main matrix of a system of linear algebraic equations with respect to the expansion coefficients, which, due to the choice of basic functions, has a form close to diagonal.

Keywords: plane problem of elasticity theory, system of Lame equations, Bubnov-Galerkin method.

Проектирование современных машин и механизмов связано с всесторонними исследованиями прочности и жесткости конструкций, которые находятся под воздействием статических и динамических нагрузок, что приводит к возникновению сложного напряженно-деформированного состояния и колебательных процессов в элементах конструкций. Одним из основных параметров, характеризующих колебания, является частота собственных колебаний. Это обстоятельство делает актуальной задачу получения простых приближенных аналитических выражений для собственных частот различных элементов конструкций.

Предлагаемый подход проиллюстрируем на примере решения плоской динамической задачи для квадратной пластинки со стороной a и жестко заделанными краями — типичного конструктивного элемента многих машин и механизмов. Отметим, что ранее данный подход был использован для решения задачи об изгибе и собственных колебаниях прямоугольной пластинки при различных случаях закрепления сторон, находящейся под действием поперечных сосредоточенных сил [1-3].

Разрешающие уравнения рассматриваемой задачи в перемещениях при отсутствии внешней нагрузки имеют вид

$$\begin{cases} (\lambda + 2G) \frac{\partial^{2} U}{\partial x^{2}} + G \frac{\partial^{2} U}{\partial y^{2}} + (\lambda + G) \frac{\partial^{2} V}{\partial x \partial y} = \rho \frac{\partial^{2} U}{\partial t^{2}}; \\ (\lambda + G) \frac{\partial^{2} U}{\partial x \partial y} + (\lambda + 2G) \frac{\partial^{2} V}{\partial y^{2}} + G \frac{\partial^{2} V}{\partial x^{2}} = \rho \frac{\partial^{2} V}{\partial t^{2}}. \end{cases}$$
(1)

где U , V — компоненты перемещений точек, параллельные осям координат; $\lambda = \frac{2\mu G}{1-2\mu}$ —

постоянная Ламе; $G = \frac{E}{2(1+\mu)}$; E- модуль упругости при растяжении; $\mu-$ коэффициент

Пуассона; ρ – плотность вещества [4].

Решениями этой системы, соответствующими гармоническим колебаниям с частотой ω , являются следующие функции:

$$U(x, y, t) = u(x, y)\cos\omega t; V(x, y, t) = v(x, y)\cos\omega t.$$
 (2)

После подстановки (2) в (1) и сокращения на временной множитель $\cos \omega t$, имеем систему

$$\begin{cases}
(\lambda + 2G)\frac{\partial^{2} u}{\partial x^{2}} + G\frac{\partial^{2} u}{\partial y^{2}} + (\lambda + G)\frac{\partial^{2} v}{\partial x \partial y} = \tilde{\lambda}u; \\
(\lambda + G)\frac{\partial^{2} u}{\partial x \partial y} + (\lambda + 2G)\frac{\partial^{2} v}{\partial y^{2}} + G\frac{\partial^{2} v}{\partial x^{2}} = \tilde{\lambda}v,
\end{cases}$$
(3)

Здесь $\tilde{\lambda} = -\rho \omega^2$.

Таким образом, рассматриваемая задача сводится к нахождению собственных значений $\tilde{\lambda}$ системы дифференциальных уравнений (3).

Будем искать решение системы в виде:

$$\begin{cases}
u(x,y) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} A_{mn} U_m(x) V_n(y); \\
v(x,y) = \sum_{m=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} B_{mn} U_m(x) V_n(y),
\end{cases} \tag{4}$$

где A_{mn}, B_{mn} - коэффициенты, подлежащие определению.

Предлагаемое решение задачи представляет собой разложение по некоторым базисным функциям $U_m(x), V_n(y)$, поэтому данные функции необходимо подобрать таким образом, чтобы они образовывали полные системы и удовлетворяли краевым условиям.

В качестве базисных функций $U_m(x)$ и $V_n(y)$ будем использовать собственные функции вида

$$U_m(x) = \sin \frac{\pi mx}{a}, V_n(y) = \sin \frac{\pi ny}{a}.$$

Видно, что при таком выборе базисных функций каждое слагаемое разложений (4) удовлетворяет всем краевым условиям задачи.

Для определения неизвестных коэффициентов A_{mn} и B_{mn} используем идею метода Бубнова-Галеркина. Следуя стандартной процедуре, подставим разложения (4) в систему (3). После умножения левой и правой части каждого уравнения системы скалярно на $U_i(x)\cdot V_j(y)$ ($i=1..\infty$, $j=1..\infty$), получаем следующую систему разрешающих уравнений задачи

$$Ac = \tilde{\lambda}c, \qquad (5)$$

где c – вектор коэффициентов разложений.

Отметим, что матрица A имеет блочную структуру

$$A = \begin{pmatrix} I^{(1,1)} & I^{(1,2)} \\ I^{(2,1)} & I^{(2,2)} \end{pmatrix},$$

где $I^{(1,1)}$, $I^{(1,2)}$, $I^{(2,1)}$, $I^{(2,2)}$ — квадратные матрицы, элементы l-ой строки и k-го столбца которых имеют вид

$$\begin{split} I_{lk}^{(1,1)} = & \left(\lambda + 2G\right) \int\limits_{0}^{a} U_{m}'' U_{i} dx \cdot g_{nj} + G f_{mi} \int\limits_{0}^{a} V_{n}'' V_{j} dy \,, \\ I_{lk}^{(1,2)} = & \left(\lambda + G\right) \int\limits_{0}^{a} U_{m}' U_{i} dx \int\limits_{0}^{a} V_{n}' V_{j} dy \,, \\ I_{lk}^{(2,1)} = & \left(\lambda + G\right) \int\limits_{0}^{a} U_{m}' U_{i} dx \int\limits_{0}^{a} V_{n}' V_{j} dy \,, \\ I_{lk}^{(2,2)} = & \left(\lambda + 2G\right) f_{mi} \int\limits_{0}^{a} V_{n}'' V_{j} dy + G \int\limits_{0}^{a} U_{m}'' U_{i} dx \cdot g_{nj} \,. \end{split}$$

Злесь

$$\begin{split} f_{mi} &= \int\limits_0^a U_m U_i dx = \begin{cases} a/2 \text{, если } m = i; \\ 0, & \text{ если } m \neq i, \end{cases} \\ g_{nj} &= \int\limits_0^a V_n V_j dy = \begin{cases} a/2 \text{, если } n = j; \\ 0, & \text{ если } n \neq j, \end{cases} \\ l &= N^2 \left(i-1\right) + j \text{, } k = N^2 \left(m-1\right) + n \text{.} \end{split}$$

Уравнение (5) эквивалентно уравнению

$$(A - \tilde{\lambda}E)c = 0,$$

где E — единичная матрица. Таким образом, получаем следующее уравнение для нахождения собственных значений $\tilde{\lambda}$ рассматриваемой задачи

$$\det\left(A - \tilde{\lambda}E\right) = 0. \tag{6}$$

Видно, что корни уравнения (6) являются собственными числами матрицы A. Нетрудно показать, что, в нашем случае, выбор базисных функций обеспечивает равенство нулю всех недиагональных элементов блоков $I^{(1,1)}$ и $I^{(2,2)}$, а также диагональных элементов в блоках $I^{(1,2)}$ и $I^{(2,1)}$. Так как для диагональных матриц собственные числа совпадают с диагональными элементами, то получаем следующее приближенное выражение для нахождения собственных чисел:

$$\tilde{\lambda}_{mn} = (\lambda + 2G) \int_{0}^{a} U_{m}'' U_{m} dx + G \int_{0}^{a} V_{n}'' V_{n} dy.$$

Отметим, что, принимая во внимание вид базисных функций, данную формулу можно переписать в виде

$$\tilde{\lambda}_{mn} = -\pi^2 4^{-1} \left(\left(\lambda + 2G \right) m^2 + Gn^2 \right).$$

В заключение приведем приближенное выражение для нахождения собственных частот

$$\omega_{mn} = \sqrt{\rho^{-1} \pi^2 4^{-1} \left(\left(\lambda + 2G \right) m^2 + G n^2 \right)} \,. \tag{7}$$

Исследуем погрешность расчетной формулы (7). Обозначим

$$\delta_i = \frac{\left|\omega_i^{\text{B-}\Gamma} - \omega_i^{\text{прибл.}}\right|}{\left|\omega_i^{\text{B-}\Gamma}\right|} \cdot 100\%,$$

где $\omega_i^{\text{Б-Г}}$ — собственные частоты, полученные по методу Бубнова-Галеркина; $\omega_i^{\text{прибл.}}$ — собственные частоты, полученные по формуле (7). Предполагается, что собственные частоты упорядочены по возрастанию.

В таблице приведены результаты численного исследования погрешности расчетной формулы (7) для случая расчета квадратной пластинки со стороной $a=1\,\mathrm{m}$, изготовленной из стали.

Таблица – Относительные погрешности при нахождении собственных частот δ_i , %

	$\omega_{_{1}}$	ω_2	ω_3
$\delta_i, \%$	2.19	4.15	3.44

Видно, что для собственных частот, получаемых с помощью предлагаемого подхода, характерна приемлемая для инженерных расчетов точность и вид, удобный для дальнейшего использования при решении многих проблем на стадии проектирования и расчета конструкций.

Список использованных источников

- 1. Алейников, И. А. Метод расчета прямоугольных пластин при изгибе сосредоточенными силами / И. А. Алейников, Е. В. Власова; Рос. гос. откр. техн. ун-т. путей сообщ. Москва, 2003. Деп. в ВИНИТИ 11.02.2003, № 276-В2003.
- 2. Алейников, И. А. Метод определения собственных частот тонких прямоугольных пластин / И. А. Алейников, Е. В. Власова; Рос. гос. откр. техн. ун-т. путей сообщ. Москва, 2003. Деп. в ВИНИТИ 11.02.2003, № 275-В2003.
- 3. Алейников, И. А. Применение рядов специального вида в статических и динамических расчетах прямоугольных пластин / И. А. Алейников, Е. В. Власова; МПС России. Рос. гос. открытый техн. ун-т путей сообщ. Москва: РГОТУПС, 2003. 139 с. EDN QJLUBH.
- 4. Безухов, Н. И. Основы теории упругости, пластичности и ползучести / Н. И. Безухов. Москва : Высшая школа, 1968. 512 с.

УДК 339.138

ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ: ИСТОРИЯ ПОЯВЛЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ

Гордиенко Е.П.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье представлен обзор современной технологии IoT, активное использование которой приведет к четвертой промышленной революции. Обоснованы стадии эволюции и ключевые принципы интернета вещей, которые лежат в основе трансформации бизнес-процессов и бизнес-моделей современных компаний. Определены термины и базовые понятия использования технологии.

Ключевые слова: платформа, технология, бизнес, коммерция, безопасность, модель, искусственный интеллект, блокчейн, «Интернет вещей».

Abstract. The article presents an overview of modern IoT technology, the active use of which will lead to the fourth industrial revolution. The stages of evolution and the key principles of the Internet of Things that underlie the transformation of business processes and business models of modern companies are substantiated. The terms and basic concepts of technology use are defined.

Keywords: platform, technology, business, commerce, security, model, artificial intelligence, blockchain, «Internet of Things».

Предвестником идеи создания интернета вещей был Никола Тесла, который высказывался на эту тему ещё в 1926 году. По его мнению, радио, совершенствуясь, постепенно превратится в «огромный мозг», а все прочие инструменты и устройства будут подключаться к нему и станут столь компактными, что поместятся в карман. Примерно так и

случилось: миллионы персональных компьютеров и других устройств при помощи интернета объединены в огромную сеть.

Термин «интернет вещей» имеет много определений. Они отличаются в деталях, но содержат общую суть. Главной особенностью системы интернета вещей является то, что входить в неё могут не только компьютеры в той или иной форме (традиционные персональные, смартфоны и т. д.), но и практически любые предметы.

Интернетом вещей, или Internet of Thing (IoT), называется общемировая вычислительная сеть, в которую входят физические объекты разных типов, взаимодействующие друг с другом и окружающим миром.

Автором первой «интернет-вещи» был Джон Ромки, входивший в число разработчиков и изобретателей ТСР/IP. В 1990 году ему удалось подключить обычный кухонный тостер к ПК и заставить этот прибор включаться и выключаться по команде, отправленной с компьютера (Get и Set). Это позволило управлять тостером дистанционно и даже программировать его на автономную работу.

Само понятие «интернет вещей» официально появилось в 1999 году. Ввести это словосочетание предложил исследователь RFID-технологий Кевин Эштон во время презентации для Procter&Gamble. Изначально он хотел развить технологию для оптимизации производства, для этого он хотел наладить автоматический сбор и обработку данных с помощью все того же RFID. Автор новоизобретённого термина так увлёкся этой технологией, что решил покинуть концерн ради создания исследовательского центра Auto-ID при Массачусетском технологическом институте. Следующие 10 лет этот центр занимался радиочастотной идентификацией (RFID) и новыми сенсорными технологиями, там же была разработана архитектура интернета вещей.

Но большим спросом IoT на тот момент не пользовался. Специалисты вспоминают, что до 2010 года новая технология находилась в состоянии полусна: занимала свою небольшую нишу, но дополнительное внимание не привлекала. Главным сдвигом стало то, что крупные корпорации начали воплощать вполне конкретные проекты в этой области.

Периодом бурного развития Интернета вещей стали 2000-е. Тогда, как в 1990-х, вся деятельность, связанная с ІоТ, носила в основном теоретический характер — концепции, обсуждения, отдельные идеи, в 2000-х и 2010-х стали массово появляться и запускаться успешные ІоТ-проекты в реальности. Так, было разработано множество пользовательских устройств, относящихся к Интернету вещей — от фитнес-трекеров до умных ламп и умных дверей. Кроме того, начали развиваться масштабные проекты, основанные на технологиях ІоТ, — умные города, умное производство, умный транспорт, беспилотные автомобили и многое другое. Не в последнюю очередь это стало возможным благодаря активному прогрессу в сфере информационных технологий — повсеместному распространению беспроводного соединения, повышению пропускной способности интернет-связи, возникновению энергоэффективных сетей дальнего радиуса действия и др.

Технология ІоТ используется в широком спектре применений, которые можно в целом разделить на коммерческие, потребительские, промышленные и инфраструктурные. Существует широкий спектр потребительских применений ІоТ, включая подключенные транспортные средства, подключенное здравоохранение, домашнюю автоматизацию (например, освещение и акустические системы), носимые технологии и устройства, включая возможности удаленного мониторинга, такие как удаленные дверные звонки с видео. Многие из них также являются частью умного дома. Освещение, отопление и кондиционирование воздуха, а также медиа и системы безопасности — все это часть дома с поддержкой Интернета вещей. Это может обеспечить экономию энергии за счет отключения ненужных устройств. Многие умные дома основаны на центральной платформе или концентраторе, который соединяется с интеллектуальными устройствами и техникой. Обычно ими управляют со смартфона, планшета или другого устройства, иногда без использования моста Wi-Fi.

Интернет вещей можно использовать для различных медицинских целей, включая сбор и анализ данных для исследований и мониторинг пациентов. Использование беспроводных решений позволяет практикующим врачам собирать данные о пациентах и применять алгоритмы для анализа данных о состоянии здоровья. К другим применениям в сфере здравоохранения относятся потребительские устройства, предназначенные для поощрения более здорового образа жизни, такие как подключенные весы или фитнесмониторы [1].

Интернет вещей имеет множество применений (рис. 1) в области транспорта, например, для межавтомобильной и внутримашинной связи, интеллектуального управления дорожным движением, интеллектуальной парковки, взимания платы за проезд, логистики, управления автопарком, контроля транспортных средств, безопасности и помощи на дорогах.

Области применения интернета вещей



Рис. 1 – Области применения Интернета вещей

Объединяя транспортные средства с транспортной инфраструктурой, IoT также может обеспечивать связь между транспортными средствами и всем другим (V2X), связь между транспортными средствами (V2V), связь между транспортными средствами и инфраструктурой (V2I) и связь между транспортными средствами и пешеходами (V2P). Эти системы связи IoT открывают путь для автономного вождения и подключенных дорожных инфраструктур.

Интернет вещей может подключать производственные устройства, чтобы обеспечить сетевой контроль и управление для реализации интеллектуальных производственных процессов. Эти системы позволяют оптимизировать продукты, процессы и цепи поставок, а также реагировать на потребности в продуктах. Интернет вещей может помочь повысить безопасность и надежность за счет профилактического обслуживания, статистической оценки и измерений, чтобы обеспечить максимальную надежность.

С помощью Интернета вещей можно управлять целыми городами, чтобы создать умный город, который предлагает ряд преимуществ для жителей. Эти преимущества включают в себя все: от места для парковки, мониторинга окружающей среды, управления дорожным движением, снижения загрязнения, систем безопасности, освещения, цифровых вывесок, общедоступного Wi-Fi, безбумажной продажи билетов, управления водными путями, интеллектуальных автобусных остановок, интеллектуальных киосков и т. д.

Мониторинг качества воздуха или воды — еще один способ, с помощью которого датчики с поддержкой Интернета вещей могут изменить наш мир. Интернет вещей позволяет

собирать данные о перемещениях диких животных, состоянии почвы и многом другом. Интернет вещей также может отслеживать стихийные бедствия, такие как цунами или землетрясения, помогая оптимизировать реагирование на чрезвычайные ситуации и ограничивать ущерб. Сюда также входит проект «Океан вещей», который собирает, отслеживает и анализирует окружающую среду и деятельность судов в море.

Моделирование технологических процессов в режиме реального времени становится реальностью, нейросетевые аппроксиматоры позволяют в режиме увеличенного пространственно-временного шага решать сложнейшие системы дифференциальных уравнений, описывающих технологические процессы с достаточно высокой точностью в рамках задачи прогнозирования управления на 30-60 секунд вперёд, что раньше занимало достаточно длительное время счёта и требовало серьёзных вычислительных ресурсов.

Таким образом, оператор получает мощнейшие инструменты, помогающие идентифицировать (оценить) ситуацию и предлагающие (в режиме советника) пространство вариантов для действий. Класс таких решений называется системами поддержки принятия решения (СППР).

Не исключено, что повторяемые действия оператора, выполняемые по совету СППР, можно, в свою очередь, автоматизировать — таким образом оператор становится супервайзером (наблюдателем). Часть функций управления отдаётся машине, и тогда для контроля крупного объекта автоматизации требуется меньше операторов. Например, АСУ ТП современной АЭС, которая обрабатывает информацию с десятков тысяч датчиков и управляет множеством исполнительных механизмов, оперируя сотнями тысяч рассчитываемых в режиме онлайн переменных, управляется всего двумя операторами и одним начальником смены.

Многие современные устройства низовой автоматики (датчики, контроллеры) стали интеллектуальными, они самостоятельно идентифицируют шум и отделяют его от реального изменения параметров, они стали обладать коммуникационными интерфейсами, которыми сопрягаются с системой в целом, а не с «сухими» контактами, как в предыдущих поколениях.

Такие решения классифицируются как АСУ ТП четвёртого поколения и напрямую лежат в пространстве концепции «Индустрия 4.0». В целом концепция «Индустрия 4.0» обеспечивает возможность построения «бережливого производства»; в рамках концепции ставится задача оптимизации управления технологическими процессами для снижения аварийности и продления ресурса эксплуатируемого оборудования, что иногда формулируется как «переход от планово-предупредительного ремонта к ремонту по состоянию». Таким образом, к задачам управления АСУ ТП четвёртого поколения добавляется задача оптимизирующего (усовершенствованного) управления. Такие АСУ ТП называются системами усовершенствованного управления технологическими процессами (СУУ ТП, Advanced process Control, APC). В состав СУУ ТП должны входить достаточно мощные средства долгосрочной аналитики. Если производство целиком управляется СУУ ТП, то такое решение называется АСУ ТП поколения 4+ [2].

Технологический прогресс не стоит на месте, и «машина» так или иначе забирает на себя всё больше функций управления промышленным предприятием. С одной стороны, это хорошо — снижается количество ошибок из-за «человеческого фактора», с другой стороны, одной ошибки в алгоритме достаточно, чтобы появились существенные проблемы.

Сегодня на предприятиях лёгкой и тяжелой промышленности внедряется множество решений, включающих в себя стек технологий промышленного Интернета вещей. К примеру, вновь закупаемые/обновляемые парки производственно-технологического оборудования и аппаратуры с поддержкой технологий промышленного Интернета вещей уже сейчас могут самостоятельно контролировать текущее состояние производственного процесса (состояние конвейера, его подвижных частей и т.д.) и предсказывать возможные проблемы (отказ отдельных сегментов конвейерной линии). Масштабное внедрение оборудования и аппаратуры такого класса на производстве позволяет достичь существенного

сокращения времени простоев технологического оборудования, влекущего за собой издержки и финансовые потери для производства, а также общее повышение эффективности производства и уровня контроля за состоянием — как отдельных компонентов технологического оборудования, так и производственного процесса в целом.

В августе 2020 года Росстандарт утвердил первый пакет национальных стандартов, касающихся технологий Интернета вещей. В них раскрываются общие положения, типовая архитектура Интернета вещей, технологии реального времени в Интернете вещей, технологическая совместимость, прикладные интерфейсы сопряжения.

Итак, Интернет вещей уже помогает автоматизировать и упростить многие повседневные задачи для бизнеса, промышленности и дома. Снижая затраты, повышая производительность и безопасность, улучшая качество обслуживания клиентов и генерируя новые потоки доходов, Интернет вещей может помочь принимать более точные и обоснованные решения. Цифровизация шагает по планете и охватывает всё новые и новые отрасли и сферы. Устройства наравне с людьми становятся потребителями связи, данных, вычислительных ресурсов. Обычный «Интернет людей» сопрягается с «Интернетом вещей» и становится единой сетью сопряжения, которую стали называть «Интернетом всего» (Internet of Everything, IoE).

Список использованных источников

- 1. Рогачева, Н. В. Интернет вещей: обзор основных проблем и задач / Н. В. Рогачева //Languages in professional communication, 29 апреля 2021 года. ООО «Издательский Дом «Ажур», 2021. Р. 558-563.
- 2. Катанова, Т. Н. От Интернета людей к Интернету вещей / Т. Н. Катанова, А. М. Болотов // Тенденции развития мировой торговли в XXI веке : Материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 50-летию учебного заведения, Пермь, 07–12 ноября 2014 года. Том 1. Пермь: Издательство "От и До", 2014. С. 183-187.

УДК 656.257

СТРУКТУРА И ФУНКЦИИ СИСТЕМ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ

Гордиенко Е.П. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье выполнен анализ базового функционала систем автоматики на железнодорожном транспорте. Определено место и потенциал средств автоматики в контуре управления перевозочным процессом и в обеспечении безопасности перевозок. Систематизирована информация по интегрированным системам управления движения поездов.

Ключевые слова: система, технические средства, автоматика, движение поездов, безопасность, модель, контур управления, система, структура, стрелки, сигналы.

Abstract. The article analyzes the basic functionality of automation systems in railway transport. The place and potential of automation means in the control circuit of the transportation process and in ensuring the safety of transportation are determined. The information on integrated train traffic management systems is systematized.

Keywords: system, technical means, automation, train movement, safety, model, control loop, system, structure, arrows, signals.

В соответствии с ГОСТ 53431-2009 «Автоматика и телемеханика железнодорожная. Термины и определения» под понятием «система железнодорожной автоматики и телемеханики» понимается «совокупность технических средств, обеспечивающих контроль и

управление с установленным уровнем безопасности движения стационарными путевыми и подвижными объектами железнодорожного транспорта».

В более ранних определениях, под понятием «железнодорожная автоматика и телемеханика» понималась «отрасль техники, решающая задачи регулирования и обеспечения безопасности движения поездов методами и средствами автоматического и телемеханического управления». Отмечается, что «к основным элементам технических средств железнодорожной автоматики и телемеханики относятся сооружения и устройства сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ), в состав которых входят путевая блокировка, электрожезловая система, централизация стрелок и сигналов, устройства автоматики и телемеханики сортировочных горок, автоматическая регулировка движения поездов, диспетчерская сигнализация, автоматический диспетчерский контроль движения поездов и ограждающие устройства на железнодорожных переездах» [1].

Система железнодорожной автоматики (ЖАТ) может быть представлена в виде контура управления, в котором на основании информации о положении и скорости различных объектов, данных о свободности пути и габарита принимаются и осуществляются управляющие воздействия: вывод команд на перевод, разрешение на движение, управление тягой и торможением и др. (рис.1). Схема также иллюстрирует взаимосвязь систем железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) с системой управления движением поездов.

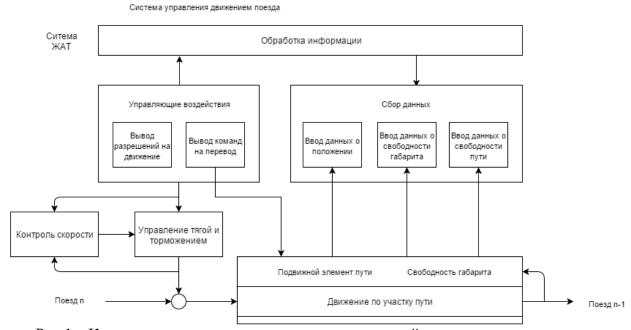


Рис.1 – Контур управления в системе железнодорожной автоматики и телемеханики

Систему железнодорожной автоматики и телемеханики можно представить как совокупность систем более низких уровней (подсистем):

- системы определения свободности пути и местоположения поезда (счетчики осей, контрольные датчики и др);
- системы передачи управляющих воздействий (сигнализации) на железной дороге и подвижных средствах (включая автоматическую локомотивную сигнализацию (АЛС) и контроль скорости);
- системы централизации (синхронизации и исключения неправильных управленческих воздействий управляющей системы);
 - системы сбора, переработки и передачи информации (система коммуникаций).

По пространственной структуре система железнодорожной автоматики и телемеханики включает в себя:

- системы автоматики и телемеханики на железнодорожных станциях;
- системы автоматики и телемеханики на соединениях и пересечениях железнодорожных путей, железнодорожных переездах (стрелочные переводы, поворотные круги, трансбордеры и др.);
 - системы автоматики и телемеханики на перегонах;
- системы автоматики и телемеханики на сортировочных станциях (технические средства изменения скорости движения подвижных единиц замедлители, ускорители, тормозные упоры, устройства закрепления и заграждения) [2].

Структуру систем ЖАТ можно рассмотреть с позиции функциональной структуры управления, сложившейся в железнодорожном транспорте (рис. 2).

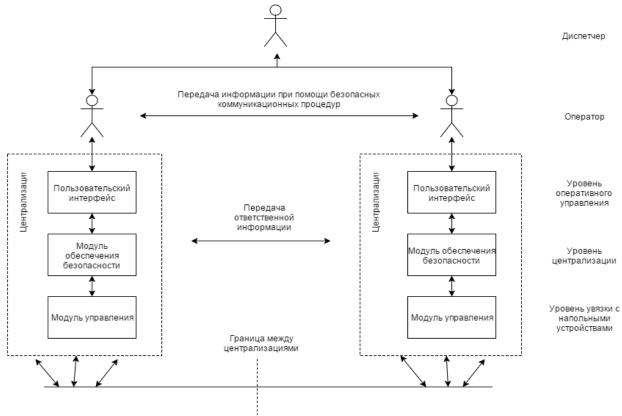


Рис. 2 – Функциональная структура системы управления и обеспечения безопасности движения поездов

Выделяют уровни систем железнодорожной автоматики и телемеханики (табл. 1).

Таблица 1. Уровни систем ЖАТ

Уровень	Устройства уровня
Уровень	Стрелки, сигналы, устройства контроля свободности пути,
напольных	устройства, активируемые при проходе поезда (например, датчики
устройств	приближения поезда к переезду), путевые устройства автоматической
	локомотивной сигнализации (АЛС) и автоторможения,
	воздействующие на локомотивное оборудование
Уровень увязки	Узлы управления и контроля, связанные с напольными устройствами.
централизации	Отсюда производится переключение напольных устройств и контроль
с напольными	за ними в соответствии с текущей поездной ситуацией
устройствами	
Уровень	Оператор этого уровня выполняет свою работу исходя из
оперативного	соответствующих графику движения поездов документов, а также

управления (интерфейс	точного времени, в которое должно осуществляться каждое поездное передвижение, и с учетом текущей поездной ситуации
«человек-	
машина»)	
Уровень	Устройства (модуль обеспечения безопасности), исключающие
централизации	ошибки в действиях оператора путем согласования принимаемых
	оператором решений
Уровень	Технические средства управления на железнодорожном транспорте
диспетчерского	(центры диспетчерского управления). Посты централизации
управления	подключают к центрам диспетчерского управления; в этом случае на
	постах централизации могут отсутствовать дежурные, а оператор в
	центре диспетчерского управления выполняет задачи как дежурного,
	так и диспетчера

Цели и задачи систем железнодорожной автоматики, телемеханики и управления:

- системы железнодорожной автоматики и телемеханики обеспечивают безопасное управление транспортными процессами, главным в них является аспект безопасности;
- системы управления движением поездов обеспечивают оптимальное управление последовательностью основных и вспомогательных процессов при организации перевозок. В системах управления движением поездов процессы инициируются внешними факторами, такими как график движения поездов, реагирование на возникновение потребности в перевозках и др. В системе железнодорожной автоматики протекающие процессы обусловлены внутренними событиями [3].

Обе системы используют средства и методы передачи и обработки информации. Вопросы безопасности, надежности и доступности важны в обеих системах, даже если они служат разным целям: система железнодорожной автоматики и телемеханики регулирует процессы перевозок и предупреждает аварии и крушения, система управления движением поездов должна предупреждать ошибки, влияющие на эффективность управления перевозками. Эксплуатируемые в настоящее время на сети железных дорог системы управления движением поездов на перегонах образуют интегрированную систему (табл.2).

Таблица 2. Состав интегрированной системы управления движением поездов

No	Система	
1	Системы автоматической и полуавтоматической блокировок	
2	Системы автоматической локомотивной сигнализации	
3	Системы автоматического управления тормозами поездов по условиям	
	обеспечения безопасности движения	
4	Системы контроля способности машиниста обеспечить безопасность движения	
	поезда	
5	Координатные системы интервального регулирования	
6	Системы управления тяговыми двигателями и тормозами поездов по условиям	
	исполнения графика движения при минимальных расходах энергии на тягу	
	Системы, применяемые на перегонах	
7	Контроля нагрева букс подвижного состава (ДИСК, КТСМ)	
8	Ограждения переездов (ПС, АПС)	
9	Контроля схода подвижного состава (УКСПС)	

Устройства путевой блокировки являются основными средствами интервального регулирования движения поездов (ИРДП) в пределах перегонов и промежуточных станций. Функции устройств:

- обеспечение высокой пропускной способности и увеличение участковой скорости движения поездов;
 - повышение безопасности движения поездов;
- повышение производительности труда работников железнодорожного транспорта и соответственно снижение стоимости перевозимых грузов и пассажиров.

Все устройства железнодорожной автоматики и телемеханики делятся на группы (табл. 3).

Таблица 3. Классификация устройств ЖАТ

Группа	Устройства
Перегонные системы	Полуавтоблокировка (ПАБ) — одна из первых систем; автоблокировка (АБ); автоматическая локомотивная сигнализация
СИСТЕМЫ	(АЛС); диспетчерский контроль (ДК); автоматическая переездная сигнализация (АПС).
Станционные	Диспетчерская централизация (ДЦ); электрическая централизация
системы	(ЭЦ) (каждая стрелка); маршрутно-релейная централизация (МРЦ)
	(светофоры); горочная автоматическая централизация (ГАЦ)
Системы	Прибор обнаружения неисправных аварийных букс (ПОНАБ);
технической	датчик индикации состояния колес (ДИСК); комплекс технических
диагностики и	систем мониторинга (КТСМ); комплекс диагностирования
мониторинга	сигнальных точек (проходных светофоров) (КДСТ)
(ТДМ)	

По элементной базе системы железнодорожной автоматики и телемеханики делятся на:

- релейные (появились давно, но применяются и сейчас);
- релейно-процессорные (появились недавно, используется часть реле, часть процессор);
 - микропроцессорные системы (новые).

Таким образом, основная функция системы ЖАТ — обеспечение безопасности движения, сохранения жизни и здоровья людей, сохранности грузов и железнодорожной инфраструктуры. В настоящее время происходит расширение функций системы ЖАТ в связи с ее интеграцией с системой управления движениями поездов. Развивается направление создания интеллектуальных компьютерных систем управления на железнодорожном транспорте.

Список использованных источников

- 1. Хромушкин, К. Д. Стратегия развития Дивизиона ЖАТ / К. Д. Хромушкин //Автоматика, связь, информатика. -2023. -№ 4. С. 17-20.
- 2. Веревкина, О. И. Безопасность скоростного, высокоскоростного движения поездов на железнодорожных переездах / О. И. Веревкина, Д. С. Кривеня, Ю. В. Чендрова // Труды Ростовского государственного университета путей сообщения. 2017. № 4. С. 11-16. EDN YMAPKG.
- 3. Филюшкина, Т. А. Перспективы развития отечественных систем ЖАТ / Т. А. Филюшкина, А. В. Куимова // Автоматика, связь, информатика. 2017. № 7. С. 28-30.

УДК 339.138

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Гордиенко Е.П. 1 , Паненко Н.С. 2 1 Филиал РГУПС в г. Воронеж 2 X5 Tech. г. Москва

Аннотация. В статье выполнен анализ современных тенденций применения технологий искусственного интеллекта. Определены термины и базовые понятия использования технологии.

Ключевые слова: платформа, технология, бизнес, коммерция, безопасность, модель, искусственный интеллект, блокчейн, «Интернет вещей».

Abstract. The article analyzes the current trends in the use of artificial intelligence technologies. The terms and basic concepts of technology use are defined.

Keywords: platform, technology, business, commerce, security, model, artificial intelligence, blockchain, «Internet of Things».

Нейротехнологии и искусственный интеллект входят в список сквозных технологий, который содержится в нацпроекте «Цифровая экономика». Приведём несколько примеров применения разработок на основе искусственного интеллекта.

Транспорт: системы на основе искусственного интеллекта позволяют управлять транспортными потоками. В России в разных городах устанавливают умные светофоры. В Москве нейросети позволяют находить нарушителей на средствах индивидуальной мобильности — самокатах и моноколёсах. Почти во всех поездах московского метро установлена система «Антисон», которая следит за состоянием водителя; аналог такой системы тестируют в карьерных 220-тонных самосвалах БелАЗ. Расписание поездов на железной дороге с помощью ИИ можно составить за несколько секунд. И, конечно, стоит сказать о беспилотных автомобилях.

Металлургия и промышленность: ИИ помогает оценить качество дорог в карьере по кадрам с беспилотника, быстро обрабатывать данные с множества сенсоров для поддержания безопасности процессов, найти царапины на металлопрокате. Система поддержки принятия решений для сталеваров даёт советы о том, какое количество ферросплавов необходимо добавить в выплавку. Обработка нейросетью больших объёмов данных позволяет экономить энергию и оптимизировать процессы, а компьютерное зрение в том числе отвечает за безопасность – речь о нахождении сотрудников в зонах, где людям быть не положено.

Работа с данными: искусственный интеллект используется для решения двух основных задач. Во-первых, для обработки и анализа больших данных. Так называемая предиктивная аналитика, позволяющая моделировать возможные сценарии. Во-вторых, с целью нормализации данных — приведения данных из разных источников к единому стандарту, принятому во внутренней информационной системе.

Исследовательская и консалтинговая компания Gartner Research в октябре 2022 года в числе главных стратегических технологических трендов на 2023 год назвала «Адаптивный искусственный интеллект» (Adaptive AI).

Ценность операционного искусственного интеллекта заключается в том, что модели ИИ можно быстро разрабатывать, развертывать, адаптировать и поддерживать в различных средах предприятия. С одной стороны, проектировать подобные системы сложно. С другой – их нужно быстро выводить на рынок. Поэтому необходимы целые конвейеры для разработки ИИ или создание таких моделей, которые могут самостоятельно адаптироваться.

Технологии искусственного интеллекта становятся «сквозными» технологиями для всех сфер жизнедеятельности человека. Все чаще искусственный интеллект проникает во все возможные бизнес-модели и процессы национальной экономики. В ближайшие годы ожидается рост применения технологий искусственного интеллекта для аналитики и сервисных решений и даже в социальной сфере страны. Ключевые направления развития технологий искусственного интеллекта в мире уже достаточно четко определены:

- интеллектуальные решения для управления данными: расширенные возможности развития искусственного интеллекта повлияли на популярность бизнес-решений, основанных на искусственном интеллекте, их применение ежегодно увеличивается в разы;
- автоматизация подключенных устройств: автономные системы в сельском хозяйстве и горнодобывающей промышленности будут продолжать расширяться с частично или полностью роботизированными системами, соединяющими людей, машины и предприятия;
- платформы управления естественным языком: способность пользовательских интерфейсов взаимодействовать с человеком будет набирать популярность в каждом виде бизнес-приложений (основной акцент будет сделан на увеличение понимания естественной речи и ее генерацию);
- управляемые событиями бизнес-экосистемы: предприятия будут постепенно внедрять управляемые событиями бизнес-модели, в которых облако, ІоТ и мобильная связь будут использовать технологии искусственного интеллекта;
- автоматизация бизнес-процессов: устойчивый рост данных, получаемых с помощью Интернета вещей, приведет к тому, что компании будут вынуждены заниматься машинным обучением для обработки и анализа данных;
- глубинная обработка больших данных: технологии искусственного интеллекта позволят в самое ближайшее время на высоком профессиональном уровне и без участия человека проводить глубокую количественную и качественную оценку больших объемов данных;
- нейрокраудсорсинг и сетевые сообщества: благодаря уникальному рынку и платформе синтетических данных Neuromation в ближайшие годы ожидается миграция участников рынка с открытого, неорганизованного рынка на организованный и автоматизированный сервис платформы, а также в партнерстве с Neuromation компании будут развивать потребительский, розничный, медицинский, производственный и роботизированный секторы;
- компьютерное зрение: анализ изображений, основанный на регулярном разложении изображений (или сегментации), на примере глубокого обучения или искусственного интеллекта для распознавания объектов. Основными факторами роста рынка компьютерного зрения являются потребности в проверке качества абсолютно во всех сферах деятельности. Эти технологии также критично важны и для развития национальной безопасности. Алгоритмы компьютерного зрения разрабатываются, чтобы замечать паттерны, распознавать эмоции и отношения, делать различия и понимать намерения. После того, как это будет достигнуто, камеры смогут предоставлять в режиме реального времени визуальные данные для анализа различных целей [1].

Классифицировать исследования в области искусственного интеллекта можно следующим образом:

1. Глубинное обучение: технологии обучения нейронных сетей. Используются в процессах распознания объектов, их действий, маркировки видео и т.д. Глубинное обучение активно применяется при анализе больших данных. Например, интеллектуальный анализ журналов, распознавание образов и маркировка отдельных текстов (рис. 1).

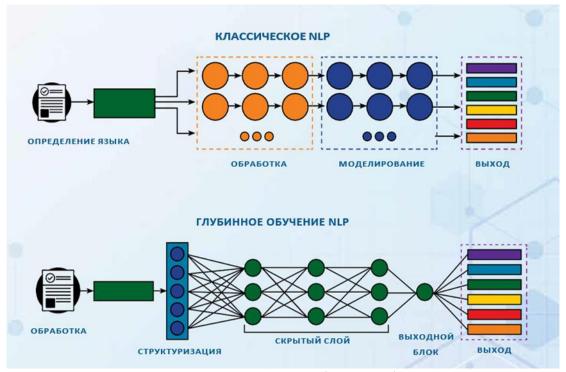


Рис.1 – Технологии глубинного обучения

2. Машинное обучение: акцент делается на масштабировании имеющихся алгоритмов для работы с очень большими наборами данных или на обучении с подкреплением. Если традиционное машинное обучение в основном построено на поиске определённого паттерна модели, то в обучении с подкреплением на первый план выходит процесс принятия решений.

Это позволит искусственному интеллекту детально смоделировать действия в реальной действительности. Примером машинного обучения с подкреплением являются победы машин в таких играх, как Го и покер в противостоянии с человеком. В ближайшей перспективе планируется автоматизировать командную работу человека и машины, создать самообучающихся роботов.

- 3. Робототехника: направление, которое активно развивается в промышленном секторе. Здесь происходит обучение робота взаимодействовать с окружающим миром в универсальных и специфических условиях.
- 4. Компьютерное зрение: компьютеры учатся превосходить людей в решении некоторых узкоспециализированных визуальных задач. Эти технологии активно применяются при разработке тестов различия людей и компьютеров. Наиболее масштабно такие технологии применяются в транспорте при разработке беспилотных автомобилей.
- 5. Обработка естественно-языковых конструкций: первоначально исследования базировались на развитии технологий распознавания речи человека, в том числе это обучение машины понимать речь человека и генерировать ее. На сегодня активно развиваются технологии генерации естественного языка при обработке больших данных. Около 80% от общего объема данных доступны в необработанном виде. С помощью технологий искусственного интеллекта эти данные могут использоваться для развития моделей структуризации информации, ее обработки. Здесь создаются компьютерные агенты Chatbot, с которыми можно общаться через приложения обмена сообщениями и голосового вызова.
- 6. Краудсорсинг: одна из форм мобилизации ресурсов людей с использованием информационных технологий для решения разного рода задач. Сетевые профессиональные сообщества активно развиваются. Но при этом имеют ряд ярко выраженных недостатков. Человек в таком сообществе может быть недостаточно координированным, нарушать сроки выполнения работ, проводить работу некачественно и вне соответствия установленным

стандартам. Тогда применение технологий искусственного интеллекта позволяет управлять большими объемами данных и отслеживать основные KPI проектов. Наиболее ярким примером являются экспертные системы.

Одна из важных составляющих современного мира — информационная безопасность. Технология искусственного интеллекта дает возможность создавать новые методы надежной защиты, а вся кибербезопасность становится безрисковой и автоматизированной [2].

Основные методы улучшения кибербезопасности при помощи машинного обучения и искусственного интеллекта:

- 1. Искусственный интеллект подойдет для классификации, обработки, кластеризации и фильтрации поступающей информации, поскольку есть много информационных данных в такой сфере.
- 2. Машинное обучение дает возможность анализировать прошлую информацию, предоставлять оптимальные методы решения для будущего и настоящего. При помощи прошлых данных алгоритмы обеспечивают инструкциями, позволяющими найти угрозы или вредоносное ПО. Соответствующие надстройки помогают нарушать работу любого, кто захочет проникнуть в систему.
- 3. Внедрение технологий систематизирует информацию по заданным параметрам, позволяя сопоставлять разную информацию, отслеживать любые угрозы.
- 4. Искусственный интеллект упростит ведение аудита способов защиты информации, что даст возможность быстро узнать об эффективности внедрения ограничений. Это защищает пользователей конкретной компании.
- 5. Искусственный интеллект быстро находит угрозы, вредное ПО, создавая платформу безопасности для сканирования крупных информационных объемов.

При помощи искусственного интеллекта предприятия усиливают методы миграции в облако, улучшается производительность при большом количестве данных.

Итак, искусственный интеллект — это набор вычислительных технологий, которые созданы человеком, на основе анализа основных мыслительных процессов, но при этом они работают совершенно иначе, чем люди. Хотя темпы прогресса в области искусственного интеллекта были неоднозначными и непредсказуемыми, со времени создания этой области шестьдесят лет назад, сегодня уже достигнуты значительные успехи. В академической области исследований последнее десятилетие наблюдается активный рост работ в области искусственного интеллекта. Особенностью этих работ является получение фундаментальных знаний и их максимально оперативное применение в повседневной жизни человека. Появляющиеся технологии практически сразу находят применение в различных секторах экономики.

Список использованных источников

- 1. Сохина, С. А. Машинное обучение. Методы машинного обучения / С. А. Сохина, С. А. Немченко // Современная наука в условиях модернизационных процессов: проблемы, реалии, перспективы: Сборник научных статей по материалам V Международной научнопрактической конференции, Уфа, 30 апреля 2021 года. Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "Научно-издательский центр "Вестник науки", 2021. С. 165-168.
- 2. Галикеева, Н. Н. О национальной стратегии развития искусственного интеллекта до 2030 года в РФ и федеральном проекте «Искусственный интеллект» / Н. Н. Галикеева, С. А. Фархиева // Современная школа России. Вопросы модернизации. 2021. № 3-1(36). С.186-188.

ВНУТРЕННИЕ УГРОЗЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

Гостева С.Р. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассматриваются внутренние угрозы национальной безопасности России в сложных социально-экономических и политических условиях современности.

Ключевые слова: национальная безопасность, Россия, внутренние угрозы, Стратегия национальной безопасности Российской Федерации.

Abstract. The article considers internal threats to the national security of Russia in the complex socio-economic and political conditions of modern times.

Keywords: national security, Russia, internal threats, National Security Strategy of the Russian Federation.

Национальная безопасность любой страны, в том числе России, - сложное, комплексное понятие, фокусирующее в себе количественные и качественные показатели, уровни жизнедеятельности как общества и государства в целом, отдельных групп и слоев населения, так и отдельного человека [6].

За последнее время Россия является объектом «нападок» со стороны иностранных государств в различных сферах. При этом социально-экономическая обстановка в стране сложная с учетом санкций в отношении РФ, «скачков» государственной валюты, постоянных изменений на внутреннем и внешнем рынке, экономических проблем и т.д. Поэтому национальная безопасность России с сохранением национальных интересов является приоритетной для органов власти.

Национальная безопасность — состояние защищенности личности, общества и государства от внутренних и внешних угроз, которое позволяет обеспечить конституционные права, свободы, достойные качество и уровень жизни граждан, суверенитет, территориальную целостность и устойчивое развитие Российской Федерации, оборону и безопасность государства [6].

В статье 80 Конституции Российской Федерации [3, с.51] говорится об обязанности функционирующего Президента РФ создавать обстоятельства для реализации граней по обеспечению национальной безопасности. Одним из генеральных документов, регламентирующих политику национальной безопасности, представляется общепринятая Указом Президента РФ №400 от 2 июля 2021 года «О Стратегии национальной безопасности в Российской Федерации» Стратегия национальной безопасности Российской Федерации, основные положения которой устанавливают стратегические первенствующие направления, миссии и задачи государственной политики для защиты национальных интересов Российской Федерации на долгосрочную перспективу.

Она основана на принципах Конституции Российской Федерации, Положениях федеральных законов от 28 декабря 2010 года № 390-ФЗ «О безопасности» и от 28 июня 2014 года № 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации».

На основе анализа утверждений Стратегии можно распределить последующие стратегические государственные приоритеты, обеспечение и защита которых исполняется за счет концентрации напряжений и ресурсов органов общественной власти, порядка и институтов гражданского общества, следующим образом:

- состояние народа России и развитие человеческого потенциала;
- защита страны;
- государственная и общественная безопасность;
- информационная безопасность;
- финансовая безопасность;
- научно-технологическое развитие;

- природная сохранность и разумное природопользование;
- защита классических российских духовно-нравственных ценностей, культуры и памяти;
- стратегическая устойчивость и взаимовыгодный интернациональный синергизм [4, с.100].

Не менее важно вычислять кибератаки и информационные преступления, что сейчас происходят довольно часто. К ним можно отнести взломы сайтов и банковских систем, кражу индивидуальных данных.

Нельзя вычеркивать и факт информативной войны, что связана с поддержкой противоправительственных и шовинистических настроений среди населения, с пропагандой запрещенных организаций, а также направлена на осуществление экстремистской деятельности и участие в массовых беспорядках. Осуществление контроля за размещением материалов в сети Интернет реализовывает Роскомнадзор, но контроль исполняется в недостаточной мере, о чем свидетельствуют данные о нелегальных митингах в марте и апреле 2021 года, феврале 2022 года, количество призывов к ним, что располагались в сети Интернет организациями, признанными иностранными агентами.

Действия организаций, признанных иностранными агентами, в данной ситуации считаются противозаконными, а конкретно нарушают п. 1 статьи 15.2 закона от 2006 года №149-ФЗ «Об информации, информативных разработках и защите информации» [5, с.17]. На основании прецедентов присутствия публикаций о лозунгах к исполнению экстремистской деятельности и проведению противозаконных митингов можно сделать вывод о том, что защита информации в Российской Федерации исполняется не на должном уровне.

Угрозы ядерного нападения, терроризм, предостережения государственному суверенитету, предостережения цивилизации вообще — все это принуждает к пересмотру имеющихся положений политики государственной безопасности для их последующего усовершенствования.

Защита государственных интересов стала повседневной повесткой дня Президента $P\Phi$, Правительства $P\Phi$ и Φ едерального Собрания $P\Phi$. Наиболее первенствующими направлениями для органов власти являются: оборона, сохранение цивилизации и финансовая устойчивость.

Угроза национальной безопасности — совокупность условий и факторов, создающих прямую или косвенную возможность причинения ущерба национальным интересам Российской Федерации [2]. Так, например, основными внутренними угрозами национальной экономической безопасности являются:

- усиление степени дифференциации уровня жизни и доходов населения, так как формирование небольшой группы богатого населения (олигархов) и большой части бедного населения создает ситуацию социальной напряженности в обществе, что в конечном итоге может привести к серьезным социально-экономическим потрясениям;
- деформация отраслевой структуры национальной экономики из-за ориентации экономики на добычу полезных ископаемых формирует серьезные структурные сдвиги;
- усиление неравномерности экономического развития регионов, резкое различие в уровне социально-экономического развития регионов разрушает существующие связи между ними и препятствует межрегиональной интеграции;
- криминализация российского общества. В обществе резко усилились тенденции к получению нетрудовых доходов путем прямого грабежа, отъема собственности, что негативным образом сказывается на общей стабильности и устойчивости национальной экономики. Большое значение имеет тотальное проникновение криминальных структур в государственный аппарат и промышленность и наметившаяся тенденция сращивания между ними;
- резкое снижение научно-технического потенциала России. Основа экономического роста научно-технический потенциал за истекшее десятилетие практические потерян по причине сокращения инвестиций в приоритетные научные и технические исследования и

разработки, массового выезда из страны ведущих ученых, разрушения наукоемких отраслей, усиления научно-технической зависимости;

- усиление изоляции и стремления к независимости субъектов Федерации. Россия обладает значительными территориями, которые функционируют в рамках федеративного устройства;
- усиление межэтнической и межнациональной напряженности, что создает реальные условия для возникновения внутренних конфликтов на национальной почве;
- повсеместное нарушение единого правового пространства, ведущих к правовому нигилизму и несоблюдению законодательства;
- снижение физического здоровья населения, ведущее к деградации по причине кризиса системы здравоохранения;
- демографический кризис, связанный с устойчивой тенденцией преобладания общей смертности населения над рождаемостью.

Таким образом, эффективная национальная политика может быть исключительно при условии соблюдения жёсткого приоритета политических, национальных и государственных интересов над субъективными — групповыми, индивидуальными и даже классовосоциальными. Это же означает, что некоторые интересы (классовые, групповые, собственные и пр.) уступают своё первенствующее свойство интересам государственным. Соответственно, тезис о стратегии — как продукт осознания государственных интересов управляющей верхушкой — должны быть в абсолютном приоритете. Другие соображения, в том числе нравственного, законного и другого характера, должны непременно уступить приоритет государственным интересам.

В совокупности внутренние угрозы национальной безопасности тесно переплетены между собой и взаимосвязаны. Современный механизм предоставления государственной сохранности Российской Федерации представляется бесконечно модифицирующимся механизмом, какой должен совершенствоваться на основе формирующегося законодательства.

Список использованных источников

- 1. Указ Президента России от 07.05.2018 № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года» URL.: http://www.kremlin.ru/acts/bank/43027 (дата обращения 26.10.2023).
- 2. Указ Президента Российской Федерации от 02.07.2021 № 400 «О Стратегии национальной безопасности в Российской Федерации». URL.: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_389271/ (дата обращения 26.10.2023).
- 3. Абрамов, А.В. Современные концепции модернизации: работа над прежними ошибками // Вестник Московского государственного областного университета. 2022. №4. 52 с.
- 4. Армстронг, К. Битва за Бога: история фундаментализма. Москва : Альпина нонфикшн, 2022.-502 с.
- 5. Гальченко, А.И. Роль прокуратуры в обеспечении национальной безопасности //3аконность. -2022. -№ 12. -С. 16-19.
- 6. Гостев, Р. Г. Национальная безопасность Российской Федерации: угрозы, вызовы, риски, опасности / Р. Г. Гостев, С. Р. Гостева // Социальная политика и социология. -2012.- N 6. C. 3-8.

К ВОПРОСУ О КОМПЕНСАЦИИ УБЫТКОВ ЛИЦАМ, НЕОБОСНОВАННО ПОДВЕРГНУТЫМ УГОЛОВНОМУ ПРЕСЛЕДОВАНИЮ И НАКАЗАНИЮ

Гостева С.Р.¹, Хузина Н.А.²

 1 Филиал РГУПС в г. Воронеж

²ГБОУ ВО Российский экономический университет им. Г.В. Плеханова, г. Воронеж

Аннотация. К рассмотрению предложены вопросы возмещения убытков реабилитированным гражданам.

Ключевые слова: Институт возмещения вреда, право на реабилитацию, виды убытков, реабилитированный гражданин, судебная власть.

Abstract. The issues of reimbursement of losses to rehabilitated citizens are proposed for consideration.

Keywords: Institute of redress, the right to rehabilitation, types of losses, rehabilitated citizen, judicial power.

На протяжении многих десятилетий институт возмещения вреда рассматривался как средство гражданско-правовой ответственности должностных лиц правоохранительных органов. УПК РСФСР 1960 года не устанавливал порядок возмещения ущерба, причиненного в результате незаконного осуждения и привлечения к уголовной ответственности. В 1991 году в порядке дополнения в УПК РСФСР вводится статья 58¹, обязывающая органы дознания, следователя, прокурора и суд принимать соответствующие меры к возмещению ущерба, причиненного гражданину незаконными действиями [1]. Указанная статья определила порядок реабилитации на ближайшие 10 лет, хотя сам термин «реабилитация» законодателем не использовался.

Его ввел впервые в истории уголовно-процессуального законодательства ныне действующий УПК РФ [2], посвятив институту реабилитации главу 18-ю, сформулировал понятие (п.34 ст.5 УПК), основания возникновения права на реабилитацию (ст.133 УПК), порядок признания права на реабилитацию (ст.134 УПК) и виды вреда, подлежащего возмещению и восстановлению при реабилитации (ст.135-138 УПК). Кроме того, УПК РФ провозгласил реабилитацию назначением уголовного судопроизводства, придав тем самым институту реабилитации исключительную значимость и актуальность.

Существенным признаком закрепленного в ст. 133-139 УПК РФ правового института является то, что вред, причиненный гражданину вследствие незаконного его уголовного преследования, возмещается государством независимо от вины органа дознания, дознавателя, следователя, прокурора и суда. Правоотношения, возникающие в связи с возмещением причиненного уголовно-процессуальными действиями вреда гражданину, имеют субъектный состав: «государство – гражданин».

Предусмотренные ст. 133 УПК РФ основания и условия реабилитации граждан, подвергавшихся уголовному преследованию, значительно отличаются от ранее известных отечественному праву и применявшихся на практике почти 20 лет. Право на реабилитацию и возмещение ущерба, согласно ч.2 ст. 133 УПК РФ, имеют:

- 1) подсудимый, в отношении которого вынесен оправдательный приговор;
- 2) подсудимый, уголовное преследование в отношении которого прекращено в связи с отказом государственного или частного обвинителя от обвинения;
- 3) подозреваемый, обвиняемый, осужденный, уголовное преследование в отношении которых прекращено по основаниям, предусмотренным ч. 1 ст. 24 УПК РФ: отсутствие события преступления (п. 1), отсутствие в деянии состава преступления (п. 2), отсутствие заявления потерпевшего, если уголовное дело может быть возбуждено не иначе как по его заявлению (п. 5), и ч. 1 ст. 27 УПК РФ: непричастность подозреваемого или обвиняемого к совершению преступления (пп. 1), наличие в отношении подозреваемого или обвиняемого

вступившего в законную силу приговора по тому же обвинению либо определения суда или постановления судьи о прекращении уголовного дела по тому же обвинению (пп. 4), наличие в отношении подозреваемого или обвиняемого неотмененного постановления органа дознания, следователя или прокурора о прекращении уголовного дела по тому же обвинению либо об отказе в возбуждении уголовного дела (пп. 5).

Отметим и то, что ст. 135 УПК РФ начинается со слов «возмещение реабилитированному имущественного вреда...». Следовательно, лицо становится реабилитированным с момента принятия уголовно-процессуального акта, фиксирующего право на реабилитацию. Все последующие восстановительные меры судебные и правоохранительные органы обязаны принять по волеизъявлению этого лица, при этом требования о возмещении вреда должны последовать, согласно ч. 2 ст. 135 УПК РФ, в течение сроков исковой давности, установленных гражданским законодательством. Если же требования были таковые не предъявлены, нельзя считать данное лицо нереабилитированным [3].

Согласно ст. 134 УПК РФ, суд в приговоре, определении, постановлении, а следователь, дознаватель в постановлении признают за оправданным либо лицом, в отношении которого уголовное преследование прекращено, право на реабилитацию. Одновременно, реабилитированному направляется извещение с разъяснением порядка возмещения вреда, причиненного уголовным преследованием.

Это означает, что государство в лице Министерства финансов Р Φ обязано выплатить реабилитированному гражданину:

- 1) заработную плату, пенсию, пособие, другие средства, которые гражданин не получил вследствие уголовного преследования;
- 2) стоимость конфискованного имущества, которое перешло в собственность государства в порядке применения меры наказания в виде конфискации имущества, а также обращенных в доход государства ценных вещественных доказательств;
- 3) штрафы, процессуальные издержки, взысканные с осужденного во исполнение приговора суда, и суммы, выплаченные подозреваемым, обвиняемым за оказание юридической помощи в уголовном процессе по данному делу, окончившемуся реабилитацией невиновного.

По поводу расходов на адвокатов Верховный суд РФ в своем определении № 50-003-16 от 17 апреля 2003 года разъяснил, что суммы, выплаченные реабилитированным гражданином адвокатам за оказание ему юридической помощи, подлежат возмещению независимо от количества нанятых для защиты адвокатов. Как указал суд, закон не ограничивает число защитников, которые могут вести защиту одного обвиняемого, подсудимого, осужденного, и право на защиту предполагает возможность выбора защитников по своему усмотрению[4].

Перечень конкретных видов убытков, подлежащих возмещению реабилитированному гражданину, завершается сформулированным в п. 5 ч. 1 ст. 135 УПК РФ общим указанием на возмещение государством реабилитированному гражданину также иных расходов. Исходя из общего правила, согласно которому имущественный вред возмещается реабилитированному гражданину в полном объеме (ст. 133 УПК РФ), следует заключить, что такой гражданин вправе рассчитать, обосновать документально и потребовать от государства денежной компенсации любых убытков, происхождение которых находится в причинной связи с уголовным преследованием невиновного и представляет собой лишение определенного материального блага, а равно упущенную личную выгоду, в том числе и в сфере предпринимательской деятельности.

Реабилитированный гражданин, получивший разъяснение о порядке возмещения вреда, в течение трех лет со дня получения этого разъяснения и копий документов о признании за ним права на реабилитацию (общий срок исковой давности, установленный ст. 196 ГК РФ) может обратиться с требованием о возмещении имущественного вреда в тот орган, который вынес приговор или постановление о прекращении уголовного дела либо об

отмене или изменении незаконных или необоснованных решений. Если же уголовное дело прекращено или приговор изменен вышестоящим судом, требование о возмещении ущерба направляется в суд, постановивший приговор (суд первой инстанции), куда уголовное дело возвращается для постоянного хранения.

Орган, которому адресовано требование о возмещении ущерба реабилитированному, обязан в течение месяца определить обоснованность самого требования и его размеров, если это необходимо, проверить их расчеты с привлечением к делу соответствующего специалиста и вынести постановление о производстве выплаты определенной суммы реабилитированному гражданину, его наследникам или иждивенцам. Но в окончательном виде требование о возмещении имущественного вреда реабилитированному гражданину разрешается судебной властью.

Независимо от того, какой орган признал гражданина невиновным и вынес постановление о производстве выплат, а также иных обстоятельств, решение о возмещении вреда реабилитированному гражданину принимается судьей в процедурах, установленных для разрешения вопросов, связанных с исполнением приговоров (ст. 399 УПК РФ). Иначе говоря, это происходит в судебном заседании с обязательным предварительным извещением государственного органа, обеспечивающего выплату реабилитированному сумм за счет федерального бюджета, а именно Министерства финансов РФ или соответствующего управления Федерального казначейства данного Министерства, юрисдикция которого распространяется на территорию определенного субъекта РФ и которое может представлять в судах Министерство финансов РФ по доверенности последнего. Подобные судебные заседания являются логическим процедурным продолжением судебных действий, предусмотренных ч. 1 ст. 134 УПК РФ, где говорится, что суд в приговоре, определении, постановлении, а прокурор, следователь, дознаватель в постановлении признают за оправданным либо лицом, в отношении которого прекращено уголовное преследование, право на реабилитацию и разъясняют порядок возмещения вреда, а также ч. 1 ст. 306 УПК РФ, согласно которой резолютивная часть оправдательного приговора должна содержать, в частности, в качестве отдельного пункта разъяснение оправданному порядка возмещения вреда, связанного с уголовным преследованием невиновного.

Согласно ст. 139 УПК РФ, вред, причиненный юридическим лицам незаконными действиями (бездействием) и решением суда, прокурора, следователя, дознавателя, органа дознания, возмещается государством в полном объеме в порядке и сроки, которые установлены главой 18 УПК РФ «Реабилитация».

Кроме того, в ч. 3 ст. 133 УПК РФ законодатель закрепил неизвестное ранее правило, согласно которому право на возмещение вреда имеет любое лицо, незаконно подвергнутое мерам процессуального принуждения в ходе производства по уголовному делу.

Таким образом, появление в уголовно-процессуальном законе данной нормы порождает комплекс вопросов теоретического и практического свойства, что придает проблеме возмещения вреда, причиненного незаконным применением мер процессуального принуждения, статус одной из самых актуальных при реализации нового уголовно-процессуального законодательства.

Список использованных источников

- 1. Комментарий к Уголовно-процессуальному кодексу РСФСР / Под ред. И. Л. Петрухина. Издание четвертое, переработанное и дополненное. Москва : ПБОЮЛ Грачев С. М., 2012. С. 119-120.
- 2. Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации. Москва : «Омега-Л», 2023.-278 с.
- 3. Ратникова Н.Д., Хузина Н.А. Институт реабилитации в уголовном процессе: его назначение и эффективность //Вестник института: преступление, наказание, исправление. 2017. № 3 (39). С. 23-27.

4. Определение Верховного Суда РФ от 17.04.2003 N 50-о03-16 (Документ опубликован не был) – URL: https://www.consultant.ru (дата обращения – 26.10.2023).

УДК 621.798.34

ДОЗИРОВАНИЕ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ УПАКОВКЕ В СЕТКУ ПРИ ПЕРЕВОЗКЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМ ТРАНСПОРТОМ

Григорец А.А.

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск

Аннотация. В статье рассматривается процесс автоматизации упаковки сыпучих материалов в сетку, который является важным этапом в производстве различных товаров. Описываются основные этапы процесса, а также оборудование, которое используется для выполнения каждой операции. Рассматриваются пути совершенствования системы автоматического дозирования массы / объема упаковочной единицы, что позволит повысить эффективность использования подвижного состава железных дорог при перевозке грузов.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, упаковка, дозирование.

Abstract. The article discusses the process of automating the packaging of bulk materials in a mesh, which is an important stage in the production of various goods. The main steps of the process are described, as well as the equipment used to perform each operation. Ways to improve the automatic dosing system for the mass/volume of a packaging unit are being considered, which will improve the efficiency of using railway rolling stock when transporting goods.

Keywords: railway transport, packaging, dosing.

Кардинальное преобразование товаров в нашем мире — это упаковка. Она представляет собой сочетание науки, искусства и техники, которое подготавливает продукцию к различным этапам ее жизненного цикла. Упаковывание продукции — это процесс преобразования товаров в дискретные упаковочные единицы, которые идеально подходят для транспортировки, хранения, продажи и потребления [1].

Упаковочная единица — это конечный продукт упаковки, который представляет собой порцию товара, помещенную в упаковку. Этот процесс включает в себя выбор материала, формы, размера и дизайна упаковки, чтобы наилучшим образом защитить и представить товар [3].

В современном мире подавляющее большинство товаров предлагаются в упакованном виде. Однако важность упаковки для привлекательности товара может быть разной. Например, для некоторых недорогих товаров, таких как одноразовая посуда или салфетки, упаковка не играет ключевой роли. Но для других товаров, таких как парфюмерия, косметика, подарочные наборы и т. д., упаковка может иметь решающее значение, поскольку она помогает привлечь внимание покупателей своей яркостью и красочностью.

Во многих случаях упаковка становится не просто функциональным элементом, но и узнаваемым брендом. Это делает упаковку важной составляющей товарной политики и маркетинга.

Для оценки количества инноваций в индустрии упаковки достаточно обратить внимание на прогрессивные, прорывные решения в области технологий закрывания упаковок. Современные устройства для закрывания выполнены так, что помимо прямой задачи защиты продукта, дополнительно обеспечивают функциональность, удобство и легкость открывания упаковки, экологическую безопасность использованной тары.

Проблема хранения упакованного товара может возникнуть и у конечного потребителя. Производители расфасованных и упакованных товаров и продуктов должны учитывать типичные габариты домашних шкафов и полок. Для хранения упакованного

товара дома не должно требоваться никаких дополнительных специальных устройств и средств. Также очень важно, чтобы упаковка соответствовала среде хранения товара.

Выбор подходящей тары - важный вопрос для производителей сельскохозяйственной продукции. От его правильного решения зависит сохранение качества урожая при его перевозке, хранении и, в конечном итоге, выгода от продажи.

Для картофеля, лука, свеклы, моркови, баклажанов, капусты, яблок и груш чаще всего используется овощная сетка — способ, проверенный временем и опытом множества сельхозпроизводителей по всему миру как в нашей стране, так и за ее пределами.

Процесс упаковывания включает в себя выполнение ряда последовательных технических операций, целью которых является упаковка продукции в сетчатые мешки (рис.1).

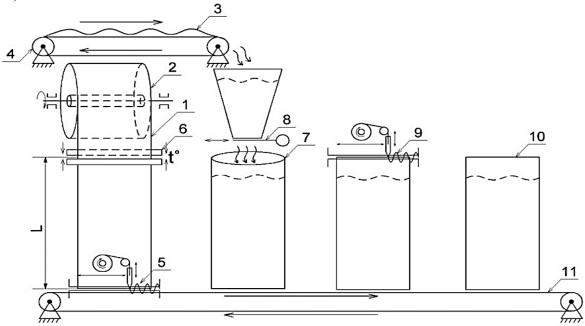


Рис. 1 – Технологический процесс упаковывания сыпучего материала в сетки

В качестве исходных материалов для данного технологического процесса используются: рулон упаковочного материала в виде длинного рукава 1, который хранится на барабане 2, и упаковываемый насыпной продукт 3, который подается в рабочую область упаковочной машины при помощи ленточного транспортера 4.

Операция упаковывания начинается с того, что рукав протягивается на длину будущего мешка L. Один конец рукава прошивается при помощи первой швейной машины 5, создавая таким образом дно будущего мешка. Затем рукав разрезается на губках отрезного устройства 6 при температуре, достаточной для плавления материала сетки to. Готовая горловина мешка 7 затем помещается под выходным отверстием дозатора 8, который осуществляет выгрузку мерной порции фасуемого продукта, необходимой для заполнения мешка. После того как мешок заполнен, он сдвигается и его горловина прошивается второй швейной машиной 9. Готовый заполненный мешок 10 транспортируется при помощи транспортера 11 в область временного хранения готовой продукции.

Операции протягивания, прошивания дна, обрезки сетки, заполнения мешка и прошивания горловины происходят одновременно. В то время как один мешок наполняется, предыдущий, уже наполненный мешок, прошивается, подготавливается тара для следующей порции упаковываемого материала.

При перевозке фасованных грузов железнодорожным транспортом особое внимание уделяется шумового загрязнения окружающей среды [4; 9], повышению эффективности использования вагонного парка [5; 11]. Численно оценить полноту использования грузового вагона можно через так называемый коэффициент укладки груза:

$$K_{yz} = \frac{W}{W_{yx}} K_{yx} K_{cen},$$

где W – грузовместимость вагона;

 W_{y} – чистая грузовместимость вагона;

 $K_{y\kappa}$ — коэффициент укладки, учитывающий потери кубатуры от наличия зазоров между грузовыми местами, для грузов в мешках / сетках (принимается равным 1,04);

 $K_{y\kappa}$ — коэффициент, учитывающий потерю грузовместимости от наличия сепарации (обычно принимают равным 1,02).

Более подробно вопрос влияния геометрических размеров кодирующей апертуры на формирование тенеграммы при различных способах укладки груза рассмотрен в работе [2]. Экспериментальная оценка возможности динамического определения контурной площади контакта приведена в работах [6; 7].

Влияние массогабаритных характеристик перевозимого шахтными электровозами груза на работу тяговых аккумуляторных батарей рассмотрено в работах [7; 10].

В данной статье рассмотрен процесс дозирования сыпучих материалов при их упаковке в сетку для перевозки железнодорожным транспортом. Выделены основные этапы данного процесса, используемое оборудование и возможности для совершенствования. Определено, что автоматизация процесса дозирования может повысить эффективность использования железнодорожного транспорта при перевозке грузов.

Список использованных источников

- 1. Технологический процесс упаковывания. Его основные элементы. Классификация технологий упаковочного производства. URL: https://infopedia.su/3x2bab.html (дата обращения 20.10.2023).
- 2. Никуляк, А. А. Влияние геометрических параметров кодирующей апертуры на формирование тенеграммы / А. А. Никуляк, О. В. Малахов, Д. О. Мельничук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. -2011. T. 5, № 9(53). C. 54-58. EDN QICRWT.
- 3. Упаковка товара. URL: https://eksdan.ru/otvety-na-ekzamenatsionnye-voprosy/17-marketing/378-upakovka-tovara.html (дата обращения 20.10.2023).
- 4. Малахова, В. В. Реализация метода определения спектрального состава акустического шума, создаваемого дисковыми тормозами подвижного состава в процессе торможения / В. В. Малахова, О. В. Малахов // Информационные системы и технологии в моделировании и управлении : сборник трудов VI Международной научно-практической конференции, Ялта, 24–26 мая 2021 года / Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского, Гуманитарно-педагогическая академия (филиал). Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2021. С. 107-111. EDN ZADORO.
- 5. Сущность и функции упаковки. URL: https://vuzlit.ru/200222/suschnost_funktsii_upakovki (дата обращения 20.10.2023).
- 6. Малахов, О. В. Экспериментальная оценка возможности динамического определения контурной площади контакта колеса и рельса по изменению магнитных параметров материала головки рельса в области их силового взаимодействия / О. В. Малахов, В. В. Сильянов // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. − 2022. № 7(61). С. 106-110. EDN JDFTYP.
- 7. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и технологии. -2021.-T. 6, № 2.-C. 136-143. EDN SIQVNJ.
- 8. Роль упаковки в маркетинге. URL: https://studbooks.net/1532979/marketing/rol_upakovki_marketinge (дата обращения 20.10.2023).

- 9. Малахова, В. В. Имитационное моделирование фрикционных автоколебаний триботехнической системы "колесо тормозная колодка рычажный механизм" / В. В. Малахова // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. − 2021. № 11(53). C. 81-84. EDN ZPHVPS.
- 10. Обзор конструкций тяговых аккумуляторных батарей, применяемых на шахтных электровозах / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко, В. А. Захаров // Известия высших учебных заведений. Горный журнал. -2020. -№ 2. C. 109-118. EDN YMLFKJ
- 11. Как происходит процесс упаковки URL: https://md-eksperiment.org/post/20151112-kak-proishodit-process-upakovki (дата обращения 20.10.2023).

УДК 656.038

АСПЕКТЫ ЦИФРОВОГО СЕРВИСА ДЛЯ КЛИЕНТОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Журавлева И.В. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В данной статье рассмотрены особенности электронного документооборота при взаимодействии перевозчика с другими участниками перевозки, а также современные цифровые решения для взаимовыгодного сотрудничества в сфере грузовых перевозок.

Ключевые слова: электронный документооборот, цифровой сервис, эксплуатационная деятельность, искусственный интеллект, инфраструктура, взаимодействие.

Abstract. This article discusses the features of electronic document management in the interaction of the carrier with other participants of transportation, as well as modern digital solutions for mutually beneficial cooperation in the field of freight transportation.

Keywords: electronic document management, digital service, operational activity, artificial intelligence, infrastructure, interaction.

Электронный документооборот прочно вошел во все отрасли железнодорожного транспорта и широко используется. Он представляет собой информационную технологию, а именно цифровой сервис, обеспечивающий оформление в электронном виде документов, связанных с организацией и выполнением перевозок грузов. Применение системы электронного документооборота в железнодорожной отрасли приносит множество преимуществ для пользователей услуг транспортного обслуживания. Во-первых, они получают возможность осуществлять оформление перевозок в любом удобном для себя месте и в любое удобное время. Это значительно повышает уровень комфорта клиентов.

Во-вторых, благодаря электронному документообороту ускоряется доставка грузов. Время, затраченное грузом в пунктах переработки, сокращается, что позволяет уменьшить время доставки в целом. Это особенно актуально для предприятий, осуществляющих транспортировку крупных партий грузов, так как быстрая доставка является одним из ключевых факторов успешной доставки.

Кроме того, электронный документооборот снижает расходы на оформление, пересылку и хранение бумажных документов для всех участников перевозки. Все документы, связанные с перевозкой груза, могут быть сгруппированы и оформлены на единой информационной платформе, что значительно облегчает процесс и сокращает необходимость в использовании бумажных носителей.

Также, благодаря электронным документам, время от оформления первичных документов до расчета и оплаты за услуги перевозки грузов сокращается. Теперь все операции могут быть проведены эффективно и максимально быстро, что экономит время и средства для всех сторон, участвующих в перевозке.

Еще одним важным преимуществом системы электронного документооборота является повышение безопасности перевозимых грузов. Благодаря разграничению доступа к информации о грузе, защите от подмены документов и отслеживанию всех операций с грузом, обеспечивается максимальная сохранность и надежность. Это особенно важно для транспортировки ценных или уязвимых грузов, так как позволяет предотвратить любые возможные риски и угрозы. В итоге, внедрение электронного документооборота в железнодорожной отрасли не только упрощает и автоматизирует процессы, но и приносит значительные выгоды для пользователей услуг. Они получают удобство, скорость и безопасность, что создает более эффективную и привлекательную среду для работы и перевозок [1].

Электронный документооборот, связанный с перевозкой грузов железнодорожным транспортом, охватывает множество сфер доставки:

- сотрудничество между железнодорожными перевозчиками, отправителями грузов, получателями, перевозчиками других видов транспорта, транспортными организациями, портами, организациями межотраслевого промышленного железнодорожного транспорта, перевозчиками на иностранных железных дорогах, транспортно-экспедиционными организациями, операторскими компаниями, органами государственного надзора и контроля;
- грузовые операции, включая погрузку и разгрузку на общедоступных грузовых станциях;
 - управление перевозками на всех этапах грузоперевозки;
- финансовые действия, такие как взимание платы и сборов, штрафы для грузоотправителей и грузополучателей, выплата штрафов и пеней со стороны железнодорожных перевозчиков;
- инфраструктурные мероприятия на железной дороге, необходимые для осуществления начально-конечных операций и грузоперевозки [3].

Электронный документооборот включает в себя два основных аспекта: эксплуатационную деятельность и учет / отчетность. При работе с грузоперевозками, управлении перевозками, финансами и инфраструктурой, электронный документооборот рассматривается как внутренняя деятельность железнодорожной компании. Однако, в коммерческой сфере он рассматривается как взаимодействие с «внешней средой», то есть с другими участниками перевозки.

Электронный документооборот при взаимодействии перевозчика с другими участниками перевозки характеризуется созданием документа, подписанного всеми сторонами, который определяет ответственность каждой стороны перед другой или другими участниками перевозки. Взаимодействие может осуществляться двумя способами: через электронный обмен данными или обмен электронными документами. В первом случае, после документа, подтверждающего взаимодействие, создается формирования бумажный документ, который подписывается физическими подписями представителей компаний и заверяется печатями и штампами (по необходимости). Во втором случае, электронный документ подписывается ЭЦП стороной, которая создала документ, и направляется другой стороне, участвовавшей во взаимодействии. Получатель электронного документа подтверждает его получение, отправляя специальное электронное сообщение отправителю. Электронная площадка формирования документа перевозки, а точнее ее функциональные возможности очень помогает сформировать самому без чьей-либо помощи этот документ, причем общая платформа видит еще и наличие вагонного парка у операторов, собственников вагонов [4].

В настоящее время в ОАО «РЖД» развиваются мультимодальные цифровые решения и считается, что уже в ближайшем будущем в основе каждого бизнес-процесса будет стоять искусственный интеллект. Наиболее эффективно позволяет выстроить взаимодействие с грузоотправителями автоматизированная система «Электронная транспортная накладная» (ЭТРАН), которая включена в реестр отечественного программного обеспечения. К ней на данный момент подключено 16 тыс. клиентов, работает более 30 тыс. пользователей.

Помимо этого, активно развиваются смарт-контракты, связанные с технологией блокчейн, что создает также взаимодействие локомотивного комплекса с вагонным хозяйством при осуществлении грузовых перевозок.

Другое цифровое решение для грузоотправителей – возможность создания личного кабинета клиента для тесной взаимосвязи с перевозчиком. Через этот сервис за восемь месяцев 2023 года было оформлено 1,5 млн. электронных документов, что выше объемов прошлого года. Сейчас к нему подключено 28 тыс. компаний, 5 тыс. из которых присоединились только в этом году. В рамках развития электронного документооборота развивается сервис ИНТЕРТРАН, который показывает высокую эффективность при организации транзитных контейнерных перевозок. Он позволяет существенно сократить общее время оформления перевозочных документов. Также клиентами железнодорожного транспорта широко используется электронная торговая площадка «Грузовые перевозки» (ЭТП ГП), через которую проходит более 20 тыс. отправок вагонов в месяц, в ней зарегистрировано более 9,5 тыс. клиентов, среди которых представители 15 стран [2].

На базе ЭТП ГП также развивается электронная площадка «Оператор товарных поставок» (ЭП ОТП) — сервис, реализованный холдингом в сотрудничестве с АО «Санкт-Петербургская международная товарно-сырьевая биржа» (АО «СПбМТСБ») и Федеральной антимонопольной службой. Данная платформа контролирует и учитывает товарные поставки по обязательствам, допущенным к регулярным безналичным расчетам за товары и услуги между юридическими и физическими лицами в АО «СПбМТСБ». Данная электронная площадка используется для выполнения перевозок нефтепродуктов, а для таких грузов, как уголь и лесоматериалы, данный сервис в проекте разработки.

Таким образом, применение технологий искусственного интеллекта стало одной из ключевых тем для обсуждения в последнее время. ОАО «РЖД» в перспективе до 2035 года рассматривает то, что в основе каждого бизнес-процесса будет стоять искусственный интеллект. Открытым направлением в этой сфере является планирование и моделирование транспортных процессов, а также анализ транспортной инфраструктуры железнодорожного транспорта. На данный момент в стадии рассмотрения и реализации находится 13 проектов в области искусственного интеллекта. В частности, к ним относится использование речевых сервисов. Уже порядка 48% обращений клиентов обрабатываются с помощью речевых технологий и роботов.

Список использованной литературы

- 1. Справочно-правовая система. URL: http://www.klerk.ru.
- 2. «Пульт управления» журнал для руководителей транспортной отрасли URL: http://www.pult.gudok.ru/new/.
 - 3. Компания ООО «Инфотест-инк» URL: http://www.infotest.ru.
- 4. Попова, Е. А. Информационные и технологические аспекты планирования перевозки грузов / Е. А. Попова // Современные аспекты моделирования систем и процессов : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 08 февраля 2021 года / Отв. редактор В.К. Зольников. Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2021. С. 132-136. EDN YKTELX.

УДК 656.211

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЯ НА ОБЪЕКТАХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Журавлева И.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В данной статье рассмотрен искусственный интеллект как инновационное решение, направленное на повышение уровня безопасности на железнодорожном

транспорте, улучшение качества обслуживания пассажиров, а также оптимизацию различных задач.

Ключевые слова: искусственный интеллект, обеспечение безопасности, умные камеры, визуальный контроль, интеллектуальное видеонаблюдение.

Abstract. This article discusses artificial intelligence as an innovative solution aimed at improving the level of safety in railway transport and improving the quality of passenger service, as well as optimizing various tasks.

Keywords: artificial intelligence, security, smart cameras, visual control, intelligent video surveillance.

Современный мир непрерывно движется вперед, привнося с собой новые и новые технологии, а XXI век, безусловно, является веком инновационных достижений. Особенно активно происходит развитие информационно-технологической сферы, в результате которого человечество с течением времени создало огромное множество разнообразных технологий. Цифровая трансформация продолжает распространять свое влияние на все большее количество отраслей, и транспортная сфера не является исключением. В ней постоянно появляются новые задачи, связанные с обеспечением безопасности, управлением логистикой и эксплуатацией инфраструктуры. Важной составляющей развития транспорта становится применение искусственного интеллекта (ИИ). Интерес человечества к различным аспектам ИИ постоянно возрастает, ведь системы ИИ способны самостоятельно выполнять сложные задачи, требующие аналитического и творческого мышления. Кроме того, они могут быть надежными помощниками для специалистов в любой области. В холдинге РЖД уже несколько лет назад была поставлена амбициозная цель – автоматизировать ряд функций, с целью повышения эффективной работы железнодорожной системы. Начиная с 2020 года, внедрение ИИ происходит в нескольких направлениях. Среди первых серьезных имеет место интеллектуальное видеонаблюдение, нововведений использовании программного обеспечения, работающего на основе нейронных связей.

Главной целью было обеспечение безопасности на вокзалах и перронах, поскольку железнодорожные системы являются потенциально опасными объектами. Интеллектуальное видеонаблюдение позволяет отслеживать потоки людей, обеспечивая визуальный контроль выбранных зон, обнаруживая потерянные вещи и осуществляя наблюдение за пассажирами и сотрудниками безопасности. Применение интеллектуального видеонаблюдения имеет смысл в таких объектах, как вокзалы крупных городов и малых населенных пунктов, железнодорожные переезды, пути следования, а также внутренняя и внешняя области вагонов. Функциональные возможности здесь очень обширны, и поэтому использование машинного разума позволяет решить множество проблем [2].

На вокзале требуется большое количество камер для обеспечения безопасности на этом стратегическом объекте с высокой проходимостью. Расположение камер видеофиксации на входах и выходах основного здания, а также в зонах касс и залах ожидания позволяет контролировать ситуацию в режиме реального времени. Идеально, если интеллектуальное видеонаблюдение охватывает также пути и перроны, чтобы машинный разум мог обнаружить падение человека или крупных предметов на железнодорожные пути. Камеры интеллектуального видеонаблюдения фиксируют все происходящее на заданном участке и практически не требуют стороннего вмешательства, что упрощает их использование.

Интеллектуальное видеонаблюдение помогает решить такие задачи, как:

- обеспечение контроля над охраняемыми зонами в режиме реального времени;
- выявление фактов проникновения посторонних лиц;
- контролирование работы сотрудников безопасности и железнодорожников;
- обнаружение оставленных кем-то вещей;
- контролирование ситуации внутри вагона.

При правильном использовании искусственного интеллекта (ИИ) можно достичь наиболее эффективной профилактики правонарушений и нештатных ситуаций, что приведет к повышению безопасности и снижению риска возникновения трагических инцидентов [3].

Машинное зрение, включающее использование цифровых систем визуализации для автоматического извлечения, анализа и понимания информации из изображений и других форм многомерных данных, приобретает все большую популярность в тех областях, где требуются повторные визуальные проверки. Например, приложения обеспечения безопасности на железнодорожной станции используют распознавание лиц. Применение технологий машинного зрения к железнодорожному контролю открывает огромные возможности [1].

Традиционно, сотрудники службы безопасности занимаются визуальными проверками, что требует много времени, средств и подвержено ошибкам. Благодаря использованию технологии машинного зрения, способной фиксировать подробные записи, можно повысить безопасность для персонала и пассажиров, одновременно снизив общие затраты. Такие методы визуализации, как линейное сканирование, использование тепловизоров и цветовой идентификации, могут использоваться совместно в целях повышения безопасности, надежности и уровня обслуживания.

Одним из преимуществ использования искусственного интеллекта является исключение человеческого фактора. Машинный разум анализирует количественные параметры и предоставляет подробные отчеты, которые помогают корректировать стратегию, увеличивать спрос на услуги и, следовательно, приносить больше прибыли [1].

В железнодорожной отрасли искусственный интеллект помогает правильно идентифицировать данные, связанные с загруженностью вагонов, работой персонала, эффективностью грузовых и пассажирских перевозок, количеством безбилетников и спросом на конкретные направления в определенные периоды, что позволяет влиять на ценообразование. Все эти данные помогают железнодорожному холдингу совершенствовать качество обслуживания, конкурировать с другими перевозчиками грузов и пассажиров, а также вводить динамическое ценообразование. Благодаря этому стоимость билетов снижается в непопулярные периоды, что позволяет пассажирам сэкономить.

Искусственный интеллект не только отслеживает спрос клиентов, но и оценивает техническое состояние вагонов, что помогает более рационально планировать обновление парка. Компьютер также подсказывает, каким образом можно снизить расходы на ремонтные работы и где они будут малоэффективными. Это, непосредственно или косвенно, влияет на уровень обслуживания пассажиров, так как путешествие в новом и комфортабельном вагоне приятнее, особенно в длительных поездках.

Таким образом, применение функций искусственного интеллекта позволяет повысить безопасность, уровень обслуживания и спроса, минимизируя затраты.

Список использованных источников

- 1. Банников, М.А. ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ НА ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГЕ //Материалы XII Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум». Режим доступа: https://scienceforum.ru/2020/artic (дата доступа 28.10.2023).
- 2. Пульт управления. // Журнал для руководителей транспортной отрасли. Режим доступа: // http://www.pult.gudok.ru/new (дата доступа 28.10.2023).
- 3. Попова, Е. А. Информационные и технологические аспекты планирования перевозки грузов / Е. А. Попова // Современные аспекты моделирования систем и процессов : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Воронеж, 08 февраля 2021 года / Отв. редактор В.К. Зольников. Воронеж: Воронежский государственный лесотехнический университет им. Г.Ф. Морозова, 2021. С. 132-136. EDN YKTELX.

УДК 656.211.26

ВЛИЯНИЕ НА ЭКОЛОГИЮ ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПАССАЖИРСКИХ СОСТАВОВ В РЕЙС

Журавлева И.В., Попова Е.А. *Филиал РГУПС в г. Воронеж*

Аннотация. В данной статье рассмотрен такой немаловажный процесс, как подготовка пассажирского состава в рейс с учетом его наружной обмывки на вагономоечной машине и степени влияния данного процесса на экологию.

Ключевые слова: экологическая безопасность, процесс подготовки, вагономоечная машина, оборотное водоснабжение.

Abstract. This article discusses such an important process as the preparation of a passenger train for a flight, taking into account its external washing on a car wash and the degree of influence of this process on the environment.

Keywords: environmental safety, preparation process, car washing machine, circulating water supply.

Одна из ключевых задач современности — вопросы сохранения окружающей среды. Железнодорожный транспорт является наиболее экологически чистым, поскольку выбросы $\mathrm{CO^2}$ составляют всего 1% от общего объема выбросов других видов транспорта. Ежегодно российские предприятия принимают комплекс мер, направленных на создание подвижного состава с улучшенными экологическими характеристиками, внедрение новых технологий производства и реализацию различных экологических проектов [1]. В России законодательно закреплено право граждан на благоприятную среду обитания (статья 42 Конституции Российской Федерации). К тому же, правительством был принят ряд нормативных актов и федеральных программ, направленных на развитие экологии: Национальный проект «Экология» до 2024 года, Стратегия экологической безопасности России до 2030 года, Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года.

Подготовка пассажирских составов в рейс производится в техническом парке пассажирской станции или на крупной технической станции. Обмывка наружных частей пассажирских вагонов – одна из составляющих процесса подготовки пассажирских составов. Поддержание чистоты пассажирских вагонов способствует сохранению и исправности элементов подвижного состава, а также долговечности окрашенных поверхностей вагонов. Постоянное мытье вагонов как снаружи, так и внутри, помогает устранить загрязнения, накопившиеся в процессе эксплуатации. Загрязнения снаружи вагонов обычно состоят из атмосферной и дорожной пыли, копоти, масел и металлических частиц, образующихся при износе деталей и проводов. Под воздействием влаги, кислорода, воздуха и солнечного излучения они окисляются и образуют прочную пленку загрязнений, включая ржавчину. Такие отложения не только повреждают внешний вид вагонов, но и сокращают срок их эксплуатации. Внутренние поверхности салонов и оборудования вагонов также подвержены загрязнениям: пыль, грязь, жир и другие бытовые загрязнения.

Для очистки вагонов и их компонентов широко применяются специальные вагономоечные установки, которые используют моющие растворы, вещества и органические растворители. Для приготовления моющего раствора необходимо разбавить концентрат (порошок или пасту) водой до нужной концентрации в специальной емкости или ведре. При механизированной обмывке концентрат также может быть введен в трубопровод моющего раствора с помощью насоса-дозатора. Концентрация раствора зависит от степени загрязнения, способа обмывки, требуемого времени воздействия раствора на поверхность вагона, температуры раствора и окружающей среды. Процесс обмывки вагонов с помощью вагономоечных машин должен удовлетворять требованиям технологического процесса:

полная обмывка стен, окон и тележек вагона; сохранение выступающих частей, таких как двери и оконные стекла; минимальная продолжительность и невысокая стоимость процедуры; использование моющих средств, которые не повреждают лакокрасочное покрытие. Вагономоечная машина разработана для механической обработки наружных поверхностей цельнометаллических пассажирских вагонов согласно установленному ежедневному графику. Режим работы моечной машины должен определяться в зависимости от степени загрязнения и состояния поверхности, а также температуры окружающего воздуха. Регулярная наружная обмывка вагонов должна осуществляться с определенной периодичностью в зависимости от условий эксплуатации. В обязательном порядке должна производиться сезонная обмывка: весной при подготовке к летним перевозкам после зимней эксплуатации и осенью перед работой в зимних условиях. В теплое время года должна проводиться периодическая обмывка состава после каждого рейса и, по возможности, при длительных рейсах — в пункте оборота состава [2].

В техническом парке пассажирских станций и на крупных технических станциях запроектированы сооружения для очистки сточных вод, которые находятся в рабочем соответствуют санитарно-эпидемиологическим нормам. **Достоинство** современных вагономоечных машин состоит в том, что при обмывке используется оборотная вода, т.е. одна и та же вода используется несколько раз, проходя через многослойные специальные фильтры. Система оборотного водоснабжения позволяет потребление воды и выпуск загрязненных стоков, поскольку сточные воды делятся на три типа: производственные, бытовые и атмосферные. Производственные сточные воды являются водой, использованной в процессе производства, они делятся на две основные категории: загрязненные и незагрязненные (относительно чистые). Загрязненные сточные воды могут содержать минеральные, органические, бактериальные и биологические загрязнения. Бытовые сточные воды включают в себя стоки от санитарных узлов производственных и непроизводственных помещений, душевых и других установок. Атмосферные сточные воды представляют собой дождевые и талые воды.

Стоки очищаются преимущественно в две стадии: первичная (локальная) очистка от основных загрязнений и вторичная очистка на биологических сооружениях перед сбросом в водоем. В некоторых случаях может применяться третичная очистка (дополнительная очистка), если это необходимо для сброса сточных вод в водоем или их использования в технических целях.

Локальная очистка сточных вод выполняется в рамках технологического процесса и направлена на извлечение ценных органических и неорганических веществ. Она также предотвращает сброс загрязнений в водоемы в количествах, вредно воздействующих на биологическую очистку стоков, водно-химический и биологический режимы водоема. Также предусматриваются соответствующие меры (ректификация, термическое обезвреживание) для предотвращения попадания большого количества продуктов в канализацию в аварийных ситуациях [3].

После локальной очистки и нейтрализации сточных вод, как правило, требуется дополнительная очистка от растворенных веществ перед отправкой на биологические очистные сооружения. Производственные сточные воды сначала смешиваются с механически очищенными бытовыми стоками перед подачей на биологические сооружения.

Очистка сточных вод может осуществляться двумя методами. Первый метод заключается в фильтрации воды через решетки и сита, что позволяет отделить твердые частицы. Второй метод включает отстаивание воды в специальных отстойниках, результатом чего является оседание минеральных частиц на дно. Сначала сточные воды из канализационной системы попадают на решетки или сита, где происходит фильтрация, а крупные составляющие, такие как тряпки, кухонные отходы и бумага, задерживаются. Крупные составляющие, задержанные на решетках и ситах, удаляются для проведения дезинфекции. Фильтрованная сточная вода направляется в песколовки, где она отделяется от

примесей, преимущественно минерального происхождения, таких как песок, шлак, уголь, зола и т.д. [3].

Для очистки кислотно-щелочного раствора, используемого для наружной обмывки вагонов, применяется метод фильтрации. Фильтрование используется для выделения из сточных вод тонко диспергированных твердых или жидких веществ, которые затруднено удалить методом отстаивания. Разделение происходит при помощи пористых перегородок, которые пропускают жидкость и задерживают диспергированную фазу. Процесс осуществляется под действием гидростатического давления столба жидкости, повышенного давления над перегородкой или вакуума после перегородки.

Таким образом, моечный комплекс должен соответствовать самым высоким экологическим стандартам при выполнении очистки сточных вод от загрязнений. Применение установки оборотного водоснабжения позволяет экономить до 87% воды за счет ее очистки и повторного применения. Также вагономоечная машина, помимо очистки воды, удаляет неприятные запахи, вызванные наличием бактерий в воде. Очищенную воду, возможно, использовать при предварительном и основном процессах мойки с последующим ополаскиванием вагона чистой водой. Расход воды в процессе мойки связан с уносом части жидкости самим составом и частичным испарением. В результате чего, состав ополаскивается умягченной водой, которая поступает из емкости с чистой водой через специальный умягчитель, что соответствует современным требованиям экологической безопасности.

Список использованных источников

- 1. Крошечкина, И. Ю. Загрязнение поверхностных горизонтов почвы при эксплуатации железнодорожного транспорта / И. Ю. Крошечкина, Н. И. Зубрев // Вестник Чувашского государственного педагогического университета им. И.Я. Яковлева. 2016. N2(91). С. 11-17. EDN WKUUTN.
- 2. Экологическая стратегия ОАО «РЖД» на период до 2020 года и перспективу до 2030 года Режим доступа: https://company.rzd.ru/ru/9353/page/105104?id=958&ysclid =loepclb4v4759815896 (дата доступа 28.10.2023).
- 3. Пульт управления. // Журнал для руководителей транспортной отрасли. Режим доступа: // http://www.pult.gudok.ru/new (дата доступа 28.10.2023).

УДК 124.5+130.2

МОБИЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ СОВРЕМЕННОГО СТУДЕНТА

Завьялов А.А., Лулудова Е.М. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В данной статье такая актуальная проблема, как использование мобильных технологий, показана через неоднозначность использования ресурсов Интернета. Делается вывод о том, что Интернет-связь является новым инструментарием в формировании мобильного человека нового информационного общества, а также обеспечивает постоянный доступ ко всем информационным источникам независимо от места и времени.

Ключевые слова: информационные технологии, мобильность, пользовательские Интернет-устройства, виртуальное общение, коммуникативная личность, социальные инновации.

Abstract. In this article such a topical problem as the use of mobile technologies is shown through the ambiguity of the use of Internet resources. The conclusion is made that Internet

communication is a new toolkit in the formation of a mobile person of the new information society, as well as provides constant access to all information sources regardless of place and time.

Keywords: information technologies, mobility, user Internet devices, virtual communication, communicative personality, social innovations.

Мобильный телефон — это средство воспроизведения текстовых, аудио, видео и графических файлов, которые могут содержать обучающую информацию. Появление мобильной связи во многом изменило модель поведения современного человека. Пока мобильная связь оставалась новой услугой для людей, в обществе не существовало общепринятых норм и правил пользования мобильным телефоном и связью в общественных местах. С одной стороны, телефоны предоставляли дополнительную свободу общения, с другой — ограничивали возможности другого человека или даже порой мешали.

Сейчас мобильные устройства — это не только общение, но и удобный инструмент для доступа к любой информации. Чтобы быть включенным в современную жизнь, готовым к вхождению в информационное общество или общество знаний (т.е. быть мобильным), необходимо принимать, обрабатывать и создавать как можно больше разнообразной информации, независимо от того, где ты находишься.

Книголюбы с удовольствием пользуются услугами «мобильных библиотек», скачивая подходящие книги и собирая свои собственные коллекции книг в мобильном формате. Количество пользователей мобильной библиотеки постепенно растет (сейчас оно примерно достигло 50 тыс. человек). Мобильные библиотеки работают в интерактивном режиме, позволяют организовать обратную связь с авторами изданий.

Смартфоны уже несколько лет с огромным успехом заменяют отдельные камеры, развивается «мобильная фотография». Одно из популярных явлений, способствующих этому, представляет социальная сеть Instagram. Многие фотографии требуют ретуширования, спецэффектов и др. Для мобильных устройств разработана линейка графических редакторов под iOS: Photoshop, Pixelmator, oto Editor Pro, OneEdit, Snapseed, Litely, PopAGraph, Instagram, InstaFrame, PicsArt, Viber, GIMP, PaintCAD, DecoBlend, Abris, Insta Mirror и др.

Наличие подключения к Интернет позволяет постоянно иметь доступ к электронной почте, тематическим конференциям, чатам, что в свою очередь позволяет говорить о формировании мобильной культуры. Мобильная культура находит отражение в воспроизведении SMS-текста, в звуковой форме через встроенный громкоговоритель «громкая связь» или в визуальной форме на малом экране мобильного телефона простейшими графическими формами в виде логотипов и ASCII-картинок.

Целью нашего исследования является определение психологических особенностей «виртуальной» личности студента под влиянием профессиональной цифровой деятельности.

Обратим внимание на вузы России. В современной образовательной среде новые информационные технологии обучения являются важной социальной инновацией. Цели высшего образования связаны, прежде всего, с формированием свободной саморазвивающейся личности, способной к самостоятельному поиску знаний, позволяющих создавать и активно использовать новые технологии и осуществлять профессиональную деятельность [1].

Согласно современному образовательному стандарту высшего образования, информационный компонент профессиональной деятельности студента включает в себя: способность ориентироваться в информационном потоке; умение находить и систематизировать различные источники информации по определенному критерию; использовать рациональные способы получения, преобразования, систематизации и хранения информации, актуализировать ее в необходимых ситуациях интеллектуальнопознавательной деятельности.

Предполагается, что в процессе развития профессиональной цифровой деятельности развивается коммуникативная сфера личности студента, где роль виртуального общения и

мобильной культуры предъявляет разные требования к психологическим особенностям [2]. В процессе такого общения студент может поделиться важными для него мыслями, идеями, чувствами, переживаниями, обретя полное понимание со стороны другого, получить поддержку, достичь безусловного доверия, не встретив при этом критики, осуждения. Интернет предоставляет такую возможность благодаря анонимности, доступности и ощущению безопасности.

Применение мобильных телефонов в обучении осуществляется на основе использования специальных программ для платформ телефонов, которые способны открывать и просматривать файлы таких офисных программ, как Office Word, Power Point, Excel. Имея в памяти мобильного телефона файлы, содержащие обучающую информацию, можно просматривать их версии, адаптированные специально для экрана телефона, с удобными полосами прокрутки, подходящим шрифтом и удобным интерфейсом. Даже если не всегда современные студенты используют свои смартфоны, коммуникаторы и планшетные компьютеры для образовательных целей, но это можно делать и это доступно.

На занятиях, как правило, запрещено использование мобильных телефонов и других подобных устройств. Для решения познавательных и учебных задач мобильные технологии используются недостаточно, так как они пока еще не нашли своего должного применения со стороны преподавателей. Даже в случае, когда вуз располагает достаточным количеством мобильных пользовательских устройств, занятия с применением этих устройств в большинстве случаев ведут преподаватели информатики. Это не позволяет говорить о том, что возможности мобильных устройств полноценно используются в образовании. Однако некоторые исследователи утверждают, что современные студенты на любом этапе обучения в вузе могут включиться в общий Интернет-процесс, так как информационная готовность профессиональной деятельности студента включает в себя:

- 1) готовность получать знания (работа с учебной, научной и справочной литературой, со средствами массовой информации, обработка информации);
- 2) способность выбирать источники и отбирать из них необходимую информацию (составление плана, структурирование материала, логичное и аргументированное изложение информации);
- 3) готовность понимать ситуацию (понимание смысла вещей и явлений, анализ причин происходящих явлений, выявление отношений одного явления с другими);
- 4) готовность оперировать данными (сбор, копирование и передача сведений, организация рабочего места для работы с данными, умение писать деловые письма, тезисы, аннотации, отчеты);
 - 5) способность и готовность обрабатывать информацию на компьютере [3].

Для реализации цели своего исследования нами была составлена анкета «Особенности цифровой коммуникации», где среди прочих были такие вопросы, как:

1. Общаетесь ли Вы с помощью сети Интернет?		
А) да		
Б) нет		
2. Как Вы можете охарактеризовать процесс общения в Интернете?		
А) Общаюсь только по учебе		
Б) Общаюсь ради самого общения, знакомлюсь, переписываюсь с		
друзьями и прочее		
В) Иное		
3. Укажите Ваш примерный стаж общения с помощью Интернета.		
4. Согласны ли Вы со следующим утверждением: «В моей жизни был период,		
когда я общался(общалась) с помощью Интернета достаточно интенсивно, но		
сейчас я стал(стала) общаться таким образом намного реже»?		
5. Как часто Вы пользуетесь Интернетом для общения?		

A) 1-2 раза в неделю

Б) от 1 до 3 раз в месяц
В) Общаюсь каждый день или почти каждый день
Г) очень редко, раз в несколько месяцев и даже реже
6. Каким из перечисленных ниже средств общения Вы пользуетесь чаще всего?
А) Электронная почта
Б) Чат
В) Форум
Γ) ICQ
Д) Иное
Ваш возраст
Ваш пол

Исследование проводилось среди студентов 1 и 2 курса очного отделения специальностей «Магистральный транспорт» и «Строительство железных дорог, мостов и транспортных тоннелей» филиала РГУПС в г.Воронеж. В нем приняло участие 40 человек. В ходе анкетирования планировалось узнать о форме, частоте и характере общения в цифровом пространстве.

Были получены следующие результаты:

	Форма	Частота	Характер общения										
No	общения	общения											
группы	Эл. Почта фор		ум чат	whatsapp	день	1-2	1-3	Раз в		По учебе Ино			
		форум				раза в	раза в	несколько	друзья		Иное		
						неделю	месяц	месяцев		y 1000			
1 курс	19%	3%	4%	81%	78%	8%	3%	0%	11%	42%	1%		
2 курс	21%	3%	4%	87%	89%	4%	1%	2%	6%	52%	2%		

Из представленной таблицы видно, что студенты 2-го курса активнее используют информационные средства в своей профессиональной деятельности. Это проявляется в использовании виртуального пространства для общения в мессенджере «whatsapp» - 87%, частота общения – 89%, характер общения - «обучение» 52%.

Таким образом, проведенный анализ влияния цифрового пространства на профессиональную деятельность студентов показал значимость формирования не только знаний и умений в сфере информационных технологий, но и системы взглядов и убеждений, способствующих реальному использованию человеком накопленной информации и трансформирующих ее во все аспекты его жизнедеятельности.

Список использованных источников

- 1. Ларюшкина, Н.Е. Информационная готовность будущих специалистов как условие становления профессионала / Н.Е. Ларюшкина // Проблемы и перспективы развития образования: материалы междунар. науч. конф. Пермь, 2011. с.86-92.
- 2. Лулудова, Е.М., Абдикалык, К.С., Жардамалиева, Ж.Б., Орынханова, Г.А. Архетип культура и классификация его дефиниций. / Е.М. Лулудова // Международный журнал экспериментального образования. 2015. № 2-3. С 380-384. EDN: TNCPAF.
- 3. Клименко, Е.В. О проблемах внедрения информационно-коммуникационных технологий в образование / Е.В. Клименко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. -2013. -№ 9. -c.615-621.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ ИНФОРМАЦИЯ КАК КОМПЛЕКС УСТРОЙСТВ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ ОБРАБОТАННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Калачева О.А. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Aннотация. Для многих типов пространственных операций конечным результатом является представление данных в виде карты или графика. Карта — это очень эффективный и информативный способ хранения, представления и передачи информации, имеющей пространственную привязку.

Ключевые слова: пространственная операция, картографическая форма, визуализация обработанной информации.

Abstract. For many types of spatial operations, the end result is a representation of data in the form of a map or graph. A map is a very effective and informative way of storing, presenting and transmitting information that has a spatial reference.

Keywords: spatial operation, cartographic form, visualization of processed information.

Подсистема вывода информации — комплекс устройств для визуализации обработанной информации в картографической форме. Это экраны (дисплеи), печатающие устройства (принтеры) различной конструкции, чертежные автоматы (плоттеры) и др. С их помощью быстро выводят результаты картографирования и варианты решений в той форме, которая удобна пользователю. Это могут быть не только карты, но и тексты, графики, трехмерные модели, таблицы, однако если речь идет о пространственной информации, то чаще всего она дается в картографической форме, наиболее привычной и легко обозримой.

Для многих типов пространственных операций конечным результатом является представление данных в виде карты или графика. Карта — это очень эффективный и информативный способ хранения, представления и передачи информации, имеющей пространственную привязку [1-3]. Раньше карты создавались на столетия. ГИС предоставляет новые удивительные инструменты, расширяющие и развивающие искусство и научные основы картографии. С ее помощью отображение самих карт может быть легко дополнено отчетными документами, трехмерными изображениями, графиками, таблицами, диаграммами, фотографиями и другими средствами, например, мультимедийными [4].

Пожалуй, главным козырем ГИС является наиболее «естественное» (для человека) представление как собственно пространственной информации, так и любой другой информации, имеющей отношение к объектам, расположенным в пространстве (атрибутивной информации). Способы представления атрибутивной информации различны: это может быть числовое значение с датчика, таблица из базы данных (как локальной, так и удаленной) о характеристиках объекта, его фотография, или реальное видеоизображение [5]. То есть ГИС могут помочь везде, где используется пространственная информация и/или информация об объектах, находящихся в определенных местах пространства. Если же посмотреть на некоторые области и экономический эффект применения ГИС, то они могут:

1. Делать пространственные запросы и проводить анализ. Способность ГИС проводить поиск в базах данных и осуществлять пространственные запросы позволила многим компаниях заработать миллионы долларов. ГИС позволяет сократить время получения ответов на запросы клиентов; выявлять территории, подходящие для требуемых мероприятий; выявлять взаимосвязи между различными параметрами (например, почвами, климатом и урожайностью сельскохозяйственных культур); выявлять места разрывов электросетей. Риэлторы используют ГИС для поиска, например, всех домов на определенной территории, имеющих шиферные крыши, три комнаты и 10-метровые кухни, а затем выдать более подробное описание этих строений. Запрос может быть уточнен введением дополнительных параметров, например стоимостных. Можно получить список всех домов,

находящих на заданном расстоянии от определенной магистрали, лесопаркового массива или места работы.

- 2. Многие организации, применяющие ГИС, обнаружили, что одно из основных ее преимуществ заключается в новых возможностях улучшения управления собственной организацией и ее ресурсами на основе географического объединения имеющихся данных, в возможности их совместного использования и согласованной модификации разными подразделениями. Возможность коллективного использования и постоянно наращиваемая и исправляемая разными структурными подразделениями база данных позволяют повысить эффективность работы как каждого подразделения, так и организации в целом. Так, компания, занимающаяся инженерными коммуникациями, может четко спланировать ремонтные или профилактические работы, начиная с получения полной информации и отображения на экране компьютера (или на бумажных копиях) соответствующих участков, например водопровода, и заканчивая автоматическим определением жителей, на которых эти работы повлияют, и уведомлением их о сроках предполагаемого отключения или перебоев с водоснабжением.
- 3. Помочь в принятии более обоснованных решений. ГИС, как и другие информационные технологии, подтверждает известную поговорку о том, что лучшая информированность помогает принять лучшее решение. Однако ГИС – это не инструмент для выдачи решений, а средство, помогающее ускорить и повысить эффективность процедуры принятия решений. Оно обеспечивает ответы на запросы и функции анализа пространственных данных, представление результатов анализа в наглядном и удобном для восприятия виде. ГИС помогает, например, в решении таких задач, как предоставление разнообразной информации ПО запросам органов планирования, территориальных конфликтов, выбор оптимальных (с разных точек зрения и по разным критериям) мест для размещения объектов и т.д. Требуемая для принятия решений информация может быть представлена в лаконичной картографической форме с дополнительными текстовыми пояснениями, графиками и диаграммами. Наличие доступной для восприятия и обобщения информации позволяет ответственным работникам сосредоточить свои усилия на поиске решения, не тратя значительного времени на сбор и осмысливание доступных разнородных данных. Можно достаточно быстро рассмотреть несколько вариантов решения и выбрать наиболее наглядный, эффективный и экономически целесообразный.

Процесс создания карт в ГИС намного более прост и гибок, чем в традиционных методах ручного или автоматического картографирования. Он начинается с создания базы данных. В качестве источника получения исходных данных можно пользоваться и оцифровкой обычных бумажных карт. Основанные на ГИС картографические базы данных могут быть непрерывными (без деления на отдельные листы и регионы) и не связанными с конкретным масштабом или картографической проекцией.

Таким образом, на основе таких баз данных можно создавать карты (в электронном виде или как твердые копии) на любую территорию, любого масштаба, с нужной нагрузкой, с ее выделением и отображением требуемыми символами. В любое время база данных может пополняться новыми данными (например, из других баз данных), а имеющиеся в ней данные можно корректировать и тут же отображать на экране по мере необходимости. В крупных организациях созданная топографическая база данных может использоваться в качестве основы другими отделами и подразделениями, при этом возможно быстрое копирование данных и их пересылка по локальным и глобальным сетям.

Список использованных источников

1. Калачева, О.А., Прицепова, С.А. Особенности геоинформатики //Техносферная безопасность: научные тенденции, средства обеспечения, специальное образование. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Отв. редактор И.М. Казбанова. - Воронеж, 2023. - С. 141-143. - EDN: GVJTZE

- 2. Прицепова, С.А. Понятие о геоинформационных системах // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022). Труды научно-практической конференции. г. Воронеж, 2022. С. 193-198. EDN: MSOSBR
- 3. Прицепова, С.А. Понятие о пространственных данных // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022). Труды научно-практической конференции. г. Воронеж, 2022. С. 187-192. EDN: HRPELF
- 4. Прицепова, С.А. Система базы данных и управления // В сборнике: Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022). Труды научно-практической конференции. г. Воронеж, 2022. С. 183-187. EDN: DLMZBI
- 5. Прицепова, С.А. Источники информации для сбора пространственно-временных данных // ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО («ТРАНСПОРТ-2022»). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Сер. "Теоретические и практические вопросы транспорта" Воронеж, 2022. С. 218-221. EDN: GJACGK.

УДК 331:45

АНАЛИЗ БЛИЗОСТИ ОБЪЕКТОВ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ПРОЕКЦИИ

Калачева О.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Программные комплексы способны выполнять и более сложные работы, проводить анализ территории, дешифрировать снимки классифицировать объекты, моделировать процессы, сопоставлять, оценивать картографируемые альтернативные варианты и выбирать оптимальный путь решения. А современные «интеллектуальные» программы моделируют даже некоторые процессы человеческого мышления.

Ключевые слова: обработка информации, программное обеспечение, анализ территории, проект.

Abstract. Software complexes are capable of performing more complex work, analyzing the territory, deciphering images and classifying mapped objects, modeling processes, comparing, evaluating alternative options and choosing the optimal solution path. And modern "intelligent" programs even simulate some processes of human thinking.

Keywords: information processing, software, territory analysis, project.

Подсистема обработки информации состоит из самого компьютера, системы управления и программного обеспечения.

ГИС-технология предоставляет разные способы манипулирования пространственными данными и выделения данных, нужных для конкретной задачи [1-2]. Созданы сотни разнообразных специализированных программ (или пакетов программ), которые позволяют выбирать нужную проекцию, приемы генерализации и способы изображения, строить карты, совмещать их друг с другом, отображать и выводить на печать. Часто для выполнения конкретного проекта имеющиеся данные нужно дополнительно видоизменить в соответствии с требованиями вашей системы. Например, географическая информация может быть в разных масштабах (осевые линии улиц имеются в масштабе 1: 100 000, границы округов переписи населения — в масштабе 1: 50 000, а жилые объекты — в масштабе 1: 10 000), а для совместной обработки и отображения все данные удобнее представить в едином масштабе и одинаковой картографической проекции [3; 4].

Большая часть подсистем обработки информации работает в диалоговом (интерактивном режиме), в ходе которого идет непосредственный двусторонний обмен информацией между оператором и компьютером.

Подсистема хранения информации представлена базой данных — упорядоченным массивом цифровой информации по какой-либо теме (например, базы данных по рельефу, по населенным пунктам) — куда поступает и вся оцифрованная информация. В ГИС наиболее удобно использовать реляционную структуру хранения данных. При этом для связывания (соединения) таблиц применяются общие поля. Этот простой подход достаточно гибок и широко используется во многих как ГИС, так и не ГИС-приложениях.

В небольших проектах географическая информация может храниться в виде обычных файлов, но при увеличении объема информации и росте числа пользователей для хранения, структурирования и управления данными эффективнее применять системы управления базами данных, которые позволяют быстро находить требуемую информацию и проводить ее дальнейшую обработку.

Базы данных хранятся на магнитных носителях — дисках, дискетах, компакт-дисках постоянной памяти (CD-ROM) и перезаписываемых (CD-RW), оптических и ZIP-дискетах и т.п. Если базы данных размещены на нескольких компьютерах (например, в разных учреждениях или даже в разных городах и странах), то их называют распределенными базами данных. Это удобно, так как каждая организация формирует свой массив, следит за ним и поддерживает на уровне современности. Совокупности баз данных и средств управления ими образуют банки данных. Распределенные базы и банки данных соединяют компьютерными сетями, и доступ к ним (запросы, поиск, чтение, обновление) осуществляется под единым управлением [5].

При наличии ГИС и пространственной информации, пользователь может получать ответы как на простые вопросы (Кто владелец данного земельного участка? На каком расстоянии друг от друга расположены эти объекты?), так и на более сложные, требующие дополнительного анализа, запросы (Где есть места для строительства нового дома? Как повлияет на движение транспорта строительство новой дороги?).

Запросы можно задавать как простым щелчком мышью на определенном объекте, так и посредством развитых аналитических средств. С помощью ГИС можно выявлять и задавать шаблоны для поиска, проигрывать сценарии по типу «что будет, если...».

Современные ГИС имеют множество мощных инструментов для анализа, среди них наиболее значимы два: анализ близости и анализ наложения.

Для проведения анализа близости объектов относительно друг друга в ГИС применяется процесс, называемый буферизацией. Он помогает ответить на вопросы типа: Сколько домов находится в пределах 100 м от этого водоема? Сколько покупателей живет не далее 1 км от данного магазина?

Процесс наложения включает интеграцию данных, расположенных в разных тематических слоях. В простейшем случае это операция отображения, но при ряде аналитических операций данные из разных слоев объединяются физически. Наложение, или пространственное объединение, позволяет, например, интегрировать данные о почвах, уклоне, растительности и землевладении со ставками земельного объекта.

Список использованных источников

- 1. Прицепова, С.А. Система сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных (географических) данных // ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО («ТРАНСПОРТ-2022»). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Сер. "Теоретические и практические вопросы транспорта" Воронеж, 2022. С. 223-227. EDN: СРҮОWM.
- 2. Прицепова, С.А. Информационные технологии программных средств //ТРАНСПОРТ: НАУКА, ОБРАЗОВАНИЕ, ПРОИЗВОДСТВО («ТРАНСПОРТ-2022»). ТРУДЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ. Сер.

"Теоретические и практические вопросы транспорта" Воронеж, 2022. С. 227-229. EDN: GXCBNC.

- 3. Калачева, О.А., Прицепова, С.А. Особенности геоинформатики //Техносферная безопасность: научные тенденции, средства обеспечения, специальное образование. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Отв. редактор И.М. Казбанова. Воронеж, 2023. С. 141-143. EDN: GVJTZE.
- 4. Прицепова, С.А. Понятие о геоинформационных системах // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022). Труды научно-практической конференции. г. Воронеж, 2022. С. 193-198. EDN: MSOSBR.
- 5. Прицепова, С.А. Понятие о пространственных данных // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022). Труды научно-практической конференции. г. Воронеж, 2022. С. 187-192. EDN: HRPELF.

УДК 331:45

УПОРЯДОЧИВАНИЕ АТРИБУТОВ В РЕЛЯЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ

Калачева О.А., Прицепова С.А. *Филиал РГУПС в г. Воронеж*

Аннотация. Значения атрибутов часто упорядочивают в виде таблиц атрибутов. В реляционных моделях баз данных каждая клетка таблицы отражает значение одного из принципов определенного объекта. В зависимости от способа отражения временная форма фиксируется в одной таблице атрибутов данного объекта или в нескольких таблицах для различных временных этапов. Таблица отражает тематическую и отчасти – пространственную формы информации.

Ключевые слова: геокодирование, детальное отображения, почтовый индекс, избирательный округ.

Abstract. Attribute values are often arranged in the form of attribute tables. In relational database models, each cell of the table reflects the value of one of the principles of a particular object. Depending on the reflection method, the temporary form is fixed in one attribute table of this object or in several tables for different time stages. The table reflects the thematic and partly spatial forms of information.

Keywords: geocoding, detailed mapping, postal code, electoral district.

ГИС хранит информацию о реальном мире в виде набора тематических слоев, которые объединены на основе географического положения. Этот простой, но очень гибкий подход доказал свою ценность при решении разнообразных реальных задач: для отслеживания передвижения транспортных средств и материалов, детального отображения реальной обстановки и планируемых мероприятий, моделирования глобальной циркуляции атмосферы.

Любая географическая информация содержит сведения о пространственном положении, будь то привязка к географическим или другим координатам, или ссылки на адрес, почтовый индекс, избирательный округ или округ переписи населения, идентификатор земельного или лесного участка, название дороги или километровый столб на магистрали и т.п. При использовании подобных ссылок для автоматического определения местоположения или местоположений объекта (объектов) применяется процедура, называемая геокодированием. С ее помощью можно быстро определить и посмотреть на карте, где находится интересующий вас объект или явление, такие как дом, в котором проживает ваш знакомый, или находится нужная вам организация, где произошло

землетрясение или наводнение, по какому маршруту проще и быстрее добраться до нужного вам пункта или дома [1].

Значения атрибутов часто упорядочивают в виде таблиц атрибутов. В реляционных моделях баз данных каждая клетка таблицы отражает значение одного из принципов определенного объекта. В зависимости от способа отражения временная форма фиксируется в одной таблице атрибутов данного объекта или в нескольких таблицах для различных временных этапов. Таблица отражает тематическую и отчасти пространственную формы информации.

Дополнительные данные, являющиеся составными частями ГИС, - это тексты, другие таблицы, рисунки, фотографии и иная информация.

ГИС общего назначения, в числе прочего, обычно выполняет пять процедур (задач) с данными: ввод, манипулирование, управление, запрос и анализ, отображение.

Сердцевину всякой ГИС составляет автоматизированная картографическая система (АКС) — комплекс приборов и программных средств, обеспечивающих создание и использование карт. АКС, как и ГИС в целом, состоит из ряда подсистем, важнейшими из которых являются подсистемы ввода, обработки и вывода информации.

ГИС, ориентированные на работу с аэрокосмической информацией, включают специализированную подсистему обработки изображений. В этом случае программное обеспечение позволяет выполнять различные операции со снимками: проводить их коррекцию, преобразование, улучшение, автоматическое распознавание и дешифрирование изображенных объектов, классификацию и др.

Особую подсистему в высокоразвитых ГИС может составлять база знаний, т.е. совокупность формализованных знаний, логических правил и программных средств для решения задач определенного типа (например, для проведения границ или районирования территории). Базы знаний помогают ставить диагноз состояния геосистем, предлагать варианты решения проблемных ситуаций, давать прогноз развития [2]. Можно считать, что в базах знаний реализуются некоторые принципы искусственного интеллекта.

Подсистема ввода информации — это устройства для преобразования пространственной информации в цифровую форму и ввода ее в память компьютера или в базы данных.

Данные для использования в ГИС должны быть сначала преобразованы в подходящий цифровой формат, поэтому под вводом данных понимается процедура кодирования данных в компьютерно-читаемую форму и их запись в базу данных ГИС.

Ввод данных включает три главных шага – сбор, редактирование и очистка, а также геокодирование данных. Последние два этапа называют также предобработкой данных.

Существует множество способов ввода данных для работы с ГИС, по сути сводимые к следующим нескольким наиболее популярным.

Ввод с помощью клавиатуры. Качественные и количественные характеристики цифруемых объектов, а также статистические данные вводят с клавиатуры компьютера. Этот способ редко применяется для пространственных данных. Он может быть совмещен с ручным цифрованием, обычно более эффективно используется как отдельная операция.

Координатная геометрия включает процедуры, используемые, чтобы ввести данные, требующие очень высокой точности расположения. Этот способ характеризуется высоким уровнем точности, получаемым за счет полевых геодезических измерений. В целом способ очень дорогостоящий, наиболее широко используемый для целей земельного кадастра. Процесс преобразования данных с бумажных карт в компьютерные файлы называется оцифровкой. В современных ГИС этот процесс может быть автоматизирован с применением сканерной технологии, что особенно важно при выполнении крупных проектов, либо, при сравнительно небольшом объеме работ, данные можно вводить с помощью особого прибора — дигитайзера. Некоторые ГИС имеют встроенные векторизаторы, автоматизирующие процесс оцифровки растровых изображений.

Ручное цифрование является наиболее широко используемым методом ввода пространственных данных с карт. Для цифрования применяют дигитайзеры и сканеры. С помощью дигитайзеров на исходной карте прослеживают и обводят контуры и другие графические обозначения, а в память компьютера при этом поступают текущие координаты этих контуров, линий или отдельных точек в цифровой форме. Сам процесс прослеживания оператор выполняет вручную, с чем связаны большая трудоемкость работ и возникновение ошибок за счет обвода линий. Эффективность данного метода зависит от качества программного обеспечения цифрования и умения оператора. К главным недостаткам относятся большие временные затраты и допущение наличия ошибок.

Широко используют и способ цифрования по отсканированному изображению, выведенному на экран (цифрование по подложке) с помощью специальных программных средств и стандартной мышки.

Сканирование подразумевает автоматическое получение цифрового изображения карты с помощью сканера. Сама карта размещается на планшете или на барабане. Сканирование выполняется быстро и точно, но приходится дополнительно разделять (распознавать) оцифрованные элементы: реки, дороги, другие контуры и т.п. Точность метода определяется размером ячейки, который можно отсканировать (минимальный фрагмент карты — около 20 микрон (0,02 мм)). Полученное изображение затем нуждается в дальнейшей обработке и редактировании для улучшения качества, иногда преобразовании в векторный формат. В некоторых ГИС сканированные изображения могут непосредственно использоваться для производства карты.

Ввод существующих цифровых файлов подразумевает использование доступных наборов данных различных ведомств и организаций. Приобретение и использование существующих цифровых наборов данных является наиболее эффективным способом заполнения ГИС. В настоящее время все более широкое распространение получает преобразование данных других цифровых источников, таких как данные на магнитных носителях, данных, доступных в сети Интернет (цифровые карты, цифровые космические снимки) и пр. Однако нужно помнить, что пока изображения, распространяемые в Интернет, зачастую имеют низкое разрешение, растровый формат и ограниченные размеры.

Таким образом, можно сделать вывод, что главным критерием выбора формы ввода данных является тип источника данных: для снимков предпочтительнее использовать сканирование, карты можно цифровать или сканировать. Другой критерий связан с типом модели используемой базы данных: сканирование лучше подходит для растровой модели, цифрование – для векторной.

Список использованных источников

- 1. Калачева, О.А., Прицепова, С.А. Особенности геоинформатики // Техносферная безопасность: научные тенденции, средства обеспечения, специальное образование. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Отв. редактор И.М. Казбанова. Воронеж, 2023. С. 141-143. EDN: GVJTZE.
- 2. Прицепова, С.А. Понятие о геоинформационных системах // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (Транспромэк 2022). Труды научно-практической конференции. г. Воронеж, 2022. С. 193-198. EDN: MSOSBR.

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОНИКЕ

Кожевников А.А. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В работе представлен анализ современных достижений в области аддитивной электроники. Описываются возможности технологии изготовления изделий на органической и неорганической основе. Для сравнения приводится традиционный подход полупроводникового производства.

Ключевые слова: аддитивные технологии, электроника.

Abstract. The paper presents an analysis of modern achievements in the field of additive electronics. The possibilities of the technology of manufacturing products on an organic and inorganic basis are described. For comparison, the traditional approach of semiconductor manufacturing is given.

Keywords: additive technologies, electronics.

Развитие цифровых систем обеспечения движения поездов в масштабах дорожной сети нашего государства требует удешевления внедряемой новой аппаратуры. С точки зрения производства электроники снабжение продукцией рассматриваемой железнодорожной отрасли является малосерийным, что отрицательно сказывается на стоимости. Аддитивные технологии синтеза различных изделий позволяют быстро и дешево создавать то, что нужно заказчику, даже в единичных количествах. К сожалению, аддитивная электроника пока находится в зачаточном состоянии, но, тем не менее, может констатировать некоторые успехи, краткое описание которых и является целью данной работы.

Вначале рассмотрим современные подходы массового производства электроники. Типовое устройство состоит из пластикового или металлического корпуса с разъемами, индикаторами, кнопками или сенсорами, внутри которого располагается электронная печатная плата (платы). Последняя (рис. 1) представляет собой пластину из диэлектрика, на поверхности (и/или в объеме) которой сформирован рисунок из металлической пленки в соответствии с электрической схемой и расположены (припаяны) пассивные (резисторы, конденсаторы, индуктивности) и активные полупроводниковые компоненты (диоды, транзисторы, интегральные схемы) [1].

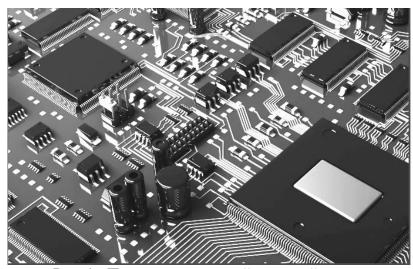


Рис. 1 - Пример электронной печатной платы

Массовое производство полупроводниковых компонентов осуществляется на нескольких предприятиях, обычно разделенных по специализации:

- производство оборудования;
- производство фотошаблонов;
- выращивание кристаллов (например, кремния) и нарезка из них пластин;
- фотолитографические процессы на полупроводниковых пластинах;
- нарезка готовых чипов из полупроводниковых пластин, распайка, корпусирование и выходной контроль.

Рисунки печатных плат формируются методами гальванического нанесения металлизации на диэлектрическую пластину и фотолитографии. Дальше можно реализовать многослойные платы через склеивание и прессование в пакет. На подготовленную печатную плату с отверстиями и рисунками из металлизации распаиваются активные и пассивные компоненты, формируя итоговую электронную печатную плату.

Особенностью полупроводникового производства является непрерывное функционирование оборудования, даже если оно не загружено. Это связано с долгим выходом на рабочий режим (больше недели), например, вакуумных постов, где постоянно должны быть включены насосы, откачивающие воздух. Таким образом, стоимость отдельного компонента (интегральной схемы, транзистора, диода и т.д.) сильно зависит от того, насколько было загружено оборудование, т.е. в идеале необходимо единовременное производство максимально возможного количества.

Аддитивный (от английского «add» - прибавлять) техпроцесс нацелен на синтез единичного образца продукции. Аддитивная технология, в отличие от вычитающей, аналогичной по сути высказыванию скульптора Огюста Родена «взять глыбу мрамора и отсечь все лишнее», подразумевает послойное наращивание только необходимой части будущего изделия. Устройство, реализующее описанный техпроцесс, называют 3D-принтером.

Применение 3D-печати активно внедряется в странах северной Америки в различных отраслях машиностроения: аэрокосмической, оборонной и автомобильной [2]. Идет активное изучение возможностей данной технологии в строительстве. В основе синтеза изделия стоит виртуальная компьютерная модель, где, исходя из вида будущей детали и возможностей принтера, формируются параметры профиля слоев. Преимуществом такого подхода к проектированию является произвольность формы, а также возможность мгновенной передачи информации в любую точку мира, где есть Интернет. Активному внедрению аддитивных технологий в машиностроение способствует ряд положительных эффектов:

- улучшение свойств готовой продукции;
- значительная экономия сырья;
- возможность изготовления изделий со сложной геометрией;
- мобильность производства и ускорение обмена данными.

Ну а что же с аддитивной электроникой? Здесь можно отметить успехи в двух направлениях:

- производство приборов на основе органических материалов;
- формирование основы и металлизации многослойных печатных плат.

Настоящий бум сегодня испытывает производство матриц с органическими светоизлучающими слоями, используемых в современных ОLED-дисплеях компьютерных мониторов и экранов смартфонов [3]. Возможность синтеза интегральных схем на основе органических материалов была принципиально доказана уже довольно давно [4], но одно дело единичный прототип, а другое дело – массовое производство через печать на принтере. Основой цифровой электроники является транзистор, а в контексте рассматриваемого направления – полимерный транзистор [5]. На сегодняшний день пока осуществляется поиск наиболее подходящих материалов и отработка технологии. При всех своих положительных качествах, таких как легкость, гибкость, дешевизна и т.д., имеется и ряд отрицательных: невысокое качество устройств и недолговечность получаемых приборов. Отсюда вытекает

область массового применения органической электроники в качестве одноразовых изделий: этикетки, умная упаковка, сенсоры и т.п. Таким образом, на текущем этапе развития можно сделать вывод, что данное направление аддитивной электроники не может стать основой построения перспективных цифровых систем обеспечения движения поездов, поскольку для этого необходима повышенная надежность применяемой аппаратной базы.

Другим вектором аддитивных технологий в электронике является производство многослойных печатных плат. Особенно это актуально при разработке прототипов будущих устройств, поскольку позволяет существенно сократить время при переходе от проекта к работающему изделию.

Кроме диэлектрической основы и многослойной металлизации (рис. 2), подобными материалами можно реализовать и некоторые функциональные компоненты, например, конденсаторы и элементы радиочастотных схем [6], но этим и ограничиваются современные возможности массового производства печатной электроники.



Упрощенный процесс — слой за слоем:

- Проводящие слои
- Диэлектрические слои
- Отверстия
- Паяльная маска

Рис. 2 - Срез печатной платы, выполненной по 3D-технологии [6]

Из представленного анализа очевидно, что необходим поиск новых направлений, который сможет выйти на полнокровную реализацию потенциала аддитивных технологий в приборостроении. Как было отмечено ранее, современный 3D-принтер позволяет целенаправленно манипулировать слоями диэлектриков и металлов, через которые создаются элементы радиочастотных схем. Последние работают с гармоническими сигналами на основе электромагнитной волны. Если кодировать дискретной разницей фаз вычеты по модулям в системе остаточных классов, то теоретически существуют устройства, производящие арифметические операции в параллельно функционирующих вычислительных трактах [7]. На первом этапе необходимы прикладные исследования, позволяющие показать принципиальную возможность создавать такие вычислительные структуры радиочастотных электрических схемах, после чего – переходить к технологии 3D-печати.

Список использованных источников

- 1. Третьяков, С. Д. Современные технологии производства радиоэлектронной аппаратуры. Учебное пособие Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2016. 102 с.
- 2. Новиков, С. В. Аддитивные технологии: состояние и перспективы: учебное пособие / С. В. Новиков, К. Н. Рамазанов // Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. Уфа: УГАТУ, 2022.-75 с.
- 3. Романова, И. Органические светодиоды. Новые материалы, новые технологии / И. Романова // Электроника: Наука, технология, бизнес. -2012. -№ 6(120). C. 050-057. EDN PCPBXD.

- 4. Bottom-up organic integrated circuits / E. C. P. Smits, B. De. Boer, P. W. M. Blom [et al.] // Nature. 2008. Vol. 455, No. 7215. P. 956-959. EDN LLEICX.
- 5. Кузьмина, Е. К. Полимерные транзисторы / Е. К. Кузьмина, В. А. Монахова, А. П. Цуркин // Технические науки: традиции и инновации : материалы Международной заочной научной конференции, Челябинск, 20–23 января 2012 года. Челябинск: Два комсомольца, 2012. С. 83-88. EDN VYHXEF.
- 6. Фрайд, С. Перспективы развития аддитивного производства электроники / С. Фрайд, С. Шихов // Технологии в электронной промышленности. -2020. -№ 3(119). С. 32-33. EDN IFYRGE.
- 7. Кожевников, А. А. Синтез тонального арифметического устройства табличного типа / А. А. Кожевников // Computational Nanotechnology. 2023. Т. 10, № 1. С. 95-102. EDN HBIQNM.

УДК 004.3, 656.257

ФУНКЦИОНИРОВАНИЕ МПЦ КАК ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Кожевников А.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В работе представлено описание обобщенной схемы микропроцессорной централизации. Кратко рассмотрен процесс формализации задачи управления для вычислений на ЦПУ комплекса. Статья касается вопросов помехозащищенного кодирования как надежной основы для обмена сообщениями с объектными контроллерами.

Ключевые слова: микропроцессорная централизация, вычислительная система

Abstract. The paper presents a description of a generalized microprocessor centralization scheme. The process of formalization of the control task for computing on the CPU of the complex is briefly considered. The article deals with the issues of noise-proof coding as a reliable basis for messaging with object controllers.

Keywords: microprocessor centralization, computer system

Растущий грузопоток постоянно сталкивается с запаздывающим развитием сети железных дорог. Это приводит к задаче увеличения пропускной способности имеющихся магистралей и, соответственно, к повышению скорости движения и осуществления технологических операций на станциях. Сверху рост продуктивности реализуется внедрением различных АСУ, а снизу — современных систем автоматики и телемеханики. Развитие последних опирается на расширение применения специализированных вычислительных комплексов на станциях и в автоблокировке. Микропроцессорная централизация (МПЦ) представляет собой систему управления, реализующую алгоритм функционирования централизации стрелок и сигналов станций железнодорожного транспорта на программном уровне. Целью работы является анализ МПЦ с точки зрения функционирования как вычислительной системы.

Типовая МПЦ содержит автоматизированные рабочие места диспетчера и электромеханика (APM), два центральных процессорных устройства (2 ЦПУ), объектные контроллеры (ОК) и подключенные к ним через каналы телеуправления и телесигнализации (ТУ и ТС) напольные устройства (рис. 1).

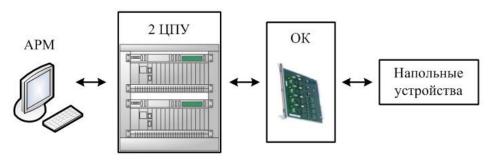


Рис. 1 - Общая схема микропроцессорной централизации [1]

АРМ обычно представляет собой персональный компьютер с установленным на него специализированным программным обеспечением, позволяющим сотрудникам осуществлять необходимые технологические манипуляции. Первое ЦПУ реализует управление системой в автоматическом режиме в соответствии с заданными алгоритмами и настройками, предварительно произведенными через АРМ или через соединение с диспетчерской централизацией. Второе ЦПУ находится в режиме ожидания на случай поломки первого. Каждое ЦПУ может компоноваться несколькими процессорами (компьютерами), разделенными по функциям. Так, в системе Ebilock-950 [2] присутствуют сразу три отдельных вычислителя, два из которых занимаются обменом данными с ОК, а третий – алгоритмами централизации. Функцией ОК является переработка цифровых команд, приходящих от ЦПУ, в сигналы ТУ, а также преобразование сигналов ТС в цифровые сообщения для ЦПУ. В ряду напольных устройств, с которыми может работать МПЦ, в первую очередь стоит отметить наиболее массовые: стрелочные приводы, светофоры и рельсовые цепи.

Для построения МПЦ как системы, осуществляющей управление на основе компьютера, необходимо формализовать задачу, т.е. привести ее к таким логическим утверждениям, которые смогут обрабатываться вычислительными средствами. Как и в случае доказательства математической теоремы первоначально исходим из некоторых аксиом технического характера:

- машинист локомотива управляет скоростью состава;
- светофоры предназначены для передачи машинисту приказов о скорости движении на текущем и следующем участке;
- стрелка устанавливает одно из двух направлений следования при противошерстном движении и одно при пошерстном;
- рельсовая цепь является устройством, позволяющим контролировать расположение состава на определенном участке.

Развитие путей каждой станции сопровождается расстановкой стрелок, светофоров и определением положения изолирующих стыков участков. Обозначенные ранее аксиомы, а также ряд условий технологического порядка, применительно к схеме станции определяют техническую формулу, представленную в виде таблицы взаимозависимостей, целью которой является выявление враждебных маршрутов, т.е. таких, где одновременное движение недопустимо.

Анализ схем крупных станций приводит к дроблению на элементарные маршруты – секции. Это позволяет формировать и закрывать полный маршрут отдельными кусочками, что дает более гибкий подход к вопросу одновременного движения составов. Все это отражается в таблицах зависимостей, где отсутствуют враждебные маршруты, но описаны вариативные [3].

Полученные таблицы формализуются и вводятся в ЦПУ. Так, в системе Ebilock-950 для этой цели был разработан специализированный язык STERNOL [2]. Основу языка составляют переменные, которые имеют некоторое число внутренних состояний и набора правил. Каждая из переменных принимает то или иное состояние в зависимости от

воздействия встроенного правила. Все взаимодействия с внешними объектами происходят также посредством переменных.

Таблицы зависимостей на основе алгоритмов централизации и графика движения через станцию позволяют сформировать последовательность исполнения маршрутов на заданный период (рис. 2).

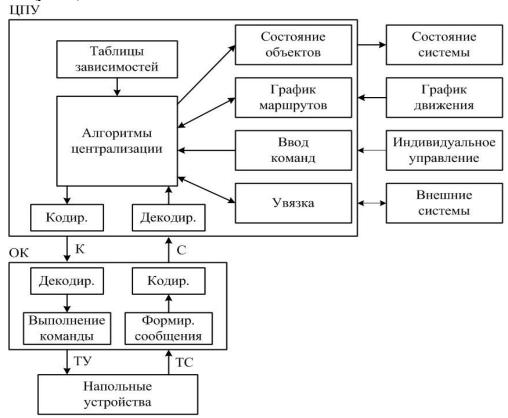


Рис. 2 - Обобщенная схема основных компонентов, определяющих функционал вычислительных задач ЦПУ и ОК микропроцессорной централизации

Технологические потребности или наличие неисправностей в системе требуют оперативного вмешательства в вычислительный процесс через индивидуальное управление. Непрерывный мониторинг и анализ состояния объектов централизации позволяет своевременно реагировать на нештатные ситуации. Также МПЦ должна иметь доступ к информации о функционировании внешних, но задействованных в общем процессе железнодорожного движения, систем. На основе предложенных на рис. 2 компонентов формируется пакет программного обеспечения микропроцессорной централизации.

Для надежного обмена телеграммами между ЦПУ и ОК, наряду с применением двух источников одинаковых команд, также используется помехозащищенное кодирование. В частности, в системе Ebilock-950 это реализовано кодами Хэмминга [4; 5]. Соответственно, при работе с приходящими в ОК пакетами необходимо произвести декодирование команд от процессора А и Б, после чего произвести их сравнение, и в случае совпадения перейти к выполнению. Передача информационного сообщения о состоянии объекта (ОК и напольного устройства) осуществляется через формирование двух телеграмм, кодирование и отправление их в ЦПУ.

Таким образом, анализ работы МПЦ как вычислительной системы выявляет узкий круг решаемых задача. Влияние технологических аспектов отражается не только на качестве используемых данных, но и на том, что микропроцессорная централизация является системой реального времени.

Список использованных источников

- 1. Кожевников, А. А. Разработка микропроцессорной системы управления напольным оборудованием учебного стенда / А. А. Кожевников // Вестник ГГНТУ. Технические науки. 2023. Т. 19, № 2(32). С. 14-24. EDN CJWTEE.
- 2. Микропроцессорная система централизации стрелок и сигналов EBILock 950. Москва : «ТРАНСИЗДАТ», 2008 368 с.
- 3. Рогачева, И.Л., Варламова, А.А., Леонтьев, А.В. Станционные системы автоматики: Учебник для техникумов и колледжей ж.-д. транспорта / Под ред. Рогачевой И.Л. Москва : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2007. 411 с.
- 4. Сапожников, В. В. Исследование свойств кодов Хэмминга и их модификаций в системах функционального контроля / В. В. Сапожников, В. В. Сапожников, Д. В. Ефанов //Автоматика на транспорте. 2015. Т. 1, № 3. С. 311-337. EDN UMVUBZ.
- 5. Ефанов, Д. В. Исследование характеристик обнаружения ошибок кодами Хэмминга, учет которых целесообразен при синтезе самопроверяемых устройств автоматики / Д. В. Ефанов, М. В. Зуева, А. В. Пашуков // Автоматика на транспорте. 2023. Т. 9, № 3. С.283-297. EDN UILBSU.

УДК 656.025

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОЕЗДА НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ МАЛОМОБИЛЬНЫХ ПАССАЖИРОВ

Куныгина Л.В. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В данной статье рассматриваются законодательство и нормы для пассажиров с ограниченными физическими возможностями, условия доступности железнодорожного транспорта и обзор технических решений, обучение персонала и улучшение информационной доступности для маломобильных пассажиров. Доступность для людей с ограниченными возможностями — важный аспект, который следует учитывать в различных сферах нашей жизни, включая транспорт. Улучшение доступности не только создает равные возможности для всех пассажиров, но и обеспечивает создание более стабильной и безопасной среды на железных дорогах.

Ключевые слова: маломобильный пассажир, железнодорожный транспорт, доступность среды, качество проезда.

Abstract. This article examines legislation and regulations for passengers with disabilities, conditions for accessibility of railway transport and an overview of technical solutions, as well as staff training and improving information accessibility for passengers with limited mobility. Accessibility for people with disabilities is an important aspect to consider in various areas of our lives, including transportation. Improving accessibility not only ensures equal opportunities for all passengers, but also creates a more stable and safe railway environment.

Keywords: low-mobility passenger, railway transport, accessibility of the environment, quality of travel.

Государственная политика Российской Федерации в отношении инвалидности за последнее время претерпела существенные изменения. Одним из приоритетов современной социальной политики является активная интеграция инвалидов в жизнь общества и создание условий для реализации равных возможностей инвалидов с другими гражданами во всех сферах общественной жизни. Важнейшей предпосылкой эффективной социальной защиты инвалидов является доступность пассажирского транспорта. Доступность пассажирского транспорта определяется безбарьерной средой в обслуживании людей с

физическими и мобильными ограничениями. Это включает в себя создание барьеров для входа и выхода из транспортных средств, а также обеспечение комфортного и безопасного перемещения внутри них.

«Российская транспортная система постоянно меняется в сторону развития. В соответствии с требованиями времени и законов экономического развития в ней происходят адекватные качественные и количественные изменения» [1]. Железные дороги - одни из таких мест, где необходимо обеспечить инклюзивность и равный доступ для всех. Доступность для людей с ограниченными возможностями на железных дорогах — главный фактор в создании инклюзивной транспортной системы.

Для обеспечения доступности на железнодорожных станциях существуют законодательные акты и нормы, которые регулируют эту область. Они включают в себя требования к архитектуре, оборудованию и соблюдению иных условий. Например, в некоторых странах значения ширины дверных проемов и высоты платформы регулируются законодательно, чтобы обеспечить безопасность и удобство пассажиров с ограниченными возможностями. В России доступность зданий и сооружений для маломобильных групп населения регулируется сводом правил СП 59.13330.2020. Свод распространяется как на проектирование общественных зданий открытого доступа населения, так и для проектных решений построенных.

На железнодорожных станциях часто встречаются видимые препятствия, которые могут затруднить или даже заблокировать доступ для людей с ограниченными возможностями. Например, отсутствие подъемных платформ или лифтов может сделать невозможным для людей в инвалидных колясках или с ограниченной подвижностью попадание на платформу.

Стремление железнодорожной компании к оснащению вокзальных комплексов современными техническими средствами для подъёма и спуска на этажи пассажирского здания дает положительную динамику в выборе транспорта. Одним из основных технических решений по улучшению доступности является установка подъемных платформ и лифтов для колясок. Это позволяет людям в колясках с ограниченными возможностями или с ограниченной подвижностью беспрепятственно пересекать различные уровни станций, пользуясь теми же визуальными и звуковыми сигналами, доступными информационными табло систем объявлений [2].

Кроме того, неточности маршрутов в пути следования могут быть опасными для людей с ограниченными возможностями.

Для перемещения к зоне приобретения проездных билетов существуют нормативы проходов и нахождения в кассовой зоне маломобильных пассажиров-колясочников. Стандартная ширина прохода около билетного терминала или билетной кассы должна быть не менее 1,1 метра, а также четко зафиксировано следующие линейные размеры проходов к билетно-кассовой зоне:

Общее число проходов	Число доступных проходов (минимум)				
1-4	1				
5-8	2				
9-15	3				
Более 15	3+20%* дополнительных проходов				

Коммуникация является важной частью обеспечения доступности. Проблемы со связью у людей с ограниченными возможностями слуха или зрения являются значимым фактором при ориентации. Например, отсутствие ярких и понятных знаков, бесплатных объявлений или информационных табло может затруднить ориентацию и получение

необходимой информации. В этом аспекте поддерживает категорию маломобильных граждан законодательный свод СП 82.13330.2016.

Для помощи маломобильным пассажирам на железнодорожном транспорте создан Центр содействия мобильности ОАО «РЖД». В нем наличие специализированных комнат, оборудованных под данную категорию граждан, с адаптированными туалетами, креслами, удобствами для людей с ограниченными возможностями. Это позволяет им чувствовать себя комфортно и независимо во время поездки.

Доступ к понятной и доступной информации жизненно важен для пассажиров с ограниченными возможностями при навигации по железнодорожному вокзалу. Этого можно достичь, обеспечив, чтобы знаки, объявления и инструкции были понятными и размещались на видном месте. Вывески с крупным шрифтом, этикетки со шрифтом Брайля и аудиообъявления могут значительно повысить доступность информации для пассажиров с нарушениями зрения. Кроме того, пандусы, тактильное покрытие и другие приспособления могут помочь пассажирам с ограниченными возможностями передвижения.

Например, специальные ручки и поддерживающие конструкции могут помочь маломобильным людям, а доступные сенсорные устройства или шрифт по Брайлю сделают поездку более удобной для людей с нарушениями зрения.

Технические решения играют ключевую роль в создании доступной среды на железных дорогах, и их внедрение становится все более распространенным для обеспечения равных условий всех пассажиров. Технологии могут стать мощным инструментом улучшения доступности информации для пассажиров с ограниченными возможностями. В сегодняшнюю цифровую эпоху активно используются мобильные приложения и веб-сайты для предоставления обновлений в реальном времени, персонализированной помощи и доступной туристической информации. Такие функции, как голосовая навигация, системы онлайн-бронирования и субтитры в реальном времени, могут значительно улучшить впечатления от путешествия для пассажиров с ограниченными возможностями [3-6].

Важно продолжать работу над улучшением удобств и оснащением комнат Центра мобильности ОАО «РЖД», в которых каждый человек с ограниченными возможностями будет чувствовать себя комфортно. Когда речь идет об обеспечении доступности для людей с ограниченными возможностями, крайне важно обучить и вооружить штатный персонал необходимыми навыками и знаниями. Специализированные программы обучения могут помочь обучить сотрудников навыкам по эффективному взаимодействию с пассажирами с ограниченными возможностями. Обучение сотрудников Центра содействия мобильности и проводников пассажирских вагонов навыкам работы с людьми с ограниченными возможностями играет главную роль в обеспечении доступа и комфорта пассажиров. Сотрудники должны быть обучены взаимодействию с людьми с различными типами ограничений, услугам по оказании помощи при посадке и высадке, а также понимать поведение разных групп пассажиров, чтобы позволить им безопасное и удобное путешествие [7-10].

Таким образом, улучшение условий проезда людей с ограниченными возможностями по железным дорогах страны является важным фактором для создания инклюзивной и безбарьерной среды. Благодаря соблюдению законодательства в области железных дорог, применению инновационных технических решений и обучению персонала можно сделать железнодорожный транспорт более доступным и комфортным для всех пассажиров и тем самым повысить качество проезда на железнодорожном транспорте для маломобильных пассажиров.

Список использованных источников

1. Куныгина, Л. В. Особенности транспортных систем России / Л. В. Куныгина //Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России (ТрансПромЭк 2020): труды Международной научно-практической конференции, Воронеж, 09–11 ноября 2020 года / Ростовский государственный университет путей

- сообщения. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2020. С. 162-165. EDN IPJZIW.
- 2. Куныгина, Л. В. Реализация концепции создания "Умного вокзала" на станции Чертково / Л. В. Куныгина // Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019"): труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта», Воронеж, 23 января 23 2019 года. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2019. С. 63-68. EDN GSMQBM.
- 3. Государственное управление железнодорожным транспортом и его совершенствование / В. А. Мирончук, А. Л. Золкин, Л. В. Куныгина, Е. А. Попова. Краснодар : Индивидуальный предприниматель Кабанов Виктор Болеславович (Издательство "Новация"), 2022. 162 с. EDN UPTHVK.
- 4. Козлов, П. И. Оценка параметров качества обслуживания пассажиров в транспортно-пересадочных узлах / П. И. Козлов, Д. Н. Власов // Вестник МГСУ. -2017. Т. 12, № 5(104). C. 529-536. EDN YQPQXF.
- 5. Куликова, Е. Б. Анализ доступности железнодорожного транспорта для населения крупных агломераций / Е. Б. Куликова, О. Н. Мадяр, А. В. Галицкий // Мир транспорта. -2019. -T. 17, № 2(81). -C. 166-175. -EDN IXTMAD.
- 6. Матанцева, О. Ю. Исследование влияния факторов на качество обслуживания пассажиров и эффективность использования подвижного состава / О. Ю. Матанцева, А. К. Аредова, И. В. Щеголева // Мир транспорта. 2022. Т. 20, № 4(101). С. 98-104. EDN LBEANC.
- 7. О социальной защите инвалидов в Российской Федерации: федеральный закон Рос. Федерации от 24 нояб. 1995 г. №181-ФЗ: принят Гос. Думой Федер. Собр. Рос. Федерации 20 июля 1995 г.: одобр. Советом Федерации Федер. Собр. Рос. Федерации 15 нояб. 1995 г.
- 8. Положение о Комиссии при Президенте Российской Федерации по делам инвалидов: утверждено Указом Президента 21 августа 2012 г. №1201.
- 9. Положение об Отраслевом методическом совете Министерства транспорта Российской Федерации по вопросам формирования на транспорте доступной среды для инвалидов и других маломобильных групп населения»: утверждено приказом Минтранса России от 6 июня 2017 г. №214
- 10. Рыкова, Л. А. Некоторые аспекты формирования доступной среды для инвалидов на транспорте (железнодорожном) // Тенденции развития науки и образования. -2019. -№56. С. 74-77.

УДК 656.211

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВОКЗАЛОВ В ТРАНСПОРНО-УЗЛОВЫЕ ПАССАЖИРСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Куныгина Л.В. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Модернизация вокзалов в транспортно-узловые пассажирские комплексы является актуальной темой, требующей всестороннего изучения и анализа. Вокзалы играют главную роль в обеспечении комфортного пассажирского транспорта, обеспечении и безопасном перемещении между различными городами и регионами. В современном мире, где население растет, технологии развиваются и меняются в качестве транспортных средств, модернизация вокзалов становится необходимостью. В данной статье рассмотрены причины модернизации вокзалов, основные проблемы современного

вокзального комплекса на этапах реконструкций, этапы возведения транспортно-пересадочных комплексов на базе вокзалов.

Ключевые слова: вокзальный комплекс, инфраструктура, транспортно-пересадочный комплекс, транспортная система, модернизация вокзала, реконструкция вокзала, железнодорожная станция.

Abstract. The modernization of railway stations into transport hub passenger complexes is an urgent topic that requires comprehensive study and analysis. Railway stations play a major role in providing comfortable passenger transport, ensuring and safe movement between different cities and regions. In the modern world, where the population is growing, technologies are developing and changing as vehicles, the modernization of railway stations is becoming a necessity. This article discusses the reasons for the modernization of railway stations, the main problems of the modern railway complex at the stages of reconstruction, the stages of the construction of transport interchange complexes based on railway.

Keywords: railway station complex, infrastructure, transport interchange complex, transport system, modernization of the station, reconstruction of the station, railway station.

Вокзалы классифицируются по следующим признакам: по размерам, по положению относительно станционных железнодорожных путей в плане и по вертикали, по преобладающей категории обслуживаемых пассажиров. Вокзальная инфраструктура — это совокупность зданий, сооружений и средств связи, которые обеспечивают безупречное функционирование железнодорожных вокзалов для удобства пассажиров и других пользователей [1].

Каждый вокзал сети в процессе его производственной деятельности решает задачи различного характера. К ним относятся проведение работ по замене турникетного оборудования, сооружение пассажирских платформ, монтаж систем освещения и навигации, оборудование комнаты отдыха для пассажиров с детьми, уличные навесы и другие реконструктивные и технические решения.

Однако все плановые решения не дают такого результата, как капитальная реконструкция вокзального комплекса и сооружение транспортно-пересадочного комплекса.

Реконструкция железнодорожных вокзалов, превращение их в транспортнопересадочные комплексы, является необходимым шагом в развитии пассажирской транспортной системы. В свете увеличивающегося пассажиропотока и привлечения пассажиров на железнодорожный транспорт необходимо модернизировать и модифицировать вокзалы для обеспечения транспортной безопасности, повышенной комфортности пассажиров и эффективности пассажирского движения.

Необходимость реконструкции железнодорожных вокзалов складывается из нескольких факторов: увеличение пассажиропотока, устаревшая инфраструктура, транспортная безопасность, недостаточное количество платформ и путей, проблемы с парковкой и дорожным движением в зоне привокзальной площади. Рассмотрим их более подробно.

Увеличение пассажиропотока. Учитывая постоянно растущее число пассажиров, пользующихся железнодорожным транспортом в качестве предпочтительного вида транспорта, неудивительно, что существующие железнодорожные вокзалы с трудом справляются с пассажиропотоком. Только в октябре 2023 года больше 100 миллионов пассажиров доставлены железнодорожным транспортом, из них 92,1 млн человек составляют пассажиры пригородного движения и 9,6 млн человек перевезено в дальнем сообщении.

Устаревшая инфраструктура. Устаревшие сооружения, разрушающиеся конструкции и отсутствие современных удобств из-за небольших площадей заставляют почувствовать всю прелесть неблагоустроенности. «Чаще всего в старых железнодорожных вокзалах

нехватка пешеходных зон возникает из-за неправильной организации дополнительных (часто коммерческих) функций. Их увеличение в процессе эксплуатации вокзалов происходит за счет сокращения пешеходных зон и территорий» [2].

Транспортная безопасность. В зону транспортной безопасности входит не только сам транспорт, но и вся окружающая его инфраструктура со всеми вспомогательными сооружениями, техническими средствами. Покупка билета означает заключение договора между перевозчиком и пассажиром, при этом первый обязан обеспечить в пути следования и при нахождении в пассажирском здании вокзала безопасность прибывания. Вопросы безопасности при обеспечении пассажирских перевозок отрегулированы государством: для перевозчиков предусмотрен целый свод законов, за соблюдением которых следят контрольно-надзорные органы. Оснащение современным видеонаблюдением, установка камер 4К целесообразна для применения на больших пространствах и в местах значительного скопления людей (кассовые залы, залы ожидания). Это позволит более детально фиксировать факты и оценивать окружающую ситуацию при совершении краж и иных противоправных действий.

К ключевым проблемам существующих станций относится недостаточное количество платформ и путей, поскольку количество поездов и пассажиров увеличивается с каждым годом. Целью реконструкции является расширение этих важнейших элементов инфраструктуры станции.

Проблемы с парковкой и дорожным движением. Зона привокзальной площади в черте города как правило небольшая и недостаточное количество парковочных мест сказывается на управлении дорожным движением в районе привокзальной площади. Планы реконструкции убирают эти проблемы, стремясь обеспечить просторную парковку и более разумную организацию дорожного движения. В качестве предложения можно рассмотреть компоновку территории мягкими столбиками, разграничивающимим пешеходную и автомобильную зоны.

Интеграция различных видов транспорта. К преимуществам создания транспортнопересадочных комплексов можно отнести организацию мультимодальной перевозки, используя два наиболее популярных вида транспорта: автомобильный и железнодорожный. Расписание отправления и прибытия поездов и автобусов по маршрутам рейсов синхронизировано.

Расширение услуг в сфере пассажирских перевозок. Транспортно-пересадочные комплексы оснащаются торгово-развлекательными центрами, открывают совершенно новый мир удобств, включая магазины, рестораны, банки, торговые центры, оснащенные повышенной комфортностью комнаты отдыха, что способствует привлечению пассажиропотоков.

Улучшение управления пассажиропотоками. Важная задача, так как с нее начинаются первые этапы в организации транспортно-пересадочного узла. Основная функция транспортно-пересадочных узлов заключается в перераспределении пассажиров между различными видами транспорта. «Это делается с целью обеспечить удобство пассажиров и сократить время пересадки между различными видами транспорта. Поскольку время, затрачиваемое на пересадку, является важнейшим фактором в современном ТПК, его сокращение значительно повышает качество услуг, предоставляемых пассажирам в комплексе. Это также влияет на инвестиционную привлекательность реконструируемого вокзала» [3].

Планирование и проектирование реконструкции железнодорожных вокзалов начинаются с решением следующих задач:

- анализ потребностей и требований;
- разработка концепций и проектов;
- оценка финансовых и временных затрат;
- выделение ключевых этапов реконструкции;
- снос и демонтаж старых построек;

- строительство новых объектов;
- установка современных систем и технологий, модернизируя станцию, превратив ее в высокотехнологичный транспортный узел.

Формирование актуальной теоретической модели современного транспортнопересадочного комплекса невозможно без серьезных предпроектных исследований. Для наиболее полного исследования транспортно-пересадочных комплексов необходим многоаспектный анализ. Только системное рассмотрение объекта исследования позволяет сформировать наиболее полное понимание его работы и эффективности, основные критерии, зависимости определенного показателя и функционирования объекта. Для этого необходимо рассмотреть архитектурные и внеархитектурные аспекты проектирования ТПК [3; 4-11].

Таким образом, реконструкция железнодорожных вокзалов в транспортно-пересадочные комплексы представляет собой огромный потенциал для улучшения пассажирского движения и развития транспортной системы в целом. Применение современных методик проектирования, затрагивающие и функционально-планировочные, и эстетически-художественные аспекты, может помочь приспособить вокзалы к современным реалиям, при этом сохранив историческую ценность зданий. Создание транспортно-пересадочных комплексов на основе вокзалов позволяет интегрировать различные виды транспорта, обеспечить более широкий спектр пассажирских услуг и улучшить организацию пассажирского движения. Это повышает удобство и эффективность передвижения пассажиров, снижает нагрузку на автомобильный транспорт и способствует устойчивому развитию транспортной системы. И в заключении, железнодорожные вокзалы, преобразованные в транспортно-пересадочные комплексы, представляют собой объекты, привлекающие инвестиции. Планируется к 2030 году осуществить реконструкцию 144-х вокзальных комплексов по всей территории Российской Федерации.

Список использованных источников

- 1. Безверхая, Е. П., Скопинцев, А. В. Пространственновременная эволюция транспортно-пересадочных комплексов в контексте парадигмы восприятия // Архитектура и дизайн: история, теория, инновации. 2021. № 5. С. 23–28.
- 2. Безверхая, Е. П. Транспортно-пересадочный комплекс «точка роста» аэрополиса, градостроительный аспект // Академический вестник УралНИИпроект РААСН. 2022. № 1 (58). С. 14–19.
- 3. Булгакова, Е. А., Савичева, А. А. Современные тенденции проектирования транспортно-пересадочных узлов в инфраструктуре мегаполиса // Евразийский союз ученых. 2015. № 4–9 (13). С. 155–157.
- 4. Воронов, В. А., Чистяков, К. Ю. Транспортно-пересадочные узлы и интермодальные комплексы. Термины и определения // Architecture and Modern Information Technologies. 2020. № 3 (52). C. 252–264.
- 5. Виноградова, М.А., Евтушенко-Мулукаева, Н.М. Методы реконструкции железнодорожных вокзалов в транспортно пересадочный комплекс // ИВД. -2022. -N26(90). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-rekonstruktsii-zheleznodorozhnyh-vokzalov-v-transportno-peresadochnye-kompleksy (дата обращения -03.11.2023).
- 6. Единые требования к формированию транспортно-пересадочных узлов и транспортно-пересадочных комплексов на сети железных дорог ОАО "РЖД": распоряжение ОАО "РЖД" от 22.09. 2016 г. № 1945 р. Электронный ресурс. Доступ из АСПИ ЖТ (дата обращения 03.11.2023).
- 7. Муктепавел, С.В. Экономическое обоснование способов освоения железнодорожных пассажирских перевозок в регионах URL: miit.ru/content/Диссертация.pdf. id_wm=805463
- 8. Научные основы создания интермодальных транспортных систем в городах России: отчет НИР / ЦНИИП градостроительства. ЗАО "Петербургский НИПИГрад", 2012.

- 9.Самуйлов, В. М. Железнодорожный вокзал будущего / В. М. Самуйлов, И. А. Медовщиков, Т. А. Каргапольцева // Инновационный транспорт. -2020. -№ 1(35). C. 3-10. EDN RTGOYO.
- 10. Свечкарь, Е.С. Функционально-планировочные приемы при реконструкции железнодорожных вокзалов и преобразование их в транспортно-пересадочные узлы / Е.С. Свечкарь, А.Г. Адигеев // Architecture and Modern Information Technologies. 2021. №3(56). С. 104—118. URL: https://marhi.ru/AMIT/2021/3kvart21/PDF/07_svechkar.pdf (дата обращения 24.10.2023).
- 11. Транспортно-пересадочный узел // Комплекс градостроительной политики и строительства города Москвы. URL: https://stroi.mos.ru/tpu (дата обращения 03.11.2023).

УДК 378

МЕТОДЫ ЭФФЕКТИВНОГО ПРЕПОДАВАНИЯ НА ДНЕВНОМ ОТДЕЛЕНИИ ВУЗА

Куныгина Л.В., Серегина А.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В современном образовательном процессе методы преподавания играют ключевую роль в достижении целей образования, получения профессиональных навыков обучающихся. В статье проведен анализ современных методов преподавания образовательных дисциплин в высшей школе. В ходе исследования выделены методы обучения, которые позволяют повысить результативность преподавательской деятельности, а также сделать процесс обучения более интересным и содержательным.

Ключевые слова: преподаватель высшей школы, дневное обучение, образовательный процесс, качество обучения.

Abstract. In the modern educational process, teaching methods play a key role in achieving educational goals and obtaining professional skills for students. The article analyzes modern methods of teaching educational disciplines in higher education. The study identified teaching methods that can improve the effectiveness of teaching, as well as make the learning process more interesting and meaningful.

Keywords: higher school teacher, full-time education, educational process, quality of education.

Преподавание на дневном отделении вуза имеет огромное значение для достижения итоговых целей обучения студентов. Эффективные методы обучения играют ключевую роль в создании стимулирующей и познавательной среды, которая способствует развитию умений и навыков студентов.

Эффективность обучения определяется внутренними и внешними критериями. В качестве внутренних критериев используют успешность обучения и академическую успеваемость, а также качество знаний и степень наработанности умений и навыков, уровень развития обучающегося, уровень обученности и обучаемости.

В качестве внешних критериев эффективности процесса обучения принимают:

- степень адаптации выпускника к социальной жизни и профессиональной деятельности [3];
 - темпы роста процесса самообразования;
 - уровень образованности;
 - готовность повысить образование.

Учебная деятельность включает в себя:

- овладение системами знаний и оперирование ими;
- овладение системами обобщенных приемов (способов) учебной работы;
- развитие мотивов учения, становление мотивации и смысла последнего;

- овладение способами управления своей учебной деятельностью [2].

Кроме того, необходимым условием грамотности выпускников технического вуза является высокая активность участников в процессе обучения — преподавателей и студентов. Причем активность студента в этом процессе является решающей [11]. На дневном отделении вуза важно использовать многовариантные подходы в преподавании дисциплин, которые способствуют активному современному образованию студентов и наивысшему уровню знаний.

В современной педагогической науке существует большое количество исследований по проблемам эффективности обучения и учения. В свое время основное внимание в вопросах эффективности обучения уделяли тому, чтобы помочь преподавателю осуществить эффективную организацию учебного занятия. Эффективное обучение имеет прямое влияние на достижение итоговых целей в образовании. Когда студенты находятся в стимулирующей и поддерживающей учебной среде, они лучше усваивают знания, развивают критическое мышление и приобретают необходимые навыки для будущей карьеры. Преподаватели, использующие эффективные методы, способны зажечь искренний интерес и мотивацию у студентов, помогают им добиться успеха в своих учебных усилиях [4-6].

В настоящее время из современных способов обучения можно выделить следующие: применение проблемных и игровых технологий, методы коллективного и группового взаимодействия, использование имитирующих методов активного обучения, анализ сложившейся ситуации, проведение проектной работы, обучение в условиях сотрудничества.

Активное обучение является одним из основных элементов эффективного обучения. Оно предлагает студентам участие в активном и практическом изучении материала, что обеспечивает более глубокое и фундаментальное обучение знаниям. Активное обучение — это метод, при котором учащиеся активно включаются в процесс обучения, задают вопросы, обсуждают и анализируют материал, решают проблемы и обобщают полученные знания на практике. Это позволяет им развивать критическое мышление, самостоятельность и коммуникативные навыки. Применение активного обучения способствует углубленному пониманию темы и активизации мыслительной деятельности студентов. Применение активных методов на лекциях и семинарах может значительно повысить эффективность преподавания. В этом заключается преимущество метода активного образования.

Интерактивные задания, групповые проекты, аналитические и игровые методы помогают учащимся осознать и применить полученные знания на практике. Такие методы также способствуют развитию коммуникационных навыков и налаживанию взаимодействия внутри группы.

Современные технологии имеют огромный потенциал для улучшения преподавательской деятельности и привлечения студентов к учебному процессу. Современные технологии предоставляют множество возможностей для улучшения образовательного процесса. Это онлайн-платформы, электронные образовательные ресурсы, интерактивные учебники и дополнительные материалы, позволяющие преподавателям создавать динамичную и интерактивную среду для обучения.

Применение образовательных ресурсов и онлайн-платформ помогает преподавателям предоставлять студентам дополнительные материалы, практические задания и вести электронное общение в виртуальной среде. Это делает учебный процесс более интерактивным и доступным, а также обеспечивает индивидуальную поддержку и обратную связь. Это также позволяет студентам получать доступ к материалам в любое удобное время и из любого места.

Нельзя не отметить важность индивидуального подхода к студенту в ходе обучения. Индивидуальный подход к студентам позволяет преподавателям адаптировать методы преподавания к индивидуальным потребностям, способностям каждого студента. Это помогает обучающимся быстрее усваивать знания, повышать степень их участия в учебном

процессе и получать более высокие результаты обучения. Преподавателю необходимо учитывать различные психотипы личности, особенности каждого студента и применять схемы конструктивного общения.

Классические методы преподавания в вузе могут казаться скучными и однообразными, если только слушать лекции И читать учебники, также малоинтерактивными, поэтому применение интерактивных методов и приемов на занятиях повышает интерес студента к образовательному процессу. Интерактивность – это ключевой фактор для активного участия студентов в процессе обучения. Когда учащиеся активны, они лучше запоминают информацию и развивают критическое мышление. Благодаря использованию интерактивных методов, преподаватель может применять на занятиях элементы игр, дискуссий или ролевых моделей, что делает процесс обучения гораздо более увлекательным и запоминающимся [7-10].

Примеры интерактивных методик: беседа (дискуссия), проектная работа, игры и ролевые модели. Например, можно использовать такие варианты:

- дискуссии: разделите студентов на группы и дайте им задание обсудить конкретную тему. Это позволит им активно выражать своё мнение и аргументировать свою точку зрения. В результате, благодаря дискуссиям, они развивают навыки анализа и общения.
- проектная работа: предложить студентам выбрать проект, связанный с изучаемой темой. Это может быть исследовательская работа, создание презентаций или разработка практических решений. Проектная работа помогает учащимся применять знания на практике и развивать творческое мышление.
- игры: игровые формы обучения могут быть дополнительным способом активизировать студентов. Это может быть квиз, в виде небольшого онлайн-опроса, викторина или ролевая игра.
- ролевые модели: возьмите на себя роль руководителя или эксперта в предметной области и задайте студентам вопросы, чтобы они могли практиковаться и применять знания. Это помогает им привыкнуть к реальной ситуации и навыкам решения проблем. Таким образом, применение интерактивных методов и приемов на занятиях является ключевым фактором эффективности преподавания в сфере высшего образования. Они делают процесс обучения более интересным и обеспечивают более активное участие студентов.

Таким образом, эффективные методы преподавания на очном отделении вуза играют решающую роль в активном и качественном образовательном процессе. Они позволяют преподавателям адаптировать подходы к индивидуальным потребностям студентов, использовать современные технологии, развивать критическое мышление и творческий потенциал студентов. Применение интерактивных методов и формативной оценки также обеспечивает повышение качества образования. Следуя действенными методам обучения, преподаватели могут создать вдохновляющую и результативную учебную среду.

Список использованных источников

- 1. Мешкова, Т. А. Качество преподавания как неотъемлемая часть культуры качества в вузе / Т. А. Мешкова // Вопросы образования. 2010. № 3. С. 115-135. EDN MVJHHX.
- 2. Миненко, Н. В. Компетентностный подход как гарантия качества преподавания в вузе / Н. В. Миненко // Научный журнал Дискурс. 2016. № 2(2). С. 147-152. EDN XUVYDD.
- 3. Кузьмина, Н.А. Эффективность процесса обучения и учения // Теория и практика общественного развития. 2013. N21. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/effeltivnost-prdsessa-obucheniya-i-ucheiya (дата обращения 26.10.2023).
- 4. Куныгина, Л. В. Методы адаптации к образовательному процессу студентов первого курса высшей школы / Л. В. Куныгина, А. А. Куныгина // Наука и образование: прошлое, настоящее и будущее: Сборник статей IV международной студенческой научно-

практической конференции, Воронеж, 23 сентября 2022 года. — Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2022. — С. 174-177. — EDN EPYLMH.

- 5. Активизация обучения студентов в высшем образовании: маршруты потенциальной реализации / Ю. Ван, Т. Н. Панкова, Л. В. Куныгина [и др.] // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Гуманитарные науки. -2022. -№ 9-2. C. 21-25. EDN RPVOAN.
- 6. Еремина, Н. В. Диалогическое взаимодействие основа развития языковой личности студента / Н. В. Еремина, В. В. Томин // Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры : сборник материалов Всероссийской научно-методической конференции, Оренбург, 26–27 января 2023 года. Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2023. С. 196-199. EDN GBNRZO.
- 7. Савиных, Г. П. Формирующее оценивание как компонент внутренних систем оценки качества образования / Г. П. Савиных // Образование и саморазвитие. -2022. Т. 17, № 4. С. 139-149. EDN JPRXCA.
- 8. Еремина, Н. В. Технологии взаимодействия как фактор фасилитации самостоятельной работы студентов / Н. В. Еремина, В. В. Томин // Глобальный научный потенциал. -2023. -№ 7(148). С. 15-19. EDN FOEEVI.
- 9. Ларионова, Л. И. Арт-терапевтические технологии в развитии эмоционального интеллекта студентов / Л. И. Ларионова, Л. Н. Азарова // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). -2022. − T. 7, № 2. − C. 199-211. EDN TPBUFZ.
- 10. Возможности электронной социальной сети в решении профессиональных задач вузовского преподавателя / Н. В. Бордовская, Т. В. Тулупьева, А. Л. Тулупьев, А. А. Азаров // Психологическая наука и образование. -2016. Т. 21, № 4. С. 32-39. EDN XWOOIX.
- 11. Зарипов, Р.Н., Зарипова, И.Р. Формы и методы преподавания в современном техническом вузе//Вестник Казанского технологического университета. 2011. № 23. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formy-i-metody-prepodavaniya-v-sovremennom-tehnicheskom -vuze (дата обращения 23.10.2023).

УДК 539.374

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОНСТРУКЦИОННОЙ ЛЕГИРОВАННОЙ СТАЛИ 18ХГТ

Лукин А.А., Лукин О.А. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Приведены результаты испытаний образцов из стали 18XГТ на ударную вязкость и растяжение при комнатной и пониженной (77 К) температурах.

Ключевые слова: термическая обработка, ударная вязкость, хромомарганцевые стали, пластическая деформация, разрушение, твердость, структура, характер разрушения.

Abstract. The results of tests of samples of steel 18HGT on the impact strength and tensile at room and low (77 K) temperatures.

Keywords: heat treatment, impact strength, promomagazine steel, plastic deformation, fracture, hardness, structure, fracture properties.

Хромомарганцевые стали применяют во многих случаях вместо дорогих хромоникелевых. Однако эти стали менее устойчивы к перегреву и имеют меньшую вязкость по сравнению с хромоникелевыми. Недостатком этих сталей является склонность к внутреннему окислению при газовой цементации, что приводит к снижению твердости слоя

и предела выносливости. Бор повышает прокаливаемость и прочность стали, но снижает ее вязкость и пластичность [1]. Наиболее распространенным направлением изменения свойств сплавов являются изменение химических свойств и рациональный выбор термической обработки [2].

Сталь 18ХГТ цементуют при 910-930 0 С, закаливают с 870 0 С с охлаждением в масло и подвергают отпуску при 180-200 0 С. Конструкционная легированная сталь 18ХГТ (заменителями которой являются: 30ХГТ, 25ХГТ, 12ХНЗА, 12Х2Н4А, 20ХН2М, 14ХГСН2МА, 20ХГР) используется в промышленности для изготовления цементуемых деталей ответственного назначения, от которых требуется повышенная прочность и вязкость сердцевины, а также высокая поверхностная твердость, работающие под действием ударных нагрузок. Химический состав стали 18ХГТ в %: C - 0.17-0.23; Si - 0.17-0.37; Si - 0.8-1.1; Si - 0.03; S - 0.035; S - 0.035;

При этом:

- марганец Mn повышает прочность, износостойкость, практически не снижая пластичность, а также увеличивает глубину прокаливаемости стали при термической обработке;
 - сера S снижает ударную вязкость и пластичность, а также предел выносливости;
- хром Cr повышает твердость, прочность, а при термической обработке увеличивает глубину прокаливаемости, положительно сказывается на жаропрочности, жаростойкости, повышает коррозийную стойкость;
- никель Ni действует так же, как и марганец. Кроме того, снижает значение коэффициента линейного расширения;
- азот N придает поверхности высокую твердость, износостойкость, устойчивость против коррозии и усталостную прочность;
- медь Cu увеличивает коррозионную стойкость стали в атмосферных условиях и понижают порог хладноломкости.

Сравнение физических и механических свойств материала подтверждает это (см. табл.1 и табл. 2).

Таблица 1. Физические свойства материала 18ХГТ

Т	E 10 ⁻⁵	α 10 ⁶	λ	ρ
Град	МПа	1/Град	Вт/(м·град)	$\kappa\Gamma/M^3$
20	2,11		37	7800
500	1,68	13,3	34	
800	1,29		29	

Таблица 2. Механические свойства при $T=20~^{0}$ С материала $18X\Gamma T$

Сортамент	$\sigma_{\scriptscriptstyle B}$	σ_{T}	δ_5	Ψ	KCU	Термообработка
-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Сталь	1520	1320	12	50	720	Закалка 850°C, масло; отпуск 200 °C, воздух
Сталь	980	730	15	55	1130	Закалка 850°C, масло; отпуск 200 °C, воздух

 $E 10^{-5}$ - модуль упругости;

α - коэффициент линейного теплового расширения;

λ - коэффициент теплопроводности;

- ρ плотность материала;
- $\sigma_{\scriptscriptstyle B}$ предел прочности;
- σ_Т предел пропорциональности (предел текучести для остаточной деформации);
- δ_5 относительное удлинение при разрыве;
- ψ относительное сужение;

KCU - ударная вязкость, определенная на образце с U-образным концентратором при комнатной температуре.

Твердость стали $18X\Gamma T$ после отжига (ГОСТ 4543-71) - HB $10^{-1} = 217$ МПа.

Высокая ударная вязкость (более 20-80 Дж/см² у разных групп сплавов) характерна для: чистых по примесям, высокопластичных однофазных металлов и сплавов; гетерогенных по структуре сплавов с небольшим количеством избыточных фаз; гетерогенных по структуре сплавов с оптимальным размером и распределением избыточных фаз. Легирование чаще всего снижает ударную вязкость. Очистка от примесей, особенно приводящих к образованию хрупких избыточных фаз, повышает ударную вязкостью.

Ограниченность вариантов используемой термической обработки для стали 18ХГТ позволила достаточно обоснованно предложить расширение интервала температур закалки и ее технологий [3].

Ударная вязкость — это сложная, комплексная характеристика, зависящая от совокупности прочностных и пластических свойств материала. Работа, затрачиваемая на пластическую деформацию и разрушение, определяется площадью под диаграммой динамического изгиба. Ее величина, следовательно, будет тем больше, чем выше пластичность и уровень напряжений течения на всем протяжении испытания.

Основным образцом по ГОСТ 9454-78 служит стержень с квадратным сечением 10x10 мм и длиной 55 мм. В образцах Шарпи U-образный надрез наносится посередине длины. Он имеет ширину и глубину 2 мм и радиус закругления 1 мм.

При ударных испытаниях образцов с надрезом напряжения пластическая деформация концентрируется в ограниченной части объема образца вокруг надреза. Именно здесь поглощается практически вся работа удара.

Испытания проводились на механическом маятниковом копре МК-30A (ГОСТ 9454-78 по Шарпи). Номинальное значение потенциальной энергии маятника -300 Дж, диапазон измерения энергии – от 30 до 240 Дж.

Величина работы деформации и разрушения определяется разностью потенциальных энергий маятника в начальный и конечный моменты испытания.

Испытания на ударную вязкость можно проводить при отрицательных и повышенных температурах. Методика этих испытаний регламентирована ГОСТ 9455-78. Эксперименты при отрицательных температурах производят с использованием тех же образцов, что и при комнатной. Образец выдерживают в жидком хладагенте не менее 15 мин при температуре на $2-6^{\circ}$ С ниже заданной, затем вынимают из ванны, устанавливают на копер и немедленно испытывают. Аналогичная методика используется при высокотемпературных испытаниях (ГОСТ 9454–78) [4]. Например, КСU $^{-80}150/3/5$ – ударная вязкость, определенная на образце с U-образным концентратором при $-80~^{\circ}$ С на копре с максимальной энергией удара маятника 150 Дж при глубине концентратора 3 мм и ширине образца 5 мм.

В целях выяснения влияния температуры нагрева под закалку на размер зерна был выбран определенный интервал температур от 900 0 C до 1200 0 C и исследована структура стали 18 ХГТ после медленного охлаждения от температур 900 0 C, 1000 0 C, 1100 0 C, 1200 0 C.

Результаты и их обсуждение. Отжиг при температурах $900-1100~^{0}$ С не приводит к заметному росту зерна, но твердость увеличивается. Однако высокотемпературный отжиг при $1200~^{0}$ С заметно увеличивает размер зерна с №5 до №3 и снижает твердость стали (табл. 3).

Таблица 3. Зависимость различных механических характеристик от вида термической

обработки

Вид термообработки	σ _{0,2} ,	$\sigma_{\scriptscriptstyle B},$	δ,	ψ,	S _K ,	KCU,	HRC
	МПа	МПа	%	%	МПа	Дж/см2	
Закалка, 900 ⁰ C 10 мин в масло	962	1341	14	19	1589	10	44
Закалка, 1000 ⁰ C 10 мин в масло	1445	1588	15	47	2563	20	46
Закалка, 1100 ⁰ C 10 мин в масло	1198	1535	12	54	2819	70	43
Закалка, 1200 ⁰ C 10 мин в масло	1302	1491	10	47	2485	10	41
Закалка, 900 ⁰ С 10 мин в масло, обработка холодом	1080	1345	12	22	1643	10	29
Закалка, 1000 ⁰ C 10 мин в масло, обработка холодом	1363	1604	13	59	3398	80	41
Закалка, 1100 ⁰ С 10 мин в масло, обработка холодом	1119	1546	23	56	3071	110	41
Закалка, 1200 ⁰ С 10 мин в масло, обработка холодом	1107	1454	14	52	2649	20	42

 $\sigma_{0,2}$ - условный предел упругости;

 δ - относительное удлинение;

 $S_{K}\,$ - истинное сопротивление разрыву;

HRC - твердость по Роквеллу.

Такое состояние структуры дало основание для попыток расширить круг закалочных температур в целях возможного повышения равномерности распределения легирующих элементов и повышения степени легированности твердого раствора. Было решено проверить влияние закалки с повышенных температур в масло на механические свойства материала.

Полученные значения по определению $\sigma_{\text{в}}$, $\sigma_{0.2}$, ψ , δ , S_{K} , HRC (табл. 3) позволяют сделать вывод, что повышение температуры нагрева под закалку от 900 ^{0}C до 1000 ^{0}C дает возможность улучшить практически все механические характеристики ($\sigma_{\text{в}}$ и $\sigma_{0.2}$ на 20%, S_{K} на 60%, ψ на 150%, а HRCc 44 до 46 единиц), однако увеличение температуры до 1100 ^{0}C , дает дальнейшее возрастание только S_{K} и с некоторым их падением при температуре закалки с 1200 ^{0}C .

Сравнение с данными механических свойств, полученных после закалки по стандартному режиму (с 900 0 C), показало, что только относительное удлинение при закалке с 1100 0 C и 1200 0 C и твердость после закалки с 1200 0 C дали значения меньше, чем при температуре закалки с 900 0 C, а все остальные характеристики все время остаются выше нежели после стандартной обработки с 900 0 C.

Изменения свойств в зависимости от закалочных температур наблюдались и при испытании образцов, обработанных холодом, только в этом случае значения свойств выше, чем после закалки с $900~^{0}$ C, причем максимальные значения выявлены после закалки с 1000^{0} C (табл. 3).

Анализ характера разрушения образцов, закаленных в масло, показывает повышенную долю вязкой составляющей в изломе после закалки с температур $1000~^{0}$ С и $1100~^{0}$ С в то время как проведение закалки с $900~^{0}$ С обеспечивает хрупкое разрушение, что сохраняется и для образцов, обработанных холодом, когда явно хрупкий излом в образце,

закаленном с $900\,^{0}$ С, заменяется на типично вязкий «чашка – конус» у образца, закаленного с $1000-1100\,^{0}$ С.

Металлографические исследования структуры показали заметное увеличение размера зерна лишь при температуре нагрева свыше $1100~^{0}$ С. Установлено, что закалка с $1000~^{0}$ С обеспечивает наиболее высокое значение всех параметров, получаемых при испытании образцов на растяжение.

Выявлено изменение характера разрушения от хрупкого после закалки с $900~^{0}$ С и с $1200~^{0}$ С до явно вязкого с типичной схемой разрушения «конус — чашка» после закалки с $1000~^{0}$ С и с $1100~^{0}$ С.

По результатам металлографических исследований установлена близость структуры закаленной стали после всех видов закалки с несколько большей четкостью проявления мартенсита при закалке с $1000-1100~^{0}$ С и уменьшением карбидных частиц с ростом закалочной температуры.

Таким образом, исследования ударной вязкости показали значительное возрастание этого параметра после закалки с 1000 - 1100 ⁰C как в масло, так и с последующей обработкой холодом, причем сформированная путем такой закалки структура после стандартного режима отпуска дает заметное повышение всех пластических и прочностных характеристик, что позволяет считать такой режим оптимальным.

Список использованных источников

- 1. Арзамасов, Б.Н., Макарова, В.И., Мухин, Г.Г. Материаловедение. Москва : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. 632 с.
- 2. Шивандин, Е.М. Склонность хрупкости низколегированных сталей. Москва: Металлургия, 1983.
 - 3. Нитцше, К. Испытания металлов. Москва : Металлургия, 1967.
- 4. Лахтин, Ю.М., Леонтьева, В.П. Материаловедение. Москва : «Машиностроение», 1990. 527 с.

УДК 82(091)

СПЕЦИФИКА САМОВЫРАЖЕНИЯ В ДРЕВНОСТИ И В НАШИ ДНИ

Лулудова Е.М. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье приводятся характерные особенности нескольких основных культурных эпох. Особое внимание привлекается к такому способу самовыражения современности, как надписи на одежде. Рассматривается специфика их лексического наполнения и коммуникативной направленности.

Ключевые слова: ценности культуры, индивидуальность, самовыражение, языковое пространство.

Abstract. The article presents the characteristic features of several major cultural epochs. Special attention is drawn to such a way of self-expression of modernity as inscriptions on clothes. The specifics of their lexical content and communicative orientation are considered.

Keywords: cultural values, individuality, self-expression, language space.

Куда движется мир? Или куда двигаем его мы? Что мы, люди XXI века, можем дать или уже дали этому миру? Кем нас назовут: поколением потребителей или людьми-первооткрывателями Интернета? Эти вопросы мы задаем себе и пытаемся найти ответы, обращаясь в прошлое человеческой цивилизации. Каждый век имеет свои особенности, свою историческую и культурную значимость. Стоит назвать только имя великого человека, в голове разворачивается целая эпоха. Из этого вытекает одна простая истина: время – лишь

инструмент в руках человечества, и от того, как мы сумеем им воспользоваться, зависит то, что останется в истории. Наша цель - рассмотреть, как та или иная эпоха распорядилась временем, вверенным ей, как и через что выразила себя.

Античность - это эпоха цивилизации Древней Греции и Древнего Рима. Одно из самых знаковых имен этого времени – Гомер. Два его произведения «Илиада» и «Одиссея» сопрягают имена и события, вымысел и правду, историю и вечность. Кроме того, в античные времена были заложены основы многих наук. Архимед заложил основы физики, Гиппократ – медицины, Пифагор - основы математики, а Евклид - геометрии. Демосфена и Цицерона можно назвать основоположниками риторики. Также были заложены основы гуманитарных наук – социологии, политологии, философии (Платон, Аристотель). Высшими ценностями античной культуры признавались земная красота и гармония во всем: в природе, искусстве, человеческом теле. Искусство и литература античности пытались в первую очередь воспроизвести эту красоту и гармонию. Античность воспела культ нравственности, благородства, правильного поведения, которые ведут человека к гармонии физического и духовного совершенства [1; 2].

По сравнению с культурой Древней Греции и Древнего Рима культура Средневековья представляется аскетичной. Господствующая роль в обществе принадлежала религии и церкви. Человек рассматривался как греховное существо, требующее прежде всего спасения души, очищения перед Богом. Роль искусства в основном виделась в прославлении Бога. Церкви же приписывалась роль единственного посредника между людьми и Богом. Духовное, божественное противопоставлялось телесному, «низкому», бренному. Однако впервые в западной культуре возникает высшее образование – первые европейские университеты. Большим достижением средневековья стала готическая архитектура, главная особенность которой - направленность здания вверх, к небесам, легкость, «оторванность» от земли (собор Парижской Богоматери). В рамках развития национальных культур были составлены бесценные образцы героического эпоса европейских народов: «Песня о Нибелунгах», «Песнь о Роланде», «Слово о полку Игореве», «Песнь о моем Сиде», романы цикла [3]. Выдающиеся представители культуры Средневековья: Микеланджело Буанаротти, Иероним Босх, Лоренцо Бернини, Андрей Рублев, Джефри Чосер, Фома Аквинский, Джованни Боккаччо и другие.

Важным периодом в жизни европейской цивилизации был Ренессанс, эпоха Возрождения. Основные философские идеи эпохи Возрождения — это утверждение достоинства человека, воспевание его красоты, огромных возможностей человеческого разума, воли, творческого потенциала. Все эти принципы являются гуманистическими, то есть в центре их стоит человек, они утверждают человека. Воистину прекрасные произведения оставили нам люди того времени — Сандро Боттичелли, Рафаэль Санти, Леонардо да Винчи, Уильям Шекспир, Данте Алигьери, Галилео Галилей, Николай Коперник. Их труды написаны для каждого из нас — от портрета Моны Лизы до гелиоцентрической системы [4-6].

И вновь буйство красок, творческой мысли сменяется строгим порядком, преобладанием разума над чувствами. Классицизм хотя и продолжал традиции эпохи Возрождения, но делал это уже со своих позиций, провозгласив абсолютный культ человеческого разума. В искусстве за образец были восприняты произведения Античности, были выработаны строгие нормы и правила, которым необходимо было следовать. Классицизм стремился к выражению возвышенных идеалов, к симметрии и строгой организованности, логичным и ясным пропорциям, наконец, к гармонии формы и содержания литературного, живописного или музыкального произведения [7]. Выдающиеся представители классицизма: Пьер Корнель, Жан Расин, Жан-Батист Мольер, Вольтер, Лафонтен, Буало, Ларошфуко, Ломоносов и Державин.

На смену строгим правилам, разуму приходят чувства: Сентиментализм и Романтизм. Эти два направления проявляют подчеркнутое внимание к человеческой личности, индивидуальности, внутреннему миру; провозглашают культ чувств, природы и

естественного состояния человека; отрицают рационализм, культ разума и упорядоченности. Для Романтизма характерно также существование «двух миров»: мира идеала, мечты и мира действительности. Между ними существует непоправимое несоответствие. Это приводит художников-романтиков в настроение отчаяния и безнадежности, «мировой скорби». Выдающиеся представители романтизма в литературе: Джордж Гордон Байрон, Виктор Гюго, Уильям Блейк, Эрнст Теодор Амадей Гофман, Вальтер Скотт, Генрих Гейне, Фридрих Шиллер, Жорж Санд, Михаил Лермонтов, Александр Пушкин, Адам Мицкевич.

Романтическое разделение на два мира в реализме исчезает. Писатели-реалисты сосредоточивают свой художественный интерес на реальности во всех ее аспектах. Реалисты стремятся вывести и продемонстрировать типичные характеры людей в типичных обстоятельствах. Примером может служить социально-психологический роман в стихах «Евгений Онегин» Пушкина, где автор описал типичную жизнь различных слоев населения России начала XIX-го века: помещиков в провинции, крестьян, столичных дворян и др.

XX век стал для человечества веком «перерождения», мир изменился кардинально, еще никогда прогресс не был столь стремительным. Человек, рожденный в конце XIX века и проживший большую часть своей жизни в веке XX-м, увидел больше, чем любой другой человек из прошлого [8; 9]. Одно открытие следовало за другим столь стремительно, что и искусство подверглось этому скоростному режиму изменений. Одни жанры сменялись другими, на смену одному художественному стилю приходил новый, принципиально иной, и культура всех народов обновлялась, словно кожа змеи. XX век представляется вихрем, вобравшим в себя огромный человеческий ресурс, оголившим и обострившим все чувства.

Сегодня, как и во все времена, молодые люди ищут ответы на мучающие их вопросы бытия, ищут смысл жизни. Для этого кто-то обращается к психологам, кто-то к вере в Бога — у каждого свой путь. Однако кто-то выбирает и такой способ самовыражения, как надпись на олежле.

Наличие или отсутствие надписи на одежде — это, безусловно, показатель возраста, места проживания, образования, увлечений, настроения, политических или художественных пристрастий. Так, взрослые люди более критично относятся к надписям, особенно если не понимают того, что написано на них, поэтому чаще выбирают одежду без каких-либо вербальных знаков на одежде. У молодых людей надписи на одежде самые разнообразные, начиная от текстовых конструкций и заканчивая номером дома или любимого футбольного игрока. У детей — это чаще веселые словосочетания или фразы с визуальными иллюстрациями.

Наблюдения показали, что в настоящее время при наличии полилингвизма в данной сфере большинство людей носят одежду с надписями на английском языке, зачастую не зная их перевода. Хотя имеются и люди, очень внимательно относящиеся к семантике слов, которые присутствуют на их одежде. Молодые люди желают подчеркнуть свою принадлежность к разным социальным группам: студенчества («Я студент!»; «Учеба, ты меня не бойся»; «Был человеком, а стал студентом»; «Или учись, или до свидания!»); футбольных фанатов («Спартак – чемпион!»); приверженцев здорового образа жизни («Не пью – и вам не советую»); любителей известных брендов («Dolce & Gabbana»; «Gucci»; «Prada») и др.

В зависимости от тематики надписи можно разделить на следующие наиболее частотные группы:

- 1) мудрые надписи: «Боишься не делай, делаешь не бойся»; «Высшая мудрость различать добро и зло»; «Бог дает человеку не то, что он хочет, а то, что ему надо. Поэтому не спрашивайте: «за что?», а подумайте: "для чего?»; «Самый опасный человек тот, кто слушает, думает и молчит...», «I am not an Athenian or a Greek, but I citizen of the world»; «Truth is more of a stranger than fiction», «A fanatic is one who can't change his mind and won't change the subject»; «History will be kind to me for I intend to write it»;
- 2) патриотические надписи: «Путин всегда прав!»; «И один в поле воин, если он порусски скроен»; «I love New York»;

- 3) юмористические надписи: «Много есть вредно, а мало скучно»; «Душа поёт кардиограмма пляшет, года идут а дурь всё та же»;
- 4) музыкальные надписи: «Music is my friend»; «Нарру»; «Born to be free»; «Korn»; «Nirvana»; «Metallica»; «Цой жив»; «Я люблю рок»;
- 5) спортивные надписи: «За активный спорт»; «Здоровый образ жизни»; «Кеер calm and play basketball»; «Gym»;
- 6) оценочные надписи: «Заранее извиняюсь»; «Могу дать сдачи»; «Вы все дураки, одна я умная» [10].

По своей коммуникативно-прагматической направленности надписи представляют несколько типов, четкую границу между которыми провести трудно. Частотны надписи информационного характера («Охрана», «МЧС», «Водоканал», «Аэропорт»), довольно распространены надписи, удостоверяющие пребывание человека в определенных, обычно культурно значимых местах («Москва», «Санкт-Петербург», «Paris», «Almaty», «I love Pattaya»). Значительная группа надписей эксплицирует систему ценностей человека: «Россия. Я русский!»; «Слава России»; «Москва – третий Рим»; «За веру, царя и Отечество»; «Я татарин»; «Почетный армянин России».

Обращают на себя внимание и яркие детские надписи, которые разнообразны как по содержанию, так и по оформлению. Например, на детских футболках представляется словесная цепочка мыслительной деятельности ребенка, которую можно видеть в перечислении слов, обозначающих самые значимые для ребенка понятия, характеризующие его картину мира: «Бабушка конфета мультик мама»; «Братик песочница собака мороженое». В надписях на детской одежде преобладающим тоном является юмор, они не несут агрессивных эмоций, в отличие от подростковых надписей («Вся в маму», «Королева здесь я», «Виду себя хорошо, когда могу»), хотя имеются и такие: «Я ребенок. Хочу и ору!»; «Щас что-нибудь натворю».

Особого внимания с этической точки зрения требуют надписи угрожающего либо непристойного характера. Среди множества случаев, описанных в Интернете, показателен пример с Дэвидом Пратту, водителем погрузчика из Питерборо, которому грозил штраф в 80 фунтов стерлингов. Всему виной стала фраза на футболке «Не доставайте меня! Мне скоро некуда будет прятать трупы!». Такая надпись, по мнению британских властей, оскорбительна и провоцирует агрессию окружающих. В России таких случаев пока на выявлено, хотя подобных надписей на молодых людях – великое множество.

Большое количество надписей, ориентированных на молодежную субкультуру, имеет эпатажный характер. Провокационные слоганы, языковая игра, речевые ошибки, элементы карнавализации, использование нелитературной лексики — все это является важной составляющей таких надписей. Частотными являются, например, такие приемы коммуникативного воздействия, как антитеза («Хочу толстый кошелек и тонкую талию»; «Меньше работы — больше денег»); хиазм («Работай, чтобы жить, а не живи, чтобы работать»); трансформация фразеологизмов и афоризмов («Меня не надо носить на руках, я сяду тебе на шею»; «С милым рай в шалаше, если милый на Porsche»).

В современных надписях на одежде широко распространена языковая игра, которая зачастую сопровождается намеренными ошибками в написании, что может быть охарактеризовано как игровой прием, который вводит в текст дополнительные коннотации и поддерживает фонетическое и ритмическое устройство фразы: «ХОТ или неХОТ вХОТящие бесплатно» (реклама мобильного тарифа «Хот» сотовой связи «Джинс»).

Активно применяются приемы графических выделений, которые позволяют обыгрывать различные значения языковой единицы и извлекать из нее дополнительный смысл: «швейЦАРские часы» (швейцарские + царские); «ТВОЕ мироЗДАНИЕ», «НАФТАлиновый бизнес» (фирма «Нафта», экспортирующая нефть и нефтепродукты); «Не про нашу Машу ХИППовая каша» (фирма «ХИПП» – производитель детского питания). Чаще всего такие рекламные слоганы на одежде мало информативны для носителей языка без знания экстралингвистических реалий.

Элементами языковой игры являются и нарочитые искажения слов: «Я такая пуффыстая!»; «Владею древнейшим боевым приемом — у-ку-шу». Средством привлечения внимания является также совмещение элементов разных языков (чаще русского и английского): «Нет на свете милей и краше, чем девочки made in Russia»; «Дедушка не стар, дедушка super Star».

Таким образом, даже надпись на одежде является важным средством самовыражения людей в современном языковом пространстве. Она имеет определенную коммуникативную направленность, которая выражается в двух разнонаправленных тенденциях: с одной стороны, она, выполняя только эстетическую функцию, не является носителем смысла ни для хозяев одежды, ни для окружающих; с другой — надпись на одежде ярко реализует информативную и когнитивную функции вербального знака и в межличностной коммуникации является показателем социального статуса человека.

Список использованных источников

- 1. Завьялов, А.А. Смысложизненная тематика в курсе социальной философии / А.А. Завьялов // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России («ТрансПромЭк-2022»). Труды научно-практической конференции. Воронеж: филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. С. 73-78. EDN: OHURWL.
- 2. Завьялов, А.А. Небытие как диалектическая проблема взваимодействия противоположностей. / А.А. Завьялов // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2023»): Сборник статей Международной научно-практической конференции, Воронеж, 26–28 апреля 2023 года. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2023. С. 62-66. EDN: NDVAWW.
- 3. Лулудова, Е.М. К вопросу о символах романов Артуровского цикла / Е.М. Лулудова // Мир науки, культуры, образования. -2019. -№ 5 (78). C. 490-493. EDN: TGDJLB.
- 4. Лулудова, Е.М. «Гамлет» Шекспира как архетип, или писательские интерпретации готовых сюжетов / Е.М. Лулудова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. -2015. -№ 8. C. 793-802. EDN: UBROOX.
- 5. Luludova E. Shakespere's "Hamlet" as an archetype: a comparative analysis // RupKatha Journal on Interdisciplinary Studies in Humanities. 2017. T. 9. № 3. C.95-102. EDN: XNWOSI.
- 6. Лулудова, Е.М. Трагедия «Ромео и Джульетта» В. Шекспира в свете переводческих и режиссерских рецепций / Е.М. Лулудова // Наука и жизнь Казахстана. 2018. №4(62). С. 198-202.
- 7. URL: http://crossmoda.narod.ru/CONTENT/art/XVIII/klass.html (дата обращения 24.10.2023).
- 8. Лулудова, Е.М. Специфика концепта «Санкт-Петербург» в русской культуре / Е.М. Лулудова //Наука и жизнь Казахстана. 2018. N 2000. С. 165-171.
- 9. Luludova E.M., Abdykalyk K.S., Orynchanova G.A., Medeubaeva K.T. The concept of a person in the literature of the twentieth century (on the problem statement). // Life Science Journal. 2014. T. 11. №11. C.639-643.
- 10. Ивус, О.Н. Слоган на одежде: история, сущность и функционирование. / О.Н. Ивус. // Филологические науки. Вопросы теории и практики. Тамбов, 2012. № 6 (17). С.59-64.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ АВАРИЙНОГО ТОРМОЖЕНИЯ ЛИФТА

Маринченко М.В.

ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля», г. Луганск

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы моделирования работы автоматизированной системы аварийного торможения лифта. Автор предлагает новый подход к моделированию, который учитывает различные факторы, такие как скорость лифта, параметры тормозных устройств и т.д. Применение данного метода позволяет получить более точные результаты и оценить эффективность системы аварийного торможения в различных условиях эксплуатации.

Ключевые слова: транспортная система, моделирование, торможение, ловитель.

Abstract. The article discusses the issues of modeling the operation of an automated elevator emergency braking system. The authors propose a new approach to modeling that takes into account various factors, such as elevator speed, engine load, braking device parameters, etc. The use of this method allows you to obtain more accurate results and evaluate the effectiveness of the emergency braking system in various operating conditions.

Keywords: transport system, simulation, braking, catcher.

Лифты стали неотъемлемой частью нашей жизни, они являются наиболее распространенным видом подъемно-транспортного оборудования для перемещения людей и грузов вверх и вниз по строго вертикальной траектории. Без лифта сегодня невозможно представить ни одно здание. Благодаря своему устройству лифт значительно облегчает подъем на высоту, будь то 20 или 30 этажей. Главное преимущество лифта — его вертикальность, что позволяет сэкономить пространство в здании, занимаемое оборудованием [1].

Основные требования к пассажирским лифтам включают безопасность, надежность и низкий уровень шума. Автоматизация играет важную роль в обеспечении этих требований. Пассажирские лифты предназначены для перевозки не только людей, но и легких грузов. Для перевозки тяжелых и крупногабаритных грузов используются специальные грузовые лифты. Перевозка взрывоопасных и легковоспламеняющихся предметов в лифтах запрещена. В некоторых случаях в лифтах работают операторы (лифтеры), которые помогают людям с ограниченными возможностями или больным [2]. В обязанности лифтера также входит наблюдение за состоянием лифта и вызов специальных служб для устранения поломок или эвакуации пассажиров в случае возникновения неисправности во время движения лифта.

Удобство лифтов заключается в их изолированной автоматизированной системе, которая работает циклично по командам пассажиров. Все операции по доставке пассажиров на нужный этаж и обеспечению безопасности перевозки выполняются автоматически, благодаря чему требуется лишь следить за исправностью системы и вовремя проводить техническое обслуживание.

Кабина пассажирского лифта подвешена на одном конце стального троса, в то время как противовес — на другом его конце. Этот трос перекинут через шкив, вращающийся приводным механизмом. Число канатов и шкивов варьируется в зависимости от веса и других параметров лифта [3]. Когда кабина поднимается, противовес, соответственно, опускается, и наоборот, что делает работу лифта более эффективной и снижает расход энергии, так как большая часть работы выполняется под действием силы тяжести противовеса. Кабина движется вверх и вниз вдоль направляющих, поэтому она может двигаться только в вертикальном положении и не может отклоняться или раскачиваться.

Привод лифта и система управления находятся в машинном помещении. Привод состоит из электродвигателя и передаточного механизма, обеспечивающего вращение шкива [4]. Управляется лифт с помощью электронной системы, которая расположена в специальном шкафу. Этот шкаф подключен к кнопочной панели в кабине с помощью кабеля, протянутого по шахте лифта.

В случае аварийной ситуации, когда лифт начинает двигаться со скоростью, превышающей допустимую, срабатывают ловители, установленные в кабине (а иногда и в противовесе). Они останавливают кабину и фиксируют ее на направляющих. Работа ловителей обеспечивается ограничителем скорости, который оснащен кабелем, ограничивающим скорость, и устройством для его натяжения при превышении скорости.

Если хотя бы один подъемный канат ослаблен, то срабатывает электрический выключатель, который отключает управление подъемником и подъемный механизм [5]. Это предотвращает продолжение работы подъемника и обеспечивает безопасность пассажиров.

При отказе системы управления кабину или противовес можно опустить ниже нижнего рабочего уровня. Чтобы предотвратить сильный удар о дно шахты, на ее дне установлены амортизаторы или буфера, которые смягчают посадку.

Ловитель является важным элементом безопасности в работе лифта, так как его задача – быстро остановить и зафиксировать кабину при возникновении непредвиденной ситуации, такой как превышение допустимой скорости или разрыв тяговых элементов. Благодаря своей конструкции, ловитель способен мгновенно остановить кабину, преодолевая силы трения и сопротивления, возникающие при контакте с направляющими. В результате, тормозной путь становится минимальным, что обеспечивает безопасность пассажиров и предотвращает возможные аварии [6].

Расчет ловителей представляет сложности, так как они взаимодействуют с направляющими лифта, по которым движется кабина. Это требует проведения большого количества экспериментов для проверки их работоспособности с использованием новых материалов и принципов работы [7; 8].

Теоретические исследования проводились с использованием системы компьютерной математики Sclilab, которая используется для выполнения инженерных и научных расчетов. В ходе исследования будут представлены примеры кода на языке Sclilab.

Sclilab предлагает широкий спектр возможностей для создания и редактирования различных типов графиков и поверхностей.

Несмотря на то, что Sclilab включает множество встроенных команд, операторов и функций, его отличительной чертой является гибкость. Пользователи могут создавать свои собственные команды и функции, которые затем могут использоваться наравне со встроенными. Sclilab также имеет мощный собственный язык программирования высокого уровня для решения новых задач.

Исходные данные для первого испытания:

- колодка–ВЧ80–закалка; ролик–9XС–закалка; основание сталь 40X–азотирование (без улучшения);
 - масса улавливаемого груза m = 1000 кг;
 - тормозная сила ловителей R = 1500 кг(14710 H);
 - скорость при срабатывании ловителей V = 2 м/с;
 - коэффициент, учитывающий зависимость тормозной силы от пути торможения K=1;
 - ускорение свободного падения $g = 9.81 \text{ м/c}^2$.

Работа в Scilab. Вводим значения:

```
--> m=1000;

--> R=14710;

--> V=2;

--> K=1;

--> g=9.81;
```

Находим ускорение замедления по формуле:

$$a = \frac{R - m * g}{m},$$

где m – масса улавливаемого груза;

R — тормозная сила ловителей;

g – ускорение свободного падения.

$$--> a=(R-m*g)/m$$

Определим тормозной путь по формуле:

$$S = \frac{m * V_0^2}{2(K * R - m * g)}.$$

где m – масса улавливаемого груза;

 V_0 – скорость при срабатывании ловителей;

R — тормозная сила ловителей;

g – ускорение свободного падения;

K – коэффициент, учитывающий зависимость тормозной силы от пути торможения.

$$--> S=(m*(V*V))/(2*(K*R-m*q))$$

Находим время торможения по формуле:

$$t = \frac{V}{a}.$$

Моделируем процесс аварийного торможения кабины лифта. Строим график зависимости скорости кабины лифта от времени в режиме аварийного торможения (рис. 1).

```
--> x=[0:0.001:t];

--> plot2d(x,y)

--> xlabel 't cek';

--> ylabel 'v,M/c';
```

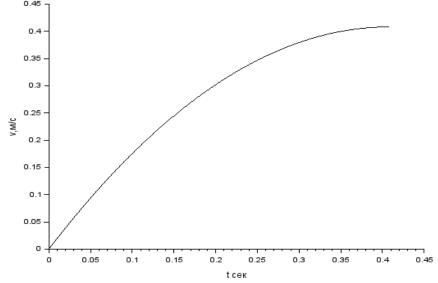


Рис. 1 - График зависимости скорости кабины лифта от времени в режиме аварийного торможения

Таким образом, теоретические исследования показали наилучшее сочетание материалов для поверхностей ловителей. Это обеспечивает наилучшие характеристики, технологичность производства и позволяет создать более совершенный, быстрый и эффективный ловитель лифта.

Список использованных источников

- 1. Лифты: учебник для вузов / Под общ. ред. Д. П. Волкова. Москва: ACB, 1999. 480 с.
- 2. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2023666264 Российская Федерация. «Программа определения углов поворота и прогибов однопролетной бесконсольной балки» : № 2023664939 : заявл. 14.07.2023 : опубл. 27.07.2023 / К. А. Рябко, Е. М. Арефьев, В. В. Малахова [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения». EDN GAWYKG.
- 3. Судакова, В. А. Ловители двухстороннего действия плавного торможения как одно из направлений повышения безопасности и комфортности пассажирских лифтов / В. А. Судакова, М. Г. Гуков // Вестник Белорусско-Российского университета. 2019. № 4(65). С. 66-74. EDN DPEMSH.
- 4. Малахов, О. В. Экспериментальные исследования влияния внешних вибрационных возмущений на рабочие элементы узла трения / О. В. Малахов, В. В. Малахова //Информационные системы и технологии в моделировании и управлении : Сборник трудов VII Международной научно-практической конференции Отв. редактор К.А. Маковейчук, Ялта, 24–25 мая 2023 года. Симферополь: Общество с ограниченной ответственностью «Издательство Типография «Ариал», 2023. С. 149-155. EDN UCPRCE.
- 5. Рябко, К. А. Переходные процессы в приводе шахтных подвесных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2022. № 7(61). С. 129-134. EDN YDJFFG.
- 6. Малахова, В. В. Экспериментальные исследования влияния внешних вибрационных возмущений на рабочие элементы узла трения / В. В. Малахова // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2022. № 12(66). С. 85-88. EDN TPCUNJ.
- 7. Маханьков, А. Д. Автоматизация проектирования лифтового ограничителя скорости с инерционным роликом / А. Д. Маханьков, П. В. Витчук // Механизация и автоматизация строительства : Сборник статей / Под редакцией С.Я. Галицкова. Самара : Самарский государственный технический университет, 2018. С. 155-158. EDN YXDHDN.
- 8. Малахов, О. В. Экспериментальная оценка возможности динамического определения контурной площади контакта колеса и рельса по изменению магнитных параметров материала головки рельса в области их силового взаимодействия / О. В. Малахов, В. В. Сильянов // Вестник Луганского государственного университета имени Владимира Даля. 2022. № 7(61). С. 106-110. EDN JDFTYP.

УДК 656.21

ВОПРОСЫ И РЕШЕНИЯ ОЧИСТКИ ТЕРРИТОРИИ АЭРОДРОМА ОТ СНЕЖНО-ЛЕДОВЫХ МАСС

Матяев И.М.

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Аннотация. Своевременная подготовка поверхности взлётно-посадочных полос аэродрома к приёму и отправке воздушных судов особенно актуальна в зимний период. В статье рассматриваются факторы, влияющие на обеспечение ресурсами для уборки снега и борьбы с гололедом, такие как желаемый уровень обслуживания, воздушное движение и эксплуатационные характеристики оборудования, обсуждаются стандартные методы удаления снега и борьбы с обледенением, практикуемые в аэропортах, а именно отбрасывание, вывозка и уплотнение снега. Приоритетные зоны аэропорта определяются с

точки зрения минимальных эксплуатационных требований, которые должны соблюдаться во время максимальной снежной бури.

Ключевые слова: полоса взлета и посадки, безопасность, снег, лед, очистка, воздействие, методы.

Abstract. Timely preparation of the surface of the airfield runways for the reception and departure of aircraft is especially important in winter. The article examines the factors that influence the provision of snow removal and de-icing resources, such as desired level of service, air traffic, and equipment performance, and discusses standard snow removal and de-icing techniques practiced at airports, namely dumping, hauling, and snow compaction. Airport priority areas are defined in terms of minimum operational requirements that must be met during a maximum snow storm.

Keywords: takeoff and landing runway, safety, snow, ice, cleaning, impact, methods.

В настоящее время продолжают оставаться актуальными вопросы своевременной подготовки поверхности взлётно-посадочных полос аэродрома к осуществлению ими своей основной функции — бесперебойному и при этом безопасному приёму и отправке воздушных судов [1; 2]. Особенно указанные вопросы проявляют свою актуальность в зимний период, когда на большей части территории нашей страны наблюдаются либо строго отрицательные температуры, сопровождаемые большим количеством осадков в виде снега и тому подобных явлений, либо неустойчивые (около $0\,^{0}$ C) температуры, сопровождаемые осадками в виде дождя или ледяного дождя (рис. 1).





Рис. 1 – Заснеженная поверхность взлётно-посадочных полос аэродрома

Удаление снега и борьба с обледенением являются основой зимней эксплуатационной деятельности в аэропортах нашей страны.

Основная цель уборки снега и борьбы с гололедом – обеспечить наличие безопасных и эффективных поверхностей маневрирования самолетов и обслуживающих аэропорт транспортных средств в соответствии с заявленным уровнем обслуживания.

Уровень услуг по борьбе со снегом и льдом выражается в показателях того, «насколько быстро и качественно» предоставляются услуги. Это относится к максимальному скоплению снега, которое будет разрешено на поддерживаемой территории во время продолжающегося снегопада (или — по окончании его), или к максимальному времени, которое будет отведено для устранения скопления снега после окончания снегопада.

Уровень обслуживания по контролю за снегом и льдом будет различаться для разных зон в зависимости от категории аэропорта, типа воздушного судна и относительной важности или приоритета данной зоны.

Факторов, определяющих обеспечение материальных и денежных ресурсов для уборки снега и борьбы с гололедом (а именно: оборудованием, материалами, рабочей силой) в аэропорту достаточно много (рис. 2).

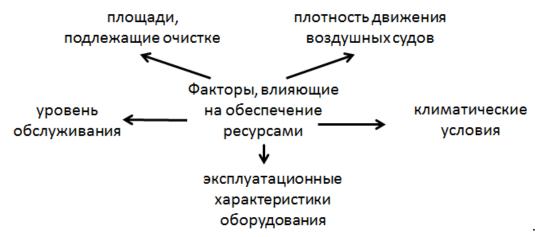


Рис. 2 – Факторы, влияющие на обеспечение ресурсами

Методы, используемые для удаления снега с рабочих зон аэропорта, более разнообразны по скорости, мощности и типу оборудования, чем те, которые используются в муниципальных операциях удаления снежно-ледовых масс с городских улиц или дорожных работах на автодорогах различных категорий.

Существует три основных метода для удаления и/или контроля снега: набрасывание, транспортировка и уплотнение снега.

Метод набрасывания, который является самым быстрым и экономичным методом, используется на большинстве участков контролируемой зоны, таких как взлетно-посадочные полосы, рулежные дорожки и части перронов.

Транспортировка обычно используется для удаления снега с участков перронов и приземных территорий.

Целью уплотнения снега является создание достаточно твердой поверхности снега, на которой могут безопасно эксплуатироваться самолеты или транспортные средства. Уплотнение снега обычно практикуется в арктических аэропортах, имеющих взлетно-посадочные полосы с гравием, а также используется на грунтовых служебных дорогах в контролируемой зоне и для борьбы со снегом.

В случаях, когда используются методы набрасывания, утилизация снега не требуется. При использовании методов транспортировки необходимы средства утилизации, которые обычно заключаются в создании площадок для сброса снега.

Мобильное оборудование для удаления снега, обычно используемое в аэропортах, состоит из плугов, установленных на транспортных средствах [3-6], буксируемых подметально-уборочных машин и самоходных снегоочистителей.

Лед на участках маневрирования воздушных судов создает небезопасные условия для их взлета и посадки и поэтому требует их удаления или контроля. Чаще всего лед контролируется с помощью песка и химикатов, хотя возможны и механические способы контроля [7; 8].

Хотя зимы в России варьируются с наличием от экстремально холодных и обильных снегопадов до умеренных температур с небольшим количеством снега или без него, стандарт эксплуатации аэропортов предусматривает, что действующая взлетно-посадочная полоса, прилегающие рулежные дорожки и доступ к перрону аэровокзала и местам стоянки самолетов должен поддерживаться в исправном состоянии в порядке «первого приоритета». Остальные зоны маневрирования и движения очищаются в менее приоритетном порядке в соответствии с оперативными требованиями. За исключением чрезвычайного снегопада, ресурсы персонала и оборудования в международных аэропортах поддерживаются в таком состоянии, что они способны обеспечить очистку в течение 30 минут.

Наиболее важными областями контролируемой зоны аэропорта являются:

1. Зона приоритета I. Это минимальная зона, которую необходимо очищать на постоянной основе на протяжении всего снегопада, чтобы поддерживать минимальную работоспособность аэропорта в контролируемой зоне.

Эта область обычно состоит из следующих поверхностей:

- 1.1 Одна взлетно-посадочная полоса
- выбор ВПП продиктован преобладающим направлением ветра;
- во время сильного снегопада ширина взлетно-посадочной полосы должна поддерживаться минимум 25 м.
 - 1.2 Одна рулежная дорожка
 - сохраняется на полную ширину.
- 1.3 Достаточная площадь перрона для размещения самолетов, пассажирского терминала и грузовых перевозок, что составляет не менее 20% от общей площади.
- 1.4 Доступ к входу и выходу, связанный с зонами взлетно-посадочной полосы, рулежной дорожки и перрона.
 - 1.5 Подъездные пути от пожарного цеха ко всем вышеперечисленным помещениям.
- 2. Зона приоритета II. Это зона, которая будет очищена на протяжении всего снегопада, чтобы в случае изменения преобладающих погодных условий (например, направления ветра) другая взлетно-посадочная полоса могла быть введена в эксплуатацию в кратчайшие сроки.

Эта область будет состоять из следующих поверхностей:

- 2.1 Вторичная взлетно-посадочная полоса (ВПП).
- 2.2 Вторичная рулежная дорожка (РД).
- 2.3 Вход и выход, связанные с вышеуказанными ВПП и РД.
- 2.4 Сопутствующий доступ на перрон к РД, если он отличается от тех, которые были ранее разрешены в рамках операций по разрешению Приоритета I.
- 2.5 Площадь перрона, необходимая для получения доступа как минимум к 20% территории, ранее очищенной в рамках операций по очистке Приоритета I.
- 3. Зона приоритета III. Эта зона состоит из поверхностей, расчищенных после снежной бури.

К таким направлениям относятся следующие:

- 3.1 Подъездные дороги в контролируемой зоне.
- 3.2 ВПП, обочины РД.
- 3.3 Предпороговые области.
- 3.4 Площадки для глиссады.

Остальные зоны контролируемой зоны необходимы для обеспечения полноценного эксплуатационного использования аэропорта.

Для достижения реалистичных целей в отношении эффективности удаления снега при эксплуатации аэропорта принимаются следующие допущения:

- 1. Не будет предоставлено достаточное количества оборудования для поддержания работоспособности аэропорта во время наиболее сильного снегопада.
- предоставлено достаточно оборудования, Будет чтобы поддерживать работоспособность аэропорта в 90% всех возможных снегопадов. Этот уровень достоверности 90% следует считать «нормальными погодными условиями», предусматривающими наиболее вероятный уровень снегопада.

Определение потребностей в оборудовании будет основываться на расчете потребностей во взлетно-посадочных полосах, рулежных дорожках и перронах (поставка оборудования).

Все взлетно-посадочные полосы, рулежные дорожки и перроны с твердым покрытием должны быть очищены до голого покрытия с использованием комбинации очистки, подметания и/или продувки (степень чистоты).

В соответствии с методом определения требований к снегоуборочному оборудованию в аэропортах применение соответствующей компьютерной программы, формул и данных,

которые описывают те или иные условия на данном участке аэропорта, позволяет определить количество необходимых типов оборудования следующим образом:

$$Noo = \frac{A \cdot R}{1000 \cdot V \cdot S \cdot (1 - t \cdot M)}$$

где *Noo* – очищенный путь за проход, м;

S – максимально допустимое накопление снега, см;

 $A - площадь, подлежащая расчистке, <math>M^2$;

R – скорость снегопада при доверительной вероятности 90 %, см/ч;

V – рабочая скорость, км/ч;

t – среднее время одного рейса воздушного судна, час;

M — среднее количество рейсов самолета в час на активную взлетно-посадочную полосу.

Понятно, что определенные факторы данного метода, такие как преобладающие ветры, колебания температуры, эффективность операций по уборке снега и рабочее состояние конкретного оборудования в любой данный момент, конкретно не учитываются, однако они также подлежат моделированию.

Для контроля льда в настоящее время существует несколько одобренных химикатов, которые можно использовать для борьбы с обледенением на рабочих поверхностях аэропорта, при этом изобретателями и рационализаторами постоянно ведется работа по их совершенствованию [9].

После того как химическое вещество признано совместимым с компонентами воздушного судна, материалами дорожного покрытия и окружающей средой, критерии, по которым химическое вещество считается эффективным, заключаются в следующем:

- 1. Для защиты от обледенения химикат для борьбы с обледенением, применяемый до или во время ледяного дождя, или при понижении температуры, должен предотвращать падение коэффициента трения ниже половины значения чистого сухого покрытия; это сделает возможным удаление загрязнений изо льда/слякоти механическими средствами;
- 2. Для борьбы с обледенением применение химикатов для борьбы с обледенением должно повысить коэффициент трения покрытой льдом поверхности как минимум до половины значения чистого сухого дорожного покрытия в течение одного часа после применения и сделать возможным удаление загрязнений льда/слякоти механическим способом.

Измерение коэффициента сцепления взлетно-посадочных полос в аэропортах в зимние месяцы осуществляется [10], когда на ВПП существуют твердые состояния, то есть когда присутствует уплотненный снег и/или лед, но не вода или слякоть. Это оперативная процедура, которая составляет неотъемлемую часть зимнего технического обслуживания аэропортов.

Таким образом, уровни работ по уборке снега и контролю наледи в аэропортах определяются с точки зрения максимально допустимого накопления снега и максимально допустимого времени очистки от снега.

Работа выполнена под руководством доцента Платонова А.А.

Список использованных источников

- 1. Макогон, В.К. Анализ комплекса мероприятий по зимнему содержанию искусственной взлетно-посадочной полосы / В.К. Макогон, С.М. Санникова, А.И. Котов //Развитие науки и техники: механизм выбора и реализации приоритетов: сборник статей Всероссийской научно-практической конференции, Волгоград, 13 ноября 2021 года. Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Аэтерна», 2021. С. 41-45. EDN UAWZXC.
- 2. Иванова, И.А. Условия обледенения в районе аэродрома / И.А. Иванова, Е.Н. Савенкова, Ю.А. Вильбаум // Проблемы военно-прикладной геофизики и контроля состояния природной среды: Материалы VII Всероссийской научной конференции, Санкт-Петербург,

- 24–26 мая 2022 года / Под общей редакцией Ю.В. Кулешова. Санкт-Петербург: Военно-космическая академия имени А.Ф. Можайского, 2022. С. 73-78. EDN TBARUA.
- 3. Платонов, А.А. Особенности организации безопасного движения специального самоходного подвижного состава / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Воронежский научнотехнический Вестник. 2014. Т. 3, № 2(8). С. 80-86. EDN SEENHN.
- 4. Минаков, Д.Е. Вопросы обеспечения безопасности движения подвижного состава в зимний период / Д Е. Минаков, А.А. Платонов, М.А. Платонова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2014. Т. 2, № 3-1(8-1). С. 291-296. EDN SHAVOJ.
- 5. Платонов, А.А. Особенности эксплуатации специального самоходного подвижного состава на комбинированном ходу / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. − 2013. − № 1. − С. 152-155. − EDN QYYCCV.
- 6. Платонов, А.А. Специализированные грузовые транспортные средства на комбинированном ходу / А.А. Платонов, Н.Н. Киселева // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. − 2014. − № 3. − С. 179-183. − EDN SGFEGP.
- 7. Патент № 2556898 С1 Российская Федерация, МПК Е01Н 8/12. Устройство для очистки рельсовых путей: № 2014107412/13: заявл. 26.02.2014: опубл. 20.07.2015 / Р.В. Юдин, А.А. Платонов, М.А. Платонова; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова». EDN ZFIZPN.
- 8. Матяев, И.М. Моделирование характеристик рабочего органа устройства для удаления льда / И.М. Матяев // 82-я студенческая научно-практическая конференция РГУПС : сборник трудов, Воронеж, 26–28 апреля 2023 года. Том 1. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2023. С. 122-126. EDN YSDNZW.
- 9. Матяев, И.М. Об особенностях разработки и внедрения рационализаторских предложений / И.М. Матяев // Наука и образование: прошлое, настоящее и будущее: Сборник статей IV международной студенческой научно-практической конференции, Воронеж, 23 сентября 2022 года. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2022. С. 318-322. EDN CGGIXE.
- 10. Путов В.В. Новая технология измерения коэффициента сцепления взлетно-посадочной полосы и реализующий ее буксируемый измерительный комплекс / В.В. Путов, А.Д. Стоцкая, В.Н. Шелудько // Пром-Инжиниринг: труды II международной научнотехнической конференции, Челябинск Новочеркасск Волгоград Астана, 19–20 мая 2016 года / ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет). Челябинск Новочеркасск Волгоград Астана: Издательский центр ЮУрГУ, 2016. С. 216-221. EDN WFULKB.

УДК 622.625.6

АНАЛИЗ СИЛ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА МОНОРЕЛЬСОВЫЙ ЛОКОМОТИВ ПРИ ДВИЖЕНИИ В КРИВОЛИНЕЙНЫХ УЧАСТКАХ ПУТИ

Мищенко Т.П.

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный политехнический университет», г. Донецк

Аннотация. Выделены категории сил, действующих на подвесные шахтные монорельсовые локомотивы, при движении в криволинейных участках пути. Приведены силы, возникающие при движении монорельсового локомотива в одиночной и чередующихся кривых. Установлено, что при движении локомотива в чередующихся кривых с постоянной скоростью на подвесную вагонетку локомотива действует также момент сил инерции углового ускорения. Силы инерции рамы тележки после приведения их в центр координатной плоскости характеризуются главным вектором инерции и главным моментом инерции.

Ключевые слова: монорельсовый локомотив, монорельс, криволинейный участок пути, экипажная часть, центробежная сила, сила и момент инерции.

Abstract. Categories of forces acting on suspended mine monorail locomotives when moving in curved sections of the track are identified. The forces arising when a monorail locomotive moves in single and alternating curves are presented. It has been established that when a locomotive moves in alternating curves at a constant speed, the moment of inertia forces of angular acceleration also acts on the suspended trolley of the locomotive. The inertial forces of the trolley frame after bringing them to the center of the coordinate plane are characterized by the main vector of inertia and the main moment of inertia.

Keywords: monorail locomotive, monorail, curved track section, carriage part, centrifugal force, force and moment of inertia.

Анализ возникающих сил, действующих на подвижной состав шахтной подвесной монорельсовой дороги в процессе движения, представляет собой сложную для исследования научно-техническую задачу. Актуальность решения этой задачи обусловлена увеличением силового воздействия на машиниста, перевозимых людей и грузы, крепь горной выработки, монорельс, тяговые устройства, вспомогательные и транспортные вагонетки подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги. Необходимость обеспечения безопасного движения требует более детального анализа причин этих явлений [1-5]. Большое количество трудов посвящено исследованию системы «подвесная вагонетка – монорельсовый путь», в которых ее составные части исследуются на основе систем дифференциальных уравнений движения с соответствующими уравнениями геометрических и кинематических связей [6-9]. работах, посвященных оценке эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге, также находят отражение вопросы воздействия усилий, возникающих в тяговом электроприводе [10]. Значительный интерес к вопросам анализа сил при движении монорельсовых локомотивов возникает при изучении влияния данных сил на источники питания аккумуляторных монорельсовых локомотивов и исследовании условий работы аккумуляторных батарей локомотивов, так как именно они подвержены высокому влиянию продольных и поперечных воздействий [11; 12].

При движении шахтных монорельсовых локомотивов в криволинейных участках пути на них действуют различные силы, которые можно разделить на две основные категории:

- 1. Силы, возникающие из-за криволинейного движения:
- центростремительное ускорение это сила, которая действует на локомотив для поддержания его движения по радиальной траектории. Она направлена от центра окружности к его периферии, и ее значение прямо пропорционально квадрату скорости и обратно пропорционально радиусу кривизны пути;

- сила Кориолиса эта сила возникает из-за вращения Земли и обусловлена вращением системы координат, связанной с локомотивом, относительно инерциальной системы координат. Её влияние минимально при движении на относительно малых скоростях.
 - 2. Силы, действующие на локомотив со стороны пути:
- силы трения на локомотив действуют силы трения, возникающие в пятне контакта приводных колес и монорельса и силы трения направляющих ведомых колес. Эти силы направлены против направления движения и зависят от коэффициента трения, нагрузки на колесо и состояния контактирующей поверхности монорельса;
- силы упругости при движении по криволинейному участку пути монорельсовой дороги на локомотив действуют силы упругости со стороны монорельса, которые стремятся вернуть его в начальное положение, эквивалентное движению по прямой. Эти силы зависят от жесткости пути и массы локомотива.

В соответствии с математической моделью, на которой основывается определение сил взаимодействия ходовых тележек с монорельсом, необходимо определить:

- силы, действующие на тележку от ее подвесной части (груза, вагонетки);
- активные силы и силы инерции тележки;
- силы, действующие на тележку со стороны монорельсовой дороги;
- решение дифференциального уравнения движения тележки в криволинейном участке пути.

При расчете сил, действующих на тележку от ее подвесной части, следует учитывать:

- активные силы;
- центробежные силы инерции;
- момент сил инерции от углового ускорения;
- поперечные и вертикальные силы, передающиеся на локомотив от тележек.

Активными силами, действующими на монорельсовый локомотив, являются сила тяжести $P_{\scriptscriptstyle R}$ и сила тяги приводных тележек F_k .

Сила F_k определяет величины продольных усилий на передние и задние сцепные тяги секций согласно соотношения:

$$F_{k1} = F_k (m-1); \ F_{k2} = F_k \cdot m,$$

где m – количество приводных тележек в локомотиве.

Центробежную силу, действующую в одиночной кривой с радиусом монорельса r_i , представим постоянной величиной, определяющейся соотношением:

$$F_{I\!I\!\kappa p} = \frac{P_{\scriptscriptstyle \Pi} \cdot v^2}{g \cdot r_{\scriptscriptstyle i}} \,.$$

В чередующихся кривых центробежная сила будет изменяться в зависимости от радиуса кривой:

$$F_{I\!I\!\kappa p} = \frac{P_{\scriptscriptstyle \Lambda} \cdot v^2 \cdot k_{\scriptscriptstyle r}}{g \cdot r_{\scriptscriptstyle i}},$$

где g – ускорение свободного падения;

v — скорость движения локомотива;

 k_r – коэффициент, учитывающий изменение радиусов чередующихся кривых.

При движении локомотива в чередующихся кривых с постоянной скоростью на подвесную тележку (вагонетку) локомотива действует также момент сил инерции углового ускорения:

$$M_{j\kappa\kappa} = \frac{J \cdot v^2 \cdot k_{rx}}{\sum r_{ij}},$$

где j – момент инерции массы тележки или подвесной вагонетки;

 k_{rx} — коэффициент, учитывающий тип кривой;

$$\sum r_{ij} = \frac{r_i \cdot s_i + r_j \cdot s_j}{\sum s_{ij}}$$
 — абсолютное значение радиуса чередующихся кривых;

s — длина кривой.

Учитывая, что скорости движения подвесных монорельсовых локомотивов составляют в среднем 7 км/ч, можно принять, что угловые перемещения локомотива при вписывании в кривую незначительны и их можно считать постоянными на протяжении всего криволинейного участка пути.

При расчете активных сил и сил инерции тележки (вагонетки) монорельсового локомотива особое внимание следует уделить определению центробежной силы инерции тележки, а также главного вектора и главного момента сил инерции в относительных перемещениях.

Силы инерции относительного движения определяются с учетом того, что тележка монорельсового локомотива не является жестким объектом, а состоит не менее чем из трех тел, имеющих малые поступательные и угловые перемещения относительно друг друга. Этими телами являются рама тележки, направляющие бегунковые и приводные колеса.

Силы инерции рамы тележки после приведения их в центр координатной плоскости характеризуются главным вектором инерции F_j и главным моментом инерции M_j :

$$F_{j} = \frac{P_{pm}}{g} \frac{l}{2} \omega,$$

$$M_{j} = -J_{pm}(\mathbf{\omega} - k_{rx} \frac{v^{2}}{\sum r_{ij}}),$$

где P_{pm} – масса рамы тележки;

l – база тележки;

 $J_{\it pm}$ – момент инерции массы рамы тележки;

 ω – угловое ускорение рамы тележки.

Для подробного анализа данных сил необходимо знать массу и момент инерции тележки относительно центра поворота. Эти данные могут быть получены аналитически или путем непосредственного проведения эксперимента. Также необходимо учитывать наличие или отсутствие подрессоривания опорных колес и тип подвески тележки.

После приведения сил инерции к центру поворота их можно разложить на две составляющие: тангенциальную (касательную к окружности) и радиальную (направленную к центру окружности). Тангенциальная составляющая будет создавать центростремительное ускорение, а радиальная – силу Кориолиса.

Следует отметить, что силы инерции не являются внешними силами и не могут быть скомпенсированы с помощью механических устройств. Вместо этого, они учитываются при проектировании и эксплуатации монорельсовых локомотивов, чтобы обеспечить необходимый уровень безопасности движения.

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что в состоянии покоя экипажной части монорельсового локомотива рамная сила равна нулю. При движении монорельсового локомотива в кривом участке пути рамная сила будет зависеть от многих факторов, основными из которых являются: радиус кривой, скорость движения и уклон пути, если таковой имеется в кривой.

Полученные результаты анализа сил, действующих на монорельсовые локомотивы в криволинейных участках пути, могут быть полезны для решения различных научнотехнических задач, связанных с взаимодействием элементов системы «тележка-монорельс». Например, эти данные могут использоваться для оптимизации конструкции монорельсовых путей, разработки новых типов локомотивов, а также для анализа устойчивости и безопасности движения на горных монорельсовых транспортных системах.

Список использованных источников

- 1. Chanda, E. K. A computer simulation model of a monorail based mining system for decline development / E. K. Chanda, B. Besa // International Journal of Mining, Reclamation and Environment, Taylor & Francis Publishers. 2011. Vol. 25, Iss. 1. P. 52–68.
- 2. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко //Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2022. № 6. С. 72-82. EDN MCCUFZ.
- 3. Lee, C. H. Dynamic Response of a Monorail Steel Bridge under a Moving Train / C. H. Lee [et al.] //Journal of Sound and Vibration. 2006. № 294(3). P. 562–579.
- 4. Гутаревич, В. О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства: сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. С. 172-174. EDN SCZBSR
- 5. Арефьев, Е. М. Влияние условий эксплуатации шахтных монорельсовых локомотивов на долговечность полимерных ободьев приводных колес / Е. М. Арефьев, К. А. Рябко // Горные науки и технологии. -2023. Т. 8, № 1. С. 59-67. EDN XBVYLS.
- 6. Naeimi, M. Dynamic interaction of the monoralibridge system using a combined finite element multibodybased model/ M. Naeimi[et al.] // Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part K: Journal of Multibody Dynamics 2015. Vol. 229. P. 132–151.
- 7. Рябко, К. А. Основные параметры регулирования привода шахтных локомотивов на электрической тяге / К. А. Рябко, Е. М. Арефьев, Е. В. Рябко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. -2023. -№ 2. С. 300-313. EDN FBHDFS.
- 8. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и технологии. -2021.-T. 6, № 2.-C. 136-143. EDN SIQVNJ.
- 9. Szewerda K., Tokarczyk J., Wieczorek A. Impact of increased travel speed of a transportation set on the dynamic parameters of a mine suspended monorail. Energies. 2021;14(6):1528. https://doi.org/10.3390/en14061528
- 10. Рябко, К. А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко // Горная механика и машиностроение. 2022. № 2. С. 30-36. EDN LFUDNM.
- 11. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н.В. Водолазская, К.А. Рябко, Е.В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». EDN КНАНЈG.

12. Гутаревич, В. О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, В. А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. -2020. -№ 56. - С. 95-102. - EDN MYHGMT.

УДК 539.374

ПРОМЫШЛЕННЫЕ БЕЛЫЕ ИЗНОСОСТОЙКИЕ ЧУГУНЫ И ИХ ОСОБЕННОСТИ Печенкина Л.С. 1 , Лукин А.А. 2

 1 Воронежский государственный технический университет, г. Воронеж 2 Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Проведен анализ типов белых чугунов по структуре и свойствам. Для отливки типа крыльчатка выбран состав износостойкого чугуна, разработана технология его получения.

Ключевые слова: белый чугун, износостойкость, отливка.

Abstract. Types of white cast irons by structure and properties are analyzed. The composition of wear-resistant cast iron is selected for the impeller type casting and the technology of its production is developed.

Keywords: white cast iron, wear resistance, casting.

Увеличение срока службы быстроизнашивающихся деталей машины — важнейшая проблема современного машиностроения. Малый срок службы снижает экономическую эффективность многих машин и промышленного оборудования и приводит к безвозвратным потерям металла. Только для размола минерального сырья в России расходуется около 100 тыс. т кованых шаров. Особенно важно обеспечить длительные сроки службы деталей в горно-рудной, угольной, цементной, строительной и других отраслях промышленности, связанных с добычей и обогащением высокоабразивного минерального сырья — руды, угля, камня, песка и др.

Белые комплексно-легированные чугуны более широко применяют как материал для деталей машин и механизмов, подвергающихся интенсивному изнашиванию, окислению и коррозии.

Основной структурной особенностью износостойких белых чугунов является наличие достаточно большого количества высокотвердых карбидов (легированного цементита и специальных карбидов), обеспечивающих высокую стойкость чугуна в условиях абразивного изнашивания. На свойства ИБЧ оказывает также влияние и металлическая основа, которая должна быть достаточно твердой и прочной и обеспечивать хорошее закрепление карбидных частиц.

Наряду с карбидами металлическая основа в значительной степени определяет износостойкость сплавов. Образование структур, содержащих ферритокарбидные смеси разной степени дисперсности, уменьшает сопротивление сплавов абразивному изнашиванию [1].

Современные белые износостойкие чугуны — сложнолегированные многокомпонентные сплавы, разнообразные по структуре и свойствам, при затвердевании которых формируется карбидная фаза. Именно она определяет специфические свойства белых износостойких чугунов и, в то же время, создает значительные трудности при производстве и эксплуатации этих сплавов [2].

Номенклатура базового предприятия КМП КБХА содержит большое количество наименований отливок из белого износостойкого чугуна: крышки насосов, корпуса насосов, импеллеры, крыльчатки, бронедиски и др.

Литературные источники оставляют открытым вопрос выбора материалов для изготовления литых деталей шнековых классификаторов, крышек и корпусов песковых и

шлаковых насосов и др. Следует отметить, что износ в гидроабразивных средах является сложной и неоднозначной функцией условий взаимодействия металла детали с абразивными частицами и средой. Он зависит от многих факторов: продолжительности эксплуатации, концентрации абразива в жидкости, размера, формы и твердости абразивных частиц и др. Поскольку управлять перечисленными факторами в условиях производства практически невозможно, остается только одно — улучшение свойств материала, то есть его эксплуатационных характеристик.

Одним из направлений решения такой задачи может быть использование теоретических и технологических наработок управления процессами формирования структуры и свойств металла в отливках из белых чугунов определением соотношения в них основных химических элементов, комплексным их легированием, модифицированием и режимами их термической обработки.

Повышение износостойкости белых чугунов можно достичь дополнительным микролегированием. Небольшие присадки сурьмы (до 0,15%) способствуют повышению износостойкости чугуна на 15-20%. Сурьма увеличивает количество эвтектики и изменяет ее. Дальнейшее увеличение сурьмы снижает износостойкость вследствие образования структурно-свободного цементита, который легко выкрашивается под действием абразива.

Для рафинирования и модифицирования в последнее время начали применять различные карбонаты, содержащие редко- и щелочноземельные металлы (Ca, Sr). Карбонат при введении его в расплав, диссоциирует на оксиды и CO2, всплывая, ухватывает за собой неметаллические включения и газы. Твердость чугунов при обработке карбонатом увеличивается, но незначительно. (Ca, Sr)CO3 изменяет морфологию карбидной фазы: карбиды становятся менее разветвленными [3].

Рассмотрим отливку из белого износостойкого чугуна «Крыльчатка», которая представлена на рис. 1. Деталь используется в химических насосах. Масса детали 20 кг, габаритные размеры 420×142 мм.

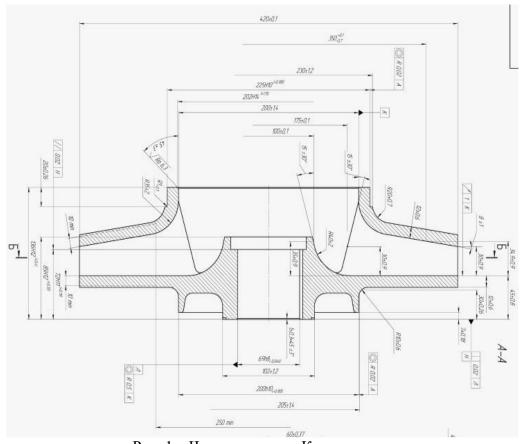


Рис. 1 – Чертеж детали «Крыльчатка»

Применение белых износостойких чугунов взамен углеродистой стали $110\Gamma13\Pi$ и других материалов позволило от 3 до 10 раз увеличить срок службы быстро изнашиваемых деталей.

Параметры затвердевания белых легированных чугунов влияют на эксплуатационные свойства в значительно большей степени, чем в других литейных сплавах. Поэтому определение рациональных технологических приемов изготовления отливок из белых износостойких чугунов по существу имеет столь же важное значение, что и выбор состава сплава [4].

Для представленной отливки выбираем сплав ИЧХ28Н2, так как он хорошо противостоит абразивному и коррозионно-абразивному износу. Содержание хрома придает чугунам высокую абразивную стойкость благодаря присутствию в структуре карбидной составляющей, а также коррозионную стойкость за счет легирования металлической основы, жаростойкость вследствие повышения электрохимического потенциала металлической основы и создания на поверхности отливок прочной нейтральной оксидной пленки, жаропрочность. Никель является элементом, стабилизирующим аустенит, и характеризуется неограниченной растворимостью в γ - железе. Многими исследованиями установлено, что влияние никеля на твердость и износостойкость белого чугуна подобно влиянию марганца. Особенно сильное действие никель оказывает при содержании до 3%. Никель применяется в высокохромистом износостойком чугуне. Он в сочетании с хромом настолько стабилизирует аустенит и снижает температуру мартенситного превращения, что металлическая основа представлена преимущественно аустенитом, а мартенсит и продукты диффузионного распада не образуются.

Исходя из того, что белый чугун не поддается механической обработке, не все способы изготовления отливки подходят. Можно использовать литье в кокиль, в оболочковые формы, по газифицируемым моделям и ЛВМ. Из всех перечисленных выбираем ЛВМ, так как этот способ лучше всего обеспечивает требуемую чистоту поверхности.

1. Для изготовления модели отливки и модельного блока для отливки «Крыльчатка» выберем модельный состав: торфяной и буроугольный воск (Г-1М-2) — «чёрная» паста, а также «светлая» паста — ПС50-50, которая состоит из парафина и стеарина. ПС50-50 предназначена для укрепления отдельных частей блоков и сглаживания углов во избежание образования дефектов при изготовлении керамической оболочки.

Модельный состав Γ -1M-2 состоит из: 40 % парафина, 55 % буроугольного воска, 5 % триэтаноламина.

2. Сборка модельного блока представлена на рис 2.

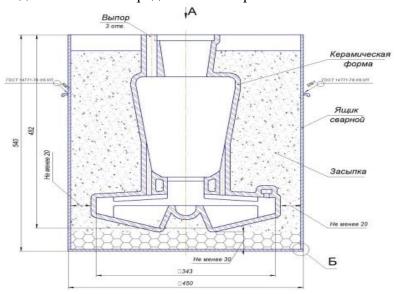


Рис. 2 – Формовка керамической оболочки

Высокая износостойкость в условиях абразивного изнашивания в нейтральной среде обеспечивается, если карбидная фаза белого чугуна характеризуется: максимальным количеством карбидов высокой твердости, превосходящей твердость абразива; равномерным распределением разветвленной карбидной фазы в металлической матрице (желательно максимальное количество эвтевтики); ориентировкой карбидов, их максимальными размерами (как правило, недопустимы заэвтектические карбиды).

Традиционно такие чугуны относили к хрупким материалам, что существенно ограничивало области его использования. Однако достигнутые в последние годы успехи в области легирования, модифицирования и термической обработки значительно изменили наши представления об их свойствах и возможных сферах применения.

Таким образом, предложенный белый чугун представляет собой сложнолегированный компонентный сплав, он позволит обеспечить в отливке типа крыльчатка необходимые эксплуатационные свойства за счет формирования при затвердевании композиционной структуры, которая определит специфические свойства белых чугунов уже в литом состоянии. Модифицирование и рафинирование положительно влияют на технологические и механические свойства чугуна.

Результаты исследования будут использованы при технологической разработке производства отливок типа ««Крыльчатка», а в последующем могут быть внедрены в действующее производство КМП КБХА г. Воронеж.

Список использованных источников

- 1. Печенкина, Л.С. Влияние содержания структурообразующих компонентов на твердость малоуглеродистых белых чугунов // Вестник Воронежского государственного технического университета. 2017. T.13. N = 3. C.134-138.
- 2. Чугун: справочник / Шерман А.Д. и др.; под общ. ред. Шермана А.Д. Москва: Металлургия, 1991.-576 с.
- 3. Колокольцев, В.М. Повышение свойств жароизносостойкого чугуна рафинированием и модифицированием / В.М. Колокольцев, О.А. Миронов, Е.В. Петроченко, М.Ф. Брялин, Б.В. Воронков // Литейное производство. 2007. №3. С.2-5.
- 4. Печенкина, Л.С. Оптимизация состава самозакаливающихся чугунов / Л.С. Печенкина // Вестник Воронежского государственного технического университета. -2017. Т.13. № 6 С. 117 121.

УДК 656.21

ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЕ ЛИНИИ: КЛАССИФИКАЦИЯ, СПЕЦИАЛИЗАЦИЯ, ФУНКЦИИ

Платонов А.А.

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, г. Воронеж

Аннотация. Железнодорожный путь, являющийся частью инфраструктуры железнодорожного транспорта, представляет собой комплекс инженерных сооружений и устройств, требующий надлежащего содержания. В статье рассматриваются вопросы классификации линий железных дорог, раскрываются особенности обеспечения безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта с точки зрения выполнения полосами отвода железных дорог функций защитных лесонасаждений.

Ключевые слова: полоса отвода, железная дорога, классификация, функции, малоинтенсивные линии.

Abstract. The railway track, which is part of the railway transport infrastructure, is a complex of engineering structures and devices that requires proper maintenance. The article discusses the issues of classification of railway lines, reveals the features of ensuring traffic safety and operation of railway transport from the point of view of the fulfillment of the functions of protective forest plantations by railway right-of-way strips.

Keywords: right of way, railway, classification, functions, low-intensity lines.

В соответствии с [1] железнодорожная линия — это комплекс железнодорожных путей, обслуживающих сооружений и устройств на одном или нескольких поездо-участках, предназначенный для железнодорожных сообщений, включающий подсистемы: железнодорожного пути, станционную, железнодорожного электроснабжения, железнодорожной автоматики и телемеханики, железнодорожной электросвязи, по которым формируются данные статистической отчётности.

В целом железнодорожный путь, являющийся частью инфраструктуры железнодорожного транспорта, представляет собой комплекс инженерных сооружений и устройств, расположенных в полосе отвода и предназначенных для осуществления движения поездов с установленными скоростями (рис. 1).



Рис. 1 — Визуализация объектов линейной части железнодорожной инфраструктуры

Одним из наиважнейших элементов железнодорожного пути является его верхнее строение [2], предназначенное для восприятия нагрузок от подвижного состава, передачи их на нижнее строение пути, а также для определения направления движения железнодорожных транспортных единиц. Элементами верхнего строения железнодорожного пути (рис. 2) являются рельсошпальная решётка 1, состоящая из рельс 2 и шпал 3, балластная призма 4, песчаная подушка 5 и земляное полотно 6.

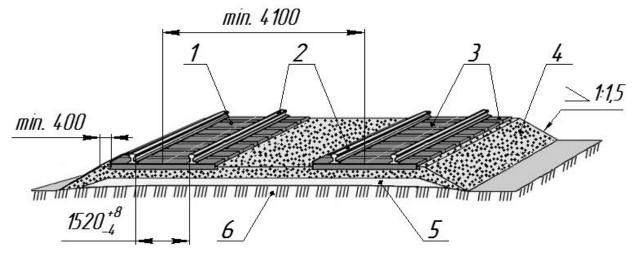


Рис. 2 – Элементы верхнего строения железнодорожного пути

Балластная призма, предназначенная для стабилизации положения рельсошпальной решётки во время воздействия на неё динамических нагрузок от подвижного состава, сооружается из сыпучих и хорошо проводящих воду материалов (щебень, асбест). При этом, несмотря на отсутствие в составе материалов балластной призмы почвы, её частицы (задуваемые ветром, а также невольно переносимые подвижным составом и/или работниками путевого хозяйства, а также животными) с течением времени всё равно начинают присутствовать в верхней части балластной призмы, что, в свою очередь, обуславливает возможность произрастания нежелательной растительности [3; 4].

Номинальная ширина железнодорожной колеи контролируется между внутренними головками рельс рельсошпальной решётки и составляет величину 1520^{+8}_{-4} мм. Контроль произрастания НДКР в полосах отвода однопутных железных дорог [5] может производиться как «внутри» указанного расстояния (произрастание растительности между шпалами), так и по обочинам («снаружи») рельсошпальных решёток, при этом минимальная ширина обочины балластной призмы составляет не менее 0,4 м с каждой стороны железнодорожного пути. Для двухпутных железных дорог контроль произрастания НДКР может производиться также в междупутном пространстве [6], при этом расстояние между осями соседних железнодорожных путей на перегонах составляет не менее 4,1 м, а на высокоскоростных магистралях оно может достигать величины 4,7...4,8 м.

Подрельсовые опоры, также являющиеся неотъемлемым элементом рельсошпальной решётки, устраивают в виде деревянных (реже) и железобетонных шпал. Шпалы железнодорожного пути укладывают под рельсы на определённом расстоянии одна от другой, при этом общая схема расположения шпал по длине рельсового звена, называемая эпюрой шпал, зависит от класса пути.

Традиционная классификация отечественных железных дорог выполнялась по признакам, связанным с назначением (общего пользования или необщего, относящегося к различным ведомствам, в том числе – промышленным предприятиям), характеру работы, роду тяги, ширины колеи, количеству путей, конструкции верхнего строения путей (типу рельс, материалу и количеству шпал, применяемых скреплений). В последние несколько лет особое внимание было уделено таким критериям классификации железнодорожных линий, как годовая приведённая грузонапряжённость (млн. т-км брутто/км), средняя за отчётный год техническая скорость движения грузовых поездов (км/ч) и средняя за отчётный год техническая скорость движения пассажирских (в том числе пригородных) поездов (км/ч), опираясь на которые железнодорожные линии были подразделены на 5 классов со следующими ИΧ специализациями: высокоскоростная (B),скоростная (C),преимущественно пассажирским движением (П), с преимущественно грузовым движением

 (Γ) , особо грузонапряжённая (O), с тяжеловесным грузовым движением (T), малоинтенсивные (M).

На рис. 3 представлена классификация отечественных железных дорог, на рис.. 4 представлено распределение специализаций железнодорожных линий с указанием их общей протяжённости (км) и процентного соотношения данной протяжённости по состоянию на 01.01.2016 г. [7].



Рис. 3 – Классификация отечественных железных дорог

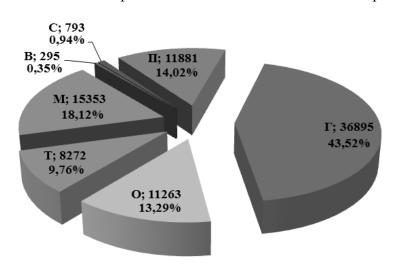


Рис. 4 – Распределение специализаций железнодорожных линий

В части решаемых в данном исследовании вопросов отдельный интерес в вышеприведённой классификации представляют малоинтенсивные линии. Законодательное определение понятия малоинтенсивных линий (участков) было дано в статье 2 Федерального закона от 10.01.2003 №18-ФЗ «Устав железнодорожного транспорта Российской

Федерации»: «малоинтенсивные линии (участки) — это железнодорожные пути общего пользования с невысокой грузонапряжённостью и низкой эффективностью работы, критерии отнесения к которым утверждаются Правительством Российской Федерации».

В соответствии с разработанными АО «ИЭРТ» (Институтом экономики и развития транспорта, являющимся дочерним предприятием ОАО «РЖД») в 2014-2017 гг. критериями, к малоинтенсивным относятся линии (участки) железных дорог с приведённой грузонапряжённостью 5 млн. т-км брутто/км в год и менее, а также с фактическими суммарными размерами движения грузовых и пассажирских поездов – 8 пар в сутки и менее. Указанные цифры означают, что работы по контролю за возникновением (возобновлением) и (при необходимости) дальнейшим удалением нежелательной древесно-кустарниковой растительности, произрастающей в полосах отвода малоинтенсивных линий, априори осуществляются более безопасно для работников соответствующих служб.

Согласно Федеральному закону от 10.01.2003 № 17-ФЗ «О железнодорожном транспорте в Российской Федерации», полоса отвода железных дорог — это земельные участки, прилегающие к железнодорожным путям, земельные участки, занятые железнодорожными путями или предназначенные для размещения таких путей, а также земельные участки, занятые или предназначенные для размещения железнодорожных станций, водоотводных и укрепительных устройств, защитных полос лесов вдоль железнодорожных путей, линий связи, устройств электроснабжения, производственных и иных зданий, строений, сооружений, устройств и других объектов железнодорожного транспорта. При этом в соответствии с ОСН 3.02.01-97 «Нормы и правила проектирования отвода земель для железных дорог» ширина земельных участков, отводимых для размещения и направления земляного полотна под рельсошпальную решётку на перегонах, принимается равной от 20 до 57 м, при этом указанные значения могут быть увеличены в случае прохождения железнодорожных линий по местности с особыми условиями.

В целом в границах полосы отвода, с внешней стороны которой размещаются защитные лесонасаждения (рис. 5), для обеспечения безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта формируется особый режим использования земельных участков [8], а именно:



Рис. 5 — Состояние защитных лесных насаждений вдоль полосы отвода железной дороги а) Шуклино — Балашов (Летяжевка, 55-52км, фото автора) б) Лебеди — Сараевка (Чаплыжное, 53км, пк4-6, фото автора)

– не допускается формирование и развитие многолетних растительных насаждений и других объектов, ухудшающих видимость железнодорожного пути и создающих общую угрозу безопасности движения железнодорожных транспортных средств [9];

- в местах прилегания к сельскохозяйственным угодьям не допускается разрастание сорной древесно-кустарниковой растительности;
- в местах прилегания к лесным массивам не допускается скопление сухостоя, валежника, порубочных остатков и других горючих материалов.

В соответствии с Инструкцией [8], в Перечень основных работ по текущему содержанию железнодорожного пути включены удаление нежелательной растительности с главного пути (локальные места) для линий 1 и 2 классов специализации B, C, Π – ежеквартально, для остальных железнодорожных линий – при плановых работах.

Согласно Инструкции [10], в пределах полосы отвода железной дороги должен быть удалён кустарник и прочая древесно-кустарниковая растительность, сухостой, валежник, порубочные остатки, а также деревья, угрожающие своим падением на путь и иные объекты инфраструктуры (в т.ч. линии связи, линии электроснабжения). При этом в зависимости от класса и специализации железнодорожной линии удаление НДКР осуществляется:

- на высокоскоростных и скоростных линиях: в пределах полосы отвода, но не менее расстояния до ограждений железнодорожной инфраструктуры, при отсутствии ограждений на расстояние 30 м от крайнего рельса с каждой стороны;
- на линиях 1 класса с преимущественно пассажирским движением: в пределах полосы отвода, но не менее расстояния до ограждений железнодорожной инфраструктуры, при отсутствии ограждений на расстояние 20 м от крайнего рельса с каждой стороны;
- на линиях 1 класса с преимущественно грузовым движением и линиях 2 и 3 классов: в пределах полосы отвода на расстоянии 20 м от крайнего рельса с каждой стороны;
- на остальных классах линий: в пределах полосы отвода на расстоянии 7 м от крайнего рельса с каждой стороны.

При необходимости обеспечения видимости различных элементов инфраструктуры (например, путевых сигнальных знаков, знаков безопасности), согласно требованиям Правил технической эксплуатации железных дорог, удаление НДКР может быть выполнено на расстояние, более вышеуказанного.

Согласно Инструкции [10], периодичность работ, проводимых вдоль железнодорожной линии в защитных лесных насаждениях (при их наличии) составляет:

- омолаживание лесозащитных ограждений: один раз в 10 лет;
- удаление ДКР для восстановления защитных свойств: один раз в 5 лет;
- очистка насаждений от снеголома: по мере необходимости.

Приведённые сведения о классификации линий железнодорожного транспорта позволяют организациям, ответственным за нормативное содержание участков железных дорог, полнее раскрыть особенности обеспечения безопасности движения и эксплуатации железнодорожного транспорта с точки зрения выполнения полосами отвода железных дорог функций защитных лесонасаждений.

Список использованных источников

- 1. Методика классификации и специализации железнодорожных линий ОАО «РЖД». Утверждена Распоряжением ОАО «РЖД» от 13.01.2020 № 28/р. — Екатеринбург: УралЮрИздат, 2020. — 20 с.
- 2. Крейнис, З.Л. Техническое обслуживание и ремонт железнодорожного пути: учебник / З.Л. Крейнис, Н.Е. Селезнёва. Москва : УМЦ ЖДТ, 2019. 453 с.
- 3. Platonov, A.A. Visualization of volumes of works for removing unwanted vegetation from the territory of infrastructural objects / A.A. Platonov, L.N. Bogdanova // Colloquium-Journal. $-2020. \frac{N_0}{2} \cdot 2 \cdot 2(54). pp. 143 \cdot 148. EDN HBKVFC.$
- 4. Платонов, А.А. О местах воздействия на нежелательную растительность при её удалении с территорий транспортных инфраструктур / А.А. Платонов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XVII Международной научнотехнической конференции, Вологда, 03 декабря 2019 года / Ответственный редактор Ю.М.

- Авдеев. Вологда: Вологодский государственный университет, 2019. С. 216-218. EDN YKPBZG.
- 5. Платонов, А.А. Общие требования к проведению ресурсоведческих работ на участках инфраструктуры / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Актуальные проблемы современного транспорта. 2023. № 1(11). С. 23-29. EDN PAABEK.
- 6. Платонова, М.А. О позиционировании при натурном обследовании участков железных дорог / М.А. Платонова, А.А. Платонов // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2023»): Сборник статей Международной научно-практической конференции, Воронеж, 26–28 апреля 2023 года. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2023. С. 144-149. EDN GRJNIS.
- 7. Распоряжение ОАО «РЖД» от 31 декабря 2015 г. № 3188р «Об утверждении результатов классификации железнодорожных линий».
- 8. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 14 ноября 2016 г. № 2288р: ввод в действие с 01.03.2017 г. М: ИНФРА-М, 2019. 286 с.
- 9. Платонов, А.А. Результаты определения видового богатства и видового разнообразия нежелательной растительности, произрастающей в полосах отвода железных дорог / А.А. Платонов // История и перспективы развития транспорта на севере России. -2023. -№ 1. C. 63-68. EDN ZMWTSS.
- 10. Инструкция по текущему содержанию земельных участков полосы отвода и охранных зон, защитных лесонасаждений, озеленения и благоустройства, борьбы с нежелательной растительностью: утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 22 марта 2019 г. №539р. Екатеринбург: УралЮрИздат, 2019. 52 с.

УДК 625.144.6

ОБОСНОВАНИЕ МИНИМАЛЬНОГО РАССТОЯНИЯ НАТУРНОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ УЧАСТКОВ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Платонов А.А.

Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, г. Воронеж

Аннотация. При выполнении натурных работ на территориях ряда линейных инфраструктурных объектов возникает необходимость предварительного определения минимального расстояния обследования указанных объектов. В статье рассматриваются вопросы математического моделирования минимального расстояния обследования при проведении ресурсоведческих работ методом учётных площадок, приводятся сведения о величине указанного расстояния при осуществлении указанных работ на территориях некоторых линейных инфраструктурных объектов.

Ключевые слова: нежелательная растительность, инфраструктурный объект, обследование, расстояние, требования.

Abstract. When performing full-scale work on the territories of a number of linear infrastructure facilities, it becomes necessary to preliminarily determine the minimum survey distance for these facilities. The article discusses the issues of mathematical modeling of the minimum survey distance when carrying out resource exploration works by the method of accounting sites, provides information on the value of the specified distance when carrying out these works on the territories of some linear infrastructure facilities.

Keywords: unwanted vegetation, infrastructure object, survey, distance, requirements.

При осуществлении исследовательских работ [1] на предмет выявления произрастания нежелательной растительности в полосах отвода автомобильных и железных дорог, трасс линий электропередачи, а также газо-, нефте- и продуктопроводов [2; 3] нередко возникает необходимость предварительного определения расстояния, которое должен пройти Исполнитель работ по территории указанных инфраструктурных объектов [4].

Исследовательские работы [5], проводимые методом учётных площадок, заключаются в подсчёте количества экземпляров нежелательной растительности, попавшей внутрь учётной рамки и характеризуются не только временными, но и трудовыми затратами привлечённых к осуществлению такого рода деятельности специалистов. В качестве примера на рис. 1 приведены фотографии выполненных нами в 2021 году исследовательских работ по выявлению характеристик растительности с привлечением экспериментальной учётной рамки [6].



Рис. 1 — Визуализация исследовательских работ по выявлению характеристик растительности:
а) в полосе отвода железной дороги Разъезд 239 км-Шилово, июль 2021 г.;
б) в охранной зоне линии электропередачи ПС Жилпоселковая — ПС Строительная, июль 2021 г.

Следует отметить, что минимальное расстояние, которое должен пройти Исполнитель работ, зависит в первую очередь от требуемой точности к будущим результатам исследования при установленном доверительном уровне.

Для обоснования минимального расстояния $L_{\min}^{H\partial\kappa p}$ натурного обследования участков инфраструктурных объектов, заросших нежелательной древесно-кустарниковой растительностью, методом учётных площадок прежде всего отметим, что в соответствии с [1] контрольная площадь обследуемого участка ЛИО $S^{\kappa \ H\partial\kappa p}$ при доверительном уровне P=0.95 должна быть не менее $1000\ \mathrm{m}^2$ (0,1 га).

В общем случае при определении планируемого количества учётных площадок необходимо принимать во внимание их размер: чем меньше размер учётных площадок, тем большее их количество должно быть заложено для измерения характеристик нежелательной растительности с заданной точностью.

По рекомендациям [1] при использовании площадок размером 1×1 м, наименьшее их количество равно 20, при этом полученные на основе анализа выборки из 20 площадок

результаты предварительного обследования территории могут быть использованы для расчёта необходимого количества учётных площадок N_{yn} (объёма выборки) по следующей зависимости:

$$N_{yn} = \left(\frac{v \cdot t}{\varepsilon}\right)^2$$

где V — коэффициент вариации, %; t — критерий достоверности Стьюдента; \mathcal{E} — допустимая погрешность, %.

После выполненного расчёта необходимого количества учётных площадок N_{yn} контрольная площадь обследуемого участка ЛИО $S^{\kappa\, H\partial\kappa p}$ может быть определена по формуле:

$$S^{\kappa \, H \partial \kappa p} = N_{yn} \cdot S_{yn}, \, \mathbf{M}^2$$

где S_{yn} – площадь принятой в исследование характеристик НДКР одной учётной площадки, \mathbf{M}^2 .

Тем не менее, для обеспечения возможности уменьшения вариабельности отдельных результатов (например, экстра-большого или, как показали предварительно выполненные нами рекогносцировочные обследования ряда участков ЛИО, нередко — «нулевого» количества экземпляров нежелательной растительности, приходящихся на 1 м²) и достижения вышеуказанной статистической достоверности и точности лесоводческих исследований (10%) нам представляется целесообразным закладывать на исследуемых территориях ЛИО учётные площадки с минимальным их общим количеством $N_{yn \; \text{min}} = 100.$ При этом указанное количество учётных площадок применимо для территорий ЛИО, характеризуемых густой нежелательной растительностью, в то время как для территорий ЛИО с редкой НДКР целесообразно проводить исследования (как было указано выше) на контрольной площади $S^{\kappa \; H \partial \kappa p}$ не менее $1000 \; \text{м}^2$.

В случае выявления качественных и количественных характеристик произрастающей НДКР на территориях полос отвода железных дорог расстояние $L^{H\partial\kappa p}$ натурного обследования во многом зависит от класса железнодорожного пути (а именно, от общей схемы расположения шпал по длине рельсового звена: эпюры шпал), непосредственной территории исследования (межрельсовое пространство и обочина рельсошпальной решётки или междупутное пространство и откосы балластной призмы), величины площади учётной площадки, а также принятой схемы расположения закладываемых учётных площадок [7; 8].

При натурном обследовании участка полосы отвода железных дорог (в межрельсовом пространстве или на обочине) расстояние $L^{H\partial\kappa p}$ определится как:

$$L^{H\partial\kappa p} = \left[\frac{N_{yn}}{n_{un}-1}\right] \cdot \left(n_{uhm}^{H\partial\kappa p}+1\right) \cdot L_{pup}, \mathbf{M}$$

где S_{yn} – площадь учётной площадки, м²; n_{un} – количество шпал в одной рельсошпальной решётке, шт.; L_{pup} – номинальная длина одной рельсошпальной решётки, м; $n_{unm}^{H\partial\kappa p}$ – количество интервалов расположения закладываемых учётных площадок.

В качестве примера рассмотрим определение расстояния L^{HOKP} натурного обследования железнодорожного пути 2 класса в межрельсовом пространстве рельсошпальной решётки длиной $L_{pup}=25$ м с эпюрой шпал 1840 шп/км (количество шпал

в одной рельсошпальной решётке $n_{um}^{}=46)$ учётными площадками площадью $S_{yn\ Mp}^{H\partial\kappa p}=0,5$ м². Примем безинтервальную схему расположения закладываемых учётных площадок $(n_{uh\ m}^{H\partial\kappa p}=0)$, количество учётных площадок $N_{yn}=250$.

Контрольная площадь обследуемого участка ЛИО определится как:

$$S^{\kappa \ H \partial \kappa p} = N_{\nu n} \cdot S_{\nu n} = 250 \cdot 0.5 = 125 \text{ m}^2$$

Количество участков теоретического произрастания НДКР в одной рельсошпальной решётке составит:

$$n_{lnnp} = n_{uun} - 1 = 46 - 1 = 45.$$

При этом теоретическая площадь произрастания НДКР в одной рельсошпальной решётке составит:

$$S_{meop\ puup}^{H\partial\kappa p}=S_{yn\ Mp}^{H\partial\kappa p}\cdot n_{lnnp}=0,5\cdot 45=22,5\ \mathrm{m}^2$$

Расстояние натурного обследования определится как:

$$L^{H\partial\kappa p} = \left[\frac{250}{46-1}\right] \cdot (0+1) \cdot 25 = 150 \text{ M}$$

Таким образом, при выявлении качественных и количественных характеристик произрастающей НДКР на территории железнодорожного пути 2 класса в межрельсовом пространстве рельсошпальной решётки с эпюрой шпал 1840 шп/км и учётными площадками площадью $S_{yn}=0.5\,$ м 2 расстояние натурного обследования при количестве учётных

площадок $N_{yn} = 250\,$ будет равно $L^{H \partial \kappa p} = 150\,$ м.

Расстояние $L^{H\partial\kappa p}$ натурного обследования железнодорожного пути в междупутном пространстве, на откосах балластной призмы и остальной территории полосы отвода железных дорог не связано с определёнными геометрическими ограничениями, накладываемыми количеством и месторасположением шпал в рельсошпальной решётке.

Аналогично, расстояние $L^{H\partial KP}$ при натурном обследовании территорий охранных зон трасс ВЛ и зон между крайними проводами линий электропередачи, а также полос отвода автомобильных дорог и охранных зон газо-, нефте- и продуктопроводов зависит лишь от принятой схемы расположения закладываемых учётных площадок и геометрических характеристик данных площадок (табл. 1).

Таблица 1. Минимальные расстояния натурного обследования участков линейных инфраструктурных объектов, заросших нежелательной древесно-кустарниковой растительностью

Объект	Учётная площадка		Минимальное	
исследования	форма	площадь S_{yn} , м ²	расстояние $L_{\min}^{H\partial\kappa p}$ (м)	
Полосы отвода автомобильных дорог, охранные зоны трасс ВЛ и зоны между крайними проводами (вдали от опор ЛЭП)		1	112,8 / 1128	
	\mathcal{I}	2	159,4 / 797	
		1	100 / 1000	
	Ш	2	141,4 / 707	
		1	69,2 / 692	

		2	138,4 / 692	
Железные дороги колеи 1520 мм			класс железнодорожного пути	
			14	5
Рельсошпальная решётка (межрельсовое пространство)		0,5	57,5 / 1125	72,5 / 1450
Рельсошпальная решётка (обочина)		0,25	57,5 / 2225	72,5 / 2875
		0,5	57,5 / 1125	72,5 / 1450
Откосы балластной призмы, междупутное пространство двухпутных		1	69,2 / 692	
железных дорог и территория полосы отвода		2	138,4 / 692	
Охранные зоны газопроводов (вдали от опор трубопроводов)	0	1	112,8 / 1128	
		2	159,4 / 797	
		5	252,2 / 504,4	
		10	356,8 / 356,8	
		1	100 / 1000	
		2	141,4 / 707	
		5	223,6 / 447,2	
		10	316,2 / 316,2	
	1		69,2 / 692	
		2	138	3,4 / 692
		5	20	0 / 400
		10	40	0 / 400

Примечание: в числителе указаны величины $L_{\min}^{H\partial\kappa p}$ для $N_{yn\min}=100$, в знаменателе — для рекомендуемой величины площади обследования территории ЛИО S^{κ} $^{H}\partial\kappa p \geq 1000$ M

Для прямоугольных учётных площадок планируемое расстояние $L^{H\partial\kappa p}$ определится как:

$$L^{H\partial \kappa p} = N_{yn} \cdot l_{yn} \cdot \left(1 + n_{uhm}^{H\partial \kappa p}\right) - n_{uhm}^{H\partial \kappa p} \cdot l_{yn}, \, \mathbf{M}$$

где l_{yn} — длина учётной площадки (м), располагаемая вдоль оси линейного инфраструктурного объекта.

В качестве примера рассмотрим определение расстояния $L^{H\partial\kappa p}$ натурного обследования железнодорожного пути 3 класса на откосах балластной призмы учётными площадками (длиной и шириной $l_{yn} \times b_{yn} = 1{,}384 \times 1{,}445$ м) площадью $S_{yn}^{H\partial\kappa p} = 2{,}0$ м².

Примем безинтервальную схему расположения закладываемых учётных площадок ($n_{uhm}^{H\partial\kappa p}=0$), количество учётных площадок $N_{yn}=200$.

Контрольная площадь обследуемого участка ЛИО определится как:

$$S^{\kappa \, H \partial \kappa p} = N_{vn} \cdot S_{vn} = 200 \cdot 2 = 400 \,\mathrm{m}^2$$

Тогда расстояние натурного обследования определится как:

$$L^{H\partial\kappa p} = 200 \cdot 1,384 = 276,8 \text{ M}$$

При двойном интервале ($n_{uhm}^{H\partial\kappa p}=2$) расположения учётных площадок расстояние натурного обследования рассматриваемого участка при прочих равных условиях будет равно:

$$L^{H\partial\kappa p} = 200 \cdot 1,384 \cdot (1+2) - 2 \cdot 1,384 = 827,6 \text{ M}$$

Для круглых учётных площадок, также рекомендованных нами для выявления качественных и количественных характеристик нежелательной растительности, произрастающей на территории охранных зон трасс ВЛ и зон между крайними проводами линий электропередачи, расстояние $L^{H\partial\kappa p}$ соответствующего натурного обследования определится как:

$$L^{H\partial\kappa p} = 2 \cdot R_{yn} \cdot (N_{yn} + (N_{yn} - 1) \cdot n_{uHm}^{H\partial\kappa p}), \,_{\mathrm{M}}$$

где R_{yn} – радиус учётной площадки, м.

В качестве примера рассмотрим определение расстояния $L^{H\partial\kappa p}$ натурного обследования зоны между крайними проводами трассы ВЛ (вдали от опор ЛЭП) круглыми учётными площадками (радиусом $R_{yn\ o3}=0{,}564$ м) площадью $S_{yn\ o3}^{H\partial\kappa p}=1{,}0$ м².

Примем безинтервальную схему расположения закладываемых учётных площадок ($n_{uhm}^{H\partial\kappa p}=0$), количество учётных площадок $N_{yn}=300$.

Контрольная площадь обследуемого участка ЛИО определится как:

$$S^{\kappa \, H\partial\kappa p} = N_{\,\nu n} \cdot S_{\,\nu n} = 300 \cdot 1 = 300 \,\mathrm{m}^2$$

Тогда расстояние натурного обследования определится как:

$$L^{H\partial\kappa p} = 2 \cdot 0,564 \cdot 300 = 338,4 \text{ M}$$

При одинарном интервале расположения учётных площадок расстояние натурного обследования рассматриваемого участка при прочих равных условиях будет равно:

$$L^{H\partial\kappa p} = 2 \cdot 0,564 \cdot (300 + (300 - 1) \cdot 1) = 675,6 \text{ M}$$

При тройном интервале ($n_{uhm}^{H\partial\kappa p}=3$) расположения круглых учётных площадок (радиусом $R_{yn\ o3}=0,797$ м) площадью $S_{yn\ o3}^{H\partial\kappa p}=2,0$ м² расстояние натурного обследования рассматриваемого участка при прочих равных условиях будет равно:

$$L^{H\partial\kappa p} = 2 \cdot 0.797 \cdot (300 + (300 - 1) \cdot 3) = 1908 \text{ M}$$

Таким образом, применение рассмотренных положений определения расстояния натурного обследования железнодорожного пути, заросшего нежелательной

растительностью, позволит получить более достоверные и качественные характеристики указанной растительности.

Список использованных источников

- 1. Технология и машины лесосечных работ / И. В. Григорьев, А. К. Редькин, В. А. Иванов [и др.]. СПб.: Изд-во СПбГЛТУ, 2012. 362 с. EDN OBKUXK.
- 2. Платонов, А.А. Оценка видового разнообразия растительности, произрастающей на территориях линейных инфраструктурных объектов Центральной России / А.А. Платонов //Лесотехнический журнал. − 2023. − Т. 13, № 1(49). − С. 180-193. − EDN MGMITV.
- 3. Платонова, М.А. О позиционировании при натурном обследовании участков железных дорог / М.А. Платонова, А.А. Платонов // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2023»): Сборник статей Международной научно-практической конференции, Воронеж, 26–28 апреля 2023 года. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2023. С. 144-149. EDN GRJNIS.
- 4. Платонов, А.А. О местах воздействия на нежелательную растительность при её удалении с территорий транспортных инфраструктур / А.А. Платонов // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: Материалы XVII Международной научнотехнической конференции, Вологда, 03 декабря 2019 года / Ответственный редактор Ю.М. Авдеев. Вологда: Вологодский государственный университет, 2019. С. 216-218. EDN YKPBZG.
- 5. Лесное ресурсоведение: учеб. пособие / А.И. Жукова, И.В. Григорьев, О.И. Григорьева, А.С. Ледяева; под ред. В.И. Патякина. СПб.: Издательство СПбГЛТА, 2008. 215 с.
- 6. Платонов, А.А. Практическое применение критериев выбора участков линейных инфраструктурных объектов / А.А. Платонов // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт-2023»): Сборник статей Международной научно-практической конференции, Воронеж, 26–28 апреля 2023 года. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2023. С. 139-144. EDN YKCKHF.
- 7. Платонов, А.А. Элементы моделирования и определение расстояния натурного обследования участков железных дорог / А.А. Платонов, М.А. Платонова // История и перспективы развития транспорта на севере России. 2023. № 1. С. 68-71. EDN ARSFDA.
- 8. Биоразнообразие: состояние, эколого-географические и экономические проблемы сохранения: монография / М.С. Алексюк [и др.]; под ред. М.В. Ларионова. Новосибирск: Сибирская академическая книга, 2017. 136 с.

УДК 630*531

ДОМИНИРОВАНИЕ ВИДОВ НЕЖЕЛАТЕЛЬНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В ПОЛОСАХ ОТВОДА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Платонова $M.A.^{1}$, Платонов $A.A.^{2}$

¹Воронежский институт высоких технологий ²Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова, Воронеж

Аннотация. Одной из проблем, возникающей при надлежащем содержании полос отвода железных дорог, является определение характеристик (в частности – доминирования видов) произрастающей на их территориях нежелательной растительности. В статье

рассматриваются вопросы выявления доминирования видов нежелательной растительности, произрастающей по полосам отвода железных дорог Центральной России.

Ключевые слова: нежелательная растительность, железная дорога, обследование, доминирование, характеристики.

Abstract. One of the problems that arises in the proper maintenance of railroad rights-of-way is determining the characteristics (in particular, species dominance) of unwanted vegetation growing on their territories. The article discusses the issues of identifying the dominance of types of undesirable vegetation growing along the right of way of railways in Central Russia.

Keywords: unwanted vegetation, railway, survey, dominance, characteristics.

Проблема выявления доминирования тех или иных видов растительных сообществ [1; 2] нередко возникает при выполнении работ по надлежащему содержанию ряда линейных инфраструктурных объектов (в частности – полос отвода железных дорог общего и необщего пользования [3-5]) на предмет удаления с их территории нежелательной растительности (древесно-кустарниковой поросли, рис. 1).



Рис. 1 — Удаление нежелательной растительности в полосе отвода: а) Тамбов I — Котовск (Цна); б) Лебеди — Сараевка (Чаплыжное); фото Платонов А.А.

В соответствии с [6], под доминированием видов нежелательной растительности понимается способность некоторых видов (благодаря их относительному обилию, превосходящей экологической пластичности) занимать главенствующее положение и оказывать преобладающее влияние в рассматриваемой экологической системе.

Для определения доминирования какого-либо \dot{i} -го вида нежелательно произрастающей на территориях обследованных участков нежелательной растительности использовался индекс доминирования Палия-Ковнацки [7]:

$$D_{PK} = 100 \cdot p_i \cdot \frac{n_{H\partial\kappa pi}}{N_{H\partial\kappa p}}, \% \tag{1}$$

где $n_{H\partial\kappa p\,i}$ — количество экземпляров нежелательной растительности i-го вида; p_i — встречаемость вида нежелательной растительности.

В свою очередь встречаемость вида p_i определялась по формуле:

$$p_i = \frac{m_{yn i}}{N_{yn}} \tag{2}$$

где $m_{yn\,i}$ – количество учётных площадок, на территории которых был найден i -й вид, N_{yn} – общее количество учётных площадок.

Анализ результатов определения доминирования видов НДКР [8; 9], произрастающей на участках полос отвода железных дорог, выявил несколько особенностей (табл. 1).

Таблица 1. Доминирование видов нежелательной растительности, произрастающей в полосах отвода железных дорог

Вид нежелательной растительности	Индекс доминирования Палия-Ковнацки $D_{PK}, \%$	Встречаемость вида p_i , %
Клён ясенелистный	11,94953	33,26708
Вяз приземистый	2,201199	15,10505
Ясень обыкновенный	0,347558	6,066629
Клён остролистный	0,273443	5,176983
Робиния ложноакациевая	0,269615	5,366269
Тополь итальянский	0,233168	4,93091
Тополь чёрный	0,223124	4,826803
Вяз гладкий	0,20953	4,646981
Клён татарский	0,119681	3,501798
Сосна обыкновенная	0,109894	3,388226
Берёза повислая	0,030193	1,836078
Клён гиннала	0,022657	1,53322
Крушина ломкая	0,014618	1,220897
Тополь серебристый	0,014483	1,201969
Ясень пенсильванский	0,011731	1,097861
Слива колючая	0,010121	1,060004
Вяз граболистный	0,007574	0,908575
Осина обыкновенная	0,005383	0,747681
Дуб черешчатый	0,004286	0,681431
Шиповник майский	0,004117	0,662502
Жимолость татарская	0,002761	0,520538
Облепиха крушиновидная	0,001059	0,340716
Берёза пушистая	0,001029	0,331251
Бузина красная	0,000899	0,312323
Клён гирканский	0,00062	0,255537
Тополь длиннолистный	0,000597	0,246072

Ива плакучая	0,000522	0,246072
Бузина чёрная	0,000346	0,198751
Жостер слабительный	0,000219	0,160893
Свидина кроваво-красная	4,02E-05	0,06625
Ива белая	1,43E-05	0,037857
Магония падуболистная	1,43E-05	0,037857
Ива пепельная	2,87E-06	0,018929

Несомненным доминантным видом ($10 < D_{PK} < 100$) нежелательной древесно-кустарниковой растительности, произрастающей в полосах отвода железных дорог, является Клён ясенелистный ($Acer\ negundo\ L$.), отмеченный нами на всех без исключения принятых в исследование участках с общим индексом доминирования $D_{PK} = 11,9495$ по вышеуказанным участкам (рис. 2), при этом максимальная величина доминирования данного вида НДКР была равна $D_{PK} = 87,8554$ (участок Отрожка – Усмань; рис. 3, а), минимальная – $D_{PK} = 0,2426$ (участок Подклетное – Чертовицкое (2); рис. 3, б).

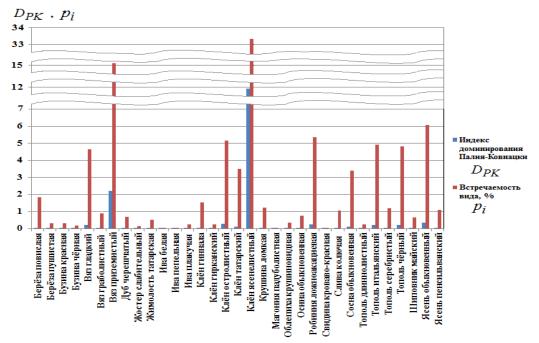
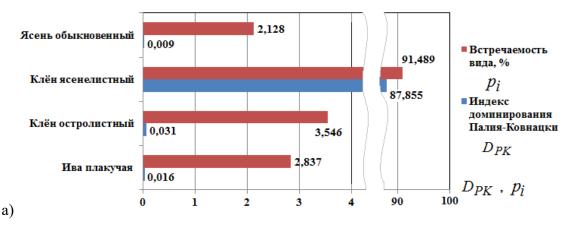


Рис. 2 — Распределение индекса доминирования Палия-Ковнацки для видов нежелательной растительности, произрастающей в полосах отвода железных дорог



136

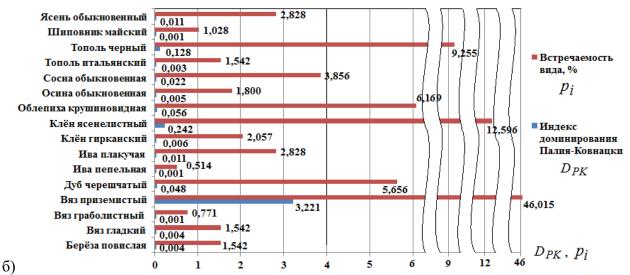


Рис. 3 – Распределение доминирования видов нежелательной растительности на участках полос отвода железных дорог

а) Отрожка – Усмань; б) Подклетное – Чертовицкое (2)

Следует отметить, что рассматриваемый Клён ясенелистный является доминантным видом в 35,7% случаях (кроме вышеуказанного участка Отрожка – Усмань, это участки Разъезд 239 км – Шилово (2), Белгород – Нежеголь (1), Томаровка – Строитель, Готня – Белгород (2); $10 < D_{PK} < 100$; рис. 4), субдоминантным видом в 21,4% случаях (участки Разъезд 239 км — Шилово (1), Белгород — Нежеголь(2), Готня — Белгород (1); $1 < D_{PK} < 10$), субдоминантным видом первого порядка в 42,9% случаях (участки Подклетное -Чертовицкое (1), Подклетное – Чертовицкое (2), Арбузово – Курбакинская, Михайловский рудник — 54 км, Колодезная — Оп 14 км (1), Колодезная — Оп 14 км (2); $0,1 \le D_{PK} \le 1$).

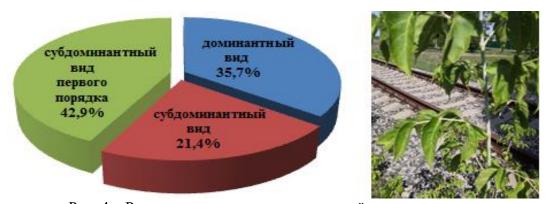


Рис. 4 – Распределение доминирования клёна ясенелистного в полосах отвода железных дорог

Вторым по доминированию видом НДКР, произрастающим в полосах отвода Вяз приземистый (Ulmus pumila L.), отмеченный нами железных дорог, является практически на всех (92,8%), принятых в исследование участках с общим индексом доминирования D_{PK} = 2,2012 по вышеуказанным участкам (рис. 2), при этом максимальная величина доминирования данного вида НДКР была равна D_{PK} = 7,9742 (участок Подклетное – Чертовицкое (1); рис. 5, а), минимальная – D_{PK} = 0,0251 (участок Арбузово – Курбакинская; рис. 5, б).

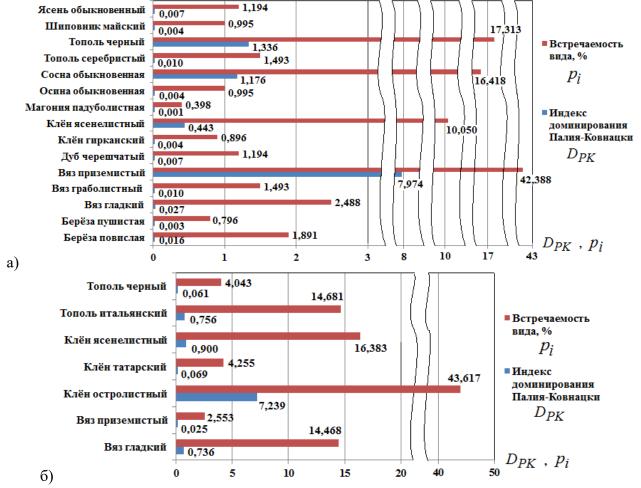


Рис. 5 — Распределение доминирования видов нежелательной растительности а) на участке полосы отвода железной дороги Подклетное — Чертовицкое (1); б) на участке полосы отвода железной дороги Арбузово-Курбакинская

Следует отметить, что рассматриваемый Вяз приземистый является субдоминантным видом в 38,5% случаях (кроме вышеуказанного участка Подклетное — Чертовицкое (1), это участки Подклетное — Чертовицкое (2), Разъезд 239 км — Шилово (1), Разъезд 239 км — Шилово (2), Томаровка — Строитель; $1 < D_{PK} < 10$; рис. 6), субдоминантным видом первого порядка в 38,5% случаях (участки Белгород — Нежеголь (1), Белгород — Нежеголь (2), Михайловский рудник — 54 км, Колодезная — Оп 14 км (1), Колодезная — Оп 14 км (2); 0,1 < $D_{PK} < 1$), второстепенным видом в 23% случаях (участки Готня — Белгород (1), Готня — Белгород (2) и Арбузово — Курбакинская; 0,01 < $D_{PK} < 0$,1.

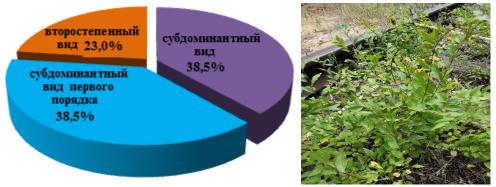


Рис. 6 — Распределение доминирования вяза приземистого в полосах отвода железных дорог

Целый ряд видов нежелательной растительности, произрастающих в полосах отвода железных дорог, относятся к субдоминантным видам первого порядка, а именно:

- ясень обыкновенный ($D_{PK}=0.3475$; максимальная величина доминирования $D_{PK}=2.3332$: участок Готня Белгород (2); минимальная величина доминирования $D_{PK}=0.0065$: участок Подклетное Чертовицкое (1));
- клён остролистный (D_{PK} = 0,2734; максимальная величина доминирования D_{PK} = 7,2394: участок Арбузово Курбакинская; минимальная величина доминирования D_{PK} = 0,0111: участок Разъезд 239 км Шилово (2));
- робиния ложноакациевая ($D_{PK}=0.2696$; максимальная величина доминирования $D_{PK}=6.8631$: участок Белгород Нежеголь (1); минимальная величина доминирования $D_{PK}=0.0204$: участок Разъезд 239 км Шилово (2));
- тополь итальянский ($D_{PK}=0.2331$; максимальная величина доминирования $D_{PK}=14.2405$: участок Михайловский рудник 54 км; минимальная величина доминирования $D_{PK}=0.0031$: участок Подклетное Чертовицкое (2));
- тополь чёрный ($D_{PK}=0.2231$; максимальная величина доминирования $D_{PK}=1.9181$: участок Михайловский рудник 54 км; минимальная величина доминирования $D_{PK}=0.0014$: участок Разъезд 239 км Шилово (2));
- вяз гладкий ($D_{PK}=0.2095$; максимальная величина доминирования $D_{PK}=2.5386$: участок Михайловский рудник 54 км; минимальная величина доминирования $D_{PK}=0.0041$: участок Подклетное Чертовицкое (2));
- клён татарский ($D_{PK}=0.1196$; максимальная величина доминирования $D_{PK}=1.1162$: участок Готня Белгород (2); минимальная величина доминирования $D_{PK}=0.0073$: участок Белгород Нежеголь (1));
- сосна обыкновенная ($D_{PK}=0.1098$; максимальная величина доминирования $D_{PK}=1.1763$: участок Подклетное Чертовицкое (1); минимальная величина доминирования $D_{PK}=0.0073$: участок Белгород Нежеголь (1)).

Отметим, что остальные выявленные нами виды НДКР, произрастающие в полосах отвода железных дорог, относятся ко второстепенным видам (индекс доминирования $0.01 < D_{PK} < 0.1$), при этом нередко наличие таких видов на вышеуказанных территориях фиксировалось нами в единичных случаях (например, свидина кроваво-красная, участок Белгород — Нежеголь (2), рис. 7, а; магония падуболистная, участок Подклетное — Чертовицкое (1), рис. 7, б).





Рис. 7 — Единичная нежелательная растительность, произрастающая в полосах отвода железных дорог, фото Платонов A.A.

Таким образом, полученные в результате данного исследования сведения помогут организациям, ответственным за надлежащее содержания полос отвода железных дорог, обосновано принимать систему машин для удаления произрастающей растительности.

Список использованных источников

- 1. Бобровский, М.В. Количественная оценка разнообразия лесной растительности по лесотаксационным данным / М.В. Бобровский, Л.Г. Ханина // Лесоведение. -2004. -№ 3. C. 28-34. EDN OVXVKP.
- 2. Василевич, В.И. Видовое разнообразие растительности / В.И. Василевич //Сибирский экологический журнал. -2009. Т. 16, № 4. С. 509-517. EDN KUUXLZ.
- 3. Платонов, А.А. Структура формирования технологических процессов удаления нежелательной растительности с эксплуатационных объектов инфраструктуры / А.А. Платонов // Ползуновский альманах. 2020. № 1. С. 65-68. EDN VMYDVL.
- 4. Минаков, Д.Е. Технологические схемы текущего содержания участков полосы отвода железных дорог / Д.Е. Минаков, А.А. Платонов, Е.Ю. Минаков // Транспорт: наука, образование, производство, Воронеж, 20 апреля 2020 года / Ростовский государственный университет путей сообщения. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ростовский государственный университет путей сообщения» в г. Воронеж, 2020. С. 236-241. EDN ATCZVG.
- 5. Platonov, A.A. Modern state of technical means to remove uncontrolled vegetation / A.A. Platonov // Lesnoy Vestnik. Forestry Bulletin. 2021. Vol. 25, No. 1. P. 115-122. EDN FMPPNC.
- 6. Биологический энциклопедический словарь / под ред. М.С. Гилярова. Москва : Сов. энциклопедия, 1989. 864 с.
- 7. Kownacki, A. Taxocens of Chironomidae in streams of the Polish High Tatra Mts / A. Kownacki // Acta hydrobiologica. 1971. Vol. 13 (№ 4). pp. 5-6
- 8. Платонов, А.А. Оценка видового разнообразия растительности, произрастающей на территориях линейных инфраструктурных объектов Центральной России / А.А. Платонов //Лесотехнический журнал. -2023. Т. 13, № 1(49). С. 180-193. EDN MGMITV.
- 9. Платонов, А.А. Результаты определения видового богатства и видового разнообразия нежелательной растительности, произрастающей в полосах отвода железных дорог / А.А. Платонов // История и перспективы развития транспорта на севере России. -2023. № 1. C. 63-68. EDN ZMWTSS

УДК 656.07

СОВРЕМЕННАЯ ЛОГИСТИКА НА ТРАНСПОРТЕ: ЦЕЛИ, ФУНКЦИИ, ТЕНДЕНЦИИ

Платонова М.А., Ткаченко К.А.

Воронежский институт высоких технологий, г. Воронеж

Аннотация. В данной работе рассмотрены проблемы современной транспортной логистики в России и пути их решений. Для этого были представлены теоретические основы транспортной логистики, проведен анализ транспортной логистики России, выявлены недостатки и разработаны предложение по их устранению.

Ключевые слова: транспортная логистика, проблемы, барьеры, виды транспорта.

Abstract. This paper examines the problems of modern transport logistics in Russia and ways to solve them. For this purpose, the theoretical foundations of transport logistics were presented, an analysis of transport logistics in Russia was carried out, shortcomings were identified and a proposal was developed to eliminate them.

Keywords: transport logistics, problems, barriers, modes of transport.

Транспортная инфраструктура является важной составляющей современной рыночной среды. Безусловно, роль транспорта действительно высока вне зависимости от складывающихся особенностей рынка, так как транспортная логистика является важным звеном в товарообороте. Устойчивое и эффективное функционирование транспортной логистики [1] и динамичное развитие транспортной инфраструктуры оказывают прямое влияние на деятельность компаний и предприятий, на темпы экономического роста и уровень качества жизни населения.

Транспортная логистика — это управление транспортировкой грузов, т.е. изменением местоположения материальных ценностей с использованием транспортных средств [2-4]. Внутренняя транспортная логистика занимается внутрипроизводственными перевозками, а внешняя транспортная логистика — снабжением предприятий и сбытом их продукции. При традиционном подходе к транспортировке информационный поток движется вместе с материальным потоком от грузоотправителя через экспедитора по транспортным средствам [5] и далее от экспедитора к грузополучателю [6]. При таком подходе, как транспортная логистика, к системе добавляется ещё один элемент — единый оператор интермодальных перевозок, который управляет информационным потоком и координирует действия.

Среди функций транспортной логистики на данный момент можно выделить: планирование и организация доставки груза, погрузка и разгрузка товара, оформление необходимых документов, выбор транспортного средства, информационное сопровождение груза. Все эти процессы включают в себя десятки переменных, которые необходимо учесть. Именно поэтому больше всего ценятся те компании, которые долго находятся на рынке, так как они успевают накопить базу лучших практик и применять их в действии.

Опираясь на полученные цели и функции транспортной логистики, можно вывести и ее основные задачи:

- анализ пунктов доставки, свойств груза и построение предварительного маршрута;
- выбор подходящего вида транспорта;
- выбор перевозчика и логистических партнеров;
- построение маршрута со всеми ключевыми точками;
- контроль груза во время транспортировки [7; 8].

Выполнение поставленных задач позволяет быстро и качественно перемещать груз. От индивидуальных особенностей задач будет зависеть выбор транспорта: железнодорожный, морской, речной, автомобильный, воздушный. У каждого вида транспорта есть свои плюсы и минусы. Рассмотрим их детально.

Железнодорожный транспорт имеет низкие тарифы и высокую пропускную способность, но с другой стороны — ограниченное число перевозчиков и невысокую сохранность грузов. Морской транспорт перевозит на очень большие расстояния за небольшую стоимость, но делает это очень медленно и не может устроить разгрузку в середине континента. Автомобильный транспорт гибкий и маневренный, однако крайне неэффективен на большие расстояния и зависит от погодных условий. Воздушный транспорт очень безопасен и быстр, но у него есть существенный минус — крайне высокая стоимость доставки.

Таким образом, компании обязаны обращать внимание на такие вещи, как:

- характеристики груза (вес, объем, консистенция);
- количество отправляемых партий;
- срочность доставки груза;
- местонахождение пункта назначения с учетом погодных и климатических условий;
- ценность груза.

Только после этого они могут выбрать наиболее рациональный способ транспортировки [9; 10].

Изучив основные теоретические факты транспортной логистики, рассмотрим, как выглядит ситуация с данной отраслью в России на сегодняшний момент.

На сегодняшний день транспортная логистика России находится на начальном этапе развития, в основном компаниями осуществляются операции по перевозке и экспедированию грузов. По данным за 2016 год, в России качество логистических услуг оценивают на 2,76 балла, возможности отслеживания грузов в 2,62 балла, а своевременность доставки — 3,15 балла. В рейтинге, где представлена информация о данных показателях, Россия, к сожалению, регрессирует, спускаясь с 90 на 99 позицию за 2 года. Как и ожидалось, не оказал положительного влияния на развитие транспортной логистики и коронавирус (рис. 1).

ПОТЕРИ РОССИЙСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ КОМПАНИЙ ОТ ОГРАНИЧЕНИЙ В СВЯЗИ С КОРОНАВИРУСОМ (МЛРД РУБ.)



Рис. 1 – Влияние коронавируса на развитие транспортной логистики России

В связи с современной политической обстановки в мире российская экономика все больше будет переориентирована в азиатском направлении. В этом ключе планируется еще большее замещение западных инвестиций, оборудования и технологий. Большая доля поставок из Китая в Россию приходится на железнодорожные перевозки, которые активно развиваются в последнее время. Например, в начале 2022 года был запущен первый контейнерный поезд из Урад-Хоуци в Москву, который за 10 дней доставил 50 контейнеров с сельскохозяйственной продукцией. В марте РЖД открыли новый сухопутный мультимодальный сервис через Казахстан, между Шэньчжэнем и Санкт-Петербургом.

Транспортировка товаров через северо-запад России приводит к появлению логистического «крюка». Чтобы избавиться от этой проблемы, Россия сейчас развивает коридор «север – юг» с использованием инфраструктуры южных соседей (Китай, Казахстан).

К барьерам рынка логистических услуг можно отнести следующее:

- большинство логистических компаний начинает переход на рынок 3PL (предоставление логистической компанией полного комплекса услуг, начиная от доставки продукции и заканчивая управлением заказами), что часто вызывает сложности;
- особенностью российского рынка является исторически сложившаяся тенденция недоверия к контрагентам, не позволяющая участникам рынка полностью доверять управление логистическими процессами сторонней организации;
 - отсутствие развитой инфраструктуры;
- высокий уровень затрат на нематериальные активы: инновации, информационные технологии, поиск, обучение и содержание штата квалифицированного персонала.

Тенденции в логистике:

1. Производители всё активнее будут развивать свои каналы продаж или пользоваться маркетплейсами – они помогают с минимальными затратами запустить полноценный канал продаж.

- 2. Увеличится доля покупок по подписке. Это приведёт к «ритмичным» доставкам однотипного товара и позволит лучше прогнозировать маршруты доставок и использовать логистические мощности маркетплейсов и ретейлеров.
- 3. Увеличится количество дарксторов, сортировочных центров. Доставка станет быстрее.
- 4. Возможно, появятся сервисы логистических компаний, которыми будет удобно пользоваться и клиенту, и продавцу.

Очевидно, что потребности в транспортных услугах только растут, и данный тип рынка должен быть достаточно динамичным для удовлетворения потребностей. Но ситуация, складывающаяся в России, свидетельствует о том, что существующая инфраструктура не может обеспечить потребности экономики, это вызвано тем, что большая часть объектов инфраструктуры выходит из строя, технически и морально устаревает. Кроме того, можно выделить факторы, оказывающие негативное влияние на транспортную отрасль РФ: нестабильная экономическая ситуация и низкий уровень производственно-технической базы.

Таким образом, следующим этапом в проведении анализа транспортной отрасли России является рассмотрение основных проблем, решение которых приведет к улучшению ситуации в этой сфере:

- отсутствие эффективной законодательной базы в транспортной сфере. Данный аспект очень важен, так как позволил бы уменьшить количество спорных ситуаций и задать направление развития этой отрасли;
- транспортные технологии России не соответствуют современным требованиям эффективного функционирования транспорта;
- отсутствие развитой и современной транспортной инфраструктуры в некоторых субъектах Р Φ ;
- низкий уровень доступности и как следствие качества транспортных услуг, данная проблема выражена в том, что значительная часть сельского населения России не обеспечена связью по дорогам с твердым покрытием с опорной транспортной сетью;
- отставание развития дорожной сети от темпов роста количества автомобилей общества. Представленная проблема относится к перегруженности федеральных автомобильных дорог, особенно в крупных городах;
- низкие темпы обновления основных фондов транспорта. Длительное использование транспортных средств приводит к увеличению их износа, что снижает уровень безопасности их использования;
- снижение показателей безопасности транспортного процесса, вызванное ростом дорожно-транспортных происшествий;
- использование устаревших, точнее, неиспользование современных технологий, что приводит к проблемам с идентификацией продукта, путаницей на складах и замедлению доставки товара;
- низкий уровень использования современных технологий в процессе перевозок.
 Потеря связи с водителем негативно сказывается на координации процесса транспортировки;
 - недостаточное количество разработанных ІТ-программ для транспортной логистики;
- нехватка квалифицированных специалистов. В результате чего маршруты поставки строятся неправильно, и это приводит к повышению затрат;
- недостаточные объемы финансирования в исследовании транспортной сферы, что приводит к низкому уровню развития научной деятельности в данной отрасли.

Все перечисленные проблемы являются причиной увеличения длительности доставки груза, роста временных и денежных затрат на перевозку. Есть ещё очень негативная тенденция — резкий рост затрат на транспорт. Он связан с тем, что 99% запчастей для грузового транспорта не производятся в России, а также растёт стоимость обслуживания и расходников. В итоге стоимость логистики вырастет. В целом такая ситуация с транспортной системой ведет к замедлению общеэкономического роста России. Логистика

станет дороже – падение объёмов автомобильных грузоперевозок из-за санкций составит не менее 15–20%; по оценкам СДЭК, рост тарифов на услуги перевозки до конца года может достигать 15%. Решение данных проблем осложнено тем фактом, что 80% объема транспортной работы приходится на железнодорожный транспорт. Если рассматривать мировую систему доставки, то 60% сделок заключаются с использованием морского вида транспорта.

Для решения данных проблем необходимо увеличить финансирование транспортной отрасли. Это позволит обновить транспортные средства, также станет возможным внедрение современных технологии и инноваций в систему транспорта РФ. Кроме того, появится возможность построения и улучшения грузовых терминалов. Так же решение проблемы, вызванной снижением уровня безопасности, включает в себя проведение систематического и детального мониторинга транспорта и автодорожного полотна.

Таким образом, проведенный анализ показал, что многие проблемы транспортной отрасли РФ остаются нерешенными. Однако большинство проблем транспортной системы РФ могут быть решены посредством мероприятий, которые были предложены в статье. Выдвинутые решения позволят повысить качество предоставляемых услуг, ускорить развитие транспортной логистики в стране.

- 1. Шевченко, М.В. Транспортная логистика / М.В. Шевченко. Москва : Московский университет им. С.Ю. Витте, 2021. 146 с. EDN RYHWLR.
- 2. Платонов, А.А. Перспективы внедрения инновационной путевой техники по сети железных дорог ОАО «РЖД» / А.А. Платонов // Вестник Ульяновского государственного технического университета. 2015. № 1(69). С. 69-72. EDN TYYYQR.
- 3. Платонов, А.А. Особенности эксплуатации специального самоходного подвижного состава на комбинированном ходу / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. − 2013. − № 1. − С. 152-155. − EDN QYYCCV.
- 4. Платонов, А.А. Специализированные грузовые транспортные средства на комбинированном ходу / А.А. Платонов, Н.Н. Киселева // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. − 2014. − № 3. − С. 179-183. − EDN SGFEGP.
- 5. Платонов, А.А. О некоторых особенностях распределения эксплуатационной длины железнодорожных путей по субъектам Российской Федерации / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Актуальные проблемы и перспективы развития транспорта, промышленности и экономики России: Сборник научных трудов, Ростов на Дону, 01–02 марта 2018 года. Том 1. Ростов на Дону: Ростовский государственный университет путей сообщения, 2018. С.329-333. EDN XZKVDV.
- 6. Проблемы транспортной логистики в России // Севертранс. URL: http://www.severtrans.ru/blog/problemy-transportnoy-logistiki-v-rossii/ (дата обращения 27.10.2023).
- 7. Василиади, С.И. Современное состояние транспортной инфраструктуры и проблемы развития транспортной логистики в $P\Phi$ // Информио. URL: https://www.informio.ru/publications/id4027 (дата обращения: 27.10.2023).
- 8. Шуравина, Е.Н Проблемы современной транспортной системы России //КиберЛенинка. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-sovremennoy-transportnoy-sistemy-rossii/viewer (дата обращения 27.10.2023).
- 9. Основы транспортной логистики // Логистика. URL: https://www.xcomp.biz/tema-2-osnovy-transportnoj-logistiki.html (дата обращения 27.10.2023).
- 10. Транспортная логистика в России: проблемы и перспективы развития //Студопедия. URL: https://yandex.ru/turbo/studopedia.net/s/ (дата обращения: 27.10.2023).

ЛОГИСТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВОМ

Попова Е.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье рассмотрена система управления производственным процессом на основе методов логистики. Четкая организация технологического процесса включает в себя все логистические цепочки на производстве. Методология Канбан, применяемая в организации работы во многих компаниях мира, нашла свое применение и в ОАО «РЖД». Методы бережливого производства выявляют технологические потери, решают проблемы организации и планирования не только на линейном уровне, но и на предприятии в целом.

Ключевые слова: производственный процесс, логистическая цепочка, бережливое производство, виды потерь, вытягивающее поточное производство, процессный подход, инструменты, технологии.

Abstract. The article considers the production process management system based on logistics methods. A clear organization of the technological process, includes all the logistics chains in production. The Kanban methodology used in the organization of work in many companies around the world has found its application in JSC "Russian Railways".

Keywords: production process, logistics chain, lean manufacturing, types of losses, pull-through production, process approach, tools, technologies.

Методов организации производства существует большое количество. Каждая компания выбирает наиболее ей подходящие способы управления технологическими процессами. Введение современного логистического подхода позволяет сократить оборот капитала, себестоимость перевозок и расходы на распределительную область логистических услуг. Логистические подходы помогают комплексно решать основные четыре задачи: техническую, технологическую, экономическую И управленческую. Бережливое производство, в свою очередь, не только на железнодорожном транспорте, но и в других областях производства, систематизирует вовлеченность в процесс оптимизации каждого работника и наибольшую его ориентированность на клиента [1]. Основными результативными способами и инструментами бережливого производства стали: картирование потока создания ценности, вытягивающее поточное производство, Канбан, кайдзен, система 5S, система SMED, система TPM, система JIT, визуализация и Uобразные ячейки.

Методы управления предприятием, которые основаны на увеличении качества продукции при оптимальных расходах, это и есть бережливое производство (lean production).

В рамках основного метода бережливого производства в конкретном случае можно выделить метод Канбан, при котором процесс производства происходит непрерывно. Такой способ организации предполагает такую систему организации, которая почти не требует страховых запасов и позволяет быстро перестроить производственный процесс.

Главной задачей подхода является совершение действий для создания ценности для потребителя и устранение потерь рабочего времени, материально-технических ресурсов и т.д. Поток каких-либо товаров — это система с нулевыми запасами, которая изготавливает изделия только после заказов, поступающих от потребителей [2].

Принцип вытягивания является способом управления запасами в системе Канбан. Таким подходом к взаимодействию производственных участком при производстве известных во всем мире марок машин пользуется корпорация Toyota Motor Corporation. Пополнение ресурсов в этой системе на каждом производственном участке осуществляется не по графику, а по потребности. Основатель этой производственной системы разделил

потери на 7 разновидностей, на уменьшение и ликвидацию которых обращено бережливое производство (рис. 1).



Рис. 1 – Виды потерь в концепции «Бережливое производство»

Неблагоприятными факторами на железнодорожном транспорте, вопреки принципам бережливого производства можно выделить такие виды потерь, как перепробег вагонов, который сокращает пропускную способность участков, станций и железнодорожных узлов; станционные простои; повторные отправки вагонов к местам ремонта и отстоя [2].

Технологии работы предприятий, основанных на принципах бережливого производства, позволяет минимизировать, а иногда совсем ликвидировать потери на всех производственных участках. Работает такая система по принципу «точно вовремя». Координация всех цехов производства обеспечивается сигнальной системой, которая предупреждает об исчерпании запасов и говорит о необходимости их пополнения. Эффективным способом подачи таких сигналов стали карточки [2]. Сотрудники предприятия забирают заготовки из емкости вместе с карточкой, которую помещают в специальный ящик, из которого она попадает обратно в цех заготовки, при этом все манипуляции отражаются на доске Канбан (рис. 2).



Рис. 2 – Пример доски Канбан

Принцип Канбан универсален и может применяться на любых производствах, в офисах, в учебных заведениях, библиотеках и даже дома. Безусловно такой метод можно совмещать с другими инструментами бережливого производства.

Применить принципы системного подхода Канбан в производственном процессе решили руководители Оскольского металлургического комплекса – ОЭМК им. А.А. Угарова. Правильно распределив рабочее время на комбинате, получилось достигнуть приличного экономического эффекта. А именно в цехе ремонта металлургического оборудования была внедрена доска Канбан, с помощью которой технология производства значительно оптимизирована, за счет уменьшения периода для оперативного принятия решений. Сохранение работоспособного состояния объекта характеризуется резервированием, а именно использованием дополнительных средств для увеличения надежности объекта, ремонтопригодностью, т.е. возможностью проведения технического обслуживания и показателей безотказности, ремонта, сохранением значения долговечности ремонтопригодности. Предупреждение отказов и неисправностей, а также обеспечение надежного действия объектов должны быть обеспечены техническими решениями на этапах проектирования и производства, а также качественным содержанием объектов в эксплуатации [3].

В электросталеплавильном цехе комбината находится цех по ремонту сталеплавильного оборудования ЦРМО РМУ. План текущих и капитальных ремонтов оборудования производится согласно графика. МНЛЗ работает круглосуточно, поэтому необходимо обеспечить запас механизмов, чтобы в случае неисправности всегда возможно было оперативно произвести замену. Всего в таком непрерывном цикле задействовано до 130 единиц сменного оборудования. Ремонт оборудования стал производиться в несколько раз быстрее.

Теперь доска Канбан предусматривает выделение определенным цветом, например машины непрерывного литья заготовок, так как у них есть свои особенности настройки параметров (рис. 3).



Рис. 3 – Доска Канбан на ОЭМК

На все оборудование введена магнитная карточка, на которой указан его порядковый номер и название. Такая карточка, в зависимости от состояния оборудования, переводится в разделы: «Принятые», «Разобранные», «Собранные», «Настроенные», «Готовое», «В работе на МНЛЗ».

Канбан может найти свое применение в различных структурных подразделениях ОАО «РЖД», так как такая организационная доска визуализирует этапы производства и помогает оперативно реагировать на технологический процесс.

Современные информационные системы позволяют усовершенствовать эти процессы, например, использовать QR-коды и штрих-кодирование. Следовательно, это еще больше может оптимизировать процессы, а главное уменьшить время технологической цепочки [2].

ОАО «РЖД» заинтересована в применении различных методов бережливого производства. Компания будет не только способствовать сокращению себестоимости, но и повышению качества работы всех линейных предприятий, при этом улучшая условия труда всех своих сотрудников.

Таким образом, бережливое производство необходимо развивать и внедрять на все объекты железнодорожного транспорта, так как это является безусловно эффективным и универсальным способом управления.

Список использованных источников

- 1. Мониторинг ЦНТИБ филиал ОАО «РЖД» бережливое производство. № 2, февраль 2021 г.; Бойкин, С.В. Вибрационная диагностика/ С.В. Бойкин // Новые технологии. Москва :Транспорт, 2015. №3 -С. -34.
- 2. Товстенко, Д. С. Концепция применения бережливого производства в ОАО «РЖД»: опыт использования и тенденции дальнейшего развития / Д. С. Товстенко, А. А. Малахова //Образование наука производство : Материалы V Всероссийской научно-практической конференции, (с международным участием), Чита, 07 октября 2021 года. Том 2. Чита: Забайкальский институт железнодорожного транспорта филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования "Иркутский университет путей сообщения", 2021. С. 132-137. EDN EMHETA.
- 3. Журавлева, И. В. Надежность технических устройств, основная составляющая уровня безопасности на железнодорожном транспорте / И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019") : труды международной Научно-практической конференции : секция «Теоретические и практические вопросы транспорта», Воронеж, 23 января 23 2019 года. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2019. С. 32-35. EDN NJBSEM.

УДК 629.423

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА ВАГОННОГО ПАРКА Попова Е.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье представлены два варианта технологии осмотра вагонного парка: вибрационное диагностирование и тепловизорное оборудование. Описаны технические особенности работы с этими механизмами, приведены как достоинства, так и недостатки эксплуатации. Контроль и прогноз состояния механизмов подвижного состава — это основной фактор безопасности железнодорожного движения.

Ключевые слова: вагонный парк, тепловизор, тепловизорное оборудование, вибрационная диагностика, осмотр, механизм, метод технического осмотра.

Abstract. The article presents two variants of the technology of inspection of the car fleet: vibration diagnostics and thermal imaging equipment. The technical features of working with these mechanisms are described, both advantages and disadvantages of operation are given. Monitoring and forecasting the condition of rolling stock mechanisms is the main factor of railway traffic safety.

Keywords: car park, thermal imager, thermal imaging equipment, vibration diagnostics, inspection, mechanism, technical inspection method.

В динамично развивающемся мире постоянно происходит модернизация технологических процессов и оборудования. Качественный осмотр подвижного состава на предмет вовремя выявленных неисправностей — это залог безопасности работы железнодорожного транспорта.

Использование визуальных осмотров оборудования вагонов является одним из первых методов контроля и диагностики, который основывался на субъективных оценках персонала, при этом не потерявшим своей актуальности и на сегодняшний день. Данный метод позволяет выявить достаточно крупные для невооруженного глаза дефекты материалов и конструкций. Визуальный контроль оборудования железнодорожного транспорта может применяться как на стадиях производства оборудования, так и в процессе его эксплуатации [1].

Пункты технического осмотра включают в себя различные механизмы: устройства контроля схода вагонов, колесосбрасывающие башмаки, устройства зарядки отпуска тормозов. Такие устройства присутствуют на большинстве пунктов технического обслуживания, в которых предусмотрены технологии контроля, осмотра и работы с его рельсовыми конструкциями. В настоящее время эти аппараты устарели и конечно необходимость их заменить встала на повестке дня. Современными технологиями в области технического осмотра можно считать: вибрационное диагностирование и тепловизорное оборудование [1].

Вибрационная диагностика – метод диагностики технических систем и оборудования, основанный на синтезе параметров вибрации или образуемой действующим оборудованием, или обусловленной вторичной вибрацией исследуемого объекта. Вибрационная диагностика (рис. 1), как и многие способы технической диагностики, решает вопросы выявления неисправностей и оценки технического состояния анализируемого предмета.



Рис. 1 – Вибрационное диагностирование

Такое устройство предусматривает два режима работы:

- бесконтактный, предполагающий использование радиоволн и электромагнитных полей;
- контактный, в котором используется фотоэлектронный, дифракционный и интерференционный способы замера при анализе работы механизма [2].

Все более часто для обнаружения неисправностей находит свое применение тепловизорное оборудование. Тепловизор — это конструкция для анализа равномерного распределения температуры рассматриваемого участка поверхности механизма. Такие устройства часто используются в целях недопущения аварийных ситуаций на железнодорожном транспорте и детального исследования, постоянной проверки за вагонным парком. Тепловизорные технологии (рис. 2) с блоками интеллектуального контроля

предоставляют зональный осмотр на существенном удалении при любых погодных условиях, без каких-либо погрешностей.

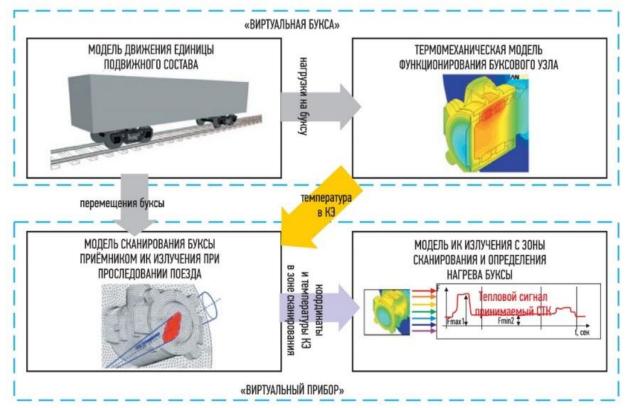


Рис. 2 – Тепловизорный осмотр

Надо отметить, что такого рода технология способна постоянно контролировать не только подвижной состав, но и другие объекты железнодорожного транспорта. Предполагается дальнейшее усовершенствование этой системы, например, для обеспечения безопасности движения поездов оборудовать кабину машиниста сигнальным оповещением о предметах, которые могут встретиться на железнодорожных путях по пути следования состава. Современные технологии перевозок предъявляют совершенно новые требования к уровню надежности технических средств и оценки всех видов рисков. Цена любого сбоя, нештатной ситуации, отказа в процессе высокотехнологичных перевозок возрастает многократно по причине высоких рисков, больших экономических и конкурентных потерь для холдинга «РЖД» [3].

Эта технология предполагает работу с тепловизорами и представлена в конкретном аппарате, который состоит из камеры высокой частотности кадров. Такое оборудование позволяет получать качественный анализ состояния вагонов круглосуточно.

Установка тепловизора производится в месте, где обзор вагонов будет максимальным. Измерения производятся бесконтактным способом и передаются на монитор, где четко показаны тепловые спектры на подвижном составе. Тепловизионное обследование находит свое применение и является качественной диагностикой двигателей, насосного и вращающегося оборудования. Программное обеспечение анализирует тепловую передачу на экране и сравнивает с изображением исправного оборудования. Тепловизионная диагностика является эффективной при анализе электродвигателей, чувствительных к дефектам, связанным с перегревом, причем изменение внутренних температур двигателя не сразу проявляется на поверхности оборудования. Обнаружить дефект на первоначальной стадии возможно при нарушении соосности вращающихся частей или дисбалансе, которые обычно приводят к перегреву узлов вращающейся машины. Диагностировать также можно тепловизионное изображение подшипников. Превышение температуры подшипника

температуры двигателя – первый признак нарушения, которое надо в срочном порядке устранять.

Таким образом, такой вид осмотра конечно же гораздо быстрее и безопаснее для работников железнодорожного транспорта. Но тепловизор, как и многие другие устройства, обладает своими достоинствами и недостатками. Это привело к необходимости разработки показателей эксплуатационной надежности и безопасности объектов железнодорожного транспорта, увязанных с объемами выполняемой эксплуатационной работы [4].

К достоинствам тепловизионного обследования относятся:

- точность, объективность результатов осмотра;
- надежность комплекса устройств;
- отсутствие дополнительных манипуляций на рабочем месте для установки датчиков;
- обнаружение дефектов на ранней стадии.

К недостаткам можно отнести:

- при осмотре есть возможность повреждения детали;
- высокая цена оборудования;
- ограничение радиуса осмотра;
- зависит от марки купленного прибора.

Как правило, тепловизионный контроль также можно использовать в совокупности методов диагностики, его распространение связано с высокой достоверностью анализа и чувствительностью.

Можно сделать вывод, что тепловизорное оборудование по своим свойствам все-таки опережает вибрационное диагностирование. Такая технология наиболее современна и выдает наиболее точный анализ состояния подвижного состава, проста в эксплуатации. Также надо отметить, что это оборудование имеет небольшой вес, простое в эксплуатации и экономично в ремонте.

Применение современных способов осмотра вагонного парка обеспечивает безопасность перевозки как грузов, так и пассажиров, что является основным показателем предоставления качественных услуг на железнодорожном транспорте.

- 1. Банкерова, Е. И. Новые передовые технологии на пунктах технического обслуживания / Е. И. Банкерова // 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: Красноярский институт железнодорожного транспорта филиал федерального образовательного учреждения государственного бюджетного высшего образования Иркутский государственный университет путей сообщения, 2021. - С. 104-106. - EDN APFSAS.
- 2. Бойкин, С.В. Вибрационная диагностика/ С.В. Бойкин // Новые технологии. Москва : Транспорт, 2015. №3 С. 30-34.
- 3. Журавлева, И. В. Надежность технических устройств, основная составляющая уровня безопасности на железнодорожном транспорте / И. В. Журавлева // Транспорт: наука, образование, производство ("Транспорт-2019") : труды международной Научно-практической конференции: секция «Теоретические и практические вопросы транспорта», Воронеж, 23 января 23 2019 года. Воронеж: филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Ростовский государственный университет путей сообщения" в г. Воронеж, 2019. С. 32-35. EDN NJBSEM.
- 4. Журавлева И. В. Повышение уровня безопасности производственных и эксплуатационных процессов на железнодорожном транспорте // Моделирование систем и процессов. 2018. T. 11. N = 3. C. 24-29. EDN PNMGSK.

УДК 656.043

РАЗВИТИЕ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБЛАСТИ ЛОГИСТИКИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Попова Е.А., Журавлева И.В. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В статье описаны тенденции внедрения цифровизации на железнодорожном транспорте в области сохранности перевозимых грузов. Применение интеллектуальной системы электронного пломбирования находит все большее применение для перевозки контейнерных и скоропортящихся грузов. В статье представлены функциональные особенности электронной системы пломбирования «БигЛок» и электронных запорно-пломбировочных устройств.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, запорно-пломбировочное устройство, транспортная услуга, сохранность груза, цифровизация, транспортная услуга, сравнительная характеристика.

Abstract. The article describes the trends in the introduction of digitalization in railway transport in the field of the safety of transported goods. The use of an intelligent electronic sealing system is increasingly being used for the transportation of containerized and perishable goods. The article presents the functional features of the electronic sealing system "Biglock" and electronic locking and sealing devices.

Keywords: railway transport, locking and sealing device, transport service, cargo safety, digitalization, transport service, comparative characteristics.

Технологические особенности железнодорожного транспорта создают препятствия в области цифровизации перевозок, применения онлайн-технологий в связи с недостаточной безопасностью передачи данных и отсутствием унифицированной документации. ОАО «РЖД» прежде всего анализирует улучшение таких показателей, как: сокращение оборота вагонов и контейнеров, уменьшение количества приемосдатчиков груза и багажа, уменьшение непроизводительных затрат, которые могут быть вызваны наличием ошибок при пломбировке вагонов и контейнеров, а также минимизирование количества несохранных перевозок. Владельцы грузов, в свою очередь, конечно, выступают за повышение качества предоставляемых РЖД услуг. К эффективным факторам для грузовладельцев являются такие показатели, как: уменьшение оборотных средств, сокращение простоя на путях необщего пользования, затрат на страхование грузов и на военизированную охрану, ликвидацию потерь груза, которые зачастую появляются в случае повреждения пломбировочного устройства, и конечно минимизацию потерь груза [1]. Транспортная услуга – это комплекс предоставляемых услуг, которые в современном мире невозможно оказывать, не применяя различные цифравизационные технологии, которые к тому же способствуют повышению сохранности перевозок.

Использование интеллектуальной системы электронного пломбирования «БигЛок», которая является одной из форм современной технологии цифровизации в области грузовых перевозок. Эта система позволяет исключить «человеческий фактор» в вопросах опломбирования вагонов и контейнеров, повышая тем самым сохранность грузов [2]. Информация о перевозке товара поступает грузоотправителю в режиме реального времени и моментально отображается в личном кабинете пользователя системы «ВІGLOCK». Начиная с 2014 года использование этой системы было только на 7 маршрутах следования, а уже в настоящее время эта цифра достигла почти 200. Система электронного пломбирования вагонов и контейнеров представлена на рис.1.

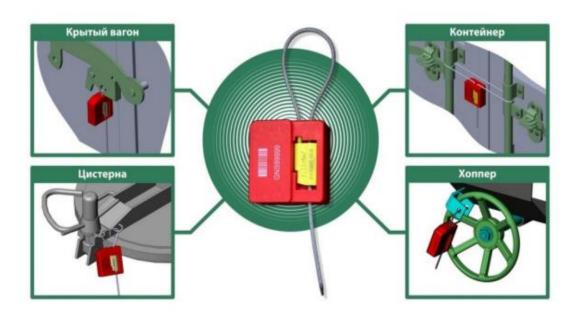


Рис. 1 — Интеллектуальная система электронного пломбирования «БигЛок»

Основные составляющие системы (табл. 1).

Таблица 1. Техническое оснащение системы «БигЛок»



Функциональные возможности систем пломбирования представлены в следующей таблице (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительная характеристика интеллектуальной системы электронного

пломбирования «БигЛок» и электронных запорно-пломбировочных устройств

Функциональные особенности системы «БигЛок»	Функциональные особенности
	электронных запорно-
	пломбировочных устройств
Контроль:	 фиксация и индикация вскрытия
- доступа к грузу и вскрытия опломбированного	запорных узлов транспортных
объекта;	средств;
- состояния ЭЗПУ на всем пути следования;	 передача данных о нарушениях
- маршрута следования опломбированного	режима сохранности груза;
транспортного средства;	 передача сигнала тревоги при
- соблюдения сроков доставки, остановки, стоянок,	нарушении установленных
соударений в пути следования и т.д.	требований транспортировки груза
параметров перевозимого груза с помощью	[2].
дополнительных выносных датчиков (влажности,	
температуры, загазованности);	
- определения страхового или не страхового случая	
при страховании груза, опломбированного ЭЗПУ;	
- нагрузки на ходовые части железнодорожного	
подвижного состава (вагонных тележек, колесных	
пар, буксов и т.д.)	

Электронное запорно-пломбировочное устройство в составе интеллектуальной системы электронного пломбирования «БигЛок» обеспечивает безопасные условия труда, так как имеет сертификаты соответствия по механическим, климатическим и криминальным испытаниям [3], что зафиксировано в соответствии требованиям Технического регламента Таможенного Союза ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств» и требованиям в области пожарной безопасности. Использование такого ЗПУ предполагает наличие работников станции только, когда происходит монтаж и закрепление или демонтаж и снятие этого механизма. Таким образом, период присутствия работников, производящих коммерческий осмотр и фиксирование ЗПУ, значительно сокращается.

Использование электронных пломбировочных устройств уменьшает «человеческий фактор» при работе приемосдатчиков грузов и приемщиков поездов при пломбировке вагонов и контейнеров. Помимо этого, позволяет в режиме реального времени отслеживать показатели датчиков температуры и влажности, установленные на рефрижераторном подвижном составе. Применение ЭЗПУ при перевозке скоропортящихся грузов представлено рис. 2.



Рис. 2 – Применение ЭЗПУ при перевозке скоропортящихся грузов

Схема оборудования рефрижераторных вагонов представлена на рис. 3.



Рис. 3 – Схема оборудования рефрижераторных вагонов

Особенности эксплуатирования электронных запорно-пломбировочные устройств:

- покупка аренды электронной пломбы производится через конкурсные процедуры (предусматривается списание арендной платы с депозита после оказания услуги);
 - доставка такого ЗПУ происходит по заявке в течение 3-5 дней;
- предусмотрено применение электронного модуля с заменой механической части устройства многократно;
- получение информации о сохранности груза происходит автоматически на всем пути следования груза через личный кабинет грузоотправителя;
- получение информации о параметрах грузоперевозки также происходит автоматически (информация поступает в личный кабинет грузоотправителя);
- постановка на учет и снятие с учета совершается автоматически с использованием мобильного рабочего места при навешивании и штатном снятии с автоматической записью в базу данных;
 - утилизируется за счет производителя [4].

Процедура навешивания и съема этого механизма достаточно простая и быстрая. Возможность отслеживать состояние груза на всем пути следования является неоспоримым бонусом как для отправителя, так и для грузополучателя. Международные перевозки в особенности остро нуждаются в использовании электронных ЗПУ, так как дают возможность существенно сократить технические остановки для осмотра состояния груза по пути следования и уменьшить период времени на оформление таможенных операций. Использование интеллектуальной системы электронного пломбирования «БигЛок» безусловно говорит об уменьшении количества несохранных перевозок, а значит, говорит о повышения уровня качества грузоперевозки.

- 1. Крылов, В. Двойная выгода / В. Крылов. // РЖД-Партнер. 2020. № 7. С. 31.
- 2. Сиротин, А.А. Интеллектуальная система электронного пломбирования «Биглок» как элемент цифровой логистики на железнодорожном транспорте. Материалы II всероссийской научно-практической конференции с международным участием, Омск, 02 декабря 2021 года.

- Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2021. 282 с. EDN VTKMAB.
- 3. Зайцев, А. А. Типовая технология механического пломбирования и новая система электронного пломбирования: что лучше? / А. А. Зайцев, И. Сергеев. // РЖД-Партнер. -2020. № 20. С. 24-27.
- 4. Сурганов, О. Технические средства контроля за перевозками: какими им быть? / О. Сурганов. // РЖД-Партнер. -2021. -№ 5/6. С. 40-41.

УДК 622.625.6+621.382.2/.3

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ТИПА СИЛОВЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРИБОРОВ ДЛЯ СТАТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ШАХТНЫХ МОНОРЕЛЬСОВЫХ ЛОКОМОТИВОВ

Прибой М.П.

ФГБОУ ВО «Донецкий национальный политехнический университет», г. Донецк

Аннотация. В данной статье обосновывается выбор типа силовых полупроводниковых приборов для статических преобразователей шахтных монорельсовых локомотивов. В качестве основного прибора выбран IGBT, обладающий рядом преимуществ по сравнению с другими типами полупроводниковых приборов. IGBT является биполярным транзистором с изолированным затвором, который обладает высокой мощностью переключения, низким падением напряжения и малым временем переключения. Это делает его идеальным для применения в статических преобразователях, где требуется быстрое и точное управление током.

Ключевые слова: монорельсовый локомотив, электропривод, статический преобразователь, транзисторы MOSFET, транзисторы IGBT.

Abstract. This article justifies the choice of the type of power semiconductor devices for static converters of mine monorail locomotives. IGBT was selected as the main device, which has a number of advantages compared to other types of semiconductor devices. IGBT is a bipolar transistor with an insulated gate, which has high switching power, low voltage drop and short switching time. This makes it ideal for use in static converters where fast and accurate current control is required.

Keywords: monorail locomotive, electric drive, static converter, MOSFET transistors, IGBT transistors.

В данном исследовании обосновывается выбор типа силовых полупроводниковых приборов для статических преобразователей шахтных монорельсовых локомотивов. Выбор конкретного типа приборов зависит от ряда факторов, включая требования к мощности, надежности, габаритам и стоимости [1-4]. Большое количество трудов посвящено исследованию шахтных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге, исследования базируются на основе систем дифференциальных уравнений и математического анализа [5-7]. Значительный интерес среди ученых вызывают вопросы источников питания аккумуляторных монорельсовых локомотивов, однако в них не учитываются параметры статических преобразователей и обоснование выбора типа силовых полупроводниковых приборов для вторичных источников питания [8-11].

Основу современной силовой преобразовательной техники составляют транзисторы MOSFET и IGBT. Наиболее широкое распространение указанные полупроводниковые приборы находят в системах управления и питания приводных электродвигателей шахтных монорельсовых локомотивов. Особую актуальность применение данных полупроводниковых приборов приобретает при использовании в качестве приводных двигателей электрических машин переменного тока, асинхронных или синхронных двигателей.

MOSFET – это полевой транзистор. По принципу управления – не токовый, а потенциальный прибор.

Транзисторы MOSFET по сравнению с биполярными транзисторами имеют следующие преимущества:

- поскольку MOSFET управляется не током, а электрическим полем, то существует существенный резерв упрощения схемы управления и снижения мощности на управление;
- в полевых транзисторах отсутствует инжекция неосновных носителей в базовую область, поэтому они могут переключаться с более высокой скоростью;
- поскольку полевые транзисторы термостойкие, с ростом температуры увеличивается их канальное сопротивление, соответственно появляется возможность реализации параллельного соединения MOSFET для увеличения нагрузочной способности;
- в полевых транзисторах отсутствует вторичный пробой, поэтому область их безопасной работы шире, чем у биполярных транзисторов [1].

Основные недостатки транзисторов MOSFET:

- в открытом состоянии канал транзистора MOSFET представляет собой активное сопротивление, значение которого невелико только у транзисторов с допустимым напряжением «сток-исток» не более 250...300 В. С повышением допустимого напряжения наблюдается его значительный рост, что обуславливает параллельное соединение полупроводников, так как необходимо ограничивать ток одного транзистора, вследствие этого транзисторы получаются недогруженными;
- существенный недостаток транзисторов MOSFET связан с их технологией изготовления, поскольку до настоящего времени технологически не получается изготовить их без паразитных элементов, одним из которых является биполярный транзистор;
- наличие паразитных межэлектродных емкостей вызывает эффект «торможения» транзистора при переключении, и чем мощнее транзистор, тем сложнее обеспечить скорость его переключения [1].

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что транзисторы MOSFET являются почти идеальными полупроводниковыми приборами при использовании их в силовой электронике, в частности в статических преобразователях и вторичных источниках питания шахтных монорельсовых локомотивов. Однако при превышении рабочего напряжения выше 250...300 В (максимум 400 В) требуется прибор с более высоким значением величины напряжения «сток-исток». Максимальная величина допустимого напряжения «сток-исток» большинства серийных транзисторов MOSFET составляет порядка 800 В, однако сопротивление в открытом состоянии у них составляет единицы Ом.

При разработке статических преобразователей для шахтных монорельсовых локомотивов или их зарядных станций допустимого рабочего напряжения приборов MOSFET недостаточно, поэтому более целесообразно применять IGBT транзисторы.

В таких транзисторах совмещены следующие преимущества биполярных транзисторов: значительная допустимая величина напряжения «коллектор-эмиттера» и полевых транзисторов, которые имеют минимальные затраты энергии на управление.

Сегодня IGBT производятся на рабочее напряжение 6500 В и более, чего вполне достаточно для проектирования с большим запасом надежности преобразователей шахтных монорельсовых локомотивов с электроприводом и зарядных станций аккумуляторных батарей без последовательного соединения приборов.

Основным недостатком IGBT является значительное время выключения, ограничивающее частоты переключения от 20...до 100 кГц даже у быстродействующих транзисторов. Кроме того, с ростом частоты необходимо уменьшать максимальный ток коллектора, поскольку возрастают потери на переключение. Согласно рис. 1 видно, что при работе транзисторов на частотах выше 10 кГц приходится уменьшать ток коллектора больше чем в два раза.

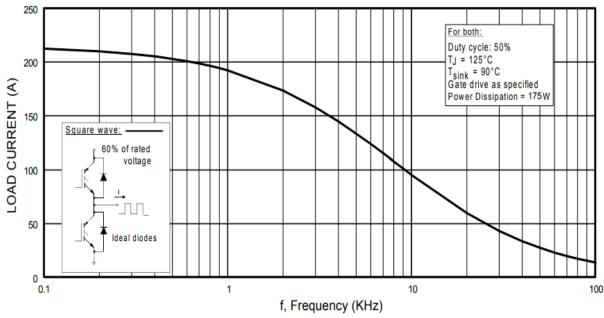


Рис. 1 — Зависимость тока коллектора от полумостовой частоты транзисторного модуля GA400TD60U класса ultra-fast [12]

Кроме того, у силовых инверторов, например, при реализации асинхронного привода аккумуляторного шахтного монорельсового локомотива, с увеличением мощности преобразования рабочую частоту необходимо снижать для уменьшения воздействия паразитных индуктивностей монтажа.

На рис. 2 и рис. 3 приведены типовые выходные и передаточные характеристики транзисторных модулей.

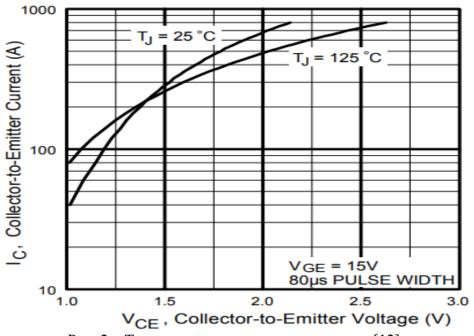


Рис. 2 – Типовые выходные характеристики [12]

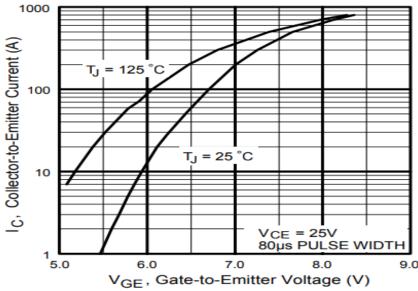


Рис. 3 – Типовые передаточные характеристики [12]

Типовые выходные и передаточные характеристики IGBT транзисторных модулей показывают поведение транзисторов при различных условиях работы. Они используются для определения ключевых параметров устройства, таких как: напряжение насыщения, ток коллектора, коэффициент усиления по току и эффективность переключения.

Выходные характеристики показывают зависимость тока коллектора (или стока) от напряжения коллектор-эмиттер (или «сток-исток») при разных значениях тока базы (или затвора). Они позволяют определить максимальное рабочее напряжение и ток, а также падение напряжения на транзисторе при определенной нагрузке.

Передаточные характеристики отражают зависимость коэффициента усиления по току от тока коллектора при различных значениях напряжения база-эмиттер. Эти характеристики помогают определить, как изменение тока базы влияет на ток коллектора и насколько эффективно транзистор усиливает входной сигнал.

В целом, выходные и передаточные характеристики позволяют оценить эффективность и быстродействие IGBT модулей, а также определить оптимальные условия работы для обеспечения надежной и стабильной работы системы.

Также IGBT имеют хорошие характеристики по сравнению с MOSFET и SiC-MOSFET, такие как более низкая стоимость, меньшее тепловое сопротивление и более высокая эффективность. Кроме того, использование IGBT позволяет уменьшить габариты и вес преобразователей, что является важным критерием для применения на шахтных монорельсовых локомотивах. В целом выбор IGBT для статических преобразователей шахтных монорельсовых локомотивов является обоснованным и перспективным решением.

Перспективы применения IGBT связаны с развитием и совершенствованием систем электропривода шахтных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге, а также с расширением областей их использования в зарядных станциях аккумуляторных батарей на околоствольных дворах шахт. В частности, IGBT позволяют разработать мощные и эффективные системы привода c высокими показателями КПД. электропривода на основе IGBT позволяет снизить энергопотребление от аккумуляторной батареи шахтного монорельсового локомотива, улучшить его управление и повысить производительность. Кроме того, IGBT обладают высокой надежностью и долговечностью, важным фактором для применения В промышленных вспомогательного транспорта горных предприятий. Они также обладают хорошей устойчивостью к перегреву и короткому замыканию, что делает их безопасными для использования электрических системах c повышенными требованиями пожаровзрывобезопасности шахт, опасных по газу и пыли.

Дальнейшие исследования будут посвящены анализу схемотехнических решений с использованием IGBT при разработке перспективного привода шахтного монорельсового локомотива с синхронными и асинхронными электродвигателями.

- 1. Семенов, Б. Ю. Силовая электроника: профессиональные решения /Б. Ю. Семенов. Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2011. 416 с.
- 2. Сташинов, Ю. П. Тяговый привод шахтного аккумуляторного электровоза на базе двигателей с независимыми обмотками возбуждения / Ю. П. Сташинов, А. С. Семенчук //Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № S8. С. 210-215. EDN KZXPAV.
- 3. Рябко, К. А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К. А. Рябко //Известия высших учебных заведений. Горный журнал. -2022. -№ 6. C. 72-82. EDN MCCUFZ.
- 4. Степаненко, В. П. Применение комбинированных (гибридных) энергосиловых установок в горной промышленности / В. П. Степаненко // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2014. № 11. С. 322-328. EDN SXWVMX.
- 5. Борисов, С. В. Совершенствование структуры имитационной модели тягового асинхронного электропривода рудничного электровоза / С. В. Борисов, Е. А. Колтунова, С. Н. Кладиев // Записки Горного института. 2021. Т. 247. С. 114-121. EDN JJHLPN.
- 6. Волков, Д. В. Реализация рациональной тяговой характеристики рудничного электровоза средствами асинхронного частотно-регулируемого электропривода / Д. В. Волков // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № S8. С. 195-201. EDN KZXPAB.
- 7. Рябко, К. А. Основные параметры регулирования привода шахтных локомотивов на электрической тяге / К. А. Рябко, Е. М. Арефьев, Е. В. Рябко // Известия Тульского государственного университета. Науки о Земле. -2023. -№ 2. -ℂ. 300-313. EDN FBHDFS.
- 8. Волков, Д. В. К вопросу о применении асинхронного частотно-регулируемого привода / Д. В. Волков, Ю. П. Сташинов // Горный информационно-аналитический бюллетень. -2005. № 11. С. 314-318. EDN ICJKPF.
- 9. Гутаревич, В. О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В. О. Гутаревич, К. А. Рябко, В. А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2020. № 56. С. 95-102. EDN MYHGMT.
- 10. Рябко, К. А. Обоснование технико-экономических показателей шахтных монорельсовых локомотивов / К. А. Рябко, В. О. Гутаревич // Горные науки и технологии. 2021. T. 6, № 2. C. 136-143. EDN SIQVNJ.
- 11. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н. В. Водолазская, К. А. Рябко, Е. В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». EDN КНАНЈG.
- 12. Электронный ресурс. Справочник транзисторов. URL: https://alltransistors.com/ru/adv/pdfview.php?doc=ga400td60u.pdf&dire=_international_rectifier (дата обращения 30.10.2023).

ЗАВИСИМОСТЬ ПРИВОДНОГО МОМЕНТА ОТ УГЛА ПОВОРОТА НИЖНЕЙ РАМЫ ТОКОПРИЕМНИКА АТЛ15-ТЭК130-У1

Рябко К.А. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Составлена кинематическая схема системы рычагов и тяг исследуемого токоприемника. Приведена методика определения зависимости приводного момента от угла поворота нижней рамы токоприемника АТЛ15-ТЭК130-У1. Получены расчетные значения высоты подъема верхнего шарнира верхней рамы от угла поворота нижней рамы. Построены зависимости приводного момента от угла поворота нижней рамы для различных статических нажатий токоприемника. Установлено, что приводной момент от угла поворота нижней рамы токоприемника обеспечивает необходимый диапазон высоты подъема каретки и обеспечивает надежный токосъем в процессе эксплуатации.

Ключевые слова: электропоезд, токоприемник, кинематическая схема, система рычагов и тяг, высота подъема, угол поворота нижней рамы, статические характеристики.

Abstract. A kinematic diagram of the system of levers and rods of the studied pantograph has been compiled. A method for determining the dependence of the drive torque on the angle of rotation of the lower frame of the ATL15-TEK130-U1 pantograph is presented. The calculated values of the lifting height of the upper hinge of the upper frame from the angle of rotation of the lower frame were obtained. The dependences of the drive torque on the angle of rotation of the lower frame for various static pressings of the pantograph are plotted. It has been established that the drive torque from the angle of rotation of the bottom frame of the pantograph provides the required range of lifting height of the carriage and ensures reliable current collection during operation.

Keywords: electric train, pantograph, kinematic diagram, system of levers and rods, lifting height, angle of rotation of the lower frame, static characteristics.

На электрифицированных участках полигона ОАО «РЖД» как на переменном, так и на постоянном токе в качестве пригородных и межрегиональных электропоездов все более применяется моторвагонный подвижной состав серий ЭПЗД и ЭП2Д соответственно. Электропоезда ЭПЗД и ЭП2Д производства ОАО «Ордена Трудового Красного Знамени Демиховский машиностроительный завод» вводятся в эксплуатацию как приемники электропоездов серии ЭД4 и ЭД9 различных модификаций [1]. В независимости от рода тока на данных электропоездах устанавливаются ассиметричные легкие токоприемники типа АТЛ15-ТЭК130-У1. Токоприемники являются важной частью электрооборудования электропоезда и предназначены для обеспечения надежного контакта между контактным проводом и токоприемником. В процессе движения электропоезда токоприемники непрерывно воспринимают знакопеременные динамические воздействия, которые оказывают непосредственное влияние на качество токосъема. Изучение динамических процессов, протекающих в процессе взаимодействия токоприемника и контактной сети, базируется на определении статических характеристик, которое, в свою очередь, основывается на определении зависимости приводного момента от угла поворота нижней рамы токоприемника, данный аспект обуславливает актуальность научнотехнической задачи настоящего исследования.

Цель исследования – на основании методов математического анализа, итерационного расчета и графической интерпретации построить расчетную кинематическую схему, определить зависимость высоты подъема верхнего шарнира верхней рамы от угла поворота нижней рамы, а также получить зависимость приводного момента от угла поворота нижней рамы токоприемника АТЛ15-ТЭК130-У1.

Как показывает опыт эксплуатации электрического тягового подвижного состава, одним из существенных факторов, обеспечивающих его безотказную работу, является тяговый энергетический комплекс — электропривод [2]. Токоприёмники являются одним из важнейших звеньев электропривода электроподвижного состава.

При решении научно-технических задач оценки и обоснования основных параметров работы токоприемников электроподвижного состава используют ряд показателей, позволяющих оценить качество токосъёма. Теоретические исследования параметров работы токоприемников также широко применяются при анализе вариантов конструкций и их взаимодействия с контактной подвеской. В ряде исследований наиболее объективным параметром качества токосъёма принято считать контактное нажатие [3-5]. Установлено, что наиболее высокое качество токосъёма и минимальный износ контактных вставок обеспечивается при неизменной величине контактного нажатия [6-9].

Статическая характеристика токоприемника в общем случае представлена зависимостью силы нажатия токоприемника от высоты подъема контактного полоза при его движении в вертикальной плоскости [10-12].

В процессе установления зависимости приводного момента от угла поворота нижней рамы токоприемника АТЛ15-ТЭК130-У1 при взаимодействии его с контактным проводом выделим три наиболее значимые системы узлов:

- привод, система рам, рычагов и тяг;
- верхний узел (каретка) с системой рычагов и упругих элементов;
- контактный полоз токоприемника.

Составим кинематическую схему системы рычагов и тяг (рис. 1) исследуемого токоприемника. Все габаритные размеры и технические характеристики, приведенные на расчетной схеме, принимаем из [13].

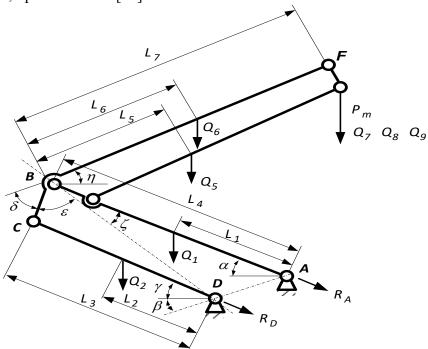


Рис. 1 – Кинематическая схема системы рычагов и тяг исследуемого токоприемника

Высота подъема верхнего шарнира верхней рамы от угла поворота нижней рамы может быть записана в виде:

$$h = AB\sin\alpha + BF\sin\gamma$$
.

Выполнив необходимые преобразования и определив требуемые углы, зависимость высоты подъема верхнего шарнира верхней рамы токоприемника от угла поворота примет следующий вид:

$$h = AB\sin\alpha + BF\sin(\pi - \delta - \arccos\left(\frac{BC^2 + BD^2 - CD^2}{2BC \cdot BD}\right) - \arcsin\left(\frac{AD}{BD}\sin(\alpha + \beta) - \alpha\right).$$

На рис. 2 приведена расчетная зависимость значения h для диапазона углов поворота от 0 до 60° .

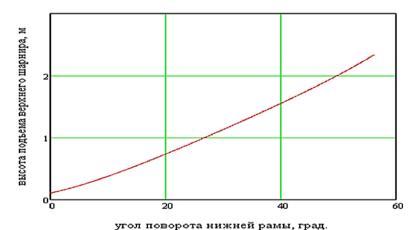


Рис. 2 – Зависимость высоты подъема верхнего шарнира верхней рамы от угла поворота нижней рамы

Для определения зависимости приводного момента от угла поворота нижней рамы токоприемника ATЛ15-ТЭК130-У1 освободимся от шарнирных связей в точках A и D и выполним их замену реакциями R_A и R_D . Выполнив условия переноса сил Q_I и Q_2 из центров масс в точки B и C и применив к расчетной схеме принцип отвердевания, выразим реакцию R_D из суммы моментов относительно точки B. Для определения момента привода перенесем веса частей токоприемника в точку A. Согласно расчетной схемы, токоприемник находится в состоянии равновесия под воздействием силы R_D , приложенной к точке D вдоль линии CD, а также сил Q_{Σ} и R_A и двух моментов M_{Σ} и M_n .

Выполнив необходимые преобразования, запишем расчетные зависимости, учитывающие силу нажатия токоприемника на контактный провод:

$$\begin{split} R_{\mathrm{D}}^{'} &= \left(\left(P_{m}BF + \sum_{i=5}^{9} Q_{i}L_{i} \right) \cos \eta - (Q_{2} + Q_{3})BC \cdot \cos(\eta + \delta) \right) + \\ &+ \left(Q_{2}(L_{3} - L_{2}) \cos \gamma + Q_{1}(L_{4} - L_{1}) \cos \alpha \right) \cdot (BC \sin(\delta + \gamma + \eta))^{-1}. \\ Q_{\Sigma}^{'} &= \sum_{i=1}^{9} Q_{i} + P_{T}. \\ M_{\Sigma}^{'} &= M_{\Sigma} - P_{T} \left(BF \cos \eta - AB \cos \alpha \right). \\ M_{\Pi}^{'} &= R_{D}^{'} AD \sin \left(\beta + \gamma \right) + M_{\Sigma}^{'}. \end{split}$$

По полученным уравнениям построим семейство зависимостей приводного момента от угла поворота нижней рамы для различных статических нажатий токоприемника (рис. 3).

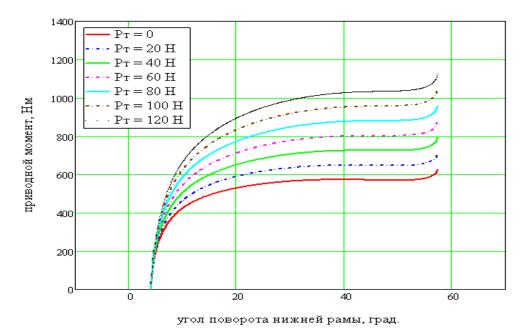


Рис. 3 — Зависимость приводного момента от угла поворота нижней рамы для различных статических нажатий токоприемника

Полученные данные свидетельствуют, что приводной момент от угла поворота нижней рамы токоприемника обеспечивает необходимый диапазон высоты подъема каретки и, соответственно, обеспечивает надежный токосъем в процессе эксплуатации.

Практический интерес представляет диапазон значений зависимости приводного момента от угла поворота нижней рамы для различных статических нажатий токоприемника в пределах $0...120~\mathrm{H}.$

Полученные результаты могут быть полезны при решении научно-технических задач взаимодействия элементов системы «контактный провод — полоз» ассиметричных токоприемников с конструкцией аналогичной АТЛ15-ТЭК130-У1.

- 1. Рябко, Е.В. Повышение энергоэффективности моторвагонного подвижного состава за счет использования емкостного конденсаторного накопителя энергии / Е.В. Рябко, К.А. Рябко, А.В. Сацюк // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2020. № 59. С. 73-82. EDN QCRRZB.
- 2. Рябко, К.А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К.А. Рябко // Горная механика и машиностроение. -2022. -№ 2. C. 30-36. EDN LFUDNM.
- 3. Мухамеджанов, М.Ф. Моделирование процессов в скользящем контакте токоприемника и контактной подвески в условиях высокоскоростного движения /М.Ф. Мухамеджанов // Известия Транссиба. 2021. N 2020. 202
- 4. Литвинова, В. В. Стохастическая модель процесса токосъема с контактной сети токоприемника электроподвижного состава при высоких скоростях движения /В.В. Литвинова, В.В. Моисеев, Е.В. Рунев // Интеллектуальные технологии на транспорте. 2021. № 2(26). C. 55-62. EDN DKUAFM.
- 5. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80т / К.А. Рябко, Е.В. Рябко, В.А. Пьяникин, А. В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. -2018. -№ 51. C. 85-91. EDN YUVGWT.
- 6. Сидоров, О.А. Оценка показателей надежности токоприемника скоростного электроподвижного состава / О.А. Сидоров, В.В. Свешников, С.Ю. Сосновский

//Транспортная инфраструктура Сибирского региона. — 2013.- Т. 2.- С. 15-20.- EDN SXLKWP.

- 7. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК B60L 53/30, B60L 58/12, B60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н. В. Водолазская, К. А. Рябко, Е. В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». EDN КНАНЈG.
- 8. Филиппов, В.М. Совершенствование математической модели изнашивания элементов контактных пар устройств токосъема электрического транспорта при высокоскоростном движении / В.М. Филиппов, О.А. Сидоров, Н В. Миронос // Известия Транссиба. $-2020.- N \ge 2(42).- C. 2-8.- EDN WOXNVC.$
- 9. Рябко, К.А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К.А. Рябко //Известия высших учебных заведений. Горный журнал. -2022. -№ 6. -ℂ. 72-82. -ЕDN MCCUFZ.
- 10. Саля, И.Л. Моделирование и расчет статических характеристик скоростного токоприемника электроподвижного состава / И.Л. Саля, С. В. Заренков, О.А. Ходунова //Математическое моделирование и расчет узлов и устройств объектов железнодорожного транспорта : межвузовский тематический сборник научных трудов. Омск : Омский государственный университет путей сообщения, 2012. С. 13-16. EDN REWPMJ.
- 11. Патент на полезную модель № 159976 U1 Российская Федерация, МПК В60L 3/12, В60L 5/00. Устройство измерения характеристики статического нажатия токоприемника : № 2015130661/11 : заявл. 23.07.2015 : опубл. 27.02.2016 / О.А. Сидоров, А.Н. Смердин, И.Е. Чертков [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Омский государственный университет путей сообщения» (ОмГУПС (ОмИИТ)). EDN ZHРYGT.
- 12. Голубков, А.С. Совершенствование эксплуатационных показателей системы токосъема на основе предварительных расчетов нажатия в контакте / А.С. Голубков, Г.Р. Ермачков, С.Н. Смердин // Эксплуатационная надежность локомотивного парка и повышение эффективности тяги поездов : Материалы пятой всероссийской научнотехнической конференции с международным участием, посвящённой 75-летию победы в Великой Отечественной войне, 85-летию кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог», 120-летию основания Омского государственного университета путей сообщения, Омск, 12 ноября 2020 года. Омск: Омский государственный университет путей сообщения, 2020. С. 125-133. EDN GXUCFB.
- 13. Производственно-инжиниринговая компания ООО «ТрансЭлКон». Асимметричный токоприемник легкого типа АТЛ15-ТЭК130-У1. [Электронный ресурс] //URL: http://www.transelcon.ru/ru/produktsija-i-uslugi/elektrooborudovanie-podvizhnogo-sostava-/asimmetrichnyj-tokopriemnik-legkogo-tipa-atl15-tek130-u1 (дата обращения 28.05.2023).

УДК 629.435.4

ВЛИЯНИЕ УДАРНЫХ НАГРУЗОК НА ПРОЧНОСТЬ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ШАХТНЫХ МОНОРЕЛЬСОВЫХ ЛОКОМОТИВОВ

Рябко К.А.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Разработана методика, позволяющая выполнить оценку влияния ударных нагрузок на прочность аккумуляторных батарей шахтных монорельсовых локомотивов. Получены значения расчетных напряжений в боковых поверхностях корпуса аккумулятора шахтного электровоза, выполненного из различных полимеров. Установлено, что корпус

аккумуляторной батареи шахтного электровоза, выполненный из блок-сополимера пропилена с этиленом, имеет лучшие эксплуатационные и прочностные характеристики в отличии от корпуса, выполненного из ударопрочного полипропилена.

Ключевые слова: монорельсовый локомотив, аккумуляторная батарея, ударные нагрузки, расчетные напряжения, ударопрочность, корпус аккумулятора, ударопрочный полипропилен, блок-сополимер пропилена с этиленом.

Abstract. A methodology has been developed that makes it possible to assess the influence of shock loads on the strength of batteries of mine monorail locomotives. The values of the calculated stresses in the lateral surfaces of the battery housing of a mine electric locomotive made of various polymers were obtained. It has been established that the battery housing of a mine electric locomotive made of a block copolymer of propylene with ethylene has better performance and strength characteristics in contrast to a housing made of impact-resistant polypropylene.

Keywords: monorail locomotive, battery, shock loads, design stresses, impact resistance, battery case, impact resistant polypropylene, propylene-ethylene block copolymer.

Шахтные аккумуляторные монорельсовые локомотивы находят все более широкое применение в качестве специализированного вида вспомогательного транспорта, используемого для перевозки грузов и людей на короткие и средние расстояния внутри шахт и рудников [1-3]. Данный вид транспорта вызывает особый интерес, так как источником энергии является аккумуляторная батарея, что наряду с преимуществами монорельсовых систем обеспечивает его экологичность и безопасность по вредным выбросам в окружающую среду горной выработки. Однако к применению шахтных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге предъявляются повышенные требования к безопасности, которые обусловлены особенностями эксплуатации [4-6]. Наибольший интерес вызывает вопрос обеспечения пожаровзрывобезопасности электрохимических систем при аварийных ситуациях и критических ударных нагрузках.

Электрохимические системы шахтных напочвенных и подвесных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге в процессе эксплуатации непрерывно подвергаются воздействию знакопеременных механических воздействий. Механические воздействия на аккумулятор обусловлены весом самой электрохимической системы, ее габаритами, режимами работы локомотива, профилем пути и скоростями движения. Перед вводом в эксплуатацию любой электрохимической системы в качестве тяговых аккумуляторных батарей целесообразно учитывать величину и характер нагрузок на корпус аккумулятора с целью недопущения его разрушения и как следствие возникновения нештатных ситуаций или возгораний в горных выработках. Соответственно, целью данного исследования является определение взаимосвязи толщины корпуса аккумулятора с величиной напряжений, возникающих вследствие критических ударных нагрузок.

Механические нагрузки, воздействующие на полимерный корпус аккумуляторной батареи в независимости от схемы компоновки или электрохимической системы, передаются на ее элементы, что, в свою очередь, может привести к нарушению целостности корпуса и, как следствие, повреждению электродов [7-9].

В процессе движения шахтных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге возникают статические и динамические механические воздействия как на экипажную часть, грузовые и приводные тележки, так и на тележку с аккумуляторным отсеком. При этом следует отметить, что тележка с аккумуляторным отсеком является одним из наиболее тяжелых элементом подвижного состава. Статическими нагрузками являются те, величина, направление и точка приложения которых практически не изменяются в процессе эксплуатации. При прочностных расчётах корпуса аккумулятора шахтных локомотивов можно пренебречь влиянием сил инерции, обусловленных такой нагрузкой. Динамические нагрузки, как правило, возникают в процессе эксплуатации или нестандартных ситуаций. С точки зрения пожаровзрывобезопасности аккумуляторных батарей шахтных подвесных

монорельсовых локомотивов наибольшее влияние на неё могут оказывать ударные механические нагрузки [10].

Учитывая, что возникновение ударных нагрузок на корпус аккумулятора имеет случайный характер, то методика оценки их влияния на прочность аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых электровозов не может быть типовой.

В данном исследовании принимаем, что корпус аккумулятора — это пространственный полый прямоугольный параллелепипед, выполненный из полимерной композиции. В соответствии с данным допущением можно использовать методику приближенного расчета влияния ударных нагрузок на прочность аккумуляторных батарей шахтных монорельсовых локомотивов.

В данном исследовании применяем методику расчета цилиндрического изгиба стенки, так как отношение длины бо́льших стенок (продольных или вертикальных) к меньшим (поперечным или боковым) в большинстве конструкций корпусов тяговых аккумуляторных батарей шахтных локомотивов составляет не менее 2:1. При таких условиях расчет прочности корпуса аккумулятора при горизонтальном ударе сводится к оценке действия горизонтальных усилий на замкнутую рамку, которая образована двумя горизонтальными секущими плоскостями (стенками).

Для стенки корпуса аккумулятора с наибольшим линейным размером, представленной в виде балки с длиной l и толщиной δ_l , справедливо следующее выражение для определения расчетных напряжений по центру данной балки:

$$\sigma_1 = \frac{6 \cdot F \cdot h}{\delta_l^2 \cdot (1+K)} \cdot \frac{1}{\cos\left(\frac{l}{2}\sqrt{\frac{12F}{E\delta_l^3}}\right)},$$

где $F = \frac{K_{\partial un}Q_{AB}n}{2H+2b}$ — интенсивность горизонтальных ударных нагрузок по высоте стенки корпуса;

h – плечо горизонтальных ударных нагрузок;

 δ_l , δ_b – толщина продольной и поперечной стенок корпуса аккумулятора;

К – коэффициент, учитывающий геометрические параметры корпуса аккумулятора,

$$K = \frac{l\delta_b^3}{b\delta_i^3};$$

 $K_{\partial uh}$ – коэффициент динамичности;

 Q_{AB} – вес аккумуляторного элемента или батареи;

n — коэффициент перегрузки;

H – высота корпуса аккумулятора;

E – модуль упругости.

Запишем расчетное напряжение для стенки корпуса аккумулятора с наименьшим линейным размером, при этом напряжения по центру балки и вместе сопряжения со стенкой с наибольшим линейным размером будут различны.

По центру балки:

$$\sigma_2 = \frac{6F \cdot h \cdot K}{\delta_b^2 (1+K)}.$$

В месте сопряжения с балкой, имеющей наибольший линейный размер:

$$\sigma_{conp} = \frac{6F \cdot h}{\delta_b^2 (1+K)}.$$

Критические нагрузки на вертикальные стенки корпуса аккумулятора представим в следующем виде:

$$F_{\kappa pl} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \delta_l^2}{12l^2}, \ F_{\kappa pb} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot \delta_b^2}{12b^2}.$$

где b – ширина корпуса аккумуляторной батареи.

По приведенным зависимостям σ_1 и σ_2 для боковых поверхностей корпуса аккумулятора, выполненных из ударопрочного полипропилена или из блок-сополимера пропилена с этиленом, получены значения расчетных напряжений при воздействии горизонтальных ударных нагрузок (рис. 1) и (рис. 2) соответственно [10].

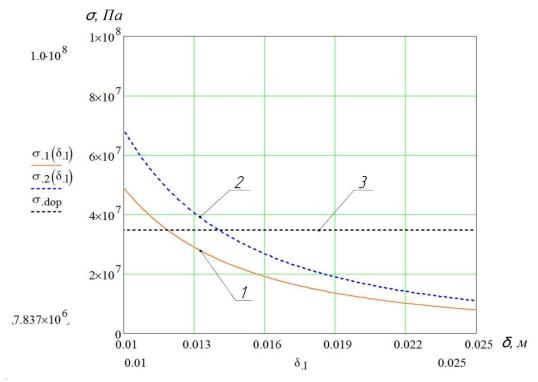


Рис. 1 — Расчетные напряжения в боковых стенках корпуса аккумулятора шахтного электровоза, выполненного из ударопрочного полипропилена при воздействии горизонтальных ударных нагрузок, где 1 — напряжения в продольной стенке аккумулятора;

2 – напряжения в торцевой стенке аккумулятора;

3 – допускаемое значение напряжения на изгиб

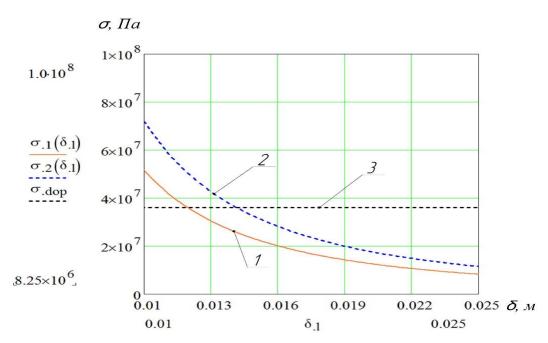


Рис. 2 — Расчетные напряжения в боковых стенках корпуса аккумулятора шахтного электровоза, выполненного из блок-сополимера пропилена с этиленом при воздействии горизонтальных ударных нагрузок, где 1 — напряжения в продольной стенке аккумулятора;

2 – напряжения в торцевой стенке аккумулятора;

3 – допускаемое значение напряжения на изгиб

Полученные результаты свидетельствуют, что продольные и поперечные ударные нагрузки оказывают непосредственное воздействие на боковые стенки корпуса. Ударопрочность корпуса аккумулятора является решающим параметром при выборе его линейных размеров с целью обеспечения требуемой пожаровзрывобезопасности для рудничных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге.

На основании полученных значений напряжений (рис. 1 и рис. 2) можно сделать вывод, что корпус аккумуляторной батареи шахтного электровоза выполненный из блоксополимера пропилена с этиленом имеет несколько лучшие прочностные характеристики. При этом следует отметить, что наиболее восприимчивыми к ударным нагрузкам являются торцевые стенки аккумулятора.

Напряжения, возникающие в боковых стенках корпуса аккумулятора, при горизонтальных ударных воздействиях при толщине стенок менее 12,5 мм превышают допускаемые значения напряжения на изгиб, что, в свою очередь, предъявляет особые требования к монтажу батареи в аккумуляторном ящике и требует надежного крепления её в силовом каркасе.

Для обеспечения удовлетворительной ударопрочности с коэффициентом запаса не менее 1,5 при минимальных требованиях к силовому каркасу или его отсутствии толщина стенок аккумуляторной батареи шахтного электровоза, выполненных из полимерной композиции, должна быть не менее 18 мм.

- 1. Гутаревич, В.О. Динамическая нагруженность монорельсовых тележек и подвесного пути / В.О. Гутаревич // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. -2015. -№ 4(185). C. 85-88. EDN VAYJEL.
- 2. Гутаревич, В.О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В.О. Гутаревич, К.А. Рябко, Е.В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства : сборник тезисов докладов VI международной научно-технической

конференции, Алчевск, 14–15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR.

- 3. Szewerda, K., Tokarczyk, J., Wieczorek, A. Impact of increased travel speed of a transportation set on the dynamic parameters of a mine suspended monorail // Energies. 2021. Vol. 14. №6. 1528. pp. 1-15. URL: https://doi.org/10.3390/en14061528 (дата обращения 20.10.2023).
- 4. Szlązak, N., Korzec, M., Cheng J. Using Battery-Powered Suspended Monorails in Underground Hard Coal Mines to Improve Working Conditions in the Roadway // Energies. 2022. Vol. 15. №20. 7527. pp. 1-19. URL: https://doi.org/10.3390/en15207527(дата обращения 20.10.2023).
- 5. Рябко, К.А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К.А. Рябко // Горная механика и машиностроение. -2022. -№ 2. C. 30-36. EDN LFUDNM.
- 6. Рябко, К.А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К.А. Рябко //Известия высших учебных заведений. Горный журнал. -2022. -№ 6. C. 72-82. EDN MCCUFZ.
- 7. Малахова, В.В. К вопросу выбора узлов автомобиля, подлежащих модернизации, с учетом критерия повышения надежности автомобиля / В.В. Малахова, О.В. Малахов //Вестник Луганского национального университета имени Владимира Даля. 2019. №6(24). С. 171-175. EDN ZGVEWO.
- 8. Елисеев, Ю.Н. Анализ пожарной опасности литий-ионных аккумуляторных батарей / Ю.Н. Елисеев, А.В. Мокряк // Научно-аналитический журнал «Вестник Санкт-Петербургского университета Государственной противопожарной службы МЧС России». 2020.- № 3.- C. 14-17.- EDN SMRKKF.
- 9. Реутов, А.И. Надежность изделий из полимерных композиционных материалов с учетом статистической изменчивости их характеристик / А.И. Реутов // Известия Томского политехнического университета. -2010. − T. 317. № 2. С. 58-62. EDN MWKXYN.
- 10. Рябко, К.А. Оценка прочностных характеристик аккумуляторных батарей шахтных электровозов / К.А. Рябко, Е.М. Арефьев // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Технические науки. -2023. -№ 2(18). C. 31-43. EDN TROAVV.

УДК 662.7

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕХАНИЗМОВ ЭТЕРИФИКАЦИИ И ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТВЕРДОГО КИСЛОТНОГО КАТАЛИЗАТОРА ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БИОТОПЛИВА

Сафонов А.О., Бондарев А.Е., Манохин С.В. ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Аннотация. В статье представлены результаты исследований механизмов этерификации и переэтерификации с применением твердого кислотного катализатора при производстве биотоплива. Полученные результаты показывают перспективность их применения для производства жидкого биодизельного топлива для железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: биодизельный, катализатор, кислота, топливо, транспорт.

Abstract. The article presents the results of studies of the mechanisms of esterification and transesterification using a solid acid catalyst in the production of biofuels. The results obtained show the prospects of their use for the production of liquid biodiesel fuel for railway transport.

Keywords: biodiesel, catalyst, acid, fuel, transport.

Перспективные виды биотоплива, такие как биодизельное топливо, представляют значительный интерес крупных потребителей энергоносителей по ряду причин [1]. Интенсивное потребление ископаемых нефти, а также природного газа оказывает существенное влияние на глобальное изменение климата и провоцирует особое внимание к энергетической безопасности различных стран. Эта причина создает основные предпосылки для постоянного повышения объемов производства и использования биотоплива [2]. Перевод многих видов железнодорожной техники [3-6], использующей нефтяное дизельное топливо, на биотопливо имеет реальные перспективы для железнодорожной отрасли в целом [7]. которые Транспортные средства, автомобильная техника, применяются функционирования железнодорожной отрасли при сервисном обслуживании, ремонте, диагностики, работают на жидком топливе.

В последние годы в производстве и потреблении биодизельного топлива наблюдается значительный рост из-за достоинств, обусловленных его свойством снижения выбросов парниковых газов. В настоящее время в высокоразвитых странах имеется большое количество энергетических заводов, производящих этот вид энергоносителя путем реакции гомогенных реакций этерификации и переэтерификации растительных масел и животных жиров, катализируемых щелочными катализаторами [8]. Однако такого вида гомогенный процесс включает достаточно затратные этапы отделения глицерина, промывки биодизельного топлива от натрия, калия, глицеридов и воды. В этих условиях, очевидно, перспективным путем будет гетерогенное производство биодизельного топлива, поскольку оно экологически более безопасно [9]. При этом нет необходимости затрат на промывку водой, а отделение полученных продуктов происходит гораздо проще.

Рассмотрим механизм гетерогенной этерификации, катализируемой твердой кислотой.

Недорогое сырье требует предварительной обработки или этерификации для удаления свободных жирных кислот перед реакцией переэтерификации, катализируемой основанием. Установлено, что реакция этерификации представляет собой относительно простую обратимую реакцию (рис. 1).

$$\begin{array}{c}
\mathbf{O} \\
\parallel \\
\mathbf{R}
\end{array}$$
 $\mathbf{O} \\
\mathbf{H}$
 \mathbf{H}
 $\mathbf{O} \\
\mathbf{CH}_{3}$
 $\mathbf{H}_{2}\mathbf{O}$
 \mathbf{CH}_{3}
 $\mathbf{H}_{2}\mathbf{O}$

Рис. 1 — Реакция этерификации растмтельного масла, катализируемой твердым кислотным катализатором

В реакции, представленной на рис. 1, свободные жирные кислоты превращаются в метиловые эфиры жирных кислот. При использовании гомогенных кислот (например, сульфоновой кислоты, фосфористой кислоты и соляной кислоты) реакция этерификации представляет собой процесс, при котором свободные жирные кислоты поставляют гидроксид, а метанол поставляет протон без промежуточного процесса.

Известно, что в отличие от гомогенного катализа гетерогенный каталитический процесс следует механизму ионов углерода. Механизм этерификации, катализируемой твердой кислотой, состоит из нескольких стадий, как показано на рис. 2. Во-первых, твердые катализаторы дают протоны, а карбонильный углерод протонируется. Затем нуклеофильная атака СН₃ОН на углеродный ион приводит к образованию тетраэдрического промежуточного соединения. Затем после того, как протон мигрировал, промежуточное соединение распалось, а протон преобразован, получаются метиловые эфиры жирных кислот.

$$\begin{array}{c} & & & & \\ & & &$$

Рис. 2 – Механизм реакции этерификации, катализируемый твердой кислотой

Путь реакции этерификации немного отличается в различных типах кислот. Весь процесс реакции происходит через протонный обмен [10]. Перспективным является рассмотрение кинетической модели, основанной на следующих допущениях: (1) большая часть активных центров занята метанолом в протонированной форме, а остальная часть также занята; (2) жирная кислота, вода и метиловый эфир достигают равновесия протонного обмена с протонированным метанолом; (3) внутри частиц смолы между протонированной жирной кислотой и метанолом происходит механизм реакции. В отличие от механизма, показанного на рис. 2, стадии протонирования карбонильного углерода, нуклеофильной атаки, миграции протонов и расщепления промежуточного соединения происходят протонообменным путем.

Далее рассмотрим механизм переэтерификации растительного масла.

Реакция переэтерификации включает каталитическую реакцию между триглицеридом и спиртом (например, метанолом, этанолом, пропанолом и бутанолом) с образованием глицерина и биодизельного топлива в виде метиловых эфиров жирных кислот (рис. 3).

$$R_1 COOCH_2$$
 $R_2 COOCH + ROH$ $R_2 COOCH + R_1 COOR$ $R_3 COOCH_2$ $R_3 COOCH_2$ $R_3 COOCH_2$ $R_4 COOCH_2$ $R_5 COOCH_2$ $R_6 COOCH_2$ $R_7 COOCH_2$

Рис. 3 – Реакции переэтерификации гликозидов спиртом

В реакции требуется три последовательных реакции для завершения переэтерификации молекулы триглицерида. В присутствии кислоты или основания молекула триглицерида реагирует с молекулой спирта с образованием диглицерида и МЭЖК. Затем диглицерид реагирует со спиртом с образованием моноглицерида и МЭЖК. Наконец,

моноглицерид реагирует со спиртом с образованием МЭЖК и глицерина. Диглицерид и моноглицерид являются промежуточными продуктами в этом процессе.

Кислотные или основные функциональные группы в активных центрах твердых катализаторов катализируют реакцию, отдавая или принимая протоны. Катализируемый кислотой механизм реакции переэтерификации триглицеридов показан на рис. 4.

Рис. 4 – Кислотно-катализируемый механизм реакции переэтерификации

Во-первых, триглицериды протонируются по карбонильной группе на поверхности твердой кислоты. Затем нуклеофильная атака спирта на карбокатион образует тетраэдрический промежуточный продукт. Нестабильный тетраэдрический промежуточный продукт приводит к миграции протонов с последующим разрушением тетраэдрического промежуточного продукта с помощью растворителя. После двукратного повторения получают три новых метиловых эфира жирных кислот в качестве продуктов и регенерируют катализатор. Во время каталитического процесса протонирование карбонильной группы усиливает каталитический эффект твердокислотного катализатора за счет увеличения электрофильности соседнего карбонильного атома углерода.

Проведенные исследования показывают перспективность использования кислотных катализаторов для производства жидкого биодизельного топлива для железнодорожного транспорта. Для производства промышленных катализаторов требуется провести соответствующие дополнительные исследования. Также необходимо провести эксперименты на возможность их многократного использования с определением затрат восстановления каталитической активности после определенного количества циклов использования в переэферификации растительного сырья.

- 1. Производство биотоплива: опыт, проблемы, перспективы / [3.М. Ильина и др.]. Минск: Ин-т экономики НАН Беларуси, 2008. 71 с. EDN QMJWGT.
- 2. Сафонов, А.О. Экологические предпосылки создания мобильных биотопливных установок [Электронный ресурс] / А.О. Сафонов, А.Е. Бондарев, С.В. Манохин //Прогнозирование инновационного развития национальной экономики в рамках рационального природопользования: материалы X Международной научно-практической конференции (11 ноября 2021 г.) / Пермский государственный национальный исследовательский университет Пермь, 2021. 5,0 Мб; с. 453. URL: http://www.psu.ru/files/docs/science/books/sborniki/prognozirovanie— innovacionnogo-razvitiya-nacionalnoy-economiki-2021.pdf. EDN ZYDKCU.

- 3. Балюк, А.А. Повышение безопасности эксплуатации железнодорожных путевых машин тяжелого типа: монография / А.А. Балюк, В.Д. Катин. Хабаровск : Изд-во ДВГУПС, 2006. EDN QNTNYJ.
- 4. Платонов, А.А. Особенности эксплуатации специального самоходного подвижного состава на комбинированном ходу / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. − 2013. − № 1. − С. 152-155. − EDN QYYCCV.
- 5. Платонов, А.А. Сервисное обслуживание техники на комбинированном ходу при текущем содержании железнодорожного пути / А.А. Платонов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. − 2013. − № 2. − С. 196-199. − EDN PVMCEP.
- 6. Платонов, А.А. Особенности эксплуатации мобильной дефектоскопной лаборатории / А.А. Платонов // Актуальные инновационные исследования: наука и практика. -2014. № 1. С. 5. EDN SCJLGD.
- 7. Сафонов, А.О. Изучение особенностей производства и применения биоэтанола и биодизеля за рубежом / А.О. Сафонов, А.Е. Бондарев, С.В. Манохин // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт–2022»): Труды международной научно-практической конференции, 25-27 апреля 2022 г. Воронеж: Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. С. 246 250. EDN OHNIVE.
- 8. Сафонов, А.О. Перспективы развития локальных биотопливных установок на различных видах сырья / А.О. Сафонов, В.П. Капустин // Южно-Сибирский научный вестник. -2022.-N (343).-C.24-30.-EDN CGCPCB.
- 9. Сафонов, А.О. Технологические аспекты производства жидкого биотоплива / А.О. Сафонов, А.Е. Бондарев, С.В. Манохин // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт—2022»): Труды международной научно-практической конференции, 25-27 апреля 2022 г. Воронеж: Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. С. 234 237. EDN QEBRJJ.
- 10. Сафонов, А.О. Особенности планирования эксперимента при исследованиях процесса прессования биотоплива / А.О. Сафонов // Актуальные вопросы фундаментальных исследований и инновационные методы переработки возобновляемых ресурсов: мат. национального молодежного научного форума и школы, 01–05 октября 2018 г. Воронеж: ФГБОУ ВО «Воронеж. гос. лесотехн. ун–т имени Г.Ф. Морозова», 2018. С. 236 240. EDN YPCLUL.

УДК 662.7

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ СКОРОСТИ РЕАКЦИИ ПЕРЕЭТЕРИФИКАЦИИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ БИОТОПЛИВА

Сафонов А.О., Бондарев А.Е., Манохин С.В. ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Аннотация. В статье представлены результаты исследований и анализа методов повышения скорости реакции переэтерификации при производстве биотоплива. Полученные результаты показывают перспективность их дальнейших исследований для производства жидкого биодизельного топлива для железнодорожной техники.

Ключевые слова: биодизельный, железнодорожный, катализатор, топливо, транспорт, ультразвук, щелочь.

Abstract. The article presents the results of research and analysis of methods for increasing the rate of transesterification reaction in the production of biofuels. The results obtained show the promise of their further research for the production of liquid biodiesel fuel for railway equipment.

Keywords: biodiesel, railway, catalyst, fuel, transport, ultrasound, alkali.

Жидкие виды топлива в качестве энергоносителя [1] используются в тепловозах, путевых кранах и различных машинах на железнодорожном ходу [2; 3]. Кроме средств транспортного назначения, применяемых в железнодорожной промышленности России для грузоперевозок, на дизельном топливном энергоносителе также работают машины для очистки железнодорожного полотна в зимний период от снега [4], строительства новых конструкций дорог, а также ремонта и текущего технического обслуживания уже введенных в эксплуатацию [5]. Железнодорожные машины и установки при техническом обслуживании потребляют большой объем топлива при выправке железнодорожного пути в продольном и поперечном направлениях, а также для уплотнения основания под шпалами и с их торцов, под элементами стрелочных переводов и крестовин [6], а также для иных работ [7-9]. По причине перспективы уменьшения общего количества невозобновляемого сырья нефтяного имеется необходимость проведения научных исследований конструкторских разработок. Их целью является высокоэффективное производство возобновляемого жидкого, в основном, биодизельного топлива. В ранее проведенных исследованиях и представленных в настоящей работе были проведены эксперименты и выполнен анализ с целью повышения эффективности получения биодизельного топлива из сырья растительного масла [10].

Одним из методов повышения скорости гетерогенной переэтерификации при производстве биотоплива является применение химических соединений или катализаторов. Однако превращение сырой нефти в биодизель, катализируемый основанием, требует большего изучения, чем метод, катализируемый кислотой. В процессе, катализируемом основаниями, в качестве активных частиц выступают ионы OH^- или CH_3O^- . Каталитические реакции на поверхности гетерогенной основы представлены на рис. 1.

Рис. 1 – Механизм реакции переэтерификации, катализируемый основанием

Механизм переэтерификации, катализируемой твердым основанием, следует за механизмом, аналогичным механизму гомогенного основного катализатора.

Во-первых, ионный обмен происходил после того, как метанол абсорбировался на поверхности твердого основания, образуя каталитически активную частицу ($\mathrm{CH_3O^-}$), которая является сильноосновной и обладает высокой каталитической активностью. Во-вторых, нуклеофильное взаимодействие $\mathrm{CH_3O^-}$ на углероде триглицерида приводит к образованию тетраэдрического промежуточного соединения. В-третьих, перегруппировка промежуточного вещества приводит к образованию метиловых эфиров жирных кислот. При этом протоны были преобразованы в ион диглицерида с образованием диглицерида. Затем эту последовательность повторили дважды, чтобы получить глицерин и биодизель.

Образование CH_3O^- различно в зависимости от типа твердого основания. Возьмем CaO в качестве примера. Поверхность O_2^- является основным центром, который может извлекать H^+ из H_2O с образованием OH^- , а OH^- извлекает H^+ из метанола с образованием CH_3O^- . Интересно, что CaO образует больше анионов метоксида в присутствии небольшого количества воды (менее 3,0% по весу сырой нефти), избегая образования мыла.

Поверхностные оксиды или гидроксидные группы зависят от щелочности и каталитической активности. Щелочная сила Na/CaO и K/CaO немного ниже, чем у Li/CaO. Присутствие электронодефицитного M^+ на носителе повышает щелочность и активность катализаторов по отношению к реакции переэтерификации.

Также перспективным методом повышения скорости гетерогенной переэтерификации при производстве биотоплива может быть микроволновый нагрев. Он широко используется во многих областях, чтобы влиять на пути химических реакций и ускорять скорость химических реакций. Микроволновое облучение может ускорить химическую реакцию, а высокий выход продукта может быть достигнут за короткое время. Синтез биодизеля с помощью микроволнового облучения является физико-химическим процессом, поскольку в нем участвуют как тепловые, так и нетепловые эффекты, которые активируют наименьшую степень дисперсии полярных молекул и ионов, таких как спирт, с постоянно меняющимся магнитным полем.

При микроволновом нагреве быстрое повышение температуры приведет к взаимодействию изменяющегося электрического поля с молекулярными диполями и заряженным ионом, что приведет к быстрому генерированию вращения и тепла из-за молекулярного трения. Диэлектрические свойства важны как при расчетах конструкции высокочастотного, так и микроволнового нагревательного оборудования. Кроме того, диэлектрическая проницаемость зависит от частоты и сильно зависит от температуры, соотношения компонентов смеси и типа растворителя.

В проведенных предварительных исследованиях микроволновый нагрев эффективно сократил время реакции с 30 минут (для обычной системы нагрева) до 7 минут. Была изучена переэтерификация кукурузного масла с помощью микроволновой печи с использованием молярного соотношения спирт/соевое масло 9:1 и 2% по массе NaOH в качестве катализатора. Степень конверсии 98,3% достигается при использовании метанола в течение 5 мин. Основанное на особом способе нагрева, микроволновое облучение хорошо показало себя при переэтерификации растительного масла с гетерогенным основанием. Был представлен нанопорошок оксида кальция в качестве твердой основы при преобразовании соевого масла в биодизель. Степень превращения 96,6% была получена при мольном соотношении метанол/масло 7:1, количестве катализатора 3,0 мас.%, температуре реакции 65°C и времени реакции 60 минут. В то время как степень конверсии биодизеля, превышающая 95%, была достигнута в условиях молярного отношения метанола к маслу 11:1,5 мас.% катализатора, температуры реакции 65°С и содержания воды 2,0% в течение 3 часов. Микроволновое облучение также используется для извлечения биологически активных соединений для продуктов с добавленной стоимостью, включая системы экстракции масла. Микроволновое нагревание можно использовать для производства

биодизеля путем одновременной экстракции и переэтерификации на месте из семян масличных культур.

Также требует исследований ультразвуковой эффект. Существует три основных воздействия на объект под действием ультразвука: механическое воздействие, полостные эффекты и некоторые тепловые эффекты. Вышеуказанные воздействия ультразвука не только изменяют структуру объекта, но и приводят к химическим реакциям. Ультразвуковое излучение является относительно новым методом, который приводит к образованию и схлопыванию микропузырьков в жидкости, что приводит к локальному повышению температуры и высокого давления. Таким образом, он используется в качестве альтернативного источника энергии для ускорения реакций. Кавитация в ультразвуковой длине волны представляет собой явление расширения и сжатия пузырьков среды переноса. Ультразвуковая энергия распространяется в раствор путем разрушения микропузырьков под давлением на мелкие капли. Кроме того, ультразвуковое устройство, расположенное рядом с границей раздела жидкость-жидкость в двухфазной реакционной системе, помогло создать большие межфазные поверхности. Кавитация, вызванная ультразвуком, значительное влияние на жидкофазные реакции. При увеличении мощности ультразвукового излучения с 35 до 80 Вт средний размер капель уменьшался от 160 нм до 150 нм. При этом влияние размера капель на выход биодизельного топлива требует внимательного изучения.

Ультразвук имеет короткую длину волны, медленную скорость передачи и высокий коэффициент пропускания энергии в качестве энергии вибрационного типа. Облучение ультразвуковой энергией использовалось для переэтерификации растительных масел, чтобы сократить время реакции и увеличить выход продукта. Было проведено сравнительное исследование между обычным и ультразвуковым приготовлением биодизельного топлива из растительного масла. Результаты показали, что степень конверсии и качество биодизеля были одинаковыми. Применение ультразвукового облучения сократило время реакции с 1 часа до 40 минут. В дополнение к упомянутым преимуществам ультразвук может способствовать отложению глицерина на дне реактора.

Мы исследовали лабораторный непрерывный процесс синтеза биодизеля из чистых растительных масел под воздействием мощного низкочастотного ультразвукового излучения. В основном время реакции и молярное соотношение спирт/масло были переменными, влияющими на переэтерификацию. Исследования подтвердили, что ультразвуковое облучение подходит для крупномасштабной переработки растительных масел, поскольку для проведения реакции можно использовать относительно простые устройства. Однако при этом реальное время облучения уменьшалось при увеличении интервала импульсов для настройки температуры, что приводило к снижению выхода биодизеля. Чтобы уменьшить эффект потери времени облучения, температуру реакции следует поддерживать постоянной.

Сопротивление массопереносу является одной из основных причин плохих каталитических характеристик твердых катализаторов в переэтерификации. Очень тонкие ультразвуковые эмульсии значительно улучшают межфазную поверхность, доступную для реакции, увеличивают эффективную локальную концентрацию реактивных частиц и улучшают массоперенос в межфазной области. Следовательно, это приводит к заметному увеличению скорости реакции в условиях фазового переноса при переэтерификации с твердым катализатором. Ультразвук может сократить время реакции переэтерификации примерно до 10 минут по сравнению с более чем 6 часами для обычной обработки.

Таким образом, применение щелочных катализаторов и различных методов обработки в процессе химической реакции переэтерификации может в значительной мере повысить скорость получения биодизельного топлива.

При этом требует проведение исследований, направленных на одновременное использование нескольких ускорителей реакции с целью возможного появления синергетического эффекта. Немаловажным остается вопрос экономической эффективности

инновационных решений при производстве биотоплива, так как в настоящее время наблюдается конкурентная среда на мировом рынке энергоносителей.

- 1. Носырев, Д.Я. Перспективы и проблемы применения альтернативных видов топлива в локомотивных энергетических установках / Д.Я. Носырев, А.Д. Росляков, А.В. Муратов. Самара: Самарский государственный университет путей сообщения, 2009. 117 с. EDN QNWKBH.
- 2. Платонов, А.А. Специализированные грузовые транспортные средства на комбинированном ходу / А.А. Платонов, Н.Н. Киселева // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. − 2014. − № 3. − С. 179-183. − EDN SGFEGP.
- 3. Платонов, А.А. Сервисное обслуживание техники на комбинированном ходу при текущем содержании железнодорожного пути / А.А. Платонов // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. № 2. С. 196-199. EDN PVMCEP.
- 4. Гринь, Е.Н. Организация снегоборьбы на железных дорогах Российской Федерации /Е.Н. Гринь, А.О. Егоров. М: МИИТ, 2008. 164 с. EDN QNVLEJ.
- 5. Сафонов, А.О. Изучение особенностей производства и применения биоэтанола и биодизеля за рубежом / А.О. Сафонов, А.Е. Бондарев, С.В. Манохин // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт–2022»): Труды международной научно-практической конференции, 25-27 апреля 2022 г. Воронеж: Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. С. 246 250. EDN QHNIVE.
- 6. Сафонов, А.О. Технологические аспекты производства жидкого биотоплива / А.О. Сафонов, А.Е. Бондарев, С.В. Манохин // Транспорт: наука, образование, производство («Транспорт—2022»): Труды международной научно-практической конференции, 25-27 апреля 2022 г. Воронеж: Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС), филиал РГУПС в г. Воронеж, 2022. С. 234 237. EDN QEBRJJ.
- 7. Платонов, А.А. Унификация названий транспортных средств на комбинированном ходу / А.А. Платонов // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 1. С. 224. EDN SBKVMR.
- 8. Платонов, А.А. Особенности эксплуатации специального самоходного подвижного состава на комбинированном ходу / А.А. Платонов, М.А. Платонова // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. − 2013. − № 1. − С. 152-155. − EDN QYYCCV.
- 9. Платонов, А.А. Социальная значимость организации пассажирских перевозок дорожно-рельсовыми транспортными средствами / А.А. Платонов // Ученые заметки ТОГУ. -2015.-T.6, № 1.-C.109-113.-EDN TMPTSL.
- 10. Сафонов, А.О. Перспективы развития локальных биотопливных установок на различных видах сырья / А.О. Сафонов, В.П. Капустин // Южно–Сибирский научный вестник. -2022. №3(43). С. 24–30. EDN CGCPCB.

АЛГОРИТМ УПРАВЛЕНИЯ МОТОР-РЕДУКТОРОМ ПРИВОДА РАЗДВИЖНЫХ ДВЕРЕЙ С АККУМУЛЯТОРОМ ЭНЕРГИИ

Семеноженков В.С.¹, Семеноженков М.В.², Строганов В.Г.² 1 Филиал РГУПС в г. Воронеж 2 Воронежский государственный технический университет

Аннотация. В работе приведено описание конструкции раздвижных дверей, в которой исключена необходимость выведения дверей из неподвижного состояния с помощью электродвигателя. Также изложены методика управления электродвигателем привода и алгоритм управления им как в режиме обучения, так и в процессе штатной работы.

Ключевые слова: раздвижные двери, электрический привод, алгоритм управления приводом.

Abstract. The article contain sliding door construction description, where necessity to use electric motor to shift motionless drive is eliminated. Also electric drive control method and control algorithms at settlement and normal operation are provided.

Keywords: Sliding Doors, Electric Drive, Drive Control Algorithm.

Статистика показывает, что в Европе на отказы привода и систем управления вагонными дверями приходится около 50% всех неисправностей поезда [1]. Сходные проблемы свойственны и для конструкций раздвижных дверей магазинов, лифтов, автомобильного транспорта и других видов техники.

Для конструкций лифтов проблема усугубляется тем, что скорости их подъема и опускания достигли предела и их увеличение невозможно из-за плохой переносимости пассажирами перегрузок [2]. По данным работы [2] повышение быстроты перевозок возможно лишь за счет ускорения раскрытия и закрытия дверей.

В большинстве случаев, при проектировании новых и модернизации эксплуатируемых вагонов предпочтение отдается электромеханическому приводу, который монтируется на направляющей, расположенной над дверным проемом [1; 2]. Такой же подход используется в конструкциях лифтов, автомобилей и других видов техники. Привод содержит приводимые в движение с помощью мотор редуктора каретки с роликами, перемещающимися по направляющим, фиксаторы крайних положений дверей. Основные преимущества электромеханического привода заключаются в простоте конструкции, монтажа, управления и обслуживания.

При открывании или закрывании двери в момент строгания с места из крайних положений двигателю необходимо преодолеть так называемый статический момент сопротивления движению двери. Т.к. в крайних положениях дверь находится наиболее длительное время, то в этих позициях под действием сил тяжести и сил инерции на ролики дверей при вибрации во время движения на направляющих образуются локальные углубления, ролики также приобретают остаточные деформации. Выведение роликов из этих положений требует усилий, зачастую многократно превосходящих силы, необходимые для двери В промежуточных положениях. Кроме того, дополнительные силы для освобождения от фиксаторов дверей в крайних позициях и преодоления сил инерции разгона. Поэтому пусковые моменты на двигателе значительно превышают номинальные значения, что приводит к снижению надежности привода. Также необходимо отметить низкое быстродействие электромеханического привода.

Разработано техническое решение [2] конструкции электромеханического привода раздвижной двери с аккумулятором механической энергии, в которой исключена необходимость преодоления двигателем привода нагрузок при строгании двери с места во время выведения дверей из крайних положений (рис. 1).

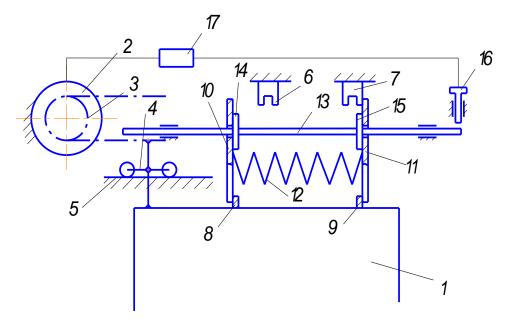


Рис.1 - Конструктивная схема привода двери вагона

Выведение двери из крайних положений, а также торможение в любом промежуточном положении с последующим разгоном осуществляется с помощью упругого элемента. Подробное описание принципа действия привода с аккумулятором механической энергии приведено в работе [2].

Использование предлагаемого устройства позволяет исключить из работы моторредуктора пусковые режимы вывода конструкции из неподвижного состояния, т.к. напряжение на мотор подается в момент, когда механическая система находится в движении. Т.к. в предлагаемой конструкции при торможении кинетическая энергия двери рекуперируется в потенциальную энергию пружины, расходуемую затем для разгона двери, и, таким образом, исключены затраты энергии на разгон двери, то ее использование позволит снизить энергозатраты.

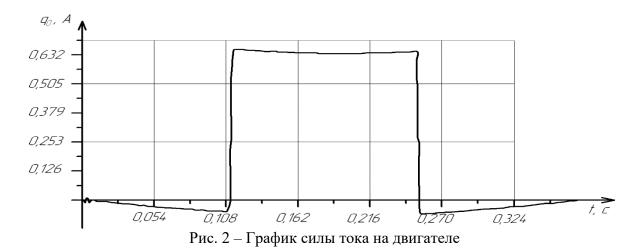
Кроме того, применение предлагаемого устройства позволяет повысить безопасность использования автоматической двери, т.к. при завершении движения двери ее кинетическая энергия движения поглощается (накапливается) пружиной аккумулятора механической энергии, что снижает также вероятность возникновения ударных процессов при открывании и закрывании дверей. При аварийных ситуациях, например, в случае обесточивания системы при необходимости, пружина будет способствовать открытию дверей.

Путем подбора соответствующей жесткости пружины аккумулятора можно повысить быстродействие привода до необходимого уровня.

Необходимо отметить простоту и технологичность конструкции предлагаемого привода.

Ранее авторами исследовались устройства, в которых электродвигатели работают в аналогичном выше описанному режиме [3].

На рис. 2 показан график изменения тока на двигателе. Видно, что во время разгона подвижных деталей и при торможении двигатель работает в режиме генератора, а при включении двигателя ток q_0 на обмотках возрастает до номинального значения и остается практически неизменным до момента его выключения.



Описание работы привода показывает прямую зависимость точности остановки двери от непостоянных во времени сил трения, параметров привода и муфт. Наличие упругого элемента в описанной конструкции позволяет отнести ее к колебательным структурам, что предъявляет еще одно требование: при работе устройств необходимо отслеживать необходимый уровень потенциальной энергии в пружине аккумулятора, отклонение от которого может привести или к потере быстродействия или к поломке.

Алгоритм управления приводом дверей, построенный с учетом изложенного, предусматривает два режима функционирования системы управления: режим обучения и режим работы.

В режиме обучения система управления отрабатывает некоторое единичное перемещение двери и возврат в исходное положение, образующих вместе один цикл. При этом определяются действительные соотношения энергосиловых параметров привода и фактических потерь в устройстве на трение и пр., величина которых зависит от многих случайных факторов и в каждой конкретной конструкции имеет свое меняющееся во времени значение. Величины параметров, регулирующих поведение устройства, уточняются после осуществления каждого цикла до тех пор, пока дверь не будет перемещаться с требуемой точностью.

В режиме работы система управления обеспечивает наперед заданную последовательность различных единичных перемещений двери, чередуемых заданным временем выстоя на каждой позиции. Уточнение параметров, влияющих на точность позиционирования двери, осуществляется после каждого цикла.

В процессе обучения и работы устройства постоянно регистрируются следующие параметры: время δt_{BK} с момента подачи сигнала на выключение сцепной муфты до начала поворота выходного вала; угол ϕ_{II} поворота выходного вала с момента подачи сигнала на включение муфты до начала поворота обоймы обгонной муфты; угол ϕ_{IB} поворота выходного вала; угол ϕ_{IB} поворота обоймы обгонной муфты (рис.3).

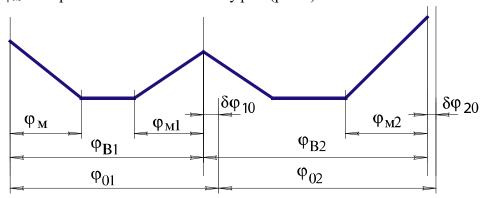


Рис. 3 – Углы поворота обоймы обгонной муфты

Для выполнения измерений, вычислений и подачи управляющих команд могут быть использованы преобразователи угловых перемещений и микропроцессорная система управления.

Режим обучения включает следующую последовательность действий. Первое перемещение двери назначается равным половине максимального перемещения двери.

Расчетным путем или экспериментально определяем статический момент сопротивления повороту выходного вала P_{T1} в направлении I и P_{T11} в направлении II.

Экспериментально устанавливается диссипация энергии в пружинах и определяется эквивалентный этой диссипации момент $P_{\mathfrak{I}}$ на выходном валу устройства.

Определяется суммарный приведенный к выходному валу устройства эквивалентный момент энергетических потерь за один цикл перемещений

$$P_{CI} = P_{TI} + P_{\Im} u P_{CII} = P_{TII} + P_{\Im}$$

Необходимый момент на валу двигателя определяется по зависимости

$$P_{AP} = k_{s} \frac{P_{\text{CMAX}}}{U_{P} \eta}$$

где $k_3 = 1,5 \div 2$ — коэффициент запаса;

 U_P — передаточное отношение передачи вал двигателя - выходной вал устройства;

 η — к.п.д. передачи вал двигателя - выходной вал модуля;

 $\mathcal{P}_{\mathsf{CMAX}}$ — наибольшее значение эквивалентного момента.

Номинальный момент на валу выбранного из каталога двигателя обозначим $P_{\mathcal{I}\mathcal{B}}$.

Невысокая точность определения величин P_{CI} и P_{CII} , а также значения $P_{\mathcal{A}\mathcal{B}}$ и их непостоянство во времени в значительной степени влияет на точность позиционирования выходного звена и работоспособность устройства. Кроме того, долевая часть влияния приведенного момента, учитывающего гистерезис в пружинах, при различных перемещениях двери различна.

Поэтому необходимо выполнение так называемых обучающих движений и уточнение значения $P_{\mathit{ЛB}}$ после каждого движения.

Предварительное уточнение соотношения значений сил трения и момента на валу двигателя производится в следующей последовательности.

Включаются сцепные муфты I и 2, присоединяя звездочки обгонных муфт к валам.

Перемещая выходное звено (дверь), заводим пружины до максимальной рабочей деформации. Дверь выставляется в исходную позицию.

Перемещение двери. Угол поворота выходного звена ϕ_{O1} назначается равным половине максимального значения угла ϕ_{OMAX} .

Подается сигнал на выключение сцепной муфты I и определяется время с момента подачи сигнала до начала движения двери δt_{BKI} . Это измерение необходимо выполнять при каждом включении и выключении.

Двигатель включается при повороте выходного звена привода на угол, составляющий $0.5(\phi_{01}-\phi_{\mathcal{D}B1})$ и работает в течение времени поворота выходного звена на угол

$$\phi_{\mathcal{I}B1} = \frac{P_{C1}}{U_P \, \eta P_{AB}} \, \phi_{01}.$$

При остановке обоймы обгонной муфты фиксируется угол ее поворота ϕ_M (за 0,05с до начала очередного движения выполняется измерение угла ϕ_M).

При повороте выходного вала привода двери на угол $\phi_{K1} = \phi_{01} - \phi_M$ подается команда на включение муфты I.

Фиксируется угол $\phi_{\Pi 1}$, на который поворачивается выходной вал с момента подачи сигнала на включение муфты до начала поворота обоймы обгонной муфты.

После остановки выходного вала фиксируются угол ϕ_{B1} его поворота и угол ϕ_{M1} поворота обоймы обгонной муфты.

Вычисляются $\delta \phi_{10} = \phi_{B1} - \phi_{01}$ и $\delta \phi_{M1} = \phi_{M1} - \phi_{M}$

Определяется избыток энергии $T_{u1} = kP_{\text{max}} \delta \phi_{M1}$ и уточняется значение момента на валу двигателя

$$P_{\mathcal{I}}^{0} = \frac{T_{U1} + P_{C1} \varphi_{B1}}{\varphi_{\Delta B1} U_{P}},$$

где k — плечо силы P_{MAX} ;

 P_{MAX} — максимальное усилие пружин рекуператора.

Сигнал на выключение сцепной муфты для выполнения следующего движения в направлении I подается после остановки выходного вала через время

$$T_{B1} = t_{B01} - \delta t_{BK1}$$

где t_{BO1} — время выстоя по циклограмме работы устройства.

Выполняется следующее движение с позиции В на позицию С (направление движения I) на угол $\phi_{02} = \phi_{0\text{Max}} - \phi_{B1}$, для чего подается сигнал на выключение сцепной муфты I.

Напряжение на двигатель подается после поворота выходного вала привода на угол ϕ_{32}

$$\varphi_{32}=0.5 (\varphi_{02}-\varphi_{\mathcal{I}B2}),$$

где
$$\phi_{{\cal A}^{B}2}= \frac{P_{{\cal C}^{1}}\phi_{02}-kP_{{\sf MAX}}\delta\phi_{{\scriptscriptstyle M}\,1}}{P_{{\scriptscriptstyle A}}^{\;\;0}U_{{\scriptscriptstyle P}}}$$
 — угол поворота выходного вала, в течение времени

поворота на который на двигатель подается напряжение. (при $\phi_{JB2} \ge \phi_{01} U_P$ принимается $\phi_{JB2} = \phi_{01} U_P$).

Сигнал на включение муфты подается при повороте выходного вала на угол ϕ_{K2} $\phi_{K2} = \phi_{02} - \phi_M - \phi_{\Pi1}$.

Происходит торможение. При остановке обоймы обгонной муфты фиксируется угол ее поворота ϕ_{M2} .

При остановке выходного вала фиксируется угол ϕ_{B2} .

Вычисляются

$$\delta \varphi_{21} = \varphi_{B2} - \varphi_{02}$$

$$\delta \varphi_{M2} = \varphi_{M2} - \varphi_{M}$$

$$P_{AB} = \frac{P_{A}^{0}U_{P}\phi_{AB2} + kP_{MAX}\delta\phi_{M2}}{U_{P}\phi_{AB2}}.$$

Выполняется движение в направлении II, для чего выключается сцепная муфта II с учетом времени с момента подачи сигнала до начала поворота выходного звена δt_{BK2} Сигнал на выключение сцепной муфты подается после остановки выходного вала через время

$$T_{B2} = t_{BO2} - \delta t_{BK2}$$

Выходное звено поворачивается на угол $\phi^{H}_{01} = \phi_{B2}$.

Двигатель включается после поворота выходного звена на угол

$$\varphi^{H}_{10}=0.5(\varphi^{H}_{01}-\varphi^{H}_{IB1})$$

и напряжение на двигатель подается в течение времени поворота выходного вала на угол

$$\varphi_{AB1}^{H} = \frac{P_{C11}}{u_{p}P_{AR}\eta} \varphi_{01}^{H} - \frac{P_{\max}\delta\varphi_{M2}}{u_{p}P_{AR}\eta},$$

а муфта *II* включается при повороте выходного звена на угол

$$\varphi^{H}_{K1} = \varphi_{B2} - \varphi_{M} - \varphi_{\Pi 1}$$

(при этом фиксируется угол ϕ_{II2} , на который поворачивается выходной вал с момента подачи сигнала на включение муфты до начала поворота обоймы обгонной муфты, и при последующих движениях в эту формулу подставляется значение угла ϕ_{II} с индексом, соответствующим номеру направления движения). При остановке выходного звена фиксируются угол поворота выходного звена ϕ^H_{B1} и угол поворота муфты ϕ^H_{M1} .

Вычисляются

$$\delta \, \varphi^{H}_{1} = \varphi^{H}_{B1} - \varphi_{B2},$$

$$\delta \varphi^{\scriptscriptstyle H}{}_{M1} = \varphi^{\scriptscriptstyle H}{}_{M1} - \varphi_{M}$$
,

$$P_{AB}^{H1} = \frac{P_{C11} \varphi_{B1}^{H} + K P_{\max} \delta \varphi_{M1}^{H}}{U_{P} \varphi_{AB1}^{H}}.$$

Выполняется движение в направлении ІІ на угол

$$\varphi^{H}_{02} = \varphi_{0MAX} - \varphi^{H}_{B1}$$
.

При выполнении очередного движения в направлении II напряжение на двигатель подается после поворота выходного вала на угол ϕ^{μ}_{20}

$$\phi^{H}_{20} = 0,5(\phi^{H}_{02} - \phi^{H}_{JB2}),$$

и снимается после поворота выходного вала на угол

$$\phi_{AB2}^{H} = \frac{P_{C11}\phi_{02}^{H} - KP_{\max}\delta\phi_{M1}^{H}}{P_{AB}^{H1}u_{P}}.$$

Сигнал на включение муфты подается при $\phi^{\scriptscriptstyle H}{}_{\it K2} = \phi^{\scriptscriptstyle H}{}_{\it 02} - \phi_{\it II2} - \phi$. Фиксируются углы $\phi^{\scriptscriptstyle H}_{\it B2}$ и $\phi^{\scriptscriptstyle H}_{\it M2}$.

Вычисляются

$$P_{AB}^{H} = \frac{P_{AB}^{H1} u_{p} \varphi_{AB2}^{H} + K P_{\text{max}} \delta \varphi_{M2}}{\varphi_{AB2}^{H} U_{p}},$$

 $\delta \varphi_{\Pi P} = \varphi_{B1} + \varphi_{B2} - 2\varphi_{0MAX} + \varphi^{H}_{B1} + \varphi^{H}_{B2}$

$$\delta \varphi^{\scriptscriptstyle H}{}_{\scriptscriptstyle M} = \varphi^{\scriptscriptstyle H}{}_{\scriptscriptstyle M2} - \varphi_{\rm M}.$$

Отработка точности перемещения осуществляется в следующем порядке. При выполнении движения в направлении I на позицию в напряжение на двигатель подается после поворота выходного вала на угол $\phi_{1\mathcal{I}}$

$$\phi_{1\mathcal{I}}=0.5(\phi_1-\phi_{\mathcal{I}1})$$

$$\varphi_{\Pi 1} = T_1(\varphi_1 - \delta\varphi_{\Pi P}) - K_{\Pi} \delta \varphi^{\mu}_{M2},$$

где ϕ_1 — угол поворота выходного вала при движении с позиции A на позицию B по циклограмме

$$K_n = \frac{KP_{\text{max}}}{P_{AR} u_p}, \quad T_1 = \frac{P_{C1}}{P_{AR} u_p}.$$

Сигнал на включение муфты подается при

$$\varphi_{BK1} = \varphi_1 + \delta \varphi_{\Pi P} - \varphi_M - \varphi_{\Pi 1}$$
.

При остановке фиксируются ϕ_{1M} и ϕ_{1B} .

$$\delta \varphi_{1B} = \varphi_{1B} - (\varphi_1 + \delta \varphi_{\Pi P})$$
; $\delta \varphi_{1M} = \varphi_{1M} - \varphi_{M}$.

Движение в направлении II на позицию A.

Напряжение на двигатель подается в течение времени поворота выходного вала на угол

$$\Phi_{\mathcal{I}2} = T_{11}(\varphi_1 + \delta\varphi_{1B}) - K^{\mathcal{H}}_n \delta \varphi_{1M}$$

где
$$T_{11} = \frac{P_{C1}}{P_{AR}^H u_p}, K_n^H = \frac{KP_{\text{max}}}{P_{AR}^{H} u_p},$$
 а включение муфты при

$$P_{\ddot{A}\dot{A}} = \frac{P_{\ddot{A}}^{0} U_{P} \varphi_{\ddot{A}\dot{A}2} + k P_{MAX} \delta \varphi_{\dot{I}2}}{U_{P} \varphi_{\ddot{A}\dot{A}2}}$$

Управляющие воздействия при выполнении последующих движений построены в аналогичном порядке.

Разработанный алгоритм постоянно отслеживает энергетические параметры устройства, учитывает временные задержки воспроизведения управляющих воздействий и наряду с решением задачи обеспечения точности позиционирования двери решает задачу поддержания необходимого уровня энергии пружины и обеспечения графика выполнения движений.

Список использованных источников

- 1. Выбор дверей пассажирских вагонов // Железные дороги мира. 2011. № 10. C.37-40.
 - 2. Патент РФ RU 2 503 553 С 1. Привод раздвижных дверей.
- 3. Семеноженков, В.С., Семеноженков, М.В. Обеспечение точности позиционирования стола револьверной подачи заготовок. // Заготовительные производства в машиностроении. 2013. №12. С. 24-26.

УДК 629.421

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОДЕРНИЗАЦИИ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛОКОМОТИВОВ

Сташевская О.В.

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный технологический институт (технический университет)», г. Санкт-Петербург

Аннотация. В статье предложена модель оценки эффективности эксплуатации и модернизации локомотивов, учитывающая свойство мероприятия, его стоимость, время реализации, стоимость поддержания локомотива в работоспособном состоянии, при реализации предлагаемого мероприятия, продолжительность действия выбранной схемы модернизации и эффективность от реализации принятой схемы модернизации или способа эксплуатации. Для выбора оптимальной схемы эксплуатации или модернизации локомотивов предлагается использовать комплексный критерий, который будет учитывать весовые коэффициенты мероприятия.

Ключевые слова: локомотив, модернизация, эксплуатация, эффективность, критерии оценки, весовые коэффициенты.

Abstract. The article proposes a model for assessing the efficiency of operation and modernization of locomotives, taking into account the property of the event, its cost, implementation time, the cost of maintaining the locomotive in working condition when implementing the proposed event, the duration of the selected modernization scheme and the effectiveness of the implementation of the adopted modernization scheme or method of operation. To select the optimal scheme for operating or modernizing locomotives, it is proposed to use a complex criterion that will take into account the weighting coefficients of the event.

Keywords: locomotive, modernization, operation, efficiency, evaluation criteria, weighting coefficients.

Разработке моделей эффективности модернизации оценки И эксплуатации локомотивов посвящено значительное количество публикаций. В этих используются различные критерии и методы оценки, включая финансовые показатели, производительность, надежность и другие факторы [1-4]. В работе [5] выполнен анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80Т, в качестве критерия оценки применены показатели надежности. В работе [6] обобщена совокупность факторов, влияющих на долговечность цилиндровых крышек тепловозного дизеля, выделены их основные группы и подгруппы. В предложенной классификации преобладают субъективные факторы, которые зависят непосредственно от деятельности человека. В статье [7] эффективность горнотранспортного подвесного монорельсового локомотива на аккумуляторной тяге в процессе работы в общем случае определяется относительным изменением КПД агрегатов, предложена взаимосвязь характеристик аккумуляторного локомотива с его тяговой энергетической цепью, однако в данной статье не учитываются стоимостные, экономические показатели эффективности локомотива.

Модель выбора оптимальной схемы модернизации локомотива должна учитывать множество факторов, таких как: стоимость модернизации, затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание, срок службы тягового подвижного состава, его производительность и влияние на окружающую среду [8]. Рассмотрим основные критерии оценки эффективности модернизации и эксплуатации локомотивов.

Оценка стоимости. Стоимость модернизации локомотивов может включать затраты на ремонт и замену устаревших компонентов, установку новых систем управления, а также обучение персонала. Важно учесть все потенциальные затраты и сравнить их с доходами, которые могут быть получены от увеличения производительности локомотивов.

Эксплуатационные затраты. Модернизация локомотивов также может снизить эксплуатационные затраты, такие как затраты на топливо, смазочные материалы, электроэнергию, техническое обслуживание и ремонт. Это может быть достигнуто за счет повышения эффективности работы локомотивов и снижения износа их элементов конструкции.

Срок службы локомотивов. Модернизация может продлить срок службы локомотива, что может снизить затраты на их замену и утилизацию. Однако важно учесть, что модернизация может потребовать значительных инвестиций, которые не всегда могут быть возвращены за счет увеличения срока службы.

Производительность локомотива. Повышение производительности тягового подвижного состава является одной из основных целей их модернизации.

В рамках данного исследования была разработана модель выбора оптимального метода при модернизации тягового подвижного состава на автономной и неавтономной тяге. При этом следует отметить универсальность разработанной методики, которая позволяет выполнить оценку метода модернизации или эксплуатации для любого тягового подвижного состава.

Все мероприятия, направленные на улучшение конструкции тягового подвижного состава, представляют собой массив Z. Соответственно, предлагается все мероприятия разделить на четыре группы:

- улучшение или модернизация конструкции подвижного состава;
- модернизация системы обслуживания и ремонта локомотивов;
- организационные мероприятия, направленные на повышение квалификации персонала, выполняющего ремонт;
 - разработка рациональных режимов ведения поезда.

Для выбора наиболее рационального мероприятия модернизации предлагается следующая модель. Любое мероприятие Z_{ij} из массива Z характеризуется следующим массивом свойств:

$$Z_{ij} = \{Z_{i1}, Z_{i2}, Z_{i3}, Z_{i4}, Z_{i5}\},\$$

где j – свойство мероприятия, j = 1...5;

 Z_{il} – стоимость *i*-того мероприятия, руб.;

 Z_{i2} – время реализации *i*-того мероприятия, ч., мес., лет;

 Z_{i3} — стоимость поддержания локомотива в работоспособном состоянии, при реализации *i*-того мероприятия, руб.;

 Z_{i4} – продолжительность действия *i*-той схемы модернизации, ч., мес., лет;

 Z_{i5} – эффективность от реализации *i*-той схемы модернизации.

Для выбора оптимальной схемы модернизации локомотивов предлагается использовать следующие критерии:

$$\delta = \frac{Z_{i5}}{(Z_{i4} + Z_{i2})};$$

$$\beta = \frac{Z_{i4} + Z_{i2}}{Z_{i1} + Z_{i3}}.$$

При этом для модели справедливы следующие ограничения: время на выполнение модернизации должно быть меньше времени проведения заводского ремонта:

$$t_{MO\partial} < t_p$$

а стоимость от внедрения мероприятий по улучшению условий эксплуатации или модернизации должна быть меньше, чем предполагаемый экономический эффект:

$$C_{MO\partial} < C_{99}$$

где t_{mod} – время, затраченное на модернизацию, ч., мес., лет;

 t_p – время восстановления работоспособного состояния, ч., мес., лет;

 C_{MOO} – стоимость мероприятий по модернизации, руб.;

 C_{22} — денежное выражение экономического эффекта, руб.

Результатом оценки эффективности модернизации или эксплуатации локомотивов будет та схема, при которой будет соблюдаться условие:

$$\delta \rightarrow min$$
, a $\beta \rightarrow max$.

Для выбора оптимальной схемы эксплуатации или модернизации локомотивов предлагается использовать комплексный критерий, который будет учитывать коэффициенты δ и β . Комплексный критерий запишем в следующем виде:

$$\zeta = \alpha_i \delta + \frac{\alpha_j}{\beta} \to \max,$$

где α_i , α_i – весовые коэффициенты, соответствующие критериям δ и β .

Следует отметить универсальность данного критерия, так как этот критерий справедлив также и для оценки эффективности эксплуатации монорельсовых шахтных локомотивов. Но нужно учитывать, что весовые коэффициенты для каждого критерия могут быть разными в зависимости от условий эксплуатации и требований к локомотивам в конкретной шахте. Например, в некоторых шахтах может быть важна скорость движения локомотива, а в других — его грузоподъемность. Поэтому важно провести анализ данных и определить оптимальные весовые коэффициенты для каждой шахты отдельно. Например, в исследовании [9] авторы связывают безопасность движения с гашением боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги, однако целесообразно было бы применить комплексный критерий оценки безопасности движения с весовыми коэффициентами α_i — факты нарушения безопасности движения, возникновение инцидентов и аварий, α_j — травмирование машиниста, перевозимых людей или порча транспортируемых грузов.

Также этот критерий можно использовать для оценки эффективности работы или процессов, протекающих в аккумуляторных батареях. Но нужно учитывать, что весовые

коэффициенты для каждого критерия могут быть разными в зависимости от типа батареи и ее назначения. Например, для батарей, используемых в системах пуска дизеля, важна кратковременная отдача емкости, а для батарей, используемых в локомотивах на аккумуляторной тяге, — время работы без подзарядки [10-12]. Поэтому важно проводить анализ данных и определять оптимальные весовые коэффициенты для каждого типа батарей отдельно.

Таким образом, весовые коэффициенты помогают определить относительную значимость рассмотренных критериев в процессе принятия решений. Они позволяют учесть различные факторы и сделать более точный и обоснованный выбор [13; 14]. Например, если в конкретном случае учитывается два критерия — стоимость и качество модернизации, то весовые коэффициенты могут быть использованы для определения оптимального соотношения между этими двумя факторами.

Следует отметить, что определение весовых коэффициентов может быть сложной задачей, так как каждый критерий может иметь различную степень значимости для разных схем модернизации или эксплуатации локомотивов. Кроме того, весовые коэффициенты могут меняться в зависимости от контекста и ситуации, которые обусловлены условиями эксплуатации.

В общем случае, весовые коэффициенты должны быть определены на основе экспертной оценки, анализа данных выборки или опытной эксплуатации. Необходимо учитывать, что они являются лишь инструментом для улучшения качества принимаемых решений и не должны быть единственным фактором при проведении оценки эффективности модернизации и эксплуатации электровозов.

Список использованных источников

- 1. Szkoda, M., Babel, M. Анализ целесообразности модернизации тепловозов серии SM42 в двухдизельном варианте с учётом критерия стоимости жизненного цикла (LCC) //Инновации и инвестиции. 2014. Т. 3. С. 234-238.
- 2. Доманов, К.И. Эффективность эксплуатации электровозов 3ЭС6 на Урало-Сибирском полигоне / К.И. Доманов, К.В. Богунов // Инновационные транспортные системы и технологии. -2023. Т. 9. № 1. С. 64-82. EDN GPBHBF.
- 3. Бабел, М., Шкода, М., Коссов, Е.Е. Анализ стоимости жизненного цикла (LCC) при оценке эффективности подвижного состава // Вестник Научно-исследовательского института железнодорожного транспорта. -2013. -№ 6. -C. 55-60.
- 4. Рябко, Е.В. Эффективность модернизации маневровых тепловозов и пути её определения / Е.В. Рябко, К.А. Рябко // Вестник Брянского государственного технического университета. -2020. -№ 5(90). C. 23-31. EDN VEMAQL.
- 5. Рябко, К.А. Анализ характерных неисправностей и количественных показателей по отказам электрического оборудования электровоза ВЛ80т / К.А. Рябко, Е.В. Рябко, В.А. Пьяникин, А.В. Кочев // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. − 2018. − № 51. − С. 85-91. − EDN YUVGWT.
- 6. Рябко, К. А. Повышение долговечности крышек цилиндров тепловозных дизелей /К. А. Рябко, Е. В. Рябко // Известия Транссиба. 2016. № 4(28). С. 30-37. EDN VXHXTJ.
- 7. Рябко, К.А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К.А. Рябко //Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2022. № 6. С. 72-82. EDN MCCUFZ.
- 8. Самсонов, С.Ф. Оптимизация срока службы локомотивов как фактор повышения эффективности работы железнодорожного транспорта / С.Ф. Самсонов // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. 2007. № 19. С. 156-158. EDN RSCCTL.

- 9. Гутаревич, В.О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В.О. Гутаревич, К.А. Рябко, Е.В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства: сборник тезисов докладов VI международной научно-технической конференции, Алчевск, 14-15 октября 2021 года. Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. С. 172-174. EDN SCZBSR.
- 10. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК В60L 53/30, В60L 58/12, В60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н.В. Водолазская, К.А. Рябко, Е.В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». EDN КНАНЈG.
- 11. Рябко, К.А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К.А. Рябко // Горная механика и машиностроение. -2022. № 2. C. 30-36. EDN LFUDNM.
- 12. Гутаревич, В.О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В.О. Гутаревич, К.А. Рябко, В.А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. 2020. № 56. С. 95-102. EDN MYHGMT.
- 13. Толстунов, В.А. Усредняющие фильтры с весовыми коэффициентами /В.А. Толстунов // Инновационная наука. -2016. -№ 1-2(13). C. 139-143. EDN XARCEN.
- 14. Постников, В.М. Методы выбора весовых коэффициентов локальных критериев /В. М. Постников, С.Б. Спиридонов // Наука и образование: научное издание МГТУ им. Н.Э. Баумана. -2015. -№ 6. С. 267-287. EDN UBZHTH.

УДК 629.42

ПРОВЕДЕНИЕ ПРИЕМОСДАТОЧНЫХ ИСПЫТАНИЙ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА ПОСЛЕ РЕМОНТА

Стоянова Н.В.

Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. Рассмотрены вопросы проведение приемосдаточных испытаний тягового электродвигателя тягового подвижного состава после ремонта с целью повышения качества ремонта подвижного состава.

Ключевые слова: тяговый подвижной состав, испытания, тяговый электродвигатель, локомотивное ремонтное депо.

Abstract. The issues of conducting acceptance tests of the traction electric motor of traction rolling stock after repair in order to improve the quality of repair of rolling stock are considered.

Keywords: traction rolling stock, tests, traction electric motor, locomotive repair depot.

Требования соответствующих стандартов и правил ремонта тягового подвижного состава предусматривают обязательное проведение приемосдаточных испытаний каждого вышедшего из ремонта тягового электродвигателя. Эти испытания представляют собой важную и неотъемлемую часть технологического процесса изготовления или ремонта двигателей, материальные затраты на которую входят в себестоимость конечной продукции. Качество технического контроля, проводимого при приемо-сдаточных испытаниях тяговых электрических машин, в конечном счёте определяет надежность и безотказность локомотива, а следовательно – экономическую эффективность железнодорожных перевозок.

Тяговые электрические машины, которые используют на тяговом подвижном составе, работают в тяжёлых условиях эксплуатации. Они сильно отличаются от стационарных

условий работы других электрических машин. Тяговые двигатели, служащие для превращения электрической энергии в механическую, во время работы подвергаются воздействию динамических сил и вибрациям, которые возникают при движении колёсной пары по неровностям железнодорожного пути.

Анализ реальных возможностей, используемых в локомотивных депо для испытаний тяговых двигателей показывает их несоответствие современным требованиям организации ремонта и технического контроля на большинстве ремонтных предприятий. На испытательных станциях используются стенды взаимной нагрузки с низкой энергетической эффективностью, «ручными» способами регулирования, контроля и регистрации данных. Необходимость в модернизации существующих станций для испытания тяговых электрических машин в настоящий момент является очевидной. Однако вопрос о том, какой из вариантов системы нагружения будет наиболее рациональным для определенного типа испытуемых тяговых электромашин, остается до сих пор актуальным.

Рассмотрим причины отказов тяговых двигателей тягового подвижного состава в эксплуатации. Эксплуатация тягового двигателя при значительных перепадах температур влечёт ускоренное старение изоляции, изменению свойств и характеристик смазочных материалов, механическим нарушениям коллектора. Работа двигателя в условиях низких температур приводит к повышению динамического воздействий на него со стороны пути, следовательно, и как следствие — снижению ресурса двигателя. В настоящее время важной задачей является совершенствование технологического процесса ремонта тяговых двигателей локомотивов, что позволит обеспечить необходимый уровень качества ремонта, сохранение и восстановление технических параметров ТЭД. На долю тяговых двигателей приходится порядка 20-25% от общего числа отказов тягового подвижного состава.

К основным неисправностям относятся: попадание смазки; повреждение якорных подшипников; перебросы, оплавления, подгары, затяжка ламелей коллектора; задир коллектора; биение поверхности коллектора; выплавление припоя из петушков коллектора; пробой и межвитковые замыкания обмотки якоря; и другие прочие неисправности.

К одной из часто встречающихся причин, приводящих к отказам ТЭД в эксплуатации, относится попадание смазки из подшипников на коллектор тягового электродвигателя, что резко снижает рабочие характеристики последнего. Причинами, приводящими к таким последствиям, являются:

- увеличенные зазоры в лабиринтных уплотнениях;
- возникновение эффекта перепрессовки смазки;
- возникновение препятствий (заторов и засоров) для распространения смазки в вентиляционных каналах сердечника якоря.

Но как мы знаем из практики, наибольшее количество неисправностей приходится на пробой изоляции (20%) и межвитковое замыкание обмоток якоря (24%) от общего числа поломок. Надо отметить, что после проведения работ в объеме капитального ремонта, количество случаев пробоев изоляции и межвитковых замыканий обмоток якоря тяговых электродвигателей для локомотивов с пробегом до 400 тыс. км — уменьшается, а при пробеге более 400 тыс. км — возрастает.

Технологический цикл операций ремонта ТЭД локомотивов, производимый в объеме работ ТР-3, предполагает следующие операции:

- определение значений сопротивления изоляции обмоток ТЭД относительно корпуса машины, а также между самими обмотками;
- проверка электрической прочности изоляции относительно корпуса ТЭД и между самими обмотками;
 - диагностика обмотки якоря на наличие межвитковых замыканий;
 - проверка на наличие обрыва в витках обмоток ТЭТ;
- методом падения напряжения или методом визуального контроля проверяется качество пайки петушков коллектора.

Автоматизация и компьютеризация процесса испытаний тяговых двигателей соответствуют новому критерию эффективности работы подвижного состава — снижению эксплуатационных расходов на перевозочный процесс с учётом загруженности локомотивов.

При этом внедрение автоматизации и компьютеризации процесса испытания тяговых двигателей позволяет контролировать качество технологического процесса ремонта, выявлять его недостатки, оперативно решить вопросы рационального подбора соответствующих параметров колесно-моторных блоков локомотивов, которые в конечном счёте определяют эксплуатационные свойства локомотива и его эффективность в эксплуатации.

Проведение испытаний можно разделить на два вида. Первый метод — непосредственного нагружения. Данный метод проведения испытаний характеризуется тем, что одновременно испытывается только один тяговый двигатель, а из питающей сети берется 100% мощности (возврата электроэнергии нет). Второй — метод взаимной нагрузки (генератор-двигатель). Два тяговых двигателя соединяются между собой специальной муфтой или карданным валом. Один из двигателей работает в режиме двигателя, второй работает в режиме генератора. При таком методе испытаний одновременно могут испытывать сразу два двигателя, при этом потребление мощности из питающей сети составляет 80%, остальные 20% вырабатывает двигатель, работающий в режиме генератора [2].

Автоматизация испытаний электрических машин осуществляется в целях:

- уменьшения трудоемкости и стоимости испытаний;
- увеличения точности и достоверности их результатов;
- улучшения условий труда;
- обеспечения возможности дистанционного проведения испытаний, быстрого изменения их программы и уменьшения времени получения результатов.

Структура технологического цикла диагностирования тяговых двигателей на испытательной станции состоит в том, что каждая группа тяговых двигателей проходит свой полный технологический цикл ремонта и испытаний.

Функциональная схема автоматизированной системы управления испытания тяговых двигателей осуществляет регулирование по трём контурам:

- 1) контур контроля тока нагрузки (регулирование тока осуществляется вольтодобавочным преобразователем);
- 2) контур контроля напряжения (регулирование напряжения осуществляется линейным преобразователем);
- 3) контур контроля частоты вращения (регулирование частоты за счёт изменения выходных значений преобразователей).

Автоматизированной системой осуществляется также контроль граничных параметров значений тока, напряжения и частоты вращения. В случае превышения этих значений происходит аварийная остановка двигателей. Функции задатчика и элементов сравнения в системе реализуются за счёт программных возможностей управляющей программы. Работа испытательной станции испытаний ТЭД осуществляется специализированной компьютерной программой на ПЭВМ.

Автоматизированная станция испытаний тяговых электрических машин постоянного и пульсирующего тока методом взаимной нагрузки предназначена для использования в условиях депо и ремонтных предприятий (рис. 1).

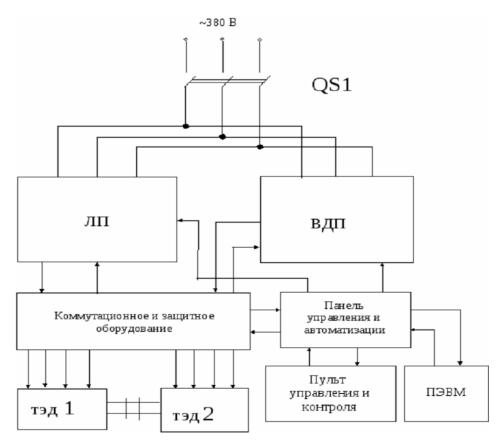


Рис. 1 - Структурная схема испытательной станции

Станция обеспечивает задание и поддержание режимов испытаний, обработку, отображение и регистрацию информации об измеряемых параметрах тяговых электрических машин постоянного тока в ходе приемо-сдаточных испытаний после ремонта в депо.

Испытательная станция представляет собой комплекс оборудования для автоматизированных приемо-сдаточных испытаний ТЭД постоянного и пульсирующего тока, с независимым, параллельным, смешанным и последовательным возбуждением. Производительность станции составляет до 500 электрических машин в год [1].

Таким образом, достоинством применяемого метода взаимного нагружения при испытаниях ТЭД является экономия электроэнергии, потребление которой составляет только 20% от используемой при испытаниях.

Список использованных источников

- 1. Испытательная станция ТЭД как объект автоматизации: материалы временных коллективов / Ш.К. Исмаилов, В.О. Мельк, А.В. Раздобаров, С.В. Смыков, И.Г. Шахов //Современные тенденции в развитии и конструировании коллекторных и других электромеханических преобразователей энергии: материалы XIII всерос. науч.-техн. конф. Омск: ОмГУПС, 2003. С. 105-109.
- 2. Литвинов, А.В., Бернс, П.А., Абишов, Е.Г., Родина, Д.Е., Логинова, Е.С., Колесников, П.А. Модернизация схемы испытания тяговых двигателей постоянного тока методом взаимного нагружения // Молодой ученый. − 2016. − №24. − С. 94-98.

ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ШТАМПОВКИ И ПРОКАТКИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ КОЛЕС

Тищук Л.И. 1 , Соломонов К.Н. 1 , Снитко С.А. 2 1 Филиал РГУПС в г. Воронеж 2 Донецкий национальный технический университет

Аннотация. В статье рассматриваются научные основы автоматизированного проектирования технологии штамповки и прокатки железнодорожных колес, модели расчета формоизменения металла и силовых параметров процессов обработки металлов давлением при многопереходном деформировании заготовок.

Ключевые слова: автоматизированное проектирование, моделирование, прокатка, штамповка, железнодорожное колесо, технологический процесс.

Abstract. The article discusses the scientific foundations of computer-aided design of technology for stamping and rolling railway wheels, models for calculating metal forming and power parameters of metal forming processes during multi-transition deformation of workpieces.

Keywords: computer-aided design, simulation, rolling, stamping, railway wheel, technological process.

В условиях современного производства освоение технологии штамповки и прокатки новых видов железнодорожных колес необходимо выполнять весьма оперативно. При этом важно, чтобы разработанная калибровка давала возможность получения требуемого профиля чернового колеса с минимальным количеством опытных прокаток и без существенного завышения припусков на механическую обработку. Причем последнее приводит не только к увеличению коэффициента использования металла, но и загружает производственные мощности по обточке колес.

В связи с тем, что профили новых колес, как правило, во многом отличаются от уже освоенных, ряд элементов разрабатываемых технологий штамповки и прокатки колес также требует существенного совершенствования. В первую очередь это относится к одному из основных элементов технологии — калибровкам по металлу и инструменту деформации.

Характерной особенностью процесса проектирования калибровки является то, что практически всегда существует необходимость многократного пересчета параметров заготовок по переходам, а в ряде случаев и параметров чернового колеса с целью получения наиболее оптимального варианта — минимально допустимых припусков и технологичности. То есть процесс разработки калибровки является итерационным процессом, в ходе которого велика вероятность допущения ошибки, например, в расчете массы или размера какого-либо элемента профиля.

Важно отметить, что методам расчета калибровок для технологического перехода «формовочный пресс — колесопрокатный стан» уделяется недостаточное внимание. Но до сих пор в условиях промышленного производства определение ряда параметров колес выполняют конструктивно на основе практического опыта. К ним, прежде всего, относится величина наружного диаметра колесной заготовки, величины осевых обжатий обода на колесопрокатном стане и, соответственно, его ширина. Также всегда при расчете калибровки необходимо знать положение нейтрального сечения в диске, определяющего положение поверхности раздела течения металла в зону обода и зону ступицы при формовке колесной заготовки в штампах. При проектировании калибровки в «ручном режиме» зачастую выбирают не самый рациональный вариант калибровки, а требующий меньше времени на выполнение расчетов и построение чертежей. При этом все недоработки и просчеты (учтенные и неучтенные) компенсируют за счет увеличения массы исходной заготовки, то есть реальных припусков на механическую обработку. Но это далеко не всегда дает положительный результат, в результате чего имеет место повышенное количество брака на

прокате, ремонтная обточка колес, а также увеличенное число опытных прокаток, что связано с потерями рабочего времени, дополнительными затратами на изготовление инструмента.

Таким образом, создание ресурсосберегающих технологий штамповки и прокатки колес непосредственно связано с совершенствованием методов ее разработки. При этом оперативная и одновременно качественная разработка калибровок возможна с помощью специализированной для условий конкретной прессо-прокатной линии системы автоматизированного проектирования.

Реализация системного подхода при автоматизированном проектировании технологии штамповки и прокатки широкого сортаментного ряда колес требует разработки принципиально новых научных основ, которые должны включать следующие основные элементы.

Во-первых, требуется автоматизация процесса проектирования чистовых, а на их основе и черновых колес различных типов. Решение данной задачи имеет большое значение в работе калибровщиков, так как указанный этап занимает значительную часть в общем объеме работ. Кроме того, полученные при этом результаты являются основой для последующего проектирования калибровок валков и штампов.

За последние десятилетия получило развитие актуальное научное направление [1-6], связанное с разработкой комплексов компьютерных программ для моделирования течения металла в очаге деформации и проектирования калибровок валков и штампов, необходимых для реализации различных процессов обработки металлов давлением. Их важной составной частью являются модули проектирования контуров сечений получаемых профилей.

При первых попытках автоматизированного проектирования профилей колес разрабатывались аналитические формулы расчета координат для каждой точки сопряжения контура сечения колеса. Данные разработки выполнены для профилей колес с плоскоконическими и криволинейными, имеющими центральный выгиб, дисками, а также некоторыми другими дисками. Главный недостаток такого подхода состоял в том, что для каждой новой конфигурации колеса требовалась разработка новых, достаточно громоздких формул. Чтобы нивелировать указанный недостаток были созданы универсальные алгоритмы [7-9], позволяющие выполнять расчет координат точек сопряжений контура сечения колеса, независимо от его типоразмера. Этот подход является наиболее рациональным, и его целесообразно использовать для решения рассматриваемого класса задач.

В указанных выше работах, посвященных автоматизированному проектированию профилей колес и калибровок валков и штампов, назывались отдельные признаки профилей колес. На их основе невозможно однозначно определить тип колеса, а также классифицировать весь сортамент как освоенных, так и перспективных профилей. Кроме того, не регламентированы способы простановки размеров в местах сопряжения диска с ободом и ступицей, которые необходимы для однозначного определения типа колеса и соответственно оперативного проектирования контура его сечения.

Вместе с тем, указанная выше классификация необходима, с одной стороны, для решения задачи автоматизированного проектирования профилей чистовых, механически обработанных колес, которая раньше не рассматривалась вообще; с другой – для решения задачи автоматизированного проектирования профилей черновых колес всего существующего сортамента, который характеризуется многообразием конструкций колес и различными системами простановки размеров на чертежах. Поэтому актуально создание классификации профилей железнодорожных колес, необходимой для реализации системного подхода при разработке методов автоматизированного проектирования профилей чистовых и черновых колес, калибровок, а также сборочных чертежей рабочих органов заготовочных, формовочных, выгибных прессов и колесопрокатных станов.

На базе данного подхода целесообразна разработка метода проектирования процесса штамповки колесных заготовок для широкого сортамента колес и, соответственно, колесных

заготовок, а также с учетом новых, перспективных схем деформирования заготовок, в частности предусматривающих: разгонку металла не пуансоном, а конусной плитой; предварительную штамповку обода и ступицы; получение колесных заготовок со штампованным гребнем.

Во-вторых, еще одним требуемым элементом научных основ автоматизированного проектирования технологии штамповки и прокатки колес являются аналитически точные математические модели расчета контуров сечений чистовых и черновых колес, а также заготовок по всем переходам.

В настоящее время отсутствуют модели расчета соотношения между радиальными и осевыми обжатиями обода при прокатке колес и методики расчета калибровок. Целесообразна разработка зависимости для расчета положения нейтрального сечения в диске колесной заготовки, относительно которого металл при штамповке течет в обод и ступицу.

Наконец, в-третьих, дополнительной требуемой составляющей научных основ автоматизированного проектирования технологии штамповки и прокатки колес являются модели расчета формоизменения металла и силовых параметров процессов обработки металлов давлением при многопереходном деформировании заготовок. Учитывая тот факт, что на сегодняшний день практически все основные производители штампованно-катанных колес обеспечены точными по массе исходными заготовками, точность прогноза формоизменения и силовых параметров штамповки и прокатки также, очевидно, требуется высокая.

Эффективное решение вышеуказанных задач возможно на базе современных систем конечно-элементного моделирования, получивших за последние годы наиболее бурное развитие и широкое распространение в научно-исследовательской и производственной сферах. Такой подход, хоть и основан на приближенных методах решения, позволяет получать достаточно точные и адекватные решения краевых задач со сложной границей в наиболее общей постановке, чего не удается достичь при использовании аналитических методов. Современные программные комплексы позволяют выполнять всесторонний анализ нестационарных процессов деформации, имеющих место при производстве штампованно-катаных колес, практически на любой стадии. Кроме этого, обладают, как правило, широким набором функциональных возможностей. Однако при работе с ними не исключена возможность получения неадекватных и, в ряде случаев, некорректных решений. Поэтому при выборе параметров конечно-элементных моделей в конкретной системе моделирования необходим учет специфики исследуемых технологических процессов, а также оценка степени влияния вышеуказанных параметров модели на точность расчета формоизменения металла и силовых параметров процессов.

Следует отметить, что идеальный вариант проектирования калибровок мог бы получиться при полном интегрировании специализированной для условий штамповки и прокатки колес системы проектирования и конечно-элементного моделирования в рамках единой системы. Однако создание такой системы сопряжено с рядом трудностей, главная из которых заключается в следующем. Система автоматизированного проектирования технологии штамповки и прокатки колес (калибровок) должна базироваться на аналитически точных моделях. То есть все производимые в ней расчеты и построение чертежей должны выполняться в режиме реального времени, так как это часто имеет место в условиях промышленного производства колес. В то же время для получения качественного решения краевой задачи может понадобиться от нескольких часов до нескольких десятков часов даже на современном высокопроизводительном компьютере.

Компромиссное решение в данном случае возможно при использовании метода планируемого расчетного эксперимента, реализация которого выполняется в системе конечно-элементного моделирования. Полученные при реализации опытов результаты моделирования могут быть использованы для создания регрессионных зависимостей расчета параметров формоизменения металла и силы, например, при штамповке заготовок.

Полученные таким способом модели, вероятно, уже будут аналитическими, а выполняемые по ним автоматизированные расчеты – производиться практически мгновенно.

Также следует отметить, что создаваемая система автоматизированного проектирования технологии штамповки и прокатки колес должна удовлетворять двум основным критериям. С одной стороны, она должна позволять калибровщику реализовать весь спектр технологически возможных вариантов калибровки. С другой стороны, режимы деформации заготовок на наиболее ответственных технологических переходах должны определяться на базе соответствующих, научно обоснованных методов, а не назначаться на основе интуиции и практического опыта.

Все вышесказанное позволяет сделать несколько обобщений. В связи с постоянным железнодорожного транспорта, совершенствованием непосредственно повышением скоростей движения поездов и грузоподъемности вагонов, существует актуальная научно-техническая проблема создания и освоения низконапряженных конструкций колес. Сортамент освоенных в мировой практике колес, в том числе имеющих одинаковое назначение, характеризуется большим разнообразием форм и размеров, что в значительной степени объясняется отсутствием научных теорий их проектирования. Существует актуальная проблема создания научных основ автоматизированного проектирования новых низконапряженных конструкций колес широкого сортамента и на этой базе разработки колес, обладающих высокими эксплуатационными характеристиками.

Список использованных источников

- 1. Яковченко, А.В. Экспериментально-теоретический метод компьютерного проектирования калибровок для прокатки железнодорожных колес / А.В. Яковченко, А.В. Луговой, Н.И. Ивлева // Металл и литье Украины. 2004. № 1-2. С. 59-63.
- 2. Solomonov K.N. Application of CAD/CAM Systems for Computer Simulation of Metal Forming Processes. // Materials Science Forum. 2012. vol. 704-705. PP. 434-439.
- 3. Соломонов, К.Н. Автоматизированное проектирование инструмента и технологий объемной штамповки (обзор) // Кузнечно-штамповочное производство. -2003. -№ 8. -C.42-48.
- 4. Стебунов, С.А. QForm программа, созданная для технологов / С.А. Стебунов, Н.В. Биба // Кузнечно-штамповочное производство. 2004. № 9. С. 38-43.
- 5. Яковченко, А.В. Метод автоматизированного проектирования штампованнокатаных колес для разработки технологии их производства / А.В. Яковченко, Н.И. Ивлева, А.В. Луговой // Удосконалення процесів і облад-нання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: Тематич. зб. наук. пр. – Краматорськ: ДДМА, 2002. – С. 485-490.
- 6. Яковченко, А.В. Метод расчета массивов координат точек сопряжений контуров радиальных сечений железнодорожных колес / А.В. Яковченко, Н.И. Ивлева // Наук. пр. Донецького національного технічного університету. Донецьк: ДонНТУ, 2008. Вип. 10 (141). С. 215-230.
- 7. Снитко, С.А. Экспериментально-теоретический метод расчета условий контактного трения при прокатке заготовок железнодорожных колес // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Сер.: Машинобудування. 2010. Вип. 60. С. 208 -211.
- 8. Снитко, С.А. Влияние параметров конечно-элементных моделей на точность расчета формоизменения металла и сил при штамповке и прокатке заготовок железнодорожных колес / С.А. Снитко, А.А. Дужуржи // Обработка материалов давлением: сб. науч. тр. Краматорск: ДГМА, 2010. Вып. 1 (22) С. 44-48.
- 9. Снитко, С.А. Конечно-элементное моделирование многопереходного процесса деформирования заготовок при производстве железнодорожных колес / С.А. Снитко, В.Л. Калюжный // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Сер.: Машинобудування. 2011. Вип. 62. С. 106-111.

ДИАГНОСТИКА ЩЕЛОЧНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Торцев О.П. Филиал РГУПС в г. Воронеж

Аннотация. В данной статье рассмотрены основные аспекты диагностики аккумуляторных батарей транспортных средств. Акцент делается на проверке напряжения, измерении уровня и плотности электролита, а также проведении нагрузочных тестов с использованием нагрузочной вилки. Все эти процедуры направлены на определение состояния аккумулятора и выявление возможных неисправностей, таких как недозаряд, карбонизация или глубокий разряд. В статье также обсуждаются факторы, влияющие на состояние аккумулятора, такие как температурные колебания, перезаряд и карбонизация электролита. В целом, данная статья представляет собой полезный источник информации для специалистов, занимающихся диагностикой и обслуживанием аккумуляторных батарей транспортных средств.

Ключевые слова: транспортное средство, аккумуляторная батарея, диагностика, напряжение, плотность электролита, уровень электролита.

Abstract. This article discusses the main aspects of vehicle battery diagnostics. Emphasis is placed on checking voltage, measuring electrolyte level and density, and performing load tests using a load plug. All these procedures are aimed at determining the condition of the battery and identifying possible faults, such as undercharging, carbonation or deep discharge. The article also discusses factors that affect battery health, such as temperature fluctuations, overcharging, and electrolyte carbonation. Overall, this article is a useful source of information for professionals involved in diagnosing and servicing vehicle batteries.

Keywords: vehicle, battery, diagnostics, voltage, electrolyte density, electrolyte level.

Диагностика аккумуляторных батарей транспортных средств является важным аспектом поддержания исправного состояния электрооборудования подвижного состава. С течением времени и под воздействием различных факторов, таких как температурные колебания, перезаряд и глубокий разряд, карбонизация электролита, происходит ухудшение характеристик аккумулятора. Для выявления неисправностей и определения состояния батареи используются различные методы и инструменты диагностики.

Целью данной работы является изучение структурных и диагностических параметров аккумуляторных батарей, методов и средств их контроля, а также разработка рекомендаций для улучшения технического состояния аккумуляторных батарей подвижного состава.

Вопросам продления срока службы и диагностики аккумуляторных батарей посвящено значительное количество публикаций [1-3]. Для контроля технического состояния аккумуляторных батарей транспортных средств разрабатываются оригинальные технические решения, включающие в себя блок контроля внутреннего сопротивления, степени старения и заряженности батареи [4].

В работе [5] выполнен анализ возможных методов заряда аккумуляторных батарей, который свидетельствует о необходимости учета типа электрохимической системы, применяемой на шахтном подвесном монорельсовом локомотиве. Установлено, что начальный режим заряда не имеет особого значения в отличие от номинального и конечного режимов заряда, которые характеризуют степень заряженности батареи и ее емкость.

В статье [6] подробно рассмотрены методы диагностики аккумуляторных батарей, результаты исследования представлены в виде графиков, к ним подобраны аппроксимирующие кривые, подтверждены гипотезы о возможности применения в качестве диагностических параметров внутреннего сопротивления и резонансной частоты.

В работе [7] разработана математическая модель, позволяющая определить комплексный показатель оценки эффективности аккумуляторной тяги, однако в данной статье не рассматриваются вопросы диагностики и продления срока службы батарей, что значительно влияет на эффективность использования аккумуляторов.

В работе [8] рассмотрена возможность отработки алгоритма расчета параметров для формирования алгоритма функциональной диагностики литий-ионных аккумуляторных батарей. В [9] представлена методика оценки прочностных характеристик аккумуляторных батарей шахтных электровозов, позволяющая определить расчетные напряжения в боковых вертикальных и горизонтальных поверхностях корпуса аккумулятора.

Следует отметить, что аккумуляторные батареи транспортных средств в процессе эксплуатации подвергаются ударным и динамическим нагрузкам, что существенно влияет на срок службы аккумулятора, разрабатываются специальные мероприятия и устройства, уменьшающие боковые колебания подвижного состава, которые можно было бы применить не только для снижения динамических нагрузок на экипажную часть специальных транспортных средств, но и для снижения динамических воздействий на аккумуляторные батареи [10; 11].

На основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что диагностика и продление срока службы аккумуляторных батарей является актуальной темой, так как аккумуляторы являются важным элементом электрооборудования транспортных средств. Они обеспечивают запуск двигателя, работу систем освещения, сигнализации и других устройств. Со временем аккумуляторы теряют свою емкость, что может привести к невозможности запуска двигателя и другим проблемам.

Для продления срока службы аккумуляторов и предотвращения возможных проблем необходимо проводить их регулярную диагностику. Это включает в себя проверку уровня заряда, измерение напряжения, проверку на наличие утечек и сульфатации. Также необходимо следить за состоянием электролита и его плотностью. Кроме того, диагностика аккумуляторных батарей позволяет выявить неисправности на ранней стадии, что позволяет избежать дорогостоящего ремонта [12]. Таким образом, проведение диагностики аккумуляторных батарей является не только необходимым, но и экономически выгодным мероприятием.

На современном подвижном составе питание электрических цепей управления, приборов безопасности, сигнализации, освещения и других потребителей осуществляется от низковольтной сети, состоящей из аккумуляторной батареи и зарядного устройства. Для подзарядки аккумуляторной батареи и питания низковольтных потребителей используют генератор с приводом от двигателя внутреннего сгорания или специальный электронный преобразователь.

На подвижном составе возможно применение как кислотных, щелочных, так и литийионных аккумуляторов. Рассмотрим преимущества и недостатки каждой из перечисленных электрохимических систем.

Преимуществом кислотных аккумуляторов является меньшее относительное различие напряжения при заряде и разряде, а также более высокое напряжение элемента. Благодаря этому уменьшаются пределы колебаний напряжения в цепях потребителей при работе батареи параллельно с зарядным генератором в буферном режиме. При заданном напряжении батареи требуется меньшее количество аккумуляторов. Кроме того, у кислотных аккумуляторов выше коэффициент отдачи и КПД.

Одним из основных преимуществ литий-ионных аккумуляторов является их высокая энергетическая плотность, которая позволяет использовать их в различных устройствах, включая электромобили и шахтный подземный транспорт. Кроме того, они имеют длительный срок службы и не требуют сложного обслуживания. Однако есть и недостатки – высокая стоимость и возможность перегрева при неправильной эксплуатации.

Щелочные аккумуляторы имеют ряд других существенных преимуществ перед кислотными и литий-ионными, основные из которых:

- высокая надежность и механическая прочность;
- больший срок службы;
- нечувствительность к перезарядке, перегрузкам и коротким замыканиям;
- простота в обслуживании;
- меньшее снижение емкости при температуре ниже 0°C;
- меньший саморазряд.

В зависимости от активной массы электродов щелочные аккумуляторы подразделяются на: железо-никелевые (ЖН), кадмиево-никелевые (КН), цинко-никелевые (ЦН), серебряно-никелевые (СН), серебряно-цинковые (СН) и т.д.

По способу удержания активной массы на электродах щелочные аккумуляторы подразделяются на ламельные и безламельные.

Безламельные аккумуляторы имеют лучшие удельные показатели, то есть емкость и энергию, приходящиеся на единицу объема и массы. Однако стоимость их значительно выше, а срок службы (по количеству циклов заряда-разряда) примерно в три раза меньше. Поэтому наиболее широко применяются ламельные железо- и кадмиево-никелевые аккумуляторы. Серебряно-цинковые аккумуляторы не используются из-за высокой стоимости, а цинко-никелевые выпускаются малой емкости, недостаточной для применения на подвижном составе.

Основные процессы, протекающие в щелочных аккумуляторах при заряде и разряде, можно выразить уравнением:

$$2Ni(OH)_2 + Cd(OH)_2 \xrightarrow{\text{разряд}} 2NiOOH + Cd + 2H_2O.$$

При заряде на положительном электроде наряду с основным процессом образования NiOOH происходит выделение кислорода. На отрицательном электроде наряду с основным процессом образования кадмия происходит выделение водорода. Процесс заряда-разряда составляет цикл.

Рассмотрим основные методы диагностирования технического состояния щелочных аккумуляторных батарей.

Техническое состояние щелочных аккумуляторных батарей характеризуют следующими параметрами:

- напряжением аккумулятора, U_a и батареи U_{δ} , B;
- плотностью электролита ρ , г/см³;
- уровнем электролита над пластинами h_3 , мм.

Значения U_a определяют при подключении аккумулятора к внешнему источнику нагрузки, равной 0,08 Ом. Значение нагрузки для определения U_{δ} составляет 1,44 Ом.

При углубленном диагностировании аккумулятора измеряют U_a на каждом аккумуляторе, а затем U_{δ} батареи в целом.

Для диагностирования напряжения рекомендуется к применению прибор контроля зарядки аккумулятора, выполненный по принципу нагрузочной вилки (рис. 1).

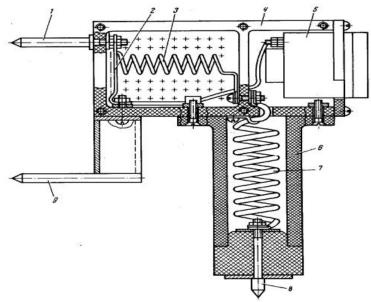


Рис. 1 – Прибор контроля зарядки аккумулятора

Устройство состоит из корпуса 4, в котором установлен милливольтметр 5, резисторы 2 и 3. К корпусу жестко прикреплены контактные ножки 1 и 9, служащие для измерения напряжения аккумулятора. При измерении напряжения батареи из ручки 6 устройства извлекают подвижную контактную ножку 8 с гибким шнуром 7. В процессе измерений один конец батареи устанавливают ножку 1, а на другой – ножку 8.

Для измерения плотности электролита, как правило, используют устройство общепромышленного изготовления – денсиметр.

Параметром щелочной АКБ, который наиболее подвержен изменению, и для поддержания которого нужна значительная часть общего времени, затрачиваемого для контроля технического состояния аккумуляторной батареи, является уровень электролита.

При перезарядке АКБ происходит разложение водных компонентов электролита на водород и кислород, что является основной причиной снижения уровня электролита.

Этот процесс особенно интенсивно протекает при таком значении тока, когда зарядка аккумулятора уже прекращается и потребленный ток идет на газовыделение. Установлено, что негативно влияющая сила зарядного тока, составляет 1,3% номинальной емкости батареи при напряжении заряда 1,56 В на аккумулятор.

Важным параметром технического состояния щелочных аккумуляторов также является уровень карбонатов в электролите, образующихся вследствие поглощения углекислоты из воздуха. С ростом уровня карбонатов емкость аккумуляторов снижается.

Температурные колебания также оказывают негативное влияние на техническое состояние аккумулятора. При высоких температурах ускоряется процесс карбонизации электролита, что приводит к снижению емкости аккумулятора. Также высокие температуры могут вызвать перегрев аккумулятора и его старение. При низких температурах происходит снижение емкости, а в некоторых случаях при существенном понижении температуры возможно замерзание электрохимической системы, что также приведет к выходу аккумулятора из строя. Поэтому важно следить за температурой аккумулятора и принимать меры по ее регулированию.

Рассмотренные методы диагностики являются наиболее простыми в применении, легко реализуемыми на практике и не требуют значительных капитальных вложений, соответственно применение рассмотренных методов диагностики позволит продлить срок службы транспортных средств.

В данной статье были рассмотрены основные аспекты диагностики щелочных аккумуляторных батарей транспортных средств. Были приведены методы проверки состояния аккумулятора, а также способы выявления различных неисправностей.

Своевременная диагностика и обслуживание аккумуляторных батарей позволяют продлить их срок службы и обеспечить надежную работу электрооборудования транспортного средства. Полученные результаты анализа средств диагностики щелочных аккумуляторных батарей транспортных средств позволяют сделать вывод о необходимости проведения регулярных проверок состояния аккумуляторов для обеспечения их надежной работы и продления срока службы.

Список использованных источников

- 1. Гутаревич, В.О. Исследование условий работы аккумуляторных батарей локомотивов / В.О. Гутаревич, К.А. Рябко, В.А. Захаров // Сборник научных трудов Донецкого института железнодорожного транспорта. -2020. -№ 56. C. 95-102. EDN MYHGMT.
- 2. Жматов, Д.В. Автономные источники питания постоянного тока для цифровых подстанций и транспорта / Д.В. Жматов, Т.И. Кузнецова, В.П. Горкин // Энергобезопасность и энергосбережение. -2015. -№ 2. C. 39-42. EDN TMIPOV.
- 3. Пузаков, А.В. Исследование факторов, влияющих на внутреннее сопротивление автомобильных аккумуляторных батарей / А.В. Пузаков // Вестник гражданских инженеров. 2022. № 4(93). С. 151-160. EDN VCLVHS.
- 4. Патент № 2783009 С1 Российская Федерация, МПК B60L 53/30, B60L 58/12, B60L 58/16. Зарядно-разрядное устройство аккумуляторных батарей : № 2022112580 : заявл. 05.05.2022 : опубл. 08.11.2022 / Н.В. Водолазская, К.А. Рябко, Е.В. Рябко [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». EDN КНАНЈG.
- 5. Рябко, К.А. Исследование процесса заряда аккумуляторных батарей шахтных подвесных монорельсовых локомотивов / К.А. Рябко // Горная механика и машиностроение. -2022. № 2. C. 30-36. EDN LFUDNM.
- 6. Чупин, Д.П. Исследование методов диагностики аккумуляторных батарей /Д.П. Чупин // Омский научный вестник. -2013. -№ 1(117). C. 253-257. EDN QJIPZB.
- 7. Рябко, К.А. Теоретическая оценка эффективности эксплуатации горнотранспортных монорельсовых локомотивов на аккумуляторной тяге / К.А. Рябко //Известия высших учебных заведений. Горный журнал. 2022. № 6. С. 72-82. EDN MCCUFZ.
- 8. Исследование характеристик литий-ионной аккумуляторной батареи /П.В. Борисов, А.А. Воробьев, К.В. Константинов, И.К. Самаркина // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2023. Т. 20, № 1. С. 207-221. EDN ISTWZK.
- 9. Рябко, К.А. Оценка прочностных характеристик аккумуляторных батарей шахтных электровозов / К.А. Рябко, Е.М. Арефьев // Вестник Тверского государственного технического университета. Серия: Технические науки. − 2023. − № 2(18). − С. 31-43. − EDN TROAVV.
- 10. Пузаков, А.В. Моделирование неисправностей стартерных аккумуляторных батарей / А.В. Пузаков, Д.А. Смирнов // Прогрессивные технологии в транспортных системах : Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции, Оренбург, 20-22 ноября 2019 года / Министерство науки и высшего образования Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Оренбургский государственный университет». Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2019. С. 523-530. EDN NPJNKT.
- 11. Гутаревич, В.О. Гашение боковых колебаний подвижного состава шахтной подвесной монорельсовой дороги / В.О. Гутаревич, К.А. Рябко, Е.В. Рябко // Пути совершенствования технологических процессов и оборудования промышленного производства: сборник тезисов докладов VI международной научно-технической

конференции, Алчевск, 14-15 октября 2021 года. – Алчевск: Донбасский государственный технический институт, 2021. – С. 172-174. – EDN SCZBSR

12. Добрего, К.В. Моделирование сборок аккумуляторных батарей в электронной лаборатории / К.В. Добрего, Ю.В. Бладыко // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. − 2021. − Т. 64, № 5. − С. 381-392. − EDN OUJGKO.

УДК 625.76

ТЕХНОЛОГИЯ РАСЧИСТКИ ДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ ОТ ЛЕСА И КУСТАРНИКА Шадрина Е.Л.

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

Аннотация. Расширение сети автомобильных и железных дорог нередко требует выполнения работ по удалению произрастающей на пути будущей трассы древесно-кустарниковой растительности. В статье рассматриваются вопросы выполнения соответствующих работ по очистке местности, раскрываются особенности их обеспечения ручными и механизированными средствами воздействия на растительность и её порубочные остатки.

Ключевые слова: дорога, трассирование, лесной массив, нежелательная растительность, механизация.

Abstract. Expansion of the network of roads and railways often requires work to remove trees and shrubs growing along the route of the future route. The article discusses the issues of performing relevant work to clean up the area, reveals the features of their provision with manual and mechanized means of influencing vegetation and its logging residues.

Keywords: road, tracing, forest, unwanted vegetation, mechanization.

Расширение сети автомобильных и железных дорог нередко требует выполнения работ по удалению произрастающей на пути будущей трассы древесно-кустарниковой растительности. При этом такие работы требуют предварительного согласования с различными (например, экологическими) организациями и рассмотрения вопроса возможности прокладки трассы через лесной массив (рис. 1) на уровне соответствующего административного субъекта, при этом не всегда подобного рода вопрос решается положительно или проходит без возникающих обсуждений в региональной или федеральной прессе [1].





Рис. 1 – Прокладывание дороги через лесной массив

Если такие работы были согласованы и разрешены, то перед тем, как начать прокладывание трассы дороги через лесной массив, требуется выполнить работы по очистке местности от ранее никому не мешавшей, а теперь – перешедшей в разряд нежелательной [2; 3] растительности, к которой относятся не только кустарники и деревья, но и соответствующие порубочные остатки в виде веток, а также пней, корней и т.п.

Ширина просеки не должна быть меньше ширины постоянной полосы отвода. При определении ширины полосы отвода следует руководствоваться требованиями норм отвода земель под автомобильные дороги CH 467-74 [4].

Не допускается валка деревьев, корчевание пней, удаление кустарника и корней на площадях, непредусмотренных проектом. Поэтому, на современном этапе, удаление нежелательной растительности производят выборочно и на ширину, не превышающую расстояния 1 метра от внешней бровки боковых резервов. Данное действие должно быть согласовано с лесоохранными органами.

Если древесина вырубаемых деревьев не будет в дальнейшем использоваться в строительстве, валку леса производят при помощи тяжелой техники: бульдозеров, тракторов, корчевателей и подобных агрегатов, оборудованных лебедками, захватами и толкателями [5].

С лесоохраной службой согласовываются сроки пересадки или подсадки ценных пород деревьев, уничтожаемых при прокладывании трассы.

В зависимости от местности, природных условий, густоты леса, диаметров стволов деревьев, твердости древесины, погоды определяют соответствующий технологический процесс [6; 7] и трудоемкость валки.

Если лес не представляет строительной ценности, его валят с корнями поздней весной, летом и осенью. Плодородный слой почвы не должен удаляться вместе с корнями. Если древесина пригодна для строительства, то лес удаляют зимой путем спиливания (это самый распространенный способ удаления деревьев в этом случае).

Спиленные деревья перемешают за пределы полосы отвода волоком по одному или нескольким деревьям с помощью различных навесных устройств, агрегатируемых с тракторами (рис. 2)





Рис. 2 – Трелевка стволов деревьев с помощью захвата трелевочного

При трелевке тонких стволов диаметром до 200 мм на их комлях закрепляют трос и несколько стволов собирающим тросом подтягивают на погрузочный щит лебедки (рис. 3).





Рис. 3 – Трелевка стволов с помощью лебедки

В большинстве случаев обрубка сучьев может быть заменена обрезкой, для этого применяют ручные электросучкорезы [8].

Очистку ствола от сучьев начинают с комля и продолжают до вершины. Целесообразно проводить обрезку сучьев за пределами дорожной полосы на специальной площадке. На спиливание деревьев затрачивается времени меньше в полтора раза, чем на очистку от сучьев.

Допускается не корчевать пни высотой не более 10 см при насыпях выше пяти метров. При строительстве аэродромов все пни под будущим покрытием должны быть удалены [9].

Для удаления пней используют бульдозеры, специальные корчеватели-собиратели. Эти механизмы используют для выкорчевывания пней деревьев с поверхностной корневой системой в период повышенной влажности грунта или на легких грунтах. Если машинный способ не может обеспечить надлежащее качество работ на тяжелых почвах, то в зимнее время, при стержневом корне или при диаметре пней больше 50 см используют взрывной способ. Заряд размещают в специальной скважине по центру на глубине приблизительно двух диаметров пня.

После выемки пня земля обивается, а пни сжигают за пределами очищаемой поверхности, соблюдая требования по охране труда и пожарной безопасности.

После корчевания пней полосу отвода необходимо очистить от корней. Вычесывание корней производится корчевателями-собирателями, тракторами с навесным оборудованием, бульдозерами с зубьями на отвалах. Ямы, оставшиеся после корчевания пней и кустарника, засыпают грунтом, уплотняют и выравнивают. Древесину, пригодную для дальнейшего использования, в короткие сроки вывозят потребителю, во избежание порчи.

Крупные камни (валуны) в зависимости от их размера и веса удаляют с дорожной полосы следующими способами:

- большие валуны взрывают, и полученные мелкие куски камней удаляют специальными цепями и захватами, установленными на тракторах или корчевателях;
- мелкие валуны, заглубленные в почву, сначала выводят на поверхность рыхлением иили удаляют сразу рыхлителями, бульдозерами и специализированными машинами (рис. 4).





Рис. 4 – Технические средства удаления пней и валунов

Если толщина слоя грунта над валуном больше 1,5 метров, то камень с дорожной полосы не убирают, во всех остальных случаях закапывают для укрепления откосов или совсем удаляют [10].

Таким образом, расчистка дорожной полосы организационно должна быть увязана с остальными работами по возведению земляного полотна и осуществляться темпами, обеспечивающими установленный темп основных работ. При больших объемах работ для расчистки дорожной полосы целесообразно выделять специальные механизированные отряды. При небольших объемах расчистка может осуществляться теми же отрядами, которые выполняют основные работы.

Все работы по расчистке полосы отвода новой дороги должны выполняться при строгом соблюдении мер техники безопасности и пожарной безопасности.

Список использованных источников

- 1. Кузнецов, С.Н. Определение оптимальной трассы прокладки автомобильной дороги / С.Н. Кузнецов, Г.А. Кузнецова, А.Г. Мкртчян // Научный журнал. Инженерные системы и сооружения. -2014. -№ 4-3(17). C. 207-212. EDN SXISHP.
- 2. Платонов, А.А. Оценка видового разнообразия растительности, произрастающей на территориях линейных инфраструктурных объектов Центральной России / А.А. Платонов //Лесотехнический журнал. -2023. Т. 13, № 1(49). С. 180-193. EDN MGMITV.
- 3. Platonov, A.A. Visualization of volumes of works for removing unwanted vegetation from the territory of infrastructural objects / A.A. Platonov, L.N. Bogdanova // Colloquium-Journal. -2020.-N2 -2(54).-pp. 143-148.-EDN HBKVFC.
- 4. Подольский, В.П. Технология и организация строительства автомобильных дорог : Земляное полотно / В.П. Подольский, А.В. Глагольев, П.А. Поспелов. Москва : 2011. 432 с. EDN PZJDTD.
- 5. Platonov, A.A. Modern state of technical means to remove uncontrolled vegetation / A. A. Platonov // Lesnoy Vestnik. Forestry Bulletin. 2021. Vol. 25, № 1. pp. 115-122. EDN FMPPNC.
- 6. Платонов, А.А. Исследование и систематизация существующих технологических процессов удаления нежелательной растительности / А.А. Платонов // Системы. Методы. Технологии. 2020. № 3(47). С. 63-73. EDN CWIFZA.
- 8. Платонов, А.А. Ручные средства механизации воздействия на нежелательную поросль в охранных зонах транспортных инфраструктур / А.А. Платонов // История и перспективы развития транспорта на севере России. −2021. −№ 1. − C. 94-98. − EDN FCJCLZ.

- 9. Строительство и реконструкция автомобильных дорог: справочная энциклопедия (СЭД). Т. 1 / Под ред. А. П. Васильева. Москва : Информавтодор, 2005. 348 с.
- 10. Селиверстов, Н.Д. Машины для переработки материалов при ремонте дорожных покрытий. Технологии, виды работ и средства механизации : монография / Н.Д. Селиверстов. Москва : Московский Политех, 2017. 104 с. EDN ZRORID.

УДК 656.223

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ ГРУЗООТПРАВИТЕЛЯ ПОРОЖНИМИ ВАГОНАМИ

Шатохин А.А.¹, Буракова А.В.², Дубойская Е.В.¹ 1 Φ Γ AOV BO «Российский университет транспорта» (МИИТ) 2 Φ 2

Аннотация. В настоящее время процесс управления порожними вагонопотоками осуществляется в рыночных условиях, что создаёт дополнительные риски. Основные риски возникают из-за неопределённости в момент направления порожнего вагона со станции выгрузки на станцию погрузки. Особенно это актуально при длительном времени порожнего рейса вагона, когда необходимо на несколько суток вперёд спланировать объёмы предстоящей погрузки, время прибытия вагона на станцию погрузки, годность вагонов под погрузку. Все вышеперечисленные риски имеют вероятностный характер, поэтому необходимо найти такие технологические решения, при которых сумма всех рисков будет наименьшей. В статье предлагается научное решение управления рисками при направлении порожних вагонов на станции погрузки при существующей технологии работы железнодорожного транспорта.

Ключевые слова: порожний вагонопоток, порожний рейс вагона, обеспечение погрузки, управление рисками, оборот вагона, страховой запас.

Abstract. Nowadays the process of empty railcar traffic management is carried out in market conditions, which creates additional risks. The main risks arise due to the uncertainty at the moment when an empty railcar is directed from the unloading station to the loading station. This is especially true in case of a long time of empty railcar trip, when it is necessary to plan for several days in advance the volumes of forthcoming loading, the time of railcar arrival at the loading station, and the suitability of railcars for loading. All above mentioned risks have probabilistic character, therefore it is necessary to find such technological solutions, at which the sum of all risks will be the least. The article offers a scientific solution of risk management when sending empty cars to loading stations under the existing technology of railway transportation.

Keywords: empty car flow, empty car trip, loading provision, risk management, car turnover, insurance reserve.

Планирование — неотъемлемая часть любого управления, при котором достигаются поставленные цели, включая сбалансированность и последовательность технологических процессов. При управлении порожними вагонами планируется своевременная подготовка и последующее содержание парка вагонов к предстоящим перевозкам, выстраивание взаимоотношений с клиентами, что влияет на систему организации порожних вагонопотоков и создания производственных резервов.

Основной элемент управления — решения, которые базируются на анализе оперативной и прогнозной ситуации рынка перевозок, выявлении рыночных тенденций и возможных рисков. Только тесная связь прогнозирования, планирования и оперативной работы обеспечивает получение высоких экономических и производственных показателей.

Процесс планирования состоит их нескольких этапов:

- 1) определение целей;
- 2) анализ, выявление проблем и рисков;
- 3) поиск решений;
- 4) определение потребностей в ресурсах;
- 5) оценка и корректировка этапов 3 и 4;
- 6) согласование и утверждение.

Совокупность всех вышеперечисленные этапов составляет систему планирования.

Для совершенствования существующей системы планирования работы парка порожних вагонов необходимо эффективное управление возникающими рисками, в том числе связанными с изменением объёмов перевозок и скоростью пропуска вагонопотоков.

Вероятностный характер потребности в количестве порожних вагонов, с учётом выбраковки под погрузку и сроков прибытия уже направленных вагонов на станции погрузки, создаёт риски как дефицита, так и наличия избыточного количества порожних вагонов. Для оптимизации рисков необходимо найти такое значение времени рейса порожнего вагона t_{ij}^0 , при котором сумма рисков позднего и раннего прибытия C будет наименьшей:

$$C = \sum_{i=1}^{m} \sum_{j=1}^{n} (c_{ij}^{\text{тари}\phi} + c_{ij}^{\text{ваг}}(t)) + \sum_{j=1}^{n} (c_{j}^{\text{ож.погр}}(t) + c_{j}^{\text{штра}\phi}(t)) \rightarrow \min \qquad (1)$$

где $c_{ij}^{\it mapu\phi}$ — тариф на перевозку порожнего вагона от станции отправления до станции погрузки;

 c_{ii}^{Baz} — среднесуточная рыночная стоимость вагона;

 $C_{j}^{osc.noep}$ — расходы на ожидание погрузки по станции j, состоящие из стоимости возможного времени простоя вагона и стоимости возможного времени использования путей общего и/или необщего пользования;

 $c_{j}^{umpa\phi}$ — штраф, связанный с поздним прибытием вагона на станцию погрузки ј (упущенная выгода, риски, связанные с неисполнением договорных обязательств, и т.д.).

На данные расходы влияет дальность рейса, время следования вагона, совпадение времени прибытия порожнего вагона и с временем готовности груза к перевозке.

При планировании рейсов порожних вагонов известен только тариф на их перевозку. Остальные расходы ($c_{ij}^{\it sac}$, $c_j^{\it osc.nocp}$, $c_j^{\it umpad}$) могут быть оценены в определённых диапазонах. При этом следует учесть их взаимосвязанность между собой. Увеличение времени рейса вагона сокращает его простой в ожидании погрузки. А увеличение времени рейса более критического значения приводит к опозданию к дате погрузки и соответствующим «штрафам».

Операторы не имеют возможности управлять расходами, связанными с временем перемещения порожних вагонов на станции погрузки. Но расходы, связанные с рисками позднего и раннего прибытия вагона на станцию погрузки, могут быть минимизированы за счёт планирования времени порожних рейсов, при которых сумма рисков будет наименьшей.

Расходы, связанные с несовпадением времени прибытия порожнего вагона на станцию погрузки и готовности груза, является непостоянной величиной, и имеет следующий вид:

$$C_{j}(t) = \begin{cases} f_{j}^{1}(t - t_{nep}), ecnu \ t_{nep} \leq t \\ f_{j}^{2}(t_{nep} - t), ecnu \ t_{nep} > t \end{cases}$$
 (2)

где t_{n2p} — время готовности груза;

 $f_j^1ig(t-t_{nep}ig)$ — функция расходов учёта позднего прибытия вагонов на станцию погрузки (упущенная выгода, риски, связанные с неисполнением договорных обязательств и т.д.);

 $f_j^2(t_{nzp}-t)$ — функция расходов учёта раннего прибытия вагонов на станцию погрузки (стоимость непроизводительного простоя подвижного состава, использование путей общего пользования и т.д.).

При управлении парком вагонов, когда оператор взаимодействует с большим количеством грузоотправителей, часто возникают ситуации, при которых функция затрат при позднем прибытии вагонов имеет сложную форму (нелинейную, ступенчатую и т.д.). В таких условиях необходимо определять время порожнего рейса вагона с учётом особенностей функционирования предприятия.

Таким образом, для сокращения расходов на обеспечение порожними вагонами заданного объёма погрузки на отдельно взятом направлении между станциями i и j необходимо определить такое время отправления вагона и, соответственно, время планируемого порожнего рейса вагона, при котором математическое ожидание суммарных расходов, связанных с простоем в ожидании погрузки и штрафа за позднее прибытие, будет наименьшим:

$$\int_{-\infty}^{t_0} c_j(t_0 - t) p(t) dt + \int_{t_0}^{+\infty} c_j(t - t_0) p(t) dt \longrightarrow \min$$
(3)

где t_0 — планируемое время прибытия вагонов на станцию погрузки.

При направлении порожних вагонов под погрузку между станциями i и j необходимо руководствоваться временем порожнего рейса t_0 , при котором достигается наименьшее ожидаемое значение суммы непроизводительных расходов, связанных с простоем вагонов в ожидании погрузки и штрафом при позднем прибытии, для конкретного отправителя.

Рассмотрим основные возможные приёмы управления рисками:

- избежание риска уклонение от мероприятия или изменение технологии процесса, связанного с риском;
- удержание риска оставление риска за инвестором (предполагая покрытие возможных убытков за счёт резервных средств инвестора);
- передача риска передача ответственности за риск клиентам, страховой компании и др.;
- снижение степени риска уменьшение вероятности потерь и сокращение ожидаемого их объёма.

Общий принцип выявления и анализа рисков представлен на рис. 1.



Рис. 1 – Общий принцип управления рисками

Избежание риска или его сокращение за счёт совершенствования технологии эксплуатационной работы, очевидно, является приоритетным направлением. Снижение рисков при обеспечении погрузки порожними вагонами возможно при сокращении влияния фактора неопределённости.

При существующей технологии управления порожними вагонопотоками, когда порожний вагон со станции выгрузки, как правило, направляется на станцию погрузки с указанием конкретного отправителя, отсутствует возможность избежать вышеуказанных рисков. Поэтому необходимо ими управлять, начиная со стадии формирования месячного плана перевозок.

Для этого необходимо производить оценку рисков (вероятностей) изменения объёмов перевозок по каждой корреспонденции и времени следования по ним в большую и меньшую сторону. Их оценка возможна на основе статистических данных исполнения предыдущих планов, опросов грузоотправителей и экспертным методом.

Учитывая проблему неопределённости, для нормирования оборота вагонов необходимо рассчитывать время простоя в резерве. При этом необходимо разделять простой вагона в резерве при ожидании погрузки, который связан с факторами неопределённости при планировании порожнего рейса и простой местного вагона, приходящийся на одну операцию, связанный с технологией грузовой работы на станции. Тогда классическая трёхчленная формула расчёта оборота вагонов принимает 4-х членный вид:

$$Q_{_{\theta}} = \frac{1}{24} \left(\frac{l}{V_{_{y_{q}}}} + \frac{l}{L_{_{mex}}} t_{_{mp}} + t_{_{pe3}} k_{_{nozp}} + t_{_{zp}} k_{_{M}} \right)$$
 (4)

где l – полный рейс вагона, км;

 V_{yy} – участковая скорость, км/час;

 L_{mex} — вагонное плечо, км;

 t_{mp} — технологическое время простоя вагона, приходящееся на одну грузовую операцию (без учёта простоя в резерве на станции погрузки), час;

 t_{zp} — технологическое время простоя вагона, приходящееся на одну грузовую операцию (без учёта простоя в резерве на станции погрузки), час;

 $k_{\scriptscriptstyle M}$ – коэффициент местной работы;

 t_{pes} — среднее время простоя вагонов в резерве в ожидании погрузки;

 k_{nop} – коэффициент погрузки:

$$k_{nozp} = \frac{U_n}{U} \tag{5}$$

где U_n – погрузка полигона, ваг;

U – работа полигона, ваг.

Таким образом, в задаче управления порожними вагонами появляется дополнительный элемент управления — запас порожних вагонов на станции погрузки, который повышает надёжность обеспечения погрузки порожними вагонами, но при этом время простоя порожних вагонов в запасе должно иметь обоснованную продолжительность в зависимости от существующих рисков.

Список использованных источников

- 1. Правила перевозок грузов, порожних грузовых вагонов железнодорожным транспортом. Приказ Министерства транспорта Российской федерации от 27 июля 2020 года N 256. 47 с.
- 2. Правила перемещения порожних грузовых вагонов на железнодорожном транспорте. Постановление правительства Российской федерации от 31 октября 2015 года № 1180.-7 с.
- 3. Югрина, О.П., Жарикова, Л.С. О новой системе нормирования показателей использования железнодорожного подвижного состава / О.П. Югрина, Л. С. Жарикова //Бюллетень ОУС ОАО «РЖД». -2021. № 3-4. С. 45-56.
- 4. Рыбакова, Т. И. Техническое нормирование на основе моделей перевозочного процесса // Железнодорожный транспорт. 2002. № 10. С. 15-17.
- 5. Мишкуров, П. Н., Рахмангулов А. Н. Оперативное управление вагонопотоками методами динамической оптимизации. Динамическая оптимизация вагонопотоков. Москва: РУСАЙНС. 2017. 110 с.

Отпечатано: филиал РГУПС в г. Воронеж г. Воронеж, ул. Урицкого, 75а тел. (473) 253-17-31

Подписано в печать 17.11.2023. Формат $21x30 \frac{1}{2}$ Печать цифровая. Усл.печ.л. — 13,25 п.л. Тираж 500 экз.