



Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Омский государственный университет
путей сообщения

«СТУДЕНТ: НАУКА, ПРОФЕССИЯ, ЖИЗНЬ»

Часть 1



Омск 2020

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта
Омский государственный университет путей сообщения



«СТУДЕНТ: НАУКА, ПРОФЕССИЯ, ЖИЗНЬ»

Материалы VII всероссийской
студенческой научной конференции
с международным участием, посвященной
100-летию со дня рождения академика А.Д. Сахарова
(апрель 2020 г.)

Часть 1
(технические науки)

2020

УДК 06-68
ББК 74.484

«Студент: наука, профессия, жизнь»: Материалы VII всероссийской студенческой научной конференции с международным участием: В 4 ч. / Омский гос. ун-т путей сообщения. Омск, 2020. Ч. 1. 472 с.

В апреле 2020 г. в Омском государственном университете путей сообщения прошла VII всероссийская студенческая научная конференция с международным участием «Студент: наука, профессия, жизнь».

В конференции приняли участие студенты ОмГУПС и других вузов России, Китайской Народной Республики, Республик Казахстан, Кыргызстан, Узбекистан, Беларусь.

Программа конференции включала свыше 1000 докладов по различным научным направлениям в 39 секциях. Лучшие научные доклады вошли в настоящий сборник.

Материалы конференции могут быть полезны для студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых и способствуют совершенствованию научного и творческого потенциала, развитию высокой нравственной культуры, гражданской позиции студенческой молодежи.

Материалы публикуются в авторской редакции.

Библиогр.: 346 назв. Табл. 29. Рис. 279.

Редакционная коллегия:

доктор техн. наук, доцент С. Г. Шантаренко (отв. редактор);
доктор техн. наук, профессор В. Т. Черемисин;
доктор техн. наук, профессор А. А. Кузнецов.

ISBN 978-5-949-41261-9

© Омский гос. университет
путей сообщения, 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Махненко Т. Е. Контроль и управление железнодорожными переездами на диспетчерском участке	6
Бондаренко И. В. Автоматизация технологических процессов и работ регулировщиков скоростей движения вагонов (РСДВ) на сортировочных станциях для снижения уровня травматизма работников железнодорожного транспорта.....	11
Тимофеева В. Ю., Ворошень Е. С. Развитие конструкции иностранных и отечественных тележек грузовых вагонов	16
Матвеева А. В., Рубцова Е. Д. Сравнительная оценка уровня комфортабельности пассажирских вагонов России и вагонов других стран	23
Самойлов А. А. Перспективные направления в освещении станций и перегонов.....	32
Грибкова Я. Н. Инновационное развитие ОАО «РЖД»	36
Хоменко М. Б. Двухэтажный вагон в современном мире, это фантастика или реальность?	39
Отт В. А. Прогрев локомотивов в зимний период и оптимизация численности машинистов прогрева	43
Поддубных В. В. Анализ алгоритмов работы устройств, применяемых для автоведения грузовых поездов.....	47
Шель М. А., Королева А. Н. Скоростные поезда мира и перспективы развития транспорта	51
Карлов А. И. Умные вокзалы	58
Бондаренко И. В. Внедрение динамических рельсовых цепей, как способ увеличения пропускной способности блок участка	62
Зубарев М. А., Горбунов А. В. Цифровизация в электроснабжении железных дорог	66
Mikhail K. Popov. Digital traction substations in modern railway power supply systems.....	71
Щербакова Д. А. Системы защиты выпрямителей тяговых подстанций Кемеровской дистанции электроснабжения ЗСЖД.....	74
Щербакова Д. А. От ртутных выпрямителей к полупроводниковым.....	79
Чигарёв А. Ю. Цифровая подстанция.....	84
Валенко А. С. Задача проектирования цифрового канала поездной радиосвязи в диапазоне гектометровых волн	87
Петин Д. А. Анализ развития технологий автоматизированного проектирования контактной сети на современном этапе	92
Грицуненко А. Д., Дмитриев А. Д. Выбор режимов работы преобразовательных агрегатов.....	100
Головачев Д. С. Система видеомониторинга воздушных линий электропередачи для «умных» сетей.....	105
Токачев А. С. Современные силовые трансформаторы.....	111
Рыбина Л. А. Расчёт линейных электрических цепей синусоидального тока в среде Labview	115
Маркаускас С. А. Экспериментальные исследования влияния напряжения обмотки статора на КПД и коэффициент мощности асинхронного двигателя.....	121
Илюхин Н. Н., Семенченко К. С. Tesla-автомобиль будущего	126
Абдрахманов А. Д., Данковцев А. О., Кунакбаева А. Е., Гордеев В. М. Обзор методов обнаружения остаточного ресурса изоляции обмоток электродвигателя	131
Пашенко А. В. Конструирование системы контроля и диагностирования аккумуляторной батареи	134
Михайлов М. С. Совершенствование методики экспериментальных исследований ударных воздействий на токоприёмники электрического транспорта	138
Едренина В. С. Программное обеспечение автоматизированной системы диагностирования изоляции высоковольтных трансформаторов.....	144
Кузнецов К. Н. Совершенствование технического обслуживания аккумуляторных батарей электропоездов.....	149

Ведмук А. А. Актуальные проблемы метрологического обеспечения технологических процессов.....	156
Майдобура А. С. Подсистема акустического ультразвукового контроля экипажной части подвижного состава.....	159
Valeriy D. Shvalov, Sergey I. Shalashnyj. «Digital twins» of railway signalling and interlocking objects	165
Волобуев Д. В. Разработка технологии «адресного подхода» к вагонам по показаниям средств диагностического контроля на ПТО сортировочной станции Инская.....	169
Ильченко Е. Г. Модернизация установки для испытания демонтированного с вагона нижнего сливного прибора цистерн ВЧДР Московка для возможности испытания крышки сливного прибора.....	173
Снигирева М. П. Модернизация технических средств диагностики подвижного состава КТСМ	178
Яцевич М. И. Организация диагностики и мониторинга временного блок-поста на участке железной дороги.....	181
Ведмук А. А., Галкина В. И. Управление рисками как инструмент повышения надёжности устройств безопасности тягового подвижного состава	188
Абдрахманов Р. Э. Совершенствование методов тепловой диагностики ограждающих конструкций изотермического контейнера.....	192
Фомиченко К. И. Компьютерное моделирование потери прочности железобетонных конструкций при воздействии коррозии.....	200
Ганашек А. Л. Оптимизация эксплуатационной надёжности стохастических систем путем прогнозирования вероятности отказов составляющих элементов.....	206
Петров А. А. Современные методы безопасного производства работ на железнодорожных путях.....	214
Дрингелис С. С. Повышение безопасности движения поездов за счет применения интеллектуальной системы диагностики сети поезда.....	220
Яковлев Д. Ю. Анализ влияние различных факторов на процесс износа гребня колеса.....	225
Ганцева А. А. Информационные технологии обеспечения точного и своевременного учёта литых деталей и запасных частей при текущем ремонте грузовых вагонов	231
Головин С. С. Реорганизация работы участка текущего отцепочного ремонта станции Междуреченск направленная на увеличение объемов ремонта вагонов	236
Ковалёва Д. В. Разработка новой технологической схемы организации работы колесного парка ВЧДР Московка с оптимизацией расположения путей отстоя колесных пар.....	242
Юдина А. Д. Повышение качества и эффективности ремонта вагонов за счет внедрения на предприятии независимой службы приемки вагонов.....	246
Лыкова М. С. Совершенствование технологии и технического обслуживания транзитных контейнерных поездов на пто станции Московка при гарантийном плече 4 тыс.км.	249
Максимов А. А. Совершенствование процесса разгрузки полувагонов с углём на основе экосистемы пылеподавления.....	252
Басалаев И. Е., Покровская А. Д. Изменение технологии технического обслуживания поездов в парках на ПТО Алтайская.....	257
Грицук В. В. Модернизация стрелочного электропривода	261
Сливко С. В., Брылова Т. Б. Совершенствование накопителя колесных пар на ВЧДЭ-12 Входная.....	267
Тюрина П. В. Реорганизация работы участка текущего отцепочного ремонта станции Егозово с увеличением объёмов ремонта вагонов	272
Хренникова Е. Г. Совершенствование технологии и организации технического обслуживания и ремонта служебно-технических пассажирских вагонов	277
Халилова А. М. Беспилотное управление движением поездов	281
Рузина А. С. Перспективы кибербезопасности в 2020 году	286

Хандожко Г. В. Аудит безопасности программного кода	291
Шилова О. Р., Волков Н. Е. Современные тенденции информационных технологий.....	297
Сагайдак Д. Ю. Современные информационные технологии в электроэнергетике.....	302
Сулейменова С. А. Лабораторный комплекс управления виртуальным техническим объектом.....	308
Туркин С. Н., Романова Я. С. Интеллектуальная система управления автономным летательным аппаратом.....	314
Левицкий В. В. Создание доступного электронного ресурса технической информации для работников ПТО	321
Карпова Е. А. Разработка мобильного приложения на языке Visual Basic	325
Шакирзянов Н. В. Использование онлайн редакторов кода при изучении основ программирования..	329
Ракова Е. А. Автоматизация обработки изображений в Adobe Photoshop.....	334
Щетилин О. С. Создание Web-страниц с применением HTML	339
Филиппова К. Г. Реализация искусственной нейронной сети в Excel.....	344
Грицутенко А. Д. Разработка программного модуля расчёта уставок режимной автоматики	349
Сиденков М. С. Создание клиент-серверных приложений с использованием технологии Swagger	353
Богунов К. В. Организация беспроводной передачи данных на базе платы Arduino	359
Фролова Т. А. Разработка электронных часов на основе платформы Arduino	364
Долженко А. Ю. Использование технологии интернет вещей в городской среде	369
Бобчинец А. С. Перспективы использования микропроцессорных систем при разработке стендов проверки на основе стандартных логически программируемых контроллеров	374
Тыртышникова М. А. Бионический протез руки с микропроцессорным управлением.....	377
Богунов К. В. Разработка приложения «3D модель управления тяговым подвижным составом».....	383
Калин К. А., Адарич Н. Д., Есиркепов Э. Применение САПР при построении чертежей детали	389
Коняева С. И. Изображения в инженерной графике	395
Андреас Д. Д., Беспалов Д. П. Позиционные задачи в начертательной геометрии. Значение и применение позиционных задач в реальной жизни.....	400
Давыдова А. Л., Иконникова А. С., Исаков У. А. Метрические задачи в начертательной геометрии	406
Березовский Д. К., Кивенко Б. Е. Роль инженерной графики в совершенствовании электровоза 2ЭС6 «Синара».....	411
Антипина Д. А., Гаак В. К. Повышение эффективности теплообменного оборудования в системах теплоснабжения	416
Гавриленко Е. А. Исследование термодинамических процессов в салоне пассажирского вагона с установкой кондиционирования воздуха.....	422
Бауэр А. В. Повышение эффективности в системах теплоснабжения.....	427
Ниязова А. Н. Роль энтропии в термодинамике, метрологии и теории информации.....	431
Полозкова А. П., Финиченко А. Ю. Технологические решения повышения эффективности работы солнечных коллекторов в системах теплоснабжения	437
Тихонов Н. А. Изготовление макета парового двигателя и возможности его использования	444
Сараев Р. В. Совершенствования температурных графиков регулирования отпуска тепла	449
Давыдов В. А., Шибков А. В. Исследование режимов работы маломощных солнечных панелей.....	454
Суслонova П. С. Эффективность использования вакуумных солнечных коллекторов в Сибирском регионе.....	459
Тимченко Б. Е., Новиков Е. А. Поиск эффективных областей применения тепловых насосов	466

Т. Е. Махненко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫМИ ПЕРЕЕЗДАМИ НА ДИСПЕТЧЕРСКОМ УЧАСТКЕ

В статье рассматривается анализ происшествий, возникающих на железнодорожных переездах, предложены технические решения по контролю и управлению.

Ключевые слова: железнодорожный переезд, авария, неисправность, технические решения, диспетчерская централизация, контроль, управление.

Tatyana E. Makhnenko

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

CONTROL AND MANAGEMENT OF THE RAILROAD CROSSINGS ON THE DISPATCH SECTOR

The article discusses the analysis of accidents occurring at railroad crossings and proposes technical solutions for monitoring and managing.

Keywords: railroad crossing, crash, defect, technical solutions, dispatch centralization, control, management.

В настоящее время возникновение дорожно-транспортных происшествий на железнодорожных переездах остается одной из ключевых опасностей приводящей к человеческим жертвам и серьезному материальному ущербу [1].

Проанализировав дорожно-транспортные происшествия на железнодорожном переезде Фадино (участок Карбышево-1 – Иртышское), мы видим, что они происходят именно по вине водителей легковых автомашин – 81 %. Они проезжают на красный сигнал железнодорожных светофоров, проламывают или объезжают шлагбаумы, выезжают на проезжую часть переездов в момент приближения поезда, обгоняют в границах переезда, проезжают под опускающимся шлагбаумом и прочее (рис. 1).



Рисунок 1 – Диаграмма инцидентов по типам транспорта

На сегодня, состояние безопасности движения на железнодорожных переездах продолжает оставаться неблагоприятным. По результатам анализа на период с 2011 по 2019 годы на железнодорожном переезде Фадино участок Карбышево-1 – Иртышское зарегистрировано 755 происшествий (рис. 2).

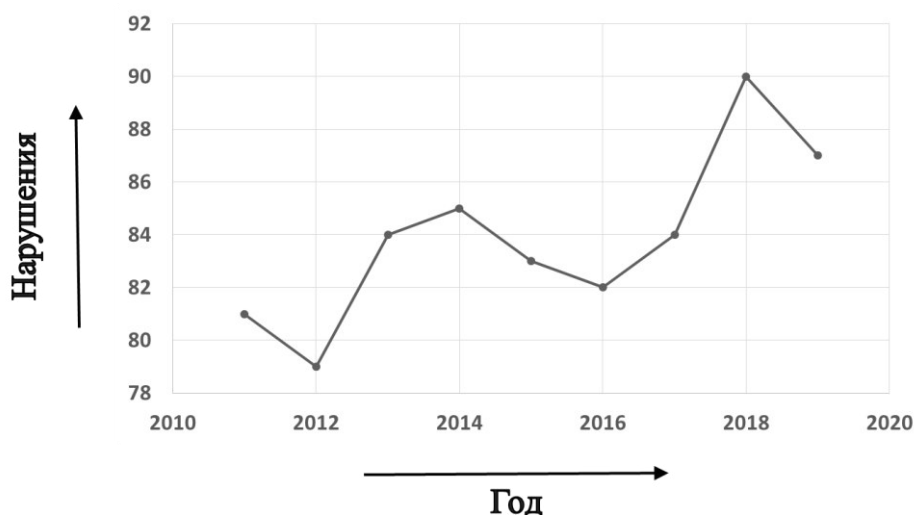


Рисунок 2 – Динамика нарушений по годам

По динамике мы видим, что наблюдается рост нарушений. Это еще раз доказывает необходимость разработки новых технических решений с целью повышения безопасности на переездах.

Теперь рассмотрим неисправности устройств автоматики на переездах станции Входная (табл. 1). По результатам анализа неисправностей мы видим, что на протяжении 2019 года в среднем за каждый месяц произошло по 4-5 неисправностей. Так, например, рассмотрим неисправности устройств автоматики за декабрь.

Неисправности устройств автоматики на переездах

№	Дата	Неисправность	Причина
1	03.12.2019	Не поднимаются плиты УЗП (все 4 штуки)	Наледь на АШ, открывается нормально
2	09.12.2019	Все плиты не поднимаются	Забиты снегом КЗК
3	16.12.2019	Не поднимаются шлагбаумы	Аккумуляторы разрядились
4	25.12.2019	Не опускаются плиты УЗП	Неисправны реле НМШ2-400
5	31.12.2019	Не поднимаются все плиты УЗП	Заменен блок БВМШ в схеме управления УЗП

Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 31 июля 2015 г. № 237 «Об утверждении условий эксплуатации железнодорожных переездов», (53 пункт): В случае отключения сигнализации или ее неисправности дежурному ближайшей железнодорожной станции или диспетчеру поезвному на участках с диспетчерской централизацией автоматически подается извещение о неисправности переездной сигнализации:

а) извещение «Авария» - свидетельствующее о погасшем состоянии всех ламп красных огней хотя бы одного из светофоров для автотранспорта, а также при отсутствии основного и резервного электроснабжения автоматической переездной сигнализации;

б) извещение «Неисправность» - свидетельствующее о погасшем состоянии одной из ламп светофора для автотранспорта, а также отсутствии одного из источников электроснабжения автоматической переездной сигнализации.

В соответствии с приказом необходимо обеспечить контроль переездов и для повышения безопасности также необходимо организовать управление переездами с места поездного диспетчера.

На участке Карбышево-1 – Иртышское расположено 13 переездов. Один из переездов является охраняемым I категории (переезд 38 км), остальные 12 переездов – неохраняемые III категории. Наша задача: обеспечить контроль и управление переездами на диспетчерском участке Карбышево-1 – Иртышское, оборудованном системой диспетчерской централизацией «Сетунь».

Технические решения по контролю и управлению переездами мы рассмотрим в двух вариантах: на базе первой и второй модификации аппаратуры контролируемого пункта ДЦ «Сетунь» [2].

1. Аппаратура на базе блоков ББКП (первая модификация).

Если мы рассмотрим оборудование участка Карбышево-1 – Иртышское на базе первой модификации (ББКП), то нам потребуется установить блоки ББКП (основной и резервный) в релейные шкафы на каждый переезд отдельно.

В нашем случае расстояние между контролируруемыми пунктами на базе ББКП не больше 25 км, следовательно, можем использовать цепочечную структуру линейного тракта (рис.3).

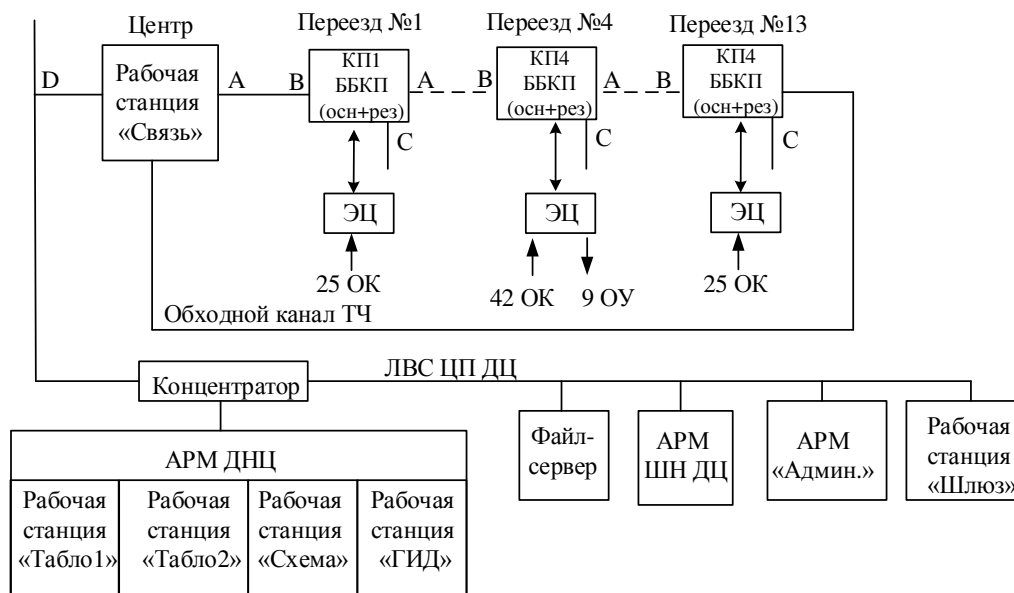


Рисунок 3 – Цепочечная структура линейного тракта

Таким образом, в данном случае для оборудования участка Карбышево-1 – Иртышское на базе первой модификации потребуется блоков ББКП в количестве 26 шт. (основной и резервный комплект).

2. Аппаратура на базе блоков БКПМ и БРКП (вторая модификация).

На участке Карбышево-1 – Иртышское имеется один охраняемый переезд I категории (38 км). Предполагается установить блок БКПМ (основной и резервный), тем самым обеспечить управление всеми объектами на этом переезде (9 объектов управления). К блоку БКПМ подключаем БРКП, который способен контролировать 32 объекта. Так как в нашем случае на переезде I категории необходимо обеспечить контроль 42 объектов, то блоков БРКП понадобится два. Все это оборудование предлагается разместить на посту дежурного по переезду.

Так как неохраемые переезды III категории в нашем случае обеспечивают контроль 25 объектов, то достаточно одного блока БРКП на один переезд. Расстояние между БРКП и БКПМ должно быть не более 1200 м, так как используется интерфейс RS-485, то для нашего случая (13 переездов)

необходимо установить аппаратуру с использованием удлинителей (УЛИ-485), которые обеспечивают дальность до 2 км.

Аналогичные рассуждения проводим для следующих неохраняемых переездов III категории. Таким же образом оборудуем станцию Стрела для контроля объектов на переездах №5 (50 км), №6 (54 км), №7 (63 км), станцию Жатва для контроля объектов на переездах №8 (86 км) и №9 (106 км), станцию Любовка для контроля объектов на переездах №10 (115 км) и №11 (135 км), станцию Иртышское для контроля объектов на неохраняемых переездах III категории №12 (145 км), №13 (163 км).

В данном случае для оборудования участка Карбышево-1 – Иртышское потребуется следующая аппаратура: БКПМ (12 шт., так как основной и резервный комплект), БРКП (14 шт.), УЛИ-485 (47 шт.).

Рисунок 4 – Структура линейного тракта с каналом ТС с общим доступом

Таким образом, первый вариант модификации аппаратуры контролируемого пункта (ББКП – базовый блок контролируемого пункта) имеет достоинства такие как: большое количество объектов контроля, не требует больших аппаратных затрат. Но существенным недостатком является ложный контроль при обрыве или коротком замыкании диодов в матрице ТС, что является опасным. Следовательно, вторая модификация аппаратуры (ББКП и БРКП) является более надежной в обеспечении безопасности движения на переездах и не занимает много места при размещении аппаратуры.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и телемеханика» М. М. Соколов, ОмГУПС.

Список литературы

1. Власенко, С. Системы автоматики и телемеханики на железных дорогах мира: учебное пособие для вузов ж.-д. транспорта [Текст] / С. Власенко / Под ред. Г. Теега. – М.: Интекст, 2010. – 496 с.
2. Табунщиков, А. К. Диспетчерская централизация «Сетунь»: учебно-методическое пособие для курсового и дипломного проектирования [Текст] / А. К. Табунщиков, Н. Н. Титова, В. С. Кузьмин. – М.: РУТ (МИИТ), 2019. – 118 с.

УДК 629.4.015

И. В. Бондаренко

Ташкентский Институт Инженеров Железнодорожного Транспорта (ТашИИТ),
г. Ташкент, Республика Узбекистан

АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И РАБОТ РЕГУЛИРОВЩИКОВ СКОРОСТЕЙ ДВИЖЕНИЯ ВАГОНОВ (РСДВ) НА СОРТИРОВОЧНЫХ СТАНЦИЯХ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ТРАВМАТИЗМА РАБОТНИКОВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Бесперебойность работы станции в значительной степени зависит от качества регулировки скорости движения вагонов. Анализ травматизма и опасных ситуаций в работе регулировщиков скорости движения вагонов (РСДВ) в подгорочном (сортировочном) парке является необходимым этапом выявления опасных факторов и разработки мероприятий по повышению безопасности их труда.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, безопасность, опасность, горка, вагоны, отцеп, травматизм, человеческий фактор, технологический процесс, технологическое окно.

AUTOMATION OF TECHNOLOGICAL PROCESSES AND WORKS OF WAGON SPEED CONTROLLERS (WSC) AT SORTING STATIONS FOR REDUCING THE INJURY LEVEL OF RAILWAY TRANSPORT WORKERS

The uninterrupted operation of the station largely depends on the quality of the adjustment of the speed of movement of the cars. Analysis of injuries and dangerous situations in the work of car speed controllers (WSC) in the sub-stowage (sorting) fleet is a necessary step in identifying hazardous factors and developing measures to improve their safety.

Keywords: rail transport, safety, danger, slide, wagons, trailer, injury, human factor, technological process, technological window.

На крупных сортировочных станциях сети переработка основного вагонопотока производится на сортировочных горках особенно на двух позициях с использованием различных замедлителей и на третьей тормозной позиции вручную с использованием ручных тормозных башмаков.

Качество работы станций в частности определяется укомплектованностью штата и опытом РСДВ. Лишь на первый взгляд работа по торможению вагонов может показаться простой. Еще большие опасности возникают при торможении отцепов из большегрузных вагонов. С увеличением скорости надвига и роспуска составов на сортировочных горках повышается интенсивность и опасность труда РСДВ.

Для обеспечения растущего объема перевозок на железнодорожном транспорте необходимо увеличивать перерабатывающие способности сортировочных станций. Поэтому, необходимы дополнительные мероприятия по повышению безопасности труда РСДВ.

Анализ опасных ситуаций в работе регулировщиков скорости движения вагонов.

РСДВ работают круглосуточно в любую погоду под открытым небом. Они несут и серьезную нервную нагрузку. При роспуске составов не допустить пропуска отцепов не поймав башмак, в противном случае есть вероятность схода вагонов с рельс, утери грузов и т.д. Дополнительные трудности в работе РСДВ связаны с тем, что она выполняется в непосредственной близости от движущегося (неуправляемого) подвижного состава. Ритм и напряженность их

труда определяется графиком роспуска составов с горки. При этом необходимо учесть и влияние неравномерности в прибытии поездов на сортировку и отправлении переформированных поездов. Перерывы между роспусками РСДВ используют для отдыха, который необходим после напряженной работы по роспуску. В некоторых случаях 15-20% времени перерывов РСДВ используют для приведения рабочего места в порядок, для уборки междупутий, пополнения башмаков.

Тяжесть условий труда РСДВ определяется совокупностью большого числа технологических показателей торможения отцепов башмаками. К ним относятся:

- Скорость движения отцепов (с горки к сортировочному парку);
- Интервалы времени следования отцепов;
- Времени прохода отцепа мимо от РСДВ;
- Доля времени нахождения РСДВ в опасной зоне и др.

Результаты наблюдений показали, что скорость движения распускаемых отцепов (исходя от профиля пути) изменяется от 5 до 12 км/час.

Высокие скорости движения требуют от исполнителя отработанных приемов труда, хорошей реакции и быстрых перемещений. Это становится затруднительным, а иногда и опасным в условиях захламленности междупутий, при высоких температурах летом и сильных ветрах или при выбивании башмака из-под скатов. При нарушении нормального ритма работы такие технологические ситуации могут привести к ошибкам в действиях, бракам в работе и несчастному случаю.

Наблюдения показали, что безопасность труда РСДВ обеспечивается в тех случаях, когда отсутствуют ошибки и нарушения технологического ритма работы. Применяемая в настоящее время вилка для подкладки башмака лишь частично решает проблему предупреждения наезда, так как неисправность кузова, свисающие части вагона, проволоки и другие обстоятельства являются причиной различных травм. Безопасность труда РСДВ обеспечивается в тех случаях, когда отсутствуют ошибки, несогласованные действия следствием которых могут быть брак в работе и случаи травмирования работников.

Рассматривая специфические условия труда железнодорожников нельзя отметить, что железные дороги как средство наземного транспорта функционируют на грани разделения двух глобальных сред атмосферы и литосферы. Они ничем не защищены от многочисленных неотвратимых явлений природы серьезно влияющих на работу железных дорог.

Основные технологические процессы на железной дороге совершаются непрерывно и вне стен производственных помещений. Поэтому воздействие факторов естественного климата для работы железнодорожников создает дополнительные трудности:

- усложняет работу стационарных технических устройств и подвижного состава;
- вызывает необходимость пользоваться теплой спецодеждой, которая стесняет движения человека, затрудняет восприятие звуковых сигналов и шума приближающегося подвижного состава;
- ухудшает состояние производственной территории (снежные заносы, обледенение, скопление воды на поверхности почвы);
- нарушает видимость при интенсивных осадках и тумане.

Одним из способов обеспечения безопасности данного технологического процесса является его автоматизация. В качестве примера можно реализовать идею установки электромагнитных замедлителей, с использованием датчиков обнаружения состава. Схема одного из перспективных вариантов реализации данной идеи можно запечатлеть на рис. 1.

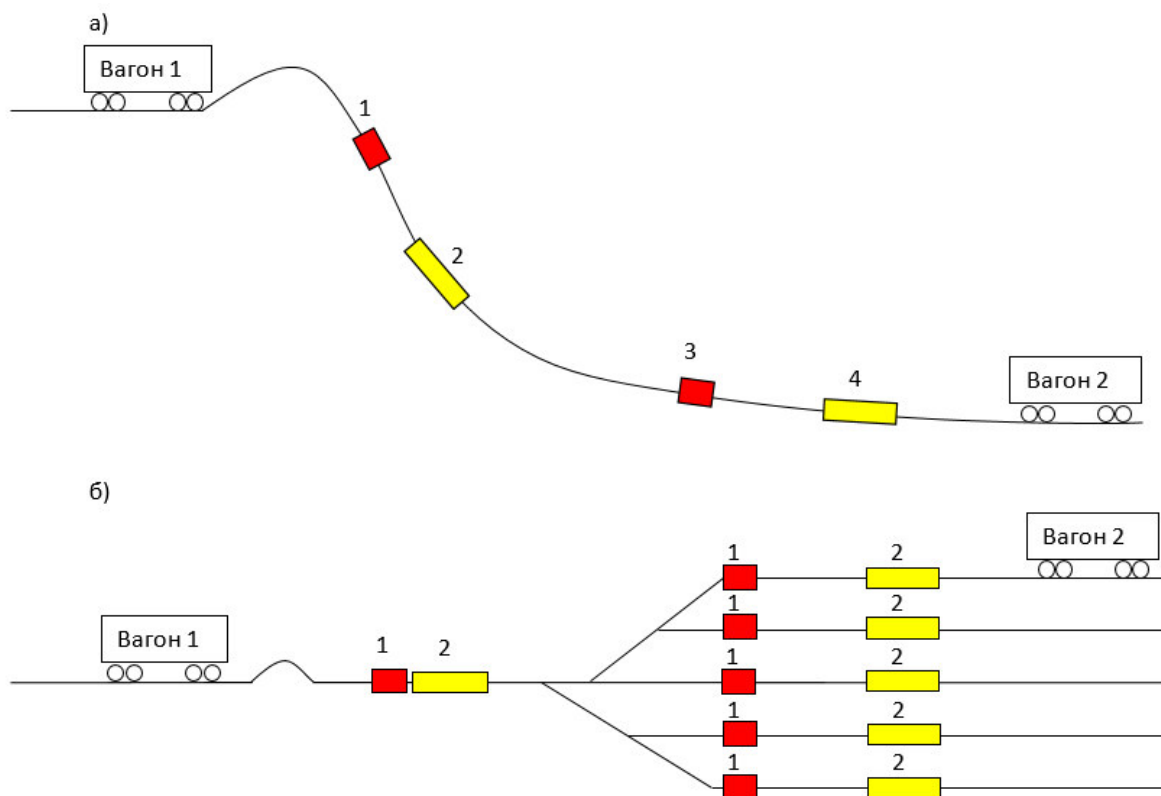


Рисунок 1 – Установка электромагнитных вагонных замедлителей

а) – Профиль горки; б) – на однопунктном плане

1) – датчики скорости; 2) – электромагнитные замедлители

При спуске с горки вагон проезжает датчик скорости (1), который фиксирует его скорость и массу, посредством измерения нагрузки колёсной пары. Данные с датчика поступают на микроконтроллер (на схеме не указан). Микроконтроллер производит расчёты и через расчётное время подаёт сигнал на замедлитель (2). Замедлитель зажимает колёсные пары вагона, усиливая зажим колёс постепенно, что предотвращает резкое торможение вагона, понижает износ колёсных пар и вероятности повреждения грузов.

Система устанавливается на горку и дублируется на сортировочных путях, для предотвращения столкновения двух вагонов.

Принципиальная схема электромагнитного замедлителя указана на рис. 2.

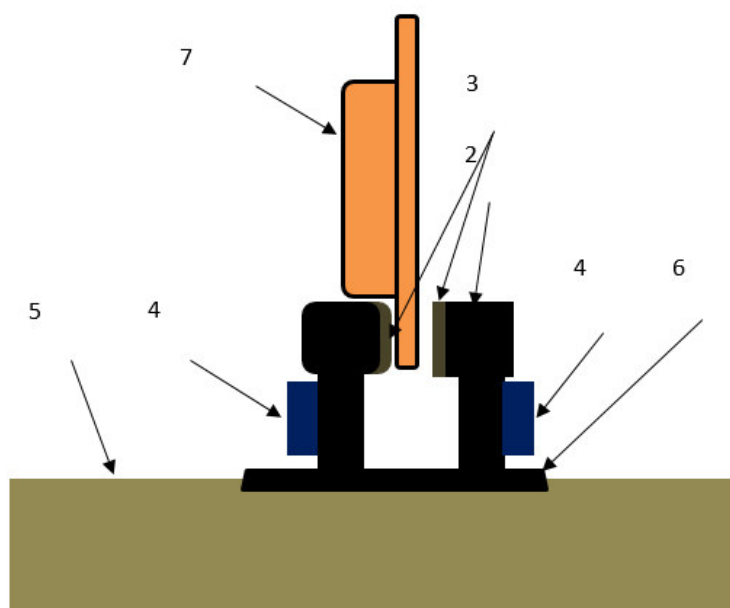


Рисунок 2 – Схема электромагнитного вагонного замедлителя:

- 1) рамный рельс; 2) подвижный рельс; 3) тормозные колодки;
4) электромагнитные катушки; 5) шпалы; 6) подошва рельса; 7) колесо

При подаче сигнала на микроконтроллер (на схеме не указан) на электромагнитные катушки (4) подвижный рельс (2) прижимается к рамному рельсу. Тормозные колодки (3) зажимают колесо, тем самым замедляя скорость вагона. Тормозные колодки рекомендуется делать съёмными, для замены, в случае их износа.

Данный способ позволит минимизировать травматизм и снизить человеческий фактор в опасной зоне технологического процесса, что позволит ликвидировать должность РСДВ. Однако, для недопущения сокращения рабочих мест необходимо переобучение последних для обслуживания устройств вагонных замедлителей.

Существенным недостатком может стать быстрый износ трущихся и подвижных частей, в следствии чего может возникнуть потребность в регулярном техобслуживании с образованием дополнительных технологических окон в графике роспуска вагонов с горки.

Научный руководитель – ассистент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Б. И. Исмоилов, ТашиИИТ.

Список литературы

1. Шелухин В. И. Автоматизация и механизация сортировочных горок / В.И. Шелухин. – М., 2005. – 240 с.

УДК 629.46

В. Ю. Тимофеева, Е. С. Ворошень

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИИ ИНОСТРАННЫХ И ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТЕЛЕЖЕК ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

В статье проведен анализ конструкции, свойств и особенностей иностранных и основных моделей отечественных грузовых тележек.

Ключевые слова: тележка, эксплуатация, конструкция, надрессорная балка.

Vera Y. Timofeeva, Ekaterina S. Voroshen'

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION OF FOREIGN AND DOMESTIC BOGIES FREIGHT CARS

The article analyzes the design, properties and characteristics of foreign and basic models of domestic freight carts.

Keywords: trolley, operation, design, nadressornoj beam.

Роль железных дорог в транспортной системе непрерывно повышается. Освоено производство новых типов грузовых тележек с улучшенными

динамическими характеристиками. Тележки выступают одной из главных элементов вагона. Они необходимы для передачи нагрузок от массы кузова и перевозимого груза на рельсовый путь и обеспечивают движение вагона с нужной плавностью хода.

В настоящее время, на железных дорогах России в эксплуатации имеется парк многочисленных тележек грузовых вагонов с огромным количеством конструктивных различий. При всем при этом более 90% вагонов оборудованы моделями 18-100 и подобными им. В свою очередь, грузовой парк в Северной Америке на 85% снабжен тележками происхождения *Barber*, а в Китае в основном все изготавливаемые вагоны производятся на основе *Barber*. [1]

В России развитие современной конструкции грузовой тележки началось с модели ЦНИИ-ХЗ-О, которые пришли на смену поясным тележкам типа МТ-50 как более новаторские, имеющие большую прочность при меньшей себестоимости изготовления. Данной моделью пользуются уже более 55 лет с незначительными преобразованиями в конструкции. Она эксплуатируется на магистральных железных дорогах с колеёй 1520 мм. Ее развитием выступает тележка модели 18-100. Тележка модели (рис. 1) состоит из 2-х колесных пар (6) с 4-мя буксовыми узлами (5), 2-х литых боковых рам (1), надрессорной балки (2), 2-х комплектов центрального рессорного подвешивания (3) с фрикционными гасителями колебаний (4) и тормозной рычажной передачи (7). Передача нагрузки от кузова вагона совершается с помощью узла «пятник-подпятник». Скользуны (8) нужны только для опирания кузова в кривых участках пути.

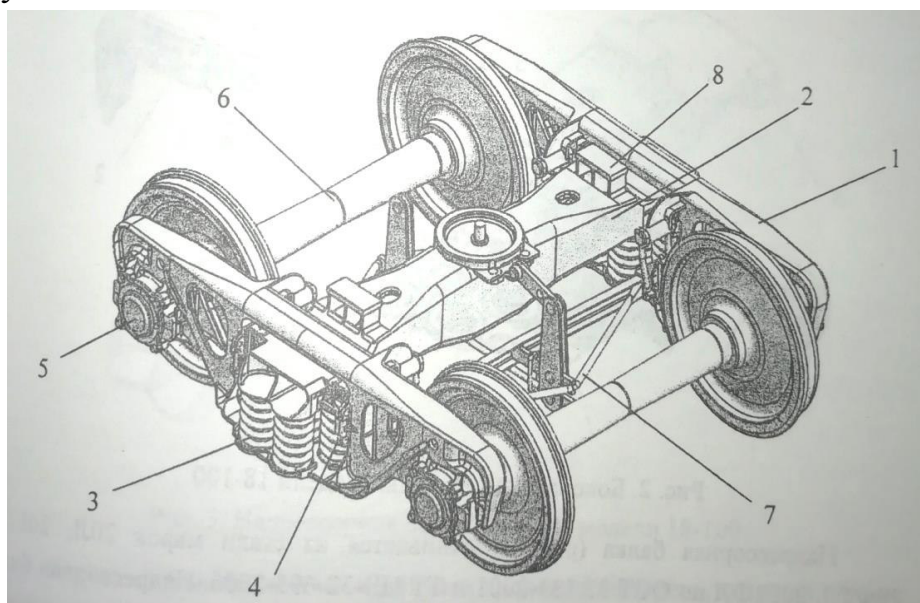


Рисунок 1 – Тележка модели 18-100

В тележках семейства *Barber* используются фрикционные гасители колебаний переменного трения. На клинья приложено давление от пружин. С одной стороны, пружина давит на клин, а с другой упирается в нижнюю часть боковой рамы тележки. *Barber* имеет устройство для сглаживания боковых ударов в виде возвращающего прибора (рис. 2). Оно снабжается роликами и криволинейной поверхностью наддрессорной балки в точках опоры на эти ролики.



Рисунок 2 – Тележка системы *Barber*

Европейские производители вагонов применяют более современные подходы к производству тележек. Их отличает широкое использование сварки и штамповки. Тележка типа *Arbel Diamond AD – 4* (см. рис. 3, а) произведена французской фирмой *Arbel*. Имеет пару боковых рам. Каждая из них сварена из стального вертикального листа (1) (см. рис. 3, б), по периметру которого приварена полоса (2). В отверстие для расположения конца наддрессорной балки и рессорного комплекта вварен специальный воротник (3). Проемы для размещения буксовых узлов (4) обладают круглой формой. Между буксовыми проемами и средним проемом размещены отверстия (5) для осмотра тормозных колодок. Рама подкреплена ребрами жесткости (6).

Надрессорная балка (см. рис. 3, в) изготовлена из стальных листов. Подпятник (7) имеет бронзовую прокладку, которая является опорой для пятника. Мертвая точка (8) рычажной передачи отлита вместе с подпятником. С боку наддрессорной балки приварены кронштейны (9) для подвески тормозных башмаков и наличники (10) для соединения с боковой рамой. Скользуны (11) служат для опоры деталей.

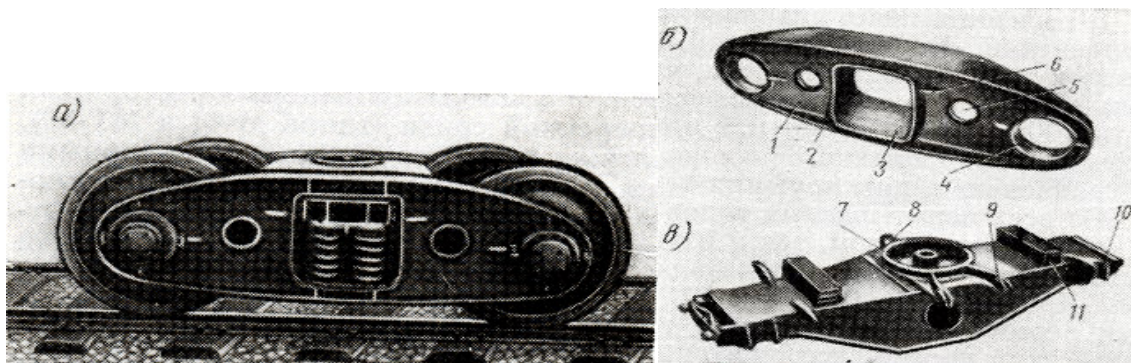


Рисунок 3 – Тележка типа *Arbel Diamond AD – 4*:

а – общий вид тележки; б – боковая рама; в – надрессорная балка

Достоинствами данной модели является то, что боковые рамы и надрессорная балка *AD – 4* поддаются нагреву в печи при температуре около 900°C и дальнейшему медленному охлаждению, что снимает внутренние напряжения. А так же тележка может быть оборудована буксами с роликовыми или шариковыми подшипниками. *AD – 4* изготавливают с колесами $\varnothing 840$ или $\varnothing 920$ мм и базой 1800 мм, а при колесах $\varnothing 1000$ мм – с базой 2000 мм. В раме не имеется вспомогательного напряжения, возникающего у рам с жесткими соединениями элементов. По данным фирмы, цена изготовления и вес *AD – 4* ниже, чем у тележки с литой рамой.

Недостатками является трудность смены колесной пары, для чего требуется почти полная разборка тележки, и недоработка ее рессорного подвешивания, гарантирующая достаточную плавность хода вагона только при скоростях движения до 70 км/ч.

У тележек фирмы *American Steel Fundound* надрессорная балка имеет по два фрикционных клина (1) с каждого конца (см. рис. 4), внутри которых помещены по две заранее сжатых пружины (2), прилегающих клинья вверх. Скользя вкось надрессорной балки, клинья смещаются наружу и плотно прижимаются к наличникам (3).

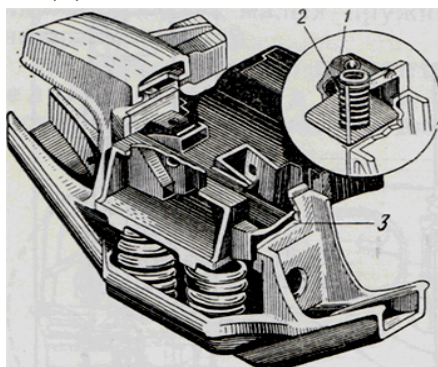


Рисунок 4 – Узел тележки фирмы *American Steel Fundound*

Клинья изготовлены из высокопрочной термически обработанной стали, а наличники – из закаленной. По данным фирмы, износ после 400 тыс. км пробега не превысил 1,5 мм, т. е. 25% допустимой величины.

Тележка фирмы *Viscera* обладает подвешиванием, каждый комплект которого состоит из 5-ти двухрядных пружин (4) (см. рис. 5), 2-х фрикционных клиньев (1) и 2-х малых пружин (2). К надрессорной балке приварены фрикционные планки (3).

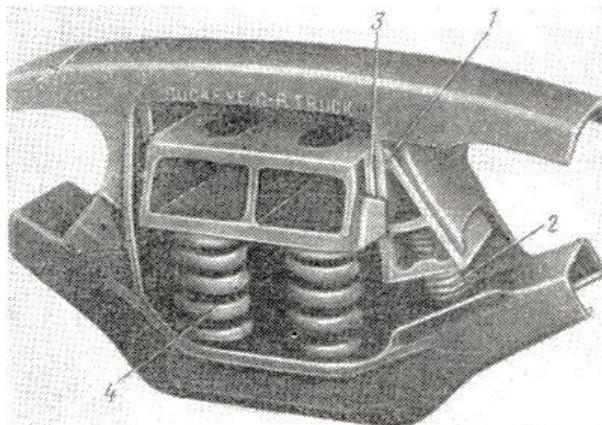


Рисунок 5 – Амортизирующие устройства в тележке фирмы *Viscera*

В тележках фирмы *National Furniture and Steel Castings* (см. рис. 6), в отличие от *Viscera*, клинья в рессорном подвешивании направлены вниз. Пребывающие под давлением пружин и находящиеся под углом к вертикали, клинья предоставляют амортизирующее действие независимо от положения надрессорной балки. Качество хода тележки было проверено при скорости, достигавшей 145 км/ч.

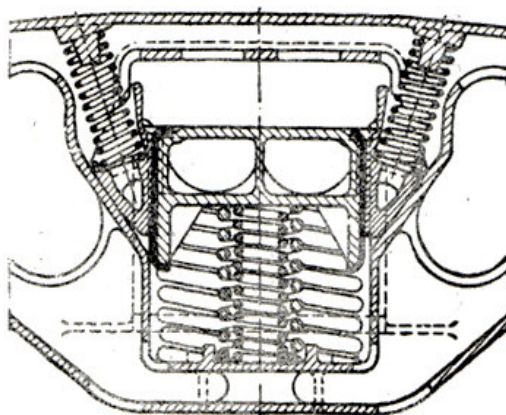


Рисунок 6 – Амортизирующие устройства в тележке фирмы *National Furniture and Steel Castings*

Тележка фирмы *Skalin Steele* (см. рис. 7) позволяет осуществлять амортизацию вертикальных и горизонтальных колебаний надрессорной балки, что не только содействует улучшению плавности хода, но и, по данным фирмы, значительно понижает износ торцовых поверхностей подшипников скольжения.

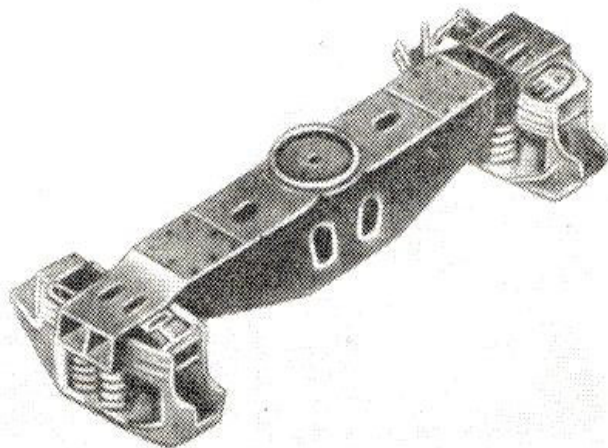


Рисунок 7 – Узел подвешивания тележки модели L-V фирмы *Skalin Steele*

Тележка фирмы *Symington Gould* (модель X) обладает буксовым рессорным подвешиванием (см. рис. 8). Буксы этой тележки при сжатии пружин передвигаются в буксовых направляющих. По обе стороны направляющих содержатся фрикционные гасители колебаний, прижимаемые вспомогательными пружинами, организовывающими непрерывное трение между корпусами букс и их направляющими. Гасители колебаний движутся вместе с буксой, преодолевая сопротивление в вертикальном направлении; в поперечном направлении они перемещаются вместе с боковой рамой.

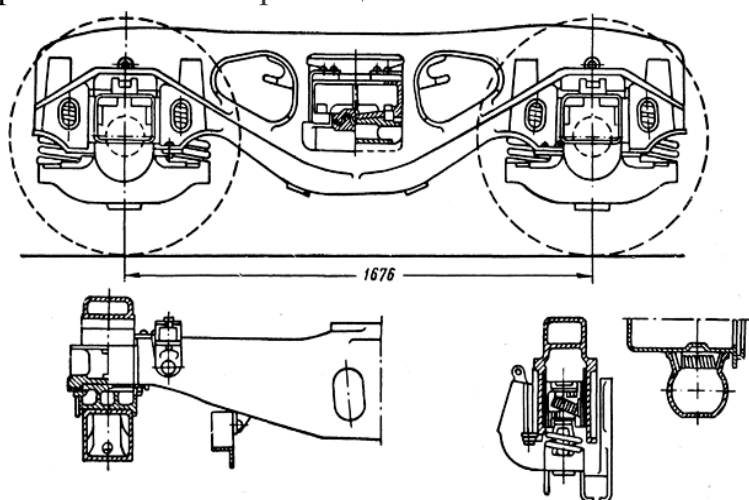


Рисунок 8 – Тележка фирмы *Symington Gould*

Челюсти боковой рамы по своей форме соответствуют расширяющемуся элементу гасителя колебаний. Поэтому одна составляющая силы гасителя служит для гашения вертикальных, а другая (меньшая) – для гашения поперечных перемещений буксы относительно рамы.

Тележка фирмы *Kreisler* (рис. 9) рассчитана для высоких скоростей движения. Надрессорная балка вместе с пружинами обладает возможностью качаться поперек рамы на жестких подвесках (1), поддерживающих подрессорную балку (2), на которой закреплены пружины центрального подвешивания тележек. Такая система дает возможность горизонтально перемещаться надрессорной балке до 40 мм. Для гашения вертикальных и поперечных колебаний между подрессорной и надрессорной балками поставлены фрикционные демпферы (3) постоянного трения. [3]

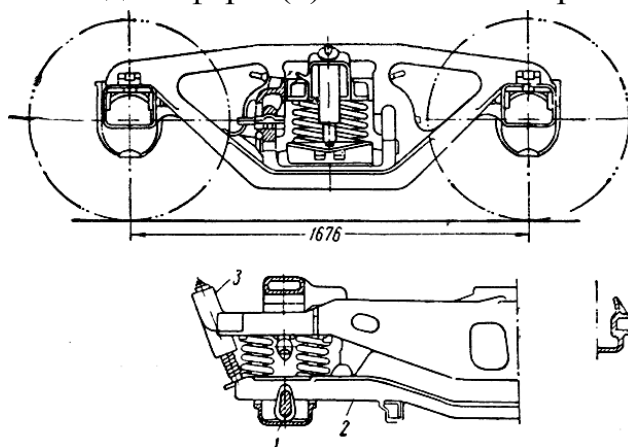


Рисунок 9 – Тележка фирмы *Kreisler*

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» И. С. Лексутов, ОмГУПС.

Список литературы

1. Быков, Б. В. Конструкция механической части вагонов. Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог [Текст] / Б. В. Быков, В. Ф. Куликов. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2016. – 47 с.
2. 745-2011 ПКБ ЦВ. Тележки грузовых вагонов колеи 1520 мм: Альбом-справочник / ПКБ ЦВ ОАО «РЖД»: [сборник]. – М., 2011. – 223 с.
3. Ойя, В. И. Модернизация грузовых вагонов. Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог [Текст] / В. И. Ойя. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте 2017. – 84 с.

А. В. Матвеева, Е. Д. Рубцова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УРОВНЯ КОМФОРТАБЕЛЬНОСТИ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ РОССИИ И ВАГОНОВ ДРУГИХ СТРАН

Большинство людей каждый день затрачивают много времени на транспортные передвижения. Основным из факторов выбора транспорта является комфорт. В данной статье мы провели сравнительную оценку уровня комфортабельности пассажирских вагонов России, США, Японии и Индии. Стоит учитывать, что для каждого человека свое понятие комфорта, поэтому исследования производились с субъективной точки зрения.

Ключевые слова: вагон, комфортабельность, оценка, Россия, США, Япония, Индия.

Anastasia V. Matveeva, Ekaterina D. Rubtsova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

COMPARATIVE ASSESSMENT OF PASSENGER COMFORT CARS OF RUSSIA AND CARS OF OTHER COUNTRIES

Most people spend a lot of time every day on transportation. The main factor in choosing a vehicle is comfort. In this article, we conducted a comparative assessment of the level of comfort of passenger cars in Russia, the USA, Japan and India. It should be borne in mind that each person has his own concept of comfort, so studies were carried out from a subjective point of view.

Keywords: car, comfort, evaluation, Russia, USA, Japan, India.

Каждый человек, путешествуя на дальние расстояния, желает делать это с комфортом. В данной статье мы бы хотели рассмотреть уровни комфорта, которые могут предоставить железные дороги разных стран мира. Стоит учитывать, что для каждого человека свое понятие комфорта, поэтому исследования вагонов будут производиться с субъективной точки зрения. Можно сделать вывод, что обеспечение уровня комфорта полностью зависит от уровня развития экономики. Попробуем это проверить.

Первая страна, которую хотелось бы рассмотреть Соединенные Штаты

Америки. Эта страна занимает первое место в рейтинге самых развитых стран Мира. США давно для перемещения между населенными пунктами используют авиаперевозки. Перелет пассажирам обходится дешевле и занимает гораздо меньше времени. Тем не менее, железная дорога США функционирует, пассажиры, которые желают воспользоваться таким видом транспорта, перемещаются в спальных вагонах, имеющих несколько видов купе. Первый вариант- двухместное купе с сидениями, которые раскладываются в одно спальное место, сверху у стены приподнято еще одно (рис. 1).



Рисунок 1 – Двухместное купе

Сидения расположены достаточно близко, поэтому люди высокого роста, скорее всего, будут упираться ногами друг в друга, что принесет им мало комфорта. Стоит обратить внимание, что конструкторы данного купе, решили ущемить пассажиров, которые занимают верхнюю полку, так как размер верхней полки меньше, чем нижней.

В стоимость билета будет входить трехразовое питание, и услуги проводника (доставка еды, сборка и разборка спальных мест), бутилированная вода и набор принадлежностей для душа.

Второй вариант – купе для 4-х человек. Одна из нижних полок здесь шире, остальные одноместные. В стоимость билета также входит питание для всех пассажиров, наборы для душа, полотенца, вода и такие дополнительные опции, как климат-контроль, розетки, Wifi и пр.

Наивысшим по уровню комфорта в США является – купе-люкс (рис. 2). Купе включает в себя два спальных места, раковина, туалет, душ и кресло. В стоимость также включено трехразовое питание и тот же стандартный набор удобств, упомянутый в описании других видов купе. Каждый вагон спального типа оборудован туалетом и душем.



Рисунок 2 – Купе-люкс США

Стоит сказать, что в Соединенных Штатах Америки в поездах дальнего следования отсутствуют плацкартные вагоны, такие как в России. Их полностью заменили вагоны с сидячими местами. Все виды купе оборудованы дверями, это создает ощущение личного пространства при нахождении в нем. В целом в спальном вагоне данной страны можно выбрать нижнее место и доехать с комфортом. Также наличие душа и довольно современного сан-узла добавляет к уровню комфорта еще один бал. Далеко не в каждом спальном вагоне в России есть душ, а если говорить о классе вагонов доступных среднестатистическому человеку его там скорее не будет. Вагоны в США довольно комфортабельны.

Далее исследуем вагоны страны, которая занимает третье место в рейтинге экономик мира – Япония. Доля перевозок пассажиров железнодорожным транспортом в данной стране составляет – 21%, в то время как в США это всего лишь 1%. В японском поезде три класса: одноместный «делюкс» (A1), одно- и двухместный второй класс (B1 и B2), а также аналог местного плацкарта (рис. 3).



Рисунок 3 – Японский плацкарт

В стоимость поездки в данном вагоне будет входить простыни и наволочки, но ни одеяла, подушки и матрасы не предоставляются. Также в вагоне отсутствуют розетки и wi-fi, нельзя купить еду или кипяток. Отсутствие перегородок между пассажирами не принесет много комфорта, отгородиться можно только от прохода, заранее предусмотренной шторкой. На каждом месте свое окно и лампа для освещения в темное время суток. В вагоне есть сан-узел и душ, но он платный и с ограничением по времени в 6 минут. Комфортным путешествие в этом вагоне не назовешь. Сложно говорить о комфорте, если приходится спать на жестком ковролине и без подушки.

Дальше по уровню повышения комфорта идет одно- и двухместный второй класс (B1 и B2). Эти места можно назвать купейными, они полностью изолированы друг от друга. Одноместное купе имеет очень мало пространства. В нем и двухместном купе (рис. 4) предоставляются халат и тапочки, постельное белье и подушка, имеется пульт для управления светом, кондиционером и громкостью.

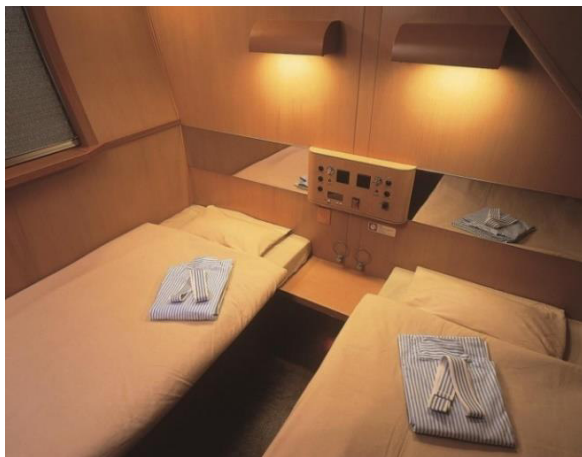


Рисунок 4 – Двухместное купе

Следующий класс вагонов – одноместный «делюкс» (рис. 5). В данном купе имеется раковина, стол и стул, зеркало, блок для управления светом и кондиционером. Пассажиру предоставляется халат, тапочки и туалетные принадлежности. Купе выглядит довольно комфортно, в нем есть все необходимое для путешествия.

Спальные вагоны Японии предлагают разные уровни комфорта. Страна уделяет большое внимание железнодорожному транспорту, но работает на усовершенствование его в развитии больших скоростей движения. Скоростные перевозки позволяют сократить время путешествия и не требуют спальных мест в вагонах, поэтому мы видим в целом не большой уровень комфорта и малое количество предоставляемых услуг в поездах.

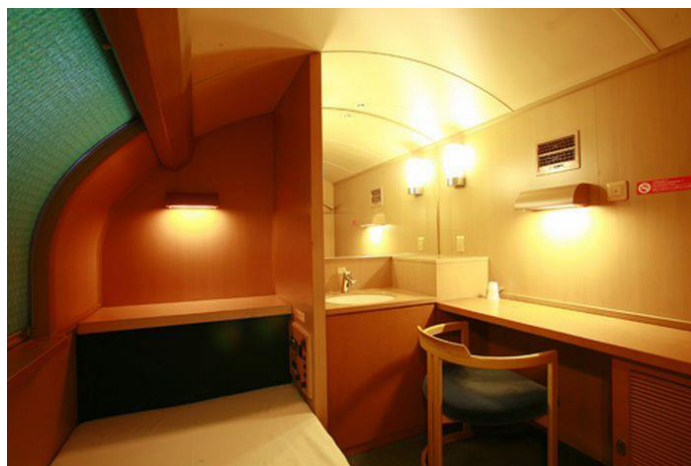


Рисунок 5 – Одноместный «делюкс»

Теперь перейдем к России. Хотелось бы рассмотреть вагоны, которые непосредственно передвигаются по стране, те на которых может проехать любой человек. Россия занимает 12 место по уровню развития экономики. Доля пассажирских перевозок в стране составляет 26%, это больше чем в странах рассмотренных выше. Железнодорожный транспорт предоставляет более приемлемые цены на перевозку пассажиров, в отличие от авиатранспорта. Передвижение на поездах занимает гораздо больше времени, но люди отдают предпочтение именно ему. К тому же страна настолько большая и разнообразная, есть города, в которых попросту нет аэропорта, либо есть, но прямые рейсы отсутствуют и это тоже создает дополнительные неудобства. Российские железн

ые дороги представляют следующий набор типов спальных вагонов: купейный, плацкартный, СВ, люкс (РИЦ). Каждый тип делится на классы в зависимости от уровня комплектации вагона и возможностей пассажира.

Первый тип вагона – плацкарт, самый дешевый вариант (рис. 6). В нем отсутствуют двери, отделяющие блоки, за счет чего мест становится больше. В плацкарте 9 блоков, каждый из которых включает в себя 2 нижних, 2 верхних и 2 боковых места. В современных плацкартных вагонах имеются розетки возле каждого места, однако и по сей день есть вагоны, в которых всего лишь несколько розеток на весь вагон и те могут не работать. Кстати, то же можно сказать и о купейных вагонах России.

Пассажиру в плацкартном вагоне предоставляется матрас, подушка, одеяло. Также он имеет возможность взять у проводника стакан и налить себе чай из кипятильника в начале вагона. На стенах имеются крючки для верхней одежды. Стоит отметить, что полки в таком вагоне имеют разные размеры.

Длина полки в купейном отсеке 1665 и ширина 600, боковая нижняя 1750×550, боковая верхняя 1750×520. И здесь рослым людям будет не комфортно путешествовать в данном вагоне. Зачастую при проходе по коридору приходится уклоняться от ног, свисающих с верхней полки.

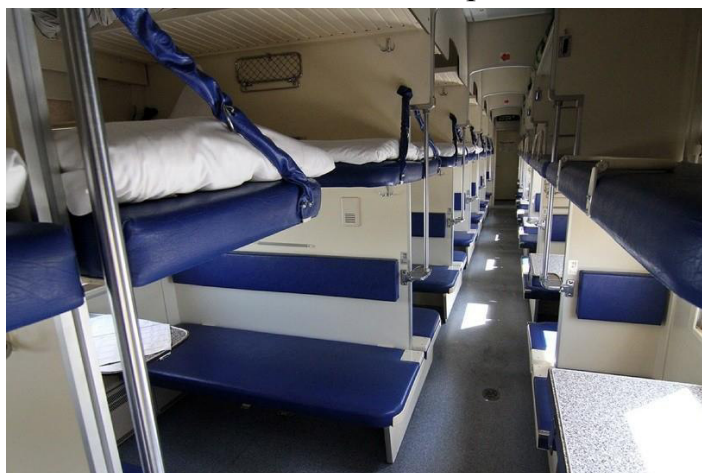


Рисунок 6 – Плацкартный вагон

В целом путешествие в таком вагоне, мы бы назвали средним по уровню комфорта, в вагоне постоянно присутствуют запахи пищи. Вечером трудно заснуть, если твои соседи увлечены беседой. Хорошо если в летнее время в вагоне будет кондиционер, а зимой плотные окна.

Вагоны купе и плацкарта оборудованы санузлом. На сегодняшний день большинство вагонов оборудованы биотуалетом, но к сожалению по стране ездят вагоны с туалетами и старого типа. Смывается все с помощью педали еще и в окружающую среду. Вода в раковине течет только при нажатии и разбрызгивается на все вокруг. Ни о каком комфорте здесь речи быть не может, особенно если вспомнить, что на всех больших станциях туалет закрывают. Биотуалет выглядит, комфортнее. На станциях его не закрывают. Кран переделали, но, к сожалению, проблема разбрызгивания воды осталась. Душа в вагонах нет. Людям, путешествующим в поезде по 3-4 суток, это никак не добавляет комфорта.

Следующий тип вагона-купе (рис. 7). Оно включает в себя 4 одинаковых спальных места длиной 1770 см и шириной 610 см, стол. На стенах предусмотрены умягчения для комфортного сидения на нижних полках. Купе оборудовано розетками и радио. В данном купе имеется кондиционер. Для верхней одежды предусмотрены крючки на стенах и вешалки.

Также имеется зеркало, и для верхних полок предусмотрены лестницы. На каждое место предоставляется матрас подушка и одеяло. Пассажир может

взять у проводника стакан и выпить чаю. В целом в купе довольно комфортно ехать, цена на него будет выше, чем на плацкарт, но по комфорту плацкарт сильно уступит. Но часто по акции верхние полки в купе можно купить по цене плацкарта.

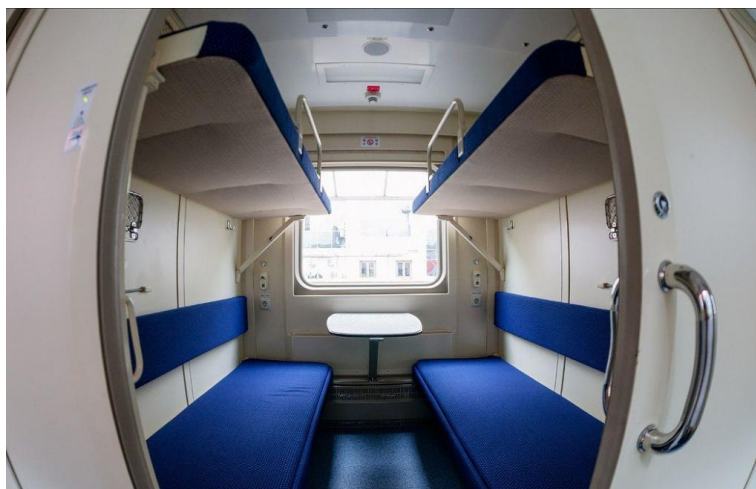


Рисунок 7 – Купе в пассажирском вагоне

Следующим очень комфортабельным и дорогостоящим является СВ-спальный вагон. Наивысшим по уровню комфорта будет вагон типа люкс. Такие вагоны относятся к вагонам премиум-класса. В них все максимально комфортно, но среднестатистический россиянин не может себе позволить передвижение в таком вагоне, такие вагоны создаются скорее для знаменитостей, чиновников и других «элит». В связи с этим рассматривать их в данной статье мы не будем.

В конце хотелось бы рассмотреть Индию. Она занимает 6 место в рейтинге стран по уровню ВВП. В Индии основной объем пассажирских перевозок осуществляется железными дорогами. Спальные вагоны в Индии подразделяются на несколько классов: 1АС, 2АС, 3АС и *sleeper*. Вагон класса 1АС (рис. 8) единственный купейный вагон и самый дорогой и комфортабельный в категории пассажирских перевозок, он немного дешевле, чем авиаперелет. Этот класс вагонов предпочитают богатые индийцы.

Данный вагон напоминает российский купейный вагон, в нем расположены две или четыре полки, но при покупке нет возможности выбрать сколько полок будет в купе. Есть закрывающаяся дверь на защелку с зеркалом, но часто она может отсутствовать и вход в купе закрывают шторками. В купе есть два окна, они не открываются и покрыты тонирующей пленкой. Так же в вагоне присутствует кондиционер и розетки. Постельное белье входит в тариф, оно упаковано в герметичный пакет из прачечной. Первый класс встречается довольно редко, может быть один-два вагона на весь состав, во многих поездах

они отсутствуют. Встречается даже не весь вагон класса 1АС, а лишь часть. Вагон делится на две половины и пассажиры другого класса не могут заходить на территорию первого класса.



Рисунок 8 – Купейный вагон 1АС

Следующий класс вагонов это 2АС – самый популярный у туристов вагон. Кондиционированный вагон устроен как плацкартный вагон – 4 полки в основном отсеке и 2 боковые полки. Нижние полки представляют из себя диван, спинку можно опустить и спальное место станет намного шире (рис. 9). Боковые нижние сидения раскладываются в одно спальное место. Каждая полка плацкартного вагона имеет ширму или занавеску. Постельное белье входит в стоимость билета. Вагонные класса 2АС встречаются так же редко, один-два вагона в составе.

Вагон класса 3АС – это самый дешевый спальный вагон с кондиционером. 3АС похож на плацкартный вагон, отличие в том, что в нем 6 полок в купе и две боковых (рис. 10).

В отличии от класса 2АС здесь нет занавесок и штор. Постельное белье входит в стоимость билета. В каждом описанном классе предоставляются услуги столовой, тарифы довольно низкие, но к данной еде стоит отнестись с осторожностью, ведь приготовлена она в антисанитарных условиях. Туалеты и умывальники во всех классах одинаковые, отличие в том, что чем выше класса тем чаще там убираются. В обоих концах вагона два вида туалета – индийский и европейский. В европейском установлен унитаз и сливной бачок, в индийском – дырка в полу. Умывальники расположены в каждом туалете. Воды в умывальниках и туалетах часто нет. В вагонах более высокого класса вода бывает чаще, чем в других. Во всех классах довольно грязно, грязи меньше в высоких классах. Встречаются тараканы. Пыльные занавески и шторы. В индийских поездах нет

проводников. На весь состав есть один контролер, который проверяет билет. В каждом вагоне есть только «стюарды» - разносчики белья и еды, к концу поезда они проходят по вагону и просят себе чаевые.



Рисунок 9 – Нижние полки плацкартного вагона 2АС



Рисунок 10 – Плацкартный вагон класс 3АС

Вагоны Индии значительно отстают по комфортабельности от рассмотренных ранее стран. Вывод: уровень комфорта для пассажиров не всегда зависит от уровня развития экономики страны.

Исследовав несколько стран, мы видим, что Россия в целом не уступает по уровню комфорта другим странам с более развитой экономикой, а некоторые даже обходит. Мы предполагаем, что комфортабельность пассажирских вагонов зависит от клиентоориентированности пассажирской компании страны. Например, Россия, США и Япония за качество и комфорт. Индия ориентируется на количество пассажиров, железнодорожный транспорт, востребованный и достаточно дешевый, если рассматривать низкие классы и общие вагоны.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» И. С. Лексутов, ОмГУПС.

Список литературы

1. Ефимова, Г. Н. Из истории железнодорожного сервиса России: пассажирский вагон как важный элемент комфорта в транспортном обслуживании [Текст] / Г. Н. Ефимова // Современные проблемы сервиса и туризма. – 2008. – № 1. – Т.2. – С. 32 – 36.
2. Адваков, И. Ю. Японский железнодорожный транспорт: настоящее и будущее [Текст] / И. Ю. Адваков // Восточная аналитика. – 2017. – № 1-2 – С. 14 – 17.
3. Сайт Российских железных дорог [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.rzd.ru/>, свободный.
4. Сайт Индийские железные дороги [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.yatra.com/indian-railways>, свободный.

УДК 629.424.083

А. А. Самойлов

Тайгинский институт железнодорожного транспорта – филиал «Омский государственный университет путей сообщения» в г. Тайга, Российская Федерация

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ОСВЕЩЕНИИ СТАНЦИЙ И ПЕРЕГОНОВ

В работе проводится сравнительный анализ устаревших приборов освещения и современных светодиодных светильников, а также разработаны перспективные направления освещения станций.

Ключевые слова: освещение станций и перегонов, экономически эффективные лампы, галогенные лампы, светодиодные лампы.

PROMISING AREAS IN LIGHTING STATIONS AND HAULS

The article is devoted to the comparative analysis of outdated lighting devices and modern LED lamps, as well as promising areas of station lighting.

Keywords: LED lamps, halogen bulbs, incandescent bulbs.

В настоящее время при освещении станций и перегонов Западно-Сибирской железной дороги используются морально устаревшие лампы и прожектора.

Проблемой использования таких ламп является их пожароопасность, экологическая угроза окружающей среды, поскольку содержат ядовитые вещества, а также у этих ламп низкий срок службы, постоянная замена таких ламп экономически невыгодна [1].

Актуальность выбранной тематики научно-исследовательской работы заключается в разработке мероприятий по замене устаревших ламп на перспективные, экономически эффективные лампы, которые обладают:

- а) улучшенными экологическими показателями,
- б) показателями безопасности при их эксплуатации,
- в) пожаробезопасности,
- г) и показателями позволяющими увеличить их срок службы.

При мониторинге устройств освещения станций и перегонов были выявлены самые распространенные типы ламп по источнику света при освещении станций и перегонов, такие как:

- а) газоразрядные;
- б) галогенные;
- в) светодиодные.

Газоразрядные лампы работают на принципе электрического разряда в газообразной среде, протекающих в колбе под большим давлением.

Достоинствами таких ламп являются:

- а) низкое энергопотребление,
- б) недорогое обслуживание,
- в) низкая стоимость лампы.

К недостаткам таких ламп относятся:

а) низкий коэффициент цветопередачи, другими словами это число, которое показывает насколько действительным является цвет объекта,

б) низкая цветовая температура,

в) необходимость стабильного питания, так как даже при небольшой потери напряжения лампа может погаснуть, а повторное ее включение произойдет только через минут 10-15,

г) зависимость от температуры, при температурах от -20°C до -25°C могут возникнуть проблемы с включением лампы, а то и во все не включиться, а также резко снижается срок службы,

д) после половины срока службы лампы ее показатели ухудшаются вдвое,

е) появляется необходимость дополнительно подключать специальный балластный дроссель,

ж) низкая цветовая передача,

з) большая концентрация паров ртути, что осложняет ее утилизацию [2].

К этому типу ламп можно отнести самые распространенные виды ламп, такие как ДРЛ, ДРВ, ДНаТ. Каждый из этих видов имеет свои достоинства и недостатки.

Лампы ДРЛ имеют все вышеперечисленные достоинства и недостатки. Срок службы таких ламп варьируется от 3000 до 6000 часов.

Лампы ДРВ отличаются от ламп ДРЛ, большим энергопотреблением, меньшим сроком службы 3000-4000 часов, необходимость подключать дополнительно специальный балластный дроссель отсутствует.

Лампы ДНаТ отличаются газонаполненной средой, в них используется амальгам натрия-соединение паров ртути с парами натрия, что дает желтый цвет.

Достоинствами таких ламп среди газоразрядных являются:

а) долгий срок службы от 10000-15000 часов,

б) высокая световая отдача,

в) относительно низкая стоимость.

К недостаткам относятся:

а) низкая цветопередача,

б) долгое время зажигания,

в) зависимость от температуры,

г) требуют специальной утилизации.

Галогенные лампы - это лампы накаливания, баллон которой наполняется буферным газом, паров галогенов фтора, хлора, брома или йода.

Достоинствами таких ламп являются:

а) высокая цветопередача,

б) эффективная светопередача,

К недостаткам можно отнести:

а) неудобство использования,

б) необходимость дополнительного подключения стабилизаторов,

в) необходимо следовать нормам пожарной безопасности, поскольку при работе нагреваются до 500 градусов.

Срок службы данных ламп варьируется от 10000 до 15000 часов.

Светодиодные лампы - это устройства, работающие на основе действия полупроводниковых приборов, получившие название светоизлучающие диоды, или сокращенно светодиоды.

К самому главному достоинству можно отнести срок службы данных прожекторов, он достигает от 15000 до 100000 часов. К остальным достоинствам можно отнести такие как:

а) низкое потребление электроэнергии,

б) высокая прочность и вибрационная устойчивость,

в) высокая цветопередача,

г) эффективная световая отдача,

д) стабильная работа при температурах от -30°C до $+30^{\circ}\text{C}$.

К недостаткам данных прожекторов относятся:

а) относительно других ламп высокая стоимость,

б) при высокой температуре окружающей среды, примерно выше $+30^{\circ}\text{C}$, работает не стабильно и может выйти из строя [3].

В заключении, сравнивая данные лампы, можно сделать вывод, что самыми эффективными устройствами освещения в использовании являются галогенные лампы, лампы типа ДНаТ и светодиодные лампы. Выбор этих ламп зависит от условий эксплуатации, факторов окружающей среды и рельефа местности.

Научный руководитель – преподаватель С. Ю. Мельникова, ТИЖТ – филиал ОмГУПС в г. Тайга.

Список литературы

1. ГОСТ Р 54984-2012 Освещение наружное объектов железнодорожного транспорта. Нормы и методы контроля.

2. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации (редакция от 25.12.2018) № 286.

3. Освещение территории станции. Основные требования [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://lektsii.org/7-47759>.

Я. Н. Грибкова

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

ИННОВАЦИОННОЕ РАЗВИТИЕ ОАО «РЖД»

В работе рассмотрена история беспилотных поездов. Их применение в России. Также рассмотрен режим управления беспилотных поездов.

Ключевые слова: беспилотный поезд, беспилотный режим, машинист-оператор.

Yana N. Gribkova

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

INNOVATIVE DEVELOPMENT OF «RUSSIAN RAILWAYS»

The paper considers the history of unmanned trains. Their application in Russia. The control mode of unmanned trains is also considered.

Keywords: driverless train, driverless mode, driver-operator.

В мире активно развивается беспилотный железнодорожный транспорт. Большое будущее таким технологиям прочат и в России, где они могут стать примером и для продвижения в обществе самоуправляемых автомобилей.

Беспилотные поезда как пример автономного транспорта.

Французские инженеры заявили, что в 2019 году начнут испытания прототипа самоуправляемого скоростного электропоезда *TGV*. А появятся автономные высокоскоростные электропоезда *TGV* могут во Франции уже в 2023 году. По крайней мере, такую цель для себя поставил национальный французский железнодорожный оператор *SNCF*. Новый электропоезд *TGV* будет оснащен датчиками обнаружения препятствий, и при необходимости сможет тормозить в автоматическом режиме. Цель создания беспилотного электропоезда *TGV* – увеличение скорости передвижения, которая на данный момент составляет около 320 км/ч, а также частоты поездов. Логистический

оператор считает, что автоматическая система увеличит количество поездок между Парижем и Лионом на 25% [2].

Примечательно, что развитие беспилотных технологий на железнодорожном транспорте имеет уже довольно давнюю историю. Испытания беспилотных поездов проводились в конце 1940-х годов, а первые образцы автопилотов для поездов пригородного сообщения появились в середине 1960-х.

Сейчас беспилотные пассажирские поезда курсируют в 20-странах мира. В первую десятку самых протяженных беспилотных железнодорожных линий входят такие города, как Дубай, Ванкувер, Сингапур, а также Лилль, Пусан, Париж, Куала-Лумпур, Тулуза, Тайбэй, Токио. Скорое распространение беспилотных поездов пророчат и в России. О том, что РЖД активно ведет работы по созданию беспилотных поездов, например, недавно сообщил президент РЖД Олег Белозеров. По его словам, в частности, некоторые беспилотные технологии в настоящее время уже тестируются на станции Лужская (Ленинградская область), а также к применению беспилотников в целом готово Московское Центральное Кольцо (МЦК).

По мнению представителей логистических компаний, беспилотные технологии на транспорте дают много преимуществ. Директор проектного департамента компании *Nawinia Rus* Олег Урван отметил, что использование беспилотных технологий на железнодорожном транспорте увеличивает гарантии безопасности перевозок и влияет на четкость и своевременность процесса транспортировки, так как человеческий фактор отсутствует и если говорить о грузовом железнодорожном транспорте, то это очень сложный вопрос. Для возможности перевозки грузов на таком транспорте без машинистов потребуется четкое расписание движения поездов, что очень сложно выполнить, учитывая особенности движения грузового состава. В связи с развитием новых технологий есть вероятность, что в будущем перевозка без машинистов будет возможна. Но для этого необходимо решить множество вопросов для обеспечения безопасности [2].

Одновременно как в беспилотном автомобильном, так и в железнодорожном транспорте необходимы проверенные и безотказные решения. IT-советник генерального директора транспортно-экспедиционной компании «ПЭК» Вячеслав Тимонин подчеркнул, что не так уж сложно научить двигаться автомобиль или поезд в автоматическом режиме, поддерживая оптимальную скорость и реагируя на простые раздражители: препятствия на дороге или смену сигнала светофора. Значительно сложнее научить автопилот

делать это быстро и безошибочно, а ведь от его действий будут зависеть сохранность груза и чьи-то жизни. Кроме того, для полноценной работы автоматических транспортных средств необходима соответствующая инфраструктура. Это дорожная разметка и интеллектуальные центры в городах, точные и своевременно обновляемые карты, мощные бортовые вычислительные комплексы и чувствительные датчики, сеть для обмена информацией между участниками движения. «Интернет вещей» – это не только холодильники, покупающие продукты по списку в интернет-магазинах. Это и сложная система взаимодействия городского и личного транспорта с дорожной инфраструктурой: знаками, светофорами, другими машинами [2].

Первый электропоезд «Ласточка» с беспилотным управлением представили в тестовом движении на экспериментальном кольце ВНИИЖТ в Щербинке. Тестовую поездку на беспилотном электропоезде совершили заместитель председателя правительства России Максим Акимов и генеральный директор - председатель правления ОАО «РЖД» Олег Белозеров, сообщили в пресс-службе РЖД. Во время движения состав автоматически остановился перед манекеном, выставленным на пути. После рейса вице-премьер Максим Акимов объявил, что был совершен первый проезд поезда по технологическому полигону в полностью беспилотном режиме [1].

Максим Акимов отметил, что без сомнения это можно назвать технологическим прорывом, потому что это сделано руками наших инженеров, в наших технических центрах, Российскими железными дорогами вместе с большим количеством самых разных партнеров, которые поставляли для этого решения и центром сборки здесь выступили ОАО «Российские железные дороги». Это действительно технологический шаг в будущее. Так же он отметил, что во время тестовой поездки были отработаны технологии технического зрения, управления составом без участия человека. Также была протестирована внештатная ситуация, связанная с нахождением препятствия на пути [1].

Первый поезд «Ласточка» изготовил завод «Уральские локомотивы», это совместное предприятие группы «Синара» и компании *Siemens*. Поезд оснащен системой «машинного зрения». Как сообщалось, в июне завод передал первый скоростной электропоезд с системой машинного зрения. Для движения в автоматическом режиме на «Ласточке» установлено специальное оборудование для позиционирования положения поезда на инфраструктуре, связи с диспетчерским центром и обнаружения препятствий на пути. Поезд в беспилотном режиме способен следовать по графику, а при обнаружении препятствия на пути - автоматически тормозить, уточняют в пресс-службе РЖД.

Управление беспилотным электропоездом «Ласточка» может осуществляться автоматически, из кабины - машинистом и из центра управления перевозками - машинистом-оператором. Центр управления предназначен для контроля работы беспилотных поездов и принятия решений в случае возникновения нештатных ситуаций. К примеру, машинист-оператор может, при необходимости, перевести поезд из режима автоматического управления в режим дистанционного и непосредственно управлять движением.

Холдинг «РЖД» ведет разработку систем беспилотных поездов на различных объектах инфраструктуры. В будущем беспилотные технологии могут быть внедрены на железнодорожных линиях с большим объемом перевозок и малым интервалом попутного следования между пассажирскими поездами (например, на Московском центральном кольце), а также на грузовых станциях (маневровые локомотивы). Для этого требуется подготовить нормативную базу.

Научный руководитель – преподаватель Н. Л. Виситаева, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Официальный сайт ОАО РЖД [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.rzd.ru/>.
2. Инновационный дайджест, инновационное развитие ОАО «РЖД» [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.rzd-expo.ru/>.

УДК 629.46

М. Б. Хоменко

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

ДВУХЭТАЖНЫЙ ВАГОН В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ, ЭТО ФАНТАСТИКА ИЛИ РЕАЛЬНОСТЬ?

В работе рассмотрены достоинства и недостатки двухэтажных вагонов. Приведены технические характеристики. Сделан вывод о реальности двухэтажных вагонов в современном мире.

Ключевые слова: двухэтажный вагон, пассажировместимость, эксплуатация.

Mariya B. Homenko

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

A DOUBLE-DECKER CAR IN THE MODERN WORLD, IS IT FICTION OR REALITY?

The paper considers the advantages and disadvantages of double-deck cars. Technical characteristics are given. The conclusion is made about the reality of double-deck cars in the modern world.

Keywords: double-deck car, passenger capacity, operation.

Всего несколько поколений назад каждый бы ответил, что это фантастика, хотя первый двухэтажный вагон появился в 1905 году в России на Тверском вагоностроительном заводе. По разным причинам проект не получил широкого распространения и быстро сошел на нет. В 1965 году был снова возобновлен Ленинградским вагоностроительным заводом им. Егорова. Однако о двухэтажных поездах забыли на полвека и вспомнили только сейчас. 16 июня 2009 года Тверской вагоностроительный завод получил заказ от ОАО «РЖД» на строительство двухэтажных пассажирских вагонов. Изобретатели продумывали все до малейшей детали, не забывая о безопасности, удобстве в эксплуатации [1]. В настоящее время они набирают популярность в России. Что же сейчас представляет собой двухэтажный вагон?

Двухэтажный вагон – вагон, в котором для увеличения пассажироместимости устроены два салона для пассажиров, один над другим. Он имеет свои достоинства и недостатки.

Достоинства двухъярусных вагонов:

- более высокая пассажироместимости на 40-78% больше чем у одноэтажного вагона;
- часто входные двери нижнего салона расположены на более низком уровне, что позволяет обойтись без высоких платформ;
- экологичность эксплуатации.

Недостатки двухэтажных поездов:

- в случае катастрофы, такие вагоны опаснее (больше времени на эвакуацию и т.д);
- меньше мест для багажа, низкие потолки;
- большая высота вагона увеличивает его склонность к опрокидыванию;

– конструкция вагона усложняется, в частности, обычно требуется изогнутая хребтовая балка.

Все вагоны разделены на отделения, которые вмещают 2 или 4 человека. Так же в каждом купе есть: окно со стеклопакетом; 2 розетки; личные полочки; зеркало; спальное место.

Преимущества и недостатки первого этажа.

Так как поезд потерпел значительные изменения, нужно ознакомиться со всеми плюсами и минусами, которые могут ждать пассажиров двухэтажного состава.

Преимущества: для каждого места есть розетка или USB порт для зарядки мобильного телефона; комфортные и чистые биотуалеты; есть специальное купе для инвалидов; есть вагоны купе с 2-мя местами; в наличии отдельный санузел для инвалидов; так же есть бар и вендерные аппараты с газировкой и закусками.

Недостатки: теперь нет верхних полок для багажа, что существенно заставляет задуматься о том, куда определить свои сумки; значительно было уменьшено расстояние между полом и нижней полкой; над верхней полкой очень низкий потолок; соседей еще больше, чем в одноэтажном составе; имеются проблемы с кондиционерами, что особенно неприятно в жаркую погоду.

Нет однозначного мнения по поводу удобства на первом этаже. Пассажиры отмечают, что какие-то элементы стали намного приятнее для использования, но и имеются недостатки. Самый существенный – это пропавшее место для багажа.

Преимущества и недостатки второго этажа.

Второй ярус так же имеет свои плюсы и минусы, которые бросаются как на первый взгляд, так и выявляются во время поездки.

Преимущества: есть *Wi-Fi*. Причем, пассажиры поезда отметили, что работает он достойно; табло показывает температуру в туалете; выдается бесплатный «паек», в который входит: крекер, джем, булочка, мятная конфета, паштет и бутылка воды без газа.

Недостатки: самый главный и очевидный минус – это лестница. Людям в возрасте и с больными ногами будет тяжело подниматься по ней. Да и чемоданы поднимать крайне неудобно. Для того чтобы посмотреть в окно нужно согнуться. Окна находятся крайне неудобно, поэтому наслаждаться видом не получится. Размер вагонов. Второй ярус «тесноват» для тучных и крупных людей. Туалет находится на первом этаже.

Безусловно, вагоны потерпели изменения и двухэтажные составы – это удобно. Но есть и минусы, которые, возможно, в скором времени будут максимально устранены. Или хотя бы оптимизированы.

Технические характеристики:

- длина 26,2 м;
- высота 5,25 м;
- масса 64,8 т;
- ширина 3154 мм;
- количество спальных мест: вагон с двухместным пассажирским купе – 30, вагон с четырехместным пассажирским купе – 64;
- скорость – 160 км/ч [2].

Доля перевозок пассажиров дневными поездами от общего объема перевозок составила за 2019 год- 17,4%.

Подводя итог, могу сделать вывод о том, что в современном мире двухэтажный вагон – это реальность. Двухэтажные поезда набирают популярность.

На сегодняшний день состав из двух этажей можно встретить по следующим маршрутам: Ростов-на-Дону – Адлер; Кисловодск – Москва (из Москвы в Кисловодск едет одноэтажный поезд); Москва – Казань; Москва – Санкт-Петербург; Москва – Адлер; Москва – Воронеж; Москва – Самара; Санкт-Петербург – Адлер; Москва – Ижевск;

Двухэтажные вагоны получили широкое распространение и позволили существенно повысить эффективность перевозок, избежать дополнительных расходов, связанных с удлинением платформ и путей пассажирских парков.

Научный руководитель – преподаватель Н. Л. Виситаева, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Общий курс железных дорог [Текст]: учебник для студентов техникумов и колледжей железнодорожного транспорта: допущено Департаментом кадров и учебных заведений МПС РФ / В. Н. Соколов [и др.]; ред. В. Н. Соколов. – Стереотипное изд. – М.: Альянс, 2018. – 295 с.

2. Воронова Н. И. Техническая эксплуатация пассажирских вагонов: учебник / Н. И. Воронова, Н. Е. Разинкин, В. А. Дубинский. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. – 211 с.

В. А. Отт

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПРОГРЕВ ЛОКОМОТИВОВ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД И ОПТИМИЗАЦИЯ ЧИСЛЕННОСТИ МАШИНИСТОВ ПРОГРЕВА

В статье рассматриваются вопросы по прогреву тепловозных дизелей в холодное время года. Работа направлена на повышение эффективности использования дизельного топлива при прогреве тепловозов за счет снижения работы дизеля на холостом ходу.

Ключевые слова: оптимизация, тепловоз, прогрев локомотива, холостой ход.

Victor V. Ott

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

WARMING UP LOCOMOTIVES IN WINTER AND OPTIMIZING THE NUMBER OF DRIVERS WARMING UP

The article deals with the issues of heating diesel locomotives in the cold season. The work is aimed at increasing the efficiency of using diesel fuel when heating locomotives by reducing the operation of diesel at idle.

Keywords: optimization, locomotive, locomotive heating, idling.

В зимнее время дизель тепловоза, практически не глушится, так как темп охлаждения различных элементов, как водяной, так и масляной систем дизеля весьма различен. По экспериментальным данным при температуре наружного воздуха – 140С и скорости ветра до 4,5 м/с через 40 минут охлаждения теплосиловой установки маневрового локомотива температура воды на выходе из дизеля снижается на 50С, а в нижнем коллекторе радиатора и в трубе подвода воды в дизель на 280С соответственно [2]. Таким образом, наибольшая скорость охлаждения узлов дизеля наблюдается в нижнем коллекторе радиатора и трубе подвода воды в дизель.

Аналогичные выводы можно сделать и для масляной системы за исключением масла, находящегося в картере дизеля. В картере дизеля (несмотря на то, что он находится в самой нижней точке всего двигателя) масло охлаждается медленнее всех остальных частей масляной системы, так как после остановки дизеля в картере сосредотачивается более 70 % всего

масла системы, обладающего большой тепловой инерцией [2].

Анализ статистических данных показал, что маневровые тепловозы до 70% времени работают на холостом режиме или простаивают с заглушенным дизелем (рис. 1).



Рисунок 1 – Анализ времени работы локомотивов

С заглушенным дизелем в условиях низкой температуры окружающей среды темп охлаждения отдельных частей систем дизельного двигателя тепловоза значительно выше, чем у самого дизеля, и без использования средств прогрева теплосиловой установки возможно перемерзание отдельных частей систем, а также значительное охлаждение масла с последующим повышением его вязкости.

Из выше перечисленного следует, что прогрев дизеля (или горячий простой) и его систем необходим для поддержания необходимой температуры воды, масла и топлива на уровне, обеспечивающем постоянную готовность тепловоза к работы.

Выполнен анализ времени нахождения локомотивов на горячем простое, без локомотивной бригады, результаты приведены в таблице 1.

Сегодня, на сети железных дорог РФ широко используются системы прогрева локомотивов, зачастую дизельный двигатель работает в режиме холостого хода (без нагрузки). В результате, при минимальной частоте вращения коленчатого вала дизеля в значительной степени ухудшается процесс сгорания топлива с последующим нагарообразованием на деталях форсунки, газораспределительного механизма и газозоудшного тракта. Поэтому прогрев дизеля в режиме холостого хода, является наиболее простым с технической точки зрения, и самым затратным с точки зрения эксплуатационных расходов и сохранения моторесурса дизельного двигателя тепловоза.

Таблица 1

Горячий простой тепловозов без локомотивной бригады

Локомотивное депо	Простой, ч		Расход, т		Часовой расход, кг/ч	
	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.	2018 г.	2019 г.
ТЧЭ-2 Омск	24 477	30 160	95,5	74,1	3,9	2,5
ТЧЭ-3 Барабинск	2 806	2 884	46,0	51,8	16,4	17,9
ТЧЭ-4 Новосибирск	18 910	14 825	100,8	56,3	5,3	3,8
ТЧЭ-7 Барнаул	109 272	138 879	1 727,9	1 771,2	15,8	12,8
ТЧЭ-10 Карасук	33 663	39 560	497,9	464,1	14,8	11,7
ТЧЭ-12 Тайга	10 238	9 926	112,0	113,1	10,9	11,4
ТЧЭ-14 Белово	2 015	1 782	8,1	6,9	4,0	3,9
ТЧЭ-15 Новокузнецк	9 515	9 726	75,2	79,5	7,9	8,2
ТЧЭ-19 Топки	1 891	1 780	9,8	7,8	5,2	4,4
Всего по дирекции	212 786	249 521	2 673,2	2 624,8	12,6	10,5

Применение на тепловозах специальных систем прогрева должно способствовать максимальному сокращению непроизводительной работы тепловозов в режимах самопрогрева при отстоях на тракционных путях локомотивного депо.

В настоящее время известны три способа предпускового прогрева силовых установок тепловозов, находящихся в ожидании работы:

- система самопрогрева локомотива, когда локомотив находится в рабочем состоянии;
- использование электроэнергии от стационарного источника (система «Контур»);
- использование котлов-подогревателей, работающих на жидком топливе или газе (система «Гольфстрим»);
- использование тепловой энергии котельных установок депо.

К недостаткам существующих способов можно отнести:

- расход топлива на прогрев локомотива;
- размещение специализированных устройств, расположенных около котельной депо, обеспечивающих возможность подключения систем дизеля к котельной установке депо (стационарная система);
- нужно изымать из эксплуатации тепловозы для осуществления прогрева на выделяемых путях
- сложность конструкции локомотива при установке систем прогрева.

Наиболее эффективным способом является нахождение локомотива в зимний период времени в отапливаемом помещении, в виде ангара. Большую часть времени локомотивы находятся на тракционных путях, вблизи локомотивного депо. Поэтому, расположение отапливаемых стойл под локомотивы, на данной территории, является оптимальным способом поддержания их в холодное время года. На рис. 2 представлен план тяговой территории депо, с указанием места расположения ангара, для прогрева локомотивов.



Рисунок 2 – План тяговой территории депо

Преимуществами размещения локомотивов отапливаемом помещении, в виде ангара, для в зимний период времени, являются:

- экономия средств, за счет исключения потребления дизельного топлива на прогрев;
- снижения количества моточасов дизеля, за счет исключения времени нахождения в рабочем состоянии.

Предварительная экономическая эффективность, с учетом затрат на возведения ангара, составляет более 200 тыс руб. в год на один маневровый локомотив.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Локомотивы» В. А. Минаков, ОмГУПС.

Список литературы

1. Исследование вопросов механики и теплопередачи агрегатов подвижного состава, технология ремонта и эксплуатации транспортных машин М.: Транспорт, 1975. –162 с.

2. Хомич, А. З. Топливная экономичность и вспомогательные режимы тепловозных дизелей / А. З. Хомич. – 2-е изд. – М.: Транспорт, 1987. – 271 с.

3. Повышение эффективности прогрева силовых установок тепловозов при отстое в холодное время года [Текст]: дис. канд. техн. наук: 05.22.07 / Р. Ю. Якушин; Омский государственный университет путей сообщения. – Омск: ОмГУПС, 2002. – 189 л.

УДК 621.331.004.18

В. В. Поддубных

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

АНАЛИЗ АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ УСТРОЙСТВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ АВТОВЕДЕНИЯ ГРУЗОВЫХ ПОЕЗДОВ

Железные дороги России по своей технической оснащенности и показателям перевозочной работы представляют собой крупнейшую транспортную систему в мире. Бесперебойная и безаварийная работа такого многоотраслевого хозяйства требует взаимоувязанной и слаженной работы всех звеньев. Превентивной мерой повышения безопасности является направление автоматизации технологических процессов, а именно комплекс автоведения поездов.

Ключевые слова: автоведения поездов, тепловоз, грузовой поезд.

Vladimir V. Poddubnih

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

ANALYSIS OF ALGORITHMS OF OPERATION OF DEVICES USED FOR THE AUTOMATIC FREIGHT TRAIN

Russian Railways are the largest transport system in the world in terms of their technical equipment and transportation performance. Uninterrupted and trouble-free operation of such a multi-industry economy requires mutually connected and coordinated work of all links. A preventive measure to improve safety is the direction of automation of technological processes, namely the complex of auto-driving trains

Keywords: auto-driving trains, diesel locomotive, freight train.

Расходы собственников подвижного состава и операторов железных дорог на энергию для тяги поездов составляют значительную долю суммарных затрат. Так, в ОАО «РЖД» в 2013 г. затраты на топливо для тяги поездов составили 81,3 млрд р.,

а на электроэнергию — 111,9 млрд р. [3]. Суммарно доля расходов на энергию для тяги поездов составила 17% общих расходов компании [3].

Доля расходов на тягу поездов компаний – собственников локомотивной тяги, в чьи затраты не входит инфраструктура, может достигать 40%. Очевидно, что для компаний, стремящихся увеличить эффективность своей деятельности, снижение расходов на энергию для тяги поездов должно быть приоритетной задачей.

Возможность значительного снижения расходов на тягу поездов кроется в эксплуатации более экономичного подвижного состава и применении энергоэффективных приемов вождения поездов.

Так, после модернизации тепловозов «Железной дороги Якутии» [4] расход топлива на тягу поездов сократился до 35%. Удельный расход электроэнергии современных электровозов 2ЭС10 «Гранит» ниже, чем у электровозов ВЛ11 [5], до 30%. Конечно, столь существенная разница в экономии достигается лишь в случае относительно устаревших локомотивов, которые разрабатывались полвека назад.

Если сравнить электровоз 2ЭС10 и современный, но чуть более старший 2ЭС6, оказывается, что расход энергии у 2ЭС10 ниже на 8 – 10% при двукратной разнице в цене локомотивов: 2ЭС6 стоит 94 млн р., а 2ЭС10 – 190 млн р. Получается, что экономия 10% обходится приблизительно в 100 млн р. для каждого локомотива. При годовом потреблении электровозом электро-энергии стоимостью примерно 70 млн р. и при экономии в 10% разница в цене локомотивов окупится примерно через 25 лет. И это без учета стоимости инвестиций.

Другим направлением снижения затрат на энергию для тяги поездов является использование экономичных приемов вождения. Разница в расходе энергии у опытных и начинающих машинистов может быть больше, чем 25%. Однако, как известно, все не могут быть лучшими. Чтобы меньше зависеть от человеческого фактора, можно использовать системы автоведения поездов.

Система автоведения должна использовать:

- информацию о параметрах железнодорожного состава (вес, количество вагонов, их тяговые и тормозные характеристики и др.);
- расписание движения поездов;
- информацию о плане и профиле железнодорожного пути;
- информацию об ограничениях скорости на маршруте движения и сигналах путевой сигнализации.

Владея этими данными, система рассчитывает и реализует такое управление тяговым приводом локомотива или его тормозной системой, при

котором будет минимизирован расход энергии на поездную работу, исполнено расписание и соблюдены требования безопасности.

Особенности автоведения длинносоставных поездов повышенной массы в грузовом движении.

В грузовом движении, в отличие от пассажирского и пригородного, существенную роль приобретают следующие факторы:

- длина состава грузового поезда, как правило, значительно больше пассажирского;
- вес грузового состава, зачастую неравномерно распределенный между вагонами, тоже намного больше пассажирского;
- параметры конкретного грузового состава могут значительно отличаться от обобщенных, используемых при расчете оптимального управления.

Пренебрежение возможными динамическими реакциями в составе поезда, которые зависят от режима движения, расположения состава на элементах профиля пути и распределения веса между вагонами, может привести к аварийным ситуациям – разрыву состава или выдавливанию вагонов.

При расчете энергооптимального управления [6] необходимо знать параметры поезда и среды его функционирования:

- тяговые характеристики локомотива;
- тормозные характеристики поезда;
- сопротивление движению поезда;
- состояние пути;
- вес поезда;
- поездную обстановку.

Неопределенность тяговых характеристик обусловлена наличием допускаемых отклонений при производстве двигателей, изменением их характеристик в процессе эксплуатации, а также отличием двигателей, установленных на электровагоны. Причем отличие фактических тяговых характеристик от расчетных, используемых системой управления, может достигать 10%.

Тормозные характеристики зависят от состояния тормозного оборудования подвижного состава и погодных условий, которые также влияют и на сопротивление движению. Однако в большей степени на сопротивлении движению сказываются свойства самого состава и состояние железнодорожного пути. По различным оценкам, величина сопротивления движению может отличаться от расчетных значений до 20%. Неопределенность состояния пути проявляется в изменении сцепных свойств, которые также

изменяются в значительных пределах (более чем на 50%). Отклонение фактического веса поезда от его расчетного значения также вносит неточность. Неопределенность поездной обстановки, а именно неопределенность движения на впереди лежащем участке, приводит к неверному расчету управляющего воздействия и, как следствие, перерасходу энергии.

Необходимо также учитывать взаимосвязь параметров подвижного состава. Отклонение веса поезда от расчетного значения оказывает непосредственное влияние на величины сопротивления движения, а состояние пути ограничивает возможность использования тяговых свойств электровоза.

Кроме того, скорость изменения различных характеристик не одинаковая. Тяговые и тормозные характеристики, вес поезда в процессе движения практически не изменяются. А вот сопротивление движению, поездная обстановка и состояние пути могут меняться весьма значительно.

Очевидно, отклонения реальных характеристик от используемых системой автоведения при расчетах значительно снижают ее эффективность и безопасность. Также, если водитель при управлении автомобилем не обратит внимания на скользкое дорожное покрытие, это в лучшем случае приведет к перерасходу топлива.

В табл. 2.1 приведено сравнение теоретических и экспериментальных данных для поезда массой 6000 т, наглядно отображающее влияние вышеуказанных параметров на расход ТЭР, затрачиваемых на тягу поездов [4].

Таким образом, в настоящее время основными причинами весьма ограниченного использования систем автоведения, прежде всего в грузовом движении, являются их недостаточная энергоэффективность – на 7,1% ниже, чем у лучших машинистов [3], – и динамические реакции в составе поезда, вынуждающие машинистов в целях безопасности отключать систему автоведения.

Следует отметить, что в существующих системах не учитываются другие немаловажные факторы, влияющие на безопасность движения поездов:

- устойчивость движения легковесного вагона в составе поезда при торможении;
- неблагоприятное сочетание профиля пути (спуски и подъемы), в комплексе с управлением тягой может привести к разрыву автосцепного оборудования;
- не используется потенциальный запас кинетической энергии состава, перед преодолением какого-либо подъема.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Локомотивы» В. К. Фоменко, ОмГУПС.

Список литературы

1. Системы автоведения, регистрации параметров движения и работы тягового подвижного состава [Текст]: обзорное пособие. – ООО «АВП-Технология». – М., 2009. – 96 с.
2. Техничко-жономическое обоснование внедрения мероприятия программы ресурсосбережения «Автомашинист электротяги пассажирское движение» [Текст]. – ЗАО «ОЦВ». – М., 2005. – 43 с.
3. Сидорова, Е. А. Разработка системы нормирования расхода электроэнергии на тягу поездов на основе исследования статистических закономерностей [Текст]: Дис... канд. техн. наук / Омский институт инженеров железнодорожного транспорта. – Омск, 1991. – 198 с.

УДК 621.311.4

М. А. Шель, А. Н. Королева

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

СКОРОСТНЫЕ ПОЕЗДА МИРА И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТРАНСПОРТА

В статье выполнен анализ существующих высокоскоростных поездов мира; будущие скоростные поезда на магнитной подушке.

Ключевые слова: инновации, скорость, развитие, современный мир, будущее.

Maxsim A. Shel, Anasnasiya N. Koroleva

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

THE FASTEST TRAINS IN THE WORLD AND PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF TRANSPORT

The article analyzes the existing high-speed trains of the world; future high-speed trains on a magnetic cushion.

Keywords: innovation, speed of development, the modern world, the future.

Как известно, высокоскоростной наземный транспорт железнодорожный транспорт - это транспорт, обеспечивающий движение скоростных поездов со скоростью свыше 250 км/ч по специализированным путям, либо со скоростью более 200 км/ч по существующим путям. Движение таких поездов осуществляется по специально выделенным железнодорожным путям, называемым высокоскоростной магистралью или на магнитном подвесе.

Современные высокоскоростные поезда развивают скорости до 350 – 400 км/ч, а на испытательных полигонах она увеличивается до 560 – 580 км/ч. Благодаря быстрой обслуживанию, высокой скорости движения и низкой себестоимости перевозок при большом объёме пассажиропотока они составляют серьёзную конкуренцию другим видам транспорта.

В основном высокоскоростные поезда перевозят пассажиров, однако существуют поезда, предназначенные для перевозки грузов: например, во Франции длительное время использовались для перевозки почты и посылок электропоезда *TGV*.

Начало регулярному движению высокоскоростных поездов было заложено в Японии по проекту *Shinkansen* в 1964 году. С 1981 года такие поезда появились во Франции, в Западной Европе, в Великобритании, в Китае. Именно в Китае, ставшем в начале XXI века мировым лидером по развитию сети высокоскоростных линий, началась эксплуатация высокоскоростного поезда *Maglev*.

У нас, в России, эксплуатация скоростных поездов «Сапсан» началась в конце 2009 года. В настоящее время для национальной системы высокоскоростного движения обсуждается идея строительства высокоскоростной железнодорожной магистрали Москва - Казань.

На сегодняшний день делают первые шаги в практике эксплуатации современные высокотехнологические и высокоскоростные поезда, остановимся на некоторых из них.

«*Frecciarossa 1000*» также известный как *ETR 400* или *ETR 1000* – это новый, более быстрый, удобный и безопасный поезд. Данный поезд курсирует по всем скоростным маршрутам в Европе, достигая максимальной скорости 400 км/ч благодаря своим шестнадцати мощным двигателям, распределенным по всем вагонам. Изображение «*Frecciarossa 1000*» приведено на рис. 1.



Рисунок 1 – Высокоскоростной поезд *Frecciarossa 1000*

Скоростной поезд «*Fastech 360*» *Shinkansen* рассчитан на максимальную скорость 405 км/ч и регулярную крейсерскую скорость 360 км/ч. В сотрудничестве с командой разработчиков *Hitachi* была разработана передняя область с трехмерным моделированием длиной в пятнадцать метров, которая была реализована для первого испытательного поезда. Изображение «*Fastech 360*» приведено на рис. 2.



Рисунок 2 – Высокоскоростной поезд *Fastech 360 Shinkansen*

Шанхайский поезд на магнитной подвеске или *Shanghai Transrapid* представляет собой поезд на магнитной подушке, парящий над путями на высоте 10 мм (*Maglev*) (от англ. *magnetic levitation* - «магнитная левитация»).

Эта линия работает в Шанхае, она является третьей в истории коммерчески эксплуатируемой линией *Maglev* (после британского Бирмингема

Maglev и немецкой *M-Bahn*), старейшим коммерческим, все еще действующим, и первым коммерческим высокоскоростным *Maglev* с крейсерской скоростью 431 км/ч (268 миль в час). Изображение этого поезда приведено на рис. 3.



Рисунок 3 – Высокоскоростной поезд на магнитной подушке (*Maglev*) *Shanghai Transrapid*

Японская система скоростных поездов на магнитной подвеске «*JR-Maglev*» разрабатывается Японским исследовательским институтом железнодорожной техники (*Japan Railway Technical Research Institute*) совместно с оператором *Japan Railways* с 1970-х годов. Изображение «*JR-Maglev*» приведено на рис. 4.



Рисунок 4 – Высокоскоростной поезд на магнитной подвеске *JR-Maglev*

В настоящее время испанская компания разрабатывает скоростной поезд нового поколения, который получил название «*Talgo Avril*». Изображение приведено на рис. 5. Название *Avril* расшифровывается как *Alta Velocidad Rueda*

Independiente Ligero, или «легкий высокоскоростной поезд с независимыми колесами».

Скорость движения поезда составляет 350 км/час, однако в технических спецификациях заявлена цифра 380 км/час - «ограничение» скорости обусловлено техническим состоянием железных дорог в Испании.



Рисунок 5 – Высокоскоростной поезд испанской компании *Talgo*

Прочие технические характеристики поезда *Talgo* таковы: ширина колеи: 1435, 1520 или 1668 мм, варианты с фиксированной шириной или с системой автоматического изменения ширины колесной пары, тяговая система, спроектированная для четырех уровней напряжения. В эксплуатации находятся модели стандартной ширины (2904 мм) и модели с более обширным пространством и более высоким уровнем комфорта (3200 мм).

Поезда «*Velaro*» (рис. 6) производства *Siemens AG* курсируют по испанским железным дорогам со скоростью 300 км/ч, хотя способны развивать до 403 км/ч. Производством этих моделей занимается компания *Bombardier*, известная по своей авиационной деятельности, поэтому при нахождении в салоне возникают ощущения полета в самолете. У нас, в России используются «*Velaro*» (больше известные под именем «Сапсан»), однако российская модификация развивает скорость только до 250 км/ч (на практике большая часть пути между Петербургом и Москвой преодолевается на скорости 200 км/ч).

Несмотря на то, что современная эксплуатационная скорость этого поезда ограничена 250 км/час, его модернизация (и скорее модернизация путей следования) позволит составу идти со скоростью в 350 км/час. На данный момент - это невозможно по множеству причин, одна из них вихревой эффект,

который способен сбить взрослого человека с ног на расстоянии в 5 метров от путей. Несмотря на то, что поезд построен на платформе *Siemens*, за счет более широкой колеи, используемой в России 1520 мм, против европейской в 1435 мм, стало возможным увеличить ширину вагона на 300 мм, что и делает Сапсан самым широким поездом в мире.



Рисунок 6 – Высокоскоростной поезд *Siemens Velaro* «Сапсан»

ОАО «РЖД» выступило инициатором проекта «Высокоскоростной интеллектуальный железнодорожный транспорт» по теме «Проведение поисковых исследований и создание научно-технического задела в области разработки транспортных систем с магнитным подвешиванием и линейным электроприводом, позволяющих повысить скорость железнодорожных сообщений до 1000 км/ч».

Одни из самых перспективных направлений в этой области - это технология магнитной подушки и последние достижения в области сверхпроводников повлияют на развитие транспорта будущего, организацию скоростного и высокоскоростного железнодорожного движения.

Следующее перспективное направление в создании транспорта будущего это вакуумный поезд или *Vactrain*, предложенный еще в 1909 году. Этот способ перемещения основан на движении с помощью магнитной левитации внутри труб в вакууме или сильно разреженном воздухе. Отсутствие воздушного сопротивления и трения позволит двигаться со скоростями предположительно 6400 - 8000 км/ч, т.е. в 5 - 6 раз быстрее скорости звука.

В Китае готовится к осуществлению проект рельсового поезда, способного развивать скорость около 1000 км/ч в подземном тоннеле с

пониженным давлением воздуха. Проект предполагается реализовать к 2020 году (если не помешает пандемия коронавируса). В США планируется строительство подводного Трансатлантического тоннеля для сверхзвуковых поездов на магнитной подушке со скоростями до 1200 км/ч и транспортной системы *Hyperloop*, представляющей собой поезд на воздушной подушке, движущийся в условиях форвакуума. Финская компания *Astronomic* презентовала проект вакуумного поезда «*Sonicloop*» со скоростью 1600 км/ч.

В России разработки в сфере транспортных перевозок касаются поездов с магнитной левитацией, которые станут передвигаться за счет электромагнитного поля, создаваемого проложенными под колеей мощными магнитами. Планируется, что маглевы с пассажирами на борту разовьют скорость до 600 км/ч.

Вывод: поезд будущего станет более автоматизированным: это будет поезд без машиниста, оборудованный компьютерным навигатором. При отсутствии локомотивной бригады в кабине управления безлюдные автономные пассажирские и грузовые поезда позволят повысить скорость движения, уменьшить интервалы между поездами и снизить технологические риски.

Научный руководитель – преподаватель Т. В. Коломеец, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://europetrains.ru/talgo-avril-novoe-pokolenie-ispanskix-vysokoskorostnyx-poezdov>.
2. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.hobvasilevskoe.lact.ru/e/3239869-poezda-s-razdvizhnoy-kolesnoy-paroy-talgo-isha>.
3. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://city.travel/blog/?p=5019>.
4. [Электронный ресурс]. – режим доступа: https://www.trenitaliatravel.com/ru/frecciarossa1000_train/.
5. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://naked-science.ru/article/nakedscience/v-prekrasnoe-daleko-na-poezde>.
6. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://okaywall.cc/novosti/tehnologii/zheleznyie-dorogi-ot-nastoyashhego-k-kontseptualnomu-budushhemu/>.

А. И. Карлов

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

УМНЫЕ ВОКЗАЛЫ

В статье рассказывается о значимости внедрения «умных вокзалов» в России.

Ключевые слова: инновационные технологии, инженерные системы, экономия энергоресурсов, повышенный уровень комфорта.

Alexey I. Karlov

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

SMART STATIONS

The article describes the importance of introducing smart stations in Russia.

Keywords: innovative technologies, engineering systems, energy saving, increased level of comfort.

«Умный вокзал» — это совокупность инженерных систем, которые позволяют максимально улучшить качество и скорость обслуживания пассажиров. При этом в процессах обслуживания минимизируется участие человека.

Основными целями модернизации являются:

- 1) Сокращение потребления электроэнергии вокзалом;
- 2) Увеличение срока эксплуатации технических средств;
- 3) Обеспечение повышенного уровня комфорта, как для пассажиров, так и для работников станции;
- 4) Внедрение автоматических систем управления жизнеобеспечением объекта (далее – АСУЖО);
- 5) Улучшение экологической обстановки на объекте (автоматический контроль за негативным действием инфраструктуры на окружающую среду);

6) Обеспечение соответствующего уровня санитарно-гигиенических условий;

7) Обеспечение соответствующего уровня безопасности на территории вокзала;

Основными способами улучшения систем жизнеобеспечения является внедрение современных технологий.

Например:

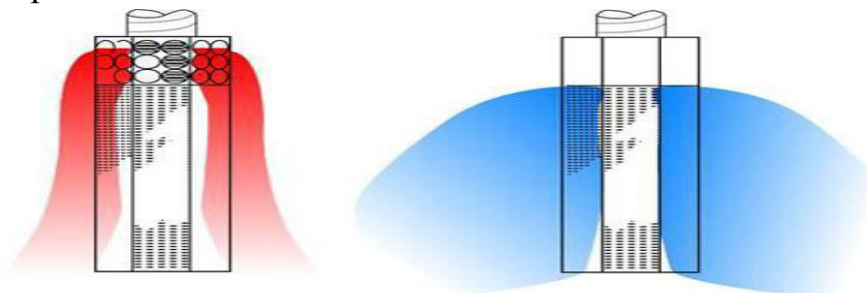


Рисунок – 1 Интеллектуальный комбинированный воздухораспределитель BOOSTER для нагрева и охлаждения (Легко размещается, не занимает поверхности пола. Эффективное смешивание теплого воздуха. Снабжение прохладным воздухом без сквозняка)



Рисунок 2 – Автоматизированные индивидуальные тепловые пункты



Рисунок 3 – Автоматизированная система светодиодного освещения вокзального комплекса (с интеллектуальными режимами управления освещением)

Дистанционный контроль над системами жизнеобеспечения осуществляется из региональных ситуационных центров за функционированием систем жизнеобеспечения вокзалов, которые берут на себя управление при возникновении нештатных ситуаций, а так же для оптимизации системы.

АСУЖО уже используются на 10 вокзалах Дирекции (Новокузнецк, Екатеринбург, Ладожский, Оренбург, Тюмень, Красноярск, Хабаровск, Челябинск, Пермь-2, Курган).

Инновационные технологии так же принимают участие в обеспечении комфорта для пассажиров и работников станции, в улучшении экологических характеристик, экономии энергоресурсов. В данный момент на железнодорожных станциях применяются: системы солнечных батарей, солнцезащитные пленки, беспрепятственный доступ на вокзал для маломобильных групп населения.



Рисунок 4 – Системы солнечных батарей



Рисунок 5 – Солнцезащитные пленки



Рисунок 6 – Беспрепятственный доступ на вокзал для маломобильных групп населения

Вывод: по моему мнению, внедрение «умных» железнодорожных вокзалов повышает имидж железнодорожного транспорта страны в целом, увеличивает доходы от пассажироперевозок и повышает уровень востребованности железнодорожного транспорта среди населения нашей страны.

Научный руководитель – преподаватель А. А. Соколова, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – режим доступа: http://www.rzd-expo.ru/innovation/infrastructure/passenger_complex/.
2. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://ecoteco.ru/library/magazine/4/technologies/rzhd-budet-sozdavat-umnye-vokzaly/>.
3. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://vgudok.com/lenta/umnye-vokzaly-speshat-na-pomoshch-rzhd-prodolzhayut-ustanovku-sistemy-informirovaniya>.

И. В. Бондаренко

Ташкентский Институт Инженеров Железнодорожного Транспорта (ТашИИТ),
г. Ташкент, Республика Узбекистан

ВНЕДРЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЛЬСОВЫХ ЦЕПЕЙ, КАК СПОСОБ УВЕЛИЧЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ БЛОК УЧАСТКА

На сегодняшний день, на большинстве дорог стран СНГ применяют классические рельсовые цепи (РЦ). Данные РЦ имеют ряд существенных недостатков. В данной статье рассматривается идея реализации динамических рельсовых цепей, т.е. перемещение оборудования автоблокировки из релейных шкафов на подвижную единицу (локомотив или вагон).

Ключевые слова: классические рельсовые цепи, динамические рельсовые цепи, трёхзначная и четырёхзначная система автоблокировки, блок-участок, путевое реле, режимы рельсовой цепи, сигнальные частоты, выпрямитель автоблокировочный кремниевый (ВАК), аккумулятор автоблокировочный с намазными пластинами (АБН).

Ivan. V. Bondarenko

Tashkent Railway Engineering Institute (TashREI), Tashkent city, Republic of Uzbekistan

IMPLEMENTATION OF DYNAMIC RAIL CHAINS AS A METHOD FOR INCREASING THE BLOCK-PLOT CAPACITY

Today, on most roads in the CIS countries, classic rail circuits are used (hereinafter referred to as RC, direct or pulse, as well as alternating current). However, these RCs have a number of significant drawbacks. This article will discuss the idea of implementing dynamic rail circuits, i.e. moving auto-lock equipment from relay cabinets to a moving unit (locomotive or wagon).

Keywords: classic rail circuits, dynamic rail circuits, three-digit and four-digit auto-blocking system, block section, track relay, linear relay, rail circuit modes, signal frequencies, silicon auto-lock rectifier (SALR), auto-lock battery with spreading plates (ABSP).

На перегонах с интенсивным движением применяют систему автоблокировки (АБ). Система предлагает разделение перегонов на отрезки, называемые блок-участками (БУ, рис 1).

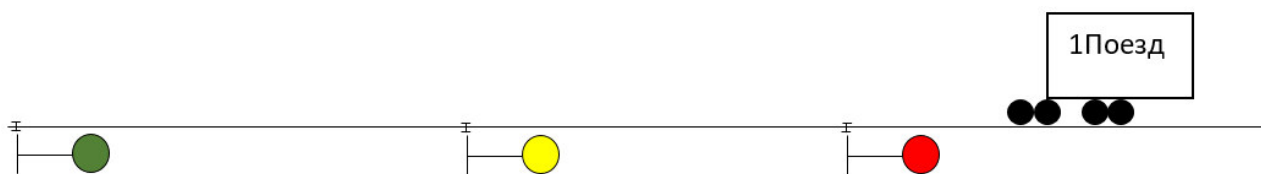


Рисунок 1 – Трёхзначная автоблокировка

На территории стран СНГ нашли применение трёх и четырёхзначные системы АБ. Различия в их показаниях приведены в табл.1.

Таблица 1

Отличия трёхзначной автоблокировки от четырёхзначной

Показания проходных светофоров	Значения показаний при трёхзначной АБ	Значения показаний при четырёхзначной АБ
Зелёный	Разрешено движение с установленной скоростью, впереди свободны два или более БУ.	Разрешено движение с установленной скоростью, впереди свободны три или более БУ.
Жёлтый и зелёный	Не применяется	Разрешено движение с установленной скоростью, впереди свободны два или более БУ.
Жёлтый	Разрешено движение с уменьшенной скоростью, впереди свободен один БУ.	
Красный	СТОЙ!!! Дальнейшее движение запрещено!!!	

Блок-участок – это РЦ, простейшее её устройство показано на рис. 2. Задача рельсовой цепи – контроль за состоянием блок-участка. Рельсовая цепь имеет 5 режимов работы. Рассмотрим первые три режима:

1. Нормальный (рис. 2) – В этом режиме работа рельсовая цепь свободна и исправна, путевое реле получает питание по следующей цепи:

$$\text{ВАК (+)} \rightarrow R_0 \rightarrow \text{РЛ} \rightarrow \text{ПР} \rightarrow \text{РЛ} \rightarrow \text{ВАК (-)} \quad (1)$$

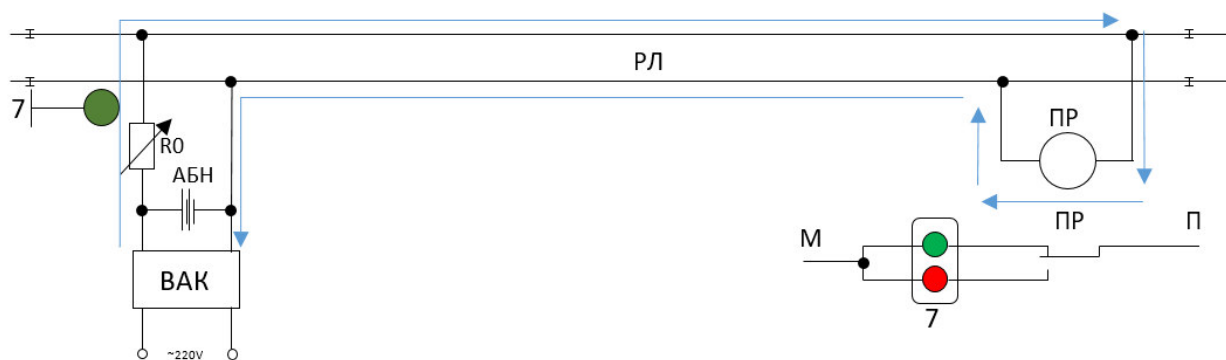


Рисунок 2 – Упрощённый вариант РЦ, в нормальном режиме:

ВАК – выпрямитель автоблокировочный кремниевый. Настраиваемый резистор R_0 ;

РЛ – рельсовая линия; ПР – Путьевое реле;

АБН – Аккумулятор автоблокировочный с намазными пластинами

2. Шунтовой режим (рис.3). В данном режиме, колёсная пара, находящаяся на РЦ, шунтирует путьевое реле и большая часть тока протекает по цепи (2):

$$\text{ВАК (+)} \rightarrow R_0 \rightarrow \text{Шунт} \rightarrow \text{ПР} \rightarrow \text{РЛ} \rightarrow \text{ВАК (-)} \quad (2)$$

Путьевое реле ПР обесточено, на светофоре горит красный огонь.

3. Контрольный – возникает при изломе рельса, или повреждении полотна, происходит разрыв цепочки (1), путьевое реле обесточивается, на светофоре горит красный огонь.

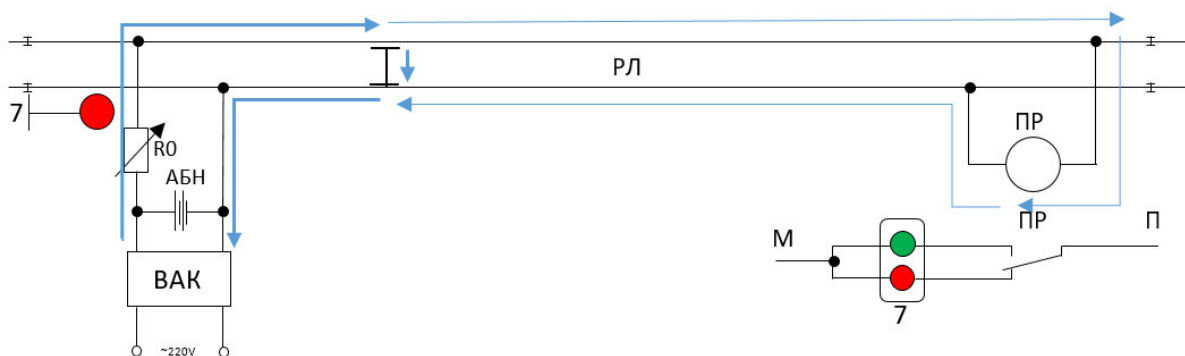


Рисунок 3 – Упрощённый вариант РЦ, в шунтовом режиме

Основными недостатками РЦ являются: снижение надёжности работы системы в плохих погодных условиях; возможность пробоя изолирующих стыков; высокая стоимость реле; недостаточно высокая пропускная способность на линиях с интенсивным движением; неэффективное использование цветных и драгоценных металлов; вероятность смещения тягового и сигнального тока, при неправильном выборе вида РЦ; высокое энергопотребление; децентрализованное расположение аппаратуры и т.д. [1]

Принцип работы динамических рельсовых цепей (ДРЦ).

Для систем с интенсивным или скоростным движением поездов применение классических РЦ может оказаться не эффективным, в связи со множеством факторов, например, пробой изолирующего стыка, что может повлечь коллапс на перегоне, вплоть до столкновения двух поездов.

Одним из решений недостатков классических РЦ может стать внедрение динамических рельсовых цепей.

Здесь оборудование контроля свободности участка, устанавливается непосредственно на поезде. Рассмотрим вариант такой системы реализации, на рис. 5.

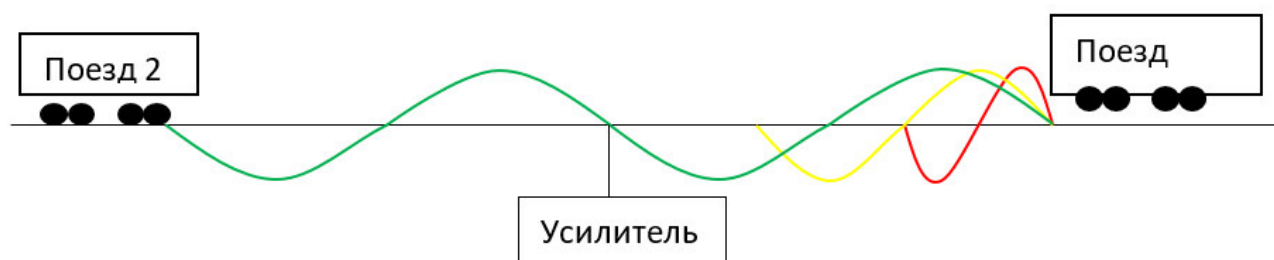


Рисунок 5 – Принцип работы простейшей ДРЦ

На локомотивах поездов А и Б установлено приёмное и передающее оборудование. Поезд «А» распространяет, по рельсам сигнал «КЖ» который распространяется на длину тормозного участка L. При достижении зоны действия частоты «КЖ», поезд «Б» начинает торможение, до полной остановки, или до выхода из зоны действия данного сигнала. Частота «Ж» требует ограничения скорости, а частота «З», необходима для контроля целостности рельсовых нитей. Частоты принимаются приёмными катушками локомотива, каждая из них соответствует определённому показанию. локомотивного светофора. Система имеет следующий недостаток, затухание в рельсовых цепях. Решение проблемы требует установки частотных усилителей на определенном расстоянии (рис. 6).

Преимущества системы: высокая пропускная способность, так как по сравнению с классическими РЦ в динамических можно достичь меньшего интервала между поездами; эксплуатация на линиях с интенсивным движением поездов; возможность строительства бесстыковой линий («бархатный» путь); возможность эксплуатации системы, независимо от рода тяги; низкое энергопотребление; эффективное использование цветных металлов; возможность перевода линии на «беспилотные» составы, без особых на то затрат.

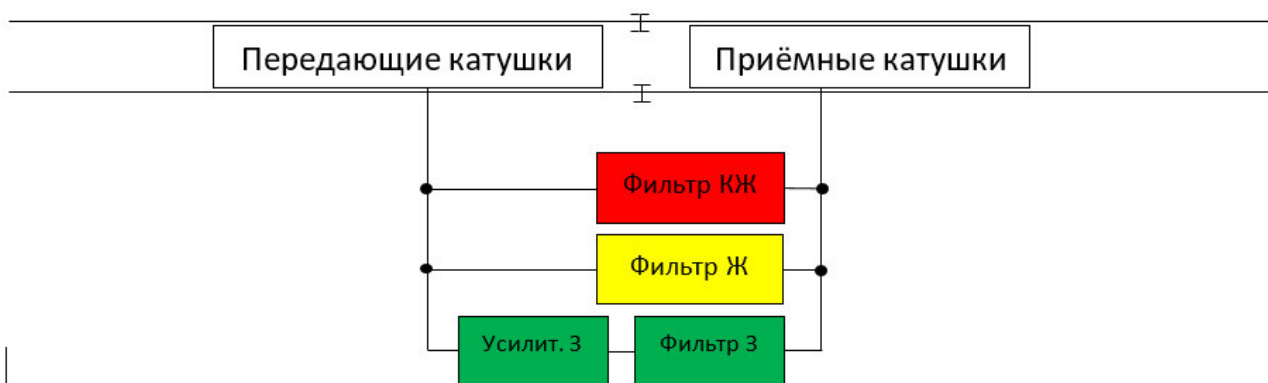


Рисунок 6 – Структурная схема блока усилителя

Недостатки системы: система требует тщательного контроля, так как поломка её элементов, может вызвать остановку движения на определённом участке пути; ввод частоты «з», ограничивает длину «бархатного пути», однако данный недостаток компенсируется возможностью контроля состояния рельсовых нитей.

Система может применяться так же на линиях метрополитена или скоростного трамвая (СЛТ).

Научный руководитель – ассистент кафедры «Безопасность жизнедеятельности» Б. И. Исмоилов, ТашиИИТ.

Список литературы

1. Воронин, В. А. Техническое обслуживание тональных рельсовых цепей / В. А. Воронин, В. А. Коляда, Б. Г. Цукерман. – М., 2007. – 90 с.

УДК 004.896

М. А. Зубарев, А. В. Горбунов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ЦИФРОВИЗАЦИЯ В ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИИ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ

Цель исследования – определить состояние цифровизации в общем и дать ее более обширную характеристику в энергетической отрасли. Дана характеристика цифровизации, рассмотрены примеры ее применения на предприятиях электроснабжения ОАО «РЖД».

Ключевые слова: цифровизация, электроснабжение, железные дороги, АСКУЭ.

THE DIGITALIZATION OF THE RAILWAYS' POWER SUPPLY

The purpose of the study is to determine the state of digitalization in general and give its' broader description in the energy industry. The characteristic of digitalization is given, and examples of its application at power supply enterprises of JSC "Russian Railways" are considered.

Keywords: digitalization, power supply, railways, SCADA.

Применение современных цифровых технологий имеет важнейшее значение в транспортных сетях, особенно в железнодорожном сообщении. Это связано с тем, что в нашей гигантской стране с суровыми погодными условиями именно этот вид транспорта в достаточной мере способен на удовлетворение потребностей экономики и населения. ОАО «РЖД» – это огромное предприятие, для контроля которого возможностей человека уже недостаточно, и в дело вступает цифровизация. Для этого реализуется проект «Цифровая Железная Дорога» [1], направленный на повышение эффективности деятельности компании за счет применения прорывных информационных технологий.

Увеличение количества цифровых сервисов в компании позволит оказать высокое влияние на объемы перевозок и получаемые доходы. С другой стороны, увеличение количества цифровых сервисов поддержит рост производительности труда и снижение операционных расходов, чему также будет способствовать имплементация информационных систем в рамках цифровых платформ.

В электроснабжении цифровизация позволяет управлять более сложными энергосистемами, способствуя развитию широкого спектра новых технологий, в том числе распределенной генерации. Цель цифровизации энергетики состоит в создании условий для цифровой трансформации ТЭК России, внедрения цифровых технологий и платформенных решений. Для достижения системного эффекта от цифровизации необходимо объединить усилия всех сторон – государства, компаний, инновационного сообщества, науки.

Энергообеспечение является важнейшей сферой деятельности в ОАО «РЖД». От бесперебойного снабжения электроэнергией зависит эксплуатация электроподвижного состава и надежная работа железнодорожных сооружений.

В энергоснабжении железных дорог постепенно вводятся все новые технологии и механизмы диагностики оборудования тяговых подстанций. Диагностика всегда подразумевает под собой оперирование большими объемами информации и применение различных инструментов, таких как «Интернет вещей» и «*big data*».

Одним из доказательств успешной реализации проектов, связанных с цифровизацией, является автоматизированная система контроля и учета энергоресурсов (АСКУЭ) ОАО «РЖД», включающая в себя более 250 тысяч пунктов учета электроэнергии.

Развитие АСКУЭ позволит ОАО «РЖД»:

- 1) осуществлять автоматические действия во внештатных ситуациях;
- 2) определять точное время конца жизнедеятельности оборудования;
- 3) исключать человеческий фактор ошибок;
- 4) автоматически прогнозировать продажу электроэнергии с помощью искусственного интеллекта и др.

С этой целью в инвестиционной программе ОАО «РЖД» [2] на период 2019 – 2025 гг. предусмотрены значительные финансовые вложения на внедрение АСКУЭ на вводах тяговых подстанций (рис. 1, без налога на добавленную стоимость).

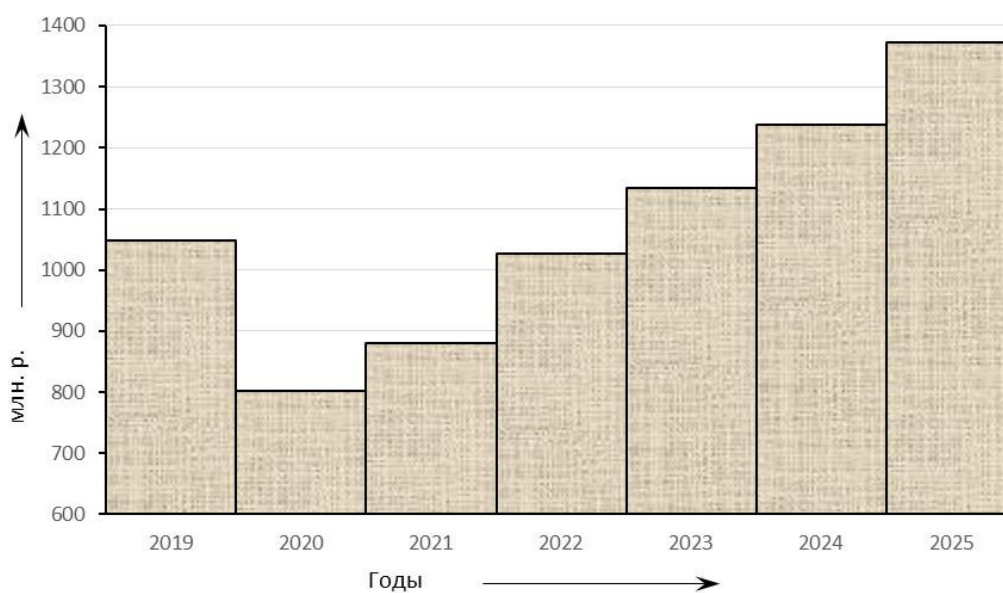


Рисунок – 1 Инвестиции на внедрение АСКУЭ

Существует система мониторинга работоспособности надежности и безопасности АСКУЭ, которая в свою очередь осуществляет наблюдение за приборами системы, формирует отчет об их состоянии, оптимизирует их

работу, контролирует своевременную замену, объединяется в одно целое с системами телеизмерений и технологическими системами, которые располагаются на подстанции.

Уже давно начала реализовываться система центров планирования и контроля потребления электроэнергии ОАО «РЖД» (ЦПК). Данный проект помогает решить множество проблем:

- 1) прогнозировать продажу электроэнергии;
- 2) устанавливать причины отличия планового и фактического потребления;
- 3) контролировать поставки электроэнергии;
- 4) контролировать исправность работы всех видов АСКУЭ.

ЦПК включает в себя следующие основные составляющие:

- 1) *raid*-массивы – технология, позволяющая объединять устройства (жесткие диски) в единое целое, что способствует быстрой обработке информации и надежному ее хранению;
- 2) автоматизированные рабочие места диспетчеров;
- 3) систему контроля доступа и систему безопасности персонала;
- 4) систему бесперебойного электроснабжения.

В состав ЦПК входит единая корпоративная автоматизированная система управления покупкой и потреблением электроэнергии. Данная система помогает принимать решения, связанные с покупкой электроэнергии, помогает в подсчете энергоресурсов в финансовых единицах, анализировать данные и на их основе распланировать потребление энергоресурсов, вплоть до каждого часа. Она это делает с помощью почасового мониторинга потребления электроэнергии.

Для исправной работы ЦПК человек обязан проводить некоторые мероприятия:

- 1) осуществлять контроль работоспособности оборудования систем электроснабжения на местах;
- 2) обновлять программное обеспечение;
- 3) по результатам отчетов системы осуществлять ремонт оборудования;
- 4) вести документацию эксплуатации.

Для совершенствования ЦПК рекомендуется:

- 1) сделать ЦПК способным адаптироваться к изменяющимся условиям, например, появлению нового оборудования;
- 2) идеализировать прогнозирование за счет внедрения навигационной системы ГЛОНАСС;

- 3) совершенствовать администрирование;
- 4) превратить ЦПК в управление распределительной сетью железной дороги.

Если рассматривать перемещение информации средствами цифровизации в системе электроснабжения, можно выделить три уровня:

- 1) тяговые и трансформаторные подстанции, системы тягового электроснабжения, линейные устройства;
- 2) дистанции электроснабжения;
- 3) дирекции по энергообеспечению.

На первом уровне сервер располагается на подстанции и собирает, обрабатывает данные с оборудования. Данная информация представляет из себя отчет с задачами, стоящими перед ремонтным персоналом, и отчет о техническом состоянии каждого элемента подстанции (для удобства обработки информации людьми хорошее состояние помечают зеленым, с какими-либо проблемами – желтым, отказ оборудования – красным). Эта информация поступает на второй и третий уровни. Ее передача осуществляется следующим образом: если на первом уровне не приняты своевременные меры по решению проблемы, то информация передается на второй уровень, а при такой же ситуации на втором уровне – передается на третий. Такой подход позволяет избежать избыточности информации и дублирования функций.

С целью повышения производительности труда, достижения абсолютной надежности, минимизации нежелательных потерь электроэнергии и исключения травмирования персонала реализуется проект цифровой тяговой подстанции железной дороги [3]. Для любого электрического оборудования подстанций характерны различные дефекты. Современные средства диагностики постоянно мониторят физические величины, помогающие в выявлении дефекта, способствуют его установлению, и, более того, определяют время, когда он достигнет критического состояния. Благодаря такой системе исключаются различные мероприятия и испытания, осуществляющиеся человеком [4].

Цифровизация в электроснабжении железных дорог повышает производительность труда, снижает его стоимость, улучшает контроль и безопасность производства и является основой бесперебойного энергообеспечения транспортного процесса.

Научный руководитель – д.т.н., заведующий кафедрой «Информатика и компьютерная графика» Е. А. Сидорова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Приложение № 4 к протоколу заседания совета директоров ОАО «РЖД». – 2019. – С. 9.
2. Научная электронная библиотека TADVISER [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.tadviser.ru/a/307861> (дата обращения: 17.04.2020).
3. Давыдов, Н. Цифровая подстанция / Н. Давыдов // Евразия вести. – 2019. – С. 4.
4. Давыдов, Н. «Цифровая трансформация» энергетического комплекса ОАО «РЖД» / Н. Давыдов // Евразия вести. – 2019. – С. 3.

UDC 621.311.4

Mikhail K. Popov

Rostov State Transport University (RSTU), Rostov-on-Don, the Russian Federation

DIGITAL TRACTION SUBSTATIONS IN MODERN RAILWAY POWER SUPPLY SYSTEMS

The article deals with the digital traction substation activity as an alternative to other types of substations with analog devices due to the creation of «smart grids» and the necessity of increasing power supply systems reliability and reducing of equipment cost.

Keywords: digital substation, automated control systems, power system protection.

Nowadays, the rapid development of railway transport leads to a significant increase in the load of railway electric power networks. Increasing power consumption results in the need to have a reliable and uninterrupted power supply system that is capable to adapt quickly to current working conditions. Due to the fact that electrical network is the system where the produced energy is consumed within a fraction of a second after its generation, the equipment for protection, control and management at traction substations must be automated and should be able to operate with a high responsiveness.

Complicated automation system is used in modern traction substations to ensure reliable power supply. A large number of various parameters of the substation equipment is constantly recorded by measuring devices in real time. Analog signals from such devices are fed through secondary circuits to analog-to-digital converters, where the digital signal gets to the higher levels of the automated control system. Large amount of such devices and converters leads to a significant increase in the

cost of the substation and to a reduction of protection and automation systems reliability. The solution to this urgent problem is the concept of digital substations.

The signal from the measuring devices at a digital traction substation enters the unified information network of the substation through fiber optic [1]. All information from measuring and control devices on such substation is collected on the server, which is duplicated for providing additional reliability. Thus the need to purchase physical variants of automation devices disappears and changing protection and control schemes consists of simple manipulations with software modules on a computer.

The project of such digital substation has become possible due to the development of information and communication technologies, as well as due to the creation of international standard IEC 61850 which standardizes networks and communication systems in substations. Due to the standard there is a possibility of implementation of new digital measuring devices on traction substations instead of traditional analog devices, for example, optical current transformers (fig. 1) and electronic voltage [2]. Such devices produce digital signals thus eliminating the need to use special analog-digital converters and complicated secondary schemes for signal transition.

Substation power equipment can cause interference in wire communication lines due to electromagnetic influence. This leads to necessity of error correction algorithms reducing the efficiency of automated control and resulting in data rate reduction. The use of optical fiber will increase the electromagnetic compatibility of equipment, and reduce the amount of expensive copper wires. In the future, cloud technologies can be implemented into digital substations thus allowing the creation of the so-called “smart grids” that will be able to more efficiently distribute power between consumers [3].



Figure 1 – Optical current transformers

However, the transition to cloud technologies is impossible without solving the issue of information security, since the possibility of introducing attackers into such smart grid can lead to disastrous consequences. This problem can only be solved by the coordinated work of domestic research centers aimed at creating a scientific concept for the transition to digital power generation and creating means of manufacturing equipment for digital substations [4].

In conclusion, digital traction substation is a necessary technology for the further development of railway power supply. Its implementation will lead to better management of control and automation processes on substations, decrease equipment costs and increase reliability of protective and automation equipment. However, the creation of such substations is complicated by a number of problems. Some of these problems are: the necessity to strengthen the information security of existing information systems, hiring specialists for the design and development of digital substations, as well as hiring highly qualified personnel for operation of such traction substations.

Research adviser – Cand. of Tech. Sciences, Associate Professor, Head of «Automated Systems of Electric Power Supply» department N. A. Popova, RSTU.

Language adviser – Cand. of Philological Sciences, Associate Professor of «Foreign languages» department M. N. Cherkasova, RSTU.

References

1. Aleksinskiy, S. O. Architectural solutions versions of relay protection system and automations of 110–220 kV «digital substation» / Aleksinskiy, S. O. // Bulletin of Ivanovo State Energy University. – 2011. – №1. – P. 42 – 47.
2. Sukov, S. V. The structure and equipment of a digital substation. / S. V. Sukov, N. A. Kolomeets // Actual problems of power engineering. Materials of the All-Russian Scientific Conference of students, undergraduates, graduate students. – 2016. – P. 201 – 205.
3. Loginov, E. L. Intelligent power industry: a new format for integrated management in the unified energy system of Russia / E. L. Loginov, A. E. Loginov // National interests: priorities and security. – 2012. – № 29 (170). – T. 8. – P. 28 – 32.
4. Loskutov, A. B. Problems in transition of electrical industry to digital technologies / A. B. Loskutov // Intelligent Electrical Engineering. – 2018. – № 1. – P. 9 – 27.

Д. А. Щербакова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СИСТЕМЫ ЗАЩИТЫ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ ТЯГОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ДИСТАНЦИИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ЗСЖД

Рассмотрены защиты выпрямителей тяговых подстанций, используемых в Кемеровской дистанции электроснабжения Западно-Сибирской железной дороги (ЗСЖД), новые типы цифровых защит, достоинства и недостатки современных защитных устройств, используемых в данный момент времени.

Ключевые слова: выпрямители, тяговые подстанции, традиционные релейные и цифровые защиты, защитные устройства.

Diana A. Shcherbakova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

PROTECTING SYSTEMS OF RECTIFIERS OF TRACTION SUBSTATIONS OF KEMEROVSKY DISTANCE OF ELECTRIC SUPPLY WEST SIBERIAN RAILWAY

This protection of traction substation rectifiers used in the Kemerovo distance of power supply of the West Siberian railway (ZSZHD), new types of digital protection and diagnostic systems, advantages and disadvantages of modern protective devices used on traction substations at the present time.

Keywords: rectifiers, traction substations, traditional relay and digital protections, protective devices.

Использование морально устаревших электромеханических реле – актуальная проблема в данный момент времени на тяговых подстанциях ЗСЖД.

Согласно научно-технологической стратегии «Белая книга» 2018 года необходимо выполнить ряд задач, к которым относятся [1]:

1. Замена устаревшего оборудования на новое, имеющее лучшие технико-экономические показатели.

2. Применение современных цифровых технологий на тяговых подстанциях, в системах релейной защиты, автоматики, измерения и

управления, построенных на современной цифровой базе и имеющих функции самодиагностики.

Релейная защита обеспечивает безаварийную и нормальную работу всей системы, она представляет собой комплекс устройств, назначение которых заключается в быстром автоматическом выявлении поврежденных элементов.

Релейная защита должна обладать селективностью, быстродействием, чувствительностью, надежностью.

Защиты, используемые на тяговых подстанциях ЗСЖД, используются двух типов: традиционные (релейные), и современные цифровые (созданные на микропроцессорной базе).

На тяговых подстанциях Кемеровской дистанции электроснабжения ЗСЖД в данный момент используются все виды традиционных защит:

- МТЗ – максимальная токовая защита с выдержкой времени и без выдержки времени (ТО – токовая отсечка);
- ЗЗ – защита от замыкания на землю;
- защиты от пробоя вентилей;
- газовая защита трансформатора;
- защита от длительной перегрузки выпрямителя;
- защита от коммутационных и атмосферных перенапряжений и др.

Релейная автоматика тесно связана с другими типами автоматики (АПВ, АВР и другие) и должна предотвращать развитие возможных аварий, а при их появлении, за кратчайший срок устранить их и восстановить нормальную работу тяговой сети.

К достоинствам традиционных защит относят:

- селективность;
- устойчивость функционирования;
- надежность.

Недостатками традиционных защит являются:

- узкая направленность каждой защиты;
- механический износ реле;
- большие размеры;
- крупные расходы на монтаж и обслуживание;
- трудоемкость в обслуживании и нерентабельность.

К цифровым защитам относятся: МСДП – микропроцессорная система диагностики преобразователей, блок микропроцессорной релейной защиты полупроводникового выпрямительного агрегата БМРЗ-ПВА, устройство защиты и сигнализации УЗС-15ЭМ, микропроцессорная защита

полупроводникового выпрямительного агрегата «Сириус-ЖД-ПВА», устройство микропроцессорной защиты и управления «Micom».

Система диагностики МСДП предназначена лишь для совместного использования с другими устройствами защиты [4].

Данная система обеспечивает:

- автоматическое повторное включение преобразователя;
- диагностику и защиту 6- и 12-пульсовых преобразователей;
- отключение преобразователя при срабатывании защит системы диагностики;
- функцию самодиагностики;
- контроль и сохранение в памяти информации о преобразователях.

МСДП защищает силовые вентили преобразователей тяговых подстанций (диоды, тиристоры) от пробоя.

УЗС-15М не допускает включения выпрямителя в работу при наличии хотя бы одного пробитого диода, а так же контролирует своевременное отключение выпрямителя в случае повреждения диода. Данное устройство применяют в выпрямителях, собранных по 6- и 12-пульсовым схемам на базе силовых блоков БСЕ [2].

«Micom» – многофункциональная защита, обеспечивающая защиту как выпрямителей, так и оборудования подстанции и отходящих линий высокого и низкого напряжения [3].

Недостатком защит МСДП и УЗС-15М является диагностирование лишь состояния вентиля.

Недостатком защит БМРЗ-ПВА, Сириус-ЖД-ПВА и «Micom» является отсутствие функции диагностики вентиля.

Достоинствами всех микропроцессорных видов защит и диагностики являются:

- высокая надежность и компактность;
- выявление неисправностей на ранних стадиях;
- многофункциональность;
- малые затраты на монтаж и обслуживание, рентабельность;
- выполнение функции самодиагностики.

Функциональные возможности цифровых защит приведены в табл. 1.

Таблица 1

Функциональные возможности цифровых защит преобразователя

Функции	БМРЗ-ПВА	Сириус-ЖД-ПВА	Micom P141	Micom P125
Максимальная токовая защита (МТЗ)	+	+	+	+
Ускорение МТЗ (УМТЗ)	+	+	-	-
Дуговая защита (ДгЗ)	+	+	-	-
Токовая защита нулевой последовательности (ТЗНП)	-	+	+	+
Защита от замыкания на землю (ЗЗ)	+	+	+	+
Логическая защита шин (ЛЗШ)	+	+	+	+
Газовая защита трансформатора	-	+	-	-
Защита от несимметрии и обрыва фазы питающего фидера (ЗОФ)	+	+	+	-
Защита от перегрузки выпрямителя	+	+	+	-
Защита минимального напряжения	+	-	+	+
Устройство резервирования при отказе выключателя (УРОВ)	+	+	+	-
Автоматическое выключение и отключение резерва (АВОР)	+	+	+	-
Управление ВПВА / БАОД	+	+	+ / -	+ / -
Самодиагностика	+	+	+	+
Измерение параметров сети	+	+	+	+
Программируемые реле, цифровые входы, светодиоды. Измерение параметров сети. Регистрация параметров аварий и аварийных процессов.	+	+	+	+
Аварийный осциллограф	+	+	+	-
Связь: RS-232/RS-485	+	+	+	+

Цифровые защиты более компактны, чем защиты на устаревших электромеханических реле. Габариты традиционных и цифровых защит (Ш×В×Г):

- Шкаф традиционных релейных защит: 900×2200×700 мм;
- УЗС-15ЭМ: 530×155×410 мм;

- БМРЗ-ПВА: 195×300×320 мм;
- «Сириус-ЖД-ПВА»: 305×190×215 мм;
- «Micom P125»: 104×177×226 мм;
- «Micom P141»: 206×177×243 мм.

На тяговых подстанциях Кемеровской дистанции электроснабжения эксплуатируется 35 выпрямителей, четыре из которых оснащены автоматизированной системой защиты диагностики преобразователей. В последующем эта система защиты заменялась разработчиками на систему МСДП. Остальные выпрямители тяговых подстанций оснащены традиционными видами защит. Очевидно, что от устаревших видов защит следует отказываться.

При строительстве новых и модернизации эксплуатируемых тяговых подстанций следует внедрять новые типы защит такие как:

- БМРЗ-ПВА (в качестве основной защиты), «Micom» (в качестве резерва);
- «Сириус-ЖД-ПВА» (в качестве основной защиты), «Micom» (в качестве резерва).

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» Е. Ю. Салита, ОмГУПС.

Список литературы

1. Стратегия научно-технологического развития холдинга «РЖД» на период до 2025 г. и перспективу до 2030 г. (Белая книга) [Текст] / Утв. распоряжением ОАО «РЖД» от 17 апреля 2018 г. №769/р. – М., 2018. – 128 с.
2. Силовые преобразователи тяговых подстанций и электроподвижного состава: учебное пособие [Текст] / Е. Ю. Салита [и др.]. – Омск: Омский гос. ун-т путей сообщения, 2013. – 131 с.
3. Каталог «Устройства микропроцессорной защиты и управления Micom». – М., 2014 г. – 56 с.
4. Неугольников, И. П. Защита и диагностика преобразователей тяговых подстанций: Научная монография [Текст] / И. П. Неугольников. – М.: Уральский гос. ун-т путей сообщения. – Екатеринбург, 2018. – 90 с.

Д. А. Щербакова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ОТ РТУТНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ К ПОЛУПРОВОДНИКОВЫМ

В данной статье рассмотрен переход от ртутных выпрямителей к полупроводниковым, история их развития. Так же рассмотрены преимущества замены полупроводниковых преобразователей и сравнение между статическими преобразователями друг относительно друга.

Ключевые слова: выпрямители, тяговые подстанции, полупроводниковые вентили, ртутные вентили.

Diana A. Shcherbakova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

FROM MERCURY RECTIFIERS TO SEMICONDUCTOR

This article discusses the transition from mercury to semiconductor rectifiers, the history of their development. The advantages of replacing semiconductor converters and comparison between static converters relative to each other are also considered.

Keywords: rectifiers, traction substations, semiconductor valves, mercury valves.

Статические преобразователи, использующиеся в электросиловых установках, в сравнении с применяемыми ранее электромашинными, имеют ряд преимуществ: отсутствие трущихся деталей, меньшие габариты и масса, более высокий КПД.

Благодаря статическим преобразователям осуществляют:

- преобразование переменного тока в постоянный;
- преобразование постоянного тока в переменный;
- преобразование переменного тока одной частоты в переменный ток другой частоты;
- преобразование постоянного тока одного напряжения в постоянный ток другого напряжения.

Все преобразования в электронике базируются на относительно простых электронных приборах. Электронным называют такой прибор, в котором используются явления, возникающие при направленном движении электронов.

В статических преобразователях основным элементом является электрический вентиль, пропускающий ток практически только в одном направлении.

В 1901 г. разработали первые ионные вентили с ртутным катодом. Немного позже, в 1904 г., начали разработку вакуумных электронных диодов, а в 1907 г. – электронных триодов.

В России под руководством В. И. Коваленкова, Н. Д. Папалекси и М. А. Бонч-Бруевича начали изготавливать электронные вентили в 1912 г. Для разработки генераторных и усилительных электронных вентилях (ламп) по указанию В. И. Ленина в 1918 г. создана Нижегородская лаборатория. На основании данных разработок организовали производство вентилях на первом заводе электровакуумных приборов «Светлана» [1].

Начиная с 1921 г. под руководством В. П. Володина в Нижегородской лаборатории началось изготовление ионных вентилях – стеклянных ртутных выпрямителей (рис. 1).

В 1931 г. в ЛИИЖТе были изготовлены первые металлические многоанодные ртутные выпрямители РВ 20/16 на напряжение 1650 В и выпрямители РВ 20/30 (рис. 2) на напряжение 3300 В.

С 1947 года выпускались одноанодные ртутные выпрямители разборной конструкции, а в последующем освоено производство неразборных (запаянных) ртутных выпрямителей.

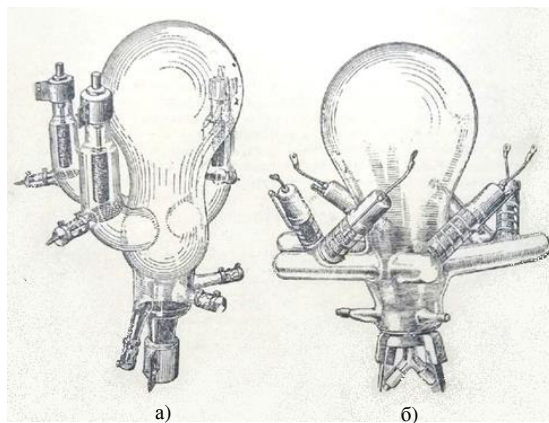


Рисунок 1 – Ртутные выпрямители:

а – 3-ВН-100 с сетками; б – выпрямитель фирмы Сименс-Шуккерт

Одноанодные ртутные выпрямители имели ряд преимуществ по сравнению с многоанодными:

- меньшее падение напряжение в дуге, а также большую устойчивость при перегрузках из-за меньшего расстояния между анодом и катодом;

- отсутствие влияния дуг соседних горящих анодов, за счет чего снижалась вероятность возникновения обратных зажигания и облегчалось сеточное управление;

- возможность комплектования выпрямителей различной мощности из одних и тех же вентилях посредством изменения числа вентилях, приходящихся на фазу;

- возможность применения любых схем выпрямления, в том числе трёхфазной мостовой и нулевой с последовательным включением вентилях и т. д [4].

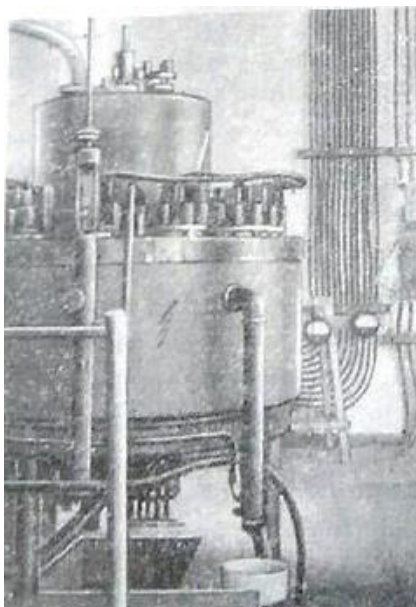


Рисунок 2 – Ртутный выпрямитель РВ 20/30

Внешний вид одноанодного ртутного выпрямителя приведен на рис. 3.

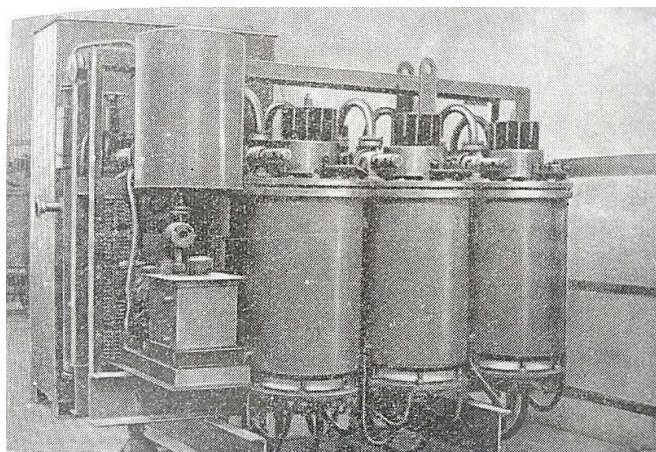


Рисунок 3 – Ртутный выпрямитель РМНВ-500х6:

Р – ртутный, М – металлический, Н – с насосами для откачки, В – с водяным охлаждением, первое число – номинальный средний анодный ток при выпрямленном напряжении 600 В, второе – число вентилях, входящих в выпрямитель

В 1956 г. при электрификации железных дорог начали применять запаянные ртутные выпрямители – игнитроны (рис. 4) [2].



Рисунок 4 – Игнитрон ИВС-200/10:

И – игнитрон; В – с водяным охлаждением, С – с сетками, числитель дроби означает номинальный средний анодный ток одного вентиля, знаменатель – допустимое максимальное обратное напряжение в кВ при данном токе

Первый полупроводниковый выпрямитель на напряжение 3,3 кВ появился в 1963 г. Только после освоения кремниевых вентилях стало возможным применение этих выпрямителей на тяговых подстанциях.

Первым полупроводниковым выпрямителем, который был включен в работу в 1965 г. на Южно-Уральской железной дороге, стал УВКЭ-1. С 1967 г. началось массовое внедрение полупроводниковых преобразователей, которые изготавливались на МЭЗе, позже на Таллинском электротехническом заводе.

Началась массовая замена ртутных выпрямителей на кремниевые типа УВКЭ-1, ПВЭ-3 внутренней установки с принудительным воздушным охлаждением, а затем на ПВКЕ-2 и ПВЭ-5А наружной установки с естественным охлаждением. Внешний вид ПВЭ-5 приведен на рис. 5.

В период с 1967 по 1973 г. г. на тяговых подстанциях страны был осуществлен полный переход от ртутных выпрямителей к полупроводниковым. Благодаря этому переходу, железная дорога получила следующие результаты:

- повышение надежности работы тяговых подстанций;

- сокращение потерь электроэнергии в выпрямителях;
- уменьшение эксплуатационных расходов;
- увеличение КПД более чем на 2 %;
- устранение загрязнения окружающей среды;
- сокращение сроков и объемов строительно-монтажных работ [3].



Рисунок 5 – Полупроводниковый выпрямитель ПВЭ-5

Развитие технологий не стоит на месте, и на данный момент происходит эволюция преобразователей: повышаются их технико-экономические показатели, внедряются новые силовые полупроводниковые вентили, системы их охлаждения и управления преобразователями и т. д. Внешний вид современного полупроводникового выпрямителя приведен на рис. 6.



Рисунок 6 – Выпрямитель 12 МВт с естественным охлаждением

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теоретическая электротехника» Т. В. Ковалева, ОмГУПС.

Список литературы

1. Засорин, С. Н. Электронная и ионная техника [Текст] / С. Н. Засорин, Н. А. Карш, К. Г. Кучма, Р. И. Мирошниченко. – М.: Транспорт, 1969. – 376 с.
2. Шляпошников, Б. М. Игнитронные выпрямители для тяговых подстанций железных дорог [Текст] / Б. М. Шляпошников. М., 1947. – 735 с.
3. Электрификация железных дорог России: сборник / Под ред. П. М. Шилкина. – М.: Интекст, 1999. – 280с.
4. Каганов, И. Л. Электронные и ионные преобразователи тока [Текст] / И. Л. Каганов. – М.: Объединенное научно-техническое издательство главная редакция энергетической литературы, 1937. – 379с.

УДК 621.311.4-52

А. Ю. Чигарёв

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ

В статье приведено общее описание цифровой подстанции, плюсы и минусы цифровой подстанции и где уже применяется цифровая подстанция.

Ключевые слова: цифровая подстанция, подстанция.

Alexander Y. Chigarev

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

DIGITAL SUBSTATION

The article provides a general description of the digital substation, the pros and cons of the digital substation and where the digital substation is already used.

Keywords: digital substation, substation.

Сегодня цифровая подстанция – одна из наиболее обсуждаемых в энергетическом сообществе тем. Многие отождествляют ее с инновациями в области автоматизации электрических подстанций.

В 2020 году тенденция перехода на цифровые технологии активно проявляется во всех жизненных процессах человека. Идеи применения цифровых технологий в системах сбора и обработки информации, управления и автоматизации подстанций появились еще 18 лет назад, их стремительное развитие началось только недавно. Все ведущие фирмы электроэнергетической отрасли активно работают в этом направлении. Расширяется количество теоретических и практических исследований, появляются новые международные стандарты, образцы оборудования, опытные полигоны. Это открывает возможности инновационных подходов к решению задач автоматизации и управления энергообъектами, позволяя создать подстанцию нового типа – цифровую подстанцию.

«Цифровая подстанция» – это подстанция с высоким уровнем автоматизации управления технологическими процессами, оснащенная развитыми информационно-технологическими и управляющими системами и средствами, в которой все процессы информационного обмена между элементами ПС, информационного обмена с внешними системами.

Работа и управление такими подстанциями базируется на программно-техническом комплексе цифровой подстанции, разделенном на структурные уровни, которые объединяются между собой посредством сегментов локально-вычислительной сети Ethernet.

Актуальность использования – переход к передаче сигналов в цифровом виде на всех уровнях управления подстанцией позволяя создать технологическую инфраструктуру для внедрения информационно-аналитических систем, снизить ошибки недоучета электроэнергии, уменьшить капитальные и эксплуатационные затраты на обслуживание подстанции, а также повысить электромагнитную безопасность и надежность работы микропроцессорных устройств. Применение данной технологии обеспечивает повышение за наблюдаемостью процессов на подстанции, мониторинг технического состояния, удаленную диагностику оборудования, обеспечивая при этом существенное сокращение операционных затрат.

На рис. 1 изображена структурная схема программно-технического комплекса цифровой подстанции.

Достоинствами данной цифровой подстанции являются:

- значительно уменьшить общее количество и номенклатура оборудования в составе программно-технического комплекса, что снижает объем профилактического обслуживания;
- значительное снижение количества кабельных связей в составе комплекса и их полная диагностируемость, что ускоряет поиск неисправности и сокращает время восстановительного ремонта;
- сокращение времени поставки и затрат на поставку запасных частей, инструментов, принадлежностей за счет использования вычислительных и коммуникационных средств общего назначения в составе системы;
- снижение объемов и частоты периодических проверок за счет организации более оптимального планирования профилактических и необходимых восстановительных работ;
- упростить и удешевить конструкцию микропроцессорных интеллектуальных электронных устройств за счет исключения трактов ввода аналоговых сигналов.

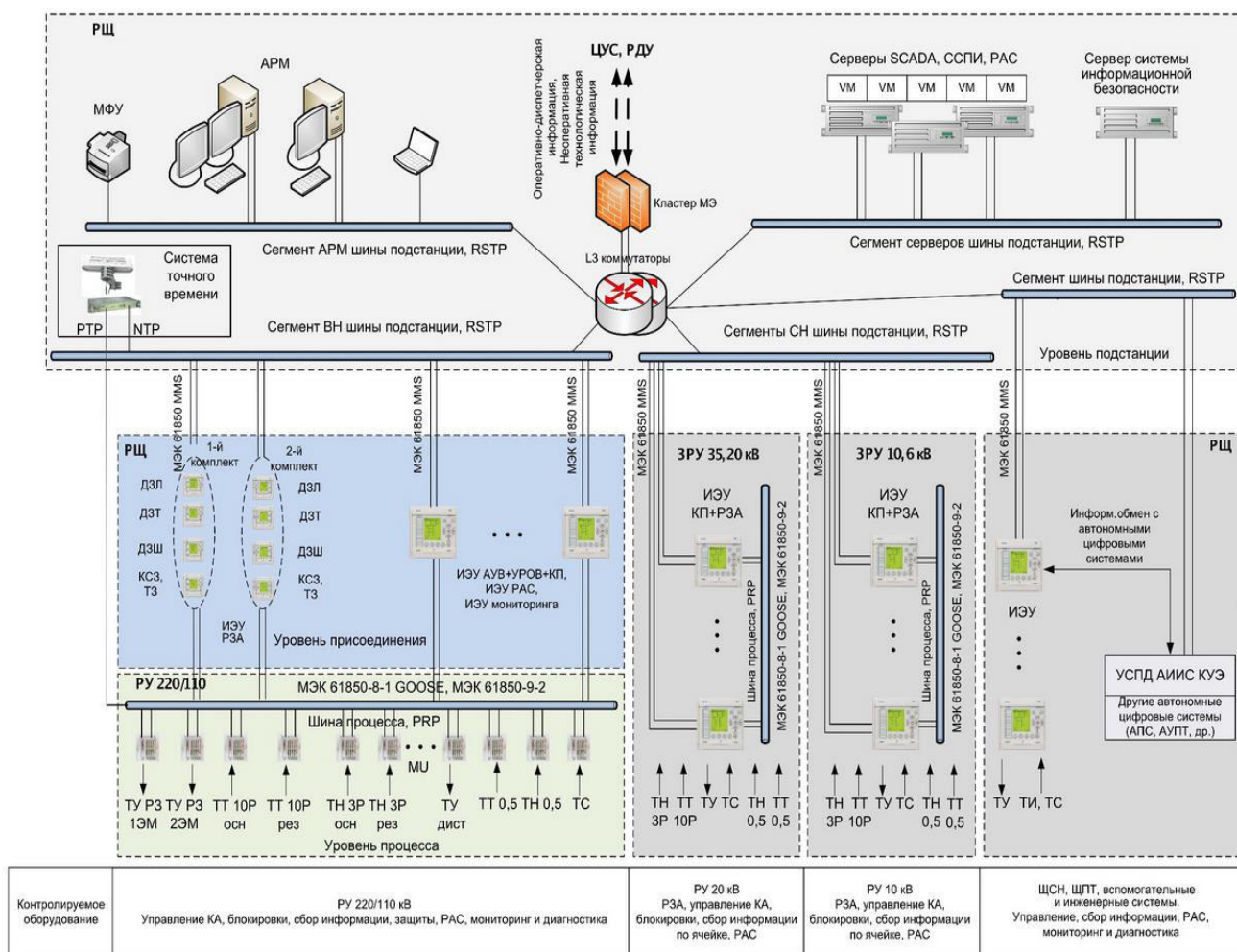


Рисунок 1 – Структурная схема программно-технического комплекса цифровой подстанции

Недостатком цифровой подстанции может стать применение не оптимального программно-технического комплекса с дублированием, что приведет к увеличению стоимости оборудования, а также повышенную сложность и новизну стандарта, опасность проникновения вирусной программы.

В том числе остается вопрос о защите подстанции от взломов и хакерских атак с целью нарушения работоспособности подстанции.

В России уже используются такие подстанции, например:

– ПС 110/20 кВ Медведевская (г. Москва, Сколково) Основана на базе оборудования ООО НПП «ЭКРА»;

– ПС 110/10 кВ имени М. П. Сморгунова (п.Солонцы, Красноярский край) основана на базе нескольких производителей, в том числе ООО «ЛИСИС», «ДЭП», «Микроника»;

– ПП 500 кВ Тобол (г. Тобольск) основана на базе нескольких производителей, в том числе ООО НПП «ЭКРА», *Siemens*;

– ПС 110 кВ Южная (г. Череповец) основана на базе нескольких производителей, в том числе ООО НПП «ЭКРА», ООО «ЛИСИС».

Научный руководитель – преподаватель Е. А. Скопинцева, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35-750 кВ (НТП ПС).

2. Нормы технологического проектирования Федеральной сетевой компании 2017.

УДК 656.254.4

А. С. Валенко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ЗАДАЧА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЦИФРОВОГО КАНАЛА ПОЕЗДНОЙ РАДИОСВЯЗИ В ДИАПАЗОНЕ ГЕКТОМЕТРОВЫХ ВОЛН

В данной статье рассматривается проблема проектирования цифрового канала поездной радиосвязи диапазона гектометровых волн. Дана оценка необходимости перехода от аналоговой поездной радиосвязи ГМВ-диапазона к цифровой. Проведен краткий анализ

видов цифровой модуляции и помехоустойчивого кодирования. В заключение сформулирована задача исследования и разработки цифрового канала поездной радиосвязи ГМВ-диапазона.

Ключевые слова: поездная радиосвязь, цифровая модуляция, помехоустойчивое кодирование.

Aleksei S. Valenko

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DIGITAL MEDIUM FREQUENCY BAND TRAIN RADIO COMMUNICATION CHANNEL DESIGN PROBLEM

This article deals with the problem of designing a digital medium frequency band channel for train radio communication. Study gives an assessment of necessity of switching from analog train radio communication in the MF band to digital. Also this article carries out a brief analysis of the types of digital modulation and noise-tolerant encoding. In conclusion, study formulates the task of research and development of a digital channel for train radio communication in the MF band.

Keywords: train radio communication, digital modulation, noise-tolerant encoding.

На железной дороге наряду с современными видами поездной радиосвязи (ПРС) уже более полувека используется ставший самым первым ее вид – ПРС ГМВ-диапазона с аналоговой частотной модуляцией. Его недостатком выступает большой уровень промышленных помех, создаваемых силовыми устройствами локомотива при электротяге, ограничивающий расстояние передачи сигнала.

В этом диапазоне для организации радиоканала используют направляющие линии, представляющие собой совокупность проводов линий электропередачи или специально подвешиваемых проводов и линейных устройств поездной радиосвязи, обеспечивающую распространение высокочастотной энергии гектометрового радиочастотного диапазона вдоль железнодорожных линий с минимальным затуханием [1].

Обладая способностью канализировать электромагнитную энергию ГМВ-диапазона, такие линии обеспечивают устойчивый прием радиосигнала при отсутствии прямой радиовидимости, в том числе в тоннелях, низинах и т. п. Такое достоинство позволяет и по настоящее время использовать радиостанции ГМВ-диапазона совместно с направляющими линиями в качестве одного из каналов ПРС.

В последние годы существенное улучшение характеристик радиосвязи МВ- и ДМВ-диапазонов ПРС осуществляется за счет перехода от аналоговых приемопередающих средств к цифровым. В подобных устройствах появляется возможность применения кодирования, перемежения, сжатия сигнала и т. д., что позволяет значительно повысить помехоустойчивость, дальность передачи, информационную емкость канала связи без изменения его мощностных и частотных параметров. Кроме того, цифровые устройства связи значительно проще поддаются сопряжению с другими цифровыми системами и средствами, уже используемыми на предприятиях железной дороги.

Аналоговая ПРС ГМВ-диапазона на электрифицированных участках имеет относительно небольшую дальность из-за высокого уровня помех. Поэтому целесообразно рассмотреть возможность применения цифрового канала связи, работающего в гектометровом диапазоне волн.

На данный момент цифровые каналы связи, работающие в метровых и дециметровых диапазонах волн, основаны на таких стандартах, как TETRA, GSM-R, DMR. Однако ни один из них не рассчитан на работу в частотном диапазоне, используемом существующей инфраструктурой аналоговой ПРС ГМВ-диапазона и не обладает необходимой помехоустойчивостью.

Таким образом, переход на цифровую ПРС ГМВ-диапазона требует создания новой сигнально-кодовой конструкции, способной обеспечить повышение эффективности работы радиоканала при сохранении выделенных частотных и энергетических параметров.

Проектирование цифрового канала связи опирается на выбор подходящих способов модуляции и кодирования передаваемого сигнала. Именно от этого выбора зависит наличие тех или иных элементов в структурной или функциональной схеме передатчика и приемника.

Среди видов цифровой модуляции, также называемой манипуляцией, выделяют амплитудную, частотную, фазовую, а также квадратурные амплитудную и фазовую модуляции.

С точки зрения реализации эффективными представляются простейшие виды угловой и квадратурной манипуляции, которые в сочетании с исправляющим помехоустойчивым кодированием могут обеспечить необходимый эффект. Интерес представляют и многопозиционные виды манипуляции, так как они позволяют передавать одним символом более одного бита информации. К таким видам, в частности, относятся квадратурная амплитудная модуляция (КАМ) и различные виды многопозиционной угловой манипуляции.

При цифровой модуляции сигнал может иметь различное число состояний. При этом, чем их больше, тем больше информации может быть передано за одно изменение амплитуды, частоты или фазы, однако тем сложнее различать эти состояния на приемной стороне и тем ниже помехоустойчивость канала связи.

При большом числе сигнальных точек (при количестве состояний сигнала более 4) защитное расстояние между ними в пространстве сигналов уменьшается. Поэтому увеличение скорости передачи при заданной помехоустойчивости требует соответствующего увеличения отношения сигнал/помеха на входе приемника.

При недостаточно высоких значениях вышеуказанных параметров применяют помехоустойчивое кодирование, позволяющее обнаруживать и исправлять ошибки, возникающие при передаче из-за действия помех. Его положительным эффектом является либо снижение вероятности ошибки, либо снижение энергетики передачи при той же вероятности ошибки, либо и то, и другое одновременно. Таким образом, кодирование расширяет возможности компромисса между полосой и энергетикой канала, присущего любой системе связи.

В качестве помехоустойчивого кода обычно используются блочные, сверточные и каскадные коды.

При блочном кодировании последовательность элементарных сообщений источника разбивается на отрезки и каждому отрезку ставится в соответствие определенная последовательность (блок) кодовых символов, называемая кодовой комбинацией. Множество всех кодовых комбинаций возможных при данном способе блочного кодирования, и есть блочный код [2].

Подвидом блочных кодов являются циклические коды. Они характеризуются тем, что все наборы, образованные циклической перестановкой любой кодовой комбинации, также являются кодовыми комбинациями. Это свойство позволяет в значительной степени упростить кодирующее и декодирующее устройства, особенно при обнаружении ошибок и исправлении одиночной ошибки.

Одним из представителей циклических кодов являются коды Боуза-Чоудхури-Хоквенгема (коды БЧХ). Они составляют мощный класс циклических кодов, который обеспечивает достаточную свободу выбора длины блока, степени кодирования, размеров алфавита и возможностей коррекции ошибок. Коды БЧХ очень важны, поскольку при блоках, длина которых равна порядка несколько сотен, такие коды превосходят своими качествами все другие блочные коды с той же длиной блока и степенью кодирования [3].

Другим видом циклических кодов является код Голея. Он позволяет исправлять ошибки высокой кратности (больше 1), однако требует более сложного устройства декодера и, соответственно, более широкой полосы пропускания.

Среди двоичных БЧХ-кодов особое место занимает подкласс кодов Рида-Соломона. Они оказываются весьма эффективными для борьбы с группирующимися в длинные последовательности ошибками (пакетами ошибок) [4].

Сверточные коды относятся к классу непрерывных кодов. Они характеризуются тем, что операции кодирования и декодирования производятся над непрерывной последовательностью символов без разбиения ее на блоки.

Важная особенность сверточных кодов, в отличие от блочных, состоит в том, что кодер имеет память. Поэтому кодирование каждого входного бита данных зависит не только от значения этого бита, но и от предшествующих ему бит.

При использовании алгоритма максимального правдоподобия (алгоритма Витерби) изучаются все возможные последовательности кодовых слов, которые могли быть созданы кодером, и выбирается та, которая выглядит статистически наиболее вероятной.

Почти во всех приложениях сверточные коды лучше блочных при той же конструктивной сложности кодера и декодера [3].

Следует учитывать, что блочное кодирование предназначено для обнаружения одиночных и групповых ошибок в канале связи, а также для их исправления (в определенных случаях). В свою очередь, сверточные коды хорошо исправляют случайные одиночные ошибки, но дают плохие результаты при пакетах ошибок. Поэтому сверточное кодирование совмещают с перемежением (перетасовкой) информационных символов, которое обеспечивает преобразование пакетов ошибок в одиночные [5].

Существующие стандарты подвижной связи, такие как GSM, TETRA, DMR, предусматривают применение каскадного кодирования информации, т. е. последовательного использования блочного и сверточного кодирования, что существенно повышает достоверность информации.

Таким образом, задача исследования и разработки цифрового канала ПРС ГМВ-диапазона может быть сформулирована следующим образом.

Для заданной полосы частот 20 или 40 кГц необходимо найти оптимальное сочетание способа модуляции и способа кодирования с перемежением, у которого при заданных помехоустойчивости (например, 10^{-4} или 10^{-5}) и пропускной способности (например, 7,2 или 9,6 кбит/с) минимально допустимое отношение

сигнал/помеха на входе приёмника будет значительно меньше существующих 12 дБ, (например, 3 или 0 дБ, а при возможности – минус 3 дБ).

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Телекоммуникационные, радиотехнические системы и сети» В. В. Зайцев, ОмГУПС.

Список литературы

1. ГОСТ Р 54959-2012 Железнодорожная электросвязь. Поездная радиосвязь. Технические требования и методы контроля.
2. Радиосистемы передачи информации: учебное пособие для вузов / В.А. Васин [и др.] / Под ред. И. Б. Федорова и В. В. Калмыкова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2005.
3. Скляр, Б. Цифровая связь: Теоретические основы и практическое применение. Изд. 2-е, испр.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003.
4. Феер, К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра: Пер. с англ. / Под ред. В. И. Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000.
5. Никитин, Г. И. Сверточные коды: учеб. Пособие / Г. И. Никитин. – СПб.: СПбГУАП, 2001.

УДК 621.331

Д. А. Петин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

АНАЛИЗ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНТАКТНОЙ СЕТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Разработка проекта строительства либо реконструкции контактной сети долгий, трудоемкий и кропотливый творческий процесс, требующий на разных его этапах слаженной работы большого числа специалистов. На сегодняшний день существует ряд разработок программного обеспечения, в которых используются современные информационные технологии для того, чтобы облегчить процесс проектирования контактной сети. У каждой из таких разработок есть свои особенности, преимущества и недостатки, история появления и перспективы дальнейшего развития.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, контактная сеть, САПР, объектно-ориентированное проектирование, информационное моделирование, геоинформационная система, управление жизненным циклом, цифровой двойник.

Daniil A. Petin

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES FOR THE AUTOMATED DESIGN OF THE OVERHEAD CONTACT LINE SYSTEM AT THE PRESENT STAGE

The development of a project for the construction or reconstruction of an overhead contact line system is a long, laborious and painstaking creative process that requires the coordinated work of a large number of specialists at various stages. To date, there are a number of software developments that use modern information technologies to facilitate the design process of the overhead contact line system. Each of these developments has its own characteristics, advantages and disadvantages, history of appearance and prospects for further development.

Keywords: railway, overhead contact line system, CAD, object-oriented design, building informational modeling, geographic information system, life cycle support, digital twin.

При анализе развития технологий, направленных на облегчение процесса проектирования контактной сети, важно понимать на каком этапе развития находятся современные информационные технологии, применяющиеся при проектировании в целом.

Наиболее широкое применение в проектной деятельности получили системы автоматизированного проектирования (САПР или CAD-системы, от англ. *Computer-Aided Design*) наряду с системами поддержки инженерных расчетов (CAE, от англ. *Computer-Aided Engineering*) и системами компьютерной поддержки производства (CAM, от англ. *Computer-Aided Manufacturing*). В последнее время с увеличением уровня развития информационных технологий в проектной деятельности совместно с САПР стали применяться: технологии взаимодействия с геоинформационными системами (ГИС), технологии информационного сопровождения и управления жизненным циклом изделий или CALS (от англ. *Continuous Acquisition and Life cycle Support*) и PLM (от англ. *Product Lifecycle Management*); технологии информационного моделирования или BIM (от англ. *building information modeling (model)*); технологии цифровых двойников (с англ. *digital twins*).

Диктуемые современным обществом постоянно растущие требования к разработке проектов и постоянно увеличивающиеся объемы информации, при использовании устаревших методик проектирования и расчета существенно снижают качество получаемых результатов, а порой делает получение их в срок

вовсе не осуществимым. Поэтому всё более актуальным становится использование достижений науки в области информационных технологий для автоматизации проектирования контактной сети. На сегодняшний день к наиболее заметному и перспективному программному обеспечению в области автоматизации проектирования контактных сетей относятся разработки компаний: ЗАО «Универсал – контактные сети», Siemens, Bentley Systems, а также совместные разработки Furrer + Frey и Signon Deutschland GmbH.

В последние годы российская компания ЗАО «Универсал – контактные сети» (УКС) активно ведет работы по совершенствованию методов проектирования с учетом новых возможностей, открывшихся благодаря развитию вычислительной техники, а также с учетом применения положений современных международных нормативных документов по контактной сети. На основе усовершенствованных методов компания УКС разрабатывает программные средства автоматизации проектирования. На сегодня УКС разработано более 20 специализированных программных модулей, составляющих рабочий инструмент инженер-проектировщика. В их числе прикладные компьютерные программы для решения различных задач на разных этапах жизненного цикла контактной сети. К одним из главных достижений компании УКС можно отнести разработку конечноэлементных моделей контактных подвесок (двухмерная линейная и нелинейная модели), модель динамического взаимодействия токоприемника и контактной подвески, внедрение технологий информационной поддержки проекта контактной сети на протяжении всего её жизненного цикла на основе создания единой информационной среды, в частности, разработки единой базы по контактной сети [1 – 4].

Немецкий пакет программ Sicat Master, разработанный компанией Siemens, предназначен для проектирования контактной сети магистрального железнодорожного транспорта. Пакет представляет собой независимую CAD-систему, результаты которой, благодаря различным интерфейсам, могут перерабатываться и дополнительно обрабатываться в других CAD-системах и офисных программах. К характерным особенностям программы можно отнести: совокупность взаимосвязанных программных модулей, объединенных в единый пакет программ; поддержку работы с наиболее известными площадками САПР (AutoCAD, MicroStation) и использование их как средство вывода графической информации; поддержку наиболее важных этапов проекта жизненного цикла контактной сети; интерактивное объектно-ориентированное проектирование контактной сети и поддержка работы с геоинформационными

системами немецких железных дорог; стандартизацию проектов контактной сети, гибкую систему разработки и внедрения новых стандартов; автоматическое формирование документации: чертежей планов, продольных и поперечных сечений, ведомостей и спецификаций; статические механические расчеты контактных подвесок и фиксирующих и поддерживающих конструкций; динамическую модель взаимодействия токоприемника и контактной подвески (Sicat Dynamic); визуализацию 3D-модели контактной сети [5].

Американской компанией Bentley Systems разработано программное обеспечение OpenRail, которое предназначено для проектирования железных дорог в соответствии с отраслевыми стандартами и стандартами проектирования. Характерными особенностями данного программного обеспечения являются: работа трех взаимосвязанных программных продуктов, выполняющих свои функции; основное направление – концептуальное проектирование железных дорог, где контактная сеть является одной из составляющих железнодорожной инфраструктуры; использование возможностей вышеупомянутого программного обеспечения Sicat Master для более подробного анализа модели контактной сети; поддержка работы с геоинформационными системами, 3D-картами местности, облаками точек; поддержка работы с концепцией цифровых двойников; использование обширной базы данных по контактной сети в соответствии с международными стандартами; визуализация 3D-модели контактной сети [6].

Швейцарской компанией Furrer + Frey и немецкой компанией Signon Deutschland GmbH совместно был разработан автоматизированный программный инструмент для проектирования систем контактной сети электрифицированного железнодорожного и городского электрического транспорта получивший название ELFF. Характерными особенностями данного программного обеспечения являются: совокупность взаимосвязанных программных модулей; реализация программного обеспечения на базе AutoCAD, что позволяет широко использовать его возможности; создание 3D-модели на основе 2D-плана контактной сети из единой базы данных и статические механические расчеты контактной подвески и фиксирующих и поддерживающих устройств на её основе; автоматическое проектирование участков контактной сети с последующим редактированием на основе задаваемых ограничений и данных железнодорожного полотна и пространственного положения оси пути; автоматизированное формирование документации: чертежей планов, продольных и поперечных сечений, ведомостей и спецификаций; гибкое оформление документации в

соответствии с настраиваемыми стандартами; визуализация 3D-модели контактной сети [8, 9].

Для сокращения затрат, связанных с поддержанием функционирования тяговой системы электроснабжения, сотрудниками института железнодорожных изысканий (Япония) RTRI (*Railway Technical Research Institute*) в качестве примера описана концепция использования цифровых двойников контактной сети для цифровизации её обслуживания, приведенная на рис. 1.

Работа цифрового двойника контактной сети осуществляется следующим образом. Во-первых, точные измерения статической трехмерной геометрии контактной сети производятся с использованием движущегося транспортного средства, а её уточненная цифровая модель строится на основе измеренных данных. Затем с помощью численного моделирования в различных условиях оценивается динамическое поведение контактной подвески и токоприемников. Наконец, с помощью численного моделирования прогнозируется дальнейшее ухудшение состояния контактной сети. Периодические обновления статической цифровой модели облегчают понимание временных вариаций в статической геометрии контактной сети. В итоге, в соответствии с этой информацией предлагается конкретный тип и сроки проведения технического обслуживания. Цифровой двойник также эффективен для проактивного обслуживания, поскольку эффект от улучшений оборудования, таких как регулировка фиксирующих и поддерживающих устройств, а также натяжения несущего троса и контактного провода, может быть количественно предсказан с помощью цифровой модели [9].

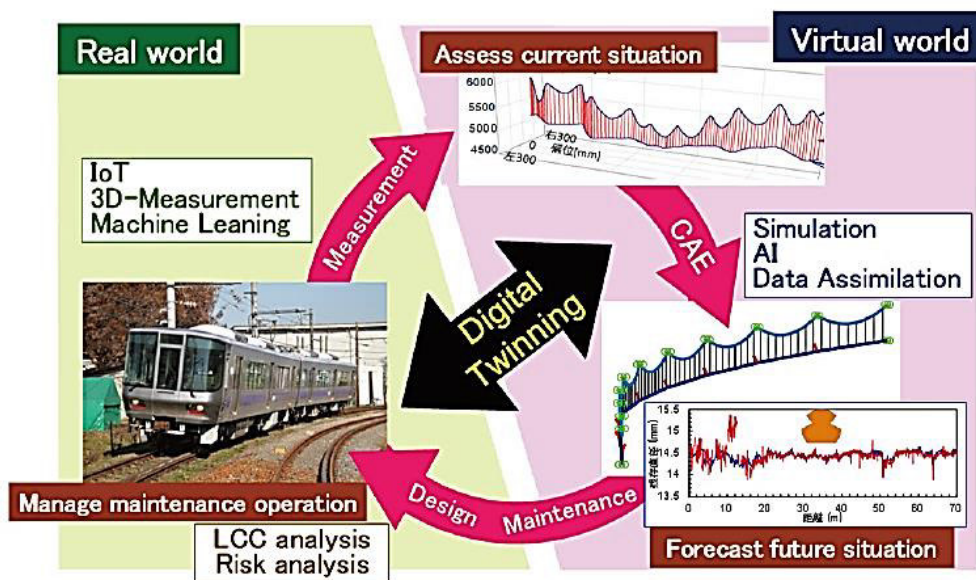


Рисунок 1 – Концепция работы цифрового двойника контактной сети [9]

Цифровые двойники контактной сети, наряду с цифровыми двойниками тяговых подстанций и других объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта, являются одной из важных составляющих цифровой железной дороги. В перспективе своего дальнейшего развития информационное сопровождение жизненного цикла контактной сети будет стремиться объединить в себе все вышеперечисленные информационные технологии и осуществляться на основе её точной цифровой копии. Это откроет новые возможности, такие как, осуществление цифрового мониторинга и контроля за состоянием контактной сети в режиме реального времени, и прогнозирование на основе этих данных её состояния в будущем, управление объемами и цепочками поставок оборудования на склад напрямую от производителей и поставщиков и др., что поможет оптимизировать обслуживание контактной сети и, таким образом, снизить затраты на эксплуатацию с сохранением заданного уровня надежности. Реализация этого будет означать переход на новый уровень технологий информационного моделирования. Практическая же реализация цифровых двойников контактной сети в настоящий момент является актуальной задачей.

Можно предположить, что в дальнейшем, системы автоматизированного проектирования контактной сети будут осуществлять полноценную взаимосвязь с цифровым двойником контактной сети, став одной из необходимых составляющих информационного обмена в структуре системы цифровой железной дороги, как показано на рисунке ниже.



Рисунок 2 – Место САПР контактной сети в концепции цифрового двойника контактной сети

Исходя из анализа возможностей и функционала вышеописанных разработок можно сделать вывод о том, что на сегодняшний день технологии автоматизации проектирования контактной сети достигли достаточно высокого уровня. Широко используются технологии управления жизненным циклом контактной сети, технологии информационного моделирования и связанные с их использованием преимущества: экономия средств; улучшение сбора данных и улучшения баз данных; меньшая доработка и сокращение трудозатрат за счет устранения ошибок; повышение производительности и сокращение человеко-часов для достижения требуемого результата, – достигнутые за счет улучшенного процесса проектирования, снижения стоимости строительства и производства, снижения затрат на эксплуатацию и обслуживание и т. д.

Также можно выделить характерные особенностями наиболее перспективных в настоящее время САПР контактной сети: структура, состоящая из различных программных модулей, отвечающих за автоматизацию отдельных процедур процесса разработки проекта, объединенных, как правило в один пакет программ; поддержка проектом информационного сопровождения контактной сети на протяжении всего её жизненного цикла; интерактивное объектно-ориентированное проектирование контактной сети; информационное моделирование контактной сети в трехмерном пространстве, гибкость редактирования 3D-модели; поддержка работы с востребованными системами автоматизированного проектирования и офисным программным обеспечением, в частности для редактирования разделов проекта, а также вывода графической информации и документации; осуществление работы с геоинформационными системами, пространственными картами реальной местности, проектирование на основе данных о пространственном положении железнодорожного полотна; автоматизация проектирования контактной сети на основе единой базы данных по контактной сети путем задания определенных ограничений; осуществление статических механических расчетов контактных подвесок и фиксирующих и поддерживающих устройств на основе трехмерной модели контактной сети; актуальным является разработка и совершенствование уже существующих моделей динамического взаимодействия токоприемников и контактной подвески; стандартизация проектов, гибкость к оформлению документации и соблюдению международных стандартов проектирования и оформления; автоматизированное формирование проектной и рабочей документации: чертежей планов, продольных и поперечных сечений, ведомостей и спецификаций; визуализация пространственной модели контактной сети.

В перспективе своего развития системы автоматизированного проектирования контактной сети будут осуществлять полноценную взаимосвязь с цифровым двойником контактной сети, став одной из необходимых составляющих информационного обмена в структуре системы цифровой железной дороги.

Научный руководитель – д.т.н., доцент кафедры «Электроснабжение железнодорожного транспорта» А. Н. Смердин, ОмГУПС.

Список литературы

1. Кудряшов, Е. В. Совершенствование методов проектирования контактной сети / Е. В. Кудряшов, Е. В. Мартыненко, Д. И. Чередников // Электрификация и развитие инфраструктуры энергообеспечения тяги поездов на железнодорожном транспорте: Материалы шестого международного симпозиума «Элтранс-2011». – СПб.: ПГУПС, 2013. – С. 246 – 257.
2. Кудряшов, Е. В. Разработка контактной сети для высокоскоростного движения на основе методов математического моделирования / Е. В. Кудряшов // Электрификация и развитие инфраструктуры энергообеспечения тяги поездов на железнодорожном транспорте: Материалы шестого международного симпозиума «Элтранс-2011». – СПб.: ПГУПС, 2013. – С. 226 – 238.
3. Кудряшов, Е. В. Механические расчеты контактных подвесок на основе статических конечноэлементных моделей / Е. В. Кудряшов // Известия Петербургского университета путей сообщения. – 2010. – Вып. 3 (24). – С. 258 – 268.
4. Кудряшов, Е. В. Создание единой информационной среды в рамках внедрения концепции управления жизненным циклом контактной сети / Е. В. Кудряшов, Д. Ю. Хребтов // Электрификация и развитие инфраструктуры энергообеспечения тяги поездов на железнодорожном транспорте: Материалы шестого международного симпозиума «Элтранс-2011». – СПб.: ПГУПС, 2013. – С. 238 – 246.
5. Kiessling, F. Contact Lines for Electric Railways: Planning, Design, Implementation, Maintenance / F Kiessling, R. Puschmann, A. Schmieder, E. Schneider // Publicis Publishing. – 2018. – 1104 p.
6. Civil Design Software for Rail Networks [Электронный ресурс] / Copyright Bentley Systems Incorporated. – режим доступа: <https://www.bentley.com/en/products/brands/openrail>.
7. Berthold, N. The object-oriented design of overhead contact line systems for railway and tram systems / N. Berthold // WIT Transactions on the Built Environment. – 2014. – Vol. 135. – P. 497 – 508.

8. Furrer + Frey AG, SIGNON Deutschland GmbH // Overhead Contact Line Design Software Tool ELFF. – 2016. – 24 p.

9. Ikeda, M. Recent research and development activities in maintenance technologies for electric railway power supply systems / M. Ikeda // Q. Rep. RTRI (railw. Tech. Res. Institute). – 2020. – Vol. 61. – № 1. – P. 6 – 10.

УДК 629.4.015

А. Д. Грицутенко, А. Д. Дмитриев

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ВЫБОР РЕЖИМОВ РАБОТЫ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

В статье показан опыт создания программы для расчёта системы АВОР. Описан алгоритм работы программы и рассмотрены технологии, использующиеся при разработке. Объектом исследования является режимная автоматика преобразовательных агрегатов. Предметом исследования являются токи срабатывания и отключения режимной автоматики, потери электроэнергии.

Ключевые слова: разработка, база данных, тяговая подстанция, силовой трансформатор, мощность трансформатора, преобразовательный трансформатор, преобразовательный агрегат, двенадцати-пульсовая схема, режимная автоматика, ток срабатывания, время срабатывания, эффективность автоматики, однолинейная схема, оперативная схема.

Andrew D. Gritcutenko, Aleksandr D. Dmitriev

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

SELECTION OF TRANSFORMATIVE UNITS OPERATING MODES

The article shows the experience of creating a program for calculating the AVOR system. The algorithm of the program is described and the technologies used in the development are considered. The objects of study are the modal automation of converting units. The subject of the research is the operation and shutdown currents of automatic mode, energy loss.

Keywords: development, database, traction substation, power transformer, transformer power, converting transformer, converting unit, twelve-pulse circuit, automatic mode, operating current, operating time, automation efficiency, single-line circuit, operational circuit.

В связи с ростом тяговой нагрузки, связанной с увеличением весовых параметров и размеров движения поездов, появляется задача введения резервной мощности тяговых подстанций постоянного тока, выполняемых, как правило, двухагрегатными на тяговой сети Западно-Сибирской железной дороги, с минимальными потерями электрической энергии.

Это достигается за счёт подключения в пики тяговой нагрузки резервного преобразовательного агрегата, а также отключения в случае уменьшения потребляемого тока [1]. Тяговые подстанции постоянного тока в большинстве случаев не имеют системы автоматического включения – отключения резервного преобразовательного агрегата (АВОР), а вводить резервный преобразовательный агрегат (ПА), если такая система была реализована на электромеханических реле приходилось при больших токах уставок, чем расчётные в соответствии со старыми регламентами по выбору тока уставок включения. Уставки завышались для того, чтобы защитить вентили от теплового перегрева и последующего пробоя [2, 3].

Бросок тока перемагничивания в результате переключения вызывал просадку по напряжению на шинах 10 кВ, в результате чего срабатывала защита от минимального напряжения (ЗМН) линии СЦБ как потребителя первой категории и происходило отключение сигнальных точек. Отключение районных потребителей 10 кВ было по той же причине. Чтобы снизить величину броска тока перемагничивания и устранить ложные отключения было разработано устройство синхронного включения трансформатора (УСВТ).

В 2020 году в Омской дистанции электроснабжения была впервые внедрена интеллектуальная система резервирования мощности тяговых подстанций постоянного тока, которая включает в себя режимную автоматику АВОР, реализованную на микроконтроллерах, а также автоматику УСВТ, имеющую запоминающее устройство (рис. 1).

УСВТ защищает линию СЦБ и районных потребителей от непреднамеренного отключения в случае переключения между преобразовательными агрегатами автоматикой АВОР [4].

Подбор токов срабатывания и отключения АВОР в соответствии с минимумом потерь электрической энергии является главной задачей.

Эффективная работа АВОР основывается и на экономии энергетических ресурсов в виде снижения потерь электрической энергии. При увеличении времени на отключение мы получаем дополнительные потери электроэнергии. Изначально при вводе системы принималось условие работы тяговой подстанции – параллельная работа с отключением резервного ПА при снижении тяговой

нагрузки. В этом случае мы получим экономию за счёт снижения потерь в резервном ПА в результате перехода с параллельной работы на одиночную [5].



Рисунок 1 – Интеллектуальная система резервирования мощности тяговых подстанций постоянного тока

Программа была разработана на языке программирования C# с использованием .NET Framework 4.7.1. Графический интерфейс сделан с помощью технологии WPF (Windows Presentation Foundation). На рис. 2 представлено главное окно программы. На нём находятся выпадающие списки (ComboBox), поля для характеристик и для выходных данных (TextBox), переключатель режимов (RadioButton), и две кнопки (Button).

Рисунок 2 – Главное окно программы

При нажатии на кнопку «База данных» открывается окно в котором в любой из категорий (силовой трансформатор, тяговый трансформатор и т.д.) можно добавлять, редактировать, удалять объекты (рис. 3).

Рисунок 3 – Окно базы данных

Каждая категория представляет свой класс, на основе них создаются объекты. Главными критериями для хранения данных было: локальное хранение и обойтись без установки дополнительных СУБД, чтобы программа без всяких дополнительных установок могла запускаться на любом компьютере. Поэтому выбор пал на SQLite. SQLite – это встраиваемая кроссплатформенная БД, которая поддерживает достаточно полный набор команд SQL. Для работы с базой данных использовалась технология Entity Framework Core (далее EF Core). EF Core поддерживает множество различных баз данных и если в дальнейшем понадобится сменить базу данных на какую-нибудь другую, то с помощью этой технологии нужно будет изменить только конфигурацию подключения к БД, так как EF Core имеет универсальный API для работы с данными.

Перейдём к рассмотрению выполнения основной задачи программы. При выборе какого-либо объекта в любом из выпадающих списков, в текстовые поля будут выведены характеристики выбранного объекта, которые при надобности можно отредактировать. При нажатии на кнопку «Рассчитать» берутся данные с силового трансформатора (номинальная мощность, потери к. з., напряжение к. з.), тягового трансформатора (номинальная мощность, потери холостого хода,

номинальный выпрямленный ток, ток холостого хода, номинальное действующее значение, напряжение к. з.), уравнивающего трансформатора (потери в стали, потери в меди), выпрямителя (тип силового диода, диоды в плече включенные последовательно, диоды в плече включенные параллельно, дифференциальное сопротивление диода), схемы (число пульсаций), число плеч выпрямителя в катодной группе, число плеч выпрямителя в последовательной цепи и $\cos \varphi$. С помощью специальных формул происходит расчёт. На выходе в текстовые поля выводятся данные: включения первой ступени автоматики преобразовательного агрегата, включения второй ступени автоматики преобразовательного агрегата, отключения автоматики преобразовательного агрегата. Все промежуточные значения в ходе расчёта токов записываются в журнал, для контроля правильности работы программы.

Таким образом, разработанная программа позволяет в значительной степени упростить задачу и повысить точность расчета уставок срабатывания режимной автоматики системы АВОР.

Научные руководители – к.т.н., доценты кафедры «Теоретическая электротехника» А. Л. Каштанов и А. В. Пономарев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Методика выбора уставок режимной автоматики преобразовательных агрегатов тяговых подстанций постоянного тока / ОАО «РЖД». – М., 2012. – 32 с.

2. Техническое указание ЦЭ №П-151-82 Главного управления электрификации и энергетического хозяйства МПС СССР «Об организации теплового контроля и режимов работы выпрямителей тяговых подстанций». – М., 1982. – 4 с.

3. Стандарт ОАО «РЖД». Защита систем электроснабжения железной дороги от коротких замыканий и перегрузки. Часть 2. Методика выбора алгоритмов действия, уставок блокировок и выдержек времени автоматики в системе тягового электроснабжения. СТО РЖД 07.021.2-2015. Утверждён Распоряжением ОАО "РЖД" от 27.05.2015 г. № 1351р. – 28 с.

4. Соколов С. Д., Полупроводниковые преобразовательные агрегаты тяговых подстанций [Текст]: научное издание / С. Д. Соколов, Ю. М. Бей, Я. Д. Гуральник, О. Г. Чаусов / Под ред. С. Д. Соколов. – М.: Транспорт, 1979. – 263 с. : рис. – Библиогр.: с. 261 – 262. – (в пер.)

5. Экономика железнодорожного транспорта: учебник / Под редакцией Н. П. Терёшиной [и др.]. – Москва: , 2012. – 536 с.

Д. С. Головачев

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

СИСТЕМА ВИДЕОМОНИТОРИНГА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ ДЛЯ «УМНЫХ» СЕТЕЙ

В статье дан анализ состояния воздушных линий электропередачи (ВЛЭП), обусловленный их низкой надёжностью из-за высокого процента повторяемости аварий на ВЛЭП, объясняемой эксплуатацией линий в условиях экстремального метеорологического воздействия, что со значительным физическим износом приводит к массовому обрыву проводов и падению опор в гололёдный период. Предложено создание информационно-измерительной системы (ИИС) мониторинга воздушных линий электропередачи для контроля и прогнозирования метеонагрузок, являющейся важной задачей в рамках модернизации существующих систем электроснабжения до уровня «умных» сетей.

Ключевые слова: контроль и прогнозирование метеонагрузок, системы видеомониторинга воздушных линий электропередачи, массовая «интеллектуализация» сетей электроснабжения.

Denis S. Golovachev

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

VIDEO MONITORING SYSTEM OF OVERHEAD LINES POWER TRANSMISSION FOR SMART NETWORKS

The article analyzes the state of overhead power transmission lines (vlep), due to their low reliability due to the high percentage of accidents on the vlep, explained by the operation of lines under extreme weather conditions, which with significant physical wear leads to a mass breakage of wires and the fall of supports in the icy period. It is proposed to create an information and measurement system (IMS) for monitoring overhead power lines for monitoring and forecasting weather loads, which is an important task in the framework of upgrading existing power supply systems to the level of "smart" networks.

Keywords: monitoring and forecasting of meteorological loads, video monitoring systems for overhead power lines, mass "intellectualization" of power supply networks.

В настоящее время основной тенденцией развития отечественной и зарубежной энергетики является массовая «интеллектуализация» сетей электроснабжения. Отличительным признаком «умной» сети (*smart grid*) является постоянный контроль состояния воздушных линий электропередачи (ВЛЭП), что обусловлено их низкой надёжностью. В России высокий процент повторяемости аварий на ВЛЭП объясняется эксплуатацией линий в условиях экстремального метеорологического воздействия, что вкупе со значительным физическим износом приводит к массовому обрыву проводов и падению опор в гололёдный период. Таким образом, создание информационно-измерительной системы (ИИС) мониторинга воздушных линий электропередачи для контроля и прогнозирования метеонагрузок является важной задачей в рамках модернизации существующих систем электроснабжения до уровня «умных» сетей.

При контроле метеонагрузок наиболее распространённые на сегодняшний день системы диагностики ВЛЭП реализуют тензометрические методы измерений гололёдно-ветровых нагрузок, по причине чего обладают высокой стоимостью и требуют сложного монтажа. В этой связи выглядит перспективной реализация аналогичной информационно-измерительной системы (ИИС) на основе технологии компьютерного зрения, что подразумевает применение средств видеорегистрации положения проводов ВЛЭП в пространстве путём вычисления координат оптических мишеней, устанавливаемых на каждом линейном проводе. Таким образом, предлагаемая ИИС реализует новый метод косвенного измерения гололёдно-ветровых нагрузок, не требующего установки тензометрических датчиков, но отличающегося высокой точностью ввиду помехоустойчивости оптического канала наблюдения. Схема приведена на рис. 1.

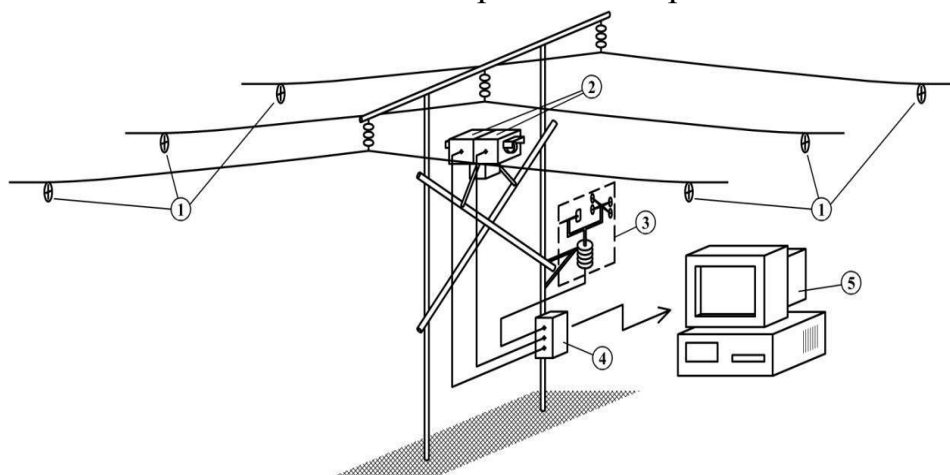


Рисунок 1— Функциональная схема информационно-измерительной системы ИИС:

- 1 – мишень; 2 – видеокамера; 3 – метеостанция;
4 – блок обработки информации, 5 – серверный пункт приёма данных

Измерительный компонент разрабатываемой ИИС включает в себя оптические мишени 1, устанавливаемые на каждом фазном проводе смежных пролётов ВЛЭП на расстоянии 50 м от опоры, соответственным образом ориентированные цифровые видеодатчики 2, снабжённые широкоформатными матрицами (с соотношением сторон кадра 16:9) диагональю не менее 1/3" и объективами с минимальным углом обзора 20°, а также метеостанцию 3 с возможностью подключения к ЭВМ.

Применяемые в качестве меток положения проводов мишени могут быть как активными (со светодиодной подсветкой), так и пассивными (со светоотражающим покрытием). Использование активных мишеней подразумевает дополнительную установку источников питания на каждом проводе, в то время как применение пассивных мишеней требует организации инфракрасной подсветки. Высокоточное измерение клиренса (габарита) проводов посредством видеорегистрации координат мишеней позволяет определять величину гололёдной муфты на каждом отдельном проводе в двух пролётах, что немаловажно ввиду неравномерного распределения гололёдной нагрузки по проводам. Информация о величине гололёдных отложений и текущем ветровом давлении, измеряемом метеостанцией, используется для распознавания аварийных режимов, в частности, ИИС сигнализирует о возможности обрыва провода или накоплении усталостных деформаций в материале проволочных повивов и сердечника, падения опоры или начале процесса трещинообразования в материале стоек. Неравномерное распределение гололёдно-изморозевых отложений приведено на рис. 2.



Рисунок 2 – Неравномерное распределение гололёдно-изморозевых отложений по фазным проводам

При отсутствии обледенения система диагностирует перегрев линии при передаче мощности, превышающей её пропускную способность.

Графическое представление зависимостей габарита ВЛЭП Γ , м, и изгибающего момента $M_{изг}$, кН·м, в основании стойки опоры от внешних условий (толщины гололёдной муфты b , мм, скорости ветра v , м/с, температуры t , °С) представлено на рис. 3 и 4 на примере промежуточного пролёта ВЛЭП 35 кВ, характеристики которого приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики расчётного пролёта

Тип опоры	ПД35-1
Тип провода	АС-120/19
Длина пролёта	165 м
Нормативное ветровое давление	650 Па (III район)
Нормативная толщина стенки гололёда	25 мм (IV район)

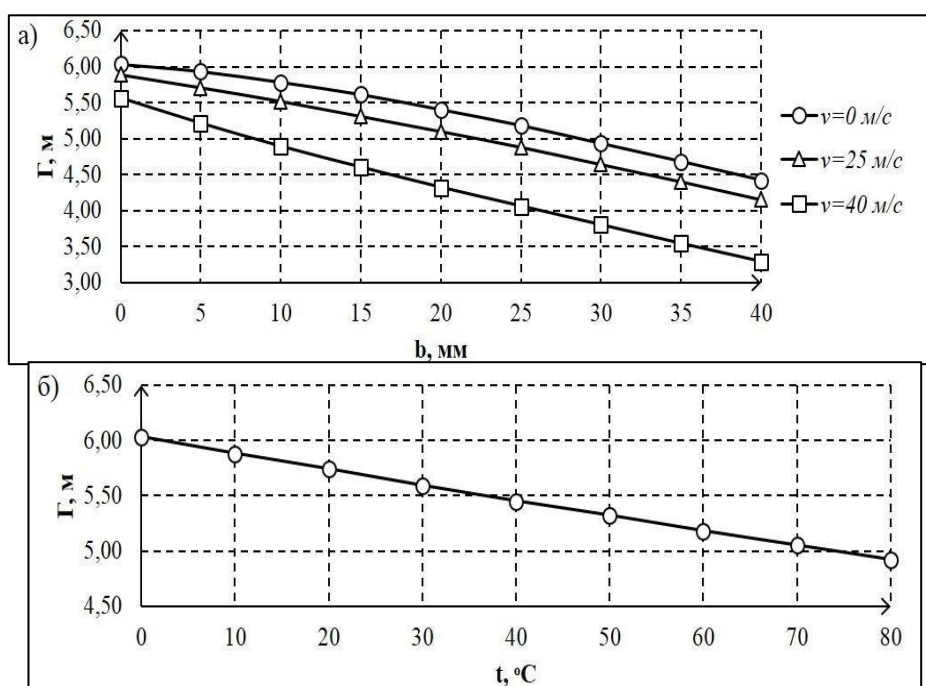


Рисунок 3 – Зависимости габарита линии от гололёдно-ветрового воздействия (а) и температуры нагрева (б)

Вычислительный компонент (блок обработки информации 4 на рис. 1) рассматриваемой ИИС решает задачу оптического распознавания «маячка» на изображениях с видеокamer, что включает в себя два этапа: поиск зоны нахождения мишени и её точное обнаружение на видеокадре.

На первом этапе поиска изображения оптической мишени блок обработки информации вычисляет интенсивность гололёдообразования, после чего, с

учётom заданных характеристик объектива (фокуса), видеоматрицы (разрешения) и расстояния до мишени, определяет возможную зону девиаций «маячка» при текущих значениях температуры окружающей среды, а также скорости и направлении ветра.

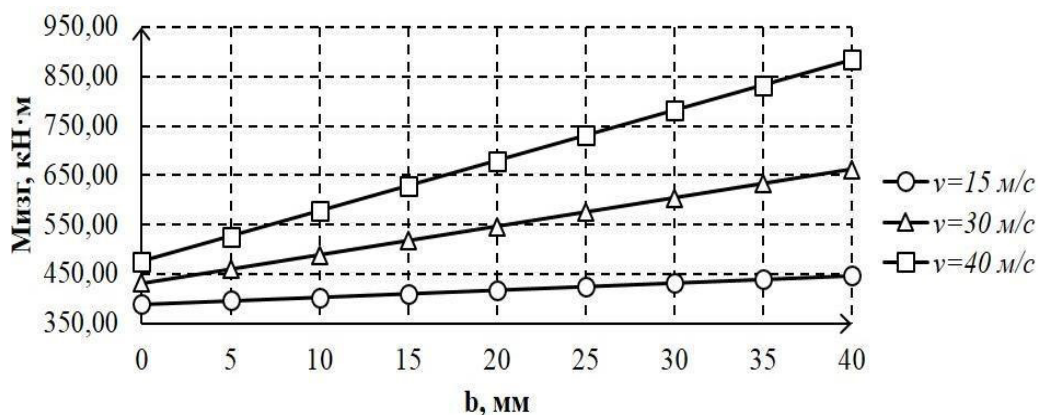


Рисунок 4 – Зависимость изгибающего момента в основании стойки опоры от толщины гололёдной муфты при различном ветровом давлении

Точный поиск координат центра мишени выполняется путём итерационного, попиксельного сканирования заданной области кадра с целью последующего пересчёта полученных значений в координаты провода, вычисления его клиренса и действующих механических нагрузок.

При прогнозировании метеонагрузок прогнозирование обледенения позволит операторам ВЛЭП заблаговременно определять тенденцию к возникновению аварийных ситуаций и принимать упреждающие меры по их недопущению.

К настоящему моменту известны две группы моделей процесса гололёдообразования на ВЛЭП: физические и имитационные. Первые описывают процесс изменения веса отложений на проводах в виде явной математической зависимости от множества влияющих факторов, измерение которых представляет определённые трудности – к числу данных параметров следует отнести, например, распределение размера капель жидких осадков. В этой связи более перспективным выглядит применение моделей второго типа, основанных на численном анализе данных (вес отложений и сопутствующие погодные и эксплуатационные условия), поступающих с измерительных постов ИИС.

Среди имитационных моделей следует выделить методы вычислительного интеллекта, главным образом, искусственные нейронные сети (ИНС), имитирующие в процессе обработки информации деятельность биологических нервных систем. ИНС отличаются возможностью адаптации к трудно

формализуемым воздействиям внешней среды, способностью обрабатывать нечёткую, искажённую информацию. Перечисленные свойства в совокупности с лёгкой программной реализацией на ЭВМ позволяют судить о целесообразности использования ИНС в рамках предлагаемой ИИС, т.к. в случае прогнозирования гололёдных нагрузок на ВЛЭП могут иметь место проявления неопределённости входных данных (ошибочные или потерянные показания датчиков), нестационарности моделируемого процесса (изменение во времени его свойств) и иные трудности, учет которых сложен или практически невозможен.

Вывод: практическая реализация предлагаемой системы видеомониторинга воздушных линий электропередачи предполагает получение достаточно точной количественной оценки состояния ВЛЭП, а также открывает широкие возможности реализации оперативных мер по недопущению аварийных режимов на линиях в гололёдный период, что значительно увеличивает надёжность функционирования всей электрической сети и свидетельствует об её «интеллектуализации».

Научный руководитель – преподаватель Т. В Коломеец, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Минуллин, Р. Г. Обнаружение гололёдных образований на линиях электропередачи локационным зондированием [Текст] / Р. Г. Минуллин, Д. Ф. Губаев. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2010. – 208 с.
2. Прогнозирование гололёдной нагрузки на воздушных линиях электропередачи на основе методов вычислительного эксперимента [Текст] / С. В. Попов [и др.] // Радиоэлектроника и информатика, 2011. – № 3. – С. 45 – 49.
3. Тарасов, Е. В. Монтаж, наладка, эксплуатация электрооборудования. Часть 1. Воздушные и кабельные линии электропередачи [Текст]: учеб. пособие / Е. В. Тарасов. – Томск: ТПУ, 2010. – 146 с.
4. Титов, Д. Е. Анализ статистических данных о результатах работы систем мониторинга гололёдообразования [Текст] / Д. Е. Титов, А. Н. Щуров // Электротехнические и информационные комплексы и системы, 2014. – № 4. – Т. 10.
5. Шилин, А. Н. Опоры воздушных линий электропередачи для «умных» сетей [Текст] / А. Н. Шилин, А. А. Шилин, С. С. Дементьев // Актуальные проблемы электронного приборостроения (АПЭП-2016): матер. междунар. науч.-техн. конф. (г. Саратов, 22-23 сент. 2016 г.). – Саратов, 2016.
6. Ясницкий, Л. Н. Введение в искусственный интеллект [Текст]: учеб. пособие / Л. Н. Ясницкий. – М.: Академия, 2008. – 176 с.

А. С. Токачев

Тайгинский институт железнодорожного транспорта – филиал «Омский государственный университет путей сообщения» в г. Тайга, Российская Федерация

СОВРЕМЕННЫЕ СИЛОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

В работе рассматриваются преимущества использования современных силовых трансформаторов.

Ключевые слова: силовые трансформаторы, трансформаторное масло, сухие трансформаторы, полупроводниковые трансформаторы, сверхпроводник.

Alexander S. Tokachev

Tayga Institute of Railway Transport – a branch of "Omsk State Transport University" in Tayga, the Russian Federation

MODERN POWER TRANSFORMERS

The article is devoted to the study of the advantages of using modern power transformers.

Keywords: power transformers, transformer oil, dry transformers, semiconductor transformers, superconductor.

Силовые трансформаторы используются в качестве основного оборудования на тяговых подстанциях. Традиционно распределение электроэнергии происходит при помощи силовых трансформаторов. Уже на протяжении более ста лет в качестве диэлектрика и охлаждающей среды в трансформаторах используется трансформаторное масло. Проблема заключается в том, что трансформаторное масло потенциально горючее под воздействием высоких температур.

Актуальность заключается в преобразовании старой системы распределения в современную, безопасную для обслуживания и окружающих его объекты.

Помимо маслонаполненных трансформаторов существует несколько перспективных направлений в данной отрасли такие как:

- а) сухие трансформаторы;
- б) трансформаторы, оснащённые компьютерным чипом;
- в) трансформаторы, обладающие сверхпроводимостью.

Благодаря большей безопасности, в сравнении с маслонаполненными трансформаторами, сухие трансформаторы становятся все более популярными в качестве основного оборудования тяговых подстанций. Их способность функционировать в различных условиях окружающей среды делает сухие трансформаторы ещё более востребованными. Сухие трансформаторы имеют меньший уровень шума, чем у маслонаполненных трансформаторов, небольшие размеры и малую массу, что позволяет уменьшить занимаемую ими площадь, которую можно использовать с большей эффективностью [1].

Над разработкой так называемой «умной» системы электроснабжения работают учёные во всем мире. Во многих странах подобные системы электроснабжения уже созданы, но для длительной и бесперебойной работы требуется разработать более совершенные трансформаторы. Те трансформаторы, которые сейчас используются в энергетике, имеют единственную функцию - преобразовывать напряжения высоковольтных сетей.

Тем временем, в новые полупроводниковые трансформаторы планируют оснастить специальными компьютерными чипами, и с помощью них можно будет быстро и безопасно отрегулировать необходимый параметр. Учёные уверены, что твердотельные трансформаторы позволят эффективнее управлять нагрузками, оптимизировать потребление электроэнергии на объектах. У таких трансформаторов будет возможность менять напряжение в зависимости от потребности объекта, подключать к домашней сети различные приборы и различные дополнительные источники питания. Они будут иметь возможность предотвращать перегрузку энергосистемы и менять распределение энергии, увеличивая ее в те часы, когда потребность у потребителей будет больше. У данных трансформаторов появится способность объединять несколько источников энергии с различными характеристиками. Помимо этого, трансформатор сможет поддерживать напряжение на таком уровне, который необходим для безопасной и длительной работы энергосистемы. Еще одна особенность «умной» энергосистемы будет способность связи между потребителями и источниками электроэнергии для бесперебойной работы в аварийных ситуациях.

У полупроводниковых трансформаторов учёные выделяют несколько преимуществ:

а) снижение на 90% нагрузочных потерь энергии при номинальном токе, что повысит КПД трансформатора;

б) уменьшение веса и габаритов трансформатора на 40%. Это позволяет использовать данные трансформаторы без изменений конструкции. Транспортировка трансформаторов станет намного легче и менее трудоёмкой;

в) эти трансформаторы получают способность ограничения тока короткого замыкания, а это при аварийном режиме сможет защитить электрооборудование системы электроснабжения;

г) более низкий уровень шума [2].

Так же, данные трансформаторы экологически чище и менее взрывоопасны по сравнению с масляными аналогами.

Еще одна перспективная разработка в области новых трансформаторов – применение сверхпроводников. Еще с 60-х годов прошлого века появился учёных всего мира к трансформаторам с использованием сверхпроводников. Этому способствовало появление низкотемпературных сверхпроводников, которые применяли для обмоток трансформаторов. С того времени многие производители из разных стран стали проводить исследования по созданию низкотемпературных сверхпроводниковых трансформаторов. Но данные исследования столкнулись с большой проблемой в применении низкотемпературных сверхпроводниковых трансформаторов – огромные размеры криогенных систем, которые были необходимы для производства жидкого гелия. Это сделало экономически невыгодным производство и использование таких трансформаторов.

Открытие в 1986 году высокотемпературных сверхпроводников дало возможность убрать из конструкции трансформатора охлаждающие устройства. И с того времени приоритет в разработках сверхпроводимых трансформаторов отдается данному направлению, так как сверхпроводники обладают уникальным свойством – при высокой плотности тока они имеют меньшие потери в сравнении с маслонаполненными трансформаторами, а при достижении значения тока намного превышающий номинальный переходят от почти нулевого сопротивления к высокому. Такое свойство помогло получить трансформатор, который по своим техническим характеристикам превосходит традиционно применяемые сегодня сухие и масляные трансформаторы [3].

Данные трансформаторы будут обладать достаточными мощностями для обеспечения электроэнергией, но при этом будет на 50% легче масляного при сравнительно одинаковых потерях в мощности. Но, имея неоспоримые преимущества, сверхпроводящие трансформаторы имеют и существенные

недостатки. Самый большой недостаток заключается в защите трансформатора от потери его сверхпроводящих свойств при перегрузках, перегревах, коротких замыканиях, в случае если ток, магнитное поле или температура достигнут максимальных значений. Подобные обстоятельства могут привести к выводу трансформатора из строя. Но, даже если разрушения не произойдет, трансформатору нужно будет несколько часов на охлаждение и восстановление сверхпроводящих способностей. Такие перерывы в питании электроэнергией недопустимы, а значит, что системы электроснабжения, которые существуют сегодня не подходят для усовершенствования их сверхпроводящими трансформаторами и необходимо разрабатывать систему защиты оборудования от аварийных режимов и разработать возможность альтернативного обеспечения системы электроэнергией на время простоя сверхпроводящего трансформатора [4].

В настоящее время наиболее перспективной разработкой в области трансформаторов является трансформаторы, оснащённые компьютерным чипом, так как они обеспечивают наибольшую безопасность при эксплуатации. Но наибольшая популярность в использовании энергетическими компаниями трансформаторов на тяговых подстанциях будет принадлежать сухим трансформаторам, так как на сегодняшний день это наиболее успешная разработка в данной области.

Научный руководитель – преподаватель С. Ю. Мельникова, ТИЖТ – филиал ОмГУПС в г. Тайга.

Список литературы

1. Южаков, Б. Г. Ремонт и наладка устройств электроснабжения [Текст]: учебное пособие для образовательных учреждений, реализующих программы СПО по специальности 13.02.07 «Электроснабжение»/ Б. Г. Южаков. – М.: ФГБУ ДПО «УМЦ ЖДТ», 2017. – 567 с.
2. Ухина, С. В. Электроснабжение электроподвижного состава: учебное пособие. – М.: УМЦ ЖДТ, 2016. – 187 с.
3. Правила устройства электроустановок (ПУЭ): 7 издание; утв. приказом от 08.06.2002 № 204 / Министерством энергетики Российской Федерации 01.01.2019. – М., 2019. – 464 с.
4. Новости электротехники [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.news.elteh.ru/arh/2005/31/04.php>.

Л. А. Рыбина

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РАСЧЁТ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА В СРЕДЕ LABVIEW

В статье рассмотрена возможность создания виртуального прибора для расчёта линейных электрических цепей синусоидального тока в инженерной среде графического программирования LabVIEW. В разработанном виртуальном приборе произведён расчёт токов и напряжений в цепях, получено графическое отображение векторных диаграмм с соблюдением всех правил построения.

Ключевые слова: электрическая цепь, переменный ток, векторная диаграмма, виртуальный прибор (ВП), LabVIEW.

Lyudmila A. Rybina

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

CALCULATION OF LINEAR ELECTRICAL CIRCUITS SINUSOIDAL CURRENT IN LABVIEW ENVIRONMENT

The article discusses the possibility of creating a virtual instrument for calculating linear electrical circuits of sinusoidal current in the engineering environment of graphic programming of LabVIEW. The developed virtual instrument calculated currents and voltages in circuits, obtained graphical display of vector diagrams with compliance with all rules of construction.

Keywords: electrical circuit, alternating current, vector diagram, virtual instrument (VI), LabVIEW.

Зачастую у студентов различных технических специальностей возникают трудности при изучении цепей синусоидального тока и построении векторных диаграмм. Для автоматизации процесса расчёта и построения векторных диаграмм в разветвлённых электрических цепях синусоидального тока был разработан виртуальный прибор (ВП) с использованием среды прикладного графического программирования *LabVIEW* [1, 2].

Спроектированный виртуальный прибор, состоит из двух основных частей:

- лицевой панели, которая представляет собой интерактивный пользовательский интерфейс. Лицевая панель ВП изображена на рис. 1;
- блок-диаграммы, которая является исходным программным кодом ВП, созданным на языке графического программирования *LabVIEW*. Блок-диаграмма ВП изображена на рис. 2.

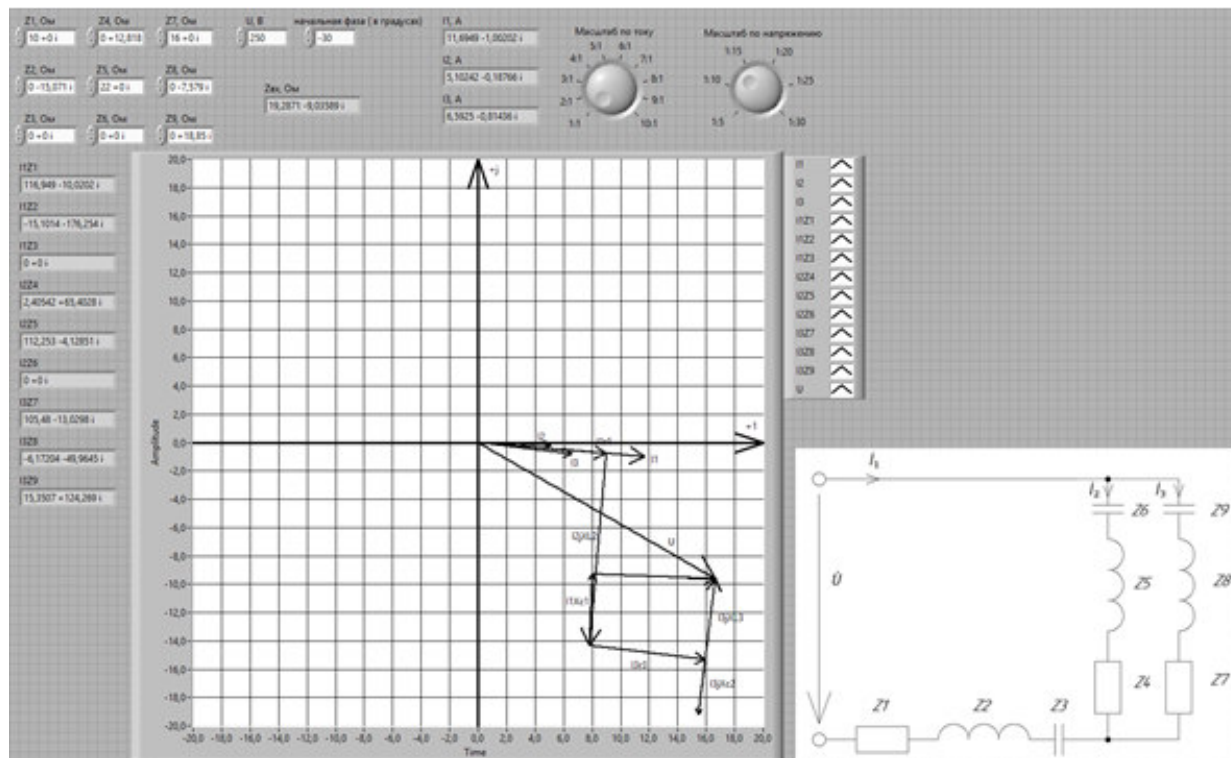


Рисунок 1 – Лицевая панель ВП

Концепция создания программы, которая в *LabVIEW* называется виртуальным прибором, отличается от традиционных языков программирования, предоставляя разработчику легкую в использовании графическую оболочку [1]. В *LabVIEW* используется язык графического программирования *G* (Джей), где алгоритм создаётся в графической иконной форме, образующей блок-диаграмму, что позволяет исключить множество синтаксических деталей. Тогда как в традиционных алгоритмических языках (*C*, *C++* или *Java*) программирование основано на вводе текстовых команд, последовательно образующих программный код.

Для проверки работы ВП было проведено сравнение результатов расчёта и построения векторной диаграммы, полученных при контрольном расчёте схемы, с результатами, полученными с помощью виртуального прибора. Расчётная схема электрической цепи для контрольного расчёта представлена на рис. 3.

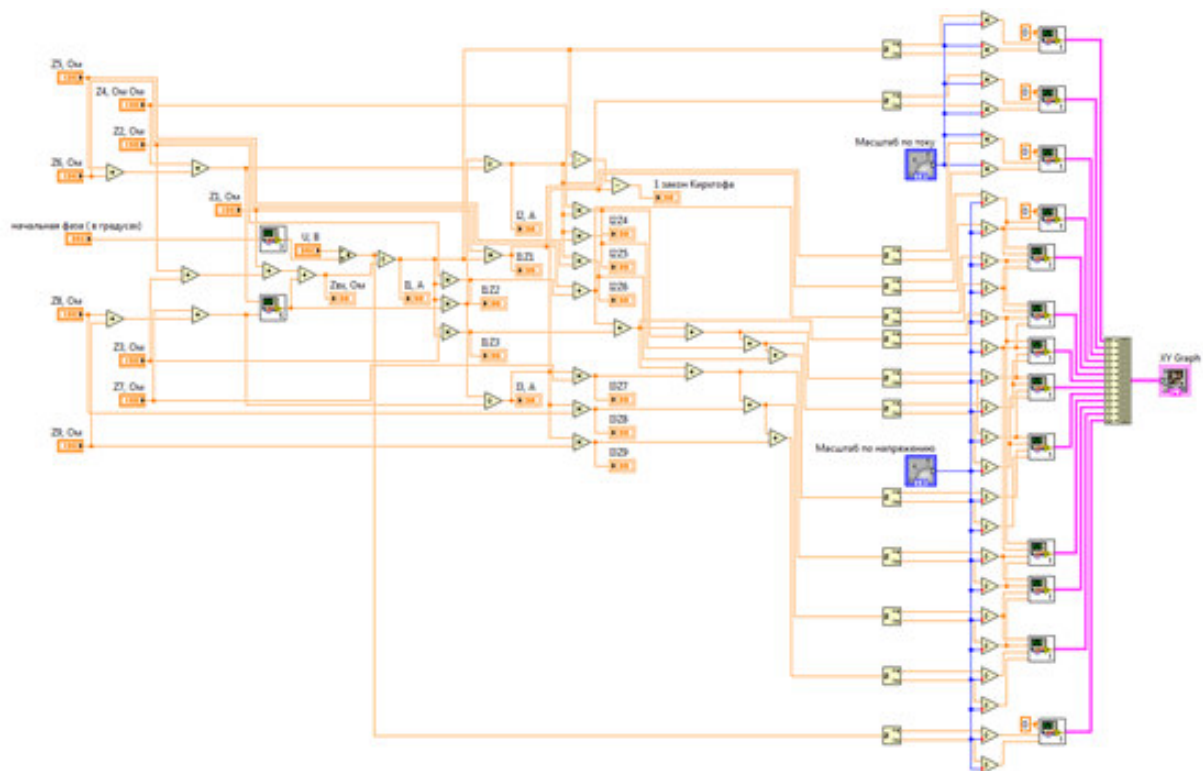


Рисунок 2 – Блок-диаграмма ВП

Для использования ВП необязательно подстраивать свои входные данные под схему, изображённую на лицевой панели. Элементы на схеме взаимозаменяемы, так как все сопротивления вводятся в комплексной форме. Количество элементов на схеме также может меняться.

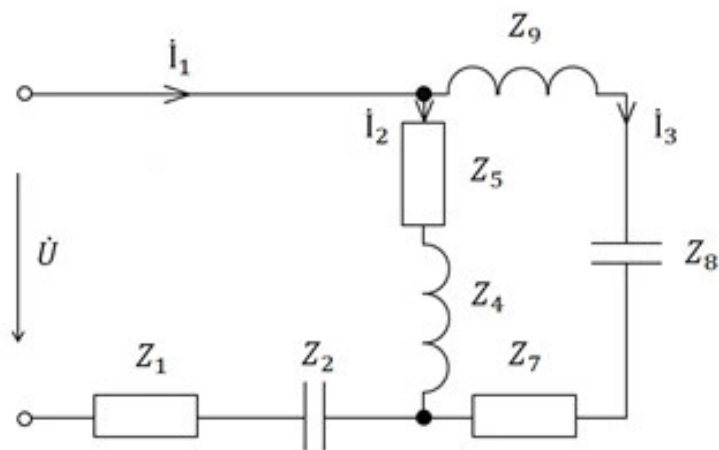


Рисунок 3 – Расчётная схема электрической цепи

Исходные данные для контрольного расчёта электрической цепи:

$$Z_1 = 10, \text{ Ом}; \underline{Z}_2 = -j15,071, \text{ Ом}; \underline{Z}_4 = j12,818, \text{ Ом}; Z_5 = 22, \text{ Ом}; \\ \underline{Z}_7 = 16, \text{ Ом}; \underline{Z}_8 = -j7,579, \text{ Ом}; \underline{Z}_9 = j18,85, \text{ Ом}; U = 250, \text{ В}; \beta = -30^\circ.$$

Сравнение результатов расчётов приведено в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение результатов расчётов

Расчёт	Сопротивление $\underline{Z}_{BX}, \text{Ом}$	Ток, А		
		$\dot{I}_1$	$\dot{I}_2$	$\dot{I}_3$
Контрольный	$19,29 - j9,04$	$11,69 - j1,00$	$5,10 - j0,19$	$6,59 - j0,81$
ВП	$19,29 - j9,04$	$11,69 - j1,00$	$5,10 - j0,19$	$6,59 - j0,81$

При построении векторных диаграмм за положительное направление отсчёта углов принято направление против часовой стрелки. Векторы падений напряжений на диаграмме соответствуют расположению элементов на схеме (см. рис. 3).

Сравнение полученных векторных диаграмм при построении в виртуальном приборе и при контрольном расчёте представлено соответственно на рис. 4а и 4б.

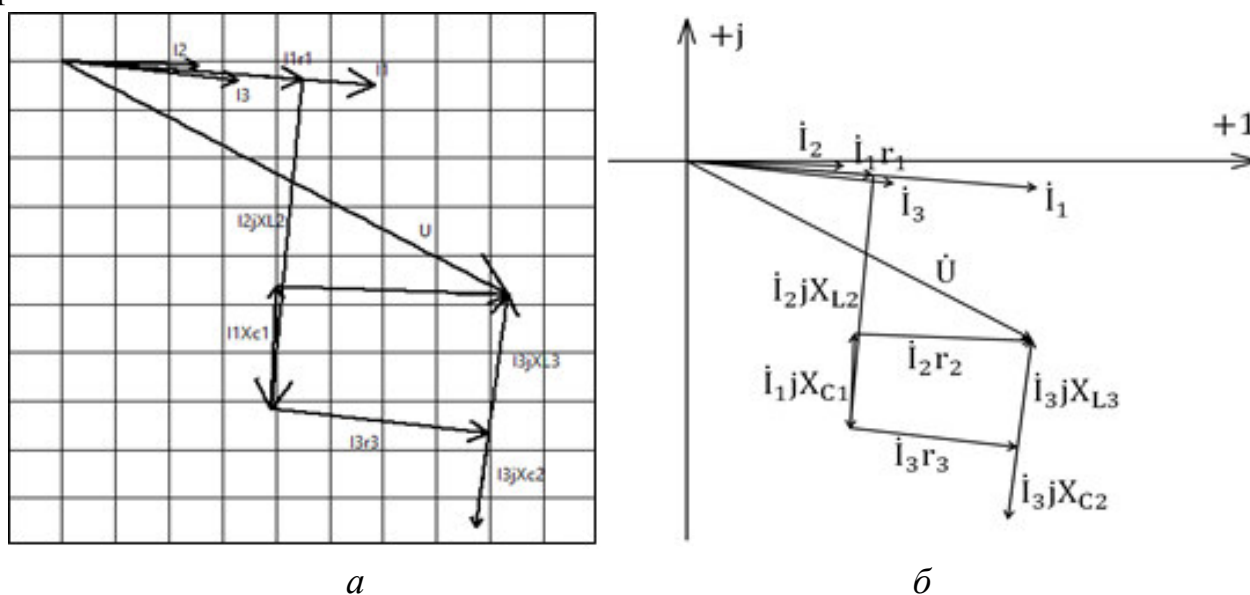


Рисунок 4 – Сравнение векторных диаграмм

Для удобства сравнения результатов построения диаграмм все вектора были дополнительно подписаны. В ВП для их обозначения используется цветная легенда, размещённая справа сверху относительно векторной диаграммы.

Для наглядности работы виртуального прибора была составлена графическая схема алгоритма, представленная на рис. 5.

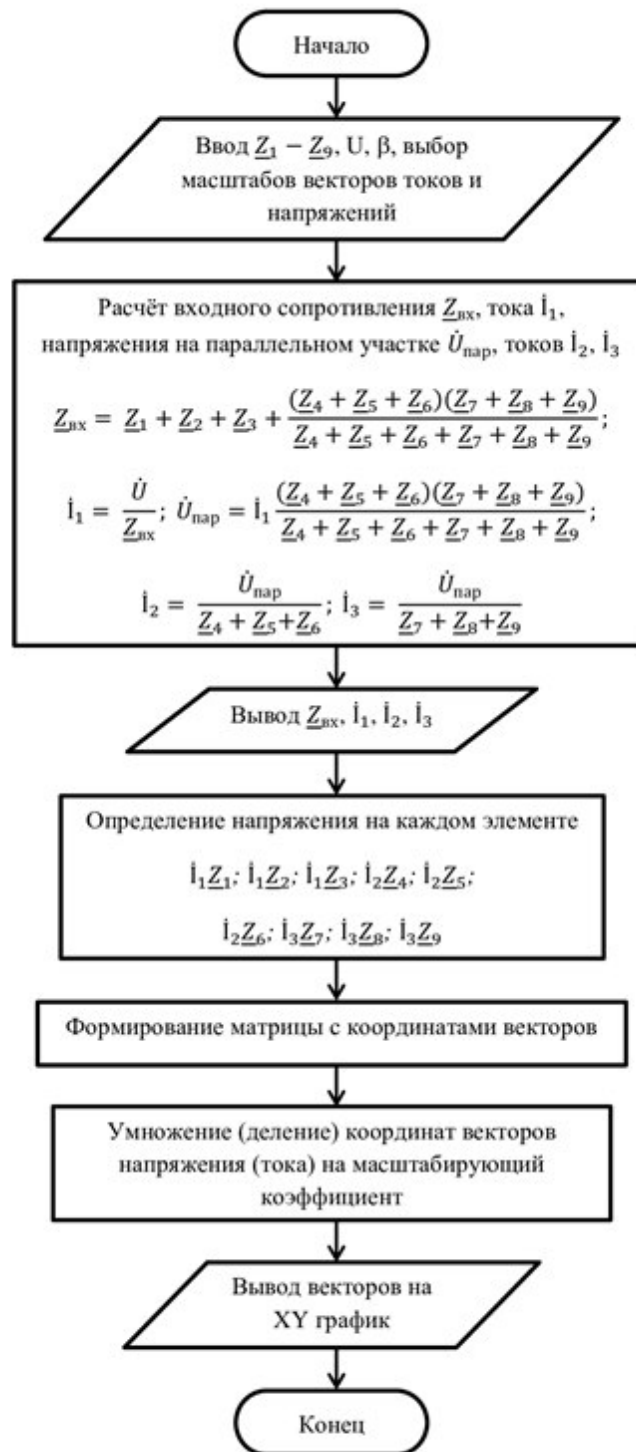


Рисунок 5 – Графическая схема алгоритма виртуального прибора

Для выполнения расчёта ВП использует ту же последовательность действий, которая применяется при традиционном расчёте разветвлённых электрических цепей синусоидального тока комплексным (символическим) методом [3]. Однако, если при традиционном расчёте векторы откладываются с

помощью угла и длины, то в ВП для данной операции используются координаты их начальной и конечной точки. Полученные в ходе расчёта координаты векторов напряжений и токов преобразуются в соответствии с масштабирующими коэффициентами. Затем формируется матрица координат и передается в соответствующую структуру для графического построения векторной диаграммы.

Таким образом, разработанный и протестированный виртуальный прибор для расчёта разветвлённых электрических цепей синусоидального тока и построения векторных диаграмм, автоматически выполняет все необходимые расчёты и построения с высокой скоростью. Созданная программа не требует установки программного комплекса *LabVIEW* и может быть использована при изучении студентами принципов построения векторных диаграмм и самопроверке индивидуальных заданий по теме «Расчёт линейных электрических цепей синусоидального тока», для преподавателей – в целях сокращения времени и усилий при проверке студенческих работ. А также для всех интересующихся теоретическими основами электротехники, так как программа рассчитана на пользователя с любым уровнем подготовки.

Научные руководители – к.т.н., доценты кафедры «Теоретическая электротехника» А. Г. Зверев и Н. В. Пашкова, ОмГУПС.

Список литературы

1. *LabVIEW для всех* / Джеффри Тревис: Пер. с англ. Н. А. Клушин. – М.: ДМК Пресс; ПриборКомплект, 2005. – 544 с.; ил.
2. Зверев, А. Г. Основы создания виртуальных приборов в программно-инструментальной среде *LabVIEW*: Методические указания к лабораторным работам / А. Г. Зверев, А. А. Кузнецов, М. М. Никифоров / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2013. – 36 с.
3. Тэттэр, А. Ю. Режимы постоянного и синусоидального тока в линейных электрических цепях: учебное пособие / А. Ю. Тэттэр, Т. В. Ковалева, А. В. Пономарев / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2014. – 180 с.

С. А. Маркаускас

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ОБМОТКИ СТАТОРА НА КПД И КОЭФФИЦИЕНТ МОЩНОСТИ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ

В статье приведены результаты экспериментальных исследований влияния напряжения статора асинхронного двигателя типа 4AX80B4Y3 на его коэффициент полезного действия и коэффициент мощности. Для измерения электрических величин был использован многофункциональный измерительный прибор ЦМ120. На валу испытуемого двигателя для обеспечения механической нагрузки подключена машина постоянного тока, которая работала в режиме динамического торможения. В качестве примера были рассмотрены графики изменения потребляемой электрической мощности при постоянном номинальном напряжении и при регулировании напряжения. Снижение расхода электроэнергии при одинаковой механической мощности на валу двигателя составило 2 %.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, коэффициент полезного действия, коэффициент мощности, напряжение статора.

Stanislav A. Markauskas

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

EXPERIMENTAL STUDIES OF THE INFLUENCE OF THE STATOR VOLTAGE ON THE EFFICIENCY AND POWER FACTOR OF AN ASYNCHRONOUS MOTOR

The article presents the results of experimental studies of the influence of the stator voltage of an asynchronous motor type 4AX80B4Y3 on its efficiency and power factor. A multifunctional measuring device ЦМ120 was used to measure electrical quantities. A DC machine is connected to the shaft of the test engine to provide mechanical load, which operated in dynamic braking mode. As an example, the graphs of changes in electrical power consumption at constant rated voltage and during voltage regulation were considered. The reduction in power consumption at the same mechanical power was 2 %.

Keywords: asynchronous motor, efficiency, power factor, stator voltage.

Асинхронные двигатели с короткозамкнутым и фазным ротором используются в настоящее время в качестве электропривода многих механизмов промышленных предприятий и депо, поэтому даже небольшое увеличение КПД и коэффициента мощности таких двигателей позволит значительно уменьшить расход электроэнергии.

В качестве испытуемого асинхронного двигателя был использован двигатель стандартной серии 4АХ80В4У3 со следующими паспортными данными: механическая мощность – 1,5 кВт; частота вращения ротора – 1410 об/мин; КПД – 0,77; коэффициент мощности – 0,83; ток – 3,7/6,4 А (Y/D); напряжение – 220/380 В.

Схема для испытания асинхронного двигателя приведена на рис. 1.

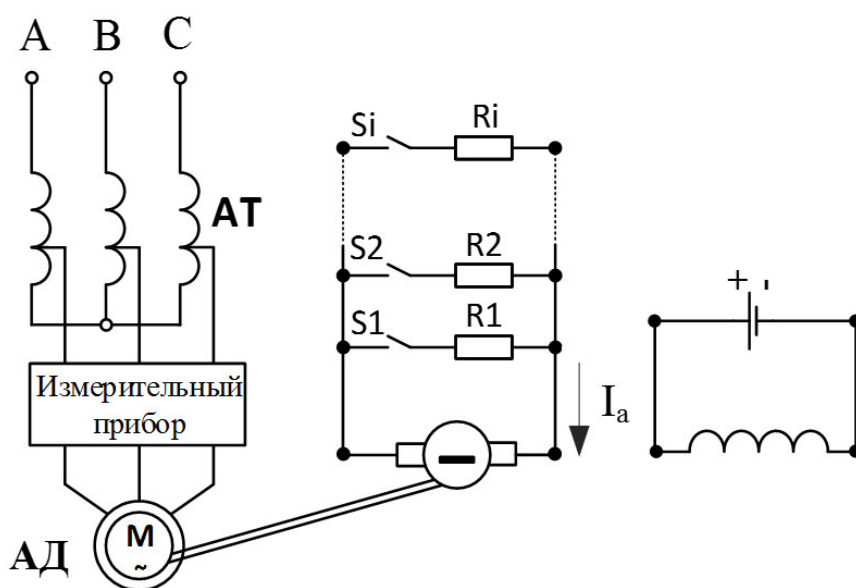


Рисунок 1 – Схема для испытания асинхронного двигателя

На рис. 1 использованы следующие обозначения: АД – асинхронный двигатель, АТ – трехфазный автотрансформатор, Ri – нагрузочные резисторы.

Измерения электрических величин были выполнены с использованием многофункционального измерительного прибора ЦМ120.

Зависимости КПД асинхронного двигателя от механической нагрузки на валу асинхронного двигателя, полученные экспериментально, приведены на рис. 2.

Уменьшение напряжения приводит к уменьшению тока намагничивания, следовательно, тока обмотки статора, также уменьшаются магнитные потери двигателя, которые пропорциональны квадрату напряжения [1]. При этом возрастает ток и потери в обмотке ротора, поэтому повышение КПД при уменьшении напряжения обмотки статора будет только при механической нагрузке меньшей, чем номинальная (см. рис. 2).

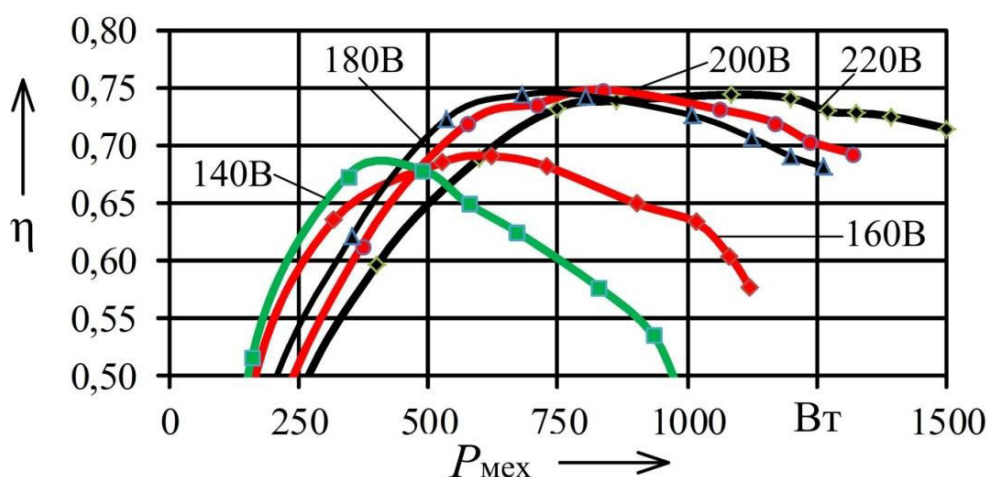


Рисунок 2 – Зависимости КПД асинхронного двигателя от механической нагрузки на валу асинхронного двигателя типа 4АХ80В4У3

Зависимости коэффициента мощности асинхронного двигателя от механической нагрузки на валу асинхронного двигателя, полученные экспериментально, приведены на рис. 3.

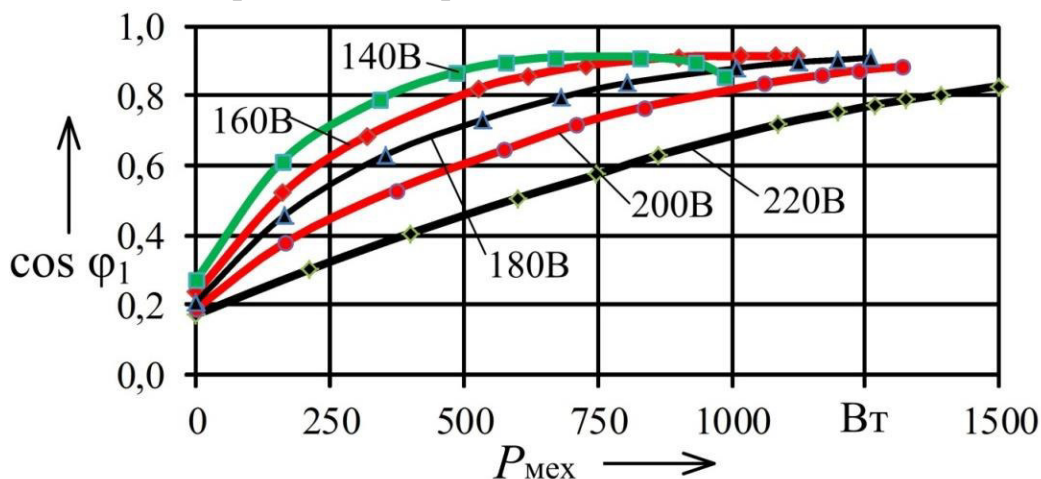


Рисунок 3 – Зависимости коэффициента мощности асинхронного двигателя от механической нагрузки на валу асинхронного двигателя типа 4АХ80В4У3

При снижении напряжения статора уменьшается ток намагничивания, поэтому увеличивается коэффициент мощности (см. рис. 3).

Для регулирования действующего значения переменного напряжения обмотки статора можно использовать одну из схем [2], приведенных на рис. 4.

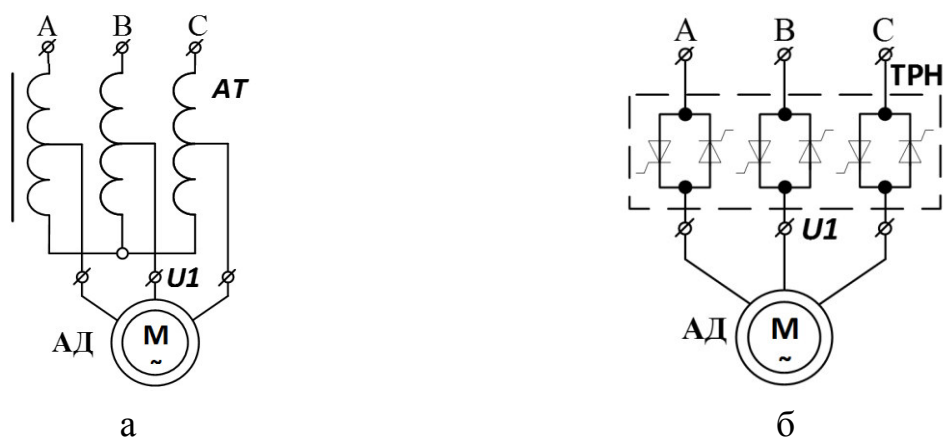


Рисунок 4 – Схемы для регулирования действующего значения переменного напряжения обмотки статора асинхронного двигателя:

а – с автотрансформатором; б – с тиристорным регулятором

Далее представлены временные диаграммы изменения заданной механической мощности на валу двигателя (рис. 5), напряжения обмотки статора (рис. 6), при котором двигатель будет работать с наибольшим КПД.

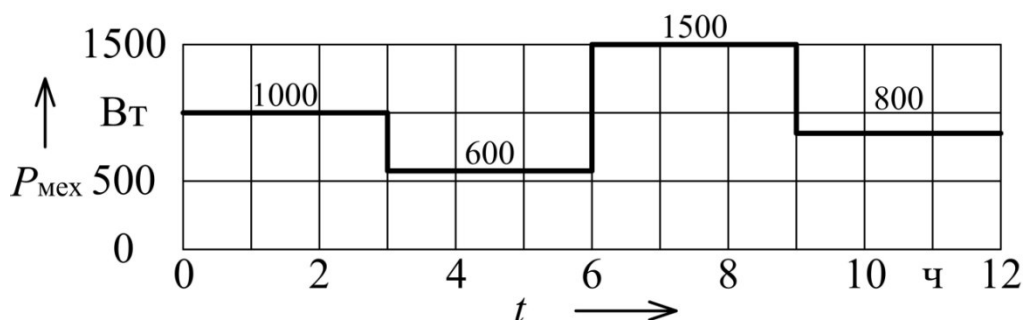


Рисунок 5 – Временные диаграммы механической мощности на валу

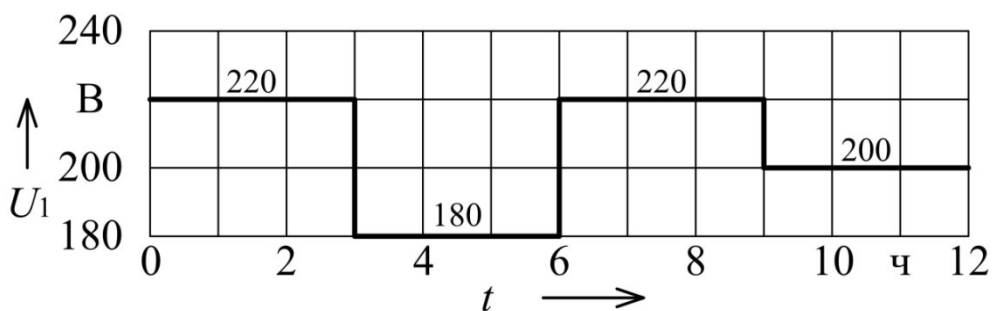


Рисунок 6 – Временные диаграммы напряжения обмотки статора

Также приведены диаграммы изменения КПД (рис. 7) и электрической мощности (рис. 8) при номинальном напряжении 220 В (серая кривая) и при регулировании напряжения (черная кривая).

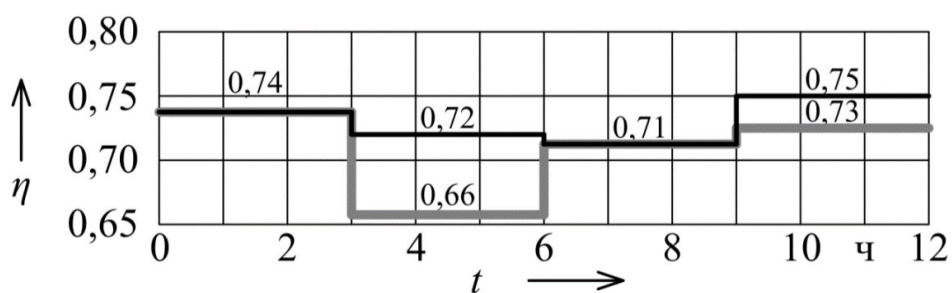


Рисунок 7 – Временные диаграммы КПД двигателя

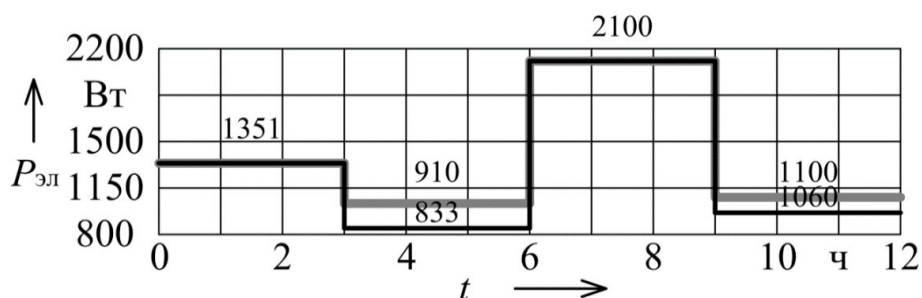


Рисунок 8 – Временные диаграммы электрической мощности

При номинальном напряжении 220 В для заданного графика механической нагрузки двигатель потребляет 16,383 кВт·ч электроэнергии, при регулировании напряжения (см. рис. 6) – 16,032 кВт·ч (меньше на 2 %).

В результате можно сделать следующие выводы:

- 1) Регулирование напряжения обмотки статора асинхронного двигателя позволит обеспечить максимальный КПД двигателя для различной механической нагрузки на валу меньшей номинальной.
- 2) Для реализации необходимого закона изменения переменного напряжения обмотки статора можно использовать тиристорный регулятор.
- 3) Для рассмотренного примера снижение расхода электроэнергии при одинаковом графике изменения механической мощности составляет 2 %.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника» Ю. В. Москалев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Вольдек, А. И. Электрические машины. Машины переменного тока: учебник для вузов [Текст] / А. И. Вольдек, В. В. Попов. – СПб.: Питер, 2010. – 320 с.
2. Ильинский, Н. Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение [Текст] / Н. Ф. Ильинский, В. В. Москаленко. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с.

Н. Н. Илюхин, К. С. Семенченко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская федерация

TESLA-АВТОМОБИЛЬ БУДУЩЕГО

Ухудшающаяся экология, ограниченные запасы нефти и газа, достаточно высокая стоимость бензина по сравнению с электроэнергией являются одними из основных проблем автомобильной отрасли. Альтернативным вариантом традиционному автомобилю с двигателем внутреннего сгорания является электромобиль. Использование легко возобновляемого ресурса — электроэнергии — дает возможность электромобилю избежать указанных проблем. Кроме того, имеющиеся данные доказывают, что по многим параметрам автомобиль на электротяге не уступает, а по некоторым превосходит автомобиль с ДВС.

Ключевые слова: электромобиль, электрический двигатель, двигатель внутреннего сгорания, автомобиль.

Nikita N. Ilyukhin, Kirill S. Semenchenko

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

TESLA CAR OF THE FUTURE

The deteriorating environment, limited oil and gas reserves, the relatively high cost of gasoline compared to electricity are one of the main problems the automotive industry. An alternative to the traditional car with an internal combustion engine is an electric car. Using easily renewable resource such as electricity helps electric vehicle to avoid these problems. Moreover the available data prove that in many ways an electric car does not concede, and in some cases it is superior a car with an internal combustion engine.

Keywords: electric car, electric motor, internal combustion engine, car.

Вся идеология электромобилей *Tesla* построена на том, что зарядка автомобиля производится бесплатно. Кроме того, при кажущейся сложности, в действительности у электромобиля нечему ломаться, поскольку в нем немного движущихся или нагреваемых деталей (в сравнении с автомобилями с ДВС). А это значит, что его содержание будет обходиться существенно дешевле, чем содержание бензинового автомобиля.

Преимущества, которые даёт электромобиль по сравнению с традиционными транспортными средствами. Традиционным видом транспорта является автомобиль, который в качестве топлива потребляет бензин, газовое и дизельное топливо. Несмотря на многолетнюю практику по модернизации конструкции автомобилей с двигателем внутреннего сгорания, они уступают по некоторым важным показателям электромобилям:

1. Отсутствие вредных выхлопов, содержащих оксиды азота, угарный газ, углеводороды, оксиды серы.
2. Относительно простая конструкция электромобилей повышает показатели ремонтпригодности, долговечности и надёжности.
3. Высокий КПД 88-95% по сравнению с двигателем внутреннего сгорания.
4. Электродвигатель имеет меньший уровень шума.
5. Электроэнергия является возобновляемым энергоресурсом.
6. Крутящий момент мотора достигает своего максимума сразу при включении, таким образом, электромобили не требуют наличия характерных для ДВС стартеров и сцеплений [1].

Но вместе с этим, стоит учесть и недостатки автомобиля *Tesla*:

1. Очень высокая стоимость такой машины – начиная от 100 тыс. евро и выше;
2. В связи с неприспособленностью отечественных дорог к электромобилям, далекие поездки будут усложняться тем фактом, что нет на дорогах специальных заправок, где такие машины можно подзарядить;
3. Есть небольшой недочет в зазорах в районе панелей и двери, или может прослеживаться такой недостаток в других деталях.

Электрический мотор. В асинхронном моторе используются электромагниты (катушки проволоки и т. д.), которые можно включать и выключать или переключать много раз в секунду благодаря транзисторам с эзотерическими названиями, такими как дополнительный полевой транзистор на основе оксида металла или биполярный транзистор с изолированным затвором (*IGBT*) [2].

Мотор состоит из двух частей: ротор и статор. Единственная точка контакта в моторе – подшипники. Электромотор установлен на задний мост автомобиля. Мощность двигателя *Tesla Model S* в максимальной комплектации – 773 л. с., максимальный(постоянный) крутящий момент – 967 Нм. Электромотор охлаждается при помощи жидкостной системы охлаждения. Постоянное передаточное число от электродвигателя к ведущим колесам равно

9,73. Оптимальные характеристики двигателя по моменту позволяют отказаться от коробки передач и дают возможность использовать прямой привод, что существенно упрощает трансмиссию. Двигатель выдает 100% крутящего момента на любой скорости, обладает возможностью рекуперации.

Асинхронный двигатель, конечно, потрясающий мотор. Но не идеальный. В двигателе *Tesla* используется дорогостоящий и сложный в изготовлении ротор, изготовленный из меди. А благодаря особенности работы асинхронных двигателей ротор имеет тенденцию нагреваться и даже перегреваться. Электромотор также не так эффективен на низких скоростях, в отличие от других двигателей. В зависимости от модели автомобиля *Tesla* оснащаются одним или двумя электродвигателями. Например, заднеприводная модель *Tesla Model S* оснащается 3-фазным 4-полюсным асинхронным двигателем, электроника привода инвертора. Редуктор 9,73:1 и задний дифференциал (в центре) собраны в одну маслonaполненную часть, расположенную в задней части машины. Задние колеса приводятся в движение непосредственно этим устройством.

Принцип работы. Как говорилось ранее асинхронный двигатель состоит из двух частей: статора и ротора. Переменный ток в медной обмотке статора создаёт вращающееся магнитное поле и вызывает поток частиц в роторе. Ток порождает второе магнитное поле в роторе, который следует за движущимся полем статора. Результатом этого процесса становится вращающий момент. Когда водитель нажимает на педаль газа, модуль питания ставит поле статора позади поля ротора. Вследствие этого ротору приходится замедлиться для того, чтобы его поле вышло на уровень поля статора. Направление тока в статоре меняется, и начинается поток энергии через модуль питания обратно в батарею. Это называется регенерацией энергии.

Как же работает асинхронный двигатель? Вращающееся магнитное поле образуется в обмотках статора. Оно в свою очередь приводит в движение ротор. Также нельзя забывать тот факт, что в асинхронном двигателе скорость вращения самого ротора будет меньше, чем скорость вращающегося магнитного поля, которое образуется в статоре двигателя [3].

Частота вращения такого двигателя зависит от частоты переменного тока, поступающего на его обмотки. Чем больше частота, тем быстрее будет вращаться двигатель. Поэтому, управляя частотой, мы можем управлять вращением двигателя, а следовательно, и скоростью самого автомобиля. То есть все управление автомобилем сводится к тому, чтобы преобразовать постоянный ток в переменный трехфазный и возможностью менять частоты переменного трехфазного тока. Это простое преобразование постоянного тока в переменный

ток нужной частоты делает автомобили Tesla простыми и надежными.

Если мы сравним зависимость крутящего момента (Н·м) от оборотов двигателя внутреннего сгорания (ДВС) то поймем, что соединять вал двигателя ДВС напрямую с колесами нецелесообразно. В этом случае требуется трансмиссия и коробка передач, что придает дополнительный вес. Также не забывайте, что линейное движение поршней должно быть преобразовано во вращательное движение. Это очень трудоемкий процесс, так как приходится балансировать весь двигатель, чтобы было как меньше вибраций при работе.

Еще один минус ДВС в том, что выдаваемая им мощность очень неравномерна, поэтому надо использовать маховик. Если даже сравнивать ДВС и асинхронный двигатель, то можно увидеть существенную разницу в весе и выдаваемой мощности. Отношение веса к выдаваемой мощности у ДВС 0,8 кВт/кг, а у асинхронного двигателя 8,5 кВт/кг. Разница более, чем в 10 раз.

Инвертор. Как же нам преобразовать постоянный ток, который выдает нам большая аккумуляторная батарея *Tesla* в переменный ток, который требуется для асинхронного двигателя? Вот здесь в дело вступает инвертор.

Он не только преобразовывает постоянный ток в переменный, но также и контролирует скорость вращения двигателя и его мощность, а следовательно, скорость автомобиля и его ускорение [4].

Таблица 1

Сравнение технических характеристик автомобилей

Марка автомобиля	<i>Tesla Roadster</i> 2(2020 г)	<i>Bugatti Chiron</i> (2016)	<i>Tesla Model S</i> <i>P100D</i> (2016г)	<i>Lamborghini</i> <i>Aventador S</i> Roadster (2016г)
Вес, кг	1814	1996	2241	1790
Количество двигателей	3 (Первый расположился на передней оси, а оставшиеся два у задних колес)	1 (W16- V-образный атмосферный двигатель)	2 (два трехфазных асинхронных электродвигателя)	1 (V12- V-образный атмосферный двигатель)
Тип привода	полный	полный	полный	полный
Мощность двигателя	1000 л.с	(7993 см ³) 1500 л.с	773 л.с.	(6498 см ³) 740 л.с
Время разгона 0-100 км/ч, с	1,9	2,5	2,4	3
Максимальная скорость, км/ч	400	420	250	350
Максимальный крутящий момент	10000 Нм	1600Нм	967Нм	690Нм
Тип аккумулятора	Литий-ионный	-	Литий-ионный	-
Батарея	200-250 кВт/ч	-	100 кВт/ч	-
Запас хода	998 км	-	613 км	-

Таблица 2

Технические таблицы характеристики электромобилей

Фирма производитель, модель автомобиля	Максимальная скорость, км/ч	Мощность, л. с.	Разгон с 0 до 100 км/ч, сек	Емкость батареи, кВт *ч	Запас хода, км
<i>Nissan Leaf</i>	144	202	7.9	62	385
<i>MINI Cooper SE</i>	150	184	7.3	32.6	270
<i>Kia Niro EV</i>	155	204	7.8	64	385
<i>Tesla Model 3</i>	210	258	5.6	50	350
<i>BMW i3</i>	150	170	7.3	44.2	359

Говорить о перспективах, при активном использовании электродвигателей в автомобилях, уже не разумно. Сейчас можно говорить только о происходящих и грядущих улучшениях электромоторов.

Сам электродвигатель, это достаточно совершенное устройство, апгрейд которого происходит исключительно в зависимости от потенциала использования. Ближайшие тенденции по улучшению электродвигателя направлены в сторону уменьшения размеров и массы, с сохранением и увеличением производительности.

Гораздо больше работы проводится по улучшению источников энергии для электродвигателя, а точнее аккумуляторных батарей. Их также стараются сделать меньше и легче, увеличивая объем, отдачу энергии, но при этом снижая время на подзарядку.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Электрические машины и общая электротехника» Р. В. Сергеев, ОмГУПС

Список литературы

1. Борс, Н. И. Электромобили как транспорт будущего / Н. И. Борс, Д. Ш. Муратов, Л. А. Пимукова // Сборник материалов II Региональной студенческой научно-практической конференции с всероссийским участием. – 2019. – С. 105 – 108.
2. Джайлаубеков, Е. А. Электромобили - будущее городского транспорта. Перспективы развития / Е. А. Джайлаубеков, М. А. Нартов // Вестник КазАТК. – Алматы, 2017. – № 1 (86). – С. 47 – 53.
3. Электромобиль / В. А. Щетина [и др.] // Техника и экономика. – 1987.
4. Электромобили: опубликована статистика за 2017 год [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://smart-lab.ru/blog/450566.php> (дата обращения: 8.03.2020).

А. Д. Абдрахманов, А. О. Данковцев, А. Е. Кунакбаева, В. М. Гордеев
Омский государственный технический университет (ОмГТУ), г. Омск, Российская Федерация

ОБЗОР МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Статья посвящена методам определения остаточного ресурса изоляции обмоток двигателя. Показаны причины старения изоляции, выявлено последствие данного явления. Расписаны факторы старения обмотки. Рассмотрены методы обнаружения остаточного ресурса изоляции и описан их принцип. Описаны виды взаимодействия факторов старения. Расписан принцип подбора изоляции обмоток.

Ключевые слова: изоляция, факторы старения, воздействие, метод Дейкина, тепловой метод, синергетической метод, виды воздействия, старение изоляции, дефекты изоляции.

Amal D. Abdrakhmanov, Aleksei O. Dankovtsev, Aislu E. Kunakbayeva
Vyacheslav M. Gordeev

Omsk state technical University (OmSTU), Omsk, the Russian Federation

OVERVIEW OF METHODS FOR DETECTING RESIDUAL INSULATION LIFE OF MOTOR WINDINGS

The Article is devoted to methods for determining the residual insulation life of engine windings. The reasons for the aging of insulation are shown, and the consequence of this phenomenon is revealed. Painted factors of aging of the winding. Methods for detecting residual insulation resource were considered and their principle was described. The types of interaction of aging factors are described. The principle of selection of winding insulation is described.

Keywords: insulation, aging factors, impact, Deikin method, thermal method, synergetic method, types of impact, aging of insulation, insulation defects.

Непрерывное воздействие внешних и внутренних факторов (механических, электрических, химических, термических, природных) вызывает старение изоляции обмоток электродвигателя. Вследствие чего возникаю дефекты, такие как спекание, обугливание, тепловое старение, усталостные дефекты [1]. В свою очередь своевременное обнаружение остаточного ресурса изоляции электродвигателя и принятия профилактических

решений приведёт к сохранению экономических ресурсов.

Сформулированы следующие задачи:

- выбор метода оценки влияния факторов, вызывающих старение изоляции;
- анализ методов оценки влияния факторов, вызывающих старение изоляции.

Факторы старения приведены в табл. 1 [1].

Таблица 1

Факторы старения

Тип воздействия	Результат воздействия
Механический	Удары, трение, вибрации
Электрический	Перенапряжение
Термический	Окисление
Природный	Вода, газ, радиация, кислоты

Из-за того, что процессы деградации ведут к уменьшению продолжительности срока службы изоляции, то используют многочисленные методы испытаний, основанные на эффектах старения и факторов воздействия на изоляцию (электрических, тепловых и механических). Данные методы могут быть выполнены под действием одного фактора (однофакторное старение), либо под действием нескольких факторов (многофакторное старение) [2].

Рассмотрим основные методы для определения срока службы изоляции.

1. Метод Дейкина (тепловой).

Метод основывался на том, что тепловое старение изоляции связано с деполимеризацией молекул и она была предложена Дейкином. При использовании данного метода выбирают три температуры для ускорения старения, после проведения исследования определяют время жизни изоляции [3].

2. Синергетический метод.

Во время эксплуатации материал изоляции подвергается воздействию температуры и электрического поля, что влияет на жизненный цикл, и приводит к ускорению старения изоляции.

Различают два основных вида взаимодействия: прямое и косвенное [1].

Прямое взаимодействие – взаимодействие, при котором факторы воздействия применяются последовательно, а косвенное – взаимодействие, при котором факторы влияния, остаются в основном неизменными [1]. Таким образом, прямое воздействие – это воздействие воды и воздуха, а косвенное воздействие – это воздействие, вызванное старением.

С помощью уравнения Монстингера (1) и уравнения Дейкина (2) определяется время жизни изоляции. Для ускорения старения предлагается использование трёх температур при испытании изоляции, самой минимально должна быть рабочая температура изоляции [4].

Уравнение Монстингера [5].

$$L_M(\theta) = A_M e^{-B_M \cdot \theta}. \quad (1)$$

где A_M – срок службы изоляции при 0°C;

B_M – постоянная материала;

θ – измеренная температура (°C).

Уравнение Дейкина [3].

$$L_D(T) = A_D e^{\frac{B_D}{T}}. \quad (2)$$

где A_D – постоянная материала;

B_D – постоянная материала;

T – измеренная температура (°C).

Сопротивление изоляции не имеет самостоятельной диагностической ценности, но служит вспомогательным признаком, из-за того, что практически невозможно определить правила для фактического определения значения сопротивления изоляции электродвигателя. Это связано с тем, что сопротивление изменяется в зависимости от метода изготовления, состояния изоляции, номинального напряжения, размера и типа. Минимальное сопротивление изоляции рассчитывается путём умножения номинального напряжения на постоянный коэффициент 0,5 МОм/кВ. В табл. 2 приведены эмпирические значения сопротивления изоляции [6].

Таблица 2

Эмпирические значения сопротивления изоляции

Значение сопротивления изоляции, МОм	Уровень изоляции
2 или меньше	Плохой
2-5	Критический
5-10	Ненормальный
10-50	Хороший
50-100	Очень хороший
100 или больше	Отличный

При обзоре методов обнаружения остаточного ресурса изоляции обмоток электродвигателя был проанализирован метод оценки влияния факторов,

вызывающих старение изоляции. Используя методы однофакторного и многофакторного воздействия, можно провести испытания, которые покажут жизненный цикл изоляции. Используя уравнения Монтсингера и Дейкина строится график оценки срока службы изоляции при различных температурах. Контроль сопротивления изоляции необходим для снятия электродвигателя с эксплуатации либо его ввода.

Научный руководитель - к.т.н, доцент кафедры «Радиотехнические устройства и системы диагностики» К. Р. Сайфутдинов, ОмГТУ.

Список литературы

1. Gjaerde, A. C. Multifactor Ageing Models / A. C. Gjaerde // Origin and Similarities”. – IEEE El. Ins. Mag.– 1997. – vol. 13. – no. 1. – pp.6 – 13.
2. Mazzanti, G. Electrical Aging and Life Models: The Role of Space Charge // G. Mazzanti, G.C. Montanari and L. A. Dissado. – IEEE Trans. on Diel. and El. Ins. – 2005.– vol. 12. – no. 5. – pp. 876 – 890.
3. Dakin, T. W. Electrical Insulation Deterioration / T. W. Dakin. – Electrotechnology, 1960. – pp.123 – 130
4. IEC PUBLICATION 60216-1, Electrical Insulation Materials – Properties of Thermal Endurance – Part 1: Ageing Procedures and Evaluation of Test Results, Fifth Edition, [Текст] 2001-07.
5. Electrical Engineering Portal [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://electrical-engineering-portal.com/how-to-measure-insulation-resistance-of-a-motor>.

УДК 621.337.1

А. В. Пащенко

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский техникум железнодорожного транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

КОНСТРУИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ

Снижение трудоемкости и влияния человеческого фактора на эксплуатационные параметры являющихся неотъемлемым элементом систем современных автомобильных электро-энергетических комплексов, представляется важной задачей, которая решается созданием автоматизированной СКД АКБ.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, диагностика, контроль.

Alexsey V. Pashenko

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

DESIGNING A BATTERY MONITORING AND DIAGNOSTICS SYSTEM

Reducing the labor intensity and the influence of the human factor on the operational parameters of the systems that are an integral element of modern automotive power systems is an important task that is solved by creating an automated battery management system.

Keywords: battery, diagnostics, control.

Важнейшим аспектом в эксплуатации транспортных и технологических машин является контроль параметров аккумуляторной батареи (АКБ), а также диагностирование и прогнозирование ее состояния. Эксплуатация АКБ, питающих современные электроэнергетические комплексы, предполагает широкое использование систем автоматизации технологического процесса их эксплуатации. В свою очередь обеспечение работоспособности энергетических систем транспортных средств требует внедрения для АКБ системы контроля и диагностики (СКД АКБ) включаемых в элементную базу современных электроэнергетических комплексов.

На современном этапе постановка задачи автоматизации контроля параметров и диагностики стала возможна с развитием методов интеграции, и в связи с этим признано целесообразным возложить задачи оценки и диагностики состояния АКБ непосредственно на создаваемую систему контроля и диагностики АКБ.

Таким образом, снижение трудоемкости и влияния человеческого фактора на эксплуатационные параметры являющихся неотъемлемым элементом систем современных автомобильных электро-энергетических комплексов, представляется важной задачей, которая решается созданием автоматизированной СКД АКБ.

Цель работы – продление ресурса аккумуляторной батареи автотранспортных средств путем разработки автоматизированной системы контроля и диагностики их состояния.

Объект исследования – свинцово-кислотная аккумуляторная батарея автотранспортных средств.

Предмет исследования – работоспособность аккумуляторной батареи как элемента системы современных автомобильных электро-энергетических комплексов.

Методы исследования. Используются методы системного анализа, математического моделирования, математической статистики, теории старения машин, схемотехники, теории программирования.

В первой части исследовательской работы произведен обзор существующих типов аккумуляторных батарей применяемых на современных транспортных и технологических машинах, оценены их преимущества и недостатки.

Проанализированы проблемы усовершенствования аккумуляторов, изучена возможность использования альтернативных, более легких материалов в составе современных АКБ, рассмотрены мероприятия по повышению удельной энергии аккумуляторной батареи.

Рассмотрены составляющие элементы систем электроснабжения различных транспортных средств, а так же способы оценки их технического состояния.

Так же в ходе работы были проанализированы существующие методы и средства диагностики, осуществлен патентный поиск на глубину 12 лет, целью которого был поиск информации по рассматриваемой тематике и формирование базового пакета патентно-информационных ресурсов с целью изучения отечественного и зарубежного опыта создания систем диагностирования и контроля, подбор аналогов и прототипов для формирования документации по конструированию СКД АКБ. По рассмотренным патентам и проведенным аналитическим исследованиям выполнена модернизация существующих конструкций систем диагностики аккумуляторных батарей.

Внедрение системы контроля и диагностики в реальном времени позволит обеспечить постоянный и непрерывный сбор информации по таким основным параметрам, как напряжение, ток, ёмкость, уровень электролита, температура, измеренные для каждого элемента аккумуляторной батареи, позволит сократить ручной сбор информации и облегчить эксплуатацию аккумуляторных батарей.

Поэтому на базе (в корпусе) аккумуляторной батареи предлагается создать диагностический комплекс по мониторингу и обработке не только выше указанных параметров, но так же параметра плотности и некоторых других с последующей передачей обработанных данных на дисплей компьютера. В каждой из 6 секций АКБ установим по 3 типа датчиков: датчики плотности, температуры и вольтметр, которые будут собирать соответствующие показания плотности, температуры и напряжения с последующей передачей на контроллер. На рис. 1. представлена упрощенная схема диагностического комплекса АКБ.

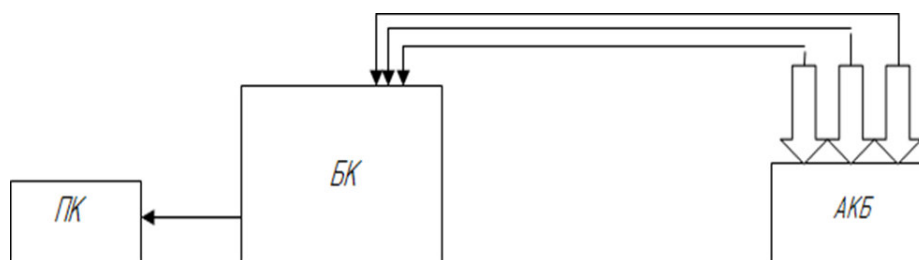


Рисунок 1 – Схема диагностического Упрощенная комплекса АКБ:

ПК – контрольная панель; БК – блок контроля и обработки; р – датчик плотности;
v – вольтметр; t – датчик температуры

Обработку первичных входящих аналоговых сигналов с датчиков контроля состояния и дальнейшую передачу цифрового сигнала на ПК выполнит универсальный контроллер Arduino Mega 2560. Arduino Mega 2560 построена на микроконтроллере ATmega2560. Плата имеет 54 цифровых входа/выходов (14 из которых могут использоваться как выходы ШИМ), 16 аналоговых входов, 4 последовательных порта UART, кварцевый генератор 16 МГц, USB коннектор, разъем питания, разъем ICSP и кнопка перезагрузки. Для питания контроллера он подключается к компьютеру посредством кабеля USB или на него подается питание при помощи адаптера AC/DC, или аккумуляторной батареей.

Для измерения температуры электролита применим датчики температуры DS18B20 type, которые выполнены в металлическом корпусе и способны работать в агрессивных средах. Контроль плотности возможно произвести с помощью устройства собственной конструкции, которое содержит датчик с пьезоэлектрическими излучающими и приемными преобразователями, источник высокочастотного напряжения, вычислительное устройство, отличающееся тем, что датчик содержит двухканальный акустический тракт, первый канал которого образует одна пара излучатель-приемник с расположенным между ними звукопроводом первого акустического канала, имеющего форму контура и выполненного из магнитострикционного материала, внутренняя поверхность которого расположена в электролите аккумулятора. Плотность определяется исходя из скорости распространения звука в жидких средах. Первичная обработка поступающих сигналов с аналоговых датчиков выполняется контроллером с использованием программы загруженной в него.

В ходе выполнения научно-исследовательской работы было разработано устройство диагностирования аккумуляторной батареи в реальном времени, составные части данной системы.

Разработана схема взаимодействия аппаратной и программной частей устройства и описан процесс взаимодействия этих частей.

Проведено экспериментальное исследование, произведен подбор необходимого оборудования для проведения эксперимента, разработана технология выполнения эксперимента и в завершение проведен эксперимент, в результате которого сделаны выводы о достоверности данных полученных с помощью нового электронного средства измерения и ручными методами.

Научный руководитель – преподаватель А. Г. Джусупова, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Логинова, Е. Ю. Электрическое оборудование локомотивов: учебник / Е. Ю. Логинова. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. – 576 с.
2. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники: учебник для ВПО, СПО / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. – СПб.: Лань, 2012. – 736 с.
3. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника: учебник для СПО / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. – М.: Издательство Юрайт, 2016.
4. Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника: учебник и практикум для СПО / С. А. Миленина, Н. К. Миленин. – М.: Издательство Юрайт, 2015.

УДК 621.336

М. С. Михайлов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ УДАРНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ТОКОПРИЁМНИКИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Выполнен анализ и выявлены недостатки ударной маятниковой установки для испытания токоприемников, описанной в ГОСТ 32204-2013. Выполнен расчет параметров и предложена конструкция ударного маятника с меньшими габаритами и расширенными функциональными возможностями. Приведены параметры и характеристика установки.

Ключевые слова: испытания токоприемников, маятниковый стенд, ударный импульс.

IMPROVEMENT METHODOLOGY OF EXPERIMENTAL RESEARCH OF COLLISION EFFORTS ON CURRENT COLLECTORS OF ELECTRIC ROLLING STOCK

The collision pendulum testing stand described by GOST 32204-2013 was analyzed and its shortcomings were identified. Construction of the smaller collision testing stand with more functional advantages was designed and its parameters were calculated. Parameters and characteristics of the testing stand were described.

Keywords: tests of the current collector, pendulum stand, collision impulse

В настоящее время в России действует ГОСТ 32204-2013 «Токоприемники железнодорожного электроподвижного состава. Общие технические условия» [1], который содержит методику испытания токоприёмников подвижного состава для оценки срабатывания системы автоматического аварийного опускания. Для исследования ударных воздействий применяется физический маятник (рис. 1), представляющий собой груз 3 цилиндрической формы, изготовленный из стали массой $(10 \pm 0,1)$ кг, закрепленный на стальном тросике 4 диаметром от 5 до 8 мм и длиной 4 м, отклоненного от вертикали на угол 45° вдоль направления движения ЭПС поочередно с обеих сторон. Испытание проводится на наибольшей рабочей высоте и на 25% от наибольшей рабочей высоты.

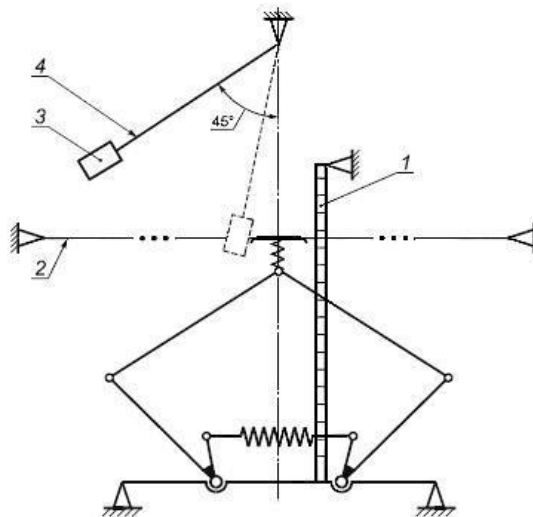


Рисунок 1 – Кинематическая схема испытательной установки, применяемой в настоящее время

Испытательная установка, представленная в ГОСТе, обладает рядом значительных недостатков:

- при испытаниях учитывается только сам факт удара и срабатывания систем аварийного опускания токоприёмника;
- не учитываются продольные смещения токоприёмника и возможность его повреждения в результате удара;
- не предусматривается возможность вариации значений ударного импульса и энергии;
- большие габариты, которые делают практически невозможным её использование в закрытых помещениях;
- использование гибкого троса усложняет описание процесса удара.

Для оценки ударного импульса, реализуемого испытательным стендом, выполним анализ существующей испытательной установки. Она представляет собой физический маятник (рис. 2), который состоит из троса 1, закреплённого в точке O к которому прикреплен груз 2. Точка A – центр масс физического маятника, удаленная на расстояние a . Точки B и C – это центры масс груза и троса соответственно. Для этого приведём его параметры к параметрам аналогичного математического маятника. В качестве основного параметра был выбран импульс, которым будет обладать маятник в момент удара p .

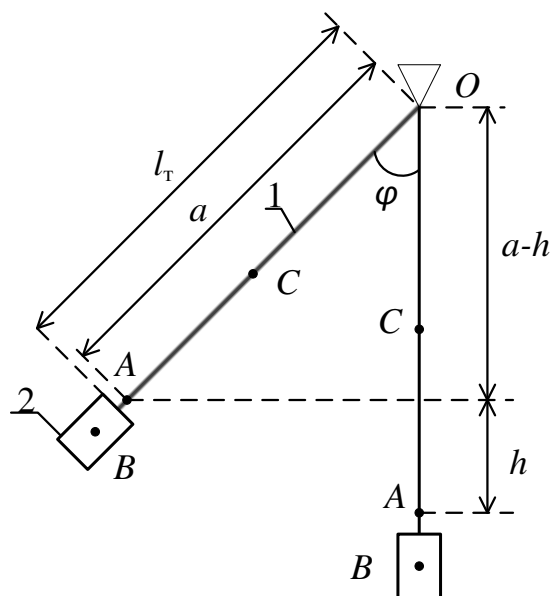


Рисунок 2 – Расчётная кинематическая схема физического маятника

Для любого физического и математического маятника без учёта потерь справедливо равенство, исходящее из закона сохранения энергии [2]:

$$W_{пот1} + W_{кин1} = W_{пот2} + W_{кин2}.$$

Поскольку в начальный момент кинетическая энергия равна 0, а при прохождении нижней точки потенциальная энергия маятника в случае отсутствия потерь полностью перейдёт в кинетическую, тогда:

$$mgh = \frac{\omega^2 I}{2}, \quad (1)$$

где m – масса физического маятника,

h – высота подъема приведённого математического маятника,

I – момент импульса физического маятника относительно оси вращения,

ω – угловая скорость.

Для определения высоты подъема маятника определим приведённую длину маятника:

$$l = \frac{I}{ma}, \quad (2)$$

где a – расстояние от оси вращения до центра масс A .

Высота подъема приведённого математического маятника в таком случае будет равна:

$$h = l(1 - \cos \varphi). \quad (3)$$

Исходя из выражений (1), (2) и (3) выразим угловую скорость, которую приобретёт маятник перед моментом удара:

$$\begin{aligned} mg \frac{I}{ma} (1 - \cos \varphi) &= \frac{\omega^2 I}{2}, \\ \omega &= \sqrt{\frac{2g(1 - \cos \varphi)}{a}}. \end{aligned} \quad (4)$$

Поскольку центры масс троса и груза располагаются на одной оси, то расстояние до центра масс может быть рассчитано как:

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n m_i l_i}{\sum_{i=1}^n m_i}. \quad (5)$$

где m_i – масса i -й части маятника,

l_i – расстояние до центра масс i -й части маятника.

Для определения импульса рассчитаем суммарный импульс системы [3], представленной на рис. 3, для чего запишем его в дифференциальной форме:

$$\int dp = \int \omega x \rho(x) dx = \omega m \cdot \frac{1}{m} \int x \rho(x) dx = \omega ma, \quad (6)$$

где $\frac{1}{m} \int x \rho(x) dx = a$ – интеграл, определяющий расположение центра масс системы.

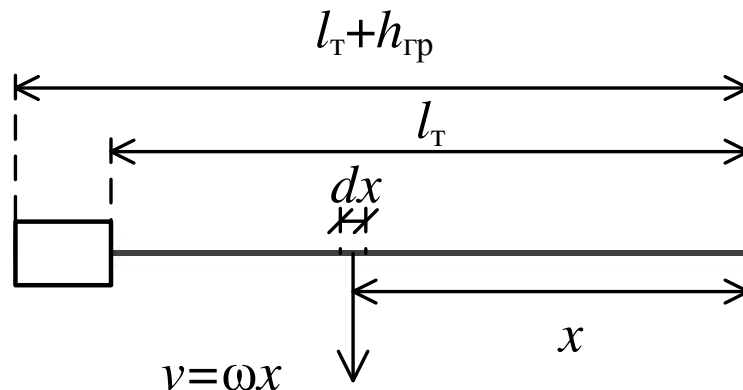


Рисунок 3 – Расчётная схема для вычисления импульса маятника

Соответственно, суммарный импульс маятника при ударе после подстановки выражения (4) в (6) может быть рассчитан с помощью формулы:

$$p = \omega m a = m \sqrt{2ga(1 - \cos \varphi)}. \quad (7)$$

Приведённые выше расчётные соотношения при внесении некоторых изменений будут справедливы для любого физического маятника.

Поведение троса во время удара трудно предсказать, поэтому в качестве основного параметра испытательного стенда выберем суммарный импульс физического маятника перед моментом удара. Также будем считать, что происходящий удар будет абсолютно упругим.

Поскольку техническое исполнение точно не определено, то в качестве испытательного физического маятника рассмотрим стальной трос массой $m_T = 0,706$ кг длиной $l_T = 4$ м и диаметром $d_T = 6,9$ мм, к которому прикреплён груз, представляющий стальной цилиндр массой $m_{гр} = 10$ кг с диаметром основания $d_{гр} = 10$ см и высотой $h_{гр} = 16,3$ см.

В таком случае расстояние до центра масс определяется как:

$$a = \frac{m_T l_{OC} + m_{гр} l_{OB}}{m_T + m_{гр}} = \frac{10 \cdot 4,0865 + 0,706 \cdot 2}{10 + 0,706} = 3,949 \text{ м.}$$

Суммарный импульс маятника в таком случае будет составлять:

$$p = (10 + 0,706) \sqrt{2g \cdot 3,949 \cdot (1 - \cos 45^\circ)} = 51 \text{ кг} \cdot \text{м/с.}$$

В качестве замены существующего ударного испытательного стенда в ОмГУПСе при участии автора разработан и изготовлен физический маятник с меньшими габаритами и расширенными функциональными возможностями

(рис. 4). Трос заменён жесткой телескопической системой, которая предназначена для возможности изменения длины маятника и состоит из неподвижной и подвижной труб круглого сечения. Изменение длины происходит за счёт узла регулировки. На телескопической системе закреплён груз, масса которого может варьироваться. Также на конце подвижной трубы может быть закреплён боек, например, зажим контактной сети, с которым может столкнуться полз токоприемника.



Рисунок 4 – Общий вид маятниковой ударной установки

Характеристики такого стенда можно рассчитать аналогично стенду, приведённому в описанном выше ГОСТе. Динамическая характеристика предлагаемой установки представлена на рис. 5:

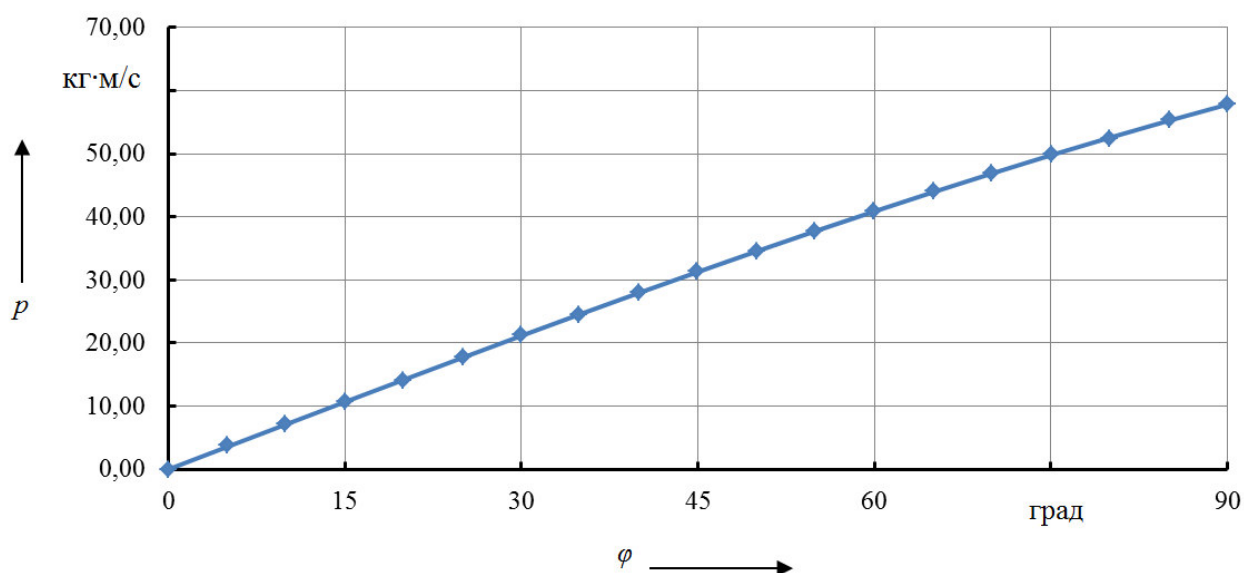


Рисунок 5 – Зависимость импульса от угла отклонения
при $l = 1,2$ м и $mг = 10$ кг

Предложенная установка смонтирована в ОмГУПСе в аудитории 21. Она позволяет проводить испытания в полном соответствии с ГОСТ и при этом варьировать величину ударного импульса в широком диапазоне значений при значительно меньших габаритах и расширенных функциональных возможностях, обеспечивая ударные воздействия по любой точке полоза по его длине и во всем рабочем диапазоне высот токоприемника.

Список литературы

1. ГОСТ 32204-2013 Токоприемники железнодорожного электроподвижного состава. Общие технические условия.
2. Сивухин, Д. В. Общий курс физики. Т. I. Механика. 5-е изд., стереотипное / Д. В. Сивухин. – М.: Физматлит, 2006. – 560 с.
3. Стихановский, Б. Н. Процессы удара: монография / Б. Н. Стихановский. – Омск: ОмГТУ, 2010. – 322 с.

УДК 621.314.212:004.383.3

В. С. Едренина

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ИЗОЛЯЦИИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ

В данной работе рассмотрен акустический способ диагностирования электрооборудования. Он основан на регистрации звуковых импульсов, возникающих при электрических разрядах, с помощью акустических датчиков. Одной из наиболее важных причин применения этого метода является его высокая эффективность при мониторинге состояния высоковольтного оборудования в условиях его эксплуатации. Благодаря этому методу можно выявить образование ЧР в дефектных местах на ранних стадиях. Описанный в работе алгоритм позволяет производить комплексную диагностику высоковольтного электрооборудования в различных режимах работы.

Ключевые слова: программное обеспечение, цифровой сигнал, обработка данных, диагностирование изоляции высоковольтных трансформаторов, частичные разряды, сигнал акустической эмиссии.

THE SOFTWARE OF THE AUTOMATED SYSTEM FOR DIAGNOSING THE INSULATION OF HIGH VOLTAGE TRANSFORMERS

In this paper, an acoustic method for diagnosing electrical equipment is considered. It is based on the recording of sound pulses that occur during electrical discharges, using acoustic sensors. One of the most important reasons for using this method is its high efficiency in monitoring the condition of high-voltage equipment under operating conditions. Thanks to this method, it is possible to detect the formation of discharge particles in defective places at early stages. The algorithm described in this paper allows complex diagnostics of high-voltage electrical equipment in various operating modes.

Keywords: software, digital signal, data processing, diagnostics of isolation of high-voltage transformers, partial discharges, acoustic emission signal.

Разрядные процессы внутри бака трансформатора, как на начальной стадии частичных разрядов, так и в фазе искровых и дуговых разрядов, могут быть достаточно просто зафиксированы внутри бака при помощи системы регистрации высокочастотных импульсов. Эта система является чувствительной, т.к. сначала в зоне дефекта появляются разряды, которые потом постепенно насыщают масло продуктами своей деятельности, т.е. приводят к появлению газов в масле [1-2].

Поскольку нам неизвестно реальное место возникновения дефекта внутри изоляции, то невозможно определить точное значение амплитуды разряда. Это происходит по той причине, что нам неизвестно, каков коэффициент затухания акустического или электромагнитного сигнала на пути от места возникновения до места установки первичного датчика.

Очень важными параметрами единичного частичного разряда является частота и длительность импульса частичного разряда, которые приведены на рис. 1

Видно, что первый фронт зарегистрированного импульса достаточно крутой, но уже после первого максимума сигнал «спадает» по более пологой кривой, которая постоянно меняет свою форму. В самом же конце импульса мы имеем затухающие колебания с более высокой частотой.

Первоначально импульс частичного разряда возникает непосредственно в зоне дефекта. Далее импульс распространяется электромагнитным или электрическим способом в окружающий объем. Различие свойств этой

окружающей зоны приводит к появлению в регистрируемом сигнале колебаний с другой резонансной частотой. В конечном итоге импульс может затухнуть на еще большем удалении от места возникновения, от зоны дефекта, например, это может произойти уже в элементах конструкции оборудования [5-6].

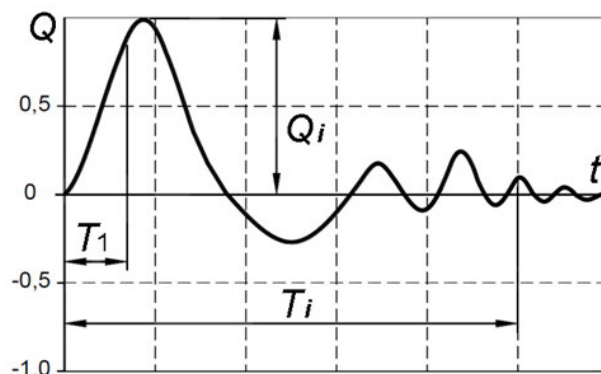


Рисунок 1 – Основные параметры частичного разряда

Параметры разряда, который инжектируется в объект из питающей сети, и которые мы измеряем, отличаются от параметров «истинного» частичного разряда, возникающего в изоляции. Однако с энергетической точки зрения, инжектируемая извне энергия количественно равна реальной энергии, выделяемой в зоне дефекта. Это не «кажущаяся» энергия, а «почти честная» энергия, количественно равная энергии разрушения в зоне дефекта [4].

При исследовании частичных разрядов в трансформаторах, как и в любом другом высоковольтном оборудовании, в первую очередь необходимо правильно выбрать места для установки первичных преобразователей. Насколько корректно это будет сделано, настолько возможно эффективными будут последующие измерения частичных разрядов в изоляции.

Рассмотрим примеры экспериментальных исследований, проведенных на высоковольтных трансформаторах тяговых подстанций постоянного тока Западно-Сибирской железной дороги [3]. В табл. 1 приведены сравнительные данные многократных измерений на трех трансформаторах при нормальном режиме работы (ЭЧЭ-136), «на особом контроле» (ЭЧЭ-148) и после аварийного отключения, сопровождавшегося дуговым разрядом (ЭЧЭ-210).

На вводном трансформаторе Т2 (16 МВА) тяговой подстанции ЭЧЭ-136 сигналов акустической эмиссии на частоте возникновения частичных разрядов не обнаружено как на холостом ходу, так и при прохождении поезда. Это соответствует нормальному режиму работы вводного трансформатора. Дефектов изоляции, сопровождающихся возникновением частичных разрядов на высоком напряжении нет, это показано на рис. 2

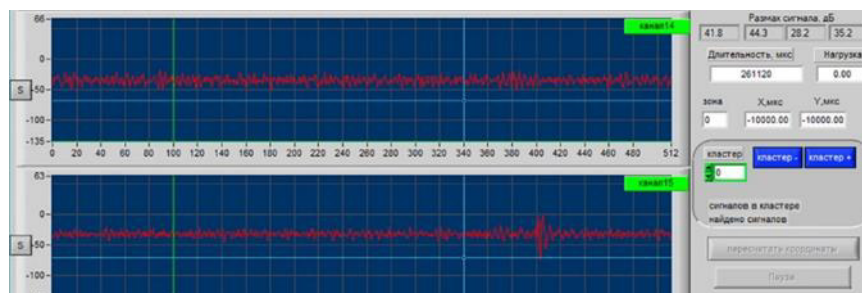


Рисунок 2 – Акустические сигналы при отсутствии частичных разрядов

Таблица 1

Результаты акустических измерений ЧР на высоковольтных трансформаторах

Номер ЭЧЭ, обозначе ние трансфор матора	Тип, мощность, напряжени е	Um, ед. АЦП			Событий/ сек.	Примечание
		min	avg	max		
136 Т2	ТМПУ- 16000/110	34 37 35	170 393 291	3961 3112 3540	0,53 0,67 0,60	Металлический стук по корпусу (ЧР отсутствуют) Среднее
148 ТП	ТДРУНГ- 20000/110	140 165 165 175 221 212 140 178,5	170 170 212 250 215 270 270 197,7	198 250 360 363 337 340 340 290,2	39 64 11 73 93 3,3 66 62,4	ЧР восточная сторона ЧР восточная сторона ЧР восточная сторона, поезд ЧР восточная сторона ЧР полевая сторона ЧР полевая сторона, поезд ЧР полевая сторона, поезд, вибрация Среднее
210 ТП	ТДРУНГ- 20000/110	180 185 168 190 180 180 430 150 179,0	440 370 240 180 400 400 1100 450 439,0	2357 685 1300 1100 800 1300 2878 1400 1348,0	0,5 2,83 4,24 0,1 0,2 0,38 0,67 0,67 1,20	ЧР восточная сторона ЧР восточная сторона, вибрация ЧР восточная сторона, вибрация ЧР восточная сторона верх ЧР восточная сторона верх ЧР восточная сторона верх ЧР северная сторона низ ЧР северная сторона низ Среднее

Акустический контроль на предмет наличия частичных разрядов выполнен на тяговом трансформаторе ЭЧЭ-148 «Забулга». По данным хроматографического анализа в трансформаторном масле определено превышение граничных концентраций: H_2 – в 4,5 раза; C_2H_2 – в 7,6 раз, что соответствует наличию частичных разрядов искровых и дуговых разрядов.

Также акустический контроль выполнен на тяговом трансформаторе ЭЧЭ-210 «Мошкарь». По данным хроматографического анализа определено

превышение граничных концентраций: H_2 – в 6,3 раза; CH_4 – в 1,3 раза, CO – в 1,1 раза, что соответствует наличию частичных разрядов, искровых, дуговых разрядов, повреждением затронута твердая изоляция.

Амплитудное значение частичных разрядов находится в диапазоне от 140 до 360 (ед. АЦП). Представлены данные, полученные из программного обеспечения AES51 (рис. 3, 4).

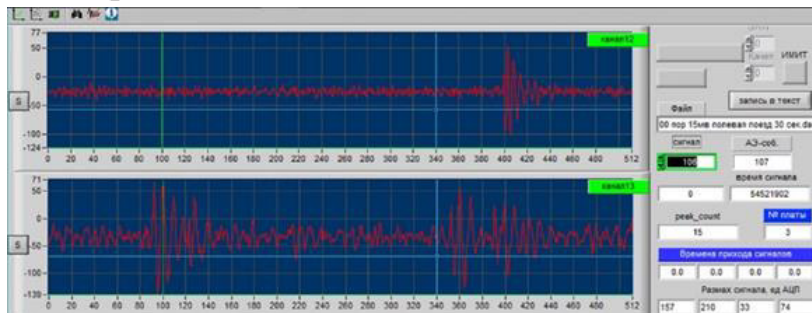


Рисунок 3 – Акустические сигналы при наличии частичных разрядов

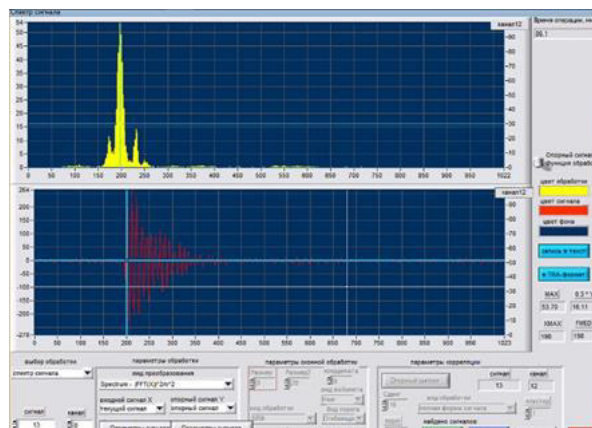


Рисунок 4 – Форма и спектр сигнала частичных разрядов

Сравнение параметров, выполним по данным табл. 1. На трансформаторе ЭЧЭ-136 ЧР отсутствуют, установка СЦАД-16 не регистрирует сигналы ниже порогового значения (5 ед. АЦП). Для проверки работоспособности осуществлялся стук металлическим бойком по корпусу трансформатора с разных сторон от места установки измерительных преобразователей. Амплитудные значения, при силе удара 500 Н, существенно превышают значения от ЧР. При состоянии трансформатора, условно принятым за предаварийное состояние (ЭЧЭ-148), амплитудные значения составляют в среднем 197,7 (максимум 290,2).

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теоретическая электротехника», А. Ю. Кузьменко, ОмГУПС.

Список литературы

1. Русов, В. А. Диагностический мониторинг высоковольтных силовых трансформаторов [Текст]: моногр. / В. А. Русов. – Пермь: Компромисс, 2012. – 160 с.
2. Шахнин, В. А. Применение метода частичных разрядов для оценки концентрации растворенных газов в трансформаторном масле / В. А. Шахнин // Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте: Материалы III Всерос. науч.-техн. конф. с междунар. участием / ОмГУПС. – Омск, 2018. – С. 194 – 198.
3. Кузнецов, А. А. Повышение эффективности методов диагностирования тяговых трансформаторов при увеличении массы поездов / А. А. Кузнецов, А. Ю. Кузьменко, М. А. Кузнецова // Инновационные проекты и технологии в образовании, промышленности и на транспорте: Материалы науч. конф. / ОмГУПС. – Омск, 2018. – С. 20–27. – ISBN 978-5-949-41193-3.
4. He, X. Online partial discharge detection and location system using wireless sensor network / X. He, G. Xie, Y. Jiang // Energy Procedia. – 2011. – Vol. 12. – P. 420 – 428.
5. Deshpande, A. S. Partial discharge analysis using energy patterns / A. S. Deshpande, H. A. Mangalvedekar, A. N. Cheeran // Electrical Power and Energy Systems. – 2013. – Vol. 53. – P. 184 – 195.
6. Классификация акустических сигналов разрядных процессов в изоляции на основе формы их вейвлет-спектров / Чуличков А. И. [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 3: Физика. Астрономия. – 2009. – № 2. – С. 103 – 105.

УДК 629.4.015

К. Н. Кузнецов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ ЭЛЕКТРОПОЕЗДОВ

Ремонт аккумуляторных батарей электропоездов, а также электровозов, остается одним из актуальных вопросов на сегодняшний день. В статье предлагаются как варианты усовершенствования ремонта, так и предложения по эксплуатации батарей.

Ключевые слова: аккумулятор, батарея, установка, плотность, прибор, рама.

IMPROVEMENT OF MAINTENANCE OF BATTERIES OF ELECTRIC TRAINS

Repair of batteries of electric trains, as well as electric locomotives, remains one of the pressing issues today. The article proposes both options for improving the repair, as well as suggestions for the operation of batteries.

Keywords: accumulator, battery, installation, density, device, frame.

Аккумуляторные батареи находят широкое применение в техники, в частности на железнодорожном транспорте. Цепи управления, освещение, сигнализация, рельсовые тормоза и других потребители малой мощности питаются от источника тока, состоящего из аккумуляторной батареи. На моторвагонном подвижном составе, таких как ЭД9М, ЭД9Э используются щелочные никель-кадмиевые аккумуляторные батареи с ламельными электродами длительного режима разряда, а также свинцово кислотные аккумуляторы SONNENSCHNEIN A512/60G6, у которых доливание воды запрещено в течении всего срока службы, так как они являются герметизированными в отличие от щелочных.

В том и другом случае необходимо проводить техническое обслуживание аккумуляторных батарей. Одними из главных решений совершенствования технического обслуживания аккумуляторных батарей, являются создание современной установки для чистки аккумуляторных перемычек, а также замена всех стрелочных измерительных приборов.

При проверке напряжения аккумулятора, существуют таблицы показания вольтметра на заряженность аккумулятора (табл. 1).

Таблица 1

Степень заряженности аккумулятора

Показание вольтметра, В	>12,7	12,5	12,3	12,1	<11,9
Процент заряженности, %	100	75	50	25	0

Как видно из рис. 1, цена деления составляет 0,5 В, измерить напряжение аккумулятора согласно табл. 1, достаточно проблематично.



Рисунок 1 – Нагрузочная вилка с стрелочной шкалой измерения

Показание вольтметра на 12,5 еще можно снять, но 12,7 или 12,3 уже проблемно, так же и 12,1. Стоит отметить что от этих десятых долей зависит заряд аккумулятора и при малейшей ошибке работника можно допустить ошибку в проценте заряженности.

Кроме всего прочего используемые в депо нагрузочные вилки в соответствии с паспортными характеристиками могут выдерживать напряжение в 15 В, но на практике они перегорают уже при напряжении 12,2 В, тем самым работникам приходится подключать аккумуляторы к зарядным устройствам, так как там есть шкала напряжения, а это приводит к затратам времени.

Но самым трудоемким при поступлении аккумуляторной батареи в аккумуляторный цех по норме времени ремонта является очистка от окислов, солей и загрязнений аккумуляторных перемычек, это все делается в ручную, ветошью, деревянной щеткой, лопаткой, что составляет 0,79 нормо-ч.

Для сокращения затрат нормо-часов, предлагается внедрить в ремонтный процесс следующую установку (рис. 2).

Данная установка при размерах 400x770 мм, вмещает в себя все 90 перемычек, использующихся на аккумуляторных батареях, при этом данная установка спокойно помещается в обыкновенную ванну (рис. 3).

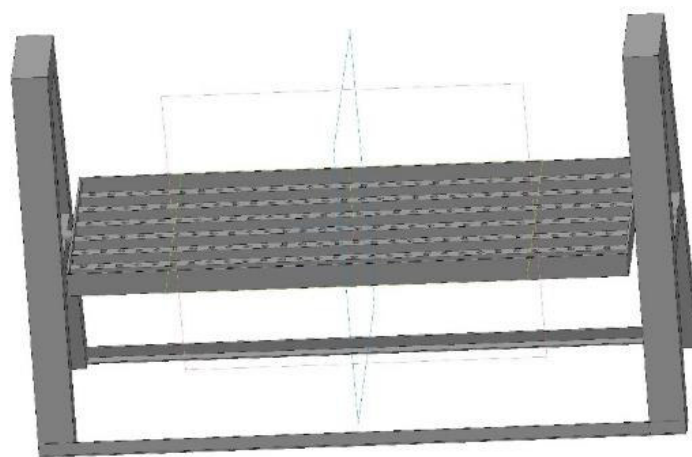


Рисунок 2 – Установка чистки жестких аккумуляторных перемычек

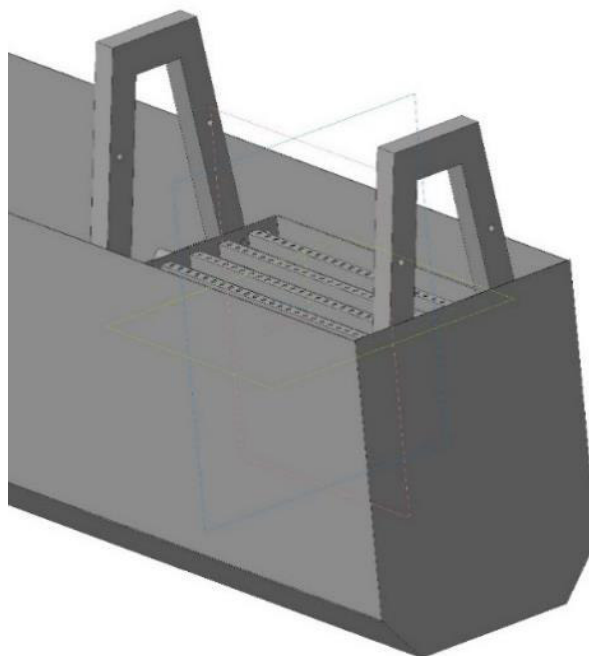


Рисунок 3 – Установка в ванной

Смысл данной конструкции состоит в том, что на 6-ти металлических, параллельных перилах, имеются отверстия диаметром 10мм, для установки в них: «шпилек с ввинчиваемым концом, длиной 2d класса точности В, ГОСТ 22038-76 Исполнение 2» предназначенные для закрепления с шагом в 1 см друг о друга, аккумуляторных перемычек, перевернутых «горбинкой» вниз, для очистки мест контакта перемычки с борнами.

Эта установка сборная, состоит из 2 основных частей:

1. Рама крепления перемычек (Рис. 4)
2. Боковые стойки (Рис. 5)



Рисунок 4 – Рама крепления меж аккумуляторных перемычек

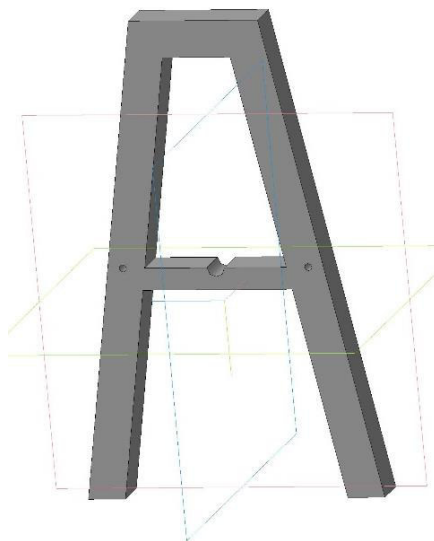


Рисунок 5 – Боковая стойка, для крепления рамы

Установка собирается методом наложения, а значит, рама аккумуляторных перемычек имеет два выступающих вала длиной 60 мм, эти два вала ложатся в отверстия в боковых стойках длина которых 50мм, это нужно для того, чтобы имелся свободный ход в поступательном движении.

Диаметры валов 24 мм, диаметры отверстий на боковых стойках 12 мм, после того как рама устанавливается на боковые стойки, ее связывают с боковыми стойками посредством хомута (на стойках и хомуте имеются отверстия диаметром 10 мм), болтом, чтобы избавиться от вертикального движения (рис. 6).

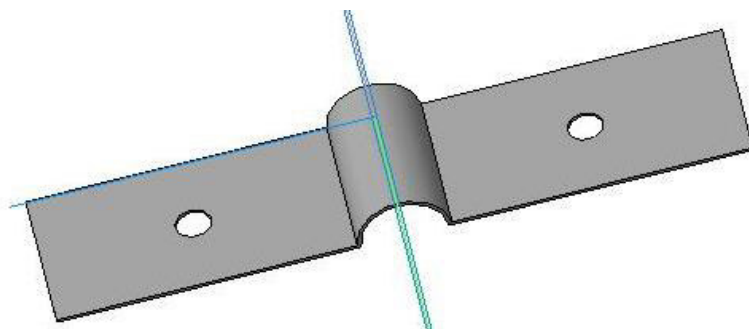


Рисунок 6 – Стягивающий хомут

Для придания жесткости конструкции, боковые стойки связаны между собой угловыми стяжками (рис. 7).

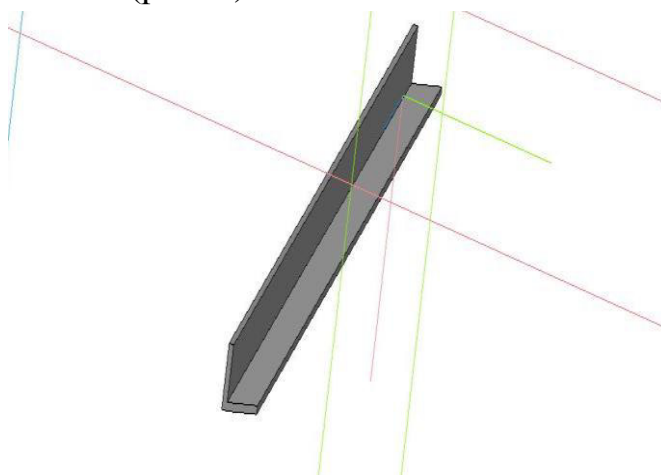


Рисунок 7 – Угловая стяжка

Установка может производить вращение на 360 градусов, что обеспечивает упрощение в чистки перемычек, так как имеем возможность очистить все перемычки, не снимая их с перестановкой другой стороной. Также имеются отверстия на расстоянии 200-мм от центра вала рамы крепления аккумуляторных перемычек и углом 120 градусов от центра на боковой стойке, которые связаны с отверстиями под углом 180 градусов от центра вала, расстоянием от него в 180-мм на раме аккумуляторных перемычек. Эти отверстия состыкуются друг с другом и фиксируются стабилизатором, за который может сойти обыкновенный болт диаметром 10-мм.

Также имеются отверстия на расстоянии 128-мм от центра вала на раме перемычек, которые соосны с отверстиями на боковых стойках. Все это нужно для того, чтобы обеспечить жесткую фиксацию рамы, для очистки аккумуляторных перемычек.

Очистка происходит следующим образом, на шпильки устанавливаются аккумуляторные перемычки, так как шпилька выполнена в исполнении 2, она

имеет рабочий участок резьбы 26 мм, после 9мм без резьбового диаметра, равному среднему диаметру резьбы самой шпильки, а также 20мм ввинчиваемого резьбового конца. Эти 9 мм помогают нам в том, что аккумуляторная перемычка не будет ложиться на пириллу, тем самым мы имеем пространство для очистки места контакта перемычки с борном

Очистка происходит пескоструем, что приводит к значительному уменьшению времени затрат на чистку аккумуляторных перемычек, но возникает другой вопрос, при чистке пескоструем повышается вредность. Для уменьшения вредности предусмотрен втягивающий козырек (рис. 8).

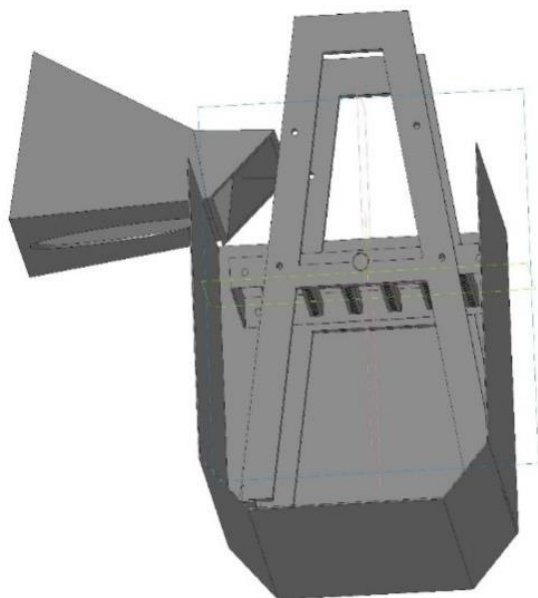


Рисунок 8 – Втягивающий козырек для ванны с установкой

Суть данного втягивающего козырька в том, что он устанавливается от конца ванны в ее глубь и служит для сбора частицы пыли, при работе пескоструем. Имея диаметрально отверстие в 280 мм, присоединяется раструб, который подведен к компрессору, при работе компрессора, происходит забор частиц пыли, которые можно собирать в сборочный резервуар, либо вывести на улицу, все зависит от цеха в конкретном депо.

Это дополнение приводит к уменьшению вредности, а так как вся установка находится в ванной, то песок, отработанный можно собрать и использовать при следующей чистке.

Таким образом, мы получаем минимизацию времени на техническое обслуживание аккумуляторных батарей и снижение вредности при работе.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог» А. П. Шатохин, ОмГУПС.

Список литературы

1. Техническое описание и инструкция по эксплуатации ФБО.358.011 ТО.
2. Техническое обслуживание и ремонт щелочных никель – кадмиевых аккумуляторных батарей. Технологическая инструкция ПКБ ЦТ.25.0070.

УДК 006.91

А. А. Ведмук

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В данной статье рассмотрены основные актуальные проблемы метрологического обеспечения технологических процессов, указаны причины возникновения, а также предложены пути их решения.

Ключевые слова: метрология, метрологическое обеспечение производства, проблемы метрологии, измерения.

Alexandra A. Vedmuk

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (SPSTU),
Saint Petersburg, the Russian Federation

ACTUAL PROBLEMS OF METROLOGICAL SUPPORT OF TECHNOLOGICAL PROCESS

This article discusses the main current problems of metrological support of technological processes, indicates the causes of their occurrence, and suggests ways to solve them.

Keywords: Metrology, metrological support of production, problems of Metrology, measurements.

В настоящее время на любом предприятии, производящем продукцию, в целях подтверждения заданного уровня качества необходимо контролировать её параметры, проводить приёмо-сдаточные, периодические или иные испытания с использованием современного измерительного оборудования,

предусмотренные нормативными документами. Контроль качества является неотъемлемой частью технологического процесса производства какой бы то ни было продукции: пищевых товаров, строительных материалов или медицинских препаратов. Следовательно, любая из отраслей производства нуждается в современном метрологическом обеспечении.

Метрологическое обеспечение производства – это комплексный подход, который включает в себя следующие составляющие:

- применение современного оборудования и необходимой эталонной базы;
- наличие системы менеджмента качества;
- подбор квалифицированного персонала;
- наличие нормативной базы, соответствующей современному уровню научно-технического развития;
- наличие аккредитации на техническую компетентность (при необходимости) [1].

Рассмотрим основные проблемы, существующие в наши дни.

Успех деятельности в области метрологии будь то на заводе, в пункте технического обслуживания или на скважине при добыче нефти во многом зависит от правильного выбора средств измерений, измерительных установок и т.п. Такой выбор осуществляется после определения физической величины, которую нужно измерить, по нескольким параметрам:

- 1) необходимый диапазон измеряемой величины;
- 2) удобная цена деления;
- 3) предъявляемая точность к измерениям (допустимая погрешность);
- 4) условия окружающей среды, в которых будут проводиться измерения;
- 5) относительная простота использования;
- 6) цена.

Практически на любом производстве в России в работе всё ещё используют средства измерений советского производства, замена которым в некоторых случаях невозможна по причине отсутствия современных аналогов. Также имеет место дороговизна средств измерений, поскольку большинство из них производятся на данный момент за рубежом и не имеют свидетельства об утверждении типа в Российской Федерации (данная процедура весьма недешёвая и трудозатратная).

Отсутствие понимания у высшего руководства важности метрологии на предприятии, недостаточное финансирование этой сферы производства часто приводят к плачевным последствиям, за которые в дальнейшем приходится платить более высокую цену.

Несоблюдение технологии производства ведёт к браку, к выпуску недоброкачественной продукции. Данное нарушение имеет место быть в случаях, когда средства измерений подобраны некорректно или используются неверно. Это происходит потому, что в России недостаточное количество профильных учебных заведений, которые готовят специалистов в области метрологии. Предприятия не заинтересованы в направлении своих сотрудников на обучение по программам повышения квалификации. Отсутствует наставничество для передачи опыта молодым специалистам. Штат метрологических служб в организациях по большей части невелик, а объёмы работ с каждым годом возрастают в условиях постоянно изменяющегося законодательства в области обеспечения единства измерений, выпуска всё новых средств измерений, которые необходимо осваивать, изучения вновь разработанных и утверждённых методик поверки средств измерений, необходимости внесения данных в различные федеральные государственные информационные системы и многое другое.

Что же касается нормативной базы, то и здесь есть множество вопросов. Например, отсутствие закреплённого термина «метрологическое обеспечение», используемого ни в одном документе [2]. Также огромная проблема заключается в «размытости» критериев аккредитации, соблюдение которых даёт право выполнять работы в области обеспечения единства измерений (экспертная оценка проводится при прохождении лабораторией процедуры аккредитации на техническую компетентность).

Возможными путями решения вышеописанных проблем являются:

- достаточное финансирование на нужды метрологии (для обновления парка средств измерений, обучения персонала и т.д.);
- уделение должного внимания руководства вопросам метрологического обеспечения производства, проявление лидерских качеств;
- допуск до работ в области обеспечения единства измерений только сотрудников, имеющих профильное образование;
- формирование на производственных предприятиях программ наставничества, введение технических занятий по повышению уровня грамотности при владении профессией (возможно привлечение сторонних организаций), проведение ежегодных конкурсов среди рабочих и специалистов, дополнительное премирование за особые достижения в профессиональной деятельности, организация обучения по программам повышения квалификации;
- пересмотр и доработка нормативной базы в области обеспечения единства измерений.

Таким образом, деятельность в области метрологического обеспечения крайне нуждается в комплексном подходе по её совершенствованию.

Список литературы

1. Федеральный закон от 26 июня 2008 г. № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» (с изменениями и дополнениями). – М., 2019. – 55 с.
2. РМГ 29-2013 Метрология. Основные термины и определения. – М. Стандартиформ, 2019. – 46 с.

УДК 629.4.067

А. С. Майдобура

Филиал «Сибирский государственный университет путей сообщения» в г. Новоалтайске,
Российская Федерация

ПОДСИСТЕМА АКУСТИЧЕСКОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЯ ЭКИПАЖНОЙ ЧАСТИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В статье рассматривается вопрос оснащения Западно-Сибирской железной дороги средствами диагностики, в частности, подсистемой акустического ультразвукового контроля (ПАУК). Освещены возможности работы, состав оборудования ПАУК.

Ключевые слова: железная дорога, безопасность движения, средства диагностики, подвижной состав, подсистема акустического ультразвукового контроля (ПАУК).

Anzhelika S. Maidobura

The Siberian State Transport University (STU) in Novosibirsk, the Russian Federation

THE ACOUSTIC ULTRASONIC CONTROL SUBSTEM OF THE ROLLING STOCK CREW

The article considers the issue of equipping the West Siberian Railway with diagnostic tools, in particular the acoustic ultrasonic control substem of the rolling stock crew, job opportunities highlighted and part of the equipment PAUK.

Keywords: railway, traffic safety, diagnostic tools, rolling stock, the acoustic ultrasonic control substem of the rolling stock crew.

Любое движение опасно, именно поэтому железную дорогу называют зоной повышенной опасности. Свидетельство тому – крушения, аварии, проезды запрещающих сигналов, неисправности деталей ходовых частей, а в итоге – многомиллионные убытки и, что самое страшное, гибель людей. Для обеспечения безопасного движения поездов разрабатываются и создаются различные приборы диагностики.

Западно-Сибирская железная дорога оснащена следующими средствами диагностики, представленными на рис. 1:

- 405 пунктов (501 комплект) автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда (КТСМ), в том числе 309 – КТСМ-02, и 96 пунктов контроля нагрева буксового узла локомотивов (ПКЛ) на базе аппаратуры КТСМ-02;

- 12 автоматизированных диагностических систем контроля параметров колесных пар вагонов (КТИ);

- 4 автоматизированных систем обнаружения вагонов с отрицательной динамикой (АСООД);

- поста акустического контроля (ПАК);

- 1 система контроля вертикальных сил взаимодействия колес с рельсами (WILD);

- 2 системы автоматического распознавания номеров вагонов (АРНВ);

- 1 система автоматического визуального контроля технических характеристик подвижного состава (ТЕХНОВИЗОР);

- 12 подсистемы акустического ультразвукового контроля экипажной части подвижного состава (ПАУК);

- в 2020 году оснащение 4 интегрированными постами автоматизированного приема и диагностики подвижного состава (ППСС)

- 976 устройств контроля схода подвижного состава (УКСПС) [3].

№ п/п	ВЧДЭ	КТСМ (комплект)	КТИ	ПАК	АСООД	WILD и АРНВ	Техновизор и АРНВ	ПАУК	ППСС (2020 год)	УКСПС
1	ВЧДЭ-12	114	3	1	2		1	3	4	173
2	ВЧДЭ-6	109	4	1		1		4		168
3	ВЧДЭ-23	33								89
4	ВЧДЭ-25	36	3		1			3		99
5	ВЧДЭ-27	70			1					160
6	ВЧДЭ-11	139	2					2		287
	Всего	501	12	2	4	1	1	12	4	976

Рисунок 1 – Средства диагностики Западно – Сибирской железной дороги

Неисправный вагон, особенно выщербины, сколы, навары и ползуны на поверхности катания разрушительно действуют на верхнее строение пути. Поэтому диагностика поверхности катания колесных пар одно из самых необходимых направлений для развития новых технологий. На основе этого и был разработан ПАУК.

Подсистема предназначена для мониторинга и диагностики технического состояния поверхности катания колесных пар подвижного состава железных дорог (локомотивов, пассажирских и грузовых вагонов, мотор-вагонного подвижного и ССПС), автоматизированного формирования баз данных и состава и рекомендаций по эксплуатационным режимам и необходимому сервисному обслуживанию [1].

Подсистема решает задачи, направленные на безопасность движения. Она обеспечивает автоматизированное выявление дефектов поверхности катания колесных пар согласно требованиям «Руководящего документа по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524 мм), утвержденного Советом по железнодорожному транспорту государств-участников содружества (протокол N 67 от 19-20 октября 2017г..)» [3].

Подсистема работает в полностью автоматическом режиме с формированием базы данных и передачей результатов на автоматизированное рабочее место пункта технического обслуживания по следующим уровням:

Красный – аварийное (критическое) состояние поверхности катания колёсной пары подвижного состава в соответствии с требованиями Руководящего документа;

Жёлтый – предупреждение о развитии дефекта или потребности в дополнительном осмотре колёсной пары.

Основной целью внедрения подсистемы является автоматизация процессов диагностирования технического состояния поверхности катания колесных пар в режиме реального времени, выявления колесных пар, имеющих дефекты поверхности катания отцепочного размера согласно требованиям Руководящего документа, обеспечение сохранности путевой инфраструктуры [2].

Возможности работы подсистемы:

- решение задач повышения надежности и безопасности эксплуатации парка подвижного состава;
- автоматическое формирование единой базы данных технического состояния подвижного состава, эксплуатируемого на железных дорогах;
- решение задач эксплуатационной диагностики всего подвижного состава;

- увеличение межремонтного пробега, сокращение времени простоя из-за технического обслуживания или ремонта, что способствует повышению эффективности эксплуатации;

- осуществление обслуживания и ремонта подвижного состава на основе реального технического состояния.

Технологическая эффективность применения подсистемы:

- Пробег подвижного состава между плановыми ремонтами и обслуживаниями – возможно увеличение показателя на 15-20% от существующих значений;

- Надежность эксплуатации подвижного состава – число отказов на 1 млн. км сокращается на 20-30%;

- Коэффициент технической готовности подвижного состава – увеличение показателя на 97-98%;

- Техническая скорость движения – увеличение показателя на 10-15%;

- Затраты на ремонт подвижного состава – снижение показателя на 10-15% от существующего [3].

В состав подсистемы входят:

- напольное оборудование;

- постовое оборудование;

- программное автоматизированное рабочее места оператора подсистемы.

В состав напольного оборудования подсистемы входят:

- пьезоэлектрические датчики GT 200 – предназначены для измерения колебательного смещения или скорости смещения поверхности катания колеса.

При действии упругой волны на приемную торцевую поверхность пьезоэлемента, испытывающего деформацию, возникает электрический заряд, пропорциональный действующему смещению. Съём заряда с пьезоэлемента осуществляется при помощи электрических выводов.

Предназначены для установки на шейку рельса Р65, Р75 без сверления и механических изменений конструкции рельса.

- датчики универсальные цифровые (ДУЦ) – предназначены для измерения параметров колебаний рельса, вызванных воздействием дефектов поверхности катания колес, преобразования этих данных в цифровой вид, шкале времени, первичной обработки и передаче привязке измерений результатов по стандартному цифровому интерфейсу.

ДУЦ предназначен для установки на шейку рельса Р65 без сверления и механических изменений конструкции рельса.

- датчики прохода колеса (ДПК) – формируют информационный сигнал на основе эффекта электромагнитной индукции. Сигнал движения (биполярный импульс напряжения) возникает при перемещении гребня колеса над датчиком. Сигнал с выхода ДПК преобразуется в цифровую форму и поступает на оси вход управляющего компьютера, где отождествляется с проходом оси над датчиком. Амплитуда импульса падает с уменьшением скорости состава, и при остановках колеса над датчиком напряжение практически отсутствует, потому рассматриваемый датчик имеет информационное ограничение по скоростному диапазону. ДПК являются пассивными устройствами, для функционирования которых не требуется электрическое питание.

Каждый из датчиков ДУЦ и ДПК с помощью отдельного сигнального кабеля подключен к входу устройства коммутации, входящему в состав постового оборудования. Выходы устройства коммутации подключаются к входу аналого-цифрового преобразователя

В состав постового оборудования входят:

- компьютерный шкаф с размещенными в нем устройствами постового оборудования;
- центральный аналитический блок;
- блок бесперебойного питания со встроенным аккумулятором;
- устройство (маршрутизатор/роутер) для подключения управляющего компьютера к сети передачи данных (СПД) ОАО «РЖД»;
- щит силовой, обеспечивающий электропитание оборудования переменным током напряжением 220В 50Гц;
- электрические, сигнальные кабели для подключения напольного оборудования к постовому оборудованию, а также соединения элементов постового оборудования между собой.

Аналоговые сигналы с выхода устройства коммутации поступают на многоканальный аналого-цифровой преобразователь, выход которого подключен к управляющему компьютеру.

Устройство для подключения управляющего компьютера к СПД представляет из себя маршрутизатор (роутер), подключается к выходному разъему сетевой карты управляющего компьютера и кабелю СПД. Тип устройства определяется типом линии СПД (волоконно-оптический или электрический кабель).

Центральный аналитический блок (ЦАБ) выполняет функции обработки измерительной информации и хранения результатов измерений, а также управления работой оборудования подсистемы. Для дальнейшей передачи информации на автоматизированное рабочее место (АРМ) операторов заинтересованных служб (предприятий) управляющий компьютер может подключаться к локальной сети либо сети передачи данных.

Автоматизированное рабочее место оператора (АРМ оператора) устанавливается на пункте технического обслуживания (ПТО) и обеспечивает получение информации о составах, прошедших через подсистему и выявленных дефектах поверхности катания. АРМ оператора представляет собой персональный компьютер, подключенный к управляющему компьютеру подсистемы через СПД. Результаты работы системы формируются на ЦАБ, доступ к данным обеспечивает web-сервер по запросам, получаемым от интернет-браузера, установленного на компьютере АРМ оператора.

Информация, доступная оператору, представляет собой:

- сведения о составах, прошедших через подсистему;
- информация о дефектах поверхности катания (порядковый номер оси и вагона в составе, сторона и порядковый номер оси в вагоне);
- регистрационные номера вагонов в составе, полученные из автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП) при условии подключения к подсистеме [3].

Внедрение комплекса ПАУК дает возможность повысить уровень безопасности движения поездов, обеспечить сохранность грузоперевозок и сохранность здоровья и жизни пассажиров, а также значительно снизить расходы и сократить время на проведение технического обслуживания подвижного состава, что увеличит общий оборот грузового и пассажирского парка вагонов.

Научный руководитель – преподаватель специальности «Техническая эксплуатация подвижного состава железных дорог» А. П. Ляшенко, филиал СГУПС в г. Новоалтайск.

Список литературы

1. Обеспечение комплекса [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.rzd-partner.ru/zhd-transport/opinions/kak-sdelat-kontakt-kolesa-i-relsa-rabochim-a-ne-razrushayushchim/>.

2. Технологическая эффективность, возможности подсистемы [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://docplayer.ru/105319457->

Innovacionnye-razrabotki-dlya-zheleznodorozhnogo-transporta-post-akusticheskogo-ultrazvukovogo-kontrolya-pauk-11k-prognosticheskiy-kompleks-pko-t.html.

3. Оснащение Западно – Сибирской железной дороги приборами диагностики [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://psv4.userapi.com>.

UDC 004.94: 656.25

Valeriy D. Shvalov, Sergey I. Shalashnyj

Rostov State Transport University (RSTU), Rostov-on-Don, the Russian Federation

«DIGITAL TWINS» OF RAILWAY SIGNALLING AND INTERLOCKING OBJECTS

The review of innovative Russian solutions for using «digital twins» in the railway transport was made. The tasks to be solved with the help of «digital twins» in the process of the signalling and interlocking facility technological transformation of JSC «Russian Railways» are described. The prospects of using digital twins in the process of technical diagnostics and monitoring of railway signalling and interlocking devices are considered.

Keywords: digital transformation, digital twin, technical diagnostics and monitoring, signalling and interlocking.

Introduction. At the present time digital twin technology is being applied more and more widely in different industrial branches. The technology is mostly used among big companies developing sophisticated devices, for which test processes and completion are very expensive financially [1 – 4]. Railway transport belongs to these branches. The goal of this research work is the analysis of the current state and the prospects of using digital twins in the railway signalling and interlocking branch.

Promising solutions for using digital twins in the railway transport. Nowadays the implementation of digital technologies is one of the most global challenges that JSC «Russian Railways» has to face. The Accepted Strategy of the digital transformation of JSC «Russian Railways» defines options for solving the strategic challenges the company is faced with, based on the creation and usage of a number of digital platforms. One of the Strategy directions is the development of a digital twin platform for infrastructure objects [5], which include the railway signaling and interlocking devices.

Currently, there are different variations of the definition of «digital twins» in

scientific publications. However, they all rely on a basic definition: a «digital twin» is a digital (virtual) copy of an object or a process. Moreover, a «digital twin» regardless of the specific use is generally a complex of interconnected mathematic models. The main difference of a «digital twin» compared to its «prototype» is the ability for change (refinement, adaptation to changing operation conditions) during the exploitation process based on learning or self-learning technologies.

Presently, digital twin development of both technical objects and technical systems and processes is taking place for infrastructure objects and rolling stocks.

One of the examples of digital twins for the sophisticated production and technological system is the digital rail yard [6], which represents a complex of virtual models that are used to automate the processing of large volumes of various information and provide real-time technological process control, non-stop monitoring, the analysis and prognosis of interconnected processes passing both sequentially and in parallel.

As an element of the digital classification yard, a digital twin of the hump yard is considered [7], which allows modelling different variations for splitting up trains by imitating its implementation within different conditions, including predicted ones. Besides, the digital twin can be used for software debugging of the automated control systems on the hump yards, as well as for personnel training.

The other example is a digital twin of the locomotive repair management process [8]. By means of this digital twin, modelling the repair processes and predicting the estimated time of the locomotive repair are planned to be made on the basis of the accumulated statistic data on the implementation of certain technological operations and the information on the current technical condition of the locomotive.

Digital transformation of the railway signalling and interlocking facility represents a process of developing and implementing digital technologies into such branches as resource and risk management, object life cycle control, technical maintenance and repair planning and others [9, 10]. Herewith, it is impossible to implement digital platforms for object life cycle control and predictive analytics without digital twin development.

The effects of the digital twin usage on various stages of the RSI objects life cycle [9 – 11] are considered further.

At the design stage, the digital twin technology allows optimizing the object parameters by modelling and researching the influence of several combinations of various operating conditions and destabilizing factors. In this case, there is a significant reduction in development time for quality technical and technological solutions.

At the development stage, object specifications are refined and initial circuit designs are modified by means of the digital twin technology. There is a possibility of carrying out any quantity of the virtual tests which does not require such costs as the real product sample trial does.

At the implementation stage, commissioning works are modeled by means of the digital twin technology. As a result, installation error detection and correction are provided which significantly decreases execution time and excludes errors that can eventually lead to dangerous failures.

At the exploitation stage, the challenges of technical diagnosis of the objects, including failure localization and condition prediction, as well as the challenges of object residual operation time assessment to optimize technical maintenance and repairs, are solved by using the digital twin technology.

It should be noted that the implementation of digital twins has to be followed by solving several technical and technological tasks such as: creating a unified digital platform for all the stages of the object life cycle; creating the data transfer system with sufficient bandwidth and long-term memory capacity; availability of facilities with sufficient computing power to install digital twins.

Application prospects of using digital twins in the process of technical diagnostics and monitoring of railway signalling and interlocking devices. The process of the technical diagnostics during the usage of a digital twin is organized as follows. The inputs of the digital twin receive the input signals of the object in the real-time mode. The output signals of the digital twin are compared with the output signals of the objects. As a result, the decision of the object technical condition is made. Thus, the digital twin performs the function of a virtual duplication of the object and may have a self-checking feature [12], which significantly increases diagnosis reliability.

Possessing the abilities of analyzing the object operation during the failure occurrence, environmental changes, external electric and mechanic impact, digital twins can become the means of the transition to the technical maintenance of the objects depending on their actual condition. Given this maintenance strategy, specific kinds of work are not planned beforehand but they are assigned based on the analysis result completed by the means of the technical diagnosis and monitoring.

Conclusion. As a result of the analysis, the following conclusions can be drawn.

1. The development and implementation of digital twins for the railway signaling and interlocking devices are currently very relevant challenges, the

solutions to which will allow controlling the life cycles of systems and devices as well as controlling resources and risks.

2. The utilization of digital twins of the railway signaling and interlocking devices will provide the following main effects:

- decreasing material and time resources for object developing and designing; minimizing the number of real tests by replacing them with virtual tests,
- timely planning of technical maintenance, reducing non-production technical maintenance costs, decreasing material losses from object failures by preventing failures or identifying their causes in the real-time mode.

3. The usage of digital twins will allow expanding the functionality of the technical diagnostics and monitoring means by solving the challenges of the technical condition prognosis [13] and object resource assessment, the evaluation of the normal functioning failure impact on the transportation process implementation, pre-failure condition detection based on the operation model with various combinations of destabilizing factors.

Scientific supervisor – PhD (Pedagogical), Associate Professor of the department «Foreign Languages» O. N. Bessarabova, RSTU.

References

1. Digital twins' introduction as one of the major directions of industrial digitalization / Kurganova N. V. [et al.] // International Journal of Open Information Technologies. – 2019. – Vol.7. – pp. 105 – 115. – ISSN: 2307-8162.

2. Shmotin, Y. Application of digital twins technology: JSC «UEC» experience / Shmotin, Y. [electronic resource]. – access mode: <http://integral-russia.ru/2019/04/18/primenenie-tehnologii-tsifrovyyh-dvoynikov-opyt-ao-odk>.

3. Frolov, E. B. Digital twin of production system based on software of MES category / E. B. Frolov, A. S. Klimov, Min Khtun Zin // Vestnik of Bryansk State Technical University. – 2018. – Vol. 12 (73). – pp. 66 – 73.

4. Naumova, D. V. Digitalization unites industry / D. V. Naumova // Automatics. Communications. Informatics. – 2020. – Vol. 1. – pp. 36 – 38.

5. Rosenberg, I. N. Development of a platform of digital twins of infrastructure objects / I. N. Rosenberg, A. N. Shabelnikov, I. A. Olgeizer // Railway Transport. – 2019. – Vol. 9. – pp. 26 – 29.

6. Shabelnikov, A. N. The digital station as a cyber-physical system / A. N. Shabelnikov, A. V. Sukhanov // Intelligent railway management systems. Computer and mathematical modeling (ISUZHT): The Eighth scientific and technical conference (November 21, 2019, Moscow, Russia) / M.: JSC «NIIAS», 2019. – pp. 18 – 22.

7. Olgeizer, I. A. A digital twin of gravity yard / I. A. Olgeizer // Automatics. Communications. Informatics. – 2020. – Vol. 1. – pp. 20 – 22.
8. Lakin, I. K. Use of «digital twin» technology during the locomotives' repair management / I. K. Lakin, A. P Semenov // Modern Technologies. System Analysis. Modeling – 2019. – Vol. 63. – No. 3. – pp. 89 – 98. – DOI: 10.26731/1813-9108.2019.3(63).89 – 98.
9. Nasonov, G. F. Digital transformation of the infrastructure / G. F. Nasonov // Automatics. Communications. Informatics. – 2019. – Vol. 4 – pp. 2 – 4.
10. Pomenkov, D. M. Digital transformation of the railway signaling and interlocking facility / D. M. Pomenkov // Automatics. Communications. Informatics. – 2019. – Vol. 4. – pp. 12 – 14.
11. Tikhonov, A. I. Digital modelling of process of management of the systems of life cycle of aviation engines on the example of the JSC «UEC-Aviadvigatel» / A. I. Tikhonov, A. A. Sazonov // Moscow Economic Journal. – 2018. – Vol.3. – pp. 97 – 114. – DOI 10.24411/2413-046X-2018-13003.
12. Sapozhnikov, V. V. Fundamentals of technical diagnostics / V. V. Sapozhnikov, Vl. V. Sapozhnikov // Textbook for students of railway transport universities. – M.: Marshrut. – 2004. – 318 p.
13. Dolgii, I. D. Three-level model of technological situation assessing during the process of movement control of trains on a railway section / I. D. Dolgii, D. V. Shvalov, V. N. Taran // RSTU Treatises. – 2016. – Vol. 5 (special issue). – pp. 25 – 27.

УДК 629.4.015

Д. В. Волобуев

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск Российская Федерация

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ «АДРЕСНОГО ПОДХОДА» К ВАГОНАМ ПО ПОКАЗАНИЯМ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ НА ПТО СОРТИРОВОЧНОЙ СТАНЦИИ ИНСКАЯ

В статье дается понятие адресного подхода, его реализация, системы с помощью которых возможно внедрить данный метод на ПТО станции Инская.

Ключевые слова: техническая диагностика, адресный подход.

Dmitry V. Volobuev

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGIES «PERSONALY APPROACH» TO THE RAIWAY CARRIAGE ACCORDING TO THE INDICATION OF DIAGNOSTICS CONTROL AT THE CLASSIFICATION YARD

The concept is given the concept of personally approach, it's implementation, system with which it's possible to implement this method at the Inska station maintenance point.

Keywords: technical diagnostics, personally approach.

В настоящее время перегоны оснащаются эффективными средствами технического диагностирования подвижного состава при движении поезда, позволяющими выявить неисправности, угрожающие безопасности движения поездов до захода на пути парка прибытия. Причем, информация по телекоммуникационным каналам связи поступает на пульт оператора парка прибытия «адресно», то есть по каждому вагону с указанием его номера, а также, если необходимо, например, номера колесной пары. Впервые такой метод дистанционного входного контроля перед сортировочными станциями был применен на крупнейшей в Европе станции Лужская – Сортировочная Октябрьской железной дороги в 2015 году.

На Западно – Сибирской железной дороге подобный метод приобретает особую актуальность на сортировочных станциях Инская, Входная и Московка, расположенных Транссибирской магистрали с частотой пропуска грузовых поездов более 80 пар в сутки.

В настоящее время перед горловинами четного и нечетного парков прибытия сортировочной станции Инская установлены следующие диагностические устройства.

Автоматизированный диагностический Комплекс для контроля геометрических параметров колесных пар вагонов (далее - Комплекс) и Комплекс цифровой диагностический для измерений геометрических параметров колесных пар подвижного состава (далее - Комплекс-2) предназначены для измерений геометрических параметров цельнокатаных колес по ГОСТ 10791-2011, выявления степени износа и дефектов колесных пар на подходах поезда к станции, регистрации неисправностей колесных пар и оперативной передачи полученной информации на ближайший ПТО.

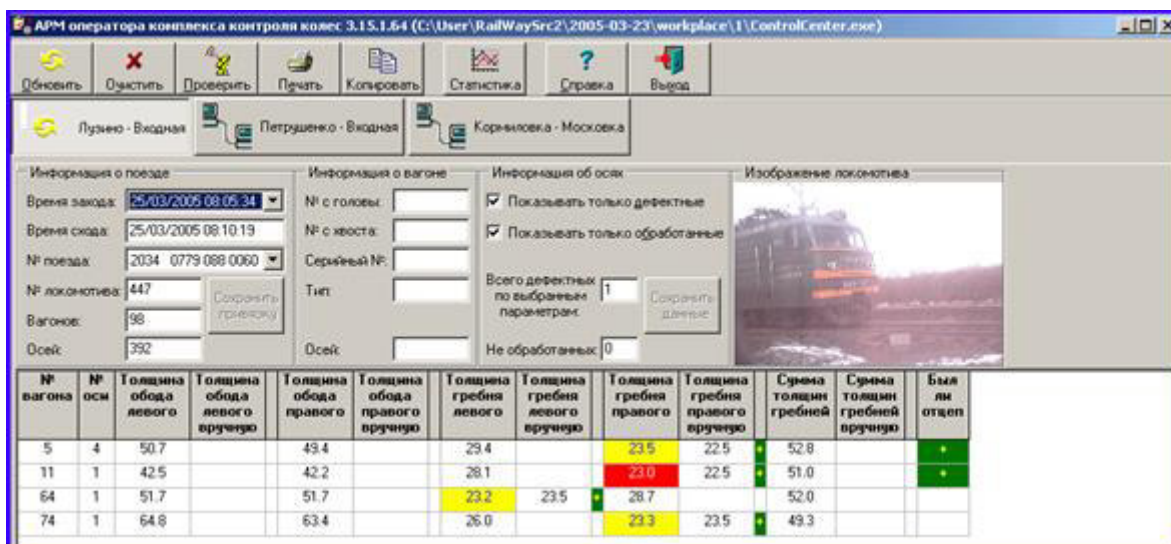


Рисунок 1 – Окно (экран) АРМ «Комплекс»

Система ПАК предназначена для акустического контроля технического состояния (диагностики) буксовых узлов колёсных пар подвижного состава, определения дефектов буксовых узлов по звуковым сигналам, полученным при прохождении железнодорожного состава через ПАК. Система обеспечивает непрерывный процесс измерений, регистрации информации и оперативной диагностики в процессе прохождения состава по измерительному участку.

КТСМ-02 – является системой автоматического контроля технического состояния (диагностики) подвижного состава, состоящей из подсистем обнаружения неисправностей буксовых узлов, колесных пар, тормозного оборудования, волочащихся деталей, нарушения бокового или верхнего габарита в поездах нечётного и четного направлений, проходящих через станцию Инская.

Система контроля вертикальных сил взаимодействия колес с рельсами (WILD) предназначена для выявления колес подвижного состава с дефектами на поверхности катания, которые при движении создают силовые воздействия на рельсы, превышающие установленные пороговые значения, а также для высокоскоростного взвешивания подвижного состава с целью определения перегруза и неравномерной загрузки. Система WILD является путевым постом ранней диагностики технического состояния подвижного состава.

Программно-аппаратный комплекс «ПАУК» инфракрасной диагностики ходовых частей подвижного состава выявляет на ранней стадии температурные аномалии подвагонного пространства, связанные с неисправной работой тормозной рычажной передачей, буксового узла и колесной пары по ходу следования поездов и по каналам связи выдает информацию для анализа и

принятия решений на рабочие места операторов пунктов технического обслуживания, а также для контроля – на рабочие места руководителей и специалистов структурных подразделений.

Благодаря данным средствам технической диагностики можно внедрить «адресный подход» для осмотра вагонов транзитных поездов. Суть его в том, что на основании обработки информации о техническом состоянии грузовых вагонов, проследовавших через указанные устройства и выявлении единиц подвижного состава, у которых выявлено нарушение одного или нескольких параметров, определяющих работоспособность, выявляется совокупность грузовых вагонов в составе поезда, контроль технического состояния которых следует производить осмотрщикам – ремонтникам парка прибытия с особой тщательностью. В дальнейшем предстоит обработать статистику по выявлению таких неисправностей и подтверждение их при контрольном осмотре. Общий алгоритм подготовки данных по техническому состоянию грузовых вагонов в поездах с целью корректировки технологии технического осмотра грузовых вагонов в поезде при приеме его на пути парка прибытия ПТО «сходу» представлен на рис.2.

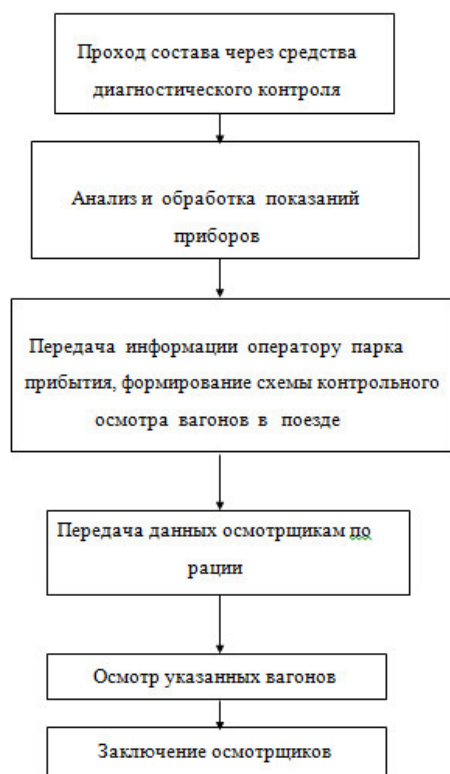


Рисунок 2 – Алгоритм подготовки данных по результатам оценки технического состояния грузовых вагонов в поездах и их использования для корректировки технологии технического обслуживания вагонов в парке прибытия

После проведения опытной проверки и установления достаточного уровня подтверждаемости показаний диагностического оборудования будет произведена корректировка схемы технического осмотра вагонов в составе на основе принципа «адресности». Эта технология позволит оптимизировать штат осмотровиков, сократить время простоя состава под операциями технического обслуживания, а также минимизировать риски, связанные с выходом работников на пути.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» В. П. Клюка, ОмГУПС.

Список литературы

1. Инструкция по размещению, установке и эксплуатации средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда, утвержденной распоряжением от 18.05.2016г. № 469р.

УДК 629.4.015

Е. Г. Ильченко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

МОДЕРНИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ДЕМОНТИРОВАННОГО С ВАГОНА НИЖНЕГО СЛИВНОГО ПРИБОРА ЦИСТЕРН ВЧДР МОСКОВКА ДЛЯ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПЫТАНИЯ КРЫШКИ СЛИВНОГО ПРИБОРА

В статье приведен анализ вагонов поступающий на ремонт в вагонное ремонтное депо Московка. Указан стенд для испытания сливного прибора и необходимость его модернизации.

Ключевые слова: депо, цистерна, сливной прибор.

Elena G. Il'chenko

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

MODERNIZATION OF THE INSTALLATION FOR TESTING THE BOTTOM DRAIN DEVICE OF THE VCHDR MOSKOVKA TANKS REMOVED FROM THE WAGON FOR THE POSSIBILITY OF TESTING THE COVER OF THE DRAIN DEVICE

The article provides an analysis of the railway carriage arriving for repair at the car repair depot Moskovka. The stand for testing the drain device and the need for its modernization are indicated.

Keywords: depot, tank car, drain device.

Вагонное ремонтное депо проводит капитальный и деповской ремонт вагонов. Для того чтобы выполнить модернизацию стенда для испытания сливного прибора необходимо провести анализ капитального и деповского ремонта всех типов вагонов [1]. Для анализа был выбран период с 01.01.2019 по 31.12.2019 гг.

Из всего количества отремонтированных вагонов необходимо выделить цистерны, и составить статистику для них.

Всего за год деповской ремонт был проведен для 1874 вагонов.

Данные о деповском ремонте всех типов вагонов за период с 01.01.2019 по 31.12.2019 гг. сведены в диаграмму, количество приведено в процентном соотношении (рис. 1).

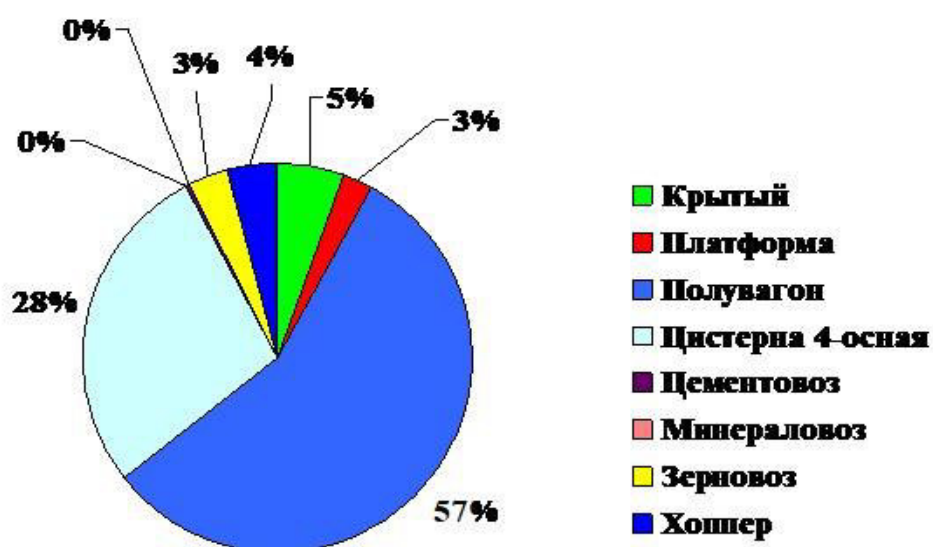


Рисунок 1 – Данные о проведенном деповском ремонте за 2019г.

Анализ данных показывает, что 57 % из всего количества вагонов, которые подвергаются деповскому ремонту, это полувагоны. Еще чуть более четверти приходится на 4-осные цистерны. Остальные типы вагонов не превышают 3-5% от всего количества отремонтированных в указанный период.

Далее проводится анализ типов вагонов ремонтируемых на ВЧДр капитальным ремонтом.

Всего за указанный период было отремонтировано 275 вагонов.

Данные о капитальном ремонте за указанный период сведены в диаграмму (рис. 2).

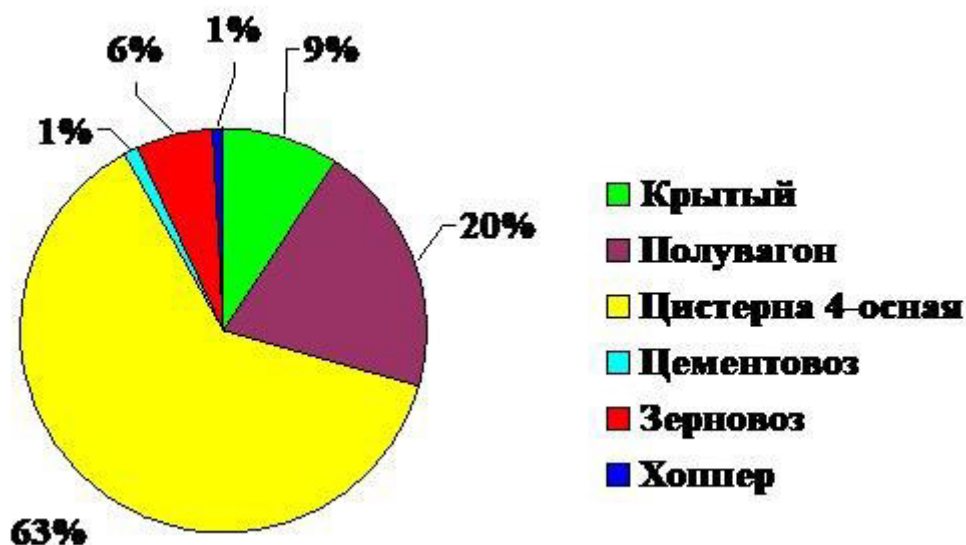


Рисунок 2 – Данные о проведенном капитальном ремонте за 2019 г.

Анализ данных за указанный период показывает, что больше всего отремонтировано 4-осных цистерн – 63%. Менее четверти приходится на полувагоны, так же по 6 и 9 % приходится на зерновозы и крытые вагоны соответственно. По 1% отремонтировано цементовозов и хопперов.

Для модернизации рассматриваем отдельно ремонт цистерн.

В период с 01.01.2019 до 31.12.2019 гг. оборот цистерн в вагонном ремонтном депо составил 693 штуки.

Из 693 цистерн 577 попали на ремонт с испытанием сливного прибора.

Для цистерн в депо проводят капитальный и деповской ремонт.

К 4-осным цистернам на диаграмме относятся цистерны для перевозки кальцинированной соды.

Данные о проведенном ремонте в процентном соотношении сведены в диаграмму (рис. 3).

Анализ данных показывает, что в основном, в 92% случаях, в ремонт попадают цистерны для перевозки нефтепродуктов. На ремонт цистерн для наливных грузов и остальных 4-осных цистерн приходится по 6 и 2% соответственно.

В вагонном ремонтном депо ремонтируется большое количество цистерн. Так же депо испытывает сливной прибор на исправность.

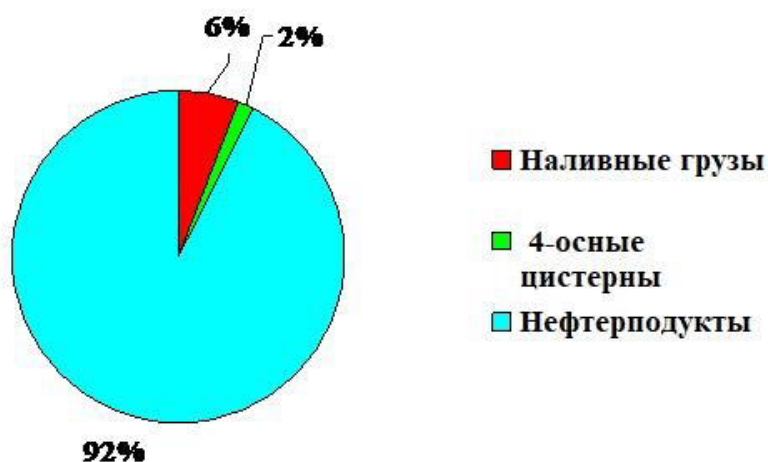


Рисунок 3 – Данные о проведенном ремонте цистерн за 2019г.

Устройство стенда:

Конструктивно стенд состоит из рамы в виде конструкции из «уголка» с установленным на нем оборудованием (рис. 4) [2].

В верхней части каркаса жестко установлено седло клапана с отводами для выхода воздуха через разобщительный кран и привода воды из водяного бака.

В нижней части каркаса установлен водяной бак с воздушным отводом для подвода воздуха через головку подключения воздушной магистрали, воздушный редуктор, разобщительный кран и с воздушным отводом манометр.

Порядок работы при гидравлическом испытании:

1. Установить стойку сливного прибора в сборке с клапаном и технологической штангой на бонки стенда.
2. Закрепить стойку технологическими болтами.
3. Закрутить штангу до полного прилегания клапана к седлу.
4. Открыть разобщительный кран и подать воздух на стенд из воздушной магистрали через воздушную головку, редуктор, открыв разобщительный кран.
5. Стравить воздух из-под клапана через разобщительный кран, при появлении воды кран закрыть.
6. Испытать сливной прибор на стенде гидравлическим давлением 5 кгс/см² в течение 10 мин., регулировку давления производить редуктором, контроль по манометру. Пропуск воды из-под крана не допускается.
7. По окончании гидравлического испытания сливного прибора, закрыть подачу воздуха на стенд из воздушной магистрали разобщительным краном.
8. Открыть разобщительный кран.
9. Стравить воздух со стенда до 0 кгс/см², контроль по манометру.
10. Вывернуть технологические болты и снять сливной прибор со стенда.

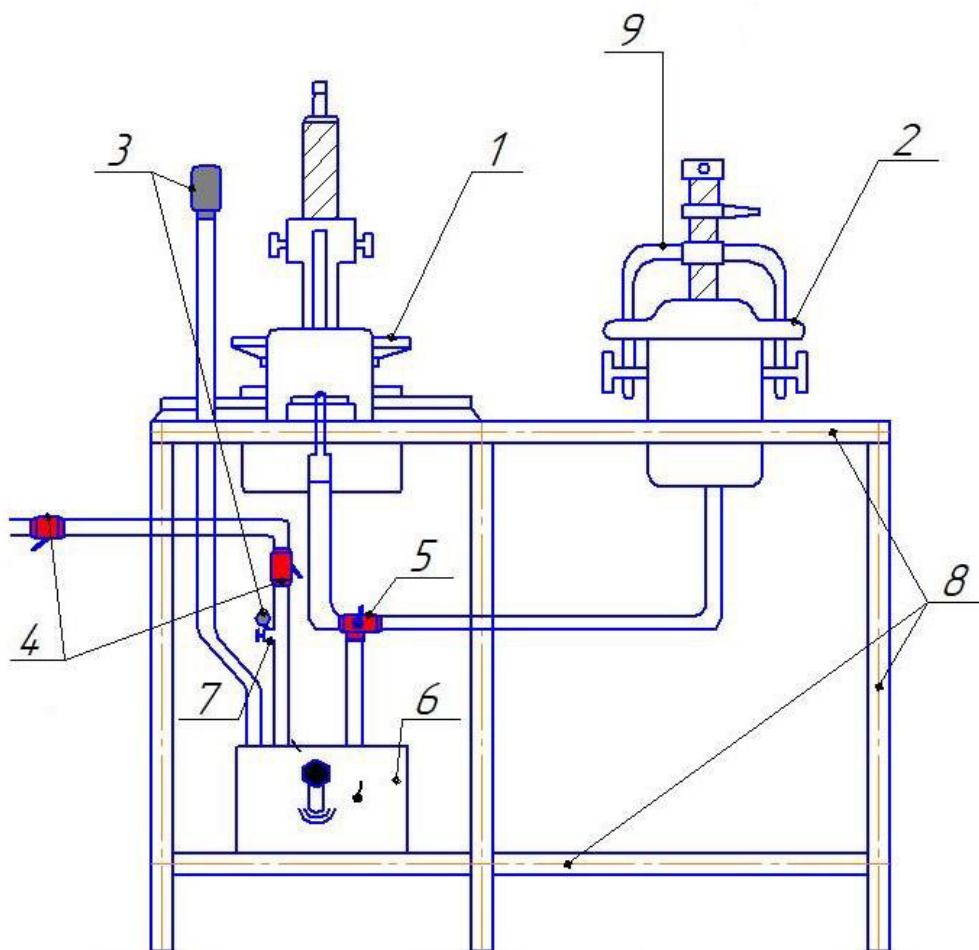


Рисунок 4 – Стенд испытания клапана и крышки сливного прибора

Недостатком данного стенда является то, что нет возможности испытать крышку нижнего сливного прибора, поэтому стенд требует модернизации для дальнейшего полного испытания сливного прибора.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» А. Г. Петракова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Модернизация подвижного состава [Электронный ресурс]. – режим доступа: https://vrk2.ru/services/modernizacija_podvizhnogo_sostava.
2. РД 32 ЦВ 053-2009. Инструкция по ремонту и испытанию универсального сливного прибора цистерны.

М. П. Снигирева

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА КТСМ

В данной работе предлагается к рассмотрению вариант, переоборудования средств автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда существующего участка железной дороги.

Ключевые слова: буксы, КТСМ, контроль.

Margarita P. Snigireva

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

MODERNIZATION OF TECHNICAL MEANS OF DIAGNOSTICS OF KТСM ROLLING STOCK

In this paper, we propose to consider the option of re-equipping the means of automatic control of the technical condition of the rolling stock on the train of the existing section of the railway.

Keyword: boxes, KТСM, control.

КТСМ-02 представляет собой базовый комплекс системы автоматического контроля технического состояния железнодорожного подвижного состава, который может включать в себя в зависимости от конкретных условий применения одну или несколько подсистем контроля различных узлов подвижного состава (букс, колес, тормозов, габарита и т.п.). Основное назначение комплекса заключается в координации работы подключенных к нему подсистем, а также в обеспечении информационного взаимодействия системы в целом через систему передачи данных с централизованными средствами сигнализации, регистрации, отображения и

накопления результатов контроля. Комплекс осуществляет контроль дислокации подвижного состава в зоне работы подсистем (т.н. «участок контроля») на однопутном участке при движении поездов в любом из направлений с целью временной привязки сигналов подсистем к конкретным осям, подвижным единицам и контролируемым поездам.

Комплекс предназначен для применения в следующих условиях эксплуатации:

- для постового оборудования комплекса в соответствии с классификационными группами МС1, К1 по ОСТ 32.146-2000;
- для напольного оборудования комплекса в соответствии с классификационными группами МС3, К4 по ОСТ 32.146-2000.

В качестве станционного оборудования КТСМ-02 используются средства автоматизированной системы контроля подвижного состава АСК ПС, в состав которых входят концентратор информации КИ-6М и автоматизированное рабочее место оператора линейного поста контроля АРМ ЛПК (персональная ЭВМ типа IBMPC), при этом один КИ-6М обеспечивает приём от четырёх КТСМ-02.

При движении поезда по контрольному участку пути осуществляется идентификация подвижных единиц, подсчет осей и вагонов с целью привязки диагностических сигналов к осям и сторонам поезда.

Также осуществляется синхронизации работы отдельных подсистем, обеспечение информационного взаимодействия с системами централизованного контроля подвижного состава (АСК ПС), с автоматизированной системой оперативного управления перевозками (АСОУП) и ведения базы данных в электронном виде.

В исследовательской работе предлагается произвести модернизацию эффективности обогрева камеры КНМ-05, с изменением конструкции крышки передней защитной камеры КНМ-05 и добавлением съёмного наружного обогревателя. В старом исполнении производился обогрев большого объёма передней наружной части камеры. В новом исполнении обогрев производится только для небольшого объёма вблизи смотрового отверстия, необходимого для приёма теплового сигнала от букс контролируемых поездов.

В конструкции передней защитной крышки, для установки съёмного наружного обогревателя произведён вырез (рис. 1). Внутренняя сторона защитной крышки утеплена теплоизоляционной пластиной из пенополиуретана.



Рисунок 1 – Крышка передняя защитная в новом исполнении

В верхней внутренней части съёмного наружного обогревателя вблизи смотрового отверстия посредством винтового соединения устанавливается один резистора типа С5_47В(33 Ом, 25 Вт), два других резистора установлены непосредственно на боковую стенку съёмного наружного обогревателя на контактную поверхность которых предварительно наносится слой термопроводящей пасты. Каждый из резисторов, посредством напаянных к выводам наконечников подключается соответственно к разъёму. Мощность нагревателей составляет в сумме 80 Вт этого достаточно для обогрева передней наружной части камеры в зимнее время для удаления снега и испарения влажных осадков. Также такое решение не вызовет перегрузки питающего трансформатора в блоке БУНК.

Достоинство такого внешнего обогревателя в том, что пыль и грязь (а также осадки в виде воды), которая в процессе эксплуатации КНМ-05 попадала внутрь наружного обогревателя, теперь за счёт конструкции нового наружного обогревателя выводится через специальный «канал водоотток» непосредственно наружу. Тем самым обеспечивается долговременная работа узла и элементов заслонки.

При калибровке калибратор устанавливает разницу температур относительно температуры окружающего воздуха. В режиме авто диагностики на заслонке поддерживается та же разность температур, но относительно температуры в наружном обогревателе. При новом внешнем обогревателе, греется небольшой объём, необходимый для контроля подвижных единиц. Авто диагностика приёмо-усилительного тракта в этом случае будет значительно эффективнее.

Целесообразность модернизирования была также рассмотрена с экономической стороны. В ходе работы был просчитан экономический эффект для заданного участка. Модернизация старого наружного обогрева КНМ - 05

путём замены на новый наружный обогрев экономически выгодна, экономия электроэнергии составит при внедрении в производство 2112,912 кВт.ч., что соответствует Функциональной стратегии управления качеством в ОАО «РЖД», утверждённой распоряжением ОАО «РЖД» от 15 января 2007 года № 46р (Снижение эксплуатационных затрат путём внедрения бережливого производства).

Научный руководитель – преподаватель А. Г. Джусупова, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Логинова, Е. Ю. Электрическое оборудование локомотивов: учебник / Е. Ю. Логинова. – М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2014. – 576 с.
2. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники: учебник для ВПО, СПО / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. – СПб.: Лань, 2012. – 736 с.
3. Кузовкин, В. А. Электротехника и электроника: учебник для СПО / В. А. Кузовкин, В. В. Филатов. – М.: Издательство Юрайт, 2016.
4. Миленина, С. А. Электротехника, электроника и схемотехника: учебник и практикум для СПО / С. А. Миленина, Н. К. Миленин. – М.: Издательство Юрайт, 2015.

УДК 656.051

М. И. Яцевич

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

ОРГАНИЗАЦИЯ ДИАГНОСТИКИ И МОНИТОРИНГА ВРЕМЕННОГО БЛОК-ПОСТА НА УЧАСТКЕ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

В статье раскрывается необходимость внедрения блок-постов на двухпутных перегонах. Поясняется эффективный способ повышения пропускной способности участка при капитальном ремонте пути, закрытого для движения, является разделение перегона временными блок постами. Поясняется принцип диагностики временного блок-поста.

Ключевые слова: железнодорожный транспорт, блок-пост, пропускная способность, транспортабельный модуль, система диагностики, линейный уровень, уровень дистанции.

Maxsim I. Yatseвич

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

ORGANIZATION OF DIAGNOSTICS AND MONITORING OF TEMPORARY ROADBLOCK ON A RAILWAY SECTION

The article reveals the need to implement roadblocks on two-track stages. An effective way to increase the capacity of a section during major repairs of a track closed to traffic is to divide the stage by temporary roadblocks. The principle of diagnosing a temporary checkpoint is explained.

Keywords: railway transport, checkpoint, throughput, transportable module, diagnostics system, linear level, distance level.

Железнодорожный транспорт Российской Федерации имеет исключительно важное значение в жизнеобеспечении многоотраслевой экономики и реализации социально значимых услуг по перевозке пассажиров и грузов. Путевое хозяйство железных дорог находится в сложнейших условиях эксплуатации: высокая грузонапряженность, смешанное движение грузовых и пассажирских поездов различного назначения, непрерывное увеличение нагрузок от колесных пар на рельсы, массы и длины поездов [1].

Капитальный ремонт пути назначается тогда, когда требуется сплошная замена рельсов новыми. Вместе с рельсами заменяются стыковые и промежуточные скрепления, а также стрелочные переводы на ремонтируемом пути, т.е. производится смена всех металлических элементов верхнего строения [2].

Капитальный ремонт выполняется по проекту и, как правило, включает в себя усиление пути; укладываются более тяжелые рельсы, увеличивается количество шпал на километр; во многих случаях песчаный балласт заменяется щебеночным [2].

Эффективным способом повышения пропускной способности участка при капитальном ремонте пути, закрытого для движения, является разделение перегона временными блок постами. Для повышения безопасности движения поездов постоянно требуется поддерживать железнодорожный путь в хорошем состоянии, следовательно, необходим качественный капитальный ремонт многих километров пути, осуществляемый за максимально короткий срок. Для организации пропуска вагонопотока при капитальном ремонте пути наиболее

целесообразно оборудовать временным блок-постом ремонтируемый участок железной дороги.

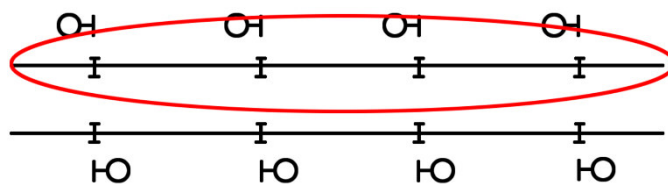


Рисунок 1 – Перегон

Транспортабельный модуль универсального блок-поста содержит помещение для размещения технологического оборудования устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и аппаратную дежурного по станции, включающую в себя оборудование радио- и проводной связи, а также изолированную бытовую комнату [3].



Рисунок 2 – Транспортабельный модуль блок-поста

Для обеспечения надежной работы устройств СЦБ блок-поста, удаленного контроля их технического состояния целесообразно использовать систему технического диагностирования и мониторинга «Аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля» (АПК-ДК). С целью обеспечения быстрой установки и запуска блок-поста оборудование АПК-ДК размещается внутри модуля и может рассматриваться в качестве классического линейного пункта (ЛП) системы АПК-ДК.

Техническую диагностику иногда называют безразборной диагностикой, т. е. диагностикой, осуществляемой без разборки изделия. Анализ состояния проводится в условиях эксплуатации, при которых получение информации крайне затруднено.

АПК-ДК позволяет осуществлять сбор, обработку, хранение и отображение информации о состоянии объектов контроля в реальном масштабе времени.

Данные по состоянию устройств проходят логическую обработку, и могут быть представлены как в текущем времени так в архивном режиме. Основными потребителями получаемой информации является диспетчер ШЧ (ШЧД). Также пользоваться данными могут дорожный диспетчер (ШД), и другие смежные службы [4].

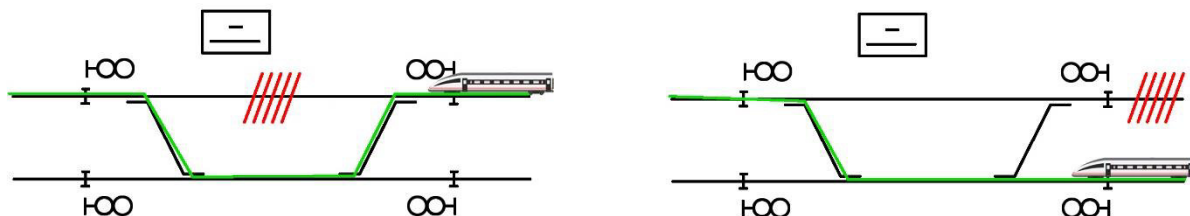


Рисунок 3 – Примеры движения поездов при капитальном ремонте одного участка

В системе можно выделить три уровня:

Линейный уровень – уровень инфраструктуры станций и перегонов участка железной дороги. В линейный уровень системы входят: различные контроллеры сбора данных, концентраторы линейных пунктов диагностирования, увязки с другими СЖАТ на уровне станций и каналобразующая аппаратура для организации сети передачи данных.

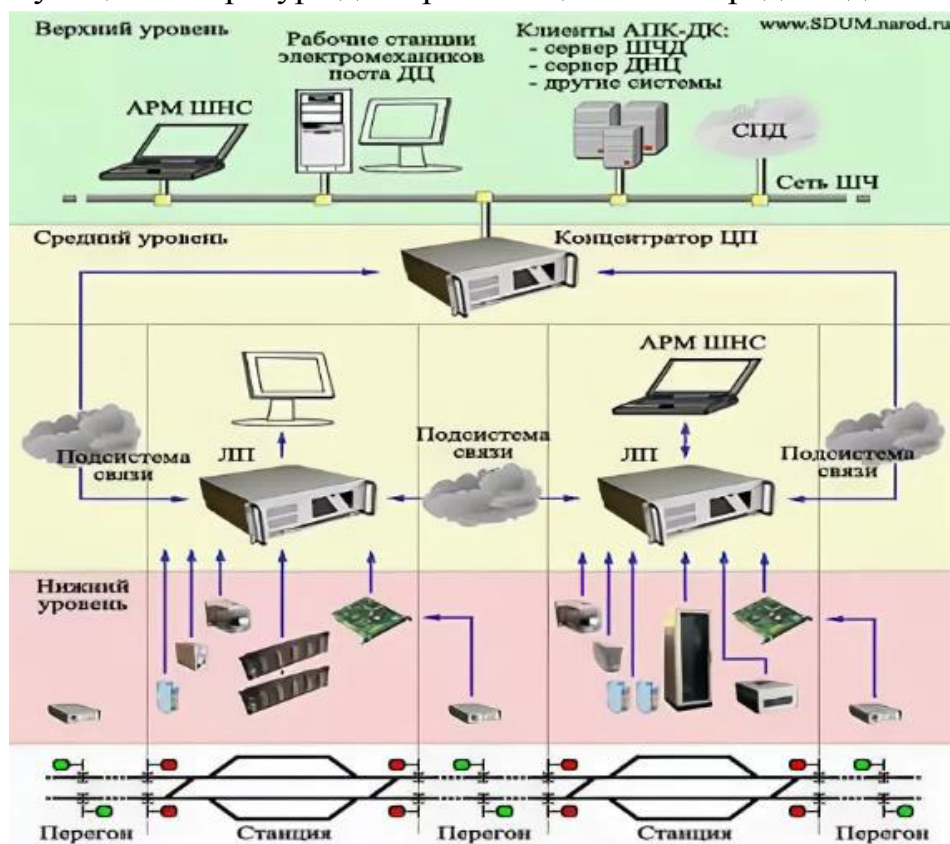


Рисунок 4 – Структура системы АПК_ДК

Уровень дистанции – уровень дистанции СЦБ (ШЧ) – линейного предприятия ОАО РЖД, которое занимается содержанием и обслуживанием устройств сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) на станциях и перегонах участка железной дороги. На уровне дистанции располагаются: концентраторы центральных постов диагностирования (ЦПД), Дистанционный сервер диагностики, АРМы оперативного персонала ШЧ. Основная задача уровня ШЧ – прием обработка и хранение информации о состоянии объектов контроля, поступающей от линейного уровня.

Уровень службы – уровень Управления Дороги. Сюда входят – дорожные серверы Мониторинга, АРМы Дорожного Центра Диагностирования и Мониторинга (ЦДМ), серверы увязки с другими системами на дорожном уровне. Основная задача уровня службы – комплексный анализ поступающих данных для решения задач ЦДМ и передаче результатов в вышестоящие системы.

Система АПК-ДК построена по иерархическому принципу и включает в себя три уровня: нижний уровень, отвечающий за съём данных с объектов контроля (ОК) систем ЖАТ, средний уровень, отвечающий за передачу собранной информации, и верхний уровень, предназначенный для предоставления полученной информации о состоянии объектов СЖАТ обслуживающему персоналу ШЧ в удобном виде, а также администрирования оборудования верхнего, среднего и нижнего уровней системы АПК-ДК.

Системы электрической централизации (ЭЦ). Это системы, которые управляют движением поездов на станции и обеспечивают безопасность движения. В настоящий момент на сети дорог используются как релейные системы ЭЦ, так и микропроцессорные системы централизации (МПЦ). При работе с релейными системами ЭЦ информация о поездном положении и работе самой системы собирается в ЛПД АПК-ДК с помощью специализированных контроллеров дискретного ввода. Контроллеры собирают информацию с реле системы ЭЦ и с пульт-табло дежурного по станции (ДСП) и передают данные в концентратор ЛПД по RS485. При работе с МПЦ информация о поездном положении и работе самой системы МПЦ передаются в ЛПД АПК-ДК по цифровому стыку (RS422, RS485, Ethernet – в зависимости от вида системы). Измерения параметров работы как релейных ЭЦ, так и МПЦ производятся специализированными контроллерами АПК-ДК (СТДМ). Измерительные контроллеры связаны с концентратором ЛПД по RS485 [5].

Питающие установки (ПУ). Это системы обеспечивающие электропитание всех устройств сигнализации централизации и блокировки

(СЦБ) на станции и перегоне. Контроль системой АПК-ДК (СТДМ) ПУ включает в себя:

- измерения напряжений и токов в первичных и вторичных цепях питания;

- контроль состояния контакторов и автоматов питания (через контроллеры дискретного ввода);

- контроль качества электроэнергии по ГОСТ с помощью специализированных приборов (связь с приборами по RS485);

- контроль работы устройств бесперебойного питания (УБП), связь по RS485 или Ethernet;

- контроль работы шкафов управления дизель-генераторными установками (ШУДГА). Связь по CAN;

- контроль сопротивления изоляции источников питания (связь с приборами по RS485);



Рисунок 5 – Аппаратура АПК-ДК

- системы пожарной и охранной сигнализации (ПОС). Системами ПОС оснащаются модули АБТЦ и здания ЭЦ станций. Как ПОС также включают в себя систему автоматического пожаротушения. Концентратор ЛПД АПК-ДК подключается к ПОС по RS422 и получает информацию о состоянии датчиков (шлейфов) ПОС и самодиагностику системы.

Аппаратные средства концентраторов ЛПД. Концентраторы линейных пунктов диагностирования (ЛПД) построены на базе аппаратных средств Advantech. В качестве шасси используются корпуса IPC610 различных модификаций. Это удобное и надежное шасси хорошо зарекомендовало себя в ходе эксплуатации системы. В корпусе располагается пассивная

объединительная плата (backplane) со слотами ISA и PCI. В настоящий момент в качестве основной используется PCA-6114P7 с 6 ISA и 7 PCI слотами. В более ранних модификациях использовались backplane только с ISA слотами. В backplane установлена процессорная плата (одноплатный компьютер) стандарта PICMG 1.0. На протяжении развития системы использовались процессорные платы Advantech PCA-6168 и PCA-6178, на настоящий момент основная плата - PCA-6010. Из достоинств плат можно выделить их надежность, наличие встроенных средств диагностики и самовосстановления (WDT), их поддержку в ОСРВ QNX4. Из недостатков, в частности PCA6010 – не полную поддержку шины ISA (нет поддержки DMA).

Для создания дополнительных Ethernet портов на концентраторе используются сетевые платы стандарта PCI.

Средства самодиагностики системы. Особое внимание уделено самодиагностике работы системы. Функции самодиагностики позволяют существенно повысить надежность и качество работы системы, а также упростить ее обслуживание. Основные направления самодиагностики АПК-ДК (СТДМ):

1. Контроль работы аппаратных средств концентраторов и всех контроллеров сбора данных, используемых в системе, а также информационных стыковок с другими МП СЖАТ. Собираемая информация доступна для просмотра в режиме реального времени и в архиве.

2. Контроль работоспособности основных модулей системного и прикладного программного обеспечения с реализацией механизма их автоматического перезапуска в случае аварийного завершения или перезагрузки концентратора [5].

Результатом подобной деятельности является выявление фактов нарушения работоспособности устройств автоматики и, как следствие, формирование заданий на устранение зафиксированных случаев. С целью учета всех заданий такого рода, а также контроля их выполнения был реализован функционал стыковки с системой ЕКАСУИ, в которую передаются все случаи выявленных нарушений и где формируются рабочие задания для их устранения. Таким образом, реализованы полный цикл диагностики, от выявления до устранения, и учет человеческих и иных ресурсов, необходимых для решения зафиксированной проблемы. И результаты не заставляют себя ждать – на участках, где применена система АПК-ДК, наблюдается существенное сокращение опасных ситуаций, влияющих на безопасность движения поездов.

Научный руководитель – преподаватель С. В. Некрасова, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Усиленный капитальный ремонт пути однопутного участка [Электронный ресурс]. – режим доступа: https://otherreferats.allbest.ru/transport/00130203_0.html.
2. Проект капитального ремонта участка [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://scbist.com/studentu-puteicu/15979-proekt-kapitalnogo-remonta-uchastka.html>.
3. Модуль временного блок-поста для участков с кодовой автоблокировкой [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://poleznayamodel.ru/model/14/141628.html>.
4. Использование ОСПВ QNX4 в системе технического диагностирования и мониторинга АПК-ДК (СТДМ) [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.swd.ru/print.php3?pid=1086>.
5. Иванов А. А. Система технического диагностирования и мониторинга (СТДМ) / А. А. Иванов, С.Н. Григорьев [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://docplayer.ru/110150477-A-a-ivanov-s-n-grigorev-ooo-kompyuternye-informacionnye-tehnologii.html>.

УДК 005.8

А. А. Ведмук, В. И. Галкина

Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I (ПГУПС),
г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

УПРАВЛЕНИЕ РИСКАМИ КАК ИНСТРУМЕНТ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ УСТРОЙСТВ БЕЗОПАСНОСТИ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

В данной статье рассмотрены вопросы, связанные с рисками на железнодорожном транспорте, их идентификацией и классификацией, а также разработкой предложений по их минимизации. Все эти мероприятия направлены на повышения надёжности устройств безопасности тягового подвижного состава.

Ключевые слова: управление рисками, надёжность, устройства безопасности тягового подвижного состава.

Alexandra A. Vedmuk, Valentine I. Galkina

Emperor Alexander I St. Petersburg State Transport University (SPSTU),
Saint Petersburg, the Russian Federation

RISK MANAGEMENT AS A TOOL FOR IMPROVING THE RELIABILITY OF SAFETY DEVICES FOR TRACTION ROLLING STOCK

This article discusses issues related to risks in railway transport, their identification and classification, as well as the development of proposals for their minimization. All these measures are aimed at improving the reliability of safety devices for traction rolling stock.

Keyword: risk management, reliability, safety devices for traction rolling stock.

Новая ступень развития экономической области требует от организаций определения специфики процесса управления сложными системами, которая берет начало из принципа неопределенности. Так, рассматривая понятие надёжности устройств безопасности тягового подвижного состава, необходимо проанализировать ситуации, источники которых вызвали неопределенность результатов.

Понятие устойчивости работы железнодорожной организации и надёжности устройств безопасности непосредственно связаны с понятием риска.

На уровне интуиции надёжность объектов можно связать с недопустимостью отказов в работе. Как следствие, формируется понятие надёжности в «узком» смысле, которое подразумевает свойство объекта сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки. Иными словами, надёжность — это отсутствие непредвиденных обстоятельств и недопустимых снижений его качества в процессе его эксплуатации и хранения [1]. Для того чтобы снизить возможность непредвиденных обстоятельств, используют систему управления рисками.

Процесс управления рисками подразумевает под собой систему определенных действий, а именно: предварительное исследование и анализ ситуации, организацию системы воздействий через определенные мероприятия, направленные на снижения возможности наступления риска, непосредственно устранение риска или снижение ущерба от реализации риска. Если по результатам анализа, разработанные мероприятия не позволят снизить вероятность наступления рисков, то в любом случае необходимо оценить величину риска, оценить связанные с ним потери, так как оперативное управление дает возможность снизить цену риска в ситуации, когда данный риск уже реализовался.

Система управления надежностью подразумевает, что материальные затраты на снижение риска и цены риска необходимо сопоставлять с ожидаемыми потерями. Это направленно на то, чтобы сохранить финансовую стабильность организации и не допустить возможности затрат на устранение рисков, которые будут превышать потери в случае реализации рисков.

Структура и процесс управления рисками подробно представлен на рис. 1 [2]. Основные этапы процесса состоят из определения области действия, контекста и критериев организации, оценки рисков (идентификация, анализ, оценка), обработки результатов, что можно выявить при помощи коммуникаций и консультаций. Данная процедура должна быть задокументирована и постоянно находиться в процессе мониторинга и анализа.

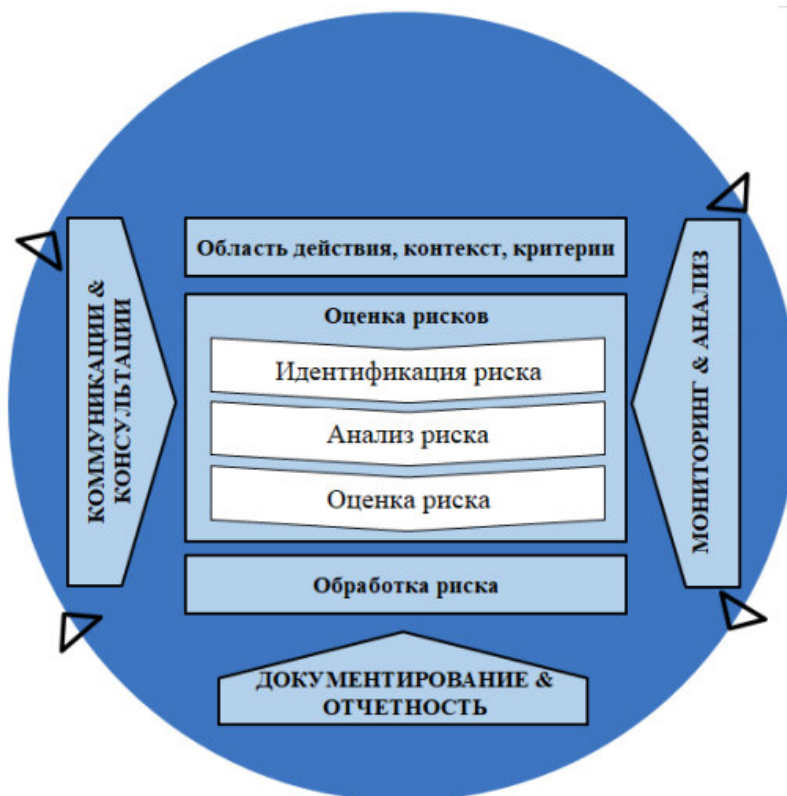


Рисунок 1 – Процесс управления рисками

Чтобы говорить о системе управления рисками, необходимо проанализировать среду организации. Среда железнодорожной организации основана на целях, миссии и стратегии. Внутренние аспекты, которые влияют на среду организации можно разделить на: оборудование, технологию, нормативно-техническое обеспечение, кадровый состав, финансовую деятельность. Анализируя именно эти аспекты, можно обнаружить риски, которые при реализации в первую очередь скажутся на основных процессах организации, которые направлены на повышение надежности ремонта и

обслуживания устройств безопасности. Таким образом, были выявлены следующие риски:

- Несоблюдение всех действий, указанных в картах технологических процессов. В данном случае возможны сбои и отказы в работе локомотивных устройств безопасности во время их эксплуатации, что приводит к несоблюдению графика движения поездов, задержке составов, экономическим потерям, а в крайних случаях – к авариям и даже жертвам.

- Допуск до работы персонала с недостаточной квалификацией или в нездоровом состоянии. При этом также возможно несоблюдение технологии ремонта и обслуживания локомотивных устройств безопасности, где ярко проявляется влияние человеческого фактора. Но чаще это происходит неумышленно, т.к. работники потенциально могут неверно использовать средства измерений, некорректно производить замену одних деталей на другие и т.д. по причине плохого самочувствия или по незнанию.

- Применение неактуализированных карт технологических процессов. Данный риск связан в большей степени с системой управления на производственном участке, благодаря которой своевременно должна быть проведена работа по пересмотру карт технологических процессов, ознакомлению причастных работников с внесёнными изменениями, а также обеспечению их экземплярами всех рабочих мест.

- Недостаточное финансирование на обновление парка средств измерений. В этом случае существует вероятность выпуска недоброкачественной продукции по причине отсутствия необходимых средств измерений, испытательного или вспомогательного оборудования для проверки и контроля работоспособности локомотивных устройств безопасности.

Для минимизации выявленных рисков разрабатываются определённые мероприятия. В нашем случае к ним можно отнести:

- Проведение проверок соблюдения работниками требований, указанных в картах технологических процессов, в рамках как плановых, так и внеплановых технологических аудитов.

- Направление работников на курсы повышения квалификации.

- Проведение дополнительных медицинских осмотров, возможно, при каждом выходе на смену.

- Проведение внутренних аудитов со стороны руководства с целью своевременного выявления нарушений в работе производственного участка, устранения и разработки мероприятий по их недопущению.

– Планирование финансирования на нужды метрологического обеспечения производства с учётом имеющихся потребностей.

Подводя итог, можно сделать вывод, что для крупных компаний принятие на себя процентных рисков является нормальной практикой, но, если управлять рисками в рамках каждого структурного подразделения железнодорожной компании, можно повысить надежность устройств безопасности тягового подвижного состава в целом.

Список литературы

1. Евгеньева, А. П. Словарь русского языка / А. П. Евгеньева. – М.: Полиграфресурсы, 1999. – 543 с.
2. ISO 31000:2018 Менеджмент рисков. Руководство. Международный стандарт. – М.: Изд-во стандартов, 2018. – 18 с.

УДК 629.4.015

Р. Э. Абдрахманов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ ТЕПЛОВОЙ ДИАГНОСТИКИ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ИЗОТЕРМИЧЕСКОГО КОНТЕЙНЕРА

В данной статье рассмотрено решение задачи по контролю герметичности изотермического контейнера с применением современных устройств теплового контроля на железнодорожном транспорте. Описаны мероприятия и оборудование, необходимые для оценки технического состояния изотермического контейнера, предложены алгоритмы реализации поэтапного проведения операций проведения подготовительных работ, проведения контроля и анализа полученных результатов в ходе проведения теплового контроля.

Предложенные метод проведения теплового контроля изотермического контейнера основан на использовании серийной тепловизионной аппаратуры, что позволит точнее и качественнее провести диагностику ограждающих конструкций изотермического контейнера.

Ключевые слова: тепловой контроль, изотермический контейнер, неразрушающий контроль.

IMPROVING METHODS OF THERMAL DIAGNOSTICS OF ENCLOSING STRUCTURES OF AN ISOTHERMAL CONTAINER

This article considers the solution of the problem of checking the tightness of an isothermal container with the use of modern thermal control devices for railway transport. The measures and equipment necessary for assessing the technical condition of an isothermal container are described, and algorithms for implementing step-by-step operations for conducting preparatory work, monitoring and analyzing the results obtained during thermal control are proposed.

The proposed method of conducting thermal monitoring of an isothermal container is based on the use of serial thermal imaging equipment, which will allow accurate and better diagnostics of the enclosing structures of an isothermal container.

Keywords: thermal control, isothermal container, non-destructive testing.

С каждым годом вопрос об обеспечении безопасности эксплуатации и безопасности транспортировки грузов встает на новый уровень, для удовлетворения потребителей разрабатываются и новые методы контроля. Это и относится и к изотермическим контейнерам. Благодаря им появилась возможность транспортировать скоро портящиеся грузы в больших объемах такие как фрукты, овощи, продукты молочной продукции, медицинские препараты и многие другие товары которым требуется защищенность от окружающей среды путем регулирования температуры.

Важную роль в сохранении температуры играют ограждающие конструкции изотермического контейнера которые обеспечивают сохранность груза на всем протяжении пути. Утечку холодного воздуха могут быть вызваны различными факторами, но всегда обусловлены нарушением целостности ограждающих конструкций изотермического контейнера.

С целью повышения качества технического обслуживания изотермического контейнера на основе теплового контроля был разработан алгоритм который не только позволит точнее выявлять неисправности изотермического контейнера.

Проведение теплового контроля ограждающих конструкций рефрижераторного контейнера в условиях вагоноремонтного депо требует следующей последовательности проведения операций. Последовательность приведена на рис. 1.



Рисунок 1 – Принципиальная схема теплового контроля рефрижераторного контейнера

Начальным этапом начала работы является анализ объекта контроля. Собираются технические и физические параметры объекта контроля, они включают в себя размер, вид материала, используемый для ограждающей конструкции рефрижераторного вагона, так же необходимо собрать информацию о генераторной установке с охлаждающей машиной. После сбора данных производится выбор оборудования для проведения теплового контроля, а также создаем модель контролируемого объекта. Это нам позволит в дальнейшем определить глубину и размеры дефекта определяя амплитуду теплового сигнала над дефектом и создаст оптимальное время для выявления дефектов. Алгоритм подготовительных операций приведен на рис. 2.

Прежде чем проводить контроль ограждающих конструкций изотермического контейнера необходимо провести очистку поверхности. Загрязнения поверхности могут привести к снижению чувствительности за счет разных коэффициентов теплопроводности. Перед проведением визуального контроля изучается техническая документация. Это делается, для того чтобы выявить зоны повышенного дефектообразования. После чего проводится визуальный контроль. В случае выявления дефекта во время осмотра необходимо произвести ремонт ограждающей конструкции изотермического контейнера. Вид ремонта характеризуется размером дефекта. В случае если обнаружен поверхностный дефект коррозия, его удаляют путем зачистки.

Если обнаружен дефект такой как нарушение геометрических размеров изотермического контейнера (например, вмятина или углубления) длиной не более 500 мм и глубиной более 25 мм при наличии не более 2, перекоса дверного проема более 50 мм или изгиба дверных створок дверей контейнера более 20 мм, проводится текущий ремонт путем правки до первоначальных до начальных геометрических размеров с последующей заваркой. При превышении данных показателей проводится капитальный ремонт.

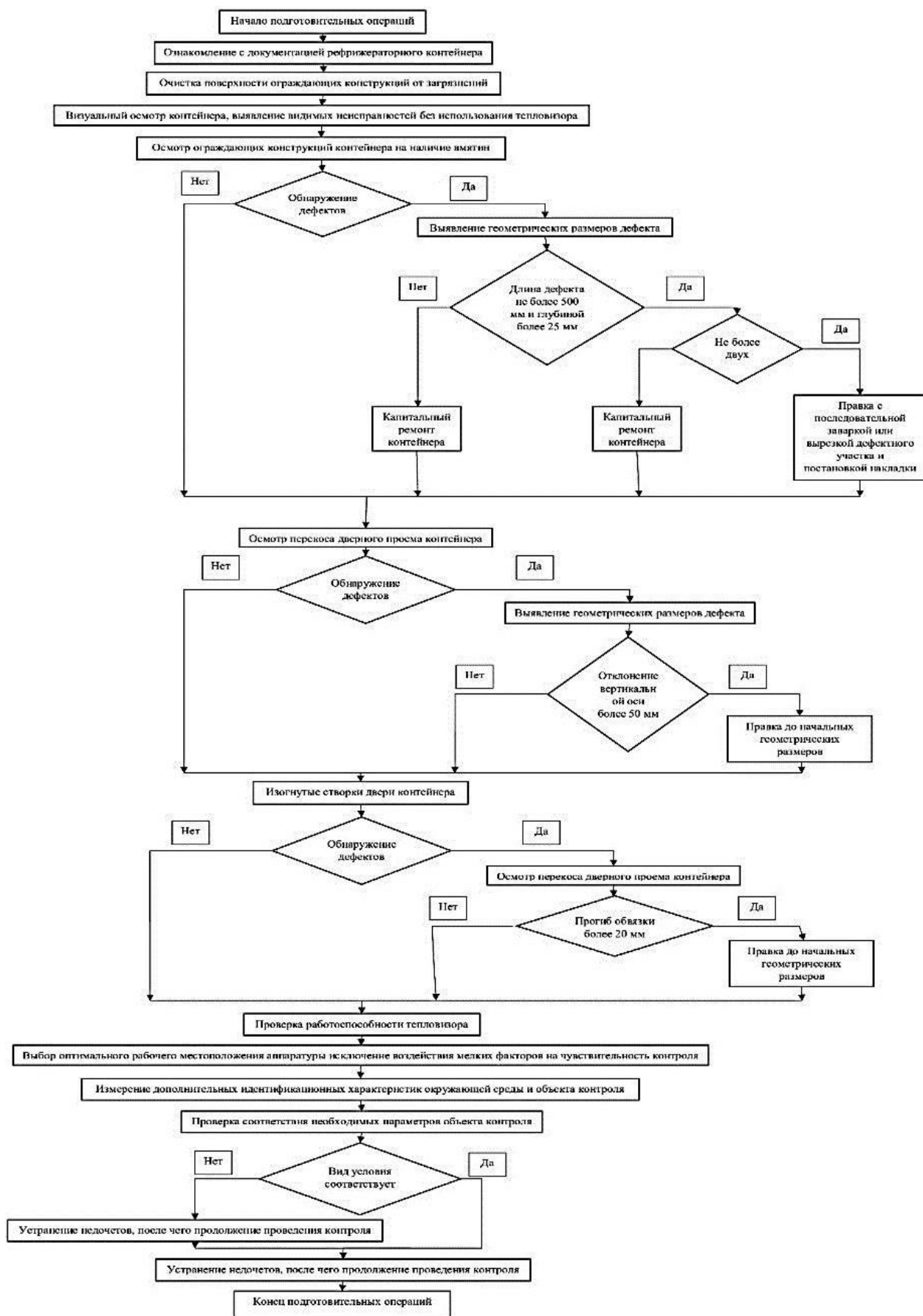


Рисунок 2 – Алгоритм подготовительных операций

Контейнеры, которые имеют сквозные отверстия отправляются на капитальный ремонт, где производят ремонт путем вырезки дефектного участка и постановкой накладки.

Для создания герметичности изотермического контейнера, необходимо чтобы все запирающие механизмы были в исправном состоянии.

Следующим важнейшим этапом является настройка и проверка на работоспособность теплочувствительной аппаратуры. Подготовку аппаратуры начинают с проверки целостности корпуса, линзы устройства, зарядки аккумуляторных батарей как основной, так и вспомогательных, на наличие носителей памяти устройства. Данные операции производятся для своевременного предупреждения отказа устройства.

Для повышения уровней достоверности и чувствительности используемого метода следующим этапом подготовительных операций являются контрольные измерения параметров окружающей среды, таких как: атмосферного давления, влажности и температуры воздуха окружающей среды, направления и силы (скорости) ветра, при необходимости – уровня солнечной радиации. Данные характеристики окружающей среды влияют на чувствительность аппаратуры, а их количественные значения используются при расчете браковочной чувствительности и размеров дефекта.

Введение ограждающих конструкций изотермического контейнера в режим контроля заключается в запирание дверей контейнера с последующим включением холодильной установки и выдержкой времени 10 минут для создания рабочей температуры рефрижераторного контейнера. По завершению подготовительных операций проводится контроль, который заключается в последовательном сканирование ограждающих поверхностей изотермического контейнера теплочувствительным оборудованием, тепловизором. Контроль производится со всех сторон в определенном порядке контейнера с сохранением информации также после проведения контроля проводится повторная выдержка времени 10 минут с повторным контролем в таком же порядке что и в первый раз. Данная схема позволит увеличить точность измерений. Алгоритм проведения теплового контроля приведен на рис. 3.

Сканирование ограждающих конструкций изотермического контейнера начинается с панорамной съемки поверхности с целью определения среднего уровня температуры и оценки контролируемой поверхности. Для этого изотермический контейнер делят на шесть зон (рис. 4).

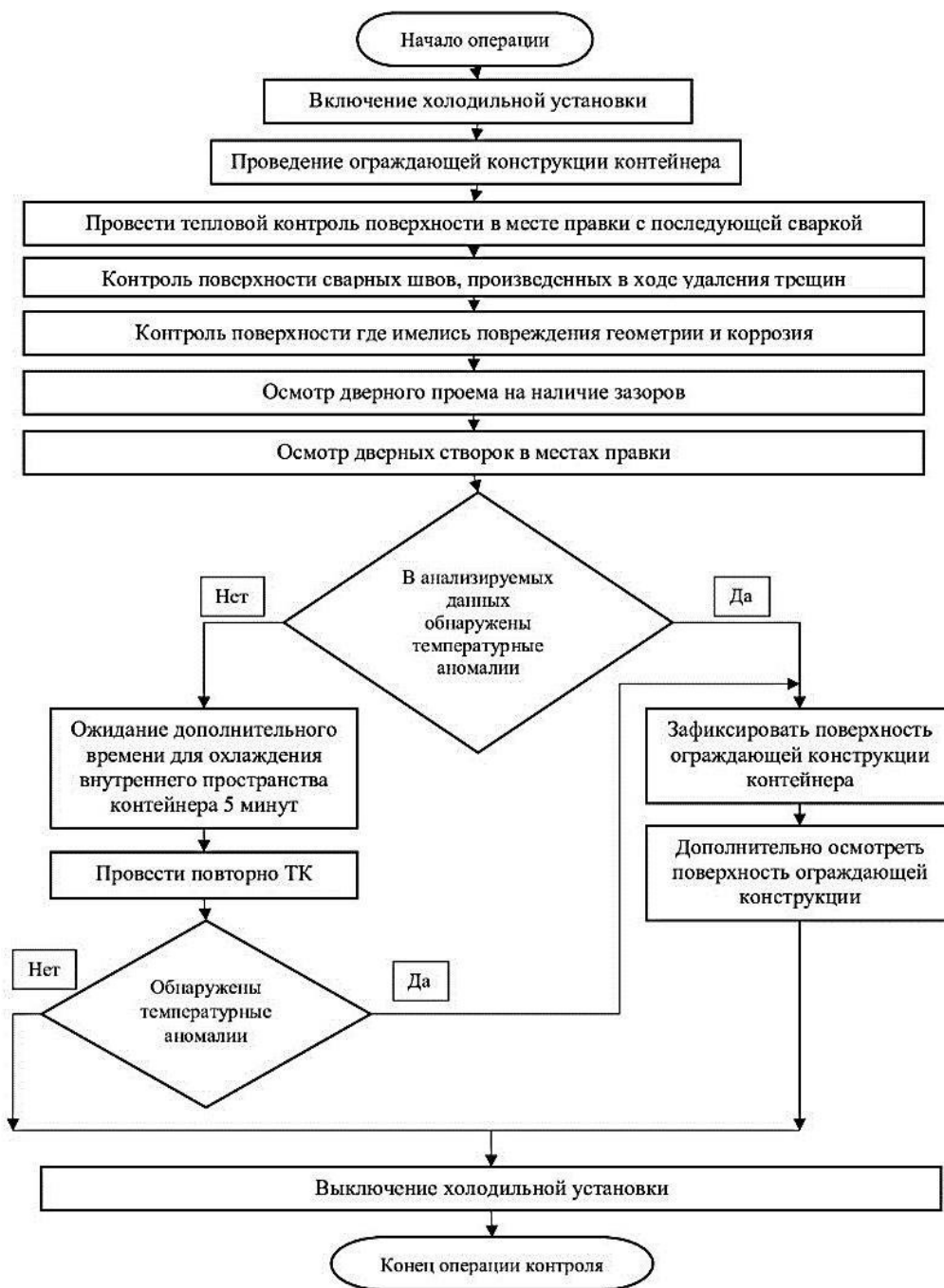


Рисунок 3 – Алгоритм проведения теплового контроля

Данное распределение зон с перекрытием позволяет полностью охватить всю поверхность изотермического контейнера. Контроль таких зон производится поочередно, по заранее выбранному маршруту. Предполагается два вида обхода изотермического контейнера по часовой или против часовой стрелки. При таком обходе осматриваются все поверхности ограждающих поверхностей и зоны изотермического контейнера, что позволяет локализовать дефект после проведения анализа термограмм.

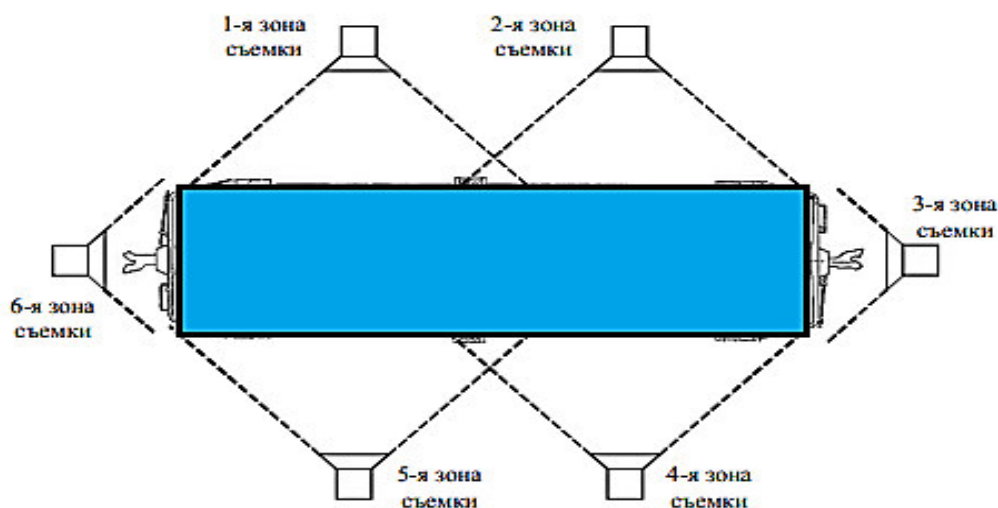


Рисунок 4 – Схема панорамной съемки изотермического контейнера

Анализ экспериментальных данных проводим с помощью специализированного программного обеспечения, в котором будут заданы статические характеристики, такие как вероятность правильного обнаружения и вероятность ложного срабатывания. При обнаружении дефекта будет проведена оценка и параметры дефекта. Снимки, которые получены в ходе проведения контроля, импортируются на компьютер.

С целью уточнения порога чувствительности программа в автоматизированном режиме производит сравнение тепловизионных снимков контролируемых зон, полученных в ходе проведения первого контроля и второго. Это позволит скорректировать пороговое значение температуры за счет определения коэффициента излучения и исключить влияние низкочастотных составляющих шума при измерении температуры дистанционным способом. Преобразование термограмм производится с использованием функции объединения двух типов изображений. Эта функция реализована в программном обеспечении тепловизионной аппаратуры. Объединение термограммы с реальным изображением производится по четырем меткам, выбранным оператором поочередно на каждом изображении. После этого устанавливают уровень прозрачности тепловой картины и пороговый уровень чувствительности. В результате получаем изображение контролируемой поверхности с участками аномальной температуры. Области пониженной температуры на полученных изображениях характеризуются наличием дефектов на поверхности ограждающей конструкции изотермического контейнера. Информация локализации градиента температуры заносится в программу. В результате программа выдает информацию об

эквивалентных площадях и геометрических размерах выявленного дефекта. Выявленный тепловым способом контроля дефект следует подтвердить, используя другие методы неразрушающего контроля. По окончании подтверждающего контроля составляется отчет в виде протокола о годности изотермического контейнера. Алгоритм проведения анализа теплового контроля приведен на рис. 5.

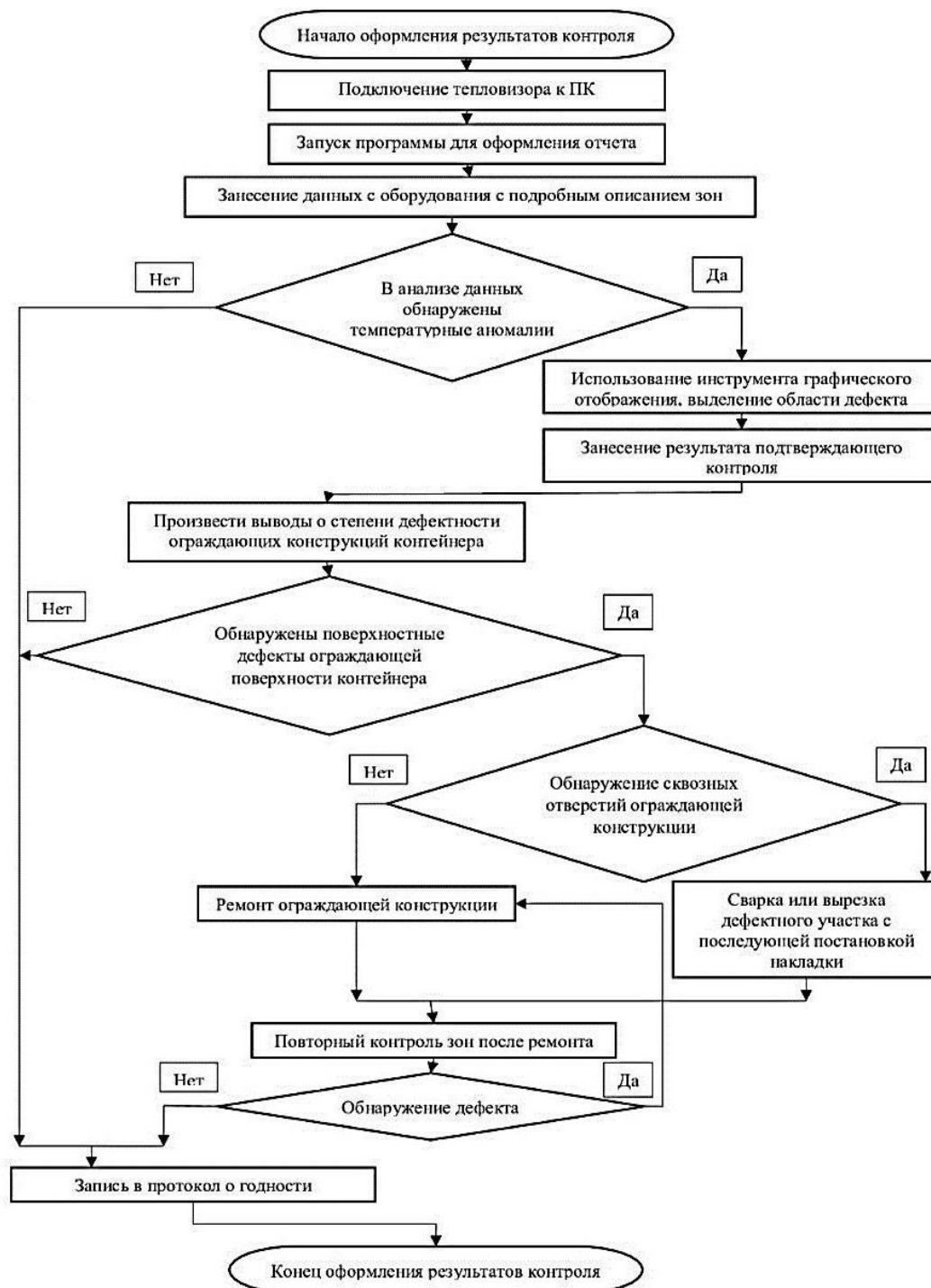


Рисунок 5 – Алгоритм проведения анализа теплового контроля

Результаты исследований

1. Разработана методика проведения теплового контроля, основанного на анализе областей температурных аномалий, возникающих в результате работы холодильной установки. Предложены алгоритмы реализации теплового способа контроля технического состояния ограждающих конструкций изотермического контейнера с пошаговым описанием операций.

2. Разработаны требования к методике теплового контроля для регистрации и анализа температурных аномалий, возникающих на внешней поверхности ограждающих конструкций изотермических контейнеров.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Е. В. Кондратенко, ОмГУПС.

Список литературы

1. ГОСТ 18353-79 «Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов».

2. ГОСТ Р 56511-2015 Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования.

3. Справочник. Неразрушающий контроль / Под общей редакцией В. В. Ключева. – Т.5.

4. Нестерук, Д. А. Тепловой контроль и диагностика: учебное пособие [Текст] / Д. А. Нестерук, В. П. Вавилов. – 2007.

УДК 621.315.668.3

К. И. Фомиченко

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, Российская Федерация,

КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОТЕРИ ПРОЧНОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ КОРРОЗИИ

В статье рассмотрен способ моделирования напряженного состояния железобетонных опор, подверженных коррозии, методом конечных элементов в программной среде ABAQUS.

Ключевые слова: Железобетонные опоры, продукты коррозии, диагностирование коррозионного состояния, спектральный анализ, напрягаемая арматура, ненапрягаемая арматура, моделирование, конечно-элементный анализ.

COMPUTER SIMULATION OF THE LOSS OF STRENGTH OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURES BY CORROSION

The article describes a method for modeling the stress state of reinforced poles susceptible to corrosion, using the finite element method in the ABAQUS software environment.

Keywords: Reinforced concrete poles, corrosion products, diagnosis of the corrosion state, spectral analysis, tensile reinforcement, non-tensile reinforcement, modeling, finite element analysis.

Опоры являются одним из основных элементов линий электропередач, в настоящее время применяются унифицированные опоры выполненные из железобетона.

Часто ЛЭП работает в тяжелых эксплуатационных и климатических условиях. Она подвергается нагрузке от веса проводов и гололеда на их поверхности, скоростному напору ветра, перепаду температур окружающей среды и т.д. К её надежности предъявляются высокие требования, поскольку перебои в поставке электроэнергии потребителям приводят к экономическим потерям [1].

По причине падения опор происходит обрыв проводов и нарушение нормального режима работы энергосистемы. Поэтому контролю состояния опор ВЛ необходимо уделять особое внимание.

Основной причиной снижения прочности железобетонных опор является коррозия стальной арматуры, находящейся в бетоне. Попадание внешних агрессивных сред (хлориды, сульфаты), приводит к коррозии арматуры и, как следствие разрушению бетона [2].

При коррозии уменьшается сечение арматуры, в результате чего снижается несущая способность опоры. В соответствии с ранее предложенной методикой [3] оценки коррозионного состояния железобетонных опор средствами спектрального анализа продуктов на их поверхности, можно определить утонение арматурных стержней. Что позволит, используя средства компьютерного моделирования прочностных характеристик опоры, определить её ресурс, а также зону и направление распространения трещин.

Программный комплекс *ABAQUS* позволяет производить численный расчет прочностных характеристик, методом конечных элементов.

Для этого была создана конечноэлементная модель опоры, арматура моделируется с помощью инструмента *Embedded region*. Данная техника позволяет внедрять внутрь основного объекта ряд элементов с иными свойствами. Если узел внедренного элемента лежит в пределах элемента основного тела, то поступательные степени свободы этого узла рассчитываются в соответствии со значениями степеней свободы элемента основного тела.

Однако данный инструмент не позволяет имитировать снижение сцепления между бетоном и арматурой вследствие коррозии последней. Поэтому для моделирования границы раздела арматуры и бетона, предложено использовать пружину (рис. 1). У данного элемента ограничены все степени свободы, кроме движения вдоль оси арматуры, один конец пружины связана с арматурой, а другим с бетоном.

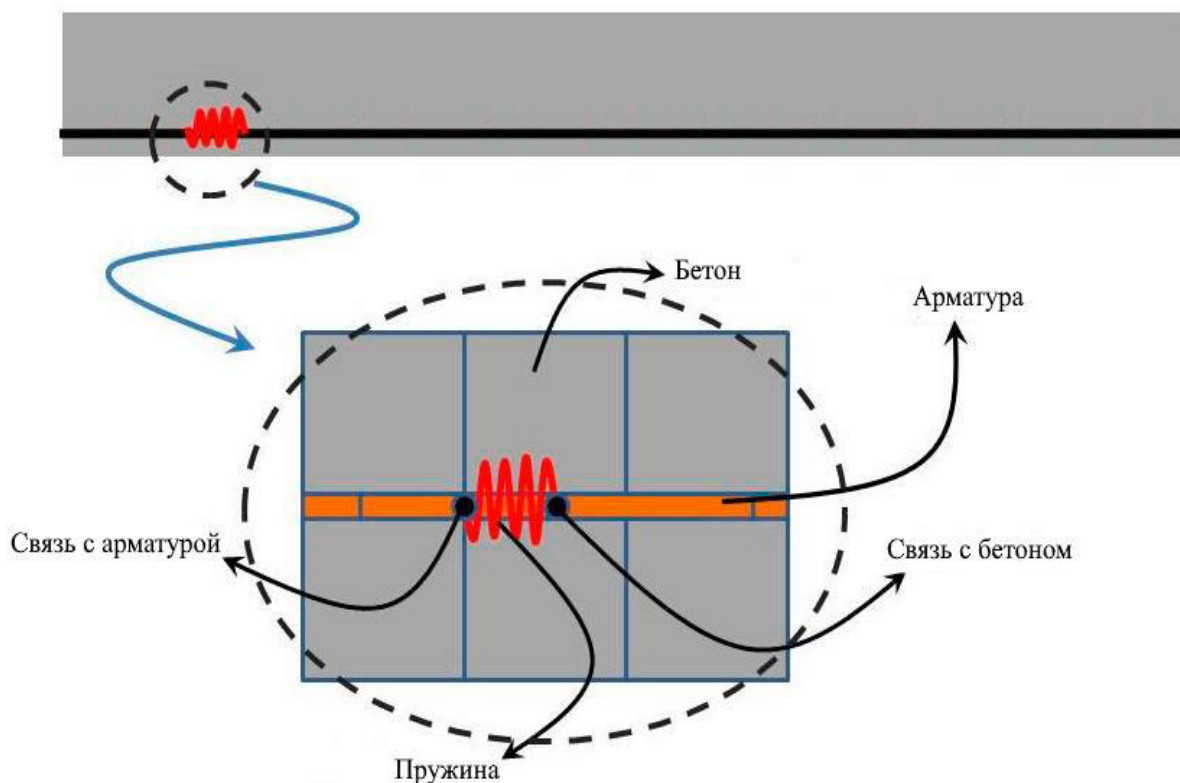


Рисунок 1 – Элемент пружина

Решение осуществляется с помощью явного метода *Dynamic Explicit*. Есть два способа решения нашей задачи с помощью явного метода. Первый способ заключается в постепенном наращивании нагрузки на балку, в течение достаточно большого времени порядка нескольких десятков минут. По сути дела этот способ полностью повторяет реальный эксперимент, но требует

слишком больших вычислительных ресурсов и в результате накапливается достаточно большая численная ошибка. Вторым способом – это произвести расчет на достаточно малом промежутке времени. Время внешнего воздействия, а соответственно и время решения, должно быть на порядки меньше периода первых формы свободных колебаний конструкции, чтобы минимизировать колебания по собственным формам. Выбор столь малого временного промежутка не должен влиять на результаты численного эксперимента в целом, так как рост деформаций в основном объеме нашей модели бетона не зависит от скорости приложения внешнего воздействия.

В работах [4] было проведено испытание железобетонных конструкций на прочность. А также моделирование в среде *ABAQUS*, в ходе чего экспериментальные данные совпали с результатом численного расчета. На рис. 2 представлен процесс испытания опоры.

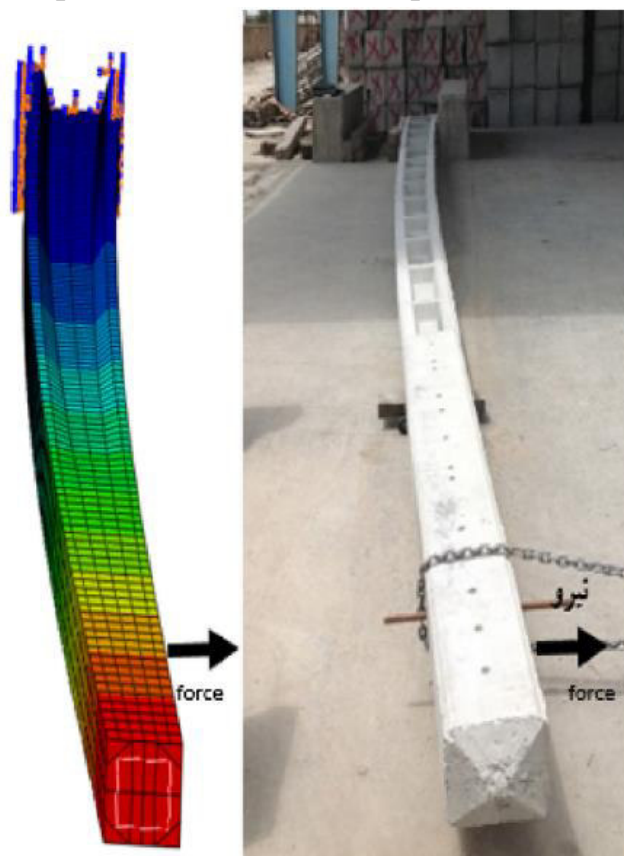


Рисунок 2 – Моделирование испытания железобетонной стойки

В результате проведенных испытаний была отмечена большая схожесть между результатами реального эксперимента и моделированием его в программной среде (рис. 3).

Программный комплекс *ABAQUS* позволяет моделировать процесс возникновения и распространения трещин в бетоне. На рис. 4 представлены

элементы железобетона, с различными уровнями коррозии арматуры, на которых цветом выделены зоны наиболее вероятного распространения трещин, где синий цвет – минимальный шанс возникновения трещины, а красный – максимальный.

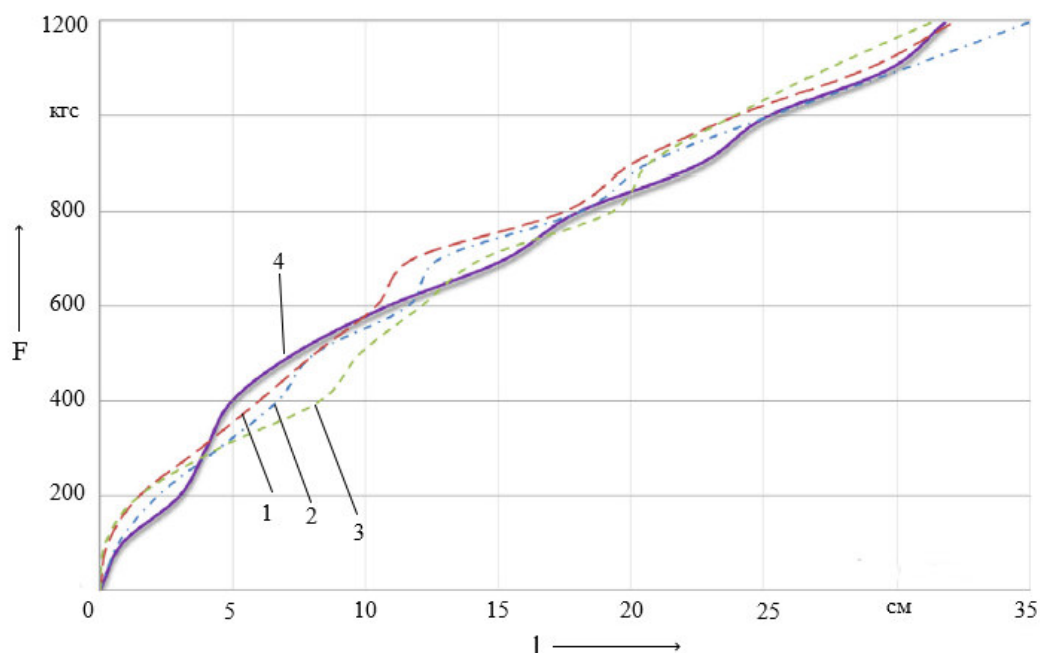


Рисунок 3 – График отклонения опоры в зависимости от приложенной силы полученные:

1–3 – экспериментальным путем ; 4 – в среде ABAQUS

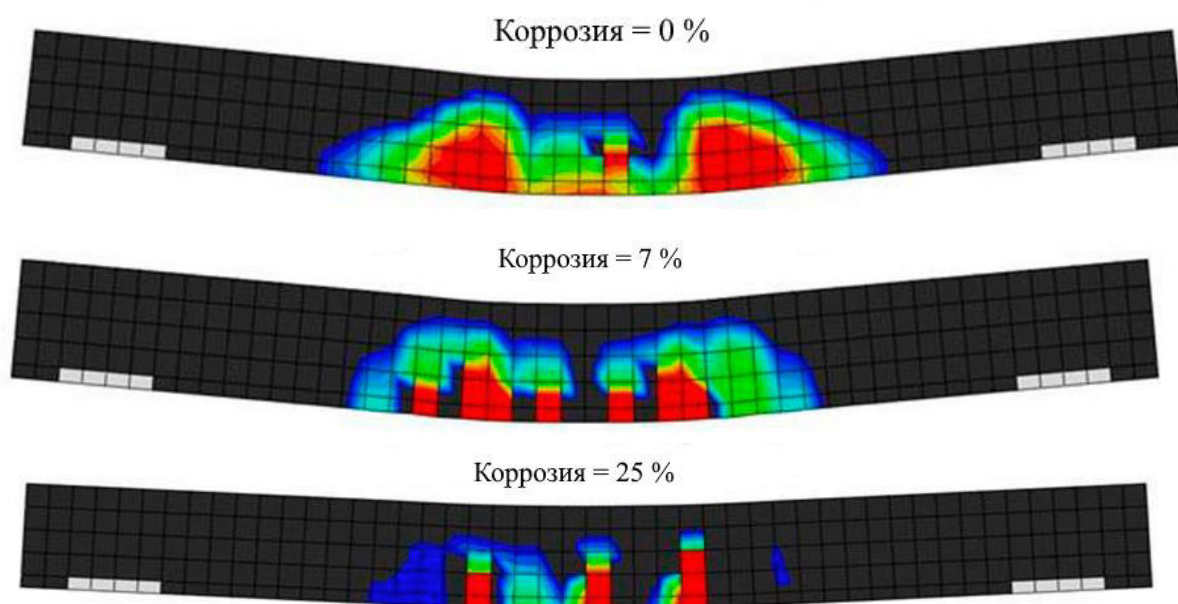


Рисунок 4 – Шанс возникновения трещины в зависимости от уровня коррозии

Как видно из рис. 4 при увеличении уровня коррозии арматурных стержней, места возможного возникновения трещин, концентрируются в зоне утонения стержня. А также сделать вывод что коррозия арматуры приводит к снижения количества продольных трещин за счет уменьшения сцепления арматуры с бетоном.

Научный руководитель – д.т.н., зав. кафедрой «Теоретическая электротехника» А. А. Кузнецов, ОмГУПС.

Список литературы

1. Приказ Минэнерго России «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» от 13 января 2003 № 6 / Минюст России. 22 января 2003 г. № 4145.
2. Запрудский, А. А. Факторы, воздействующие на опоры контактной сети в условиях эксплуатации / А. А. Запрудский / Инновационные проекты и технологии в транспортной отрасли и промышленности: Сборник научных статей аспирантов и студентов. – Омск, 2009. – С. 21 – 25.
3. Кузнецов, А. А. Исследование процесса коррозии на поверхности железобетонных изделий / А. А. Кузнецов, А. С Брюхова, К. И. Фомиченко / Приборы и методы измерений, контроля качества и диагностики в промышленности и на транспорте: Материалы III всероссийской научно-технической конференции. – Омск: Омский гос. университет путей сообщения, 2018. – С. 14 – 20.
4. Mehran, Zeynalian Structural performance of concrete poles used in electric power distribution network / Mehran Zeynalian, Mehrdad Zamani Khorasgani // Archives of Civil and Mechanical Engineering. – 2018. – №18.
5. Masoud, Zabihi-Samani Simulation of the Behavior of Corrosion Damaged Reinforced Concrete Beams with/without CFRP Retrofit / Masoud Zabihi-Samani, Mohsenali Shayanfar, Amir Safiey, Amir Najari // Civil Engineering Journal. – 2018. – Vol. 4. – No. 5.

А. Л. Ганашек

Ростовский государственный университет путей сообщения (РГУПС),
г. Ростов-на-Дону, Российская федерация

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ НАДЕЖНОСТИ СТОХАСТИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПУТЕМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ОТКАЗОВ СОСТАВЛЯЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ

Актуальность темы заключается в развитии и применении математического и статистического аппарата в стохастических системах, который позволяет в условиях интенсивной эксплуатации значительного количества устройств и узлов действующей технической системы, решать проблемы аварийного и ненормального режима работы. Авторами было разработано программное обеспечение первичной обработки данных и вычисления элементарных статистик в процессе управления рисками. В результате была получена точность прогноза до 80 %.

Ключевые слова: стохастическая система, отказ, контроль и прогнозирование, объем данных, выборка, функция распределения вероятности, флуктуационный характер, случайный процесс, машинное обучение, вариационная оптимизация.

Alexander L. Ganashek

Rostov State Transport University (RSTU) Rostov-on-Don, the Russian Federation

OPTIMIZATION OF THE OPERATIONAL RELIABILITY OF STOCHASTIC SYSTEM BY PREDICTING THE PROBABILITY OF FAILURE OF COMPONENT ELEMENTS

The relevance of the topic lies in the development and application of the mathematical and statistical apparatus in stochastic systems, which allows, under the conditions of intensive operation of a significant number of devices and units of the existing technical system, to solve the problems of emergency and abnormal operation. The authors developed software for primary data processing and the calculation of elementary statistics in the process of risk management. The result was a forecast accuracy of up to 80%.

Keywords: stochastic system, failure, control and forecasting, data volume, sampling, probability distribution function, fluctuation nature, random process, machine learning, variational optimization.

Стохастические системы – системы, в которых изменения носят случайный характер, в которых предсказываемые значения зависят от распределения вероятностей. Примером стохастической системы является энергосистема, на работу которой воздействует множество случайных факторов, их анализ и контроль позволит контролировать безопасный цикл и надежность работы. Повышение эффективной и надежной работы технических систем невозможно без разработки специальных средств диагностики, контроля и прогнозирования их состояния. Задача системного исследования проблем эффективного контроля и диагностики не теряет актуальности благодаря стремительному развитию технологий и непрерывному усложнению наблюдаемых объектов [1,2].

С одной стороны, неожиданное поведение системы удобно рассматривать как случайный фактор или явление и использовать для анализа методы, учитывающие неопределенность – вероятностно-статистические; с другой стороны, нестационарность сложно структурированных систем ограничивает применимость статистических моделей, которые, как известно, требовательны к объему доступных данных и не слишком подходят для работы с динамическими процессами [3].

Прогнозирование состояния технических систем подразумевает необходимость учета следующих характерных свойств: наличие большого количества взаимокоррелированных наблюдаемых параметров и объектов различной диагностической значимости, малоинерционность, сложность и разнообразие структуры, многорежимность, значительная неопределенность в поведении эмпирических измерений случайных процессов с выбросами значений контролируемых параметров за пределы допускаемых зон, а также случайный характер воздействий со стороны внешней среды [4].

В случаях, когда значительная стохастическая составляющая ставит под вопрос применение детерминированных подходов, чаще прибегают к выделению нестационарных участков процессов, протекающих в анализируемой системе. Но в зависимости от степени нестационарности, такие участки не всегда имеют достаточную длительность для набора рассматриваемой статистики. Следовательно, неизбежным становится поиск эффективных алгоритмов и методов увеличения информативности анализа при обработке выборок.

Когда система функционирует в условиях реальной среды, как внутренние процессы, так и воздействия извне имеют значительную стохастическую составляющую, что ограничивает применимость

детерминированных методов. Вероятностные же методы опираются на аппарат математической статистики, которая, очевидно, требует достаточного объема статистических данных [4]. Здесь возникает следующая проблема: для анализа и прогнозирования надежности технических систем довольно часто не представляется возможным собрать достаточную статистику отказов системы или ее элементов.

Если обращаться к вопросам обработки выборочных данных с информационной позиции, то статистический анализ – извлечение из выборки информации об изучаемом явлении или процессе. При таком подходе можно найти связь количества информации, содержащейся в выборке, с количеством информации, необходимым для достижения оптимальной точности и достоверности, и, исходя из этого, определить критерий малости: выборку следует считать малой, если содержащееся в ней количество информации недостаточно для достижения заданной точности и достоверности [5]. «Точность» и «достоверность» оценки связаны между собой таким образом, что чем точнее статистическая оценка при фиксированном объеме выборки, тем ниже ее достоверность. Данное определение является исчерпывающим, однако малоприменимо для практической оценки достаточности объема выборки, поскольку точная объективная оценка количества информации, с которой имеет дело статистический аппарат, не представляется возможной. Однако, исходя из следующих соображений, оценка может быть получена.

Идея метода треугольных вкладов заключается в том, чтобы использовать некоторую дополнительную информацию относительно неизвестного истинного распределения и при построении эмпирической функции распределения учесть флуктуационный характер реализующихся на опыте значений случайной величины путем равномерного распределения информации, содержащихся в конкретных реализациях случайной величины, на области определенной ширины, примыкающие к этим реализациям [15]. Дополнительная априорная информация о возможной плотности распределения $f(x)$ должна характеризовать границы кривой распределения и отсутствие скачков функции $f(x)$ внутри этих границ.

Этому условию отвечает функция вклада в виде элементарного распределения Симпсона (треугольника с шириной d и высотой h). Поскольку вклад трактуется как некоторая плотность распределения, соотношение параметров d и h выбирается таким образом, чтобы он имел единичную площадь, т. е.

$$h = \frac{d}{2} \quad (1)$$

определяем, что условие нормировки выполняется в случае, если функция вклада имеет вид:

$$\varphi_i(x) = \frac{d}{2} - \frac{4 \cdot |x - x_i|}{d^2} \quad \text{при } x \in [a, b] \quad (2)$$

Форма априорной компоненты выбирается исходя из имеющихся априорных данных. В случае, если известно, что искомое распределение является симметричным и спадает к границам $[a, b]$, имеет смысл выбрать априорную компоненту формы:

$$f_0(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq a \\ \frac{x - 0.5(3a - b)}{(a - b)^2} & \text{при } a < x \leq c \\ \frac{0.5(3a - b) - x}{(a - b)^2} & \text{при } a < x \leq b \\ 0 & \text{при } x > b \end{cases} \quad (3)$$

где $c = \frac{b + a}{2}$

Произведя линейное суммирование с заданными весами априорной плотности (2) и вкладов (3) для всех n элементов выборки приводит в итоге к искомой оценке плотности.

В результате расчетов построены графики рис. 1. и 2., на которых изображены функции распределения и плотности вероятностей, полученные методом треугольных вкладов из выборок по 10 значений, взятых из генеральной совокупности. Ширина вклада в обоих случаях выбиралась равной $0,3d$, в этом случае получается достаточно гладкой. Данный факт позволяет идентифицировать закон распределения вероятностей оперируя малыми выборками данных. Однако не всегда данных будет мало, объем данных может быть обширным и не поддаваться эффективной обработке, в последние годы в мире наблюдается рост объемов собираемых данных. В связи с этим возрастает актуальность методов машинного обучения, позволяющих автоматически извлекать закономерности из данных. В задачах машинного обучения предполагается, что объекты реального мира описаны с помощью признаков, а также что имеется обучающая выборка,

полученная из генеральной совокупности объектов.

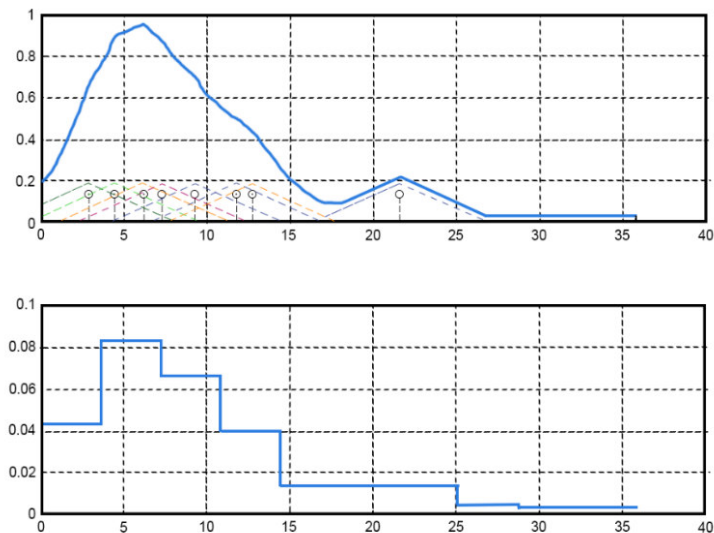


Рисунок 1 – Построение эмпирической плотности распределения вероятностей методом треугольных вкладов, $n = 10$

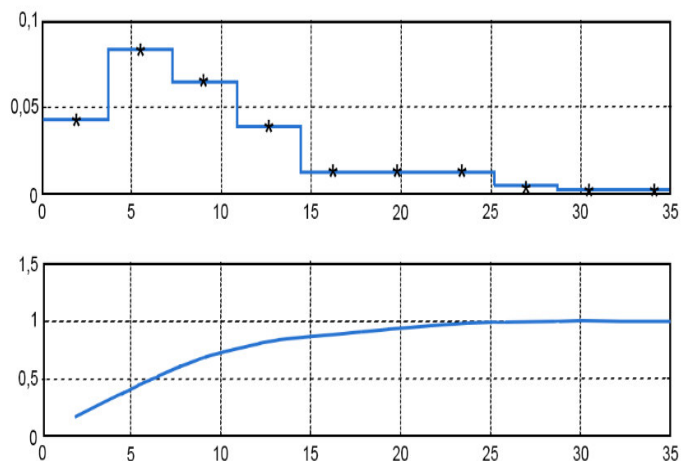


Рисунок 2 – Эмпирическая функция распределения вероятностей, построенная методом треугольных вкладов

Одним из наиболее известных способов решения задач машинного обучения является вероятностное моделирование. В обучении с учителем вероятностная модель задаёт распределение над метками при условии наблюдаемых данных. При обучении без учителя в модель, как правило, вводятся латентные (ненаблюдаемые) переменные, определяющие факторы вариации данных. Параметры вероятностной модели настраиваются и определяются при помощи метода максимального правдоподобия, используя обучающую выборку и градиентные методы оптимизации. Во большинстве случаев правдоподобие модели с латентными переменными не может быть

рассчитано аналитически. Тогда применяются вариационные методы, такие как вариационная нижняя оценка на правдоподобие. Эффективность методов машинного обучения зависит от информативности признакового описания объектов. Одними из наиболее сложных с точки зрения построения признакового описания объектами являются высокоразмерные неструктурированные данные.

В последние годы глубинное обучение (deeplearning) стало наиболее эффективным способом взаимодействия с высокоразмерными неструктурированными данными. Глубинное обучение предлагает использовать многослойные (глубинные) признаковые описания объектов, задаваемые нейросетями с сотнями слоёв. При этом архитектура нейронной сети выбирается исходя из особенностей данных. Но вычисления с помощью глубинного обучения стали затратны из-за поступательного увеличения числа слоёв. Одним из интересных способов сокращения объёма вычислений является вероятностное адаптивное определение объёма вычислений для каждого объекта. В его основе лежит вероятностная модель, в которой дискретные латентные переменные задают число выполняемых итераций. Априорное распределение на латентные переменные определяет желаемое соотношение между скоростью и качеством вычислений. Вероятностный метод адаптивного времени вычислений (BABV) в отличие от АВВ может быть использован в стохастических системах, так как итоговая функция является не разрывной. Чтобы приблизиться к целевой функции и не допустить разрыва необходимо использовать стохастическую вариационную оптимизацию.

Рассмотрим целевую функцию вариационной оптимизации $L(\phi) = E_{q(z|\phi)} f(z)$, где z – случайная величина, $q(z|\phi)$ – предложенное распределение с параметрами ϕ . Стохастическая вариационная оптимизация позволяет оценить градиент $\nabla_{\phi} L(\phi)$ стохастически, даже если математическое ожидание не вычислимо аналитически, либо имеет слишком высокую стоимость вычисления. Сначала рассмотрим случай репараметризуемых распределений, а затем перейдём к случаю дискретных распределений.

Предположим теперь, что z - дискретная случайная величина, тогда:

$$\nabla_{\phi} L(\phi) = E_{q(z|\phi)} (f(z) - c) \nabla_{\phi} \log q(z|\phi), \quad (4)$$

где c – скалярная величина, называемая базовой функцией награды. Математическое ожидание может быть приближено с помощью метода Монте-Карло. Эта процедура позволяет получить несмещённые градиенты, однако оценка обычно имеет слишком высокую дисперсию.

Применим релаксацию Гумбель-Софтмакс к предложенному распределению, а затем воспользоваться трюком репараметризации [6]. Это приводит к градиентам с низкой дисперсией ценой некоторого систематического смещения.

Предположим, что $z \in \{0,1\}^d$, пользуясь правилом произведения для вероятностных распределений, преобразуем предложенное распределение:

$$q(z|\phi) = \prod_{i=1}^d q(z_i|z_{<i}, \phi) \quad (5)$$

Этот приём позволяет генерировать точки z . Сделаем два предположения:

1. Функция $f(z)$ непрерывно дифференцируема при $z \in \{0,1\}^d$;

2. Каждый фактор $q(z_i|z_{<i}, \phi)$, $i > 1$ непрерывно дифференцируем при $z_{<i} \in [0,1]^{i-1}$. При условии этих предположений можно применить релаксацию Гумбель-Софтмакс с температурой $\lambda > 0$ к каждому фактору:

$$q(\tilde{z}|\phi, \lambda) = \prod_{i=1}^d q(\tilde{z}_i|\tilde{z}_{<i}, \phi, \lambda) \quad (6)$$

Релаксированная целевая функция имеет вид:

$$\hat{L}(\phi|\lambda) = \mathbb{E}_{q(\tilde{z}|\phi, \lambda)} f(\tilde{z}) \quad (7)$$

Полученная целевая функция может быть стохастически оценена с помощью метода Монте Карло. Заметим, что если все вероятности в релаксированном распределении приближаются к крайним значениям (нулю или единице), то релаксированное распределение приближается к нерелаксированному при любой температуре λ . Отсюда следует, что величина релаксированной целевой функции $\hat{L}(\phi|\lambda)$ приближается к значению исходной целевой функции $L(\phi)$.

Для обеспечения достаточного уровня надежности стохастической системы и выявления недопустимых рисков отказов могут применяться различные статистические методики, реализованные с применением различных ИТ- технологий.

В последние годы на кафедре «Автоматизированные системы электроснабжения» ФГБОУ ВО РГУПС было разработано программно-технологическое обеспечение, решающее задачи первичной обработки данных и вычисления элементарных статистик в процессе управления рисками. Программное обеспечение системы реализовано в среде разработки Microsoft Visual FoxPro версии 9.0 с использованием технологии файл-серверной реляционной системы управления базами данными.

Основные вычислительные транзакции:

- **прогнозная**

```
select vari,vari+1,max(n) maxi from (select vari,vari+1,count(*) n from (select vari,vari+1 from (select vari,i, count(*) n from cursor a group by vari,i) b left join cursor a ON bi+1=ai) group by vari,vari+1) group by vari,vari+1.
```

- **вычисление значений промежуточных индикаторов**

```
select * from (select ft,ro,count(*) s from st001 group by ft,ro where ro>= w and ro<= w+ st- 1) b left join st001 a on b.ro-1=a.ro into table st005
```

```
select * from (select ft,ro,count(*) s from st001 group by ft,ro where ro>= w and ro<= w+ st- 1) b left join st001 a on b.ro+1=a.ro into table st005
```

- **подготовка аналитического отчета**

```
select ft_a ft,max(mx) ct from (select ft_a,ft_b,max(ct) mx from (select ft_a,ft_b,count(*) ct from (select *,1 typ from st005) group by ft_a,ft_b) group by ft_a,ft_b) group by ft_a
```

Представленный функционал реализует: оценку частот возникновения определенных событий в прошлом на основе статистических данных (данные, накопленные за некоторый период эксплуатации элементов контактной сети) и прогнозирование частот, с которыми эти события станут возникать в будущем. В результате опытной эксплуатации программы была получена точность прогноза 40-60 %.

Результатом данной работы можно считать прогнозирование определяющих отказов элементов конструкции контактной сети. Это позволит эффективно управлять стоимостью жизненного цикла на этапе эксплуатации контактной подвески.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматизированные системы электроснабжения» П. А. Бодров, РГУПС.

Список литературы

1. Анализ работы Трансэнерго за 2018 году. – М.: ОАО «РЖД», 2019. – 87 с.
2. Борзенко, И. М. Адаптация, прогнозирование и выбор решений в алгоритмах управления технологическими объектами / И. М. Борзенко. – М.: Энергоатомиздат, 1984. – 144 с.
3. Вентцель, Е. С. Теория случайных процессов и её инженерные положения: учеб. пособие для вузов, 2-е издание / Е. С. Вентцель, Л. А. Овчаров. – М.: Высшая школа, 2000. – 383 с.
4. Брандт, З. Статистические методы анализа наблюдений / З. Брандт. – М.: Мир, 1975. – 312 с.
5. Качала, В. В. Основы теории систем и системного анализа / В. В. Качала. – М: Горячая линия-Телеком, 2007. – 216 с.

6. Галушкин, А. Нейронные сети: основы теории / А. Галушкин. – Горячая Линия-Телеком, 2010. – 480 с.

УДК 629.4.015

А. А. Петров

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БЕЗОПАСНОГО ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПУТЯХ

В статье выполнен анализ случаев травматизма на железнодорожных путях вследствие наезда подвижного состава, повлекших за собой травматизм или приведших к летальному исходу работников (статистика 2015-2019 гг.). Предложен вариант контроля самочувствия работника во время выполнения работ на железнодорожных путях в виде применения трекера слежения. Также приведены технические решения снижения риска получения травмы во время работы при помощи системы безопасности, мониторинга и контроля «Работник на пути», которая поможет свести к минимуму травматизм на железнодорожных путях и исключить наезд подвижного состава на работника ОАО «РЖД».

Ключевые слова: работник на пути, снижения случаев травматизма на железнодорожных путях.

Andrey A. Petrov

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

MODERN METHODS OF SAFE PRODUCTION OF WORKS ON RAILWAYS

The article analyzes the cases of injuries on railway tracks due to the impact of rolling stock, resulting in injuries or resulting in death of employees (statistics 2015-2019). a variant of monitoring the health of an employee while performing work on railway tracks in the form of a tracking tracker is Proposed. It also provides technical solutions to reduce the risk of injury during work by using the "Worker on the way" safety, monitoring and control system, which will help to minimize injuries on railway tracks and eliminate the impact of rolling stock on an employee of JSC "Russian Railways".

Keywords: worker on the way, reduction of accidents on railway tracks.

Самым важным показателем в работе на железнодорожных путях

является сохранение здоровья работника ОАО «РЖД». Железнодорожный транспорт является зоной повышенной опасности, причём не только при выполнении работ на путях. Ответственность за соблюдения правил, норм и инструкций по охране труда лежит на руководителях структурных подразделений. За нарушения этих требований предусмотрены штрафы и санкции.

Лица, выполняющие работу на объектах ОАО «РЖД», в том числе на железнодорожных путях, должны:

- знать о рисках, сопровождающих их работу и влияющих на безопасность их жизни и здоровья;
- осознавать ответственность за свою жизнь и здоровье, а также за жизнь окружающих их людей;
- поддерживать культуру безопасности труда при работе и передвижении по объектам ОАО «РЖД»;
- знать и полностью соблюдать правила и инструкции по охране труда.

Но, к сожалению, чаще всего основными причинами получения травм на железнодорожных путях являются невнимательность и халатное отношение работника к исполнению правил и инструкций по безопасному ведению работ.

Возникает вопрос: что нужно сделать, чтобы работник строго следовал инструкциям и выполнял их?

Очевидно, что необходимо введение полного контроля деятельности работника на время его дежурства, установление определенных минимальных требований и пределов по отношению к работе персонала и отслеживание выполнения этих требований, т.к. одним из самых распространённых видов травматизма на железнодорожных путях является наезд подвижного состава.

Одной из причин данных видов происшествий является увеличение скорости движения поездов. Наряду с внешней опасностью имеют место случаи нарушения требований системы охраны труда и личной техники безопасности работниками, выполняющими работы на путях.

Статистика наездов подвижного состава за 2015-2019 годы в ОАО «РЖД» приведена на рис. 1.

При анализе диаграммы возникает вопрос: как же снизить или попытаться исключить риск травматизма на железнодорожных путях?

Важной составляющей этого показателя является здоровье работника, поэтому в решении данной задачи помогает оснащение персонала браслетами (трекерами), наблюдающими за самочувствием работника.



Рисунок 1 – Статистика наездов подвижного состава по ОАО «РЖД»

Устройство измеряет температуру тела, его сопротивление, давление, пульс и на основе полученных данных делает выводы о состоянии здоровья человека. При обнаружении отклонений от нормы информатор посылает сообщение по сотовой связи. При несчастных случаях, обмороках или остановке сердца трекер отправит тревожный сигнал скорой помощи со всей необходимой информацией о носителе браслета для немедленного реагирования. Оснащение трекера экраном позволит работнику следить за своим самочувствием.

По своей конструкции трекер – это браслет с малым однополосным монохромным дисплеем и кнопкой экстренного вызова. Изображение модуля приведено на рис. 2

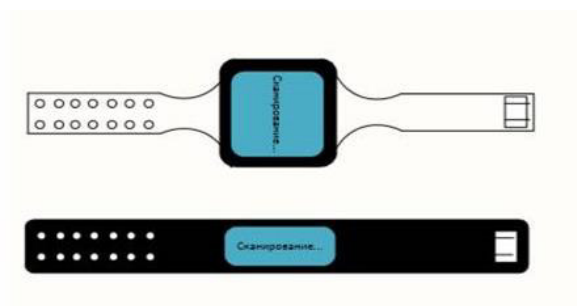


Рисунок 2 – Трекер слежения самочувствия работника

Для снижения или попытки исключения риска травматизма на железнодорожных путях, кроме применения на практике браслетов-трекеров, были усовершенствованы и дополнены должностные инструкции, использующие положения системы информации «Работник на пути», направленной на:

- предупреждение случаев производственного травматизма вследствие

наезда подвижного состава;

- обеспечение контроля соблюдения работниками правил нахождения на железнодорожных путях;

- снижение числа случаев, влияющих на ухудшение функционального состояния машиниста и снижение его работоспособности.

Очевиден тот факт, что для безопасности нахождения и работ на железнодорожных путях каждый работник в обязательном порядке должен знать и помнить основные положения инструкций:

- при передвижении вдоль путей на перегоне следует идти в стороне от пути или по обочине (вне зависимости от числа передвигающихся работников);

- на станции передвижение происходит по установленному для данной станции маршруту прохода или по обочине пути, посередине наиболее широкого междупутья, при этом важно следить за движущимися поездами, маневрирующими составами и локомотивами;

- если работник оказался в ситуации между движущимися по соседним путям поездами, то ему, по возможности, необходимо сесть или лечь на землю вдоль пути;

- переход через пути осуществляется лишь после того, как работник убедился в том, что к месту перехода не приближается подвижной состав (локомотивы, вагоны, автодрезины и т.п.);

- переход путей происходит под прямым углом по отношению к рельсам;

- при переходе путей категорически запрещено становиться на головку рельса, проходить между острием и рамным рельсом стрелочного перевода;

- запрещено переходить железнодорожные пути сразу после отъезда последнего вагона проследовавшего поезда: необходимо дождаться удаления состава на расстояние не менее 200-300 м, убедиться в том, что ж/д пути свободны, и только после этого начинать передвижение;

- при следовании через железнодорожные пути группой необходимо передвигаться строем в 1-2 человека в ряд под наблюдением производителя работ, совершать передвижение оперативно;

- категорически запрещено пересекать пути непосредственно перед приближающимися локомотивами, вагонами, автодрезинами и другими подвижными составами;

- совершая обход группы вагонов или локомотивов, стоящих на путях следует держать дистанцию в не менее 5 м от крайнего вагона, предварительно убедившись, что соседние пути свободны от передвигающихся поездов, составов, локомотивов и т.п.;

- запрещено передвижение между расцепленными вагонами, расстояние между которыми менее 10 м.

Еще одним способом предотвращения травматизма на железнодорожных путях является перечень работ, проводимых на маршруте. Он выдается поездной бригаде, которая, следуя согласно предписанию в бланке, должна подать свисток, снизить скорость или остановиться.

Кроме того, на руки бригаде, проводящей работы, выдаётся положение со списком всех поездов, проходящих на данном перегоне или станции. В данном положении предусмотрены следующие правила:

- если поезд движется со скоростью до 200 км/ч, то работники должны уйти и убрать всё с пути за 30 минут до прибытия поезда, а если скорость превышает 201 км/ч, то сойти с пути нужно минимум за 1 час;

- если скоростной поезд проходит по пути, соседнему тому, на котором ведутся работы, то работники уходят за 30 минут до его прибытия на расстояние L (рис. 3):

- - 2 м от крайнего рельса при скорости движения до 120 км/ч;
- - 4 м от крайнего рельса при скорости движения от 121 до 160 км/ч;
- - 5 м от крайнего рельса при скорости движения от 161 до 200 км/ч;
- - 10 м от крайнего рельса при скорости движения от 201 до 250 км/ч.

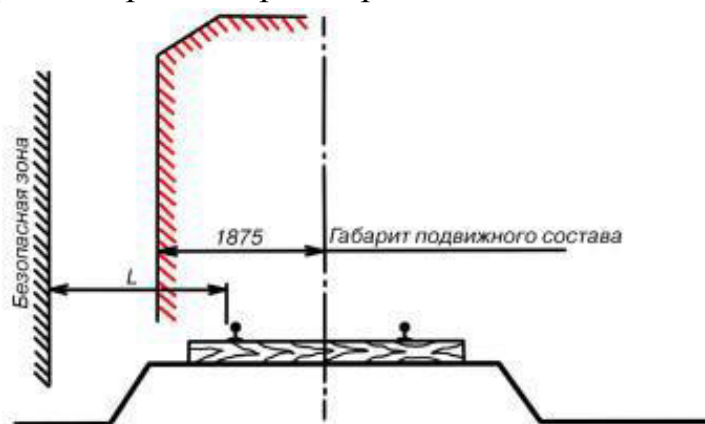


Рисунок 3 – Безопасная зона от подвижного состава

Самой надёжной системой безопасности на сегодняшний день является система слежения «Человек на пути», которую можно поделить на три составляющих:

1. Радиочастотные метки на персонале;
2. Построение системы передачи данных;
3. Аппаратура, установленная на самоходные подвижные единицы железнодорожного транспорта.

Функционирование системы приведено на рис. 4.



Рисунок 4 – Функционирование системы «Работник на пути»

Вывод: предлагаемые устройства и системы обеспечения безопасности после проверки их практичности и целесообразности могут быть использованы при выполнении работ на железнодорожных путях. Практика их применения позволит наметить тенденцию к снижению или исключению риска травматизма на железнодорожных путях работников ОАО «РЖД».

Научный руководитель – преподаватель Т. В Коломеец, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Ефанов, Д. В. Особенности организации передачи данных по радиоканалу в системах непрерывного мониторинга объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта / Д. В. Ефанов, Г. В. Осадчий, Д. В. Седых, Д. Н. Пристенский // Автоматизация в промышленности. – 2016. – № 6. – С. 29 – 33.
2. Насонов, Г. Ф. Радиоканал для передачи данных в системах непрерывного мониторинга / Г. Ф. Насонов, Г. В. Осадчий, Д. В. Ефанов, Д. В. Седых // Автоматика, связь, информатика. – 2016. – № 8. – С. 22 – 25.
3. Хорошев, В. В. Модернизация методов безопасного производства работ на железнодорожных путях / В. В. Хорошев // Мир транспорта. – 2015. – №2. – С. 166 – 169.
4. Правила безопасности при эксплуатации контактной сети и устройств электроснабжения автоблокировки железных дорог ОАО «РЖД»: утверждены ОАО «РЖД» от 16.12.2010 № 103. – Екатеринбург: УралЮрИздат, 2012. – 123 с.

С. С. Дрингелис

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДОВ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДИАГНОСТИКИ СЕТИ ПОЕЗДА

В статье дается понятие интеллектуальной системы диагностики, которая разработана для повышения безопасности движения подвижного состава в пути следования. Применение этой системы приведет к высокому уровню безопасности движения, за счет постоянного контроля плотности тормозной сети поезда.

Ключевые слова: Интеллектуальная система, безопасность, плотность тормозной сети.

Sergey S. Dringelis

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

IMPROVING THE SAFETY OF TRAINING TRAINS BY USING THE INTELLECTUAL DIAGNOSTIC SYSTEM OF THE TRAIN NETWORK

The article gives the concept of an intelligent diagnostic system, which is designed to improve the safety of rolling stock along the route. The use of this system will lead to a high level of traffic safety, due to the constant control of the density of the brake network of the train.

Keywords: Intelligent system, safety, brake network density.

Наличие утечек воздуха в тормозной сети поезда приводит к нарушению работы автоматических тормозов. При больших утечках увеличивается работа компрессоров, и возникает разница в давлении воздуха в головном и хвостовом вагонах поезда. Это способствует безопасному торможению БП, плохому отпуску и способствует раскачиванию колесных пар. Утечки воздуха могут быть: на стыке труб-тройников, муфт и т.д. в соединениях ЗР; в концевых отводах и отводах аварийного тормоза; в местах сопл резиновых шлангов; во время процесса торможения в торговом центре могут возникнуть утечки.

При проверке плотности тормозной сети Локомотива перепад давления в тормозной магистрали не должен превышать 0,02 МПа на 1 мин.

Нормативы плотности грузовых поездов ТМ соответствуют перепаду давления 0,02 МПа на 1 мин в тормозной сети 4-осного вагона объемом примерно 100 литров.

В пассажирском поезде плотность отсекают магистральные поезда от системы подачи крановщиком, чтобы уменьшить давление на манометре, подключенном к тормозной магистрали (допустимый перепад давления 0,02 МПа в течение 1 мин).

Плотность ТМ грузового поезда проверяют по перепаду давления в главном баке Локомотива, который обусловлен утечкой давления воздушного потока в тормозной системе поезда при положении ручки клапана машиниста (в граммах 0,04-0,05 МПа)

Разница в плотности проверки тормозных систем грузовых и пассажирских поездов обусловлена различиями в принципе работы воздухораспределителей грузового и пассажирского типов.

Места утечек определяются по слуху, по внешним признакам и по намыливанию; обнаруженные утечки устраняются.

В ходе рассмотрения вопроса надежности тормозного оборудования и анализе предыдущих работ выявлена проблема отсутствия устройства диагностики тормозной сети поезда, которое обеспечит максимальное исключение отказов, связанных с нарушением целостности и плотности тормозной сети поезда. Создана «ИСДТСП». Данное техническое решение направлено на повышение безопасности движения поездов и увеличение участковой скорости. Практическая значимость: Применение «ИСДТСП» на тяговом подвижном составе железных дорог приводит к большей безопасности движения за счет постоянного контроля тормозной сети плотности тормозной сети. Увеличивается участковая скорость движения поездов за счет автоматизации измерения плотности тормозной сети поезда.

Эффективная работа пневматической тормозной системы поезда определяется необходимой выработкой и правильным распределением сжатого воздуха между тормозными устройствами. Эти параметры во многом зависят от исправности воздухопроводов, камер и баков в тормозной системе, и ее необходимо контролировать. Плотность тормозной сети поезда является основным регулируемым параметром для диагностики тормозной сети. В настоящее время плотность тормозной сети поезда измеряется машинистом с помощью манометра и часов. Погрешность этого измерения достигает 40 %, а потеря времени составляет 9 минут на одну поездку. Актуальность автоматизации измерений заключается в том, что плотность движения грузовых поездов превышает 0,5/500 С, что очень затрудняет измерение с помощью секундомера. Необходимо усовершенствовать

процесс измерения плотности тормозной сети поезда. Причиной высоких значений плотности может быть перекрытие концевых клапанов после продувки тормозной магистрали, а также ледяные пробки.

Согласно законам газовой динамики, объемный расход воздуха Q , приведенного к нормальным атмосферным условиям, пропорционален постоянной температуре, объему резервуара V и скорости изменения давления в нем $\Delta P/\Delta t$:

$$Q = \frac{V}{P_a} \cdot \frac{\Delta t}{\Delta P},$$

где P_a -атмосферное давление, равное 1 кгс / см²; ΔP -величина изменения давления сжатого воздуха в резервуаре за интервал времени Δt .

Таким образом, измеряя скорость изменения давления и зная объем резервуара, можно управлять потоком воздуха в нем. Несомненно, создание автоматической диагностической системы очень актуально. Однако существует проблема автоматизации измерения плотности, которая заключается в расходе сжатого воздуха из основного бака Локомотива, вызванного периферийными пневматическими устройствами (свисток, Тифон, песок, главный выключатель, быстродействующий выключатель, токоприемник) (Рис. 1, а, б). В статье рассматриваются аспекты разработки "интеллектуальной системы диагностики тормозной сети поездов" ("ИСДТСП"), в основе которой лежит новый алгоритм.

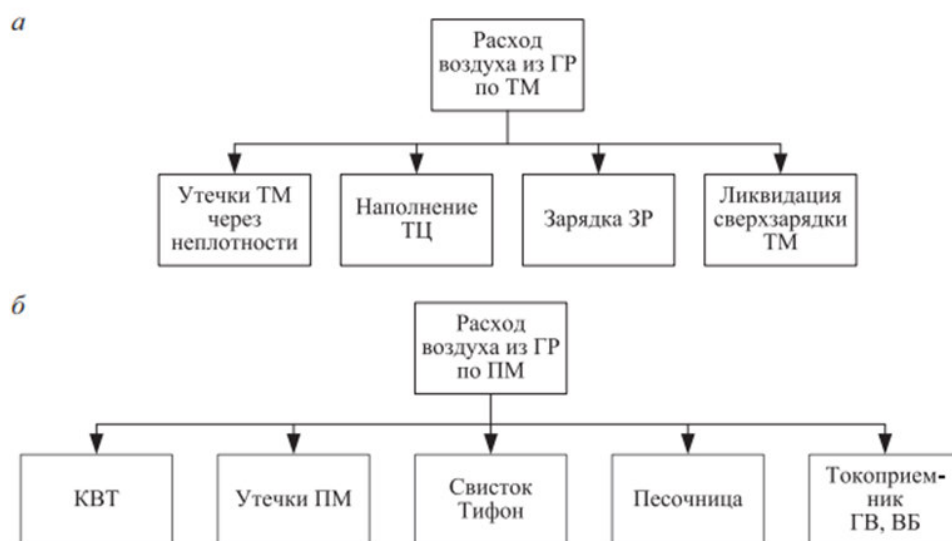


Рисунок 1 – Утечки, возникающие в главном резервуаре через тормозную (а) и питательную магистраль (б):

ГР – главный резервуар; ГМ – питательная магистраль; ТМ – тормозная магистраль;
ЗР – запасный резервуар; ГВ – главный выключатель; ВБ – выключатель быстродействующий;
КВТ – кран вспомогательного тормоза; ТЦ – тормозной цилиндр

Она состоит из микроконтроллерного блока, датчиков давления, блока интерфейса. В ТМ и тормозных цилиндрах уже установлен штатный датчик, который закрепляется при монтаже на питательную магистраль (рис. 2).

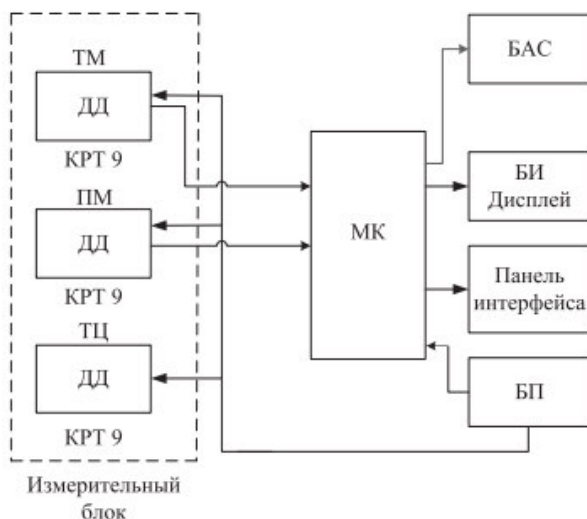


Рисунок 2 – Блок-схема «ИСДТСП»:

КРТ 9 – измеритель давления; БП – блок питания; МК – микроконтроллер; БАС – блок аварийной сигнализации; БИ – блок индикации; ПМ – питательная магистраль; ДД – датчик давления

«ИСДТСП» автоматически измеряет плотность на трассе и ее изменения, определяет разрывы тормозной магистрали, перекрытие концевых кранов, ледяные заторы, утечки из ТМ, определяет причину самопроизвольного срабатывания автоматических тормозов. Алгоритм и программа, на которых работает микроконтроллер, исследуют кривую давления, непрерывно контролируют плотность тормозной сети и обнаруживают утечки из периферийных устройств (рис 3).

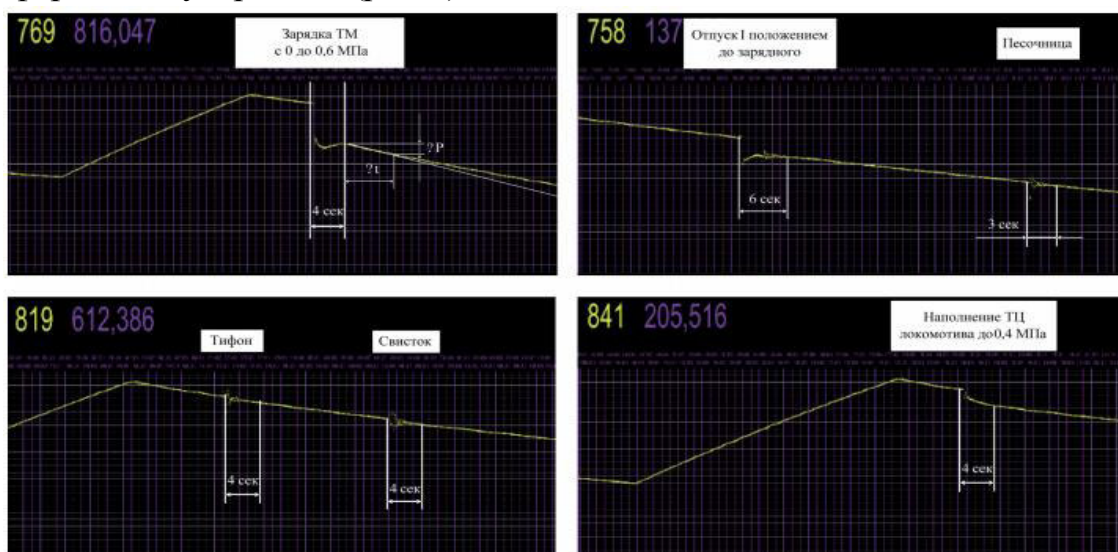


Рисунок 3 – Учет расхода воздуха от периферийных потребителей

Получение быстрого замера основывается на разработанном алгоритме, который использует математический аппарат получения приведенного значения плотности из входного массива данных давления. «ИСДТСП» (рис. 4) является компактным и просто монтируемым, состоит из нескольких блоков: блок интерфейса, блок коммутации и датчики давления.



Рисунок 4. Прототип «ИСДТСП»:

а – блок индикации; б – блок коммутации; в – датчики давления

Безопасность движения поездов повышается за счет непрерывной диагностики тормозной сети и выявления таких неисправностей, как закрытие концевых кранов, наличие ледяных заторов, возникновение утечек различного типа. С помощью реализации и использования предложенного устройства локальная скорость увеличивается на 0,87 км / ч за счет сокращения времени измерения плотности тормозной сети с 9 минут до 15 секунд за одну поездку. Точность измерения плотности тормозной сети поезда увеличивается до 3 %, благодаря использованию микропроцессорной техники.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» О. С. Томилова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Иванов, П. Ю. Устройство контроля плотности тормозной магистрали поезда / П. Ю. Иванов, Н. И. Мануилов, Е. Ю. Дульский // Наука и молодежь: Сб. трудов Первой Всерос. науч.-практич. конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. – Иркутск : ИрГУПС, 2015. – С. 58 – 62.
2. Иванов, П. Ю. Интеллектуальная система тормозной сети поезда / П. Ю. Иванов, Н. И. Мануилов, Е. Ю. Дульский // Наука и молодежь. – 2016. – № 1. – С. 150 – 156.
3. Иванов, П. Ю. Исследование причин самопроизвольного срабатывания автотормозов грузовых поездов / П. Ю. Иванов, Н. И. Мануилов, Е. Ю. Дульский // Транспортная инфраструктура Сибирского региона. – 2017. – № 1. – С. 399 – 404.

4. Распоряжение ОАО «РЖД» от 12.12.2017 г. № 2580р «О вводе в действие Регламента взаимодействия работников, связанных с движением поездов, с работниками локомотивных бригад при возникновении аварийных и нестандартных ситуаций на путях общего пользования инфраструктуры ОАО «РЖД».

5. Правила технического обслуживания тормозного оборудования и управления тормозами железнодорожного подвижного состава: протокол заседания Совета по железнодорожному транспорту государств-участников Содружества от 6–7 мая 2014 г. № 60.

6. Вулис, Л. А. Термодинамика газовых потоков / Л. А. Вулис. – М.: Госэнергоиздат, 1950. – 304 с.

УДК 629.4.015

Д. Ю. Яковлев

Омский государственный университет путей сообщения, г. Омск, Российская Федерация

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС ИЗНОСА ГРЕБНЯ КОЛЕСА

В статье выявлен анализ влияния различных факторов на износ колёс, установлено что наибольший износ гребня колеса происходит в летние месяцы, а также при наибольшей толщине гребня.

Ключевые слова: колёсная пара, износ, гребень, профиль колеса, раздвижные КП.

Dmitriy Y. Yakovlev

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF VARIOUS FACTORS ON THE PROCESS WEAR OF WHEEL FLANGE

The article reveals the analysis of the influence of various factors on wheel wear, it is established that the greatest wear of the wheel crest occurs in the summer months, as well as with the greatest thickness of the ridge.

Keywords: pair of wheel wear, the ridge, the profile of the wheel, sliding wheel sets.

Колесные пары относятся к ходовым частям и являются одним из ответственных элементов вагона. Они предназначены для направления движения вагона по рельсовому пути и восприятия всех нагрузок, передающихся от вагона на рельсы при их вращении. Работая в сложных условиях загрузки, колесные пары должны обеспечивать высокую надежность, так как от них во многом зависит безопасность движения поездов. Поэтому к колесным парам предъявляются особые, повышенные требования Госстандартами, Правилами технической эксплуатации железных дорог, Инструкцией по осмотру, освидетельствованию, ремонту и формированию вагонных колесных пар, а также другими нормативными документами при проектировании, изготовлении и содержании в эксплуатации. Конструкция и техническое состояние колесных пар оказывают влияние на плавность хода, величину сил, возникающих при взаимодействии вагона и пути, и сопротивление движению [1].

На протяжении 20-ти лет на Улан-Баторской железной дороге принимались меры по продлению срока эксплуатации колёсных пар вагонов, которые начали давать результаты. До 1992 года износ гребней колёс был малочисленным, а основной причиной обточки являлся износ поверхности катания. При этом обточка колёсных пар производилась от 4-х до 5 раз и срок их эксплуатации не превышал 20 лет. Меры привели также к снижению срока эксплуатации колёсных пар примерно в 3-3,5 раза. С внедрением в 1998 г. В производство ремонта технологии восстановления гребня колеса методом наплавки появилась возможность увеличения срока эксплуатации колёсных пар за счёт уменьшения количества снимаемого металла для восстановления профиля катания колеса [3].

Рассмотрим влияние расположения КП под вагоном. На участке Баганур – Улан-Батор имеются многочисленные кривые. В направлении с Баганура на Улан-Батор поезда следуют в гружёном состоянии, были проведены испытания износа колеса на расположение колёсной пары под вагоном. Полученные результаты приведены в табл. 3. Коэффициент износа колеса с самым меньшим износом принимался равным 1.

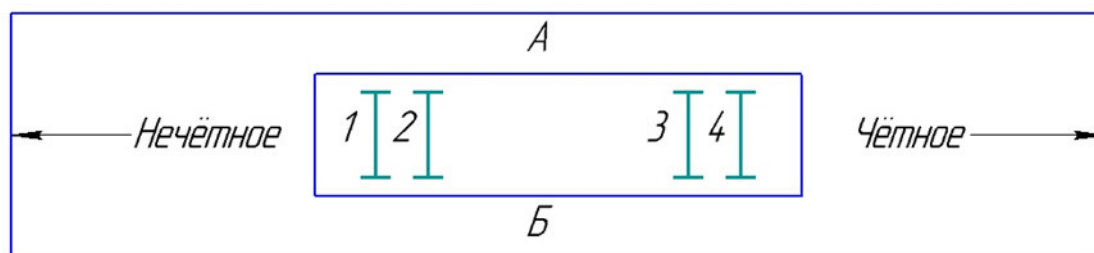


Рисунок 1 – Схема расположения колёсных пар под вагоном

Рассмотрим влияние окружающей среды. Наибольшая интенсивность износа гребней колёс в Монголии приходится на засушливые месяцы, а в зимний период, когда на поверхности металла образуется снежный слой (иней), интенсивность износа гребней колеса уменьшается (табл. 4).

Коэффициент влияния погодных условий месяца на износ колеса принимался равным единице при наименьшем износе гребней [3].

Таблица 1

Коэффициент износа колёс в зависимости от их расположения под вагоном

Расположение колёс	1-я колёсная пара		2-я колёсная пара		3-я колёсная пара		4-я колёсная пара	
	Сторона вагона							
	А	Б	А	Б	А	Б	А	Б
Коэффициент износа	1,16	0,96	1,0	1,12	1,45	1,09	1,0	1,2

Таблица 2

Износ колёс грузовых вагонов в зависимости от месяца их эксплуатации

Месяцы	2,3,4,9,10	5,6,7,8	1,11,12
Коэффициент	1,06	1,3	1,0

Рассмотрим влияние профиля колеса на износ гребня. Наиболее интенсивный износ происходит при его наибольшей толщине и в дальнейшем при уменьшении толщины гребня интенсивность его износа уменьшается. Результаты исследования приведены в табл. 3.

Таблица 3

Изменение интенсивности износа гребней колёс в зависимости от их толщины

Пробег вагона (тыс.км)	Средняя толщина гребня (мм)	Износ гребня при пробеге 1км (мм)	Коэффициент
До 20	От 33,0 до 29,2	0,000380	19,0
20-30	От 29,2 до 27,3	0,000120	6,0
30-60	От 27,3 до 26,1	0,000040	2,0
60-80	От 26,1 до 25,4	0,000035	1,75
90 и более	От 25,4 до 25,0	0,000020	1,0

Коэффициент профиля гребня, при котором происходит наименьший

износ, учитывался равным единице. На рис. 2 на основании исследований, приведённых в период 1996 – 2014 г. Графически представлена зависимость изменения толщины гребня колеса от величины пробега вагона [2].

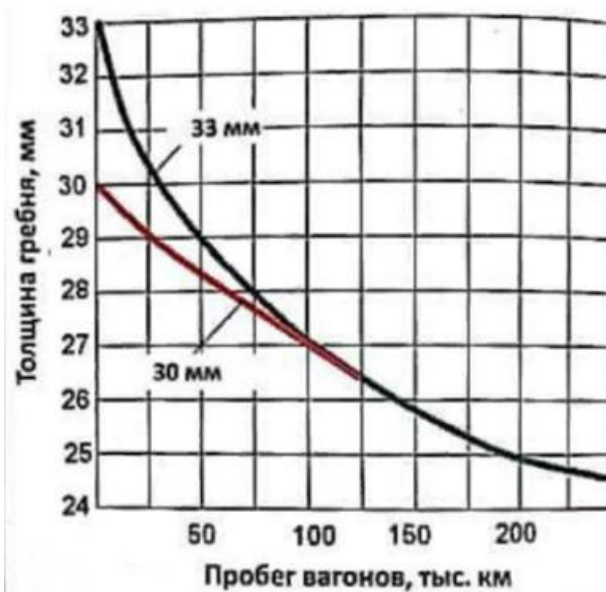


Рисунок 2 – Диаграмма среднего износа гребня колеса вагона (1996 – 2014)

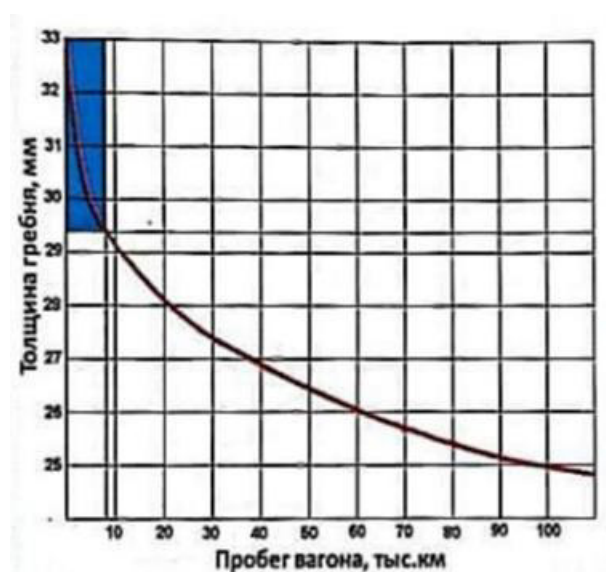


Рисунок 3 – Диаграмма сравнения опытных данных износа гребней колёс

Острая кромка на вершине гребня колеса образовывается с постепенным износом, когда толщина гребня с 33мм уменьшается до 23-30 мм. Появление острой кромки на гребне колеса происходит не вследствие его износа, а из-за взаимодействия рабочей поверхности гребня с поверхностью рельса.

Изучив возможности обхода зоны наибольшего утоньшения гребня (на рис. 2 помечена синим цветом), расчётным путём установили, что при ширине

колеи пути 1520мм обточка гребня до 33 мм не является целесообразной. Кроме того, был сделан вывод, что гребень колеса толщиной выше 30 мм может являться причиной повышенного износа рельса.

Таким образом, результаты исследований подтвердили данные, полученные расчётным путём. На технико-экономическом совете УБЖД было принято решение о дальнейшем использовании при ремонте вагонов КП с восстановленными до 30 мм толщинами гребней.

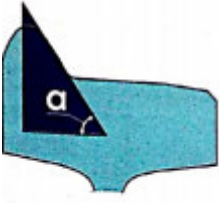
В табл.5 приведены данные о снижении толщины обода колеса с износом гребня до 24 мм при его обточке для восстановления профиля, в том числе с учётом наклона рабочей поверхности гребня.

Внедрение технологий наплавки гребней позволило в два раза снизить толщину металла, снимаемого при обточке с поверхности катания колеса, и увеличить срок эксплуатации колёсных пар до 30,8%. Кроме того, после обточки гребня до 30 мм прекратилось образование остроконечного наката на его вершине.

Во время проведения опыта по оценке среднего пробега колеса при изменении толщины гребня с 26 до 25 мм был получен пробег около 60 тыс. км. Стало очевидным, что с уменьшением толщины гребня меньше 25 мм интенсивность износа снижается всё больше [3].

Таблица 4

Уменьшение толщины обода колеса при его обточке для восстановления
профиля

Профиль гребня	Толщина гребня обточенного колеса, мм	Уменьшение обода колеса, мм.	
		Наклон рабочей поверхности гребня (α)	
		60°	70°
1	2	3	4
	33	15,6	24,7
	32	13,8	22,0
	31	12,0	19,2
	30	10,4	16,5
	29	8,7	13,7
	28	7,0	11,0
	27	5,2	8,3

Исходя из вышенаписанной информации можно выделить следующие выводы:

1. Наибольшему износу подвергается третья колёсная пара в чётном направлении движения вагона, это объясняется тем что она подвергается воздействию больших динамических нагрузок вследствие того, что 4-я колёсная пара начинает поворачивать первой и передаёт силу инерции 3-й колёсной паре, но из-за жёсткой заделки 3-я колёсная пара не успевает войти в поворот с тем же темпом что и 4-я, вследствие этого 3-я колёсная пара подвергается выворачивающему воздействию с возможностью схода состава с рельс.

2. Наибольший износ гребня будет происходить при его наибольшей толщине, это объясняется тем, что металл вследствие эксплуатации упрочняется становится более твёрдым, образуется острая кромка, которая получается при контакте рабочей поверхности колеса с поверхностью рельса. Согласно расчётным данным, установили, что при ширине колеи пути 1520 мм обточка гребня до 33 мм не является целесообразной.

3. Наибольшая интенсивность износа гребней колёс приходится на засушливые месяцы (май-август), это происходит вследствие уменьшенного скольжения и повышенного трения рабочей поверхности колеса с поверхностью гребня, а в зимние месяцы, когда на поверхности колеса образовывается снежный слой (иней), интенсивность износа гребней колеса уменьшается.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» И. С. Лексутов, ОмГУПС.

Список литературы

1. Гура, Г. С. Механика и трибология движения колёсной пары в рельсовой колее [Текст] / Г. С. Гура. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2013. – 279 с.

2. Тихонов, Л. В. Структура и свойства металлов и сплавов: справочник [Текст] / Л. В. Тихонов, В. А. Кононенко, Г. И. Прокопенко // Научная думка. – 1986. – 568 с.

3. Увеличение срока эксплуатации колёсных пар путём изменения профиля гребня колеса // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2017. – №3. – с. 27.

А. А. Ганцева

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТОЧНОГО И СВОЕВРЕМЕННОГО УЧЁТА ЛИТЫХ ДЕТАЛЕЙ И ЗАПАСНЫХ ЧАСТЕЙ ПРИ ТЕКУЩЕМ РЕМОНТЕ ГРУЗОВЫХ ВАГОНОВ

В данной статье изучена проблема учёта литых деталей и запасных частей при текущем ремонте грузовых вагонов. Показано, что действующая система работает с малой эффективностью. Рассмотрен вариант оптимизации рабочих процессов с помощью внедрения автоматизированной системы учёта. Предложены рекомендации направленные на оптимизацию качества учёта литых деталей и запасных частей путём внедрения новых технологий с целью уменьшения материальных, временных и человеческих затрат.

Ключевые слова: учёт литых деталей и запасных частей, информационные технологии, текущий ремонт грузовых вагонов.

Anna A. Gantseva

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

INFORMATION TECHNOLOGIES TO ENSURE PRECISE AND TIMELY ACCOUNTING OF CAST PARTS AND SPARE PARTS FOR CURRENT REPAIR OF FREIGHT CARS

This article explores the problem of accounting for cast parts and spare parts for the current repair of freight cars. It is shown that the current system works with low efficiency. The option of optimizing work processes using an automated accounting system is considered. Recommendations are proposed aimed at optimizing the quality of accounting of cast parts and spare parts by introducing new technologies in order to reduce material, time and human costs.

Keywords: accounting of cast parts and spare parts, information technology, current repair of freight cars.

Автоматизация производственных процессов целью, которой является сокращение материальных, временных и человеческих издержек важнейшее направление технического прогресса на железнодорожном транспорте, от которого в целом зависит развитие всей отрасли. Вагонное хозяйство непрерывно развивается в этом направлении, и особое внимание уделяется

оптимизации и повышению качества выполняемых ремонтных работ путем внедрения новых технологий и модернизации существующих процессов. При модернизации, рабочие процессы, которые ранее выполнялись человеком, стали производиться автоматизированными системами. Это способствует увеличению производительности, культуре производства, ликвидации операций с большими затратами человеческих усилий, облегчение монотонного труда и минимизации возможности ошибок вызванных человеческим фактором. По этой причине в данное время актуальным является автоматизирование разновидностей деятельности людей путем формирования специализированных инновационных информационных систем на основе современной электронной вычислительной техники.

Целью данной работы является разработка системы точного и своевременного учёта литых деталей и запасных частей при текущем ремонте грузовых вагонов. В ходе проведенных в депо исследований технологических процессов было выявлено, что снабжение материально-техническими ресурсами, использующихся для ремонта на участке текущего ремонта, производится с центральной кладовой. Детали и материалы размещаются на стеллажах закрытого типа и на открытой площадке участка. Потребность в запасных частях и материалах определяется установленными нормами и фактическим их расходом с учетом обеспечения неснижаемого их запаса.

Своевременное обеспечение необходимыми материалами организует инженер по снабжению, по согласованию с руководством депо. Пополнение кладовых производится за счет получения новых или отремонтированных и имеющих маркировку, а также годных для дальнейшего использования, снятых с вагонов при плановых видах ремонта, имеющих клеймо о производстве ремонта и прошедших выходной контроль деталей. Ежедневную заявку на запасные части, и материалы составляет мастер участка и передает мастеру заготовительного цеха. Доставка производится грузовым автомобилем или электротележкой. Ответственность за стеллажное хозяйство несет бригадир работающей смены и мастер участка [1].

Учёт запасных частей на складе текущего отцепочного ремонта ведётся материально ответственным работником склада. На текущий момент весь документооборот по приемке, учету, выдаче и списанию литых деталей и запасных частей на всех этапах своего движения на складе, от прихода до списания производится записью в специальных журналах на бумажных носителях.

На данный момент проблема такого способа учета заключается в том, что кладовщик выполняет свои функции учёта, приёма, выдачи и списания

запасных частей производится вне автоматизированных систем учёта, т.е. на бумажных носителях. На эти процессы затрачивается большое количество времени и человеческого труда. При этом снижается общая производительность ремонтного цеха, т.к. на все процессы, связанные с получением запасных частей и литых деталей затрачивается большее количество человеко-часов, увеличивается себестоимость ремонтных работ и время простоя подвижного состава в ремонтных цехах. Подобная ситуация влечет за собой материальные затраты на порядок выше, чем при использовании автоматизированных систем учета, выдачи и списания запасных частей и литых деталей.

Проанализировав деятельность складского учёта, его структуру и используемую в ней систему документооборота был выявлен ряд существенных возможных проблем, таких как:

- замедление процесса ведения учёта запасных частей и обмена информацией;
- увеличение времени на обработку данных;
- необходимость вести математический подсчёт запасных частей вручную;
- низкая производительность и качество труда работников;
- риск попадания двойной нумерации запасных частей;
- потеря или утрата документов и информации, зафиксированной в ней;
- увеличение общего объёма документооборота, вызванного накоплением большого количества документов.
- увеличение материальных затрат в результате простоя подвижного состава.

Совокупность этих проблем в значительной степени снижает эффективность использования системы документооборота на предприятии. Исходя из этого можно заключить, что бумажный документооборот в настоящее время уже не может быть эффективен ни с точки зрения производительности труда, ни с точки зрения соотношения затрат к итоговому результату. Потери, вызванные, устаревшей системой учета на бумажных носителях в производстве отрицательно сказываются на работе участка текущего отцепочного ремонта в целом, мешая быстрому и продуктивному производственному процессу.

Ключом к решению этих проблем является применение инновационных информационных технологий и внедрение современной автоматизированной системы учёта запасных частей и литых деталей в складских помещениях, которая

позволит сократить расходы на себестоимость ремонта, повысить производительность труда, увеличить доход предприятия от ремонтных работ и в целом стандартизировать деятельность на участке текущего отцепочного ремонта. Инновационные информационные технологии позволяют сделать скачок в управлении предприятием. На сегодняшний день переход от бумажного учёта запасных частей и деталей к электронному возможен благодаря высокому уровню развития информационных технологий их сравнительно не высокой стоимости и доступности, которые создают огромное количество возможностей для успешного функционирования организации и выполнения поставленных перед ней задач. Такая система положительно скажется на решении одних из главных задач ОАО «РЖД» – увеличении производительности труда и сокращении издержек на содержание подвижного состава, без потери качества ремонта и безопасности движения на железнодорожном транспорте.

Правильно и своевременно оформленные отчетные документы для ведения складского учета, пополнения материальных запасов являются неотъемлемой частью хозяйственной деятельности вагонного депо. Следовательно, при выполнении текущего отцепочного ремонта вагонов предлагается ввести систему автоматизированного учёта, передачи в ремонт, возврата с ремонта литых деталей и запасных частей на участках текущего ремонта грузовых вагонов. Безусловно, эта система ускорит и систематизирует процессы документооборота склада на участке текущего ремонта. Позволит в реальном времени отслеживать остатки запасных частей и материалов на складах и своевременно их пополнять.

Совокупность автоматизированных процессов призвана организовать весь комплекс операций по работе с документами на участке текущего отцепочного ремонта. В системе программы должны быть учтены такие шаги, как автоматизированное заполнение журналов учёта, карточек учёта запасов, актов на списание материальных ценностей, остатков на дату и т.д. То есть все действия связанные с поступлением, выдачей, учетом и списанием деталей и узлов заносятся, обрабатываются и хранятся в автоматизированной системе кладовщиком в электронном виде.

Система должна быть ориентирована на автоматизацию решения задач возникающих на всех стадиях складского учёта. На каждом рабочем месте установлено необходимое оборудование и программное обеспечение. Каждое рабочее место отвечает за свое функциональное наполнение согласно инструкциям. Ведение учёта становится максимально эффективным.

К основным задачам системы автоматизированного учёта запасных частей относится:

- повышение эффективности работы и качества труда на участке текущего ремонта грузовых вагонов;
- сокращение издержек производства;
- сокращение времени и трудоемкости на обработку данных;
- ускорение документооборота;
- оперативный, точный и быстрый процесс учёта и отчетности;
- сокращение риска утери данных;
- ужесточение контроля оборота запасных частей;
- прозрачность ведения всей документации;
- частичное или полное исключение бумажной рутины и монотонного труда;
- ликвидация необходимости вести подсчёт запасных частей вручную, что исключит человеческую ошибку;
- исключение попадания двойной нумерации запасных частей;
- положительное воздействие на экономическом эффекте.

Схема работы автоматизированной системы учёта литых деталей и запасных частей приведена на рис. 1.

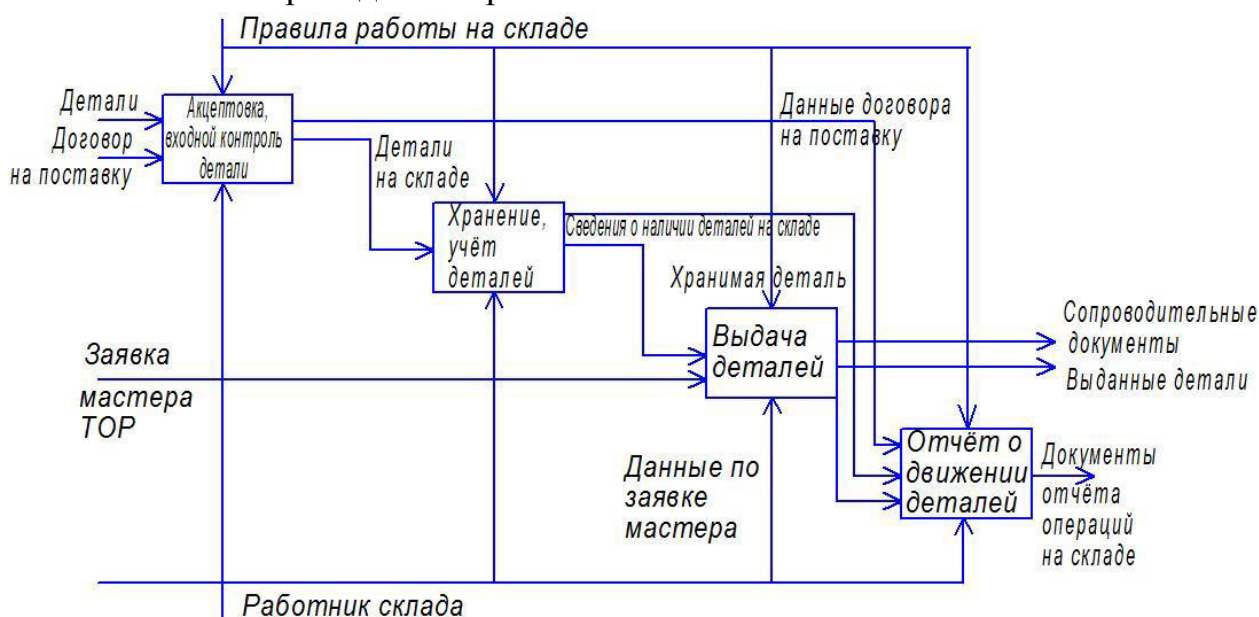


Рисунок 1 – Схема работы автоматизированной системы учёта литых деталей и запасных частей на участке текущего ремонта грузовых вагонов

Предлагается так же внедрить обучающий курс для сотрудников. Подобные меры на первоначальном этапе помогут избежать ошибок при работе с новыми системами учета, повысят квалификацию персонала и скорость обработки информации, а также поможет преодолеть психологический барьер для принятия автоматизированной системы в работу.

В ходе написания статьи подробно рассмотрен и проанализирован процесс учёта запасных частей на участке текущего ремонта грузовых вагонов. Предлагается разработать автоматизированную систему учёта, передачи в ремонт, возврата с ремонта литых деталей и запасных частей на участках текущего отцепочного ремонта.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» И. С. Лeksuтов, ОмГУПС.

Список литературы

1. Комплект технологической документации на типовой технологический процесс текущего отцепочного ремонта грузовых вагонов ТК-456, утвержденный распоряжением ОАО «РЖД» от 28.11.2019 № 2663/р.

УДК 629.4.015

С. С. Головин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская федерация

РЕОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ УЧАСТКА ТЕКУЩЕГО ОТЦЕПОЧНОГО РЕМОНТА СТАНЦИИ МЕЖДУРЕЧЕНСК НАПРАВЛЕННАЯ НА УВЕЛИЧЕНИЕ ОБЪЕМОВ РЕМОНТА ВАГОНОВ

В статье представлен анализ проблем участка текущего отцепочного ремонта вагонов станции Междуреченск и возможные пути их решения.

Ключевые слова: реорганизация, погрузка, ремонт, вагон.

Sergey S. Golovin

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

REORGANISATION OF THE WORK AT THE SECTION OF CURRENT UNCOUPLING REPAIR AT THE STATION MEZHDURECHENSK AIMED AT INCREASING IN THE VOLUME OF WAGONS' REPAIR

The article presents an analysis of the problems of the section of the current uncoupling repair of cars at Mezhdurechensk station and possible ways to solve them.

Keywords: reorganization, loading, repair, wagon.

Сегодня Междуреченск – одна из крупнейших углепогрузочных станций на сети дорог, причем стыковая: здесь производится смена локомотива с одного рода тока на другой – с «Гранитов» Западно-Сибирской железной дороги на «Ермаки» Красноярской железной дороги. Ежесуточно станция отправляет на восток в среднем 450-550 вагонов – свыше 20 поездов.

Участок текущего отцепочного ремонта расположен на путях пункта технического обслуживания станции Междуреченск, основной задачей которого является восстановление работоспособности грузового вагона путем проведения замены деталей конструкции вагона или их восстановления, и необходимость ремонта которого определяется его текущим техническим состоянием [2].

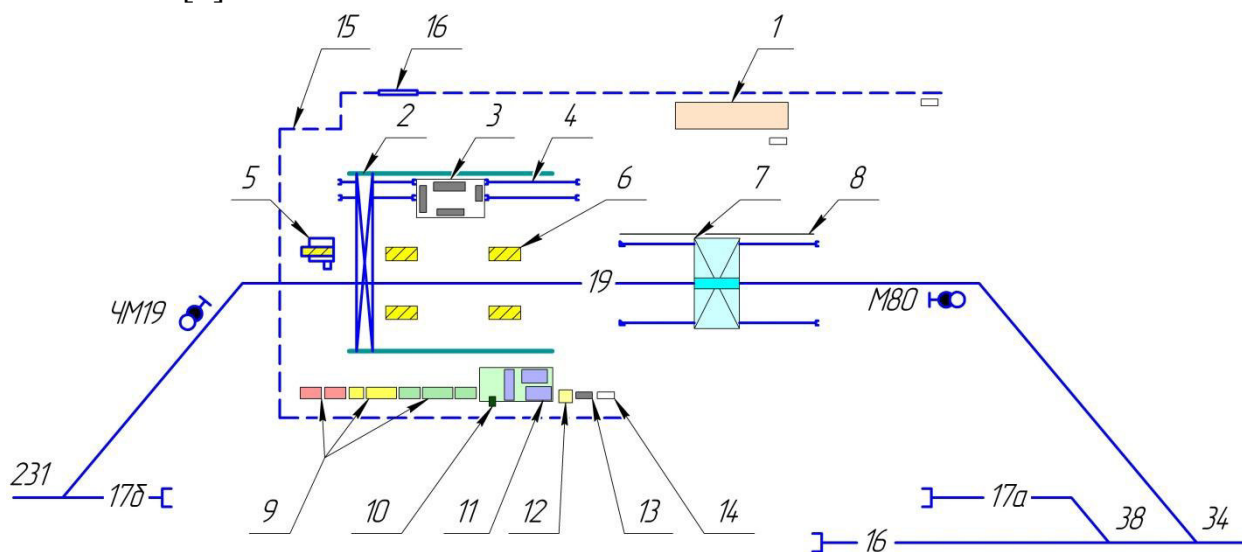


Рисунок 1 – Схема текущего отцепочного ремонта станции Междуреченск:

- 1 – помещение для обогрева работников; 2 – кран-балка; 3 – ремонтная позиция тележки;
- 4 – ложементы для колесных пар; 5 – тяговая электролебедка; 6 – электродомкраты;
- 7 – ВРМ «Волжанка»; 8 – силовой кабель ВРМ; 9 – стеллажи для литых деталей;
- 10 – установка для испытания тормозов; 11 – стеллажи для запасных деталей вагонов;
- 12 – установка для смены поглощающих аппаратов; 13 – емкость для металлолома;
- 14 – стеллажи для тормозных башмаков; 15 – ограждение территории; 16 – въездные ворота [1].

Текущий отцепочный ремонт станции Междуреченск не будет справляться с новыми объемами ремонта по следующим причинам:

- расположение двух видов ремонта в объеме ТР-1 и ТР-2 на одном пути;
- низкий уровень механизации и автоматизации ремонтной базы ТР-2;
- большие затраты времени на маневровые работы;
- недостаточно места для хранения колесных пар;
- малое количество ремонтных позиций в объеме ТР-2.

Основным недостатком для полноценного функционирования ТОР станции Междуреченск является расположение двух видов ремонта в объеме ТР-1 и ТР-2 на одном пути.

На основе существующих данных и прогнозов, которые будут приведены ниже, можно сделать вывод, что ремонт в объеме ТР-1 и ТР-2 будет только увеличиваться.

1. Увеличение погрузки вагонов. Следует отметить, если в 2015 году суточная погрузка составляла 493 вагона, то в 2019 году – 555 вагонов. Данные представлены на рис. 1. То есть среднегодовой рост погрузки полувагонов составляет 3,04%. На основе предварительного анализа произведенного с помощью аппроксимирующей зависимости статистических данных, который представлен на рис. 2, видно, что уже к 2025 году на станции будут грузить в полтора раза больше вагонов;

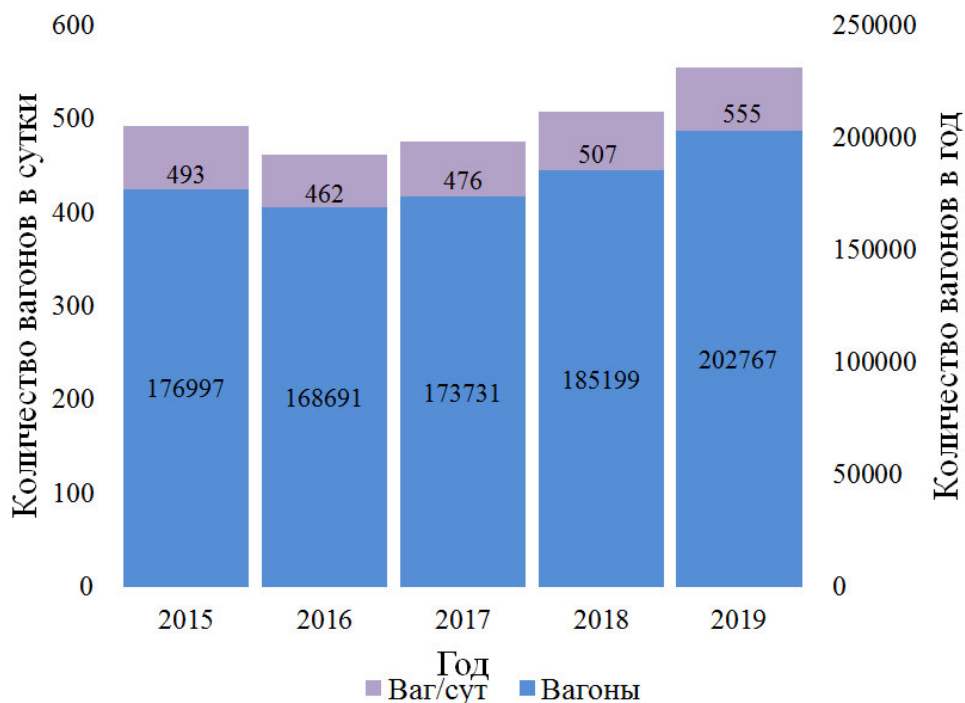


Рисунок 2 – Количество груженных вагонов, отправляемых со станции Междуреченск за последние 5 лет

2. Внедрение на прилегающих участках к станции программно-аппаратного комплекса «ПАУК» инфракрасной диагностики ходовых частей подвижного состава и автоматизированного диагностического комплекса геометрических параметров колесных пар КТИ.

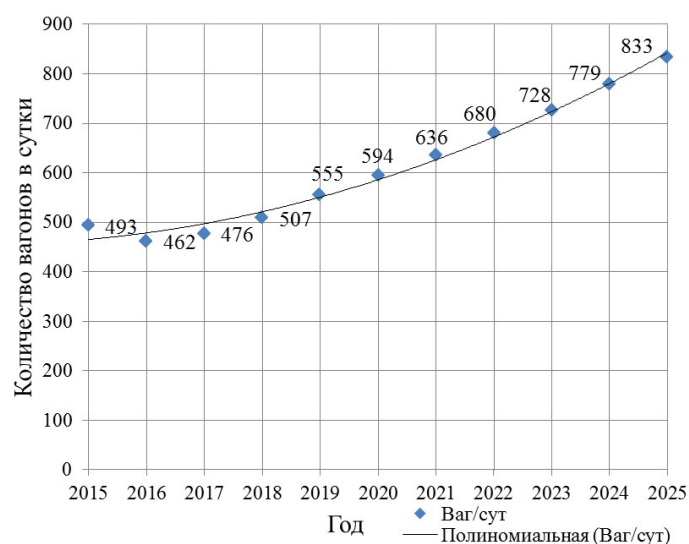


Рисунок 3 – Прогнозирование количество груженных вагонов, отправляемых со станции Междуреченск до 2025 года, с помощью аппроксимирующей зависимости статистических данных

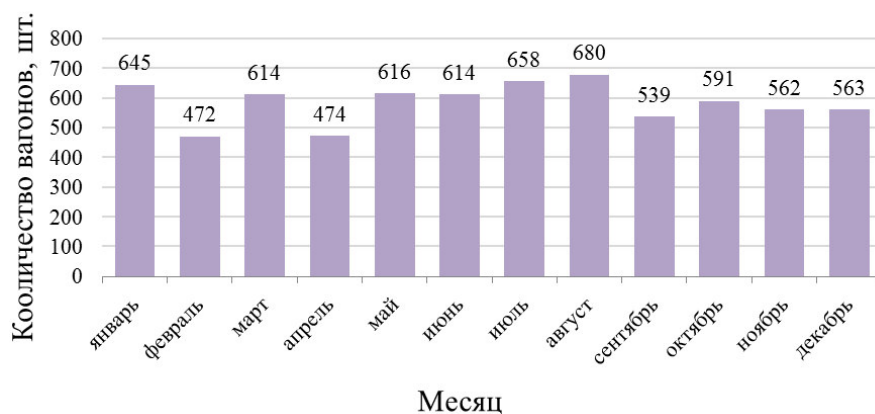


Рисунок 4 – Диаграмма отцепленных вагонов для ремонта в объеме ТР-1 за 2019 год по месяцам на станции Междуреченск

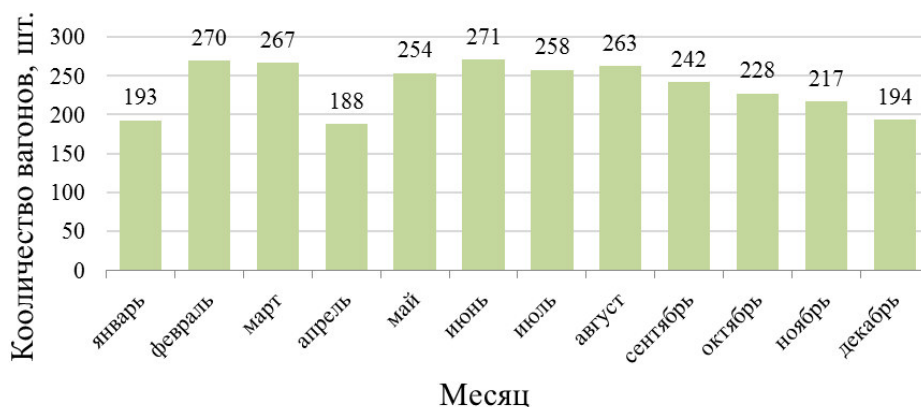


Рисунок 5 – Диаграмма отцепленных вагонов для ремонта в объеме ТР-2 за 2019 год по месяцам на станции Междуреченск

Основываясь на динамическом росте погрузки в Кузбасском регионе, а именно на станции Междуреченск, можно спрогнозировать объемы ремонтов в ТР-1 до 2025 года, с помощью аппроксимирующей зависимости, которая представлена на рис. 6.

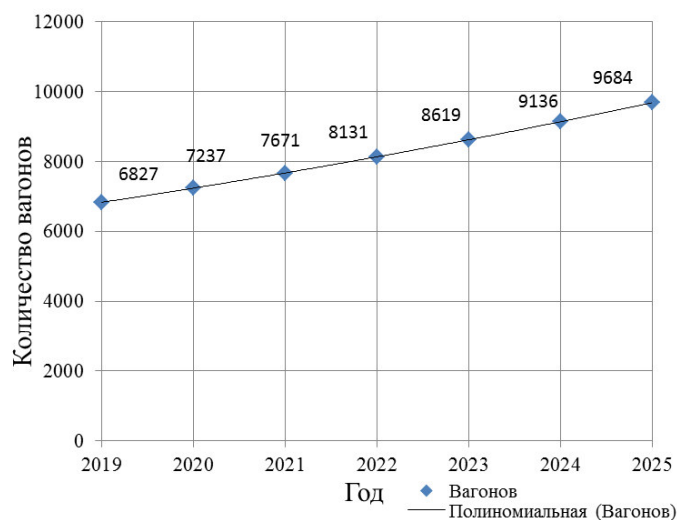


Рисунок 6 – Прогнозирование количества ремонта в объеме ТР – 1 на станции Междуреченск до 2025 года, с помощью аппроксимирующей зависимости статистических данных

По данным графика отметим, что в 2019 году отремонтированных вагонов в объеме ТР-1 составило 6827 вагона. В 2020 году планируется увеличение объемов ремонта до 7237 вагона в год на станции Междуреченск, что на 5 % больше, чем в 2019 году. Таким образом, получается, что каждый год планируется увеличение объемов ремонта вагонов в объеме ТР-1 на 5 – 7%.

Так же рассмотрим увеличение объемов ремонтных работ неисправных вагонов в объеме ТР-2. Аналогичным образом спрогнозируем данные увеличения объемов неисправных вагонов с помощью аппроксимирующей зависимости, которая представлена на рис. 7.

Основываясь на данных аппроксимирующей зависимости, следует отметить, что в 2019 году в объеме ТР-2 было отремонтировано 2628 вагонов. К 2025 году планируется каждый год увеличение на 5 – 7 %. Это связано с внедрением на прилегающих участках к станции Междуреченск программно-аппаратного комплекса «ПАУК» инфракрасной диагностики ходовых частей подвижного состава и автоматизированного диагностического комплекса геометрических параметров колесных пар КТИ. Таким образом, в 2020 году объем неисправных вагонов вырастит почти на 5% и будет иметь значение 2786 вагонов в год. К 2025 году планируется увеличение на 30%, т.е. 3728 вагон.

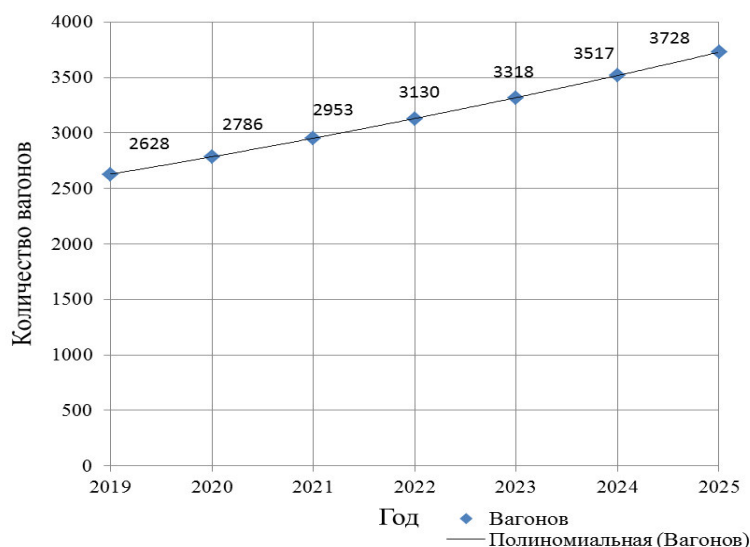


Рисунок 7 – Прогнозирование количества ремонта в объеме ТР – 2 на станции Междуреченск до 2025 года, с помощью аппроксимирующей зависимости статистических данных

Основываясь на данные анализа текущей деятельности пункта ТОР и перспективы, в проведении текущего ремонта и подготовки вагонов под погрузку, предлагается реорганизация текущего отцепочного ремонта вагонов на станции Междуреченск, направленная на увеличение объемов ремонта.

Для того чтобы увеличить объемы ремонта вагонов, снизить простой вагонов, уменьшить время маневровых работ на станции Междуреченск предлагается создать дополнительный сквозной путь для разъединения двух видов ремонта. Предлагается увеличение подкрановых путей, путей для накопления колесных пар, установка козлового крана, увеличение домкратных установок, монтаж ложементов для колесных пар.

Такое развитие участка ТОР позволит сократить время подачи вагонов на ремонтные пути, а также уменьшить простой локомотива в ожидании маневровой работы. За счет своевременной подачи вагонов на ремонтные пути увеличится объем выпуска отремонтированных вагонов, что в целом улучшит экономические показатели предприятия.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» В. П. Клюка, ОмГУПС.

Список литературы

1. Технологический процесс работы пункта текущего отцепочного ремонта на станции Междуреченск, утв. 2016 г.
2. Руководства по текущему отцепочному ремонту грузовых вагонов №717-ЦВ-2009.

Д. В. Ковалёва

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА НОВОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ КОЛЕСНОГО ПАРКА ВЧДР МОСКОВКА С ОПТИМИЗАЦИЕЙ РАСПОЛОЖЕНИЯ ПУТЕЙ ОТСТОЯ КОЛЕСНЫХ ПАР

Объектом исследования работы является разработка новой технологической схемы организации работы колесного парка ВЧДр Московка с оптимизацией расположения путей отстоя колесных пар. Целью работы является улучшение контроля качества технологических процессов и качества ремонта колесных пар, введение новых конструктивных решений, а также обеспечение повышение производительности труда.

Ключевые слова: Колесные пары, диагностика технического состояния, дефекты, колесный парк, автоматизированная система, безопасность.

Diana V. Kovalyova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF A NEW TECHNOLOGICAL DIAGRAM OF ORGANIZATION OF OPERATION OF A WHEEL PARK VCRD MOSCOW WITH OPTIMIZATION OF LOCATION OF WAYS OF WHEEL OF WHEEL PAIRS

The object of the study is the development of a new technological scheme for organizing the work of the wheel fleet of the VChDr Moskovka with optimization of the location of the sludge tracks of the wheelsets. The aim of the work is to improve the quality control of technological processes and the quality of repair of wheelsets, the introduction of new design solutions, as well as ensuring increased labor productivity.

Keywords: Wheel pairs, diagnostics of technical condition, defects, wheel park, automated system, security.

Колёсная пара — это основной элемент ходовой части подвижного состава, она служит для восприятия веса кузова и тележки и передачи его на рельсы. Кроме того, колесные пары моторного вагона служат для преобразования вращательного движения, передаваемого от тяговых

двигателей, в поступательное, движение электропоезда.

Поскольку колесные пары являются одним из ответственных узлов подвижного состава, она нуждается в тщательном и профессиональном техническом обслуживании, освидетельствовании и ремонте. Современные тенденции увеличения межремонтных пробегов подвижного состава требуют совершенствования технологии ремонта, в том числе и колесных пар.

Производственный участок предназначен для ремонта колесных пар и ревизии букс с роликовыми подшипниками без смены элементов.

Производственный участок по ремонту колесных пар состоит из:

- колесного парка;
- отделения для обмывки и предварительного осмотра колесных пар;
- колесотокарное отделение;
- отделение роликовых подшипников, в состав которого входят демонтирующая (Ш), комплектовочная, ремонтная (IV) и монтажная (V) позиции;
- позиции неразрушающего контроля.

Колесный парк предназначен для хранения, погрузки и выгрузки получаемых и отправляемых колесных пар, а также подготовки производственного процесса ремонта колесных пар (рис. 1), там осуществляются:

- выгрузка и осмотр неисправных колесных пар, поступающих из других депо и с ПТО. Предварительное определение объема требуемого ремонта;
- выгрузка отремонтированных колесных пар, поступивших с ремонтных заводов и из вагоноколесных мастерских [3];
- учет наличия исправных и неисправных колесных пар;
- хранение отремонтированных и ожидающих ремонта колесных пар;
- транспортировка колесных пар на участок для ремонта и уборка отремонтированных;
- погрузка на вагоны и оформление отправки отремонтированных и неисправных колесных пар;
- погрузка металлолома, стружки.

Колесный парк включает в себя (рис. 2):

- рабочий парк;
- запасной парк;
- парк для хранения отремонтированных колесных пар;
- площадки для хранения новых, пригодных для ремонта и забракованных элементов колесных пар (для ВКМ), металлолома, стружки.

Рабочий парк размещается в близости от входа на участок, и

предназначен для подачи колесных пар в цех и из цеха в парк. Участок готовой продукции занимает тупиковый путь, расположенный рядом с рабочим парком.



Рисунок 1 – Колесный парк ВЧДр Московка

Рабочий парк вагонного депо предназначен для:

- выгрузки неисправных колесных пар;
- выгрузки новых элементов колесных пар (для ВКМ);
- выгрузки вновь изготовленных, отремонтированных колесных пар (для колесно-роликовых цехов вагонных депо);
- хранения неисправных колесных пар;
- перемещения неисправных колесных пар в цех;
- перемещения новых элементов колесных пар в цех и на площадки для их хранения (для ВКМ).

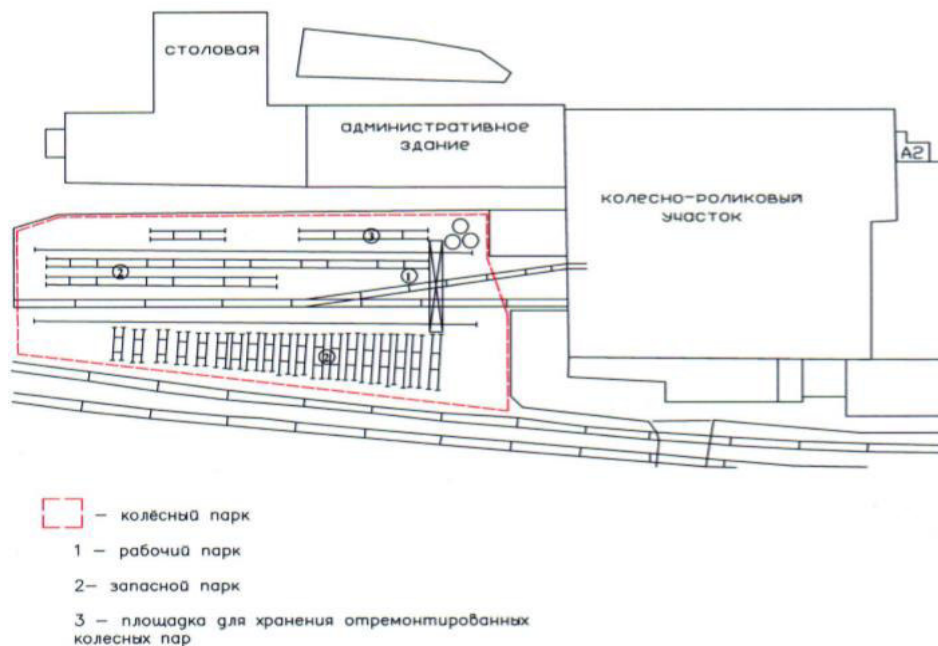


Рисунок 2 – Схема колесного парка ВЧДр Московка

Вместимость путей рабочего парка вагоноколесных мастерских должна обеспечивать расстановку колесных пар в количестве, соответствующем объему выпуска колесных пар в течение одного месяца. Схема расположения колесных пар на сдвоенных рельсовых путях представлена на (рис. 3). При определении длины сдвоенных путей в качестве расчетной нормы принимается длина 0,66 м на одну колесную пару.

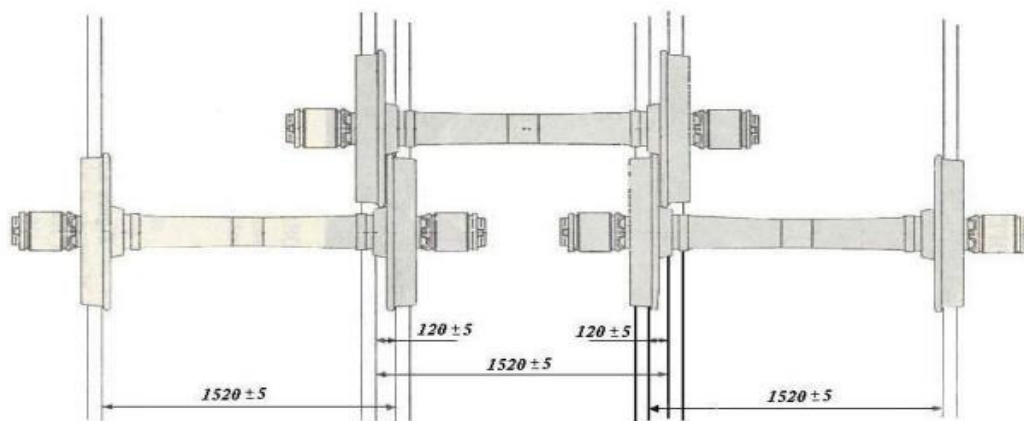


Рисунок 3 – Схема расположения колесных пар на рельсовых путях

Запасной парк предназначен для хранения неисправных колесных пар в случаях массового поступления колесных пар или длительного хранения колесных пар запаса.

При перемещении колесных пар рекомендуется применять приспособления в виде козлового крана, коромысла, концевые опорные части которого захватывают колесную пару с внутренних сторон обода колеса. Допускается использование других приспособлений, согласованных в установленном порядке [4].

Для уменьшения времени доставки и улучшения порядка на месте хранения ниже представлены рекомендации:

- устранить ручные операции не только основные, но и вспомогательные;
- обеспечить сохранность груза и подвижного состава;
- повысить безопасность условий труда.
- перенести бракованные колесные пары (рис. 3) на добавленные пути;
- уменьшить сроки хранения колесных пар;
- повысить скорость обслуживания выдачи колесных пар;
- увеличить площадь колесного парка, с целью отсортировки бракованных и исправных колесных пар;
- группировать детали в цеху хранения по их собственникам.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» И. С. Лексутов, ОмГУПС.

Список литературы

1. Технологический процесс работы колесного парка ВЧДР Московка.
2. Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524 мм)».
3. Типовой технологический процесс ремонта колесных пар ТК-304.

УДК 629.4.015

А. Д. Юдина

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА И ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТА ВАГОНОВ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ НЕЗАВИСИМОЙ СЛУЖБЫ ПРИЕМКИ ВАГОНОВ

В этой статье подробно описывается служба приемки вагонов, обязанности приемщиков вагонов, а также их ответственность.

Ключевые слова: осмотр, приемщики, акты.

Anastasiya D. Yudina

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

IMPROVING THE QUALITY AND EFFICIENCY OF CAR REPAIRS BY INTRODUCING AN INDEPENDENT CAR ACCEPTANCE SERVICE AT THE ENTERPRISE

This article describes in detail the car acceptance service, the duties of car receivers, and their responsibilities.

Keywords: inspection, receptionists, acts.

Цель работы – выпуск более качественного отремонтированного подвижного состава, точный осмотр вагонов после ремонта. Повышение

эффективности производства на ремонтных предприятиях зависит от качественной приемки вагонов.

Приёмщик вагонов выполняет оценку соответствия грузового вагона по необходимым критериям, отремонтированного на вагоноремонтном предприятии холдинга «РЖД» или на предприятии, не входящем в ОАО «РЖД» любой формы собственности, выполняющим ремонт и модернизацию грузовых вагонов в соответствии с нормативными документами, регламентирующими проведение плановых видов ремонта грузовых вагонов.

На все отремонтированные вагоны вагоноремонтным предприятием составляется и подписывается в установленном порядке уведомление о приемке грузовых вагонов из ремонта формы ВУ-36М (на бумажном носителе) и листок учета комплектации грузового вагона. При выявлении несоответствия фактической комплектации вагона сведениям, указанным в листке учета комплектации грузового вагона, вагон возвращается в ремонт. Уведомление о приемке грузовых вагонов из ремонта формы ВУ-36 М (на бумажном носителе) является документом, удостоверяющим выполнение ремонта вагона в полном соответствии с требованиями нормативных документов по ремонту вагонов и проведению модернизации. Подписание уведомления о приемке грузовых вагонов из ремонта формы ВУ-36М (на бумажном носителе) осуществляется лицом, аттестованным на право приемки вагонов.

После получения уведомления о приемке грузовых вагонов из ремонта формы ВУ-36М (на бумажном носителе) и передачи сообщения 4624, вагоны отправляются с путей ремонта на место допуска для осуществления приемочного контроля грузовых вагонов на инфраструктуру ОАО «РЖД».

Допуск грузовых вагонов, прошедших ремонт, осуществляется в случае, если в технический паспорт формы ВУ-4М (на бумажном носителе) внесены соответствующие сведения, в том числе о продлении срока службы, модернизации (проведении дополнительных работ), о наличии съемного и несъемного оборудования, о массе тары вагона с учетом несъемного оборудования.

В течение 12 часов после предъявления грузового вагона к допуску, приемщик вагонов должен приступить к осмотру грузовых вагонов и провести: проверку соответствия технического состояния вагонов по необходимым критериям, идентификацию железнодорожного подвижного состава по техническим и эксплуатационным характеристикам, указанным в техническом паспорте формы ВУ-4М (на бумажном носителе); сверку идентификационных номеров составных частей, определенных данными информационных систем учета железнодорожного подвижного состава из данных листка учета

комплектации грузового вагона посредством сообщения 4624; проверку наличия документов (код модернизации, технические условия) об обязательном подтверждении соответствия в случае допуска модернизированного железнодорожного подвижного состава.

Время осмотра вагона от начала до вручения Акта допуска вагона на инфраструктуру ОАО «РЖД» не должно превышать 1 часа 20 минут.

В случае отсутствия несоответствий Акт допуска составляется в трех экземплярах и подписывается приемщиком вагонов, производившим осмотр вагона. Один экземпляр Акта допуска остается у представителя ОАО «РЖД», второй передается представителю вагоноремонтного предприятия, а третий передается начальнику станции в течение двух часов с момента подписания Акта допуска. После подписания Акта допуска ответственный исполнитель вагоноремонтного предприятия формирует и отправляет сообщение 1354, на основании которого вагоны снимаются с учета неисправных и перечисляются в рабочий парк.

На экземпляре Акта допуска переданного станции ставится подпись дежурного по станции с указанием времени передачи Акта допуска, который будет являться подтверждением допуска грузового вагона на пути общего пользования инфраструктуры ОАО «РЖД».

Необходимо ввести службы приемки вагонов с независимым приёмщиком от РЖД, чтобы выпускать качественно отремонтированный подвижной состав.

Приемщик вагонов в процессе допуска несет ответственность за:

- не выявление всех неисправностей и дефектов вагонов, допускаемых на инфраструктуру ОАО «РЖД» в соответствии с критериями;
- качественное оформление Акта допуска;
- своевременное предоставление сведений о возврате вагонов на вагоноремонтное предприятие;
- учет допущенных и не допущенных грузовых вагонов на инфраструктуру ОАО «РЖД»;
- анализ недопущенных на инфраструктуру ОАО «РЖД» грузовых вагонов по установленным критериям настоящего Положения;
- своевременное предоставление сведений дежурному по станции о допуске вагонов для эксплуатации на железнодорожные пути общего пользования инфраструктуры ОАО «РЖД»;
- за допуск на инфраструктуру ОАО «РЖД» прошедшего ремонт и модернизацию железнодорожного подвижного состава принятого им в результате приемки.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» В. А. Михеев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Распоряжение о внесении изменений и дополнений в Положение о допуске грузового вагона на инфраструктуру ОАО «РЖД» после плановых видов ремонта № 787-2015 ПКБ ЦВ, утвержденное распоряжением ОАО «РЖД» от 8 июня 2016 г. № 1097р.

2. Распоряжение о введении в действие Положения о допуске грузового вагона на инфраструктуру ОАО «РЖД» после плановых видов ремонта № 787-2015 ПКБ ЦВ.

УДК 629.44

М. С. Лыкова

Омский государственный университет путей и сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ТРАНЗИТНЫХ КОНТЕЙНЕРНЫХ ПОЕЗДОВ НА ПТО СТАНЦИИ МОСКОВКА ПРИ ГАРАНТИЙНОМ ПЛЕЧЕ 4 ТЫС.КМ.

В данной статье представлены улучшения, которые произошли с транзитными контейнерными поездами в местном технологическом процессе на ПТО станции Московка.

Ключевые слова: контейнерные поезда, техническое обслуживание.

Maria S. Lykova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

IMPROVING THE TECHNOLOGY AND MAINTENANCE OF TRANSIT CONTAINER TRAINS AT THE PTO MOSKOVKA STATION WITH A GUARANTEE SHOULDER OF 4 THOUSAND KM.

This article presents the improvements that have occurred with transit container trains in the local technological process at station Moskovka.

Keywords: container trains, maintenance service.

Техническое обслуживание составов контейнерных поездов производится по технологии, устанавливаемой местным технологическим процессом.

Для совершенствования технологий транзитных вагонов стали применять следующие действия:

1) Техническое обслуживание производит одна бригада, которая состоит из трех групп, каждая группа состоит из двух осматривающих-ремонтников вагонов (далее – ОРВ), движущихся одновременно с двух сторон состава соблюдая параллельность

Оператор производит равномерное разделение на 3 или 4 (в зависимости от количества групп в бригаде) по натурному листу поезда.

Каждая группа ОРВ (2 ОРВ) на своей части поезда (1/3, 1/4 состава) производит полный комплекс работ по осмотру.

Техническое обслуживание поездов производят четыре бригады, две из которых состоят из четырех ремонтно-смотровых групп по 2 ОРВ в каждой (8 ОРВ), две состоят из трех ремонтно-смотровых групп по 2 ОРВ в каждой (6 ОРВ) движущихся одновременно с двух сторон состава, соблюдая параллельность.

Сокращённое опробование тормозов производят пятью бригадами, состоящими из двух групп (далее по тексту ОРВ СПТ). В каждой группе один ОРВ.

Таблица 1

Технологическая численность работников смены

Должность	Кол-во бригад	Кол-во групп	Кол-во человек в группе	Кол-во человек в смену явочное	Списоч. числ-ть с учетом Ксм =4,44, Ксп =1,158 (оператор Ксп=1,136)
Ст. ОРВ				1	5
ОРВ	2	4	2	16	82
ОРВ	2	3	2	12	62
ОРВ СПТ	5	2	1	10	52
Всего ОРВ в смену				39	201
Оператор				3	15
Итого:				42	216

В зависимости от поездной обстановки и объема выполненных работ, в зависимости от длины состава ст. ОРВ может менять количество бригад и

количество групп в бригаде и производит гибкую расстановку смотровых групп.

2) Торможение каждой группой

Увеличено нормативное время на техническое обслуживание поезда своего формирования составляет 45 минут, а с опробование тормозов 76 минут.

3) При обнаружении на поверхности катания колеса дефектов не браковочного размера, на кузове вагона делается меловая разметка с указанием наименования дефекта и его размера. Информацию о наличии дефектов на поверхности катания колёсных пар или других дефектов вагона не браковочного размера ОРВ передаёт оператору ПТО с указанием размера. Оператор вводит информацию в автоматизированную систему управления ПТО.

При выявлении дефектов поверхности катания колеса, производят инструментальный обмер с применением ЛГСИ (линейно-геометрические средства измерений) и/или СДК (средства допускового контроля).

Подозрительные колеса, имеющие дефекты (выщербины, навары, неравномерный прокат, ползуны, толщину обода от 40 мм и ниже. Если толщина обода менее 35 мм, то ее бракуют) отстукивают в нескольких местах для определения трещины в ободе с осмотром внутренней стороны диска колесной пары и нанесением меловой разметки клейма депо.

4) Техническое обслуживание поездов производится по 5-ти технологическим проходам:

1 проход - осмотр с пролазкой, нанесение меловой разметки о выявленных неисправностях.

2 проход - устранение неисправностей, не связанных с пневматической частью тормозного оборудования.

Для выполнения полного опробования тормозов и выявления вагонов с замедленным отпускem тормозов после окончания 2 прохода каждая ремонтно-смотровая группа делится на подгруппы.

3 проход - проход по торможению (1/6, 1/8 состава), нанесение меловых разметок неисправностей пневматической части тормозного оборудования.

4 проход - проход по отпуску (1/6, 1/8 состава) нанесение меловых разметок неисправностей пневматической части тормозного оборудования.

5 проход - выполнение ремонта, регулировка тормозной рычажной передачи (1/3, У состава). Проход производится параллельно, начиная с группы вагонов правого ОРВ.

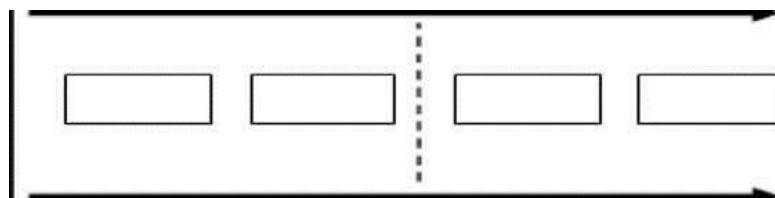


Рисунок 1 – Схема разделения по количеству и назначению проходов при подготовке транзитного поезда, прошедшего гарантийный участок

- осмотр с пролазкой, нанесение меловой разметки
- осмотр с пролазкой, выполнение ремонта, не связанного с перекрытием

концевых кранов.

проход по торможению

проход по отпуску

—► проход по ремонту

Научный руководитель – к.т.н., доцент, зав. кафедрой «Вагоны и вагонное хозяйство» В. П. Клюка, ОмГУПС.

Список литературы

1. Порядок подготовки к перевозкам, контроля в пути следования и технического обслуживания на станциях контейнерных поездов- 727-2014 ПКБ ЦВ.

2. Местная инструкция по применению опытной технологии технического обслуживания грузовых поездов на пункте технического обслуживания сортировочной станции Московка.

УДК 629.4.015

А. А. Максимов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗГРУЗКИ ПОЛУВАГОНОВ С УГЛЁМ НА ОСНОВЕ ЭКОСИСТЕМЫ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ

В статье дается понятие систем пылеподавления сыпучих грузов, сфера их применения и задачи, решаемые внедрением этих систем в рабочий процесс различных станций и депо.

Ключевые слова: системы пылеподавления, работники, экология.

IMPROVING THE PROCESS OF UNLOADING GONDOLA CARS WITH COAL BASED ON THE DUST SUPPRESSION ECOSYSTEM

The article describes the concept of dust suppression systems for bulk cargo, their scope and tasks to be solved by implementing these systems in the workflow of various stations and depots.

Keywords: dust suppression system, workers, the environment.

На сегодняшний день наиболее эффективным механизмом для разгрузки сыпучих материалов из железнодорожного транспорта является комплекс вагоноопрокидывателей. При разгрузочных работах полувагонов с углем, образуется большое количество пыли. Пыль всегда разлетается и оседает по участку, особенно при наличии сквозного ветра. Большое количество пыли приводит к серьезному загрязнению окружающей среды. Имеются данные исследований, что при поступлении пыли более 58 кг/ га в месяц наблюдается эффект угнетения жизнедеятельности большинства растений и животных в данном районе. Также пыль пагубно влияет на рабочую среду, и при попадании на трущиеся поверхности различных механизмов и деталей, может сократить их срок службы, что приведет к частому выходу оборудования из строя, а это может повлечь за собой потерю работоспособности всего депо и станции. Но наиболее негативным эффектом является угроза жизни работников, так как трудящиеся, подверженные нахождению в местах пылеобразования, часто страдают различными болезнями. Длительное воздействие повышенных концентраций пыли приводит к возникновению тяжелых профессиональных заболеваний органов дыхания – пневмокониозов и пылевого бронхита. Воздействие на организм высоких концентраций пыли, помимо профессиональных заболеваний приводит к развитию профессионально-обусловленных хронических неспецифических заболеваний легких и верхних дыхательных путей. Всё это влияет как на качество, так и на длительность жизни. Поэтому на таких рабочих местах необходимо внедрять системы пылеподавления.

В настоящее время существуют различные системы для борьбы с пылью – от сложных стационарных вытяжных вентиляционных систем, сепараторов-циклонов и электростатических пылеуловителей, до дождевальных установок,

гидромониторов и туманообразующих пушек, распыляющих воду, химические вещества и пену, но для применения в условиях депо или станции применяются водяные и туманообразующие системы. Рассмотрим их подробнее.

Особенности водяных систем пылеподавления. Мелкую вдыхаемую пыль из воздуха можно осаждать с помощью водяного тумана. Использование водяного тумана, который генерируется оборудованием различных типов, является еще одним современным развивающимся способом пылеподавления.

В основе работы систем пылеподавления с применением воды лежит принцип организации взаимодействия пылевых частицы с водяными каплями, которые смачивая поверхность пылевых частиц увеличивают массу этих частиц. Скорость витания тяжелых частиц в свободном окружающем пространстве существенно снижается, что в свою очередь вызывает их выпадение вблизи технологической площадки.

На основании научных исследований, проведенных в России и за рубежом, сформулирован ряд требований к системам подачи воды в зону пылеобразования. В частности, размеры капель воды должны быть соизмеримы с размерами пылевых частиц. Это связано с тем, что при размерах капли воды, существенно превышающих размеры пылевой частицы, вероятность их взаимодействия в свободном пространстве снижается за счет особенностей характера обтекания воздушным потоком, содержащим пылевые частицы, капель воды.

Варианты взаимодействия капель воды различных размеров и частиц пыли, содержащихся в воздушном потоке, представлены на рис. 1.

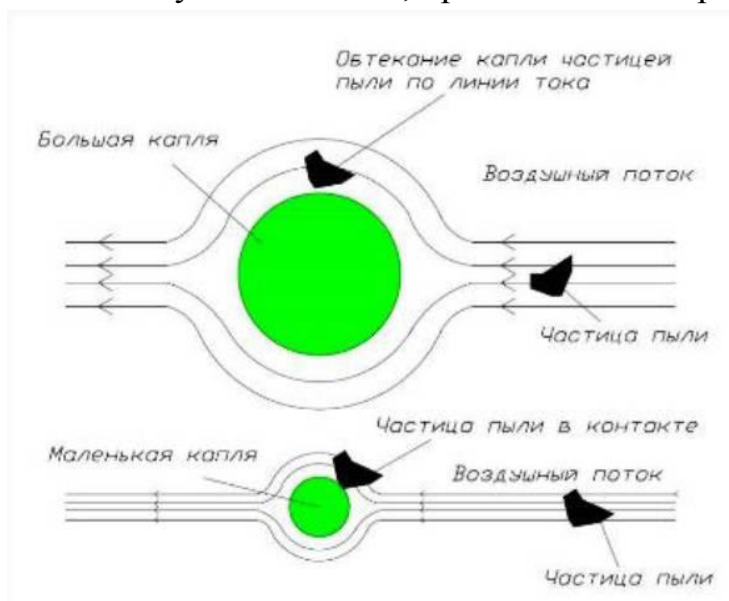


Рисунок 1 – Взаимодействие капель воды и пыли

Дополнительной особенностью водяной системы подавления пыли является то, что при ее применении в зимний период пылевые частицы активно обрастают льдом, т.к. являются естественными центрами кристаллизации. Это приводит к выпадению пылевых частиц, находящихся в свободном пространстве, в виде снежной крупы в зоне технологической площадки.

Спектральный состав водяных капель при работе, например, ультразвуковых или пневматических распылителей включает в себя определенное количество капель воды размером менее 1 микрометра, которые быстро испаряясь, создают в зоне работы системы пылеподавления область, содержащую водяной пар (100% влажность).

По результатам исследований сочетание паровой и капельной фракций воды при работе системы пылеподавления позволяет уловить более 80 % пыли, образующейся при различных технологических процессах.

Туманообразующие системы и пушки, генерирующие туман. Туманообразующие установки рекомендуется использовать там, где дождевальные установки не могут применяться или недостаточно подавляют образование пыли, например, для создания туманной завесы вблизи бункеров дробилок.

Данные системы могут быть как стационарные, так и мобильные. Туманообразующее оборудование может монтироваться на стационарном основании, например на колонне («мачте», если необходимо распылять туман сверху на обрабатываемую территорию, не позволяя пыли подниматься в воздух, к тому же при распылении тумана сверху не образуются воздушные потоки, которые могли бы поднимать пыль), а также на колесных тележках, кузовах грузовиков, на поливальных машинах и даже на стреле телескопического погрузчика.

Стационарные системы туманообразования используются в местах постоянного пылеобразования, например на производстве строительных материалов, у ленты транспортера, перемещающего сыпучие материалы, и т. п. Подобные системы состоят из насосов высокого давления (до 120 бар), нагнетающих воду в распыляющие форсунки (т. н. «гидравлические», давление в которых составляет 10 – 20 бар), вода очищается фильтрами, предотвращающими засорение форсунок.

В качестве рассматриваемого варианта для внедрения, предлагаю выбрать систему пылеподавления «Сухой туман».

Система «Сухой туман» является одним из самых эффективных, экономичных и инновационных решений по борьбе с загрязнением атмосферы.

В данной системе применяется технология выработки мельчайших капель воды, создающих эффект тумана, в результате чего пыль тяжелеет и оседает. Диапазон капель варьируется от 1 до 10 мкм, за счет чего достигается эффективный контроль пыли во время погрузочно-разгрузочных работ.

Система пылеподавления сухим туманом работает по аналогии со скруббером мокрой очистки и тканевым фильтром. Мелкодисперсное облако тумана работает как тканевый фильтр, через который частица пыли не может проскочить без соударения с каплей. Так как капля состоит из воды, частица пыли увлажняется как в настоящем скруббере мокрой очистки. Этот феномен называется «агломерацией» и позволяет решить проблему летучих частиц пыли с помощью атомизации капель.

Агломерация, в большей степени, значительно возрастает у частиц одного размера. Агломерация таких частиц создает значительную массу для оседания. Например, частица размером 5 микрон будет беспрепятственно двигаться в воздушном потоке, не сталкиваясь с каплей размером 200 микрон. При одинаковом размере капли и частицы такое столкновение произойдет, вызвав агломерацию. При этом увлажняется сама пыль, продукт же остается сухой. Это позволяет сэкономить на потреблении энергии и воды, а также избежать увлажнения угля или другого продукта.

Система может использоваться при температурах ниже нуля. Туманообразующие системы - капли в силу своей мелкости не замерзают при отрицательных температурах (подобно природному туману), что позволят применять режим распыления воды до -20°C и поддерживать высокий эффект пылеподавления без образования «катка», либо переходить на снежный режим, при не высоком уровне пыления на производственной площадке.

В ходе исследования, проведенного американским бюро горных работ, испытания показали, что эффективность улавливания пыли тумана сильно зависела от соотношения размеров распылительной капли и размера частиц пыли. Пылевые частицы размером от 2 до 3 мкм лучше всего захватывались при столкновении с очень мелкими капельками воды похожего размера. Испытания на захват пылевых частиц более крупного размера, от 10 до 100 мкм, также показали, что размер капли воды приблизительно такого же размера или меньшего обеспечивает удовлетворительный захват и контроль за пылью частиц.

Специалисты считают, что применение систем туманообразования в помещениях в ряде случаев намного выгоднее использования вентиляции: системы туманообразования потребляют примерно 5% от энергии обычной

системы вентиляции, а стоимость установки системы туманообразования составляет всего 40% от стоимости установки обычной системы вентиляции.

Данная система была внедрена в крупнейшем в России специализированном порту с высокотехнологичной перевалкой угля АО «Восточный Порт», где она себя хорошо зарекомендовала.

Из недостатков данных систем можно отметить дополнительные расходы на их эксплуатацию и обслуживание.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» О. С. Томилова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Железнодорожный транспорт: Энциклопедия / Под ред. Н. С. Конарев. — М.: Большая российская энциклопедия, 1994. – С. 53.

УДК 629.4.015

И. Е. Басалаев, А. Д. Покровская

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИЗМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПОЕЗДОВ В ПАРКАХ НА ПТО АЛТАЙСКАЯ

В данной статье описывается имеющаяся технология технического обслуживания поездов, предложенный усовершенствованный вариант обслуживания, его цели и способ реализации.

Ключевые слова: парки, позиционный осмотр, осмотрицики-ремонтники.

Igor' E. Basalaev, Anna D. Pokrovskaya

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

CHANGING THE TECHNOLOGY OF TRAIN MAINTENANCE IN THE PARKS AT THE ALTAYSKAYA RAILWAY STATION

This article describes the available technology of train maintenance, the proposed improved version of the service, its goals and method of implementation.

Keywords: parks, positional inspection, maintenance workers.

Цель работы – это изменение технического обслуживания поездов в парках на ПТО Алтайская с 12-позиционного осмотра вагонов на осмотр вагонов по 5 позициям, сокращая тем самым время обслуживания, но при этом избегая сокращения штата работников.

В парке прибытия «А» и парке отправления «В» станции Алтайская производится осмотр под вагонами по 12 позициям. Проверяется состояние узлов вагона и отдельных деталей. Как видно, происходит повторение операций в нескольких парках.

Поэтому, предлагается осмотр в парке отправления «В» сделать по пяти позициям. Сократив осмотр по позициям, мы освободим двух осматривающих-ремонтников смены с парка отправления «В», и переведем их в другой парк (Парк «Г»). Схема позиционного осмотра приведена на рис.1.

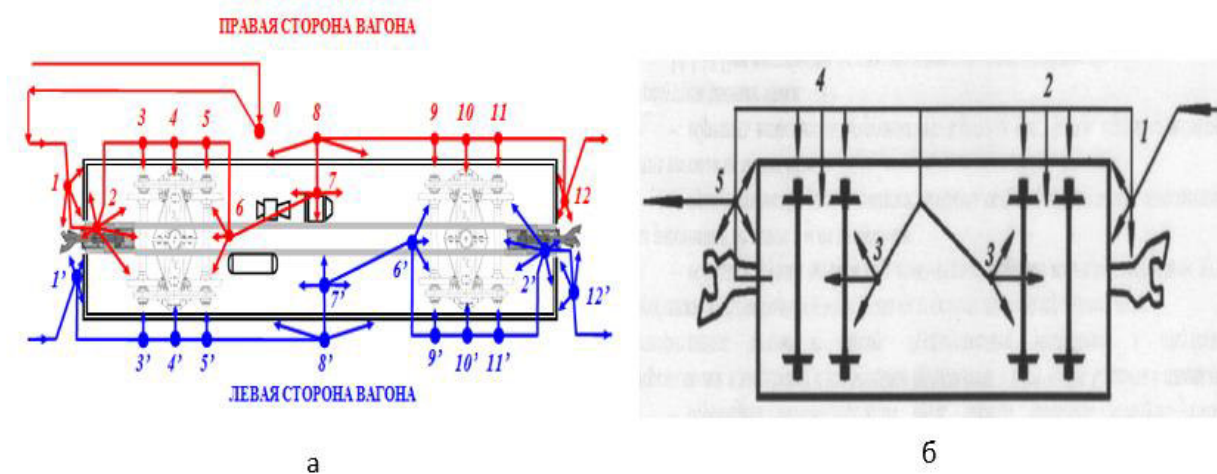


Рисунок 1 – Позиционный осмотр вагона:

а – 12 позиций; б – 5 позиций

Технология контрольного ТО по позициям четырехосного вагона предусматривает 2 прохода с осмотром вагона по пяти позициям.

Полученные данные сведены в табл. 1.

Осмотр по позициям, второй проход.

Полученные данные сведены в табл. 2.

3-ий проход – проход по торможению

4-ый проход – проход по отпуску

5-ый проход – проход с выполнением ремонта, регулировка тормозной рычажной передачи.

Результаты

Номер позиции	Наименование операции
1-ой проход	
1 позиция	Контроль исправности тормозных рукавов, концевых кранов, соединение тормозных рукавов и открытие концевых кранов Визуальный осмотр автосцепного устройства (осмотр центрирующей балочки, маятниковых подвесок, корпуса автосцепки)
2 позиция	Осмотр колесных пар на предмет повреждения и схода (перевернутых роликовых букс) Контроль сохранности рессорного комплекта с наружной стороны
3 позиция	Контроль сохранности рессорного комплекта с внутренней стороны у тележки
4 позиция	Осмотр колесных пар на предмет повреждения и схода (перевернутых роликовых букс) Контроль сохранности рессорного комплекта с наружной стороны
5 позиция	Контроль исправности тормозных рукавов, концевых кранов, соединение тормозных рукавов и открытие концевых кранов Визуальный осмотр автосцепного устройства (осмотр центрирующей балочки, маятниковых подвесок, корпуса автосцепки, поглощающий аппарат)

Реализация технологии позволит высвободить 2 ОРВ из смены с парка «В» станции Алтайская (8 ОРВ из парка «В» станции Алтайская) и увеличить штат ОРВ парка «Г» станции Алтайская в соответствии с высвобожденным количеством ОРВ.

В парке «Г» увеличится число работников, а значит уменьшится время на проведение операций, тем самым сможем осматривать уже несколько поездов за смену. Результат технологии приведен на рис. 2.

При уменьшении времени проведения технического осмотра вагонов :

штат осматрщиков-ремонтников в парке «Г» расширится;

пропускная способность парка станет больше;

увеличивается формирование длинносоставных поездов;

Если достигнуть данной цели, то экономические показатели заметно изменятся:

уменьшение времени на осмотр вагонов в парке отправления;

уменьшение времени ожидания на осмотр вагонов в парке «Г»;

сокращение времени на осмотр вагонов в парке «Г».

Результат осмотра

Номер позиции	Наименование операции
2-ой проход	
1 позиция	Контрольный осмотр автосцепного устройства на предмет сцепления, действия на саморасцеп. Контрольный осмотр автосцепного устройства на предмет сохранности, в том числе маятниковые подвески, центрирующие балочки, поглощающий аппарат Контрольный осмотр торца вагона на предмет сохранности
2 позиция	Осмотр колесных пар на предмет повреждения и схода (перевернутых роликовых букс) Осмотр рессорного комплекта снаружи на сохранность Контрольный осмотр обшивки боковой стены, досок пола, вертикальных стоек, раскосов, фитинговых упоров, бортов платформ и т.д. на предмет сохранности
3 позиция	Осмотр узла пятник-подпятник Осмотр комплекта пружин с внутренней стороны первой и второй тележки
4 позиция	Осмотр колесных пар на предмет повреждения и схода (перевернутых роликовых букс) Осмотр рессорного комплекта снаружи на сохранность Контрольный осмотр обшивки боковой стены, досок пола, вертикальных стоек, раскосов, фитинговых упоров, бортов платформ и т.д. на предмет сохранности
5 позиция	Контрольный осмотр автосцепного устройства на предмет сцепления, действия на саморасцеп. Контрольный осмотр автосцепного устройства на предмет сохранности, в том числе маятниковые подвески, центрирующие балочки, поглощающий аппарат Контрольный осмотр торца вагона на предмет сохранности



Рисунок 2 – Общий вид усовершенствованной технологии

Таким образом, подводя итог, актуально внести изменения в техническое обслуживание поездов в парках на ПТО Алтайская, потому что эффективное и целесообразное использование человеческого труда позволит достичь больших экономических прогрессов в железнодорожной отрасли.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» В. А. Михеев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Инструктивно методические указания по размещению и совершенствованию работы пунктов подготовки вагонов к перевозкам и пунктов технического обслуживания. – М.: Транспорт, 2002. – 73 с.
2. Левков, Г. В. Организация технического обслуживания и ремонта вагонов в депо: Методические указания. – СПб: ПГУПС, 2005. – 20 с.
3. Выписка из технологического процесса по позиционному осмотру вагонов [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://poisk-ru.ru/s26217t7.html>.

УДК 629.4.015

В. В. Грицук

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРЕЛОЧНОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Применяемые в настоящее время стрелочные электроприводы не могут обеспечить увеличение требуемых скоростей движения поездов на безопасном уровне. Содержание их в рабочем состоянии в условиях эксплуатации требует значительных затрат. В связи с этим возникает острая необходимость приведения технических возможностей устройств железнодорожной автоматики и телемеханики к современным требованиям безопасности, ресурсосбережениям и технологичности, на основе научно обоснованных конструктивных принципов, достижений науки в области новых материалов, производства, технологий и автоматизации контроля технического состояния стрелочных приводов.

Ключевые слова: остряк, рамный рельс, продольная рабочая тяга, межостряковая тяга, телемеханический контроль.

Vitaly V. Gritsuk

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

MODERNIZATION OF THE ELECTRIC SWITCH DRIVE

Currently used electric switch drives can not provide an increase in the required train speeds at a safe level. Keeping them in working condition under operating conditions requires significant costs. In this regard, there is an urgent need to bring the technical capabilities of railway automation and telemechanics devices to modern safety requirements, resource savings and manufacturability, based on scientifically based design principles, scientific achievements in the field of new materials, production, technologies and automation of monitoring the technical condition of switch drives.

Keywords: wit, frame rail, longitudinal working rod, interstellar rod, telemechanical control, Engine.

С увеличением объёма перевозок на железнодорожном транспорте требуется повышения скорости движения, а также развития новейших технологий в обеспечении безопасности движения. Предъявляются новые требования к прочности, защищенности, сервису обслуживания электроприводов, требуется научные обоснования компоновки СЭП новейшего поколения, обоснования общепризнанных мер безопасности и усилий для различных режимов работы СПУ, но кроме того требуется формирование новейших методик управления с учетом ввода скоростного движения в различных направлениях.

Минусами известного метода ремонта путем замены неисправных узлов на аналогичные являются невысокая надежность работы отремонтированных узлов электропривода, снижающая безопасность движения поездов, а также пониженный срок их эксплуатации.

Таким образом, целью моей работы является совершенствование стрелочных переводных устройств с учетом развития высокоскоростного движения.

Ставятся и решаются следующие основные научно-практические задачи:

1. Проведен обзор современного состояния направлений развития СПУ и систематизированы его эксплуатационные параметры, по которым железные дороги организовали высокоскоростное движение;

2. Основной целью способа модернизации является повышение безопасности движения поездов и снижение эксплуатационных расходов.

Техническим результатом является повышение надежности и долговечности модернизированного электропривода стрелочного перевода.

Электропривод – это управляемая электромеханическая система. Её назначение – преобразовывать электрическую энергию в механическую и обратно и управлять этим процессом [1].

Стрелочный электропривод предназначен для перевода в повторно — кратковременном режиме остяков стрелки в крайние положения, запираения их по окончании перевода и электрического контроля положения стрелки в непрерывном режиме [2].

Функции электропривода:

1. Перевод централизованной стрелки;
2. Механическое запирание остяков стрелки в крайнее положение;
3. Непрерывный контроль на пульте дежурного фактического положения стрелки.

Стрелочный электропривод состоит из следующих элементов:

- Двигатель – преобразует электроэнергию в механические вращательные движения вала;
- Редуктор – снижает обороты и увеличивает силу, прикладываемую к остякам стрелки для их перемещения;
- Фрикционная муфта – защищает электродвигатель от перегрузок при попаданий посторонних предметов между остяком и рамным рельсом;
- Взрезное устройство – присутствует только во взрезных электропроводах. Защищает элементы электропривода от последствий взреза стрелки.
- Запирающее устройство – осуществляет механическое запирание остяков стрелки в крайнем положении;
- Контрольное устройство – осуществляет контроль фактического положения стрелки;
- Контрольные линейки – являются датчиками информации в электроприводе о состоянии остяков стрелки;
- Шибберные линейки – переводят остяки стрелки. Привод взрезной, то устанавливается два шибера. В другом случае – один.

Привод (рис. 1) устанавливается справа или слева по ходу движения. Жестко связан со стрелочным переводом. Имеет следующие элементы:

- 1 – рабочий шибер;

- 2 – контрольные линейки;
- 3 – редуктор;
- 4 – фрикционная муфта;
- 5 – электродвигатель;
- 6 – рычаги автопереключателя;
- 7 – автопереключатель;
- 8 – приводное зубчатое колесо.

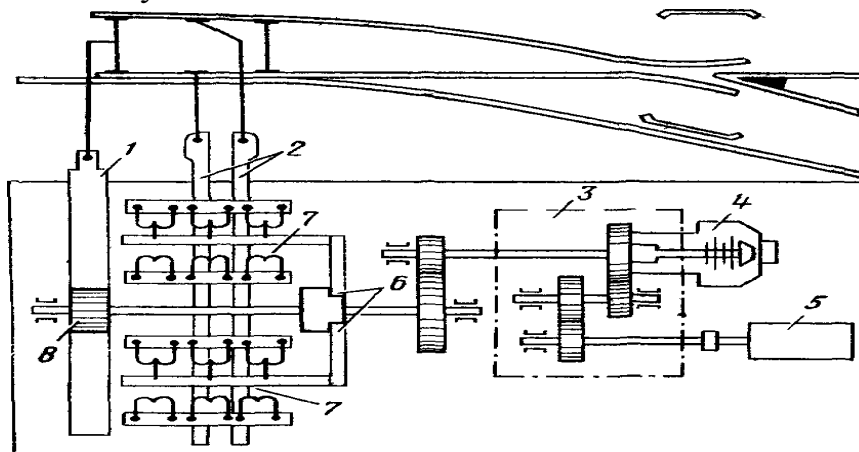


Рисунок 1 – Состав стрелочного электропривода

Функции стрелочного электропривода.

Стрелочный электропривод должен обеспечивать при крайних положениях стрелки плотное прилегание прижатого остряка к рамному рельсу; отводить другой остряк от рамного рельса на расстояние не менее 125 мм.; не допускать запираения остряков стрелки при зазоре между прижатым остряком и рамным рельсом 4 мм и более [3].

Элементы стрелочного электропривода устанавливаются в чугунном корпусе, сверху закрывается стальной крышкой, которая запирается на внутренний замок - защелку. Ось ротора (вал) электродвигателя стрелочного электропривода имеет выход с двух сторон: с одной стороны, она с помощью муфты сцепления соединяется с валом редуктора; а с другой стороны, конец (хвостовик) оси заканчивается квадратом 12 x 12 мм, на который надевается курбель, что дает возможность переводить стрелку вручную с его помощью. Напротив квадратного хвостовика оси электродвигателя, в торце корпуса электропривода имеется отверстие, в которое вставляется курбель. В нормальном состоянии это отверстие закрыто курбельной заслонкой, которая в закрытом состоянии фиксируется специальным винтом с квадратной головкой 12 x 12 мм. Фиксирующий винт отворачивается и заворачивается с помощью курбеля. Внутри корпуса электропривода установлен блокировочный контакт;

он размыкается при опускании курбельной заслонки и отключает электродвигатель (разрывает рабочую цепь электропривода). Включить блокировочный контакт можно только после открытия крышки электропривода. Редуктор с фрикционной муфтой, главный вал с шиберной шестерней и рабочий шибер образуют механическую передачу стрелочного электропривода. Скошенные крайние зубья шиберной шестерни и рабочего шибера образуют внутреннее (кулачковое) запирающее устройство стрелочного электропривода. Автопереключатель представляет собой электромеханическое устройство, предназначенное для контроля окончания перевода стрелки с проверкой положения прижатого и отведенного острия, коммутации рабочей и контрольной цепей. Автоматический переключатель имеет четыре группы контактов: две крайние группы коммутируют рабочую цепь, две средние группы – контрольную цепь [4].

Стрелочный электропривод работает следующим образом: с поста ЭЦ напряжение поступает на электродвигатель и через его обмотки начинает вращаться ротор в нужном направлении. Вращение от электродвигателя через муфту сцепления передается на вход редуктора и фрикционную муфту, а затем с выхода редуктора вращение передается на главный вал с шиберной шестерней, которая находится в зацеплении с рабочим шибером.

Шиберная шестерня и рабочий шибер образуют реечную передачу, с помощью которой вращательное движение главного вала преобразуется в поступательное движение шибера и связанных с ним через рабочую и соединительную тяги острия стрелки. Сразу после включения электродвигателя электропривод работает в режиме холостого хода; во время холостого хода автопереключатель отключает контрольное реле, которое сигнализирует о начале перевода стрелки, включает через свои контакты красную лампочку, горящую ровным светом. При этом готовится резервная цепь для возможного возврата стрелки. Далее следует перемещение ее острия в другое крайнее положение. После выключения электродвигателя кинетическая энергия якоря электродвигателя и других вращающихся масс (деталей) электропривода гасится фрикционной муфтой и трением в других узлах электропривода. При переводе стрелки главный вал с шиберной шестерней делает один неполный оборот – поворачивается на 280° .

Модернизация стрелочного электропривода.

Способ модернизации заключается в замене непригодных элементов электропривода новыми, усовершенствованной конструкции из новых материалов по новым технологиям, а именно редуктора и блока главного вала.

При этом муфту редуктора изготавливают из дисков со вставками из износостойкого самосмазывающегося фрикционного материала; втулку зубчатого колеса редуктора, кольца подшипников скольжения редуктора, ролики ножевых и переключающихся рычагов блока главного вала изготавливают из износостойкого композиционного антифрикционного материала, а ножи автопереключателя – из композиционного материала повышенной дугостойкости методом порошковой металлургии [5].

Применение регулируемых электрических приводов на базе преобразователей частоты позволяет создать энергосберегающую технологию, которая не только экономит электрическую энергию, но и увеличивает срок службы электродвигателей и технологического оборудования в целом. Потребляемая мощность агрегатов снижается на 40 – 50%, а пусковые токи полностью исчезают.

Изготовление элементов электропривода из новых композиционных материалов значительно повышается их износостойкость, что приводит к повышению надежности и увеличению срока службы.

Научный руководитель – преподаватель О. П. Скиданова, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Бекишев, Р. Ф. Общий курс электропривода: учебное пособие / Р. Ф. Бекишев, Ю. Н. Дементьев / Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010 – 302 с.
2. Логинов, Г. И. Устройства автоматики, телемеханики движения поездов на метрополитене / Г. И. Логинов. – М., 2006. – 421 с.
3. Кондратьева, Л. А. Системы регулирования движения на железнодорожном транспорте: учеб. Пособие / Л. А. Кондратьева. – М.: ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2016. – 322 с.
4. Наш транспорт [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://nashtransport.ru>.
5. Патент: Способ модернизации стрелочного электропривода [Электронный ресурс]. – режим доступа: https://patents.s3.yandex.net/RU2325296C2_20080527.pdf.

С. В. Сливко, Т. Б. Брылова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ НАКОПИТЕЛЯ КОЛЕСНЫХ ПАР НА ВЧДЭ-12 ВХОДНАЯ

В работе представлена усовершенствованная конструкция накопителя вагонных колесных пар с их размещением в шахматном порядке. Такая модель накопителя позволяет выполнить план и исключить простой вагонов в процессе ремонта, так как обеспечивает рациональное использование места для хранения вагонных колесных пар.

Ключевые слова: депо, рельсовый путь, накопитель, колесная пара, текущий отцепочный ремонт.

Sofya V. Slivko, Tatyana B. Brylova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

IMPROVEMENT OF THE WHEELSET DRIVE AT THE VCHD-12 VHODNAYA

The paper presents an improved design of the drive carriage wheelsets with their staggered placement. This model of the drive allows you to fulfill the plan and eliminate the downtime of cars during the repair process, as it ensures the rational use of storage space for wheelsets.

Keywords: depot, track, drive, wheelset, current uncoupling repair.

Колесная пара является наиболее ответственным узлом вагона, от исправности которого зависит безопасность движения. Колесные пары несут на себе массу всего вагона и груза, направляют его по рельсовому пути и воспринимают жесткие и разнообразные по направлению удары от неровности пути, собственных дефектов и стыков рельсового пути.

Текущий ремонт вагонов играет важную роль в обеспечении исправного технического состояния вагонного парка. Наряду с техническим осмотром он составляет основу не только содержания грузовых и пассажирских вагонов по всей планово-предупредительной системе ремонта вагонов, так как обеспечивает поддержание работоспособности вагона в эксплуатации.

Различают два вида текущего ремонта: безотцепочный и отцепочный.

Безотцепочный ремонт производится при техническом обслуживании непосредственно в поездах или при подготовке вагонов к перевозкам. Он выполняется после осмотра вагонов для устранения обнаруженных неисправностей.

Отцепочный ремонт различают двух видов:

- текущий ремонт вагона ТР – 1 – ремонт порожнего вагона, выполняемый при его подготовке к перевозке с отцепкой от состава или группы вагона, подачей на специализированные пути и переводом в нерабочий парк.

- текущий ремонт вагона ТР – 2 – ремонт груженого вагона или порожнего грузового вагона, с отцепкой от транзитных и прибывших в разборку поездов или от сформированных составов, переводом в нерабочий парк и подачей на специализированные пути.

Ремонт вагонов и их узлов должен производиться путем замены неисправных деталей новыми или заранее отремонтированными. К ним относятся колесные пары, что предполагает место для их хранения и последующей транспортировке по выделенным путям [1].

Согласно оперативного приказа № 140 от 03.04.2018 года собственник вагонов обязан поставлять запасные части (в частности, колесные пары) под отцепленный вагон согласно установленным нормам и предоставляемым каждым предприятием страховым запасам. Выпуск вагонов упал в связи с несвоевременным предоставлением запасных частей от собственников вагонов.

Актуальность рассматриваемого вопроса обусловлена необходимостью внедрения системы для повышения качества поставляемых запасных частей от разных собственников грузовых вагонов, совершенствование системы учета и хранения запчастей, уменьшения расходов времени на ввод данных, уменьшения количества ошибок при подборе запчастей и их отгрузке.

В условиях эксплуатационных вагонных депо, а именно на участках ТОРа, хранение колесных пар, требующих ремонта в грузовых вагонных ремонтных депо (ВЧДР), необезличено. Из-за ограничения производственных площадей и непрерывного производственного процесса оно осуществляется без определения колесных пар по принадлежности и без выделения отдельных участков хранения для разных собственников, а именно:

- ОАО «РЖД»;
- собственников, которые осуществляют ремонт по договорам;
- собственников, осуществляющих ремонт по гарантийным письмам.

Такое хранение требует дополнительной проверки всех колесных пар,

чтобы определить их принадлежность предприятию-собственнику.[3].

Участок ТОР находится на сортировочной станции Входная. За участком закреплены пути №№ 70,71,72,73,74,75 оснащенные необходимым механизированным оборудованием: оснащенных необходимым технологическим оборудованием и приспособлениями. На рис. 1 приведены данные по выпуску вагонов на ТОР Входная.

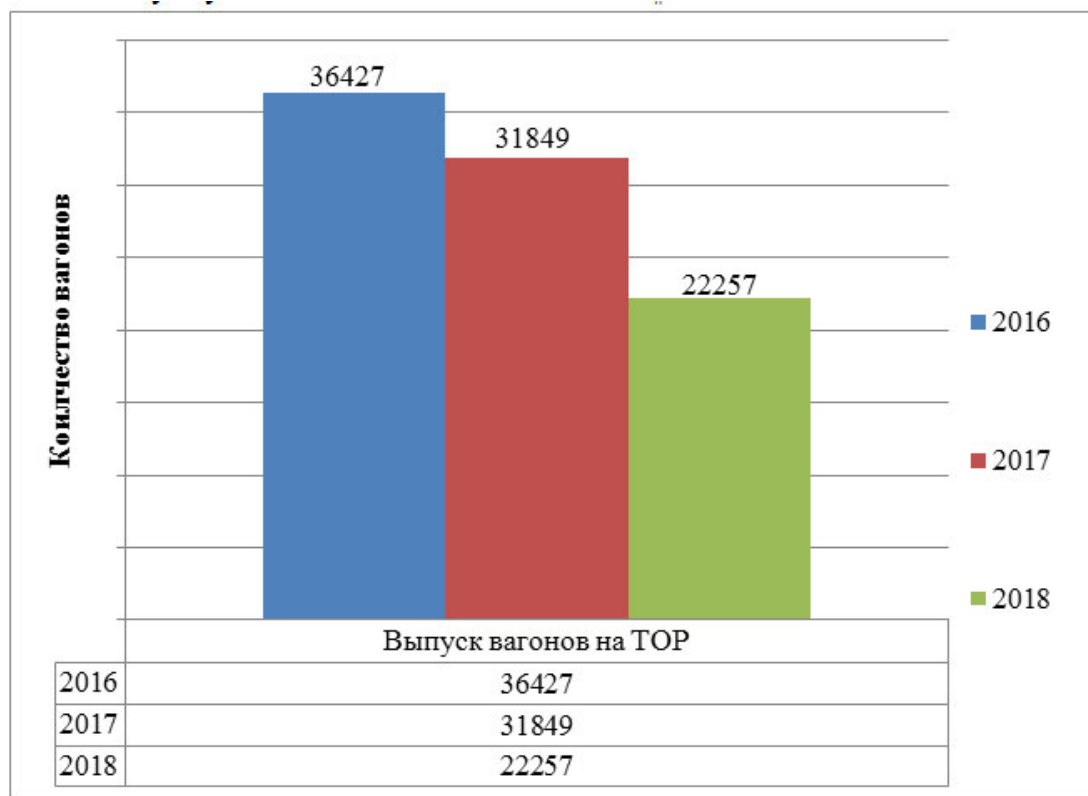


Рисунок 1 – Выпуск вагонов на ТОР Входная за период 2016 – 2018 гг.

Согласно анализа работы участка ТОР за 2019 год в текущий отцепочный ремонт поступило 36732 вагона [2]. Из этого количества 32547 вагонов выпущено с неисправностями колесных пар на ТОР станции Входная. Этот факт говорит о необходимости изменения стратегии размещения, что подразумевает достаточно рациональное использование отведенного места под хранение колесных пар. На ТОР станции Входная для хранения выделен тупик между 72 и 73 путями [2].

Длина накопителя для колесных пар составляет 130 метров. На него помещается 128 колесных пар, с учетом двух проходов по одному метру между ними. Накопитель состоит из двух рельсов, представленном на рис. 2.



Рисунок 2 – Накопитель для колесных пар

На рельсовом пути, показанном на рис. 2 размещено 128 колесных пар, переделав рельсовый путь, схема на рис. 4, для размещения колесных пар в шахматном порядке, представленном на рис. 3, вместимость увеличивается до 195 колесных пар. Это позволит улучшить планировку рабочей зоны, увеличить количество мест хранения колесных пар.



Рисунок 3 – Накопитель для колесных пар

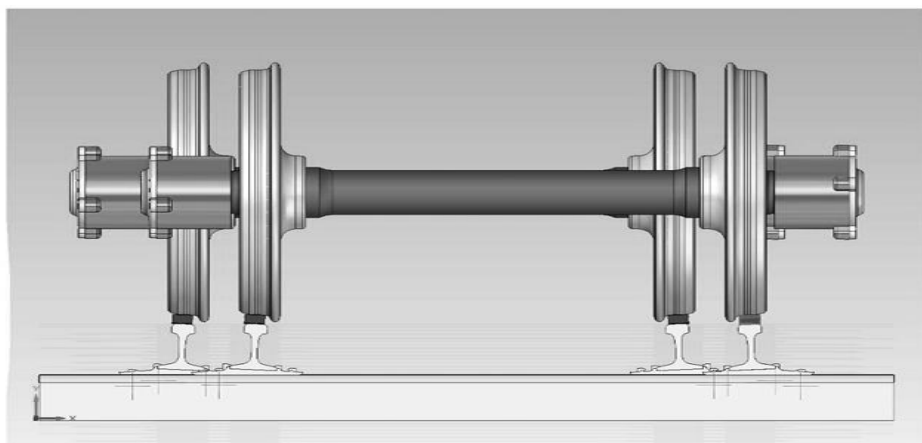


Рисунок 4 – Схема накопителя для колесных пар

В связи с ежесменной сменяемостью колесных пар накопитель разделяем на основных собственников: компании Федеральная грузовая компания – 34%, Первая грузовая компания – 21%, Новотранс – 16%, Сырье ЦДИ – 9,5%, НТС – 6,7%, прочие – 14%. Также в накопителе годные колесные пары хранятся отдельно от негодных колесных пар.

Учитывая, что колесная пара является не только важнейшей частью вагона, но и на колесные пары приходится 80% всех ремонтов по вагонам ТР-2, то для выполнения плана и исключения простоя вагонов в ремонте необходимо правильно использовать места для хранения колесных пар.

После оптимизации хранения сократятся поиски нужной колесной пары, тем самым уменьшатся потери времени на ремонт вагонов.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Т. Б. Брылова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Планирование работы вагонного хозяйства с использованием методов математического моделирования: учеб. пособие / В. И. Сенько [и др.] / Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель: БелГУТ, 2012. – 276 с.
2. Комплект технологической документации технологический процесс работы участка эксплуатационного вагоноремонтного депо ст. Входная ВЧДЭ – 12, 1090887.01200.00023, 2019.
3. Гончаров, С. Е. (Управление вагонного хозяйства Центральной дирекции инфраструктуры – филиала ОАО «РЖД»). Грузовой вагон на пространстве 1520 [Текст]: безопасность движения / С. Е. Гончаров // Евразия Вести. – 2012. – №10. – С. 11.

П. В. Тюрина

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

**РЕОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТЫ УЧАСТКА ТЕКУЩЕГО ОТЦЕПОЧНОГО
РЕМОНТА СТАНЦИИ ЕГОЗОВО С УВЕЛИЧЕНИЕМ ОБЪЁМОВ
РЕМОНТА ВАГОНОВ**

В данной статье рассмотрены пути внедрения бережливого производства участка текущего отцепочного ремонта на станции за счет реорганизации участка.

Ключевые слова: Текущий отцепочный ремонт, подготовка вагонов, дополнительный путь, станция Егозово.

Polina V.Tyurina

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

**REORGANIZATION OF THE WORK OF THE CURRENT UNCOUPLING
REPAIR SECTION OF THE EGOZOVO STATION WITH AN INCREASE IN
THE VOLUME OF WAGON REPAIRS**

This article discusses ways to implement lean manufacturing of the current uncoupling repair site at the station through site reorganization.

Keywords: Routine uncoupling repair, preparation of wagons, additional track, Egozovo station.

Реорганизация работы участка текущего отцепочного ремонта (далее ТОР) – сложный процесс, определяемый многими факторами.

Текущий отцепочный ремонт вагонов (ТР-2) производится на железнодорожных путях механизированного пункта подготовки вагонов (далее МППВ) Егозово: на 3, 4 пути участка текущего отцепочного ремонта вагонов с подъемкой, а также в случае необходимости проведения большого ремонта объема сварочных и правильных работ по кузову (невозможности устранения неисправностей без применения вагоноремонтной машины «Кузбасс») на 1, 2 пути участка подготовки вагонов под погрузку с применением

вагоноремонтных машин «Кузбасс», оснащенных необходимым оборудованием и приспособлениями (рис.1) [1].

Схема ангара МППВ станции Егозово

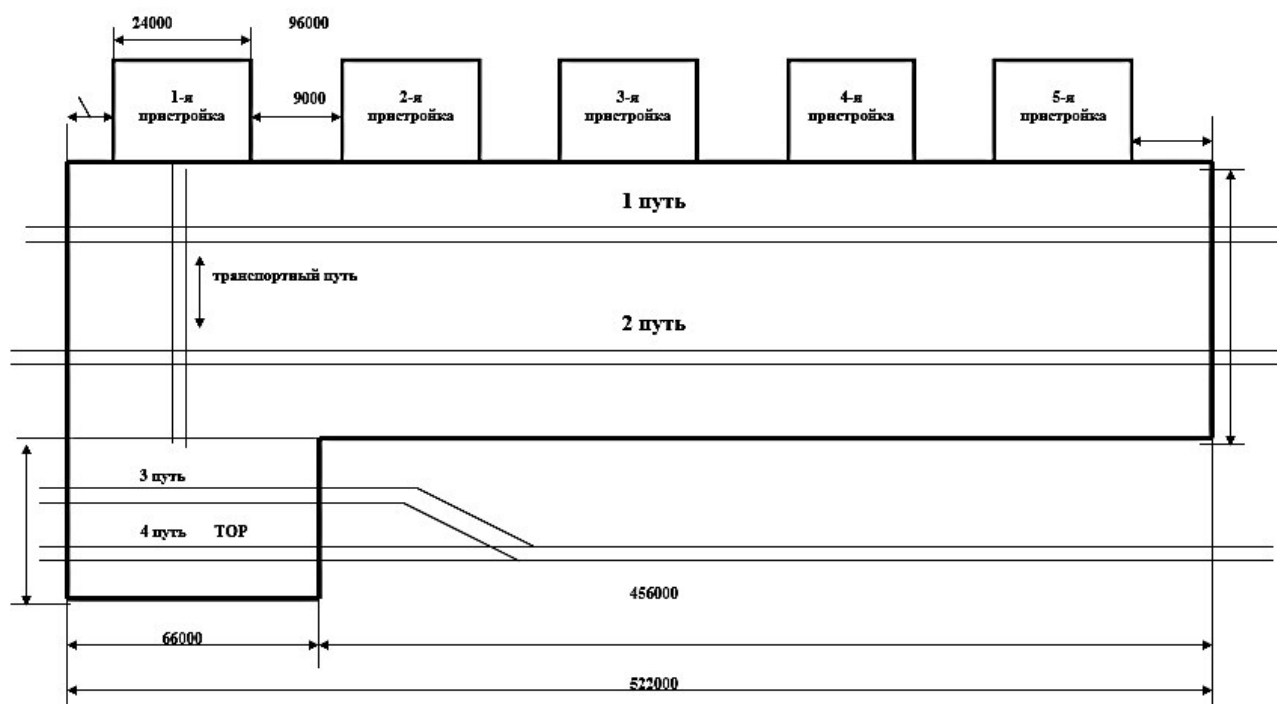


Рисунок 1 – Схема ангара МППВ станции Егозово

В настоящее время на ТОР Егозово для ремонта вагонов используется один путь необщего пользования №4 с полезной вместимостью для ремонта 4-х условных вагонов.

Зарядка пути производится на 8-00 и на 20-00 часов на начало смены. В случае отсутствия вагонов зарядка производится по мере поступления вагонов, и при необходимости дополнительная зарядка производится согласно электронной (письменной) заявки.

Ремонт вагонов производят по способам замены неисправных запасных частей на новые или отремонтированные. Ремонт колесных пар производится следующим образом – из-под вагонов выкатываются неисправные колесные пары, взамен устанавливаются «технологические». Неисправные колесные пары отправляются в ремонт в колесный цех «ВРК-1» Ленинск-Кузнецкий, который расположен в пристройке №1 ангара, по специально оборудованному транспортному пути через 1 и 2 путь ангара, которые после ремонта сразу подкатываются под вагон, или в ремонтные депо автотранспортом в случае неработоспособности колесного цеха. По данной технологии – выпуск

исправных вагонов производится ежемесячно. Средний выпуск за 12 месяцев 2019 года составляет 27,8 вагонов в смену.

На данный момент нужно достичь увеличения количества отремонтированных вагонов на участке ТОР Егозово до 100%(увеличение прибыли, снижение остатка неисправных вагонов, увеличение пропускной способности станции, сокращение времени простоя вагонов в ожидании ремонта). Также предстоит высвободить место в цехе участка ТОР, увеличить количество размещаемых колесных пар и поспособствовать росту производительности труда.

Предлагаем следующие мероприятия:

1. Произвести перенос стрелки №76 разделяющей 3 ремонтный и 11 выставочный путь длиной 450 м вместимостью 30 вагонов в сторону начала ангара на расстояние 225 м, таким образом, вместимость 3 пути будет составлять 15 больных вагонов, а 11 пути останется 30 вагонов – общее количество вместимости больных вагонов в ожидании ремонта увеличится до 45.

Для этого необходимо со стороны 11 пути удлинить 4 звена рельса Р-65 длиной 100 м.

2. Произвести установку стрелки второй стрелки на уровне 92 для плавного перехода вагонов со стороны 12 пути на 13 путь, с целью увеличения вместимости вагонов после ремонта. Для этого необходимо со стороны 12 пути уложить 2 правых рельса Р-50 1/9 или 1/11 и добавить 2 звена на съезд .

3. Произвести установку тяговой электролебёдки, 2-ух пар домкратов – добавится 2 ремонтные позиции (рис. 2).

4. Ввести дополнительную смену в количестве 2 слесаря по ремонту подвижного состава, 1 электросварщик. Данных работников перевести с участка КМЦ, по причине отсутствия объема работ по разделке исключенных из инвентаря вагонов.

Специализация и оснащение ремонтных путей участка текущего отцепочного ремонта

– междупутье 3 пути.

Накопитель для годных к эксплуатации боковых рам, накопитель для годных к эксплуатации надрессорных балок, накопитель для годных к эксплуатации триангелей, накопитель для годных к эксплуатации поглощающих аппаратов, накопитель для годных к эксплуатации автосцепок, накопитель для колесных пар, стеллаж для хранения шаблонов, зона входного контроля запасных частей.

– 3 путь (ремонтный, погрузочно-выгрузочный).

Погрузка/выгрузка колесных пар, литых деталей тележек, запасных частей с помощью мостового крана грузоподъемностью 5 тонн.

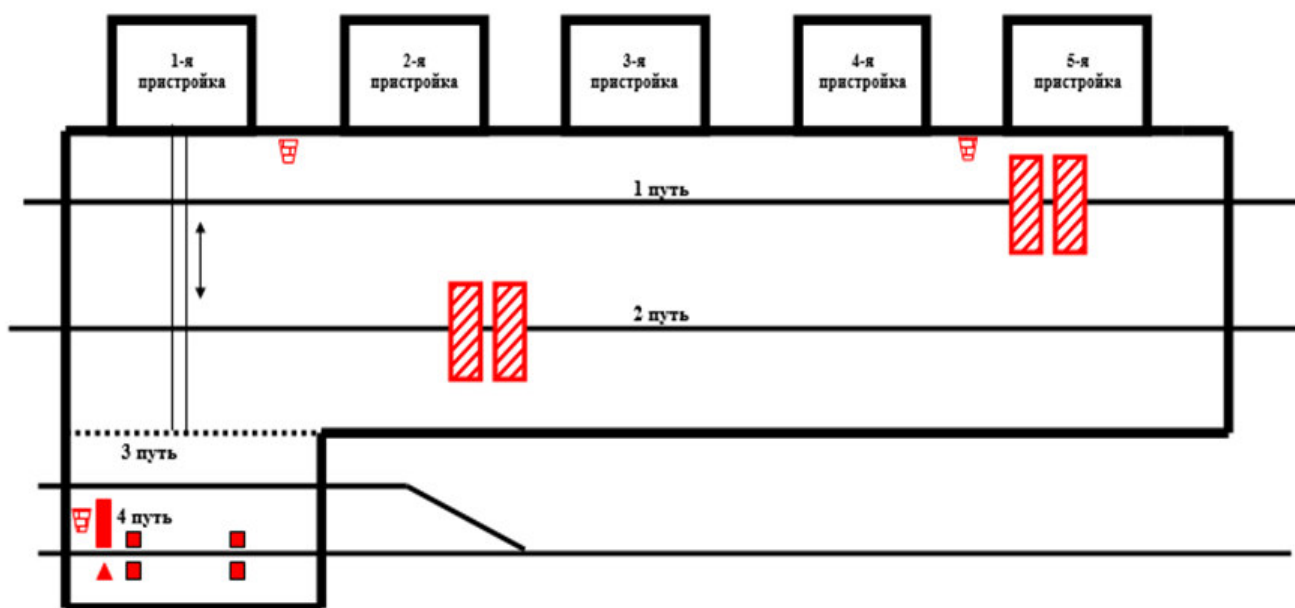
Полезная длина пути 292м, вместимость 20 условных вагонов. Граница пути от предельного столбика стрелки 92 до предельного столбика стрелки 76.

– междупутье 3-4 пути.

Стеллаж для хранения тормозных башмаков.

– 4 путь (ремонтный, погрузочно-выгрузочный).

Схема размещения оборудования на МППВ станции Егорово



Условные обозначения оборудования:

кран мостовой ВРМ домкраты кабина управления лебедкой стеллажи для хранения тормозных башмаков

Рисунок 2 – Схема размещения оборудования на МППВ станции Егорово

Выполнение разборочных, сборочных и ремонтных работ на вагонах требующих подъема для смены колесных пар, надрессорных балок, боковин тележек, смены фрикционных клиньев, пружин рессорного комплекта, узлов и деталей ударно-тягового устройства.

Полезная длина пути 67м, вместимость 4 условных вагонов. Граница пути от ворот с нечетной стороны МППВ до ворот четной стороны МППВ.

Первая позиция ремонта (два домкрата) со стороны 11 пути.

Вторая позиция ремонта (два домкрата) со стороны 12 пути.

Ремонтные пути участка оснащены: две пары стационарных электрических домкратов УДС160 грузоподъемностью 40 тонн (по два домкрата на каждой позиции ремонта), кран мостовой грузоподъемностью 5 тонн, трансформатор сварочный ТДМ-400, маневровое устройство (лебедка), пневмогайковерт, комплекс средств малой механизации, установка для смены поглощающего аппарата ГПА-02, стационарная установка для опробования автотормозного оборудования

– междупутье 4 пути.

Стеллажи закрытого и открытого типа для хранения запасных частей, деталей вагона, приспособлений и инструмента.

– 11 путь (выставочный).

Полезная длина пути 450м, вместимость 30 условных вагонов. Граница пути от нерегулируемого переезда до ворот МППВ с нечетной стороны.

– 12 путь (выставочный).

Полезная длина пути 724м, вместимость 52 условных вагонов. Граница пути от ворот МППВ с четной стороны до предельного столбика стрелки №133.

В заключение отметим, что внедрение дополнительного пути и оборудования, позволит повысить экономическую эффективность, вследствие увеличения выпуска вагонов, уменьшения простоя неисправных в ожидании ремонта.

За 12 месяцев 2019 года выпущено 10135 вагонов, среднесуточный выпуск составил 27 вагонов. После ввода пути в эксплуатации среднесуточный выпуск увеличится на 5 вагонов, также увеличение выпуска в свою очередь увеличит прибыль с ремонта вагонов до 42% или до 3630968,9 тыс. руб.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» В. П. Клюка, ОмГУПС.

Список литературы

1. Технологическая инструкция по текущему отцепному ремонту грузовых вагонов станции Егозово [Текст] / Утвержден начальником эксплуатационного вагонного депо Белово Дрыгин Л.С. – 2016. – 634 с.

Е. Г. Хренникова

Омский государственный университет путей и сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОРГАНИЗАЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СЛУЖЕБНО- ТЕХНИЧЕСКИХ ПАССАЖИРСКИХ ВАГОНОВ

В данной статье рассмотрены организация депоовского ремонта и организация технического обслуживания служебно-технических пассажирских вагонов. Приведен пример использования МАИК при депоовском ремонте вагона.

Ключевые слова: ремонт, МАИК, техническое обслуживание.

Katya G. Hrennikova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

IMPROVING THE TECHNOLOGY AND ORGANIZATION OF MAINTENANCE AND REPAIR OF SERVICE AND TECHNICAL PASSENGER CARS

This article deals with the organization of depot repair and maintenance of service and technical passenger cars. An example of using MAIK for depot car repairs is given.

Keywords: repair, maintenance service.

Организация ремонта

Депоовской ремонт вагонов осуществляется работниками производственного участка вагоноборочного согласно действующему штатному расписанию, работающих в одну смену, по восемь часов под руководством мастера.

Ремонт вагонов в участке вагоноборочном производится поточно-стационарным методом. При этом методе ремонтируемый вагон после окончания установленного для данной позиции объема работ последовательно через определенные промежутки времени перемещается с одной ремонтной позиции на другую. Позиции располагаются в последовательности,

соответствующей плану размещения участков (отделений) вагоноборочного производственного участка.

На каждой позиции специализированные ремонтные бригады выполняют соответствующие работы в необходимом объеме. Транспортировка снятых с вагона узлов и деталей (унитазов, запорной арматуры, деталей покрытых полимерными покрытиями, кипятильников, полок, диваны и т.д.) в соответствующие ремонтные отделения и обратно в вагон возложена на подсобного рабочего вагоноборочного производственного участка. Мойщики-уборщики подвижного состава производят подготовку вагона к ремонту (внутренняя уборка вагона) перед разборкой (если это необходимо) и после ремонта.

Производственный участок вагоноборочный имеет одиннадцать ремонтных позиций и две позиции диагностики вагонов, оснащенных необходимым оборудованием и измерительным инструментом. Например, целесообразно использование МАИК – малогабаритного автоматизированного измерителя колес для экономии времени при проверке допустимых параметров колесных пар. МАИК позволяет производить измерения без выкатки колесных пар из-под вагона, автоматически вычислять разность диаметров колес на колесной паре, автоматически производить разбиение колесных пар на группы по диаметру для формирования вагонных тележек. Технические характеристики МАИК представлены в табл. 1.

Таблица 1

Измеряемые диаметры колес, мм	844–964
Точность измерения диаметра, мм	+ 0,5
Измеряемая толщина гребня, мм	24–34
Точность измерения толщины гребня, мм	+ 0,5
Напряжение питания, В	5,3–6,2
Рабочий диапазон температуры, °С	-30 +50
Масса измерительного блока, кг	3
Масса стационарного блока, кг	50
Габаритные размеры стационарного блока, мм	1000*500*500
Габаритные размеры измерительного блока, мм	540*180*210

МАИК состоит из измерительного блока (ИБ), изображенного на рис. 1 и стационарного блока (СБ), изображенного на рис. 2.

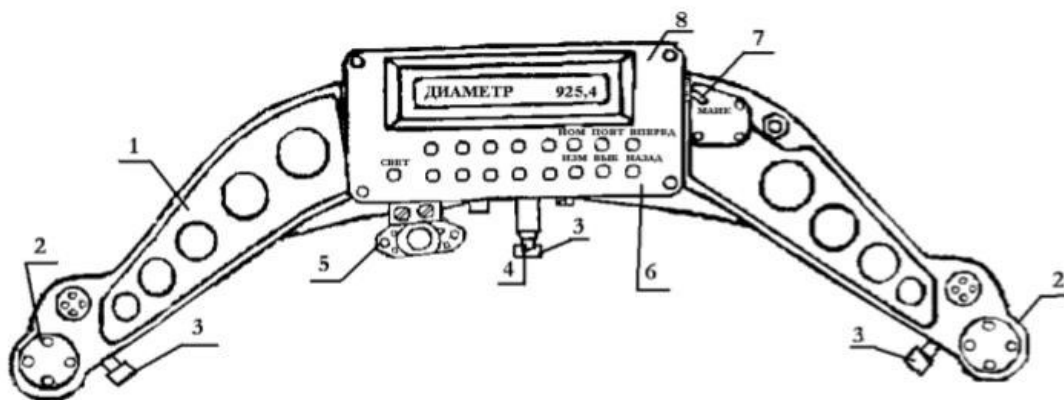


Рисунок 1 – Измерительный блок:

1 – скобы измерителя; 2 – роликовые опоры; 3 – ролики кронштейнов;
4 – шток датчика диаметра; 5 – датчик толщины гребня; 6 – электронный блок;
7 – тумблер питания; 8 – крышка батарейного отсека

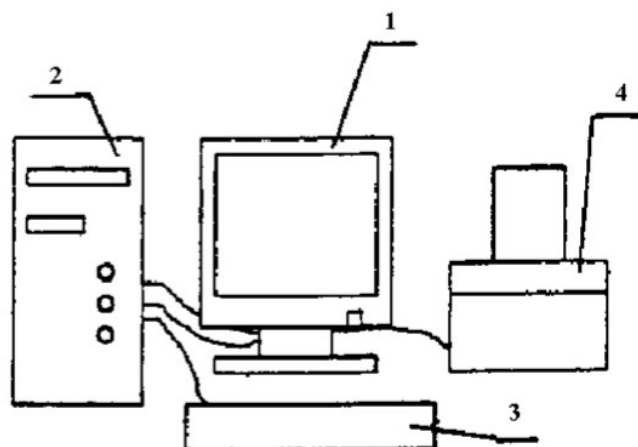


Рисунок 2 – Стационарный блок:

1 – дисплей; 2 – системный блок ПЭВМ; 3 – клавиатура; 4 – принтер

Применение МАИК позволяет повысить точность измерения благодаря конструкции, обеспечивающей правильное позиционирование измерителя на колесе, и автоматическому усреднению результатов измерения в нескольких точках колеса. Наличие долговременной энергонезависимой памяти позволяет осуществлять контроль за процессом измерения, а также накапливать статистическую информацию.

Акт допуска на пассажирский вагон оформляется после проведения ДР, КР-1, в т.ч. с модернизацией в трех экземплярах и подписывается представителем ЦТА, работником станции (начальником, дежурным по

станции), представителем предприятия – заместителем начальника депо по ремонту (или лицом его замещающим, в соответствии с приказом по предприятию). Подписанный Акт допуска является подтверждением допуска служебно-технического пассажирского вагона к эксплуатации на инфраструктуре ОАО «РЖД».

Срок хранения Акта - до следующего планового вида ремонта вагона, но не менее 5 лет. Акты хранятся у диспетчера пассажирского вагонного депо и у приемщиков вагонов.

Организация технического обслуживания. Руководит работой мастер, который подчиняется непосредственно заместителю начальника пассажирского вагонного депо по эксплуатации. ПТО работает в две смены. На ПТО производят техническое обслуживание ТО-1 и текущий безотцепочный ремонт включающий:

- осмотр технического состояния вагонов с «пролазкой» (с проверкой исправности автосцепного устройства, тормозного оборудования, буферных комплектов, переходных площадок, тележек, колесных пар, буксовых узлов, деталей центрального подвешивания, привода генератора, наличие и исправность устройств, предохраняющих от падения на путь деталей и подвагонного оборудования, рамы и кузова вагона);

- осмотр поверхности катания колесных пар с протягиванием состава пассажирского поезда и прицепных вагонов;

- контроль сроков ремонта и единой технической ревизии;

- инструментальный контроль колёсных пар (толщины обода, толщины гребня, равномерного и неравномерного проката, дефектов поверхности катания). Не реже одного раза в квартал производится замер параметров колесных пар (прокат по кругу катания, толщина гребня, подрез гребня, толщина обода, диаметр колеса) эксплуатируемого парка, о чем делается запись в специальном журнале свободной формы;

- протягивание состава перед отправлением в рейс (в зимний период эксплуатации вагонов (с 01 октября по 01 мая)) для контроля отхода тормозных колодок от поверхности катания колесных пар, выявления обледенения тормозной рычажной передачи;

- плановые виды растяжек по обмеру ударно-тяговых приборов с периодичностью не реже одного раза в два месяца, с последующей отметкой в журнале по форме;

Осмотрщиками-ремонтниками производится контроль за обязательным проведением локомотивной бригадой (в том числе составителем) троекратной

продувки тормозной магистрали локомотива перед его соединением с составом пассажирского поезда (в том числе при проведении маневровой работы) на территории парка.

Научный руководитель – доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» В. П. Клюка, ОмГУПС.

Список литературы

1. Назаров, О. Н. Типаж и технические требования к перспективному пассажирскому подвижному составу / О. Н. Назаров // Железнодорожный транспорт. – 2003.

2. 4255/ЦВ МПС РФ. Вагоны пассажирские цельнометаллические. Руководство по деповскому ремонту (ДР). – М.: Транспорт, 1986.

3. Левич, Т. В. Передовые технологии деповского ремонта пассажирских вагонов / Т. В. Левич, Е. В. Александров. – 2005.

УДК 629.4.015

А. М. Халилова

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

БЕСПИЛОТНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ

В данной статье рассматривается развитие железнодорожного транспорта при беспилотном его управлении.

Ключевые слова: ж/д транспорт, управление, электронные карты.

Angelika M. Khalilova

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

UNMANNED TRAIN CONTROL

This article discusses the development of railway transport with unmanned control.

Keywords: railway transport, management, electronic maps.

Одной из стратегических задач, поставленных ОАО «РЖД» перед учеными и конструкторами, является создание системы по управлению движением поезда без машиниста с возможностью дистанционного управления. Для безопасного ведения тягового подвижного состава в систему должны быть заложены возможности точного позиционирования, предотвращения столкновения с людьми и препятствиями на путях на основе распознавания объектов по ходу движения. Еще в 2014 г. вышел международный стандарт МЭК 62290, определяющий основные уровни автоматизации и функции для реализации беспилотной системы управления. Если ориентироваться на положения этого стандарта, то стоящая сегодня перед конструкторами задача должна быть решена со степенью автоматизации высшего, 4-го уровня (00А4 - полностью автоматическое управление поездами). Решение данной задачи крайне затруднительно, а иногда и невозможно без использования электронной карты. К примеру, в ситуации, когда железнодорожные пути покрыты снегом, визуально сложно понять, куда будет двигаться локомотив и в какой зоне необходимо искать препятствия.

Бортовая электронная карта беспилотного движения необходима для решения следующих задач:

- 1) высокоточное позиционирование подвижного состава;
- 2) определение пути движения подвижного состава;
- 3) определение препятствий на фоне инфраструктурных объектов;
- 4) информирование о профиле пути, скорости и объектах по ходу движения.

Для решения этих задач карта должна содержать всю информацию, обеспечивающую безопасный способ движения. Обновление электронных карт на железнодорожном подвижном составе должно осуществляться по цифровому радиоканалу с единой общей карты, хранящейся в облаке на информационных системах ОАО «РЖД». Системой управления электронная карта рассматривается как датчик со специальными возможностями восприятия и прогнозирования. Интеграция данных карты с информацией, поступающей от систем технического зрения, позволяет создавать наиболее эффективные на сегодняшний день алгоритмы позиционирования и обнаружения препятствий.

Бортовые электронные карты традиционно используются в устройствах безопасности и автоведения уже более 20 лет. В отличие от существующих

карта беспилотного движения имеет дополнительные функции, позволяющие реализовать следующие возможности:

1) предоставления информации о путевых объектов, окружающей обстановке местонахождении транспортных средств даже в тех случаях, когда ничего не видно;

2) повышения точности позиционирования транспортного средства (ТС) на участках с плохим спутниковым покрытием за счет использования технологии SLAM (задача картографирования пространства, структура которого заранее не определена) 3D- контента навигационной карты.

Обнаружения препятствий производятся благодаря предварительно вычислительной информации, содержащей исходное состояние участка пути без препятствий. Динамическая загрузка области обращения карты и обновления контента происходит на основании агрегации реальной информации, поступающей от других участников движения.

При разработке формата карты для беспилотного движения был изучен и аккумулирован опыт отечественных и зарубежных проектов таких ЕГИС ТПС (Единую геоинформационную систему тягового подвижного состава). Это позволило сформировать принципиально новую структуру, формат хранения и предоставления данных по сравнению с картами, ранее применявшимися в ОАО «РЖД». Карта основана на использовании математического аппарата теории графов, и, соответственно, все путевое развитие имеет графовое представление нескольких уровней.

На физическом уровне объекты путевого развития и железнодорожной инфраструктуры представлены геоточками, снесенными на ось пути, ось пути представлена геолиниями. Геолинии могут иметь дополнительные точки для точного описания координат оси железнодорожного или в пространстве, которые не несут другой функциональной нагрузки. Карта может быть разделена на перекрывающиеся области нефиксированного размера, зависящего от числа геоточек. Каждая область должна содержать все объекты, необходимые для формирования графа в пределах описанной области. Области карты подгружаются динамически на основании текущего географического положения железнодорожного подвижного состава.

Топологические узлы графа располагаются на границе рельсовой цепи в геоточках, соответствующих изолирующим стыкам, генератору/приемнику сигналов тональных рельсовых цепей, а также в геоточках, образующих

стрелку - начало, конец остряка, ответвление железнодорожного пути. Ребро графа состоит из одной геоплинии, проведенной между узлами. На ребрах графа могут располагаться путевые точки объектов железнодорожной инфраструктуры: светофор, бализа, стрелка и т.д., а также виртуальные (временные) точки, определяющие параметры движения на конкретном участке пути между двумя соседними геоточками.

На сетевом уровне движение из точки А в точку В осуществляется по маршрутам, которые описывают перемещение каждой единицы подвижного состава индивидуально. Каждая путевая точка определяет параметры передвижения до следующей путевой точки. Если имеются несколько вариантов движения по маршруту, среди них выделяется основной, или главный путь. Особенностью карты является использование 3D-информации.

Позиционирование подвижного состава на местности осуществляется на основе комплексирования данных спутниковой навигации, данных измерений системы машинного зрения по технологии 81-АМ, данных от датчиков пути и скорости (ДПС) и вексельной карты участка пути. В качестве подложки, для отображения текущего положения состава на местности используется общепринятый в навигационных системах картографический формат представления данных OSM.

Реализуемая на приведенных выше принципах карта для беспилотного движения позволяет верифицировать корректность обнаружения препятствий, осуществляемого системами технического зрения – камерами и лазерными датчиками – лидарами. Идея состоит в том, чтобы использовать известные данные о пространственном положении объектов инфраструктуры для уточнения местоположения транспортного средства в процессе движения и для обнаружения препятствий. Таким образом, имея в дискретные моменты времени координаты движения поезда, расчет колеи («предсказание») на следующие моменты времени «плюс 100 м вперед» и привязанные к каждому моменту времени снимки окружающего пространства с систем технического зрения, можно оценить погрешность предсказания путем совмещения координат фиксированных объектов карты, например опор контактной сети, с данными от систем технического зрения.

В соответствии с методом описанным выше, на основе точного местоположения фиксированных объектов инфраструктуры железнодорожного транспорта и на базе расчетных данных, выдаваемых блоком обнаружения

препятствий (БОП), можно оценить корректность решения по определению колеи в каждый момент времени. Для этого (как вариант) необходимо использовать данные лидара. В этом случае множество решений колеи можно сравнивать как между собой, так и с истинным положением, заданным картой. При этом точки привязки карты и измерений являются известные объекты инфраструктуры (к примеру, опоры КС). При разрешающей способности сканеров 0,125 - 0,250 градусов, диаметре опор освещения и матч светофоров 10 сантиметров, опор контактной сети – 25 сантиметров на дистанции до 100 метров гарантировано различаем опору контактной сети и определяем ее местоположение с максимальной погрешностью 20 сантиметров, средняя погрешность по трем точкам будет в районе 10 сантиметров.

Кроме того, информация о местоположении фиксированных объектов, предоставляемых картой, может быть использовано для уточнения стартовой позиции локомотива в пространстве при начале движения, что минимизирует первичную ошибку позиционирования, а также для уточнения местоположения в движении.

Таким образом, разработки АО «НИИАС» (Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт информатизации, автоматизации и связи на железнодорожном транспорте) в области создания электронных карт решает одну из самых сложных задач адаптации технического зрения в условиях беспилотного управления движения поездов в рамках общей стратегии цифровизации железнодорожного транспорта.

Научный руководитель – преподаватель О. В. Уварова, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Унифицированное комплексное локомотивное хозяйство безопасности (КЛУБ-У): учеб. пособие / В. И. Астрахан [и др.] / Под ред. В. И. Зорина, В. И. Астрахана. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2008. – 177 с.
2. NDS Open Lane Model [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://www.openlanemodel.org/>.
3. RailTopoModel [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.railtopomodel.org/en/>.

А. С. Рузина

Дальневосточный государственный университет путей сообщения (ДВГУПС),
г. Хабаровск, Российская Федерация

ПЕРСПЕКТИВЫ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В 2020 ГОДУ

В статье представлено исследование актуальных проблем в области кибербезопасности. Также проведен небольшой сравнительный анализ различных кибератак в зависимости от года их совершения. Данная работа раскрывает смысл некоторых перспектив, выведенных нами, на которые следует обратить внимание при планировании защиты информации в разных сферах деятельности.

Ключевые слова: кибербезопасность, атака, хакер, пользователи, защита.

Anastasia S. Ruzina

Far Eastern State Transport University (FESTU), Khabarovsk, the Russian Federation

CYBERSECURITY PREDICTIONS FOR 2020

The article presents a study of current problems in the cybersecurity field. Also, there is a small comparative analysis of various cyberattacks, depending on the year they were committed. This work reveals the meaning of some perspectives that we have deduced. They should be paid attention to plan protection of information security in different activity spheres.

Keywords: cybersecurity, attack, hacker, users, security.

Целью исследования данной работы является актуальность вопроса защиты информации в киберпространстве.

Перед началом рассмотрения данной проблемы, необходимо ввести основные понятия. Киберпространство формулируется как комплексная виртуальная среда, сформированная в результате действий людей, программ и сервисов в сети Интернет посредством соответствующих сетевых и коммуникационных технологий. Атака (подразумевается кибератака) – преднамеренная эксплуатация компьютерных систем, технологических предприятий и сетей. Хакеры (киберпреступники) – люди, использующие вредоносный код и программное обеспечение для изменения компьютерного кода, логики или данных, что приводит к разрушительным последствиям, которые могут поставить под угрозу данные и привести к киберпреступлениям [1].

В 2019 году был зафиксирован рост нарушений. Атаки с помощью программ-вымогателей усилились, хакеры стали все больше и больше осуществлять нападения на государственные и местные органы власти. Одной из самых больших утечек данных одной организации стала утечка четырех терабайт пользовательских данных, затрагивающих четыре миллиарда учетных записей пользователей (и 1,2 миллиарда уникальных пользователей) на сервере «*Elasticsearch*» в конце года.

С каждым годом киберугрозы становятся более серьезными и опасными, так как появляются и совершенствуются информационные технологии. Исходя из последних новостей, в данной статье будут рассмотрены шесть прогнозов кибербезопасности в 2020 году: увеличение числа целенаправленных и сложных атак с помощью программ-вымогателей, проявление в большей степени технологии «*DeepFake*» в политическом и коммерческом отношении, значительный рост эксплуатации «*Internet of Things*», повышенное внимание к технологии 5G, искусственному интеллекту и облаку.

Одним из основных прогнозов кибербезопасности на 2020 год является рост числа атак-вымогателей, в которые входят не только атаки среднего уровня, но и целенаправленные, относящиеся к высокому уровню сложности.

Хотя данный вид атак получил большую известность в 2017 году благодаря атакам «*WannaCry*» и «*Petya*», спрос на выкуп со стороны хакеров, использующих программы-вымогатели, в 2018 году снизился. Многие исследователи данной области предположили, что вымогатели медленно начат вымирать из-за повышенного внимания, которое они получили годом ранее, и как следствие, из-за повышения осведомленности пользователей, начавшие активную защитную деятельность.

В 2019 году можно было заметить повторную вспышку атаки с использованием программ-вымогателей. Только в этом году она обошлась предприятиям примерно в 11 миллиардов долларов. Что еще более важно, правительства и крупные корпорации, похоже, являются главной целью: более 70 правительственных учреждений любой страны становятся жертвами атак вымогателей.

В то время как многие пользователи пытаются предотвратить подобные атаки, к примеру, автоматизируя процесс резервного копирования, разрабатываются новые разновидности программ-вымогателей, которые обходят эти меры. Данные передовые вымогатели предназначены для теневых копий и резервных копий файлов, что делает невозможным восстановление данных на уязвимых устройствах в информационной системе.

Вирус-вымогатель «*Ryuk*» – современный пример рассматриваемой атаки, который использует подход, описанный выше. В следствие чего можно ожидать увеличения этого типа атак в 2020 году [2].

DeepFake – технология, синтезирующая изображение человека с помощью искусственного интеллекта. Мошенники используют лица знаменитостей и могут сообщать любую нужную им информацию.

Активное вмешательство хакеров в выборы США с использованием цифровых технологий стало предметом острых дискуссий в 2016 году. По мере приближения выборов президента в 2020 году, американцы исследуют проблему роста *DeepFake*-технологии.

В то время как *DeepFake*-видео первоначально приобрело популярность как инструмент, используемый для создания образа какой-либо знаменитости без его согласия, такая технология уже используется в качестве элемента политического манипулирования.

Ярким примером является скомпрометированное видео спикера Палаты представителей США Нэнси Пелоси, которое было выпущено и широко распространено в начале 2019 года. В измененном видео можно было заметить некие дефекты в речи Пелоси, намекающие на нерабочее состояние. Данное видео посмотрели миллионы людей. Из-за отличного монтажа и передовых технологий многие из увидевших подумали, что все, что происходило в этом ролике, правда.

Deepfake-методы станут большой киберугрозой в 2020 году, нацеленной не только на политическую сферу, но и для достижения других политических и экономических целей на международном уровне. Некоторые отечественные и зарубежные издания, работающие в сфере кибер-безопасности уже предсказывают, что в 2020 году затраты на защиту от мошенничества превысят 250 миллионов долларов, а хакеры, совершающие такие преступления, также не останутся безнаказанными [3].

IoT (Internet of Things) – Интернет вещей является новым этапом развития Интернета. Это технология, которая объединяет устройства в компьютерную сеть и позволяет им собирать, анализировать, обрабатывать и передавать данные другим объектам с помощью программного обеспечения, приложений или технических устройств. Ожидается, что количество подключенных устройств в 2020 году превысит 30 миллиардов, что примерно вдвое больше, чем в 2015 году [4].

В то время как подключение устройств Интернета вещей продемонстрировало невероятные темпы роста, факт, который, кажется, недооценивается, заключается в том, насколько большой потенциал эти устройства оставляют для использования хакерами и насколько не

подготовлены большинство пользователей и разработчиков защищать устройства в данной среде.

Согласно отчету Лаборатории Касперского, только в первой половине 2019 года было совершено более 105 миллионов атак на устройства *IoT*. Это в девять раз больше, чем в первой половине 2018 года [5].

Около 6 миллиардов новых подключенных устройств будут добавлены в 2020 году. Это почти вдвое больше, чем было добавлено в 2019 году. С этими новыми дополнениями, а также с хакерами, реализующими потенциал в *IoT*-устройствах, можно ожидать значительного увеличения количества *IoT*-атак в 2020 году.

Шумиха вокруг 5G доминировала в большинстве дискуссий вокруг развивающихся технологий в 2019 году. Сейчас же можно ожидать, что хакеры обратят свое внимание на данную технологию и начнут больше фокусироваться на ее атаках.

Подключенные устройства особенно подвержены риску, и тот факт, что 5G превращается в основополагающий протокол в нашем все более цифровом мире, сделает его главной целью - не только для хакеров небольшого уровня, но и для государственных субъектов – для подрыва экономической деятельности [6].

В 2020 году можно ожидать появление новых примеров атак, реализующиеся с помощью искусственного интеллекта (далее ИИ) для достижения незаконных целей хакеров. Государственные субъекты, в особенности с большими доходами, скорее всего будут вкладывать большие деньги в использование ИИ и машинного обучения для выявления и использования слабых мест в приложениях и технологиях.

Ожидается, что к 2020 году облачные центры обработки данных будут обслуживать 80% рабочих нагрузок [7]. Другими словами, традиционные центры обработки данных постепенно находятся на грани исчезновения. Однако с ростом облачных технологий возрастают и проблемы безопасности. Исследования показывают, что уязвимости облачных вычислений в первой половине 2019 года увеличились на 46% по сравнению с тем же периодом всего год назад и на 240% по сравнению с тем же периодом два года назад [8].

Исследования *Symantec*, компании по разработке программного обеспечения в области информационной безопасности и защиты информации, также показывают, что большое количество организаций, которые мигрировали в облако, борются с безопасностью. Примерно 83% организаций, по-видимому, не имеют необходимых технологических разработок для эффективного управления инцидентами в области безопасности и, как следствие, не решают

значительную часть происшествий [9].

В то время как распространение облачных технологий растет, эффективность людей в защите облачной инфраструктуры повышается не так быстро. В 2020 году можно ожидать большого числа новых нарушений в безопасности облачных вычислений по мере расширения их применения.

Кибербезопасность в современном мире имеет огромное значение. Компьютерная сеть со дня ее создания была подвержена атакам злоумышленников. Угроза кибератак будет только расти по мере роста использования сети. Приведенные прогнозы безопасности помогут пользователям обратить особое внимание на отдельные области киберпространства. А также позволят подготовить на необходимом уровне соответствующее техническое оборудование, программное обеспечение и провести обучение персонала.

Научный руководитель – преподаватель кафедры «Информационные технологии и системы» Е. В. Сазанова, ДВГУПС.

Список литературы

1. Кибербезопасность в российской банковской сфере и опыт зарубежных стран. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/kiberbezopasnost-v-rossiyskoy-bankovskoy-sfere-i-opyt-zarubezhnyh-stran/viewer>.
2. Вирус-вымогатель. Шифровальщик. Ransomware. [Электронный ресурс]. – режим доступа: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Вирус-вымогатель_\(Шифровальщик\)_Ransomware](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Вирус-вымогатель_(Шифровальщик)_Ransomware).
3. Deepfake: как видеофейки стали серьезной угрозой и объединили общество. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.stopfake.org/ru/deepfake-kak-videofejki-stali-sereznoy-ugrozoj-i-obedinili-obshhestvo>.
4. Диогенес, Ю. Кибербезопасность: стратегии атак и обороны / Ю. Диогенес, Э. Озкайя. – М.: Издательство ДМК Пресс, 2020. – С. 94 – 104.
5. Новые тренды в мире IoT-угроз. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://securelist.ru/new-trends-in-the-world-of-iot-threats/91601>.
6. Прогнозы на 2020 год: технология 5G. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://securelist.ru/5g-predictions-2020/95247>.
7. Взгляд в будущее: что ждет отрасль ИТ в 2020 году. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://softline.ru/about/blog/vzglyad-v-budushee-cto-zhdet-otrasl-it-v-2020-godu>.

8. Хакерам облако только снится: как облачные решения справляются с киберугрозами. Газета – Коммерсантъ. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.kommersant.ru/doc/4079884>.

9. Распространение «облаков» в среде малого бизнеса: исследование компании Symantec. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://ru.experrto.io/articles/~rasprostranenie-oblakov-v-srede-malogo-biznesa-issledovanie-kompanii-symantec~656>.

УДК 681.3.06

Г. В. Хандожко

Дальневосточный государственный университет путей сообщения (ДВГУПС),
г. Хабаровск, Российская Федерация

АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОДА

В данной статье рассмотрена целесообразность проведения аудита безопасности программного кода, представлены методы его проведения и их сравнение.

Ключевые слова: аудит программного кода, безопасность программного кода, статический анализ кода, динамический анализ кода.

Georgy V. Khandozhko

Far Eastern State Transport University (FESTU), Khabarovsk, the Russian Federation

SECURITY CODE REVIEW

In this article I told about usefulness of security code review, described and compared the ways of its implementation.

Keywords: security code review, code security, static code analysis, dynamic program analysis.

Уязвимости в программном коде могут привести к угрозам безопасности защищаемой информации, что впоследствии может вылиться в огромные финансовые убытки для организации.

Для того чтобы бороться с такими уязвимостями, применяется практика аудита безопасности программного кода.

Аудит программного кода по требованиям безопасности представляет собой структурное тестирование ПО с целью выявления уязвимостей, реализация которых может снизить уровень целостности, доступности и конфиденциальности системы. Условием проведения аудита безопасности кода является наличие исходных текстов программ и их спецификаций

Существует несколько подходов к аудиту безопасности кода.

Первый подход – просмотр кода вручную. Данный метод считается наиболее точным, так как только эксперту по силам выявить сложные уязвимости и внедренные замаскированные программные закладки, а также дать соответствующие рекомендации. Однако этот подход занимает много времени и требует исключительно высокой квалификации эксперта.

Второй подход – статический анализ кода по шаблону. Суть данного метода состоит в автоматизации поиска и анализа потенциальных уязвимостей в программном коде. Он особенно эффективен в поиске несложных уязвимостей и может помочь существенно сократить время аудита программного кода.

Третий подход, динамический анализ выполнения кода, заключается в отслеживании поведения программы непосредственно во время ее выполнения. Суть данного метода заключается в реагировании на события, которые происходят во время работы программы. Динамический анализ позволяет выявить некоторые ошибки, которые статический анализатор может не увидеть. Например, выход за границу массива. Однако, для того чтобы покрыть весь код программы, может потребоваться большое количество времени, так как при динамическом анализе проверяются только те фрагменты кода, которые выполняются в данный момент. В этом плане статический анализ гораздо удобнее и быстрее.

Рассмотрим подробнее подходы статического и динамического анализа кода.

Существуют специальные инструменты для проведения статического анализа кода.

Одним из таких инструментов является *PVS-Studio*. *PVS-Studio* выполняет широкий спектр проверок кода и помогает программистам находить и устранять ошибки, предоставляя отчет с предупреждениями о возможных ошибках в коде. Особенно данный инструмент силен в поисках опечаток и последствий неудачного *Copy-Paste*.

PVS-Studio разделяет все предупреждения по 3 уровням достоверности: *High*, *Medium* и *Low*. Также некоторые сообщения относятся к особой категории *Fails*.

- *High* (1) – включает в себя предупреждения с максимальным уровнем достоверности. Такие предупреждения часто указывают на ошибки, требующие немедленного исправления. Обозначаются красным цветом.
- *Medium* (2) – содержит менее достоверные предупреждения, на которые все же стоит обратить пристальное внимание. Обозначаются оранжевым.
- *Low* (3) – предупреждения с минимальным уровнем достоверности, указывающие на несущественные неточности в коде. Среди таких предупреждений обычно велик процент ложных срабатываний. Обозначаются желтым.
- *Fails* – внутренние сообщения анализатора, информирующие о возникновении каких-то проблем при работе.

PVS-Studio может работать как автономно, так и в качестве плагина для *Visual Studio*. Для демонстрации работы данного инструмента, я буду использовать плагин.

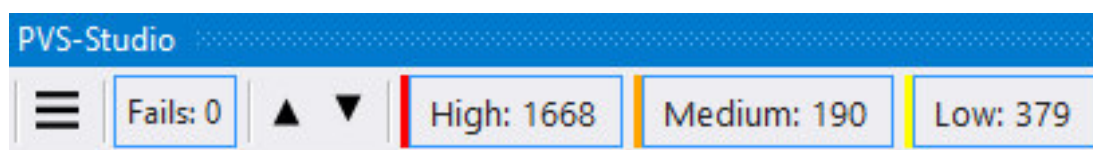


Рисунок 1 – Панель PVS-Studio в Visual Studio

Проверим работу статического анализатора на примере тестового кода, намеренно допустив в нем ошибку.

```
string name = "Георгий";  
string date = DateTime.Today.ToShortDateString();  
string time = DateTime.Now.ToShortTimeString();  
Console.WriteLine("Всем добрый день! Меня зовут {0}. " +  
    "Сегодня {1}, Текущее время: {1}", name, date, time);
```

Рисунок 2 – Код с намеренно допущенной ошибкой (1)

В результате имеем ошибку с кодом *V3025*, которая говорит нам о том, что было неправильно применено форматирование строки.

★	Code	Message	File	Line
★	V3025	Incorrect format. A different number of format items is expected while calling 'WriteLine' function. Arguments not used: time.	Program.cs	18

Рисунок 3 – Сообщение PVS-Studio об ошибке

Перейдя на строку, указанную в отчете об ошибках, мы увидим, что в строку два раза был передан аргумент с индексом «1», в то время как аргумент с индексом «2» передан не был, что приводит к неправильной работе программы.

```
Console.WriteLine("Всем добрый день! Меня зовут {0}. " +  
    "Сегодня {1}, Текущее время: {1}", name, date, time);
```

Рисунок 4 – Код с намеренно допущенной ошибкой (2)

Исправим данную ошибку и запустим сканирование заново.

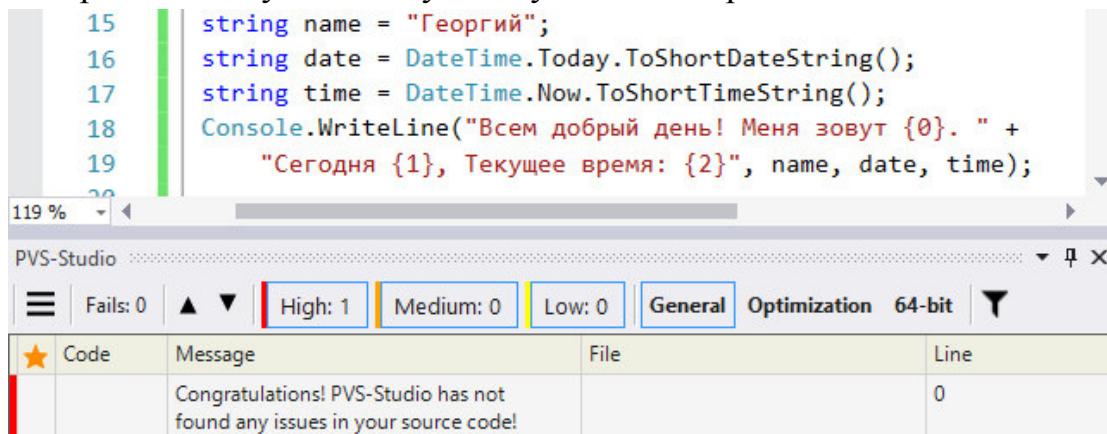


Рисунок 5 – Сообщение: ошибок не обнаружено (1)

Получаем сообщение о том, что ошибок не найдено.

Однако бывают такие случаи, когда статический анализатор не может распознать ошибку. Разберем на следующем примере.

Допустим, мы хотим заполнить массив случайными значениями от 1 до 10, для чего пишем следующий код.

```
Random rnd = new Random();  
int[] array = new int[10];  
  
for (int i = 1; i < array.Length; i++)  
{  
    array[i] = rnd.Next(1, 10);  
}  
  
foreach (int i in array)  
{  
    Console.Write(i + " ");  
}
```

Рисунок 6 – Код инициализации массива

Запускаем сканирование кода статическим анализатором и получаем результат: ошибок не найдено.

Fails: 0

▲▼

High: 1

Medium: 0

Low: 0

General

Optimization

64-bit

★	Code	Message	File	Line
		Congratulations! PVS-Studio has not found any issues in your source code!		0

Рисунок 7 – Сообщение: ошибок не обнаружено (2)

Все вроде бы отлично, но давайте теперь попробуем запустить программу.



Рисунок 8 – Результат выполнения программы

Как мы видим, первый элемент массива принимает значение «0», хотя такого быть не должно, так как числа генерируются в диапазоне от 1 до 10. Можно сделать вывод, что программа работает неправильно, несмотря на то, что *PVS-Studio* ошибок не обнаружил.

В данной ситуации нам на помощь приходит динамический анализатор кода, простейшим примером которого является встроенный отладчик *Visual Studio*.

Обратим внимание на то, что изначально, при создании, массив инициализируется нулевыми значениями.

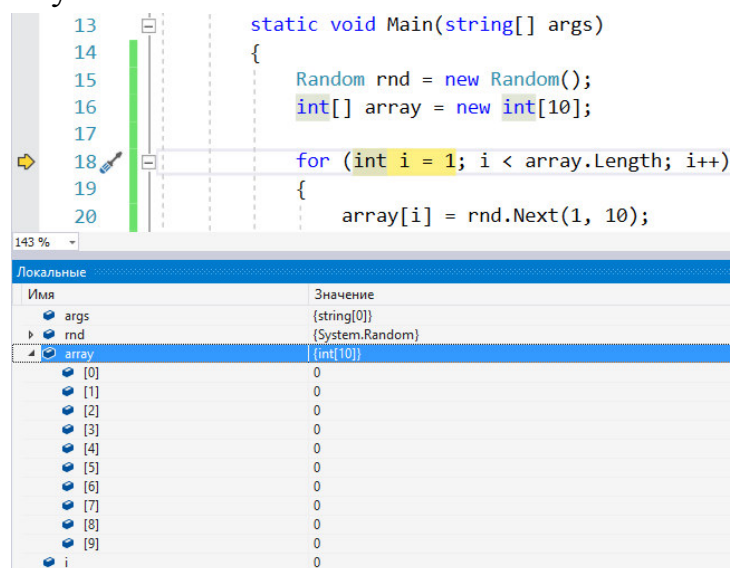


Рисунок 9 – Начало отладки кода

Далее начинаем пробегать по циклу.

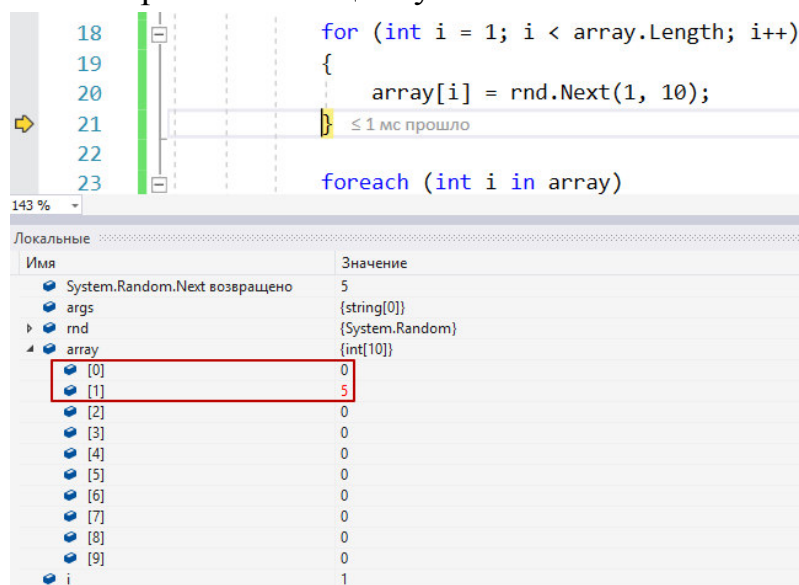


Рисунок 10 – Обнаружение ошибки в ходе отладки кода

Здесь мы видим, что заполнение массива начинается с элемента под индексом «1», в то время как «нулевой» элемент пропускается. Причина в том, что мы неправильно задали счетчик, забыв о том, что отсчет элементов начинается не с единицы, а с нуля. Довольно распространенная ошибка, особенно среди новичков, обнаружить которую нам помог динамический анализатор кода.

В заключение хочу отметить, что любой программист, даже самый квалифицированный профессионал и мастер своего дела, в первую очередь – человек. А любому человеку свойственно допускать ошибки. Эти ошибки могут стать крупной угрозой для информационной безопасности и привести к серьезным последствиям. Поэтому тема аудита безопасности программного кода будет актуальна еще долгое время. Каждый из рассмотренных подходов к аудиту имеет свои достоинства и недостатки. Для того чтобы добиться наилучшего эффекта, стоит комбинировать их использование.

Научный руководитель – к.т.н, доцент кафедры «Информационные технологии и системы» Р. А. Ещенко, ДВГУПС.

Список литературы

1. Марков. А. С. Аудит программного кода по требованиям безопасности / А. С. Марков, В. Л. Цирилов [Электронный ресурс] // Журнал "Information Security. – 2008. – №2 – Режим доступа: http://lib.itsec.ru/articles2/control/audit_progr_koda_treb_bezopasn.
2. Знакомство со статическим анализатором кода PVS-Studio на Windows [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.viva64.com/ru/m/0007>.

О. Р. Шилова, Н. Е. Волков

Филиал Ростовского государственного университета путей сообщения в г. Воронеж
(филиал РГУПС в г. Воронеж), Российская Федерация

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В данной статье рассматриваются перспективы развития информационных технологий. Для свободной ориентации в информационных потоках современный специалист любого профиля должен уметь получать, обрабатывать и использовать информацию с помощью компьютеров, телекоммуникаций, искусственного интеллекта и других средств компьютеризации.

Ключевые слова: информация, информационные технологии, машинное обучение, искусственный интеллект, робототехника.

Olga R. Shilova, Nikita E. Wolves

Branch of the Rostov State University of Railway Engineering in Voronezh (Branch of the State University of Railway Transport in Voronezh), the Russian Federation

MODERN TRENDS OF INFORMATION TECHNOLOGIES

This article discusses the prospects for the development of information technology. For free orientation in information flows, a modern specialist of any profile should be able to receive, process and use information using computers, telecommunications, artificial intelligence and other means of computerization.

Keywords: information, information technology, machine learning, artificial intelligence, robotics.

В процессе эволюции человечество производило с используемой информацией определенные действия: сбор, хранение, обработку и передачу её друг другу. В то же время, понятие «информационные технологии» в его современном понимании появилось в середине прошлого столетия в статье «Гарвард бизнес ревью». Соавторы публикации Гарольд Дж. Ливитт и Томас Л. Уислер заметили, что «новая технология еще не имеет единого установленного названия. Мы будем называть это информационными технологиями (ИТ)». В то время их определение включало в себя следующие составляющие: методы

обработки, применение статистических и математических методов для принятия решений и моделирование мышления высшего порядка с помощью компьютерных программ.

Понятие информационных технологий применяется как единое целое с компьютерами и компьютерными сетями, но в тоже время использует и другие технологии распространения информации, такие как телевидение и телефоны. Большинство услуг сегодня невозможны без информационных технологий, включая компьютерную технику, программное обеспечение, электронику, сети интернет, телекоммуникационные сети и и электронную коммерцию.

К будущим тенденциям отрасли IT можно отнести следующие:

- ✓ машинное обучение;
- ✓ интернет вещей;
- ✓ цепочка блоков;
- ✓ квантовые вычисления;
- ✓ 3D- печать;
- ✓ робототехника;
- ✓ дополненная реальность;
- ✓ искусственный интеллект;
- ✓ биометрия;
- ✓ виртуальный интеллект;
- ✓ виртуальная реальность;
- ✓ дроны;
- ✓ автономные транспортные средства.

В данной статье остановимся более подробно на некоторых из них.

Итак, что же такое машинное обучение? Машинное обучение – компьютерная наука, позволяющая эффективно выполнять определенные задачи без использования языков программирования. Машинное обучение основано на изучении теории определения образов и вычислительного обучения с использованием искусственного интеллекта. Машинное обучение изучает и разрабатывает алгоритмы, которые способны анализировать данные и прогнозировать их. Известно, что машинное обучение (Machine Learning) – достаточно весомый подраздел искусственного интеллекта, который занимается изучением методов разработки алгоритмов, которые могут самостоятельно обучаться. Нам известно, что различают два типа обучения. Первое – индуктивное обучение, которое основано на выявлении общих закономерностей по частным эмпирическим данным. Второе - дедуктивное обучение,

предполагающее формализацию знаний экспертов и их перемещение в компьютерную среду в виде базы знаний. В то же время дедуктивное обучение принято относить к области экспертных систем, поэтому термины машинное обучение и обучение по прецедентам можно считать синонимами [1,2]. Изучение исследований и развития нейронных сетей достаточно глубоко связано с развитием и движением в машинном обучении. Нейронные сети расширяют возможности обработки данных и повышают вычислительную мощность ML, увеличивают объем данных, которые будут обработаны, а также появляется возможность реализовывать более сложные задачи. Различают 3 основных подхода к машинному обучению:

- обучение с учителем;
- обучение с подкреплением;
- обучение без учителя (самообучение) [1,2].

При подходе «обучение с учителем» используются специально проверенные и отобранные данные, в которых уже известны и надежно определены правильные ответы. В то же время параметры нейронной сети подстраиваются так, чтобы минимизировать ошибку. В этом способе искусственный интеллект (ИИ) предоставляет возможность сравнить правильные ответы к каждому входному примеру и выявить всевозможные зависимости ответа от входных данных. Например, коллекция рентгенологических снимков с указанными заключениями будет являться базой для обучения ИИ – его «учителем». Из серии полученных моделей человек в итоге выбирает наиболее подходящую, например, по максимальной точности выдаваемых прогнозов. Чаще всего подготовка таких данных и ретроспективных ответов требует большого участия человека и его ручного отбора. Несомненно, на качество полученного результата будет влиять субъективность конкретного человека – эксперта. Здесь стоит заметить, что нейро сети являются функцией с нелинейными преобразованиями и обладают супер специфичностью. И в таком случае, результат работы алгоритма ИИ будет непредсказуем, если на вход будут поданы параметры, выходящие за границы значений обучающей выборки. Поэтому очень важно обучать ИИ систему на примерах и частотности, адекватных последующим реальным условиям эксплуатации. Эти алгоритмы должны постоянно проверяться, чтобы впоследствии смогли извлекать уроки из данных и предсказывать их. Такие алгоритмы проверяются после строго статических программных инструкций путем создания данных, управляемых данными предопределения или решения, путем построения модели из выборочных входных данных.

Известно, искусственный интеллект (ИИ) - это область компьютерных наук, в которой особое внимание уделяется созданию интеллектуальных машин, которые работают и думают как люди. Большинство компьютеров с функциями искусственного интеллекта имеют следующее предназначение:

- ✓ Распознавание речи;
- ✓ Учеба;
- ✓ Планирование;
- ✓ Решение проблем.

В тоже время имеет место и другое определение искусственного интеллекта. Искусственный интеллект - это отрасль информатики, целью которой является создание интеллектуальных машин. И это в настоящее время становится важной и неотъемлемой частью технологической индустрии. Исследования, связанные с искусственным интеллектом, которые проводились в последнее время, носят высокотехнологичный и достаточно специализированный характер. В то же время стоит отметить основные проблемы искусственного интеллекта, включающие следующие определенные черты, такие как:

- ✓ Знания;
- ✓ Аргументация;
- ✓ Решение проблем;
- ✓ Восприятие;
- ✓ Учеба;
- ✓ Планирование;
- ✓ Умение манипулировать и перемещать объекты.

Отметим, что инженерия знаний является неотъемлемой частью исследований ИИ. Машины могут зачастую действовать и реагировать как люди, только если они обладают достаточным объемом информации, относящейся к настоящему месту и времени. В этом случае искусственный интеллект должен иметь доступ к объектам, категориям, свойствам и отношениям между ними для реализации инженерии знаний. Инициирование здравого смысла, рассуждения и решения проблем в машинах - сложный и утомительный подход. И в этом случае отметим, что машинное обучение – здесь еще одна ключевая часть ИИ. Обучение без какого-либо контроля требует способности выявлять закономерности в потоках входных данных, тогда как обучение с адекватным контролем включает классификацию и числовые регрессии. Классификация определяет категорию, к которой принадлежит объект, и регрессия имеет дело с получением набора числовых входных или выходных примеров, тем самым обнаруживая функции,

позволяющие генерировать подходящие выходные данные из соответствующих входных данных. Математический анализ алгоритмов машинного обучения и их производительности является четко определенной отраслью теоретической информатики, которую часто называют теорией вычислительного обучения.

Машинное восприятие имеет дело с возможностью использовать сенсорные входы для определения различных аспектов мира, в то время как компьютерное зрение – это способность анализировать визуальные входы с несколькими подзадачами, такими как распознавание лиц, объектов и жестов.

Хотелось бы отметить значительную роль, отведенную робототехнике, которая также является основной областью, связанной с искусственным интеллектом. Робототехника - это отрасль машиностроения, которая занимается разработкой, проектированием, производством и эксплуатацией роботов. Эта область пересекается с электроникой, информатикой, искусственным интеллектом, мехатроникой, нанотехнологиями и биоинженерией. Роботам, как никому необходим интеллект для обработки таких задач, как манипулирование объектами и навигацией, а также для выполнения таких задач, как построения карты (картирования) и идентификации своего положения на ней (локализации), которые объединяются в общую суб-задачу одновременного картирования и локализации и для планирования движения. Робототехника сегодня является отраслью машиностроения и науки, и включает в себя и машиностроение, и электротехнику, и информатику и другие. Робототехника сегодня занята проектированием, конструированием, эксплуатацией с использованием роботов, совместно с компьютерными системами, которые предназначены для управления ими. Это – технологии будущего и применяются для создания машин, которые способны заменить человека в его работе. Сегодня имеется возможность использовать роботов в любой ситуации и для любых целей, но большую важность их использования в опасных средах (включая обнаружение и деактивацию бомб), производственных процессах или там, где люди не могут выжить. Роботы способны могут принимать любую форму, есть такие, которые созданы, чтобы напоминать людей по внешнему виду. Это помогает в принятии робота в определенных ситуациях, обычно свойственных людям. Такие роботы пытаются воспроизвести ходьбу, подъем, речь, познание и практически все, что может сделать человек. На сегодняшний день робототехника стремительно развивается, проектирование и создание новых роботов предназначено для всевозможных практических целей, и не только в быту, но и в производственных или военных целях.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Н. А. Епрынцева, филиал РГУПС в г. Воронеж.

Список литературы

1. Епрынцева, Н. А. Влияние нейронных сетей на нашу жизнь / Н. А. Епрынцева // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2018. – № 1-2 (11-12). – С. 70 –73.
2. Епрынцева, Н. А. Искусственный интеллект в сфере недвижимости / Н. А. Епрынцева, А. А. Руднева, А. В. Соколова // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. – 2018. – №4 (14).

УДК 65.011.56

Д. Ю. Сагайдак

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ

Статья посвящена вопросам внедрения современных информационных технологий в электроэнергетике. Дано понятие цифровизации, приведены перспективы ее развития в России и примеры активного использования IT-технологий в этой сфере. Рассмотрены преимущества и недостатки внедрения цифровизации в электроэнергетике.

Ключевые слова: цифровизация, электроэнергетика, современные технологии, IT-технологии.

Diana Y. Sagaidak

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

MODERN INFORMATION TECHNOLOGIES IN THE ELECTRIC POWER INDUSTRY

The article is devoted to the implementation of modern information technologies in the electric power industry. The concept of digitalization is given, prospects for its development in Russia and examples of the active use of IT technologies in this area are given. The advantages and disadvantages of the introduction of digitalization in the electric power industry are considered.

Keywords: digitalization, electric power industry, modern technologies, IT-technologies.

В настоящее время практически во всех отраслях производственной деятельности эффективная работа невозможна без применения современных информационных технологий. Они активно внедряются в бизнес-процессы предприятий различного уровня и профиля. Цифровая трансформация охватила все сферы общества. Цифровизация – это, прежде всего, освобождение человека от машинных функций и возникновение новых, творческих форм. В энергетике данное понятие означает создание новых бизнес-моделей, сервисов и рынков с опорой на возможности цифровой экономики.

Актуальность рассматриваемого понятия в отрасли энергетики заключается в том, что самой острой проблемой стабильной работы электросетей называют неимоверное повышение рабочего напряжения до недопустимых значений, в то время как электроэнергетика нуждается в дискретной работе. Именно поэтому специалисты в данной области открыли вопрос о необходимости глобального внедрения *IT*-технологий в электроэнергетическую сферу и полной автоматизации электросетевого комплекса.

При обновлении оборудования происходит повышение степени его надежной работы, значительное уменьшение расходов на его обслуживание, экономия топлива. Автоматизация инновационных процессов повышает эффективность производства и гарантирует обеспечить защиту окружающей среды [1].

Энергетику трудно считать полностью цифровой. В наше время процессы автоматизации и цифровизации внедряются непосредственно там, где необходимо эффективное использование ресурсов. В электроэнергетике, как и в других отраслях экономики, они ориентированы на повышение эффективности компаний, ведь каждый инновационный подъем практически невозможен без современных технологий. Цифровизация позволит энергетическим предприятиям увеличить доходы на 3 – 4% в краткосрочной перспективе. На данный момент к успешной цифровой трансформации в электроэнергетическом секторе выявлено пять шагов [2].

1. Формирование видения.

Цифровая трансформация требует больших изменений, нежели обыкновенная программа по снижению затрат, именно поэтому она должна быть объединена в замкнутую стратегию и получать соответствующее внимание со стороны руководства. Главное – определить, какие направления будут являться основными и сколько ресурсов компания готова потратить на каждое ключевое направление.

2. Разработка цифровой стратегии.

Достижение быстрых результатов поможет мобилизовать организацию и сгладить переход от пилотной фазы к полномасштабному внедрению. Необходимо закладывать достаточно времени для перехода к полному развертыванию планируемого проекта.

3. Назначение команды исполнителей.

Цифровая трансформация в любой области затрагивает все уровни иерархии и все типы процессов, поэтому в программу должна вовлекаться вся организация.

4. Развитие новых компетенций и навыков.

Работники должны осваивать мобильные инструменты управления персоналом, совместимые с дополненной реальностью, а также инструменты онлайн-обработки данных и принятия решений.

5. Создание экосистемы.

В России достаточно активно проводятся серьёзные реформы в этой области, направленные на формирование полнофункциональных рынков электроэнергии. Перспектива вхождения России в мировую энергетическую систему напрямую зависит от повышения качества и эффективности функционирования практически всех систем автоматизированного управления в электроэнергетике.

Цифровая энергетика изначально призвана стать ведущей и незаменимой частью цифровой экономики. В п. 11 указа Президента РФ от 07.05.2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации до 2024 года» цифровая реорганизация энергетической инфраструктуры названа одним из приоритетных направлений развития. Сейчас происходит цифровизация электроэнергетики, нефтегазового комплекса и угольной промышленности. Реализация ведомственного проекта под названием «Цифровая энергетика», курируемого экспертами из Минэнерго РФ, должна завершиться к 30 декабря 2021 года [3]. К планируемым результатам цифровизации в электроэнергетике РФ относятся:

- увеличение производительности;
- снижение затрат;
- совершенствование энергоснабжения потребителей;
- создание основы для будущего развития российского топливно-энергетического комплекса.

По данным за февраль 2020 года российские электроэнергетические компании до 2030 года инвестируют в цифровые технологии около 30 млрд.

евро. Диаграмма изменения размеров рынка ИТ-технологий в российской энергетике в 2017 – 2025 гг. приведена на рис. 1.

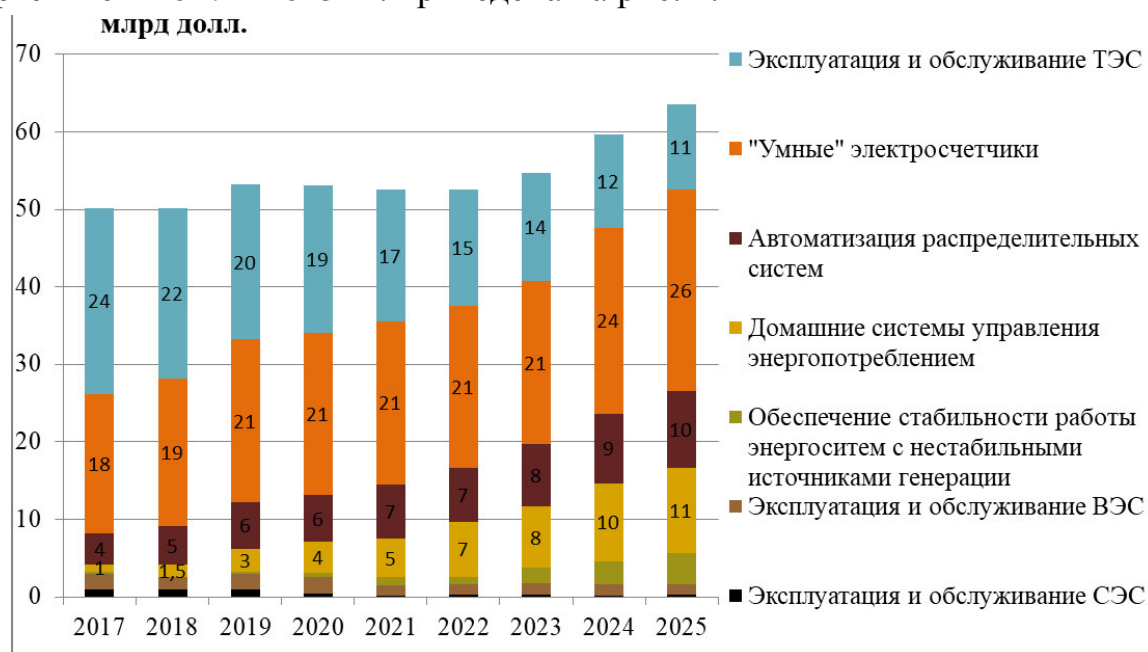


Рисунок 1 – Диаграмма изменения размеров рынка ИТ-технологий

В настоящее время уже можно привести множество примеров активизации процесса создания и внедрения современных технологий в энергетике. Компания «Росэлектроника» представила разработки для цифрового преобразования электросетевого комплекса. Она показала интеллектуальные приборы учета электроэнергии, позволяющие в режиме реального времени считывать и сохранять информацию, а также производить наблюдение за качеством электроэнергии. Такие приборы выпускаются на российской элементной базе и имеют механизмы защиты от несанкционированного доступа [4, 5]. «Вега» представила беспилотник для отслеживания линий электропередач. Летательный аппарат оснащен камерой, тепловизором и способен работать в автоматическом режиме, самостоятельно собирая и передавая данные о состоянии сетей операторам.

В последние годы активно развивается *IoT* (*Internet of Things*) или «Интернет-вещей» – это рабочая сеть, которая связывает объекты с Интернетом, при этом собирается и обрабатывается информация от подключенных объектов. *IoT*-устройства – автономное оборудование, которое подключено к Интернету, но может обслуживаться как удалённо, так и непосредственно оператором. Применение *IoT* в электроэнергетике позволит уменьшить расход топлива, на закупки которого приходится более половины операционных затрат станций. Примером успешной реализации *IoT*-проектов в российской электроэнергетике

является компания «Интер РАО Электрогенерация». Внедренная система сбора, передачи и расчета технологической информации помогает сокращать перерасход топлива и повышает надежность работы [6].

SmartGrid – это модернизированные сети электроснабжения, которые используют информационные и коммуникационные сети и технологии для сбора информации об энергопроизводстве и энергопотреблении, позволяющей автоматически повышать эффективность, надёжность, экономическую выгоду, а также устойчивость производства и распределения электроэнергии. *SmartGrid* предполагает создание саморегулирующейся электроэнергетической системы, которая, обладая всей текущей информацией о состоянии сети и потреблении, будет распределять текущие энергетические ресурсы, полученные как от промышленных производителей, так и от частных пользователей. При этом излишек энергоресурсов будет накапливаться в специальных хранилищах и использоваться в периоды пиковых нагрузок. Умные сети *Smart Grid* в электроэнергетике должны отвечать критериям гибкости, доступности, надёжности и экономичности [7].

При внедрении цифровых технологий в сетевом комплексе электроэнергетики России следует сосредотачиваться на улучшении контроля работы под-станций, линий электропередачи за счет дистанционного мониторинга. Ключевые задачи цифровизации электроэнергетики, которые представило Министерство энергетики РФ [3, 4], заключаются в следующем:

- 1) сформировать отраслевые заказы в целях стимулирования российского машиностроения и микроэлектронной промышленности и снижения затрат на логистику;
- 2) создать возможность использования отраслевой технологической статистики в научных целях;
- 3) отрегулировать отраслевые нормативно-правовые акты в сфере электроэнергетики;
- 4) создать системы ответственности сетевых организаций за несоблюдение индивидуальных показателей надежности и качества услуг по передаче электроэнергии;
- 5) внедрить электронное получение услуг по технологическому присоединению к электрическим сетям;
- 6) увеличить степень надежности энергоснабжения потребителей.

Внедрение цифровизации в энергетику и в ее отрасли, а также в наше общество в целом, имеет ряд преимуществ, которые уже были перечислены выше. Однако у данного процесса, несмотря на удобство и надежность, есть один недостаток – это потеря работы людьми, ведь современные технологии заменили многие человеческие рабочие места, работу выполняют роботы. Это, несомненно,

хорошая новость для бизнеса, так как она помогает им зарабатывать больше финансовых средств и обслуживать клиентов, но это плохая новость для сотрудников, поскольку они могут стать лишними. И все же, несмотря на такой серьезный недостаток, цифровые технологии активно входят в нашу жизнь.

В последнее время потребители все чаще стали отказываться от централизованного электроснабжения, так как заинтересованы в снижении затрат на оплату энергоресурсов. Но они абсолютно не заинтересованы в механизме нерыночного ценообразования, который действует на электроэнергетическом рынке в виде дополнительных тарифов на промышленных потребителей в рамках перекрестного субсидирования. Для крупных энергогенерирующих объектов отток потребителей является также плохим сигналом. Он означает остановку роста или даже снижение энергопотребления. Именно поэтому правительство России так заинтересовано в программе «Цифровая энергетика», поскольку на данный момент применение современных информационных технологий является оптимальным решением перечисленных проблем.

Научный руководитель – д.т.н., заведующий кафедрой «Информатика и компьютерная графика» Е. А. Сидорова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Концепция интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью: учеб. пособие [Текст] / О. М. Бударгин [и др]. – М.: Редакция, 2012. – 238 с.
2. Пять шагов к цифровизации энергетики [Электронный ресурс] – режим доступа: <https://www.rbc.ru/trends/innovation/5d6796719a7947b5b36a5972> (дата обращения 20.04.2020).
3. Указ Президента РФ от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года».
4. Цифровой переход в электроэнергетике России [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.csr.ru/issledovaniya/tsifrovoj-perehod-v-elektroenergetike-rossii> (дата обращения: 11.04.2020).
5. Цифровизация энергетики // Науч. исследовательский ун-т «Высшая школа экономики» [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://energy.hse.ru/digitalization> (дата обращения: 11.04.2020).
6. «Интернет вещей» в электроэнергетике России [Электронный ресурс] / «PWC», 2018:– режим доступа: <http://www.pwc.ru/IoT> (дата обращения: 12.04.2020).
7. Голышко, А. Цифровая электроэнергетика [Электронный ресурс] / А.. Голышко. – режим доступа: <https://habr.com/ru/company/technoserv/blog/342268> (дата обращения 20.04.2020).

С. А. Сулейменова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ЛАБОРАТОРНЫЙ КОМПЛЕКС УПРАВЛЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫМ ТЕХНИЧЕСКИМ ОБЪЕКТОМ

В данной статье рассматриваются задачи проектирования лабораторного комплекса. В ходе исследования были изучены современные подходы имитационного моделирования и разработана модель сортировочной горки. Рассмотрены аппаратная конфигурация программируемого логического контроллера и программное обеспечение, моделирующее управление техническим объектом. Перспективной целью создания лабораторного комплекса является приобретение навыков использования лабораторного оборудования, изучения и исследования характеристик заданного объекта, и формирования навыков разработки и эксплуатации программных и аппаратных средств.

Ключевые слова: лабораторный комплекс, имитационное моделирование, сортировочная горка, программируемый логический контроллер.

Sania A. Suleymenova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

LABORATORY COMPLEX FOR VIRTUAL TECHNICAL FACILITY MANAGEMENT

This article discusses the design tasks of the laboratory complex. The study examined modern simulation approaches and developed a model of a sorting slide. Hardware configuration of programmable logic controller and software simulating control of technical object are considered. A promising goal of creating a laboratory complex is to acquire skills of using laboratory equipment, studying and investigating characteristics of a given object, and building skills of development and operation of software and hardware.

Keywords: laboratory complex, simulation, sorting slide, programmable logic controller.

В связи с постоянно повышающимися требованиями к уровню квалификации специалистов актуален вопрос наличия современного лабораторного оборудования и соответствующих программ лабораторных

исследований.

Использование таких лабораторных программ в учебном процессе позволяет предоставить возможность обучающимся провести эксперименты с оборудованием и материалом, которыми он не имеет возможности воспользоваться в обычной жизни из-за дорогостоящей аппаратуры и лицензионного программного обеспечения. Получить практические навыки проведения экспериментов, ознакомиться детально с компьютерными моделями, процессами работы уникальной аппаратуры, исследовать опасные в реальной ситуации процессы и явления, не опасаясь за возможные последствия.

Предметом исследования в данной работе является работа сортировочной горки и ее технологические параметры. Имитационное моделирование может быть использовано как эффективное средство анализа и оценки показателей функционирования. Следует отметить, что вопросам управления виртуальным техническим объектом, которым является сортировочная станция с помощью имитационного моделирования в отечественной и зарубежной науке посвящено достаточно большое число работ.

Наиболее современным решением задачи исследования работы железнодорожного объекта является использование инновационной системы моделирования – AnyLogic, в которой реализованы все три современные парадигмы построения имитационных моделей: системно-динамическая, дискретно-событийная и агентная.

Системно-динамический подход – это подход к изучению и моделированию сложных систем, исследующий поведение во времени и взаимодействие составляющих системы между собой, другими словами, это метод изучения динамики процессов в сложных системах. Системная динамика применяется в основном в стратегических моделях, в которых присутствует высокий уровень абстракции. Например, для транспортных моделей минимальной единицей будет не автомобиль, а транспортный поток, т. е. в системной динамике каждый элемент представлен как система в целом, а не отдельными элементами.

Дискретно-событийный, или процессный, подход – это подход к моделированию процессов, которые происходят в хронологической последовательности, т. е. система меняет свое состояние только в момент наступления определенного события. Дискретно-событийный подход по факту – способ задания систем массового обслуживания. Главными составляющими дискретно-событийной диаграммы являются заявки, элементы очереди, элементы задержки, различные блоки, обрабатывающие заявки, а также связи

между ними, которые определяют последовательность действий.

В агентном подходе ключевой составляющей является агент, чье поведение зависит от среды, в которой он находится. Агентная модель состоит из множества независимых объектов, каждый из которых имеет свое собственное поведение (свои правила) и могут взаимодействовать как с окружающей средой, так и друг с другом. Сложность всей системы описывается взаимодействием большого числа агентов, которое трудно проследить. В основном агентные диаграммы задаются в виде конечных автоматов.

Наличие инновационного графического интерфейса позволяет конструировать модели из многочисленных объектов, которые содержатся в уже готовых объектно-ориентированных библиотеках. В частности, для создания данной модели существует специализированная «Железнодорожная библиотека».

Описание железнодорожных объектов и операций перевозочного процесса при помощи этой библиотеки позволяет поезда, локомотивы и вагоны представлять в виде «заявок». Схема путевого развития сортировочной горки задается группой векторных фигур – ломаных линий и окружностей, изображающих соответственно железнодорожные пути и стрелочные переводы.

Маршрут движения задается перечнем элементов путевого развития, также при движении контролируется занятость элементов маршрута, а стрелки переводятся автоматически. Создание новых поездов осуществляется в случайные моменты времени определенным элементом из железнодорожной библиотеки, который генерирует заявки (вагоны) в виде экземпляров класса, содержащего данные о вагонах и локомотиве.

Вместе с тем в данной модели основной акцент сделан на адекватное моделирование перемещений подвижного состава по горке, а технологический процесс обслуживания поездов и вагонов моделируется упрощенно, без учета возможных вариантов технологии и наличия отказов обслуживающих устройств.

На основании всего вышесказанного можно сделать вывод о том, что имитационное моделирование позволяет решить проблемы реального мира безопасно и разумно. Это удобный инструмент для анализа, применяемый в разных областях науки, с его помощью можно легко найти оптимальные решения, что позволяет достичь четкого представления о сложных системах.

Единственной системой, позволяющей комбинировать все три подхода в рамках одной модели, является AnyLogic. Благодаря его возможностям можно

обеспечивать контроль передвижения подвижного состава, в частности, организацию перевода горочных стрелок. Следить за маневровыми передвижениями локомотивов и маршрутом каждого вагона, движущегося на определенный железнодорожный путь. Иначе говоря, функционал данной среды позволяет имитировать и визуализировать работу железнодорожных объектов различного масштаба и степени трудности.

Лабораторный комплекс управления виртуальным техническим объектом, помимо имитационного моделирования сортировочной горки, включает в себя совокупность аппаратно-программных средств, в состав которых входят следующие две части:

- лабораторный стенд, являющийся совокупностью установленных ПЛК Siemens Simatic S7-1500 и сенсорной панели оператора Siemens TP700 Comfort;
- проект железнодорожной сортировочной горки, выполненный в TIA Portal.

Программное обеспечение включает в себя установленные на компьютере операционную систему Windows и специализированную интегрированную среду разработки TIA Portal, обеспечивающую связь и программирование ПЛК через интерфейс Profinet.

Устройством управления является программируемый логический контроллер Siemens Simatic S7-1500, представляющий собой центральный элемент лабораторного стенда.

ПЛК Siemens Simatic S7-1500 – это универсальный модульный программируемый контроллер для автоматизации циклических процессов во всех секторах промышленного производства. Высокая производительность, модульная конструкция, широкие коммуникационные возможности, гибкое использование систем локального и распределенного ввода-вывода, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы центральных процессоров, высокая стойкость к электромагнитным и механическим воздействиям, работа с естественным охлаждением, удобство эксплуатации позволяют получать рентабельные решения для построения систем промышленной автоматизации различного назначения.

Программируемый контроллер S7-1500 имеет модульную конструкцию и позволяет использовать в своем составе модуль центрального процессора (CPU), предназначенный для выполнения программы пользователя, управления всеми узлами контроллера и компонентами системы распределенного ввода-вывода. Также в состав ПЛК входят сигнальные модули (SM), предназначенные для ввода и вывода дискретных и аналоговых сигналов с различными

электрическими и временными параметрами.

При необходимости контроллер может дополняться системными блоками питания (PS), предназначенными для питания электроники модулей контроллера через его внутреннюю шину, если мощности встроенного в CPU блока питания для этой цели недостаточно. Кроме того, в состав контроллера может входить сенсорная панель оператора, позволяющая визуализировать и управлять всеми запрограммированными процессами.

Программируемый логический контроллер (ПЛК) контролирует работу модели и управляет ею с помощью программы. К модулям ввода/ вывода в программе обращаются через адреса. Объединение программного обеспечения и аппаратной периферии представлено на рис. 1.

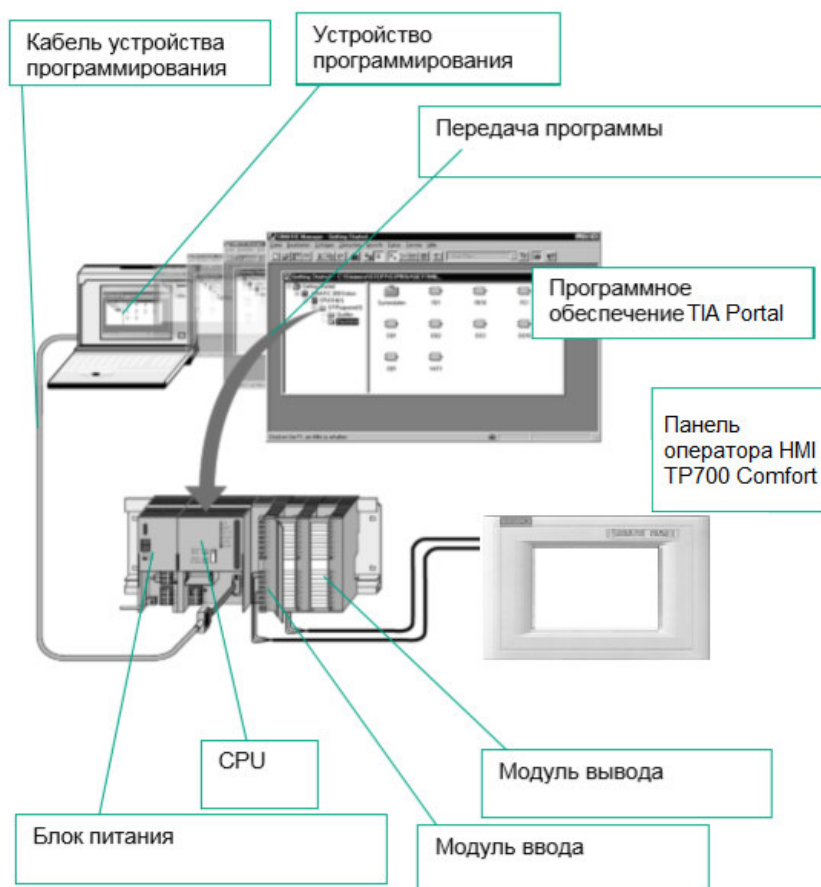


Рисунок 1 – Схема взаимодействия ПО и ПЛК

Под объектом управления рассматривается сортировочная горка, реализованная в интегрированной среде TIA Portal, которая обеспечивает взаимосвязь отдельных компонентов лабораторного стенда.

Данный пакет предназначен для создания проектов, решающих задачи автоматизации отдельных объектов или технологических процессов. Рассматриваемая среда позволяет проводить разработку как программных, так

и аппаратных средств в пределах одного проекта, в результате чего на основе требований к программной и аппаратной частям происходит создание и конфигурирование необходимых средств и сетей, рабочих программ и блоков данных для решения задачи автоматизации.

Разработка проектов в среде TIA Portal повышает эффективность выполнения проектных работ, позволяет использовать все новые языковые расширения и функциональные возможности аппаратуры, существенно упрощает решение вопросов взаимодействия с аппаратурой и системами человеко-машинного интерфейса, приводами, низковольтной коммутационной и защитной аппаратурой, снижает трудозатраты и время выполнения проектных работ.

К преимуществам данной среды можно отнести:

- удобный пользовательский интерфейс;
- единый подход ко всему многообразию решаемых задач;
- широкое использование и наглядная интеграция библиотек и служебных компонентов, предлагаемых как производителем, так и создаваемых пользователем.

Таким образом, спроектирован лабораторный комплекс управления виртуальным техническим объектом, состоящий из модели железнодорожной сортировочной горки, системы ее управления, которая реализована на лабораторном стенде. Данный лабораторный комплекс предназначен для организации учебного процесса и проведения лабораторных работ студентами, в том числе изучения архитектуры информационно-управляющих систем, элементов систем автоматики, управляющих устройств, программируемых логических контроллеров (ПЛК), а также человеко-машинного интерфейса.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и системы управления» Н. А. Тихонова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Руководство к Simatic S7-1500 [Электронный ресурс]. – режим доступа: www.siemens.ru/s7-1500.
2. Советов, Б. Я. Моделирование систем: учебник для бакалавров [Текст] / Б. Я. Советов, С.А. Яковлев. – 7-е изд. – М.: Издательство Юрайт, 2013. – 343 с.
3. Официальный сайт AnyLogic [Электронный ресурс]. – режим доступа: www.anylogic.ru.

С. Н. Туркин, Я. С. Романова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская
Федерация

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ АВТОНОМНЫМ ЛЕТАТЕЛЬНЫМ АППАРАТОМ

Рассматривается задача построения интеллектуальной системы управления техническим объектом на примере автопилотируемого квадрокоптера. Выполнен обзор подходов классической и современной теории управления при синтезе регуляторов квадрокоптера. Выполнено моделирование, с применением проекта Mathworks asbQuadcopter и реализацией нейросети, использующей обучение с подкреплением.

Ключевые слова: квадрокоптер, автоматическое управление, нейронная сеть, обучение с подкреплением, моделирование.

Sergey N. Turkin, Yana S. Romanova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

INTELLIGENT AIRCRAFT AUTONOMIC CONTROL SYSTEM

The problem of building an intelligent control system for a technical object using the example of an autopiloted quadcopter is considered. The review of approaches of classical and modern control theory with the synthesis of quadcopter controllers is performed here. A modeling was completed by using the Mathworks asbQuadcopter project and implementing a neural network that uses reinforcement learning.

Keywords: quadcopter, automatic control, neural network, reinforcement learning, modeling.

Большинство реальных систем автоматического управления действует в условиях неопределенности и не имеет возможности получать полную информацию о состоянии системы и предсказывать случайные изменения этого состояния под действием независимых от объекта управления факторов. В ряде случаев этим можно пренебрегать без ущерба для функционирования системы, сильно упрощая и усредняя влияние неопределенности, но для оставшейся

части систем критически важно правильно реагировать на изменившиеся условия среды. В подобных системах, как правило, используется адаптивное управление.

При проектировании таких систем, при попытке учесть наиболее полный диапазон факторов, имеющих вероятностную природу, классические алгоритмы (такие, как ПИД-регуляторы) чаще всего испытывают определенные сложности. При этом существует ряд методов, весьма эффективных в описанных условиях. Большинство из них относятся к машинному обучению, разделу науки об искусственном интеллекте.

Под «машинным обучением» понимается процесс, в результате которого машина (компьютер, контроллер) способна показывать поведение, заранее в нее не заложенное [1]. К решаемым задачам относятся задачи классификации, восстановления регрессии, кластеризации, идентификации, прогнозирования, извлечения знаний и пр. Методология машинного обучения достаточно обширна, она включает в себя средства математической статистики, методы теории вероятности, численных методы, методы оптимизации, методы теории графов, средства различных информационных технологий.

С точки зрения построения систем управления наибольший интерес представляют два направления:

1) нейронные сети – универсальное средство аппроксимации (хотя большинство методов машинного обучения и имеют собственные алгоритмы [2], нейронные сети универсальны и достаточно просты в применении);

2) обучение с подкреплением – раздел машинного обучения, максимально близкий к задачам управления.

Изначально модель нейронной сети позаимствована из строения биологической нервной системы и в ее основе лежит структура с весовыми коэффициентами, умножаемыми на входные сигналы с дальнейшим суммированием и пропусканием через функцию активации [3].

Саймон Хайкин выделяет [4] три базовых класса нейросетевых архитектур.

Первая – однослойные сети прямого распространения. В многослойной сети нейроны располагаются по слоям, в случае однослойной сети информация передается только от входного слоя сразу на выходной слой. Под однослойностью здесь подразумевается наличие лишь одного вычислительного слоя нейронов, так как узлы источники не производят никаких вычислений, а являются лишь множеством входящих значений.

Вторая архитектура – многослойные сети прямого распространения, этот

класс сетей характеризуется наличием одного или нескольких скрытых слоев. Добавляя скрытые слои, мы можем выделять признаки более сложного порядка особенно если размер слоя достаточно велик. Полносвязность сети определяется наличием связей у каждого узла слоя с каждым узлом следующего слоя.

Третья архитектура – рекуррентные нейронные сети отличаются от сетей прямого распространения наличием хотя бы одной обратной связи.

Задачи машинного обучения в основном определяются терминами обработки примера системой машинного обучения, где под примером понимается набор признаков, полученный в процессе измерения какого-либо объекта или события, обработка которого и является целью обучения. Как правило, пример – это вектор признаков значений. Признаком для изображения являются, например значения его пикселей.

Алгоритмы машинного обучения можно подразделить на две больших категории: с учителем и без учителя, возможна и масса переходных вариантов [5]. Алгоритмы, которые опираются не только на фиксированные наборы данных, но и взаимодействуют с окружающей средой, образуя контур с обратной связью, в основном, включены в раздел обучения с подкреплением.

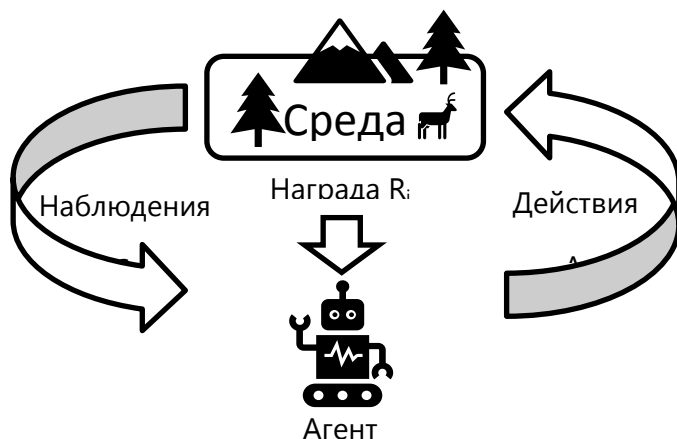


Рисунок 1 – Схема взаимодействий в процессе обучения с подкреплением

В обучении с подкреплением, субъект, называемый агентом, осуществляет действия в определенной среде, тем самым влияя на неё (рис. 1). Обратная связь осуществляется путем наблюдения агентом доступного ему (чаще всего не полного) состояния среды, и определения на основе этого наблюдения некоторого значения вознаграждения, отражающего эффективность достижения поставленных целей агента. Таким образом, для марковских процессов можно определить задачу принятия решения агентом как построение соответствия вероятностей определенных действий (A),

определенным состояниям среды (S), максимизирующим получаемое вознаграждение (R). Эта функция, определяющая действие по состоянию, является политикой $\pi(s)$ агента.

Один из самых известных примеров использования обучения с подкреплением в системах управления – обучения игры на приставки «Atari» компании «DeepMind» опубликованный в «Nature» в 2015 г. [6]. Алгоритм той же компании уже 2016 г. использовался для игры в «GO».

Очень хорошим (многомерным, сложным, с понятным физическим содержанием, подвергаемым воздействию большого числа случайных факторов) объектом управления является беспилотный летательный аппарат – квадрокоптер. Целями управления могут быть на первом уровне – движение по заданной траектории в пространстве в условиях внешних воздействий (например, ветра), на втором – решение задачи эффективности (оптимальности) траектории полета.

К настоящему времени в англоязычной литературе широко описаны в основном примеры применения классических методов управления этим объектом. Например, в статье [7] рассматривается алгоритм управления квадатором как нелинейной многомерной (ММО) системой, при этом применяется метод линейного управления (ПИД-закон), параметры которого настраиваются с помощью генетического алгоритма. Предлагаемая методика позволяет выполнить декомпозицию многомерного объекта и получить набор одномерных контуров (с управлением углами Эйлера и координатами в неподвижной системе координат). Управление отдельными углами требует постоянной координации между отдельными контурами и выполнения преобразования координат. Несмотря на простоту, ПИД-контроллер показывает и уменьшение ошибок, и обеспечение устойчивости полета. Детальный сравнительный анализ нескольких интеллектуальных алгоритмов настройки регуляторов дает ответ на вопрос – какой из них наиболее предпочтителен для данного объекта. В статье [8] описывается аналогичная модель квадрокоптера, но для ее настройки применяются два параллельных подхода: линейный метод синтеза (для линеаризованной модели, подвергшейся декомпозиции) и нелинейный метод на основе адаптивной гибридной нейронной сети, который дает лучшие результаты с точки зрения времени регулирования и точности.

Среда Matlab-Simulink обладает достаточными возможностями для комплексного моделирования систем управления на базе обучения с подкреплением, и модель asbQuadcopter квадрокоптера (рис. 2) (в которой применяется ПД-регулирование по отдельным независимым координатам)

была использована для разработки этой системы (рис. 3) с возможностью выбора между ПД- и нейросетевым регулированием.

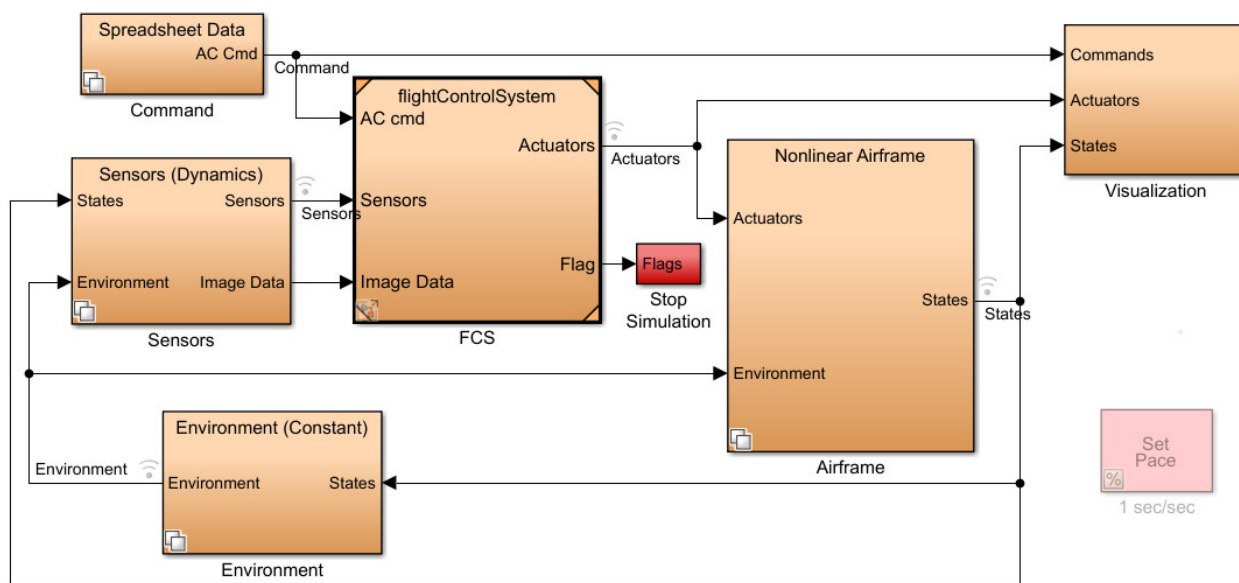


Рисунок 2 – Схема системы управления квадрокоптером

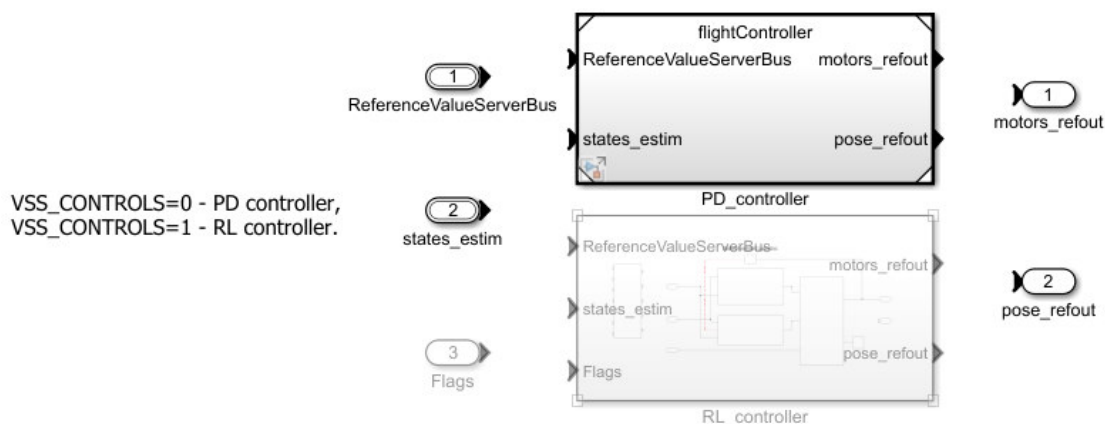


Рисунок 3 – Схема подсистемы управления с ПД- и нейро-регулированием

Основной блок моделируемой системы управления – это RL-agent. Этот блок имеет специализированные порты, предназначенные для приёма наблюдений состоянии системы, получаемом вознаграждении и логический порт определяющий необходимость прекратить этап обучения (например, в результате падение квадрокоптера). Исходящие порты блока обеспечивают выход команд управления, и накопленном в течении этапа вознаграждении. Общая схема системы управления с функциональными блоками для определения соответствующих значений наблюдений, вознаграждения и сигнала «isDone» представлены на рис. 4.

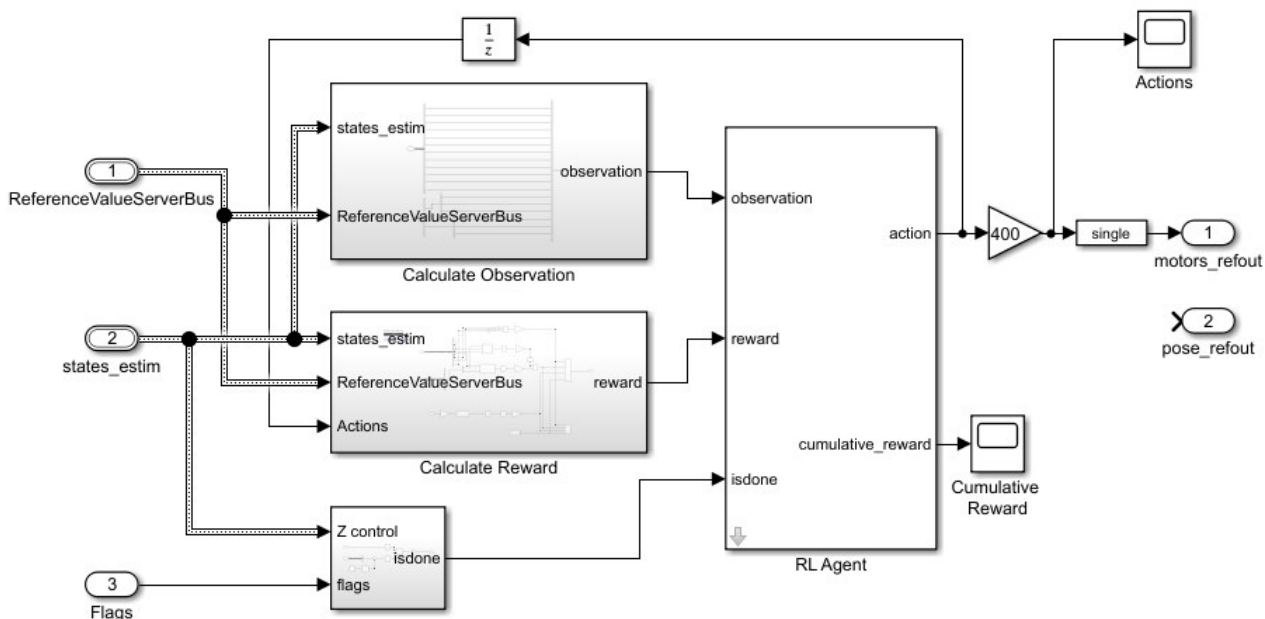


Рисунок 4 – Схема подсистемы на базе обучения с подкреплением

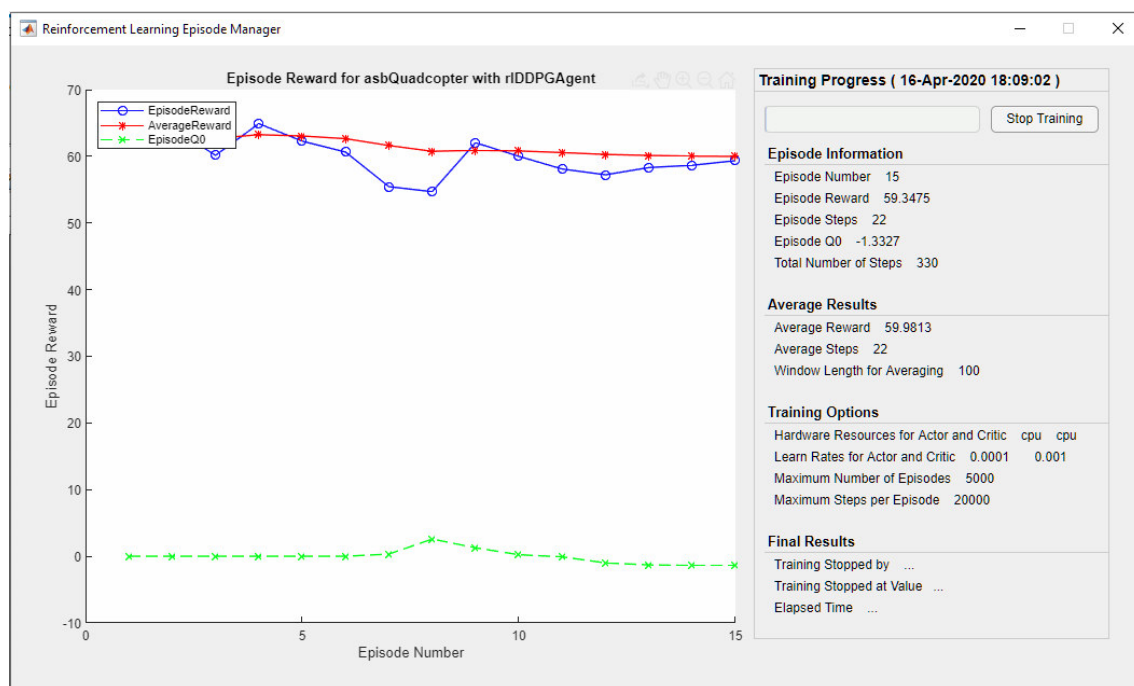


Рисунок 5 – Менеджер обучения с подкреплением в среде Simulink

Дополнительные настройка создания и обучения агента осуществляется скриптом Matlab. В данном случае использовался «rIDDPGAgent» применяемый для глубоко детерминированного градиента политики и реализующего критик-актер метод. Для критика и актера скриптом создаются соответствующие наборы нейросетей с количеством наблюдений для входа у критика и количеством действий у актера так же осуществляется настройка

входящих нейросетей, их структур, функций активации и т. д. Если набор нейросетей актера занимается выбором политики, то совокупность нейросетей критика занимается оценкой ценности нахождения в определенных состояниях. Так же задаются некоторые дополнительные опции агента, такие как фактор дисконтирования, максимальная длительность эпизодов и пр. Обучение осуществляет запуском «Менеджера обучения с подкреплением» и проходит в соответствии с ранее определенными опциями и по указанной модели, что представлено на рис. 5.

Для представленной модели и максимальной длительности 5000 эпизодов без использования параллельных вычислений среднее время обучения составляет порядка 5 часов. Само обучение и его оценка составлялись по траектории, задаваемой через блок Command, а также систему тестов.

В результате проведенной работы создана модель системы обучения с подкреплением для управления моделью квадрокоптера. Модель успешно протестирована и может использоваться для дальнейших исследований.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и системы управления» А. А. Лаврухин, ОмГУПС.

Список литературы

1. Кантор, В. Просто о сложном: как человек учит машину учиться / В. Кантор [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://theoryandpractice.ru/posts/12577-machine-learning>.
2. Машинное обучение для людей [Электронный ресурс] – https://vas3k.ru/blog/machine_learning.
3. Николенко, С. Глубокое обучение. / С. Николенко, А. Кадури, Е. Архангельская. – СПб.: Питер, 2018. – 480 с.
4. Хайкин, С. Нейронные сети / С. Хайкин. – М.: Изд. дом «Вильямс», 2006.
5. Гудфеллоу, Я. Глубокое обучение / Я. Гудфеллоу, И. Бенджио, А. Курвилль. – М.: ДМК-Пресс, 2018. – 652 с.
6. Mnih, V. Human-level control through deep reinforcement learning / V. Mnih [et al.] // Nature. – 2015 – №518, 529 – 533.
7. Hasseni, S. Decentralized PID Control by Using GA Optimization Applied to a Quadrotor / S. Hasseni, L. Abdou // Journal of Automation, Mobile Robotics & Intelligent Systems, 2018, 12. P. 33 – 44.
8. EL Hamidi, K. Using Neural Network and Reference Model Techniques for Unmanned Quadcopter Controllers Design / K. EL Hamidi [et al.] // Conférence Internationale en Automatique & Traitement de Signal (ATS-2018).

В. В. Левицкий

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОЗДАНИЕ ДОСТУПНОГО ЭЛЕКТРОННОГО РЕСУРСА ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ РАБОТНИКОВ ПТО

В статье дается понятие корпоративного портала, сфера его применения, функции, которые можно решить с его внедрением на предприятие, положительные и отрицательные стороны.

Ключевые слова: корпоративный портал, сотрудники, интернет.

Vadim V. Levitskiy

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

CREATING AN ACCESSIBLE ELECTRONIC RESOURCE OF TECHNICAL INFORMATION FOR MAINTENANCE POINT EMPLOYEES

The article describes the concept of a corporate portal, its scope, functions that can be solved with its introduction to the enterprise, positive and negative sides.

Keywords: corporate portal, employees, Internet.

Целью работы является создание информационного ресурса для работников ПТО, для облегчения процесса трудовой деятельности на предприятии.

В настоящее время происходит быстрое развитие электронных и информационных технологий, которые проникают в различные сферы деятельности человека, что приводит к значительному упрощению процесса производства и взаимодействия работников. Процесс делопроизводства становится более автоматизированным, во многих сферах не нужно применять ручной труд. В свою очередь с развитием глобальной сети «Интернет», на много легче становится процесс обмена различной информацией. Многие организации переходят на электронный обмен данными, что приводит к ускорению их процесса деятельности. Распространяется сфера применения

информационных порталов предприятия, для хранения информации и коммуникацией между сотрудниками. Поэтому возникает множество вопросов и проблем относительно применения информационного портала.

Во-первых, нужно разобраться с понятием информационного корпоративного портала. Корпоративный портал – это web-интерфейс, предназначенный для определенного круга лиц (сотрудников предприятия) который предоставляет сотрудникам доступ к информации и сервисам компании на основе персонализации пользователей с помощью любого устройства, подключенного к внутренней сети компании или сети Internet.

Во-вторых, какие функции предприятия можно решить с внедрением информационного портала. Необходимо выделить основные, базовые функции предприятий и организаций, решение которых можно осуществлять посредством внутренних корпоративных порталов:

1. Быстрое информирование сотрудников о предстоящих событиях, необходимости выполнения определенных действий. С внедрением корпоративного портала появляется еще одна возможность информирования сотрудников, путем вывески объявлений, например на главной странице портала;

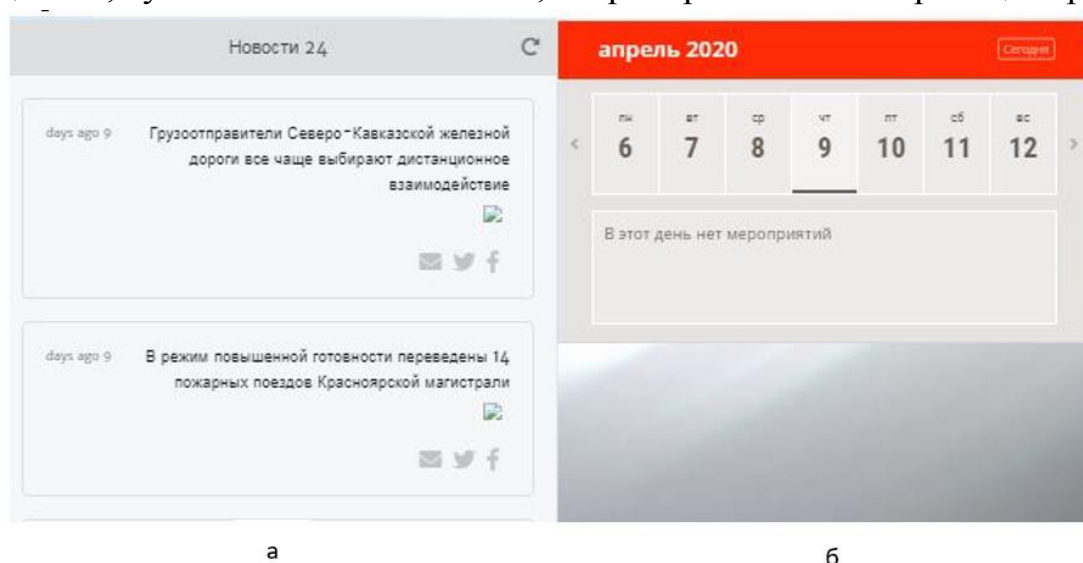


Рисунок 1 – Информирование сотрудников:

а – новостная лента; б – календарь мероприятий

2. Поиск необходимой информации, для осуществления поставленных перед сотрудником задач. Поиск необходимой информации, для осуществления поставленных перед сотрудником задач упростит и ускорит процесс решения поставленных перед сотрудником задач, особенно, если сам процесс выполнения задач имеет ограничения по времени;

3. Возможность знакомства с коллективом, и основными видами деятельности предприятия в целом. Знакомство с коллективом, может быть организовано при помощи одной из функций портала, схожей с социальными сетями популярными в Интернете. Организация социальной сети может быть как внедрением мини социальной внутрикорпоративной сети, а также может быть сокращена до создания профиля сотрудника, с размещенной на ней определенной краткой информацией о пользователе, например, имя, фамилия и отчество, должность, отдел и краткой информации «О себе». Возможность просмотра подобных профилей сотрудников, поможет также сплотить и уже давно работающих сотрудников, которые, к примеру работают в разных регионах (в случае если структура предприятия раскидана на несколько регионов);

Мой аккаунт

Проверьте и отредактируйте личную информацию ниже.

Эл. почта аккаунта:
levitskiyv556@gmail.com

Веб-адрес страницы сообщества
Это ваш персональный веб-адрес, который увидят другие участники.
<https://editor.wix.com/html/editor/web/renderer/render/document/4fde7612-c354-4065-8a78-c41eccad9492/profile/levitskiyv556>

levitskiyv556

Имя: Левицкий

Фамилия: Вадим

Эл. почта для связи: levitskiyv556@gmail.com

Телефон: напр.: +7 123 456-78-90

Рисунок 2 – раздел «О себе»

4. Обучение и оценка сотрудников. Обучение и оценка сотрудников может также проводиться в рамках информационного корпоративного портала стоит только заложить в него определенные функции, таковыми, к примеру, могут быть анонсы проводимых в компании тренингов, всевозможные тесты, краткие обзоры и т.д. На базе большинства предприятий организован процесс проверки уровня знаний сотрудников, который теперь можно внедрить посредством определенной специализированной тестирующей функции портала. Благодаря этому тестирование может проводиться в любом месте, достаточно лишь наличие корпоративной сети;

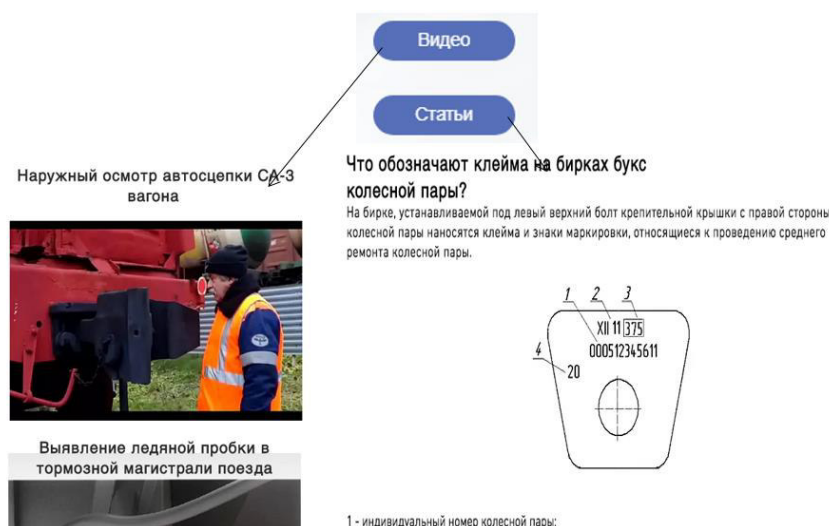


Рисунок 3 – Раздел «Обучение»

5. Обеспечение коммуникации между сотрудниками. Обеспечение коммуникации между сотрудниками можно осуществлять разными функциями корпоративного портала. Можно, к примеру, организовать переписку между определенными группами, отделами предприятия, или создать возможность переписки между всеми сотрудниками компании, посредством видео и аудио конференции. Возможность пользования ресурсами внутри определенных групп.

6. Размещение и интеграция с другими приложениями предприятия портала, для осуществления поставленных задач в одном ресурсе. Размещение и интеграция с другими приложениями предприятия портала, для осуществления поставленных задач в одном ресурсе позволит сотрудникам предприятия использовать уже имеющиеся внутренние ресурсы компании, путем полного или частичного их внедрения в информационный ресурс корпоративного сайта предприятия;

Однако внедрение корпоративного портала влечет за собой ряд недостатков и проблем: достаточно сложный процесс обучения кадров навыкам работы с данным порталом; привязанность к корпоративной сети или сети «Интернет», угрозы взлома и утечки корпоративной информации.

Из последнего пункта вытекает проблема защиты персональных данных, где у «РЖД» разработан и введен в действие комплекс документов, которые регламентируют и обеспечивают безопасность обрабатываемых данных.

В заключении стоит добавить, что, несмотря на наличие определенных недостатков, внедрение корпоративного портала в работу значительно упростит деятельность предприятия, особенно, в такой сложной и многогранной сфере как деятельность железнодорожного транспорта.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» Е. В. Кондратенко, ОмГУПС.

Список литературы

1. Федеральный закон «Об электронной подписи» от 06.04.2011 №63-ФЗ [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://base.garant.ru/12184522>
2. Корпоративное управление, его стандарты и их внедрение 2005 г. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://rid.ru/wp-content/uploads/2016/03/2005>.
3. Web-порталы: назначение, преимущества, особенности и средств [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://compress.ru/article.aspx?id=10962>.

УДК 004.42

Е. А. Карпова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ЯЗЫКЕ VISUAL BASIC

Данная статья посвящена разработке мобильного приложения на языке Basic for Android. В ней изложен принцип программирования с помощью Basic4Android, пошаговая инструкция и конечный результат созданного приложения.

Ключевые слова: Basic for Android, Basic4Android.

Elena A. Karpova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF A MOBILE APPLICATION IN VISUAL BASIC

This article is about developing a mobile application in Basic for Android. It outlines the principle of programming using Basic4Android, step-by-step instructions and the final result of the created application.

Keywords: Basic for Android, Basic4Android.

В настоящее время мобильные гаджеты являются неотъемлемыми средствами постижения знаний и приобретения навыков. Как правило, студенты высших учебных заведений пренебрегают необходимостью

применять на занятиях печатные экземпляры учебно-методической литературы и используют их электронные аналоги. Таким образом, на сегодняшний день актуальной является задача разработки мобильных электронных учебно-методических комплексов, позволяющих студенту всегда иметь под рукой все необходимые материалы, предназначенные для изучения дисциплины.

Дисциплина «Информатика» – одна из дисциплин, изучаемых будущими инженерами в области железнодорожного транспорта. Обычно возникают сложности в освоении студентами раздела «Теоретические основы информатики». Целью настоящей статьи является создание фрагмента мобильного электронного учебно-методического комплекса дисциплины «Информатика», содержащего учебно-методические материалы по разделу «Теоретические основы информатики».

Для разработки программного продукта выбрана среда программирования Basic4Android со встроенным языком программирования Basic for Android.

Окно программы представляет собой форму, выполненную в несколько слоев. На первом слое расположена кнопка «Открыть» и надпись, в которой будет располагаться название мобильного комплекса (рис. 1).

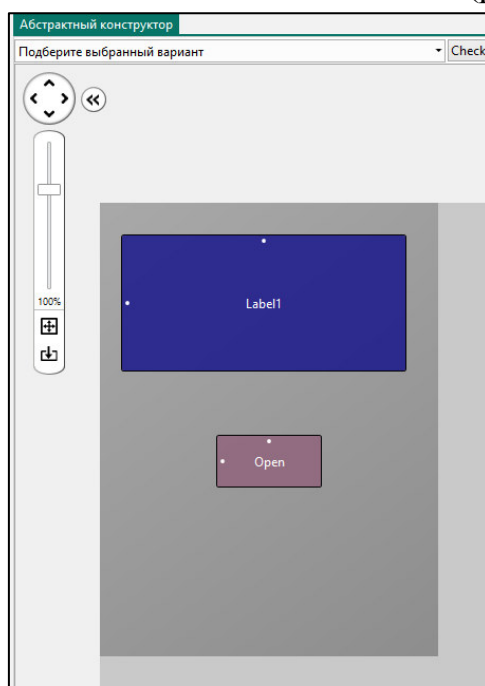


Рисунок 1 – Первый слой приложения в режиме проектирования

По щелчку на кнопке «Открыть» загружается второй слой, содержащий панель, на которой расположены кнопки для открытия учебно-методических материалов, а также объект ImageView (рис. 2) [1].

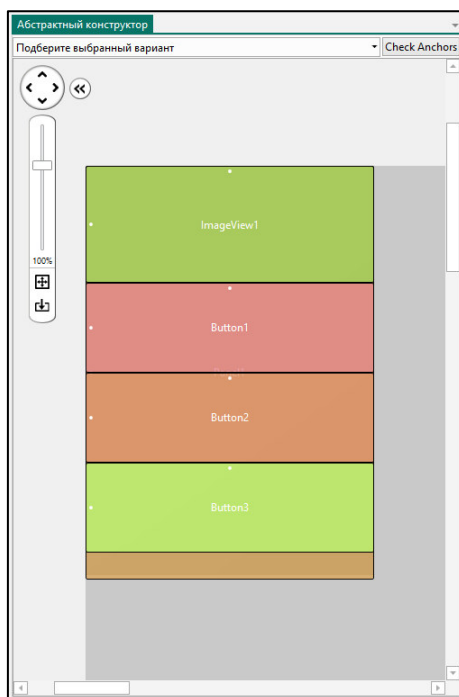


Рисунок 2 – Второй слой приложения в режиме проектирования

Для корректного отображения второго слоя написан специальный скрипт, позволяющий всегда одинаково располагать элементы на панели в режиме работы, не зависимо от того, как они расположены в режиме проектирования (рис. 3) [1].

```

Скрипт - Общий
1  'All variants script
2  AutoScaleAll
3
4  Panel1.SetLeftAndRight(0,100%)
5  Panel1.SetTopAndBottom(0,100%)
6
7  ImageView1.SetLeftAndRight(0, Panel1.Width)
8  ImageView1.SetTopAndBottom(0,40%)
9
10 Button1.SetLeftAndRight(0,Panel1.Width)
11 Button1.SetTopAndBottom(Imageview1.Bottom, Imageview1.Bottom + 8%)
12
13 Button2.SetLeftAndRight(0,Panel1.Width)
14 Button2.SetTopAndBottom(Button1.Bottom, Button1.Bottom + 8%)
15
16 Button3.SetLeftAndRight(0,Panel1.Width)
17 Button3.SetTopAndBottom(Button2.Bottom, Button2.Bottom + 8%)

```

Рисунок 3 – Фрагмент скрипта второго слоя

Для каждой кнопки на панели второго слоя написан программный код, позволяющий открывать файлы, хранящиеся в памяти мобильного устройства, посредством стандартного приложения для просмотра pdf-файлов (рис. 4) [2].


```

54 Sub Button1_Click
55     Dim i As Intent
56     i.Initialize(i.ACTION_VIEW, "file:\\\" & File.DirDefaultExternal & "\\KI.pdf")
57     i.SetComponent("android/com.android.internal.app.ResolverActivity")
58     i.SetType("application/pdf")
59     StartActivity(i)
60 End Sub

```

Рисунок 4 – Фрагмент программного кода для открытия pdf-файлов

Для отладки разработанного приложения применялась специальная утилита – V4A-Bridge, позволяющая устанавливать приложение непосредственно на телефон разработчика.

Скриншоты приложения в режиме работы приведены на рис. 5 – 7.



Рисунок 5 – Стартовый экран мобильного приложения

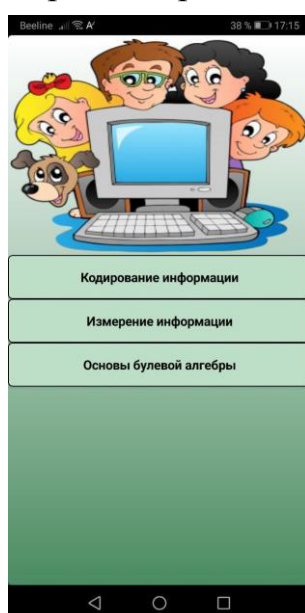


Рисунок 6 – Второй слой мобильного приложения в режиме работы

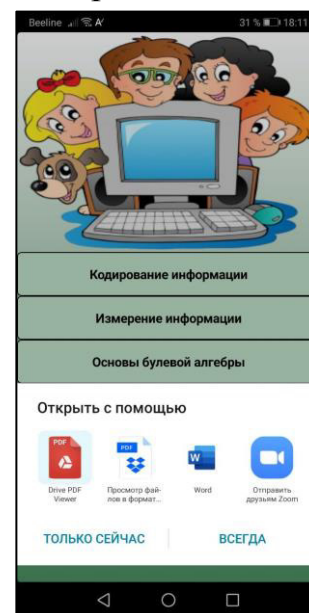


Рисунок 7 – Диалоговое окно выбора приложения для просмотра pdf-файла

Научный руководитель – доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика» А. В. Долгова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Дейтел, Пол Android для разработчиков: 3-е изд. / Дейтел Пол, Дейтел Харви, Уолд Александер. – СПб.: Питер, 2016. – 512 с.
2. Лукин, С. Н. Visual Basic: самоучитель для начинающих / С. Н. Лукин. – Москва: Диалог-МИФИ, 2012. – 448 с.: ил. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=136080> (дата обращения: 19.04.2020).

Н. В. Шакирзянов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОНЛАЙН РЕДАКТОРОВ КОДА ПРИ ИЗУЧЕНИИ ОСНОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

В статье обсуждается возможность изучать основы программирования с помощью онлайн-редакторов кода. Приведен результат тестирования трех онлайн-редакторов кода.

Ключевые слова: основы программирования, онлайн-редактор кода.

Nikita V. Shakirzyanov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

USING ONLINE EDITORS FOR LEARNING THE BASICS OF PROGRAMMING

The article discusses the opportunity for learn the basics of programming with using online code editors. The results of testing three online code editors are given.

Keywords: programming, online code editor.

«Каждый в этой стране должен научиться программировать, потому что это учит тебя думать» – Стив Джобс.

Программирование – процесс создания компьютерных программ, сайтов, игр и многого другого. Все сильнее и сильнее в нашу жизнь проникают новые технологии, являющиеся продуктом программирования. Одновременно с этим и увеличивается количество людей, которым интересна данная отрасль, но не каждый понимает с помощью чего можно начать заниматься программированием.

Не каждый пользователь имеет возможность установить на свой ПК программы, позволяющие начать знакомство с программированием. В таком случае будут полезны онлайн-редакторы для программирования, благодаря им, имея на руках лишь средство способное писать текст и подключаться к интернету, мы получаем возможность к написанию кода, без использования места на локальном устройстве.

Последние годы использование веб-сервисов становится все более актуальным. Веб-сервисы хранят и редактируют файлы и выполняют функции, ранее присущие приложениям, устанавливаемым на локальном компьютере. Среди множества сервисов, доступных в сети интернет, заслуженной популярностью пользуются онлайн-редакторы кода, которые можно использовать при обучении основам программирования в вузах.

Онлайн-редактор кода (редактор исходного кода) – текстовый редактор для создания и редактирования исходного кода программ, это инструмент, находящийся на удаленном сервере, доступ к которому возможен при помощи браузера. Он может быть отдельным приложением или быть встроенным в интегрированную среду разработки (IDE).

Использование онлайн-редакторов при обучении программированию обусловлено множеством разнообразных причин, основными из которых являются:

1. Онлайн-редакторы облегчают совместную работу с другими людьми над текстом программы. При помощи онлайн-редакторов можно поделиться кодом с коллегами, друзьями, получить консультацию по эффективности написанного кода.

2. На некоторых сайтах имеется возможность другим пользователям (например, преподавателю) комментировать созданный код, поэтому разработчик этого кода может получать конструктивные замечания или полезные советы по оптимизации кода, что очень удобно для изучения программирования.

3. При помощи онлайн-редакторов кода можно проводить онлайн экзамен по программированию. Таким образом, преподаватель может увидеть, как студент подходит к решению задачи и как он работает с кодом.

Самые известные в настоящее время онлайн-редакторы кода обладают сходным набором функций. Рассмотрим несколько аспектов, которые нужно иметь в виду, выбирая онлайн-редактор кода (или онлайн-IDE):

- скорость работы приложения;
- легкость настройки;
- поддержка языков;
- поддержка терминала.

Протестируем три онлайн-редактора кода, свободно распространяемые в сети интернет: CodePen, OnlineGDB и Codecademy.

1. *CodePen* – онлайн-редактор, предлагает поддержку трех языков программирования: *HTML*, *CSS* и *JavaScript*. *CodePen Pro* поддерживает

совместный режим, позволяющий дополнять код в режиме реального времени, а также режим *Professor Mode*, с помощью которого группа студентов может следить за пояснениями преподавателя, когда он поясняет код, а вы можете переписываться с ними в чате [2]. Интерфейс редактора показан на рис. 1.



Рисунок 1 – Онлайн-редактор CodePen

2. OnlineGDB – это онлайн-редактор, компилятор и отладчик для 15 языков программирования [3]. Данный онлайн-редактор, хорош тем, что он быстр по сравнению с другими онлайн-редакторами, он представляет гораздо большее количество языков программирования, чем другие и в нём отсутствует какие-либо платные функции и он довольно минималистичен, в нём отсутствует возможность редактирования кода, сразу несколькими людьми, но есть возможность импорта вашего кода или на GitHub, или на ваше устройство. Также присутствует активная поддержка, помогающая не только в том случае, когда есть проблемы с самим онлайн-редактором, но в случаях, если есть вопросы по поводу написания кода. Интерфейс редактора показан на рис. 2.

3. *Codecademy* – интерактивная онлайн-платформа по обучению 12 языкам программирования: *Python*, *PHP*, *JavaScript*, *Ruby*, *Java* и др., а также работе с библиотекой *jQuery* и языкам разметки и оформления веб-страницы *HTML* и *CSS*. Работает с 2011 года [4]. Интерфейс редактора показан на рис. 3.

На *Codecademy* также существует форум, где новички и опытные веб-разработчики могут общаться и помогать друг другу. Для некоторых курсов существуют «песочницы», в которых пользователи могут тестировать свои программные коды [4].

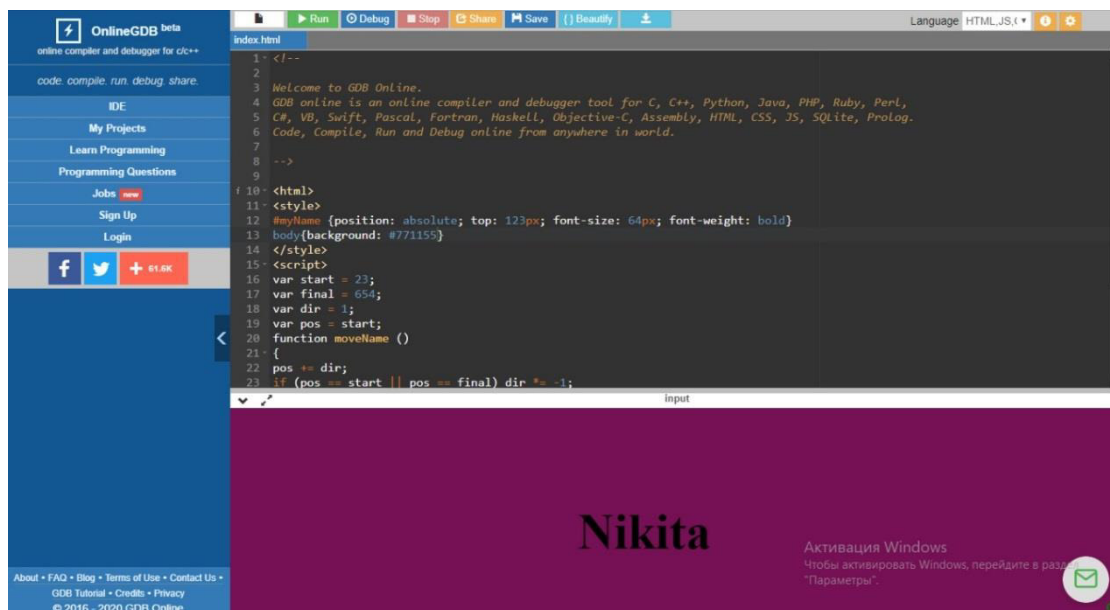


Рисунок 2 – Онлайн-редактор OnlineGDB

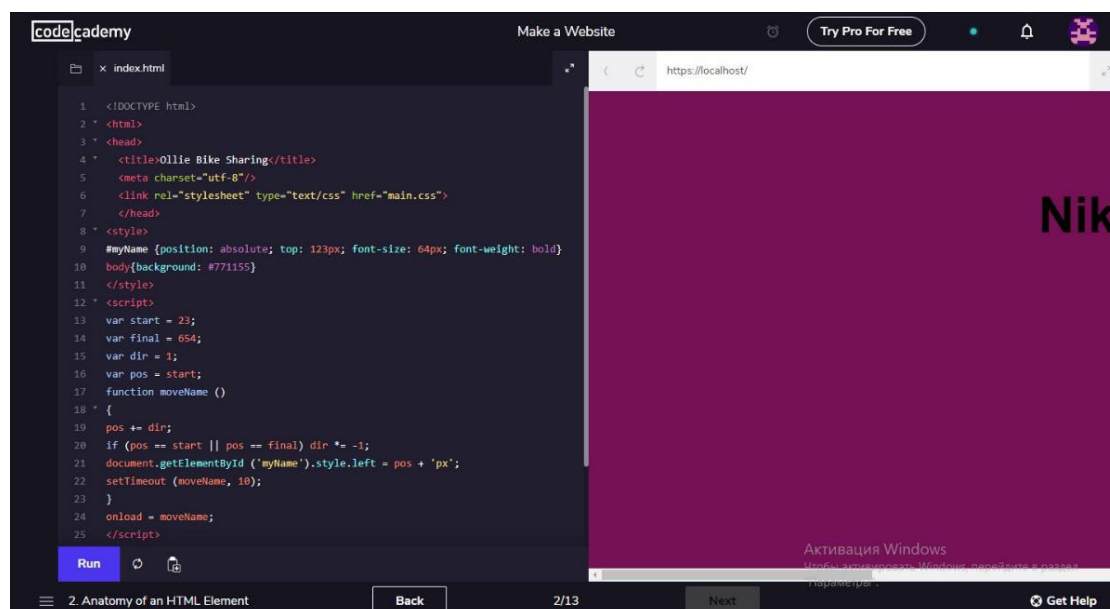


Рисунок 3 – Онлайн-редактор Codecademy

Достоинства онлайн-редакторов кода при обучении очевидны. Не нужно ничего устанавливать, скачивать и настраивать. Всегда есть возможность поделиться кодом и совместно работать над ним. Редакторами можно пользоваться бесплатно или за небольшую плату. Подавляющее большинство онлайн-редакторов имеют бесплатные версии, функционала которых будет достаточно для обычных повседневных задач.

Несмотря на все достоинства, можно отметить ряд недостатков. Прежде всего, это ограниченность функционала в бесплатных версиях. Некоторые

платформы обладают низкой производительностью. Работа с онлайн-редакторами, подразумевает доступный интернет.

Заключение

В статье были протестированы три наиболее популярных онлайн-редактора. *CodePen* – по сравнению с другими имеет платные функции и ограниченность в языках, но он очень быстрый, более удобный и имеет функциональный и приятный интерфейс, чем схожие по функциональности другие онлайн-редакторы. *OnlineGDB* – не имеет возможности редактирования кода несколькими людьми одновременно, но способен быстро компилировать большие строки кода, удобен и бесплатен в отличие от схожих онлайн-редакторов. *Codecademy* – онлайн-редактор который имеет большой набор платных функций, в нем отсутствует возможности редактирования кода в онлайн-режиме несколькими людьми, но он, в отличие от остальных, способен не только быстро компилировать код, но он также учит писать этот код, при появлении ошибки – он объясняет на понятном языке в чём и где эта ошибка, а также имеет форум, который помогает новичкам в освоении того или иного языка программирования.

В современной системе образования при подготовке студентов учебных заведений подобные сервисы можно применять для быстрого и эффективного обучения, давая возможность студентам, при выполнении заданий, создавать код и сразу же получать результат, не используя мощностей и места их устройств.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика» О. А. Шендалева, ОмГУПС.

Список литературы

1. Программирование [Электронный ресурс] / Свободная энциклопедия. – режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Программирование>.
2. Семь бесплатных онлайн-редакторов кода для веб-разработчиков [Электронный ресурс] / электронный журнал «Интернет-технологии.ru» – режим доступа: <https://www.internet-technologies.ru/articles/7-besplatnyh-onlayn-redaktorov-koda-dlya-veb-razrabotchikov.html>.
3. Онлайн-редактор *OnlineGDB* [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.onlinegdb.com>.
4. Онлайн-редактор *Codecademy* [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.codecademy.com>.

Е. А. Ракова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

АВТОМАТИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ В ADOBE PHOTOSHOP

В настоящей статье рассмотрены различные средства автоматизации обработки изображения, что значительно ускоряет работу. Поэтапно показаны способы создания макрокоманды для работы с файлами. Рассказывается о средствах обработки группы изображений.

Ключевые слова: автоматизация, обработка, Photoshop, операции, макрокоманды

Ekaterina A. Rakova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

AUTOMATING IMAGE PROCESSING IN ADOBE PHOTOSHOP

This article discusses various tools for automating image processing, which significantly speeds up the work. Step-by-step shows how to create a macro for working with files. This article describes how to process a group of images.

Keywords: automatic, processing, Photoshop, operations, macros

Достаточно часто при обработке фотографий или других изображений мы используем один и тот же набор команд. Для того чтобы ускорить работу в Photoshop имеется функция записи всех проделанных операций. Основой автоматизации являются макрокоманды или Операции.

Вызвать окно операций возможно через вкладку меню Окно → Операции или сочетанием клавиш Alt+F9 (рис. 1). В базе данных программы уже имеется ряд основных макрокоманд. Например, создание виньетки, рамки или сохранение файла в формате PDF [1].

Для того чтобы просмотреть записанные в процессе операции необходимо нажать на стрелку рядом с названием макрокоманды, при желании их можно поменять местами или удалить.

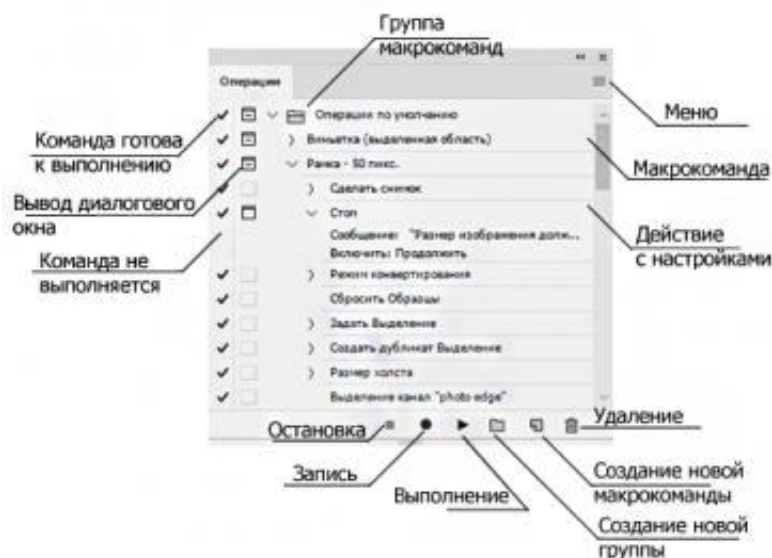


Рисунок 1 – Окно Операции

Выбрав в меню окна Операций функцию «Представить в виде кнопок» панель меняет свой вид (рис. 2). Окно представляет собой список всех существующих команд сразу, без деления их по группам. Запуск команды производится по средствам клика по кнопке [1].



Рисунок 2 – Вид окна в виде кнопок

Меню позволяет изменить параметры команды и сменить режим воспроизведения. Всего выделяют три режима воспроизведения:

1. Быстрое – то есть выполнение происходит без обновления экрана, этот режим установлен в программе по умолчанию;
2. Пошаговое – полная перерисовка изображение и обновление экрана перед переходом к другому действию;
3. С остановками на n секунд – установка паузы между командами.

Продemonстрируем создание новой операции на конкретном примере:

В первую очередь необходимо нажать в меню «Новый набор» или значок на панели окна «Операции», нужно задать имя группы (рис. 3).

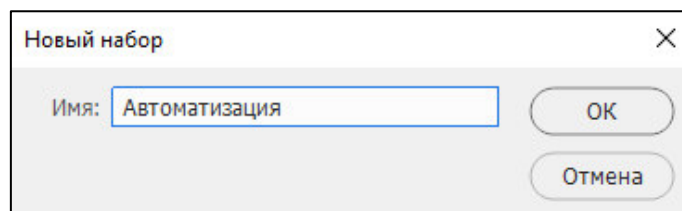


Рисунок 3 – Новая группа

Затем создается новая команда, которой задается имя, набор и другие настройки. Список «Цвет» позволяет выбрать то, как будет отображаться операция в режиме «Представить в виде кнопок» (рис. 4).

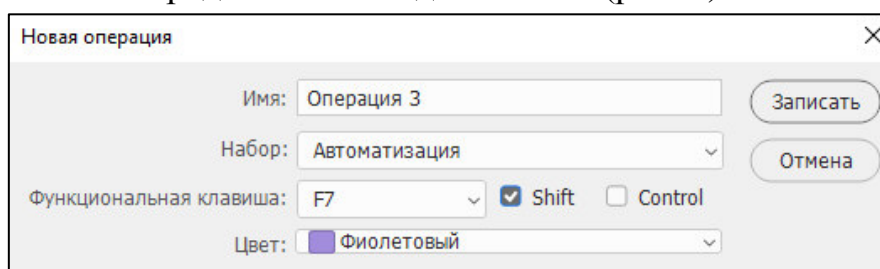


Рисунок 4 – Окно создания новой операции

После нажатия кнопки «Запись» и приступаем обработке любого, выбранного, изображения. Для этого последовательно добавляем все необходимые операции обработки изображения в требуемом порядке.

После окончания работы нажимается кнопка «Остановить» и проверяется работа команды на новой фотографии. Запускаем операцию сочетанием клавиш *Shift+F7* (рис. 5).



Рисунок 5 – Фотография до и после применения операции

Так же операции автоматизации можно применять для тиражирования фотографий, например, для создания массива фотографий для документов. Для этого необходимо записать макрокоманду, которая будет копировать и перемещать фотографии по холсту. Первой командой будет изменение размеров холста, далее создаем дубликаты фотографии и располагаем их на необходимых местах (рис. 6).

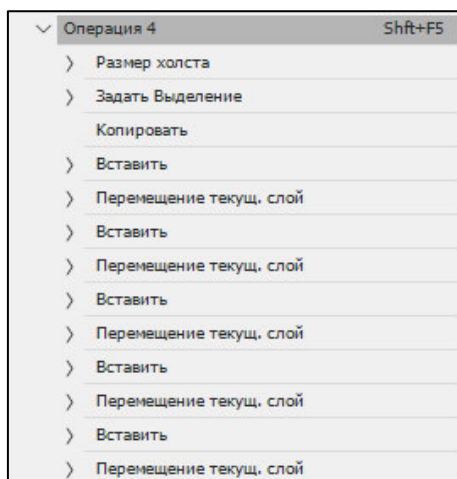


Рисунок 6 – Запись операции.

Результаты такой обработки представлены на рис. 7.

Photoshop не может записать все действия. При выполнении таких сложных команд как, рисование, создание векторов или сложного выделения, необходимо остановить команду, после проделывания этих действий вручную, можно продолжить выполнение макрокоманды.

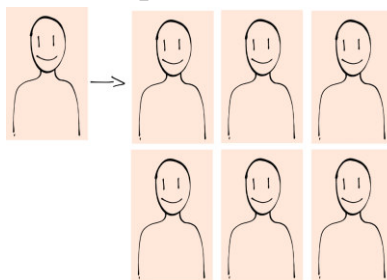


Рисунок 7 – Изображение до и после применения операции

При наличии большого числа изображений, которые необходимо обработать схожим образом, проще всего применять функцию «Пакетная обработка» (рис. 8).

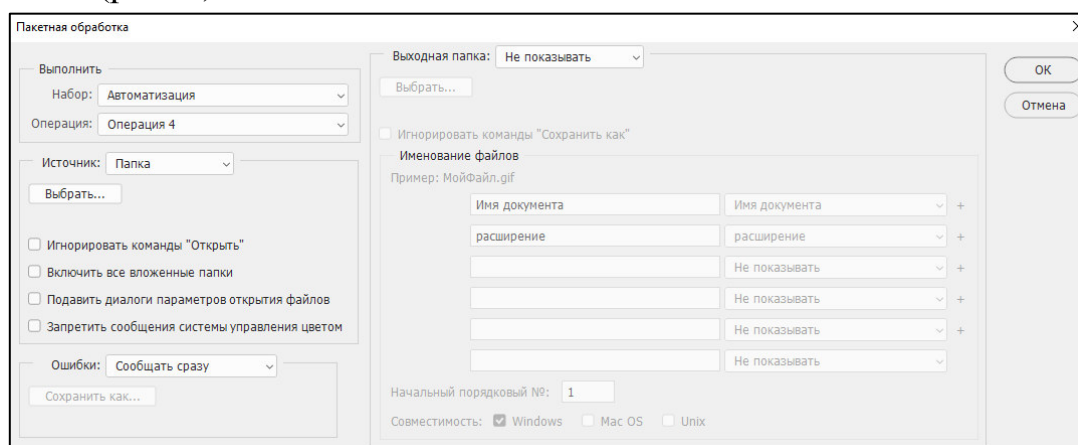


Рисунок 8 – Окно «Пакетная обработка»

При пакетной обработке не представляется возможным запустить последовательное выполнение нескольких макрокоманд. В этом случае создаем макрокоманду, которая будет запускать и другие операции.

В окне пакетной обработки можно задать набор и операцию, которую необходимо выполнить. В графе «Источник» указывается путь к изображениям, с которыми предстоит работать программе. Также на выбор есть четыре флажка, с помощью которых можно включить пропуск сообщений об открытии или подавление окна выбора цветового профиля.

При выборе «Не показывать» *Photoshop* обработает файлы и оставит открытыми, пункт «Сохранить и закрыть» заменяет все файлы в исходной папке, «Папка» позволяет выбрать место сохранения будущих изображений.

Включив галочку «Игнорировать команды «Сохранить как»» программа будет сохранять файлы с заданным расширением и именем, меняя порядковый номер изображения.

Photoshop предусматривает возможность экспорта готовых операций за пределы компьютера – дроплеты – исполняемые файлы, в основе которых лежит записанная макрокоманда (рис. 9). Дроплеты работают при перетаскивании обрабатываемого файла на его ярлык. При использовании дроплета не обязательно запускать программу, необходимо лишь ее наличие на устройстве [2].



Рисунок 9 – Ярлык дроплета

Дроплеты делают возможным использование чужих вариантов обработки фотографий или экспорт. Дроплеты удобно переносить с компьютера на компьютер, эти файлы дают возможность обрабатывать фотографии привычным способом, используя любое другое устройство, помимо вашего ПК.

Научный руководитель – доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика» А. В. Долгова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Завгородний, В. Г. Adobe Photoshop CS3 [Текст] / В. Г. Завгородний. – СПб: Питер, 2008 – 500 с.
2. Использование Adobe Photoshop CS5: сборник. – М: Adobe Systems Incorporated, 2010. – 710 с. : ил.

О. С. Щетилин

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОЗДАНИЕ WEB-СТРАНИЦ С ПРИМЕНЕНИЕМ HTML

Данная статья посвящена процессу создания web-страниц с применением html: написанию кода, подключению страниц между собой и написанию стилей.

Ключевые слова: верстка, позиционирование, класс, стандартизация, иерархия

Oleg S. Shchetilin

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

CREATING A WEB PAGES USING HTML

This article is devoted the process of creating web pages using html: writing code, connecting pages to each other, and writing styles.

Keywords: layout, positioning, class, standardization, hierarchy.

Интернет – идеальная рекламная площадка. Глобальная паутина сейчас является основным средством и местом поиска нужной информации о чем угодно.

Свой собственный сайт в сети Интернет уже не такая роскошь, как это было пару десятилетий назад. В данный период времени он скорее является необходимостью для большей части людей – отсутствие сайта может привести к тому, что человек или компания не сможет донести до группы людей определенную важную информацию, что максимально затрудняет всю коммуникабельность. Также отсутствие сайта может привести к потери потенциальных клиентов.

Изготовление сайта – очень востребованная услуга, так как сайт – наилучший источник сведений о Вашей деятельности. Сайт имеет возможность расширяться, обновляться и развиваться. На его страницах можно разместить колоссальный объем информации, который упрощает жизнь людям – все данные централизованы в одном месте.

В данной статье демонстрируется, как можно создать свой первый сайт, за основу мы возьмем идею о создании сайта для студентов по дисциплине «Информатика», а именно место, где будут расположены файлы лабораторных работ по информатике, список студентов группы, для кого был сконструирован сайт, и обратную связь с преподавателем. Основной сюжет рассказан, поэтому можно перейти непосредственно к самому созданию сайта.

Начало нашей работы начинается с создания файла index.html, который является ключевым в данном проекте. Создав файл, открываем его в любом текстовом документе, это может быть тот же блокнот. Для реализации сайта выбран текстовый редактор Sublime Text 3, так как в нем комфортнее работать – в нем есть возможность собственной настройки отступов и табуляции.

Итак, перед нами пустой файл и перед нами стоит цель превратить этот файл в полноценный сайт. С чего же начать? Любой сайт – это набор тегов, написанных в правильном порядке, они имеют свои иерархии, по ходу статьи мы будем разбирать некоторые из них. Первым делом мы должны прописать стандартную структуру любой WEB-страницы, данная структура всегда пишется по одному и тому же шаблону:

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <title>Название статьи</title>
</head>
<body>
    <!-- Тело сайта – то, что видит пользователь -->

</body>
</html>
```

Любой документ с расширением html предусматривает то, чтобы он начинался со строчки `<!DOCTYPE html>`, что дает понять браузеру, что он имеет дело с языком гипертекстовой разметки HTML. Далее идет двойной тег с закрытием `<html></html>`, где далее будет прописываться остальной код. Закрывающийся тег `<head></head>` необходим для того, чтобы в нем прописывать подключения к странице различных стилей с расширением CSS, обозначать кодировку (в основном – UTF-8), указывать заголовок страницы (`<title>Заголовок</title>`). Основополагающей сайта является тег `<body></body>`, в котором мы и будем прописывать тело сайта, видимое для пользователя [1].

Разберем конкретный пример – создание сайта для учебных ресурсов по информатике. Вначале реализуем стандартную основу структуры сайта, которая описана выше. Первым делом необходимо заготовить нужные файлы. Так как сайт пишется не только на чистом HTML, но также с применением языка стилей CSS, нам необходимо подключить наш стиль к основному html файлу. Делается это следующим образом:

```
<head>
    <link rel="stylesheet" href="нужь к файлу.css">
</head>
```

Одиночный тег <link> необходим для подключения стилей и иконки для сайта (favicon).

Итак, мы полностью готовы к работе, осталось продумать структуру сайта и представить, как он должен выглядеть – это можно смело назвать творческим процессом. В рассматриваемом примере работа начинается с создания «шапки» сайта – закреплённого сверху меню с логотипом университета и навигацией. Основным тегом для создания шапки является двойной закрывающийся тег <header></header>, в котором прописывается каркас навигации:

```
<body>
    <header>
        <!-- Тело шапки -->
    </header>
</body>
```

Между двумя тегами <header /> нам необходимо начать писать первую структуру. Начинается все с двойного тега-контейнера <nav></nav>, в который помещается меню-навигацию по сайту [1]. Для удобства, в контейнер добавляется еще один блок, обозначаемый двойным закрывающимся тегом <div></div>, и далее прописывается меню посредством использования тега-ссылки <a>text:

```
<header>
    <nav>
        <div>
            <a href="адрес ссылки">Главная</a>
            <a href="адрес ссылки">Ресурсы </a>
        </div>
    </nav>
</header>
```

Чтобы шапка смотрелась презентабельно, необходимо задать ей стили в файле стилей CSS, который подключались к главному файлу index.html. В языке CSS нет строгой шаблонности, сайт пишется так, как желает создатель его видеть [2]. Первым делом обнуляются все отступы путем написания кода:

```
*{margin: 0; padding: 0;}
```

Далее, для возможности работы с конкретным пространством, задается класс для тега, которому необходимо задать стиль, например `<div class="topnav"></div>`, и чтобы начать работать с этим классом в файле CSS, необходимо перед названием класса ввести точку.

```
.topnav {background-color: #e1e1e1; font-size: 18px; margin-top: 0px;}
```

Проделав манипуляции с шапкой, ей задается 100% ширина, чтобы она растянулась на весь экран, выравнивается по середине и задается автоматический отступ, также определяется длина шапки:

```
nav {margin: auto; width: 100%; height: 100px; text-align: center;}
```

После шапки следом идет контентная часть – основа. Она оборачивается в двойной закрывающийся тег `<main></main>`, в котором располагается основной контент сайта. Для удобства создам в нем тег-контейнер `<div></div>` и задам ему класс: `<div class="advantages_container"></div>`. С этим контейнером дальше продолжается работа: в нем создается 3 блока с контентом, расположенным в строчку. В контейнере необходимо создать еще 3 «дива», которые будут наполнены контентом, далее который будет позиционироваться в CSS [1].

```
<main>
```

```
<div class="advantages_container">
```

```
<div class="advantages_item"> <!-- На примере создадим один
```

```
блок -->
```

```

```

```
<h2>ОмГУПС</h2>
```

```
<p>Данный сайт является упрощенной версией передачи информации  
для студентов факультета ИНТС "Локомотивы" группы 19-Б</p>
```

```
</div>
```

```
</div>
```

```
</main>
```

В данном фрагменте также использованы теги `` – выведение изображения; `<h2></h2>` – заголовок второго уровня; `<p></p>` – абзац. Приступим к присвоению стилей данному блоку.

```
.advantages_container {display: flex; justify-content: center;}
```

```
.advantages_item {width: 30%;}
```

Свойство CSS Flex – это свойство, определяющее способность гибкого элемента растягиваться или сжиматься для заполнения собой доступного свободного пространства, width – задает ширину в процентном соотношении относительно всей ширины экрана [2].

Последним этапом является создание футера или же «подвала» сайта. Данная часть также имеет свой тег <footer></footer>. По нашей традиции, создам в этом теге контейнер, в котором поместится текст копирайта и дата.

```
<footer>
  <div class="footer">
    <p>*знак копирайта* Все права защищены</p>
    <p><time>2020</time></p>
  </div>
</footer>
```

</body> <!--Закрывающийся тег тела сайта после завершения работы над футером как законченная часть всего сайта -->

Далее прописывается стиль для «подвала» сайта:

```
.footer {height: 50px; position: absolute; position: fixed; bottom: 0;
width: 100%; background-color: #e1e1e1; border-top: 1px solid black;}
```

В данном стиле обозначен размер высоты подвала в 50 пикселей, выполнено абсолютное позиционирование по отношению к остальным блокам и тут же его закрепление, чтобы при прокрутке футер был закреплен за камерой, убрали отступ снизу, сделали его во всю ширину экрана и выбрали ему цвет с рамкой.

Таким нехитрым способом мы создали свой сайт, который можно выкладывать в Интернет. Наполнить сайт различным количеством страниц не составит труда – шаблонным методом создается структура html документа и связывается между собой посредством ссылок. Также стили CSS могут быть применены к другим файлам html, стоит их только подключить.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика» А. В. Долгова, ОмГУПС.

Список литературы

1. Муссиано, Ч. HTML и XHTML. Подробное руководство / Ч. Муссиано, Б. Кеннеди; 6-е изд. – СПб.: Символ-Плюс, 2011. – 752 с.
2. Мейер, Э. CSS – каскадные таблицы стилей. Подробное руководство / Э. Мейер; 3-е изд. – СПб.: Символ-Плюс, 2008. – 571 с.

К. Г. Филиппова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РЕАЛИЗАЦИЯ ИСКУССТВЕННОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ В EXCEL

В статье рассматриваются особенности искусственных нейронных сетей, представлена методика создания и обучения нейронной сети в табличном процессоре Excel.

Ключевые слова: нейрон, синапс, bias-нейрон, скрытый слой, Excel.

Ksenia G. Filippova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

IMPLEMENTATION OF A NEURAL NETWORK IN EXCEL

The article discusses the features of neural networks, presents a methodology for creating and training a neural network in an Excel table processor.

Keywords: neuron, synapse, bias-neuron, hidden layer, Excel.

Нейронная сеть – это совокупность нейронов, соединенных между собой синапсами. Искусственная нейронная сеть – нейронная сеть, реализованная с помощью вычислительной техники.

Искусственные нейронные сети используются для решения задач разной степени сложности, которые требуют аналитических вычислений и преобразований подобных тем, что делает человеческий мозг.

Рассмотрим виды нейронных сетей.

Классификация – распределение данных по параметрам. Например, на вход нейронной сети дается набор людей и нужно решить, кому из них давать кредит, а кому нет. Эту работу может сделать нейронная сеть, анализируя такую информацию как: возраст, платежеспособность, кредитная история и т. д.

Предсказание – прогноз следующего шага или события. Например, рост или падение акций, основываясь на ситуации на фондовом рынке.

Распознавание – в настоящее время самый популярный вид нейронных сетей. Данный вид нейронных сетей используется в распознавании графических

образов, фигур и т. п. Также он применяется для распознавания речи, рукописного текста, мимики и даже в системах идентификации посетителей аэропортов и метрополитенов. У большинства людей сейчас есть смартфон, который может идентифицировать владельца по отпечатку пальца или лицу. Кроме этого, смартфон может автоматически выбрать режим фотографирования в зависимости от объектов, находящихся в кадре. Данные операции выполняются с применением нейронных сетей, для которых даже стали выделены отдельные процессоры в мобильных устройствах.

В связи с актуальностью информационных процессов, связанных с применением искусственных нейронных сетей, появляется необходимость к их изучению в учебных заведениях. Существуют специфические программные продукты для разработки и проектирования нейронных сетей, но их использование в учебных заведениях проблематично из-за стоимости и узкой направленности. Рациональнее использовать программные продукты, которые уже есть в учебных заведениях.

Для исследования и проектирования нейронной сети был выбран табличный процессор *Microsoft Excel*. Разработанную нейронную сеть можно реализовать и в любом другом табличном процессоре, тут нет привязки к конкретному приложению от компании *Microsoft*.

Один из основных элементов искусственной нейронной сети – это нейрон. Нейрон – это вычислительная единица, которая получает информацию, производит над ней простые вычисления и передает ее дальше. Нейроны делятся на три основных типа: входной, скрытый и выходной.

Решено было сделать нейронную сеть, состоящую из двух входных нейронов (I_1 и I_2), двух скрытых (H_1 и H_2) и одного выходного (O_1). Схема искусственной нейронной сети представлена на рис. 1. На рисунке символами $w_1 - w_6$ показаны связи между нейронами – синапсы.

У синапсов есть один параметр – вес (w). Благодаря ему информация передается от одного нейрона к другому. Нейронные сети способны не только анализировать входящую информацию, но и воспроизводить ее из своей памяти. Другими словами, искусственная нейросеть это машинная интерпретация сети нейронов мозга человека, в котором находятся миллионы нейронов, передающих информацию в виде электрических импульсов.

В электронной таблице *Excel* был выделен столбец из шести ячеек для записи значений $w_1 - w_6$.

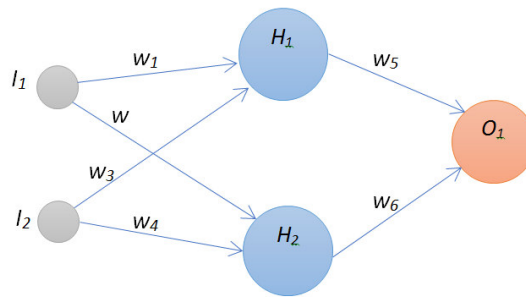


Рисунок 1 – Схема разработанной искусственной нейронной сети

Для каждого скрытого нейрона выделено по две ячейки таблицы, которые содержат числа, являющиеся входными значениями нейронов. У каждого скрытого нейрона есть по два входа (см. рис. 1). Входное значение для нейрона H_1 получается путем сложения произведения сигнала от входного нейрона I_1 на вес синапса w_1 и произведения сигнала от входного нейрона I_2 на вес синапса w_3 ($I_1 \cdot w_1 + I_2 \cdot w_3$). Подобный расчет выполняется для второго скрытого нейрона, отличие только в том, что веса синапсов используются, соответственно, w_2 и w_4 .

Для получения результата «вычисления» нейрона используется функция активации. Функция активации – это способ нормализации входных данных. То есть, если на входе нейрона будет большое число, то пропустив его через функцию активации, получится выход в требуемом диапазоне. Существует несколько функций активации, они представлены на рис. 2. На рис. 2 по вертикальной оси обозначено выходное значение нейрона, а по горизонтальной оси – входное значение (z). При проектировании искусственной нейронной сети в табличном процессоре использовалась сигмоидная функция активации.

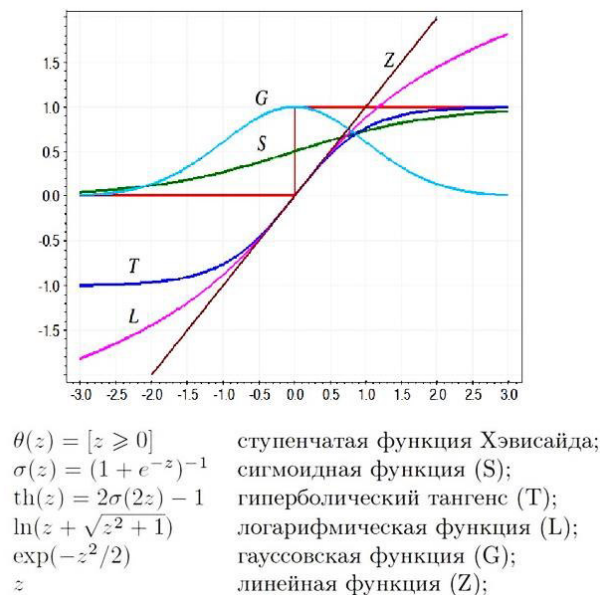


Рисунок 2 – Функции активации нейрона

Если принять, что z – это входное значение для нейрона, а y – это получаемое выходное, то:

$$y = \frac{1}{1+e^{-z}}. \quad (1)$$

После реализации сети в табличном процессоре было принято решение небольшого усложнения в структуре сети и добавить, так называемые, *bias*-нейроны (H_3 , H_4 , H_5).

Нейрон смещения или *bias*-нейрон – это третий вид нейронов, используемый в большинстве искусственных нейронных сетей. Особенность этого типа нейронов заключается в том, что его выход всегда равен единице и у него нет входных синапсов. Нейроны смещения могут присутствовать в нейронной сети по одному на каждом слое. Соединения у нейронов смещения такие же, как у обычных нейронов – со всеми нейронами следующего уровня, за исключением того, что синапсов между двумя *bias*-нейронами быть не может. Следовательно, их можно размещать на входном слое и всех скрытых слоях, но не на выходном слое, так как им там не с чем формировать связь.

Нейрон смещения нужен для того, чтобы иметь возможность получать выходной результат, путем сдвига графика функции активации вправо или влево (см. рис. 2).

Разработанная в электронной таблице искусственная нейронная сеть представлена на рис. 3.

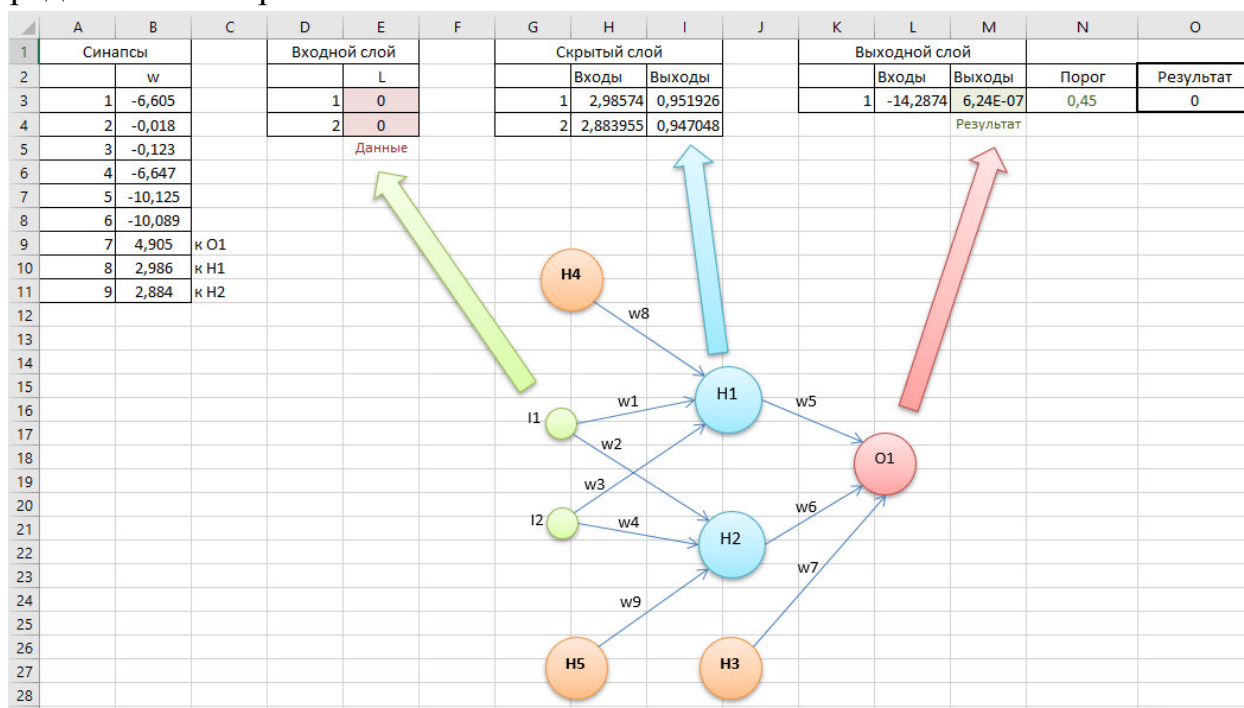


Рисунок 3 – Искусственная нейронная сеть, разработанная в Excel

С помощью данной нейронной сети предполагалось реализовать логический элемент «И» (конъюнктор). Который на выходе должен выдавать единицу, когда оба входных сигнала равны единице, и ноль в остальных случаях. Для этого была добавлена ячейка «Порог» $N3$ и «Результат» $O3$. В ячейке с результатом записана формула: «=ЕСЛИ($M3 > N3$;1;0)».

Обучение нейронной сети выполнялось на втором листе рабочей книги (рис. 4). На рис. 4 скрыты строки таблицы 9 – 40000.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	AM	AN	AO
1	Скорость обучения		1																	
2	Момент		0,5																	
3																		Обучение		
4	Эпоха	Итерация	w1	w2	w3	w4	w5	w6	w7	w8	w9	L1	L2	H1	H2	O2	Погрешность	L1	L2	Рез-т
5	1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	0	0	0	0	0	0,5	0,5	0,27	0,072329488	0	0	0
6	1	2	-1	1	1	-1	-1,03	-1,03	-0,05	0,01	0,01	0	1	0,73	0,27	0,25	0,063820317	0	1	0
7	1	3	-1	1	1,01	-1	-1,07	-1,05	-0,13	0,03	0,03	1	0	0,27	0,74	0,23	0,05375642	1	0	0
8	1	4	-1	1,01	1,01	-1	-1,11	-1,1	-0,21	0,05	0,05	1	1	0,52	0,52	0,21	0,62978044	1	1	1
40001	10000	37781	-6,6	-0	-0,1	-6,6	-10,1	-10,1	4,91	2,99	2,88	0	0	0,95	0,95	0	3,89345E-13	0	0	0
40002	10000	37782	-6,6	-0	-0,1	-6,6	-10,1	-10,1	4,91	2,99	2,88	0	1	0,95	0,02	0,01	5,44645E-05	0	1	0
40003	10000	37783	-6,6	-0	-0,1	-6,6	-10,1	-10,1	4,91	2,99	2,88	1	0	0,03	0,95	0,01	5,41916E-05	1	0	0
40004	10000	37784	-6,6	-0	-0,1	-6,6	-10,1	-10,1	4,91	2,99	2,88	1	1	0,02	0,02	0,99	0,000134348	1	1	1

Рисунок 4 – Обучение искусственной нейронной сети, разработанной в Excel

При обучении использовалась образцовая таблица для логического элемента «И», она представлена на рис. 4 в блоке ячеек $AM5:AO8$. При обучении использован метод, позволяющий менять скорость обучения (принято значение 1,0) и момент (принято значение 0,5). Результирующие значения веса каждого синапса получены в ячейках последней строки таблицы в столбцах $C - K$.

Сформированная искусственная нейронная сеть с полученными весами синапсов безошибочно работает в качестве логического элемента «И». Результат работы сети представлен в табл. 1.

Таблица 1

Результат работы созданной искусственной нейронной сети

Вход L_1	Вход L_2	Выход сети O_1	Результат	Образец
0	0	6,23975E-07	0	0
0	1	0,007380009	0	0
1	0	0,007361494	0	0
1	1	0,988409122	1	1

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика» И. Л. Саля, ОмГУПС.

Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://habr.com/ru/post/312450>.
2. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://habr.com/ru/post/313216>.
3. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>.
4. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stneunet.html>.

УДК 629.4.015

А. Д. Грицутенко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ РАСЧЁТА УСТАВОК РЕЖИМНОЙ АВТОМАТИКИ

В статье показан опыт создания программы для расчёта системы АВОР. Описан алгоритм работы программы и рассмотрены технологии, используемые при разработке.

Ключевые слова: C#, .NET Framework, WPF, Entity Framework Core, LINQ, разработка, база данных.

Andrew D. Gritcutenko

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF A PROGRAM MODULE FOR CALCULATING THE SETPOINTS OF THE MODE AUTOMATICS

The article shows the experience of creating a program for calculating the AVOR system. The algorithm of the program is described and the technologies used in the development are considered.

Keywords: C#, .NET Framework, WPF, Entity Framework Core, LINQ, development, database.

В связи с ростом тяговой нагрузки, связанной с увеличением весовых параметров и размеров движения поездов, появляется задача введения резервной мощности тяговых подстанций постоянного тока, выполняемых, как

правило, двухагрегатными на тяговой сети Западно-Сибирской железной дороги, с минимальными потерями электрической энергии.

Это достигается за счёт подключения в пики тяговой нагрузки резервного преобразовательного агрегата, а также отключения в случае уменьшения потребляемого тока. Тяговые подстанции постоянного тока в большинстве случаев не имеют системы автоматического включения – отключения резервного преобразовательного агрегата (АВОР), а вводить резервный преобразовательный агрегат (ПА), если такая система была реализована на электромеханических реле приходилось при больших токах уставок, чем расчётные в соответствии со старыми регламентами по выбору тока уставок включения. Уставки завышались для того чтобы защитить вентили от теплового перегрева и последующего пробоя.

Подбор токов срабатывания и отключения АВОР в соответствии с минимумом потерь электрической энергии является главной задачей.

Эффективная работа АВОР основывается и на экономии энергетических ресурсов в виде снижения потерь электрической энергии. При увеличении времени на отключение мы получаем дополнительные потери электроэнергии. Изначально при вводе системы принималось условие работы тяговой подстанции – параллельная работа с отключением резервного ПА при снижении тяговой нагрузки. В этом случае мы получим экономию за счёт снижения потерь в резервном ПА в результате перехода с параллельной работы на одиночную.

Была поставлена задача сделать программу для расчёта системы АВОР. Она была разработана на языке программирования C# с использованием .NET Framework 4.7.1. Графический интерфейс сделан с помощью технологии WPF (Windows Presentation Foundation). WPF – платформа для создания пользовательского интерфейса, которая поддерживает широкий набор компонентов, включая модель приложения, ресурсы, привязки данных и т.д. [1].

На рис. 1 представлено главное окно программы. На нём находятся выпадающие списки (ComboBox), поля для характеристик и для выходных данных (TextBox), переключатель режимов (RadioButton), и две кнопки (Button).

При нажатии на кнопку «База данных» открывается окно на котором расположены три кнопки и элемент TabControl с несколькими вкладками (TabPage). Каждая вкладка представляет свою категорию (силовой трансформатор, тяговой трансформатор и т.д.), с помощью кнопок можно добавлять, редактировать и удалять объекты (рис. 2).

Рисунок 1 – Главное окно программы

Рисунок 2 – Окно базы данных

Каждая категория представляет свой класс. Классы состоят из полей со свойствами `get` и `set` для дополнительной проверки задаваемых значений через текстовые поля в окне программы. На основе классов создаются новые объекты в соответствующей таблице базы данных.

Главными критериями для базы данных было: локальное хранение, и чтобы программа могла запускаться на любом компьютере без дополнительных установок

различных СУБД. Поэтому выбор пал на SQLite. SQLite – это встраиваемая кроссплатформенная БД, которая поддерживает достаточно полный набор команд SQL [2]. Для работы с базой данных использовалась технология Entity Framework Core. Entity Framework Core (EF Core) представляет собой объектно-ориентированную, легковесную и расширяемую технологию от компании Microsoft для доступа к данным. EF Core является ORM-инструментом (object-relational mapping - отображения данных на реальные объекты) [3]. Эта технология позволяет использовать запросы технологии LINQ для обращения к базе данных. LINQ – удобный язык запросов к данным. EF Core поддерживает множество различных систем баз данных и если в дальнейшем понадобится сменить базу данных на какую-нибудь другую, то с помощью этой технологии нужно будет изменить только конфигурацию подключения к базе данных, так как EF Core имеет универсальный API для работы с данными. Если вдруг нужно будет изменить структуру какой-нибудь таблицы, то вместо ручного изменения базы данных, можно будет использовать миграцию. Миграция – это план перехода от старой структуры базы данных к новой.

Также с помощью запросов технологии LINQ, упомянутой ранее, был реализован живой поиск для элементов ComboBox.

Перейдём к рассмотрению выполнения основной задачи программы. При выборе какого-либо объекта в любом из выпадающих списков, в текстовые поля будут выведены характеристики выбранного объекта, которые при надобности можно отредактировать. При нажатии на кнопку «Рассчитать» берутся данные с силового трансформатора (номинальная мощность, потери к. з., напряжение к. з.), тягового трансформатора (номинальная мощность, потери холостого хода, номинальный выпрямленный ток, ток холостого хода, номинальное действующее значение, напряжение к. з.), уравнильного трансформатора (потери в стали, потери в меди), выпрямителя (тип силового диода, диоды в плече включенные последовательно, диоды в плече включенные параллельно, дифференциальное сопротивление диода), схемы (число пульсаций), число плеч выпрямителя в катодной группе, число плеч выпрямителя в последовательной цепи и $\cos \varphi$. С помощью специальных формул и полученных данных происходит расчёт. На выходе в текстовые поля выводятся данные: включения первой ступени автоматики преобразовательного агрегата, включения второй ступени автоматики преобразовательного агрегата, отключения автоматики преобразовательного агрегата. Все промежуточные значения в ходе расчёта токов записываются в текстовый файл (лог), для контроля правильности работы программы.

Таким образом, разработанная программа позволяет в значительной степени упростить задачу и повысить точность расчета уставок срабатывания режимной автоматики системы АВОР.

В дальнейшем планируется расширить функционал программы. Изменить пользовательский интерфейс. Реализовать «Одноступенчатый» режим, пока работает только «Двухступенчатый». Добавить модуль анализа эффективности режимов работы преобразовательных агрегатов, когда можно будет на основе реальных графиков электропотребления моделировать работу режимной автоматики с различными значениями уставок, сравнивать получаемый эффект.

Научные руководители – к.т.н., доценты кафедры «Теоретическая электротехника» А. Л. Каштанов и А. В. Пономарев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Что такое WPF? [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://docs.microsoft.com/ru-ru/visualstudio/designers/getting-started-with-wpf?view=vs-2019>.
2. SQLite – замечательная встраиваемая БД [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://habr.com/ru/post/149356/>.
3. Введение в Entity Framework Core [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://metanit.com/sharp/entityframeworkcore/1.1.php>.

УДК 004.09

М. С. Сиденков

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОЗДАНИЕ КЛИЕНТ-СЕРВЕРНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ SWAGGER

В статье проведен анализ целесообразности внедрения спецификации OpenAPI и сопутствующего инструментария Swagger в процесс проектирования и имплементации API RESTful web-сервисов. Рассмотрены особенности спецификации, преимущества и недостатки ее внедрения. Сделан вывод о высокой полезности Swagger и целесообразности его внедрения в процесс разработки, если этому не противоречит специфика проекта.

Ключевые слова: Swagger, OpenAPI, REST, RESTful, API, YAML, JSON, HTTP.

Mikhail S. Sidenkov

BUILDING CLIENT-SERVER APPLICATIONS WITH SWAGGER

This article evaluates the merits of adopting OpenAPI Specification and Swagger framework for designing and building APIs of RESTful web-services. The article examines the features of the OpenAPI Specification and potential benefits and drawbacks of its adoption. In conclusion, Swagger and OpenAPI are highly valuable tools and are recommended to be adopted if a particular use case permits it.

Keywords: Swagger, OpenAPI, REST, RESTful, API, YAML, JSON, HTTP.

При разработке современного программного обеспечения, предоставляющего тот или иной сервис, с ростом аудитории и возможностей сервиса возникает необходимость создания API.

API – это программный интерфейс приложения, определяющий функциональность, которую предоставляет программа. При этом программа рассматривается как черный ящик, так как API позволяет абстрагироваться от того, как именно реализована ее функциональность.

Необходимость создания API возникает тогда, когда требуется максимально отделить клиентскую часть приложения от серверной. В основном это обосновано тем, что серверная часть должна иметь возможность взаимодействовать с разнородными потребителями данных, которые она предоставляет. Такими потребителями могут быть Web-клиенты, мобильные приложения, а также другие сервисы.

Программные компоненты взаимодействуют друг с другом посредством API. При этом обычно компоненты образуют иерархию – высокоуровневые компоненты используют API низкоуровневых компонентов, а те, в свою очередь, используют API ещё более низкоуровневых компонентов.

Наиболее популярным архитектурным стилем при создании Web сервисов является REST. Сервисы, соответствующие REST стилю, называют RESTful Web Services. Для взаимодействия с такими сервисами используются HTTP запросы.

API, находящиеся в активной разработке, постоянно изменяются, поэтому основной проблемой содержания API является необходимость создания, поддержания и предоставления свежей и максимально информативной документации. Особенно важно наличие такой документации, если API имеет пользователей вне компании-разработчика. Примером могут послужить

социальные сети ВКонтакте и Reddit, которые предоставляют свои API, позволяющие сторонним разработчикам создавать приложения-клиенты и утилиты для работы с сервисами компаний.

Для универсального процесса формирования документации необходимо иметь в той же степени универсальный метод описания, не зависящий от того или иного поставщика [1].

Статья представляет собой обзор фреймворка программного обеспечения Swagger и спецификации OpenAPI. Основная цель состоит в том, чтобы ответить на вопрос: является ли полезным и практичным применение этих инструментов в процессе разработки приложения.

Swagger – это фреймворк, состоящий из инструментов с открытым исходным кодом, которые предназначены для проектирования, имплементации, документирования и прикладного использования RESTful API, которые соответствуют спецификации OpenAPI [2].

Swagger был создан в 2011 году как спецификация для RESTful API. Инструментарий, предназначенный для создания API, соответствующих этой спецификации, был разработан в то же время. Инструментарий выполняет функции визуализации, тестирования и имплементации проектируемого API.

В 2015 году, после обретения широкой популярности, Swagger был куплен компанией SmartBear Software. Swagger Specification была пожертвована Linux Foundation и переименована в OpenAPI v2.0. В то же время была основана OpenAPI Initiative. В июле 2017 году состоялся Релиз OpenAPI v3.0 [3].

Спецификация OpenAPI – это формат описания RESTful API. API описывается в файле, который является основой всей системы. В полной конфигурации этот файл содержит следующие разделы:

- `openapi` – версия спецификации OpenAPI, используемой в данном файле;
- `info` – описание и метаданные об API, эти данные могут использоваться сторонними инструментами;
- `servers` – информация о связи API с серверами;
- `paths` – доступные конечные точки (`/user`) и операции с каждой конечной точкой (`GET /users`, `POST /users`); параметры, ввод и вывод каждой операции;
- `components` – описание модели данных;
- `security` – объявление методов обеспечения безопасности, которые будут использованы во всем API, данные о способах аутентификации;

– tags – список дополнительных меток-метаданных, используемых сторонними инструментами при синтаксическом анализе файла [4].

Описание API может производиться в YAML или JSON. Оба формата удобны для чтения и для людей, и для машин. YAML имеет тот же функционал, что и JSON, но при этом имеет более лаконичный синтаксис, поэтому при выборе языка описания предпочтение в основном отдается ему.

YAML (“YAML Ain’t Markup Language”) – это человекочитаемый язык сериализации данных. Имеет синтаксис, отдаленно напоминающий INI. Помимо формата транспортировки данных, зачастую используется как язык описания конфигурации.

После определения спецификации, автоматическое формирование документации может происходить во время работы сервиса при помощи аннотаций в коде программы или во время компиляции, при помощи комментариев со специальным синтаксисом [5].

Основными компонентами фреймворка Swagger являются Swagger UI, Swagger Editor, Swagger Codegen:

Swagger UI – основной способ просмотра сгенерированной документации. Позволяет визуализировать документацию API, описанного с помощью спецификации OpenAPI. Swagger UI отображает общую информацию об API, предоставляет выбор сервера и методы аутентификации, информацию о конечных точках API и модели данных. Одна из главных функций Swagger UI – это возможность взаимодействовать с API, формируя запросы и получая ответы аналогично таким инструментам, как Postman.

Swagger Editor – текстовый редактор YAML/JSON с возможностью живого превью, используется для проектирования и описания RESTful API по спецификации OpenAPI и генерации кода с помощью Swagger Codegen.

Swagger Codegen – утилита, позволяющая генерировать шаблонный код для сервера (маршрутизация, сериализация/десериализация, аутентификация) и SDK клиента для API, соответствующего спецификации OpenAPI. SDK клиента – набор классов-обертки, которые можно использовать для вызовов к API из клиентского приложения без необходимости вручную прописывать HTTP-запросы и ответы. Автоматизация этих этапов создания приложений и сервисов позволяет разработчикам уделять больше времени имплементации сервиса. Генератор поддерживает все современные популярные языки, а в случае с Java, Javascript и PHP может генерировать библиотеки под некоторые фреймворки, например, Spring [6].

Все эти инструменты являются ПО с открытым исходным кодом и доступны как для работы через веб-клиент, так и для установки и работы на локальной машине.

Отдельно стоит выделить SwaggerHub. Это интегрированная платформа разработки API, которая объединяет три вышеописанных основных компонента в проприетарную интегрированную среду разработки, а также предоставляет дополнительные возможности по сборке, управлению, документации и развертыванию разрабатываемых API.

Кроме отдельных инструментов (UI, Editor и Codegen), а также бесплатной версии SwaggerHub, предназначенной для личного использования, компания SmartBear также предоставляет SwaggerHub Pro, предназначенный для команд профессиональных разработчиков.

Основываясь на вышеизложенной информации, можно сделать выводы относительно целесообразности внедрения Swagger в производство.

Среди достоинств платформы можно выделить следующие:

- автоматизация документирования экономит значительное количество рабочего времени разработчиков, которое необходимо для поддержания документации, и снимает с них ответственность за эту задачу. Экономия становится тем больше, чем обширнее становится API проекта. Также автоматизация предотвращает ситуации, при которых документация полностью отсутствует, является неполной или серьезно отстает от актуального состояния API. Актуальная и исчерпывающая документация облегчает введение новых разработчиков в команду, так как снижает информационный порог вхождения;
- генерация шаблонного кода с помощью Swagger Codegen поддерживает более 40 языков; для большей части этих языков генерация может производиться под использование нескольких популярных библиотек и фреймворков, что экономит время разработчиков, позволяет быстрее создавать прототипы и клиенты, а также снижает порог миграции на другой язык или фреймворк;
- Swagger существует с 2011 года, работает на базе широко принятой спецификации и имеет большое сообщество пользователей. В совокупности три этих фактора гарантируют наличие дополнительных инструментов и источников справочной информации для работы с фреймворком;
- финансовая поддержка OpenAPI Initiative со стороны больших компаний, таких, как Microsoft. Использование Swagger и OpenAPI в больших компаниях гарантирует стабильность и сохранение обратной совместимости у новых версий спецификации[7, 8].

У фреймворка можно выделить следующие недостатки:

– несмотря на то, что бесплатные версии инструментов обладают всем необходимым функционалом для продуктивного использования фреймворка, они так или иначе ограничены по сравнению с проприетарной профессиональной версией SwaggerHub;

– присутствует элемент зависимости от провайдера шаблонов того или иного языка. Побочным эффектом поддержки большого количества языков, зачастую имеющих разные парадигмы, является различие деталей имплементации генерируемых библиотек[8].

В результате сравнения преимуществ и недостатков можно заключить, что внедрение спецификации OpenAPI и инструментария Swagger дает большие преимущества: значительно экономит время разработчиков, обеспечивает соблюдение корректной структуры API и облегчает работу с ним для сторонних потребителей сервиса.

У каждой команды и компании свои требования к разрабатываемым ими проектам, и решение об использовании рассмотренных методик и программного обеспечения в итоге остается за руководством, но OpenAPI и Swagger являются мощным инструментом, который, по крайней мере, должен быть рассмотрен как часть процесса разработки, имеющая потенциал стать одной из ключевых.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и системы управления» Е. А. Альтман, ОмГУПС.

Список литературы

1. Что такое API в веб-приложениях и зачем он нужен [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://mkdev.me/posts/chto-takoe-api-v-veb-prilozheniyah-i-zachem-on-nuzhen> – Загл. с экрана.

2. Swagger Specification Docs [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://swagger.io/docs/specification/about/> – Загл. с экрана.

3. About Swagger [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://swagger.io/about/> – Загл. с экрана.

4. OpenAPI Specification Version 3.0.3. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://swagger.io/specification/> – Загл. с экрана.

5. SwaggerHub Help – Generating Code. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://app.swaggerhub.com/help/apis/generating-code/index> – Загл. с экрана.

6. SwaggerHub Tools [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://swagger.io/tools/> – Загл. с экрана.

7. Documenting Your Existing APIs: API Documentation Made Easy with OpenAPI & Swagger. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://swagger.io/resources/articles/documenting-apis-with-swagger/> – Загл. с экрана.

8. What Should You Consider Before OpenAPI Adoption? [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://nordicapis.com/what-should-you-consider-before-openapi-adoption/> – Загл. с экрана.

УДК 629.4.015

К. В. Богунов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ОРГАНИЗАЦИЯ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ НА БАЗЕ ПЛАТЫ ARDUINO

В статье рассмотрено создание беспроводного устройства связи, для передачи различных пакетов данных, на примере передачи измеренного расстояния до объекта при помощи ультразвукового датчика расстояния от марки Arduino HC SR04, радиомодулей NRF24L01 и двух плат Arduino UNO и Arduino Nano. Необходимо было запрограммировать модули радиосвязи на передачу и прием данных между друг другом, а также запрограммировать датчик расстояния на корректные измерения и сведения погрешностей к минимальным.

Ключевые слова: Arduino, беспроводная связь, датчик, модуль, пакеты данных.

Kirill V. Bogunov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

ORGANIZATION OF WIRELESS DATA TRANSMISSION BASED ON ARDUINO BOARDS

The article describes the creation of wireless devices for transmitting data on Arduino HC SR04 models, NRF24L01 radio modules, and two Arduino UNO and Arduino Nano platforms. It is necessary to program the radio modules to transmit and receive data between each other, as well as program the sensors for the correct measurement and error information to the minimum values.

Keywords: Arduino, wireless, sensor, module, data packets.

В настоящее время стоит вопрос о передаче данных без посредства проводов, при помощи беспроводной связи. За последнее время стало существовать множество беспроводных технологий, наиболее известные под своими маркетинговыми названиями, такие как *Wi-Fi*, *WiMAX*, *Bluetooth*. Каждая из этих технологий обладает своими определенными характеристиками, которые определяются её областью применения.

Одним из подходов к классификации беспроводных технологий можно отнести дальность их действия:

Беспроводные персональные сети (*WPAN* — *Wireless Personal Area Networks*). Примеры технологий — *Bluetooth*.

Беспроводные локальные сети (*WLAN* — *Wireless Local Area Networks*). Примеры технологий — *Wi-Fi*.

Беспроводные сети масштаба города (*WMAN* — *Wireless Metropolitan Area Networks*). Примеры технологий — *WiMAX*.

Беспроводные глобальные сети (*WWAN* — *Wireless Wide Area Network*). Примеры технологий — *CSD*, *GPRS*, *EDGE*, *EV-DO*, *HSPA*, *UMTS*, *LTE*, *LTE Advanced*.

Схема по радиусу действия сетей приведена на рис. 1.

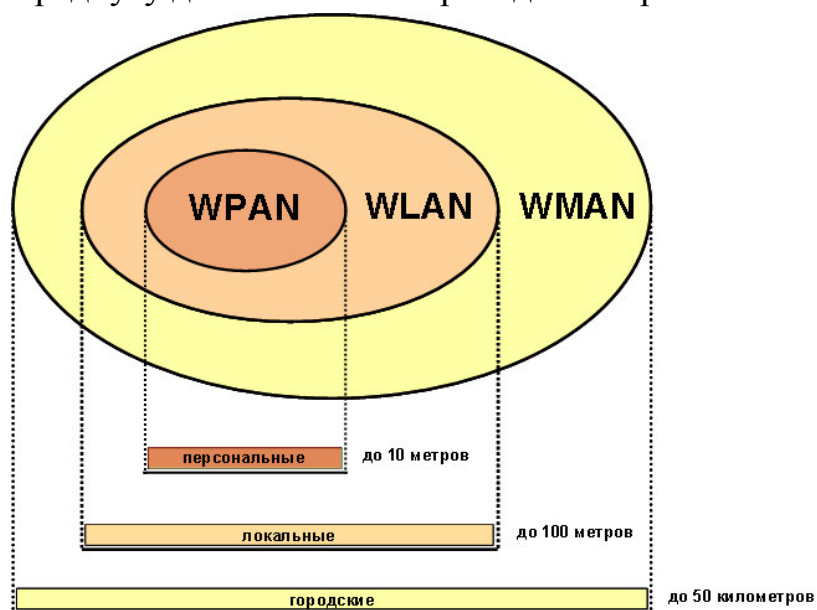


Рисунок 1 – Классификация по дальности действия

В модулях радиосвязи *Arduino NRF24L01* используется технология *WLAN*, модуль отлично справляется с передачей данных на расстояние 100 метров в прямой видимости, а также на расстоянии 30 и более метров в заставленном помещении.

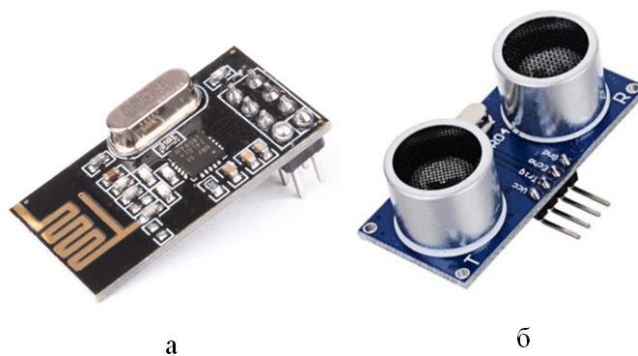


Рисунок 2 – Внешний вид устройств

а – радио-модуль *Arduino NFR24L01*; б – УЗ-датчик *Arduino HC SR04*

Рассмотрим модуль радиосвязи более подробно.

При разработке каких-либо электронных устройств часто возникает потребность в передаче каких-либо пакетов данных на некоторое небольшое расстояние. К примеру термодатчик, расположенный на улице, должен передавать значение температуры центральному устройству, а датчик движения – отдавать команду на включение сирены, расположенной в отдельном помещении. Подобных задач существует большое множество, как и методов их решения. В тех случаях, когда организовать проводную связь не представляется возможным, можно использовать радиомодули *NFR24L01*, работающие в диапазоне частот 2.4 – 2.5 ГГц. Их простота и надёжность обеспечила модулям огромную популярность среди радиолюбительских конструкций. *NRF24L01* можно встретить в таких устройствах, как:

В проекте мы рассматриваем передачу данных об измеренном расстоянии до какого-либо объекта, чтобы измерить это расстояние нам поможет ультразвуковой датчик расстояния *Arduino HC SR04*.

Рассмотрим датчик расстояния более подробно.

Принцип работы рассматриваемого ультразвукового датчика определять расстояние до объекта основан на принципе сонара как у летучих мышей – посылая пучок ультразвука, и получая его отражение с задержкой, устройство определяет наличие объектов и расстояние до них. Ультразвуковые сигналы, генерируемые приемником, отражаясь от препятствия, возвращаются к нему через определенный промежуток времени. Именно этот временной интервал становится характеристикой помогающей определить расстояние до какого-либо объекта в радиусе действия.

Датчик расстояния *Arduino HC SR04* является прибором бесконтактного типа, и обеспечивает высокоточное измерение и стабильность. Диапазон

дальности его измерения составляет от 2 до 400 см. На его работу не оказывает существенного воздействия электромагнитные излучения и солнечная энергия.

Рассмотрим схему подключения радиомодулей и датчика расстояния к платам *Arduino UNO* и *Arduino Nano*. В качестве передатчика данных будет выступать плата *Arduino UNO*, к ней мы подключаем ультразвуковой датчик расстояния и один из модулей радиосвязи

Схема по подключению передатчика приведена на рис. 3.

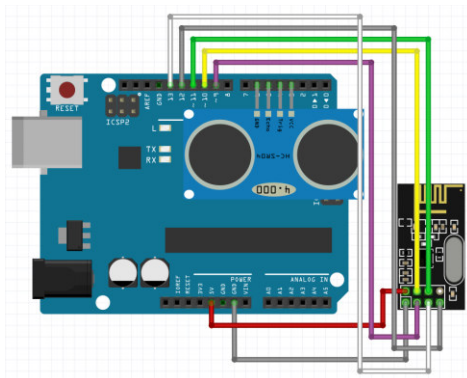


Рисунок 3 – Схема подключения передатчика

В качестве приемника собственно будем использовать плату *Arduino Nano*. В него подключаем только радиомодуль. Схема по подключению приемника приведена на рис. 4.

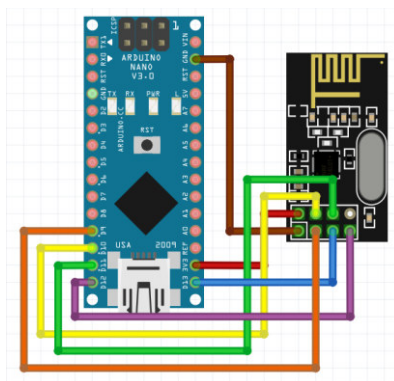


Рисунок 4 – Схема подключения приемника

После того как мы подключили приемник и передатчик, можно приступить к программированию. Для передачи данных нам необходимо создать массив в котором будут храниться данные, создаем канал связи так называемую трубу в котором наши приемники будут работать, указываем БОД и выбираем скорость передачи данных, а также в коде указываем пины приема и передачи данных и поскольку датчик расстояния подключен непосредственно в саму плату, расписываем работу пинов вручную, то есть указываем на какой

пин подать напряжение 5В и в каком пине земля (в нашем случае пин 3 – 5В и пин 6 - земля). Далее программируем приемник, тут все намного проще, указываем массив который мы должны принять, указываем канал связи в котором работают передатчики, далее все абсолютно также как с передатчиком БОД, скорость передачи данных, за исключением одного момента при создании передатчика мы прописываем метод, который гласит о том что мы записываем данные в массив (*radio.openWritingPipe(pipe)*), здесь логично мы его читаем (*radio.openReadingPipe(1,pipe)*).

На этом процесс программирования завершается, переходим к тестам что из всего этого вышло, загружаем код в платы, отключаем передатчик и оставляем в компьютере только приемник чтобы видеть переданные данные. Передатчик подключаем к любому источнику тока, например *PowerBank*.

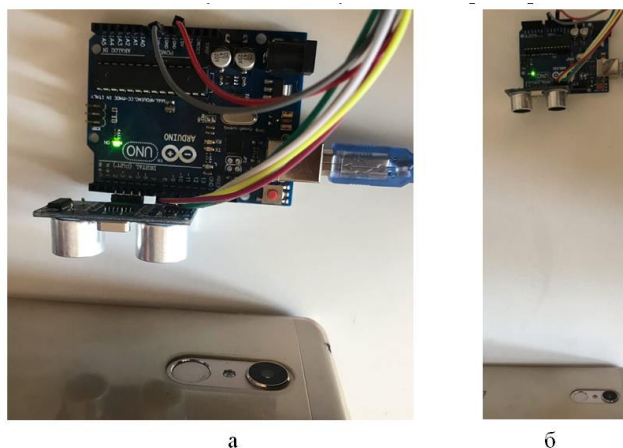


Рисунок 5 – Измерение расстояний:

а – близкое расстояние; б – дальнее расстояние

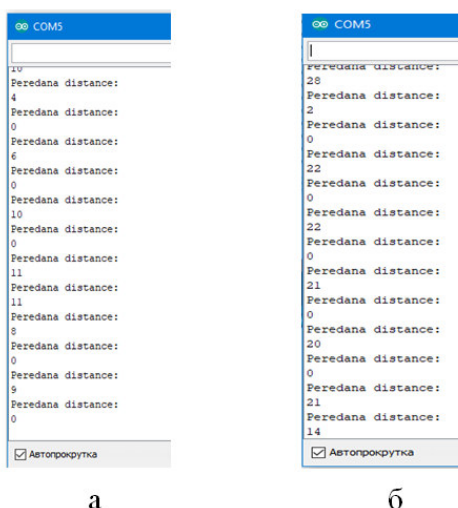


Рисунок 6 – Результаты измерений:

а – при близком расстоянии; б – при дальнем расстоянии

Из результатов измерения мы видим что существует некая погрешность, она заключается

Не идеальностью условий выполнения измерений (качение объекта).

В принципе работы датчика расстояния, все дело в том что сонар испускает импульс и он распространяется под углом а не прямо, именно поэтому в окне порта мы видим нули так как импульс проходит минуя объект.

Исправить выше перечисленные проблемы можно увеличив задержку (Delay) измерения, выбрать объект до которого идет измерение более крупны и зафиксировать объект, или делать серию измерений, и находить среднее значение, отбрасывая нули.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теоретическая электротехника» А. В. Пономарев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Блум, Д. Изучаем Arduino. Инструменты и методы технического волшебства [Текст] / Д. Блум. – М.: БХВ-Петербург, 2020. – 333 с.
2. Платт, Ч. Электроника для начинающих [Текст] / Ч. Платт. – М.: БХВ-Петербург, 2019. – 416 с.
3. Платт, Ч. Электроника: логические микросхемы, усилители и датчики для начинающих [Текст] / Ч. Платт. – М.: БХВ-Петербург, 2020. – 397 с.
4. Радио модуль NRF24L01 [Электронный ресурс] / 3Diy, 2020. – режим доступа: <https://3d-diy.ru/wiki/arduino-moduli/radio-modul-nrf24l01>.

УДК 087.5: 621.38

Т. А. Фролова

УПЦ Сибирский государственный автомобильно-дорожный университет (СибАДИ),
г. Омск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННЫХ ЧАСОВ НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

Статья посвящена проблеме изучения особенностей программирования на основе программно-аппаратного комплекса Arduino. Основной задачей исследования является систематизация знаний о возможностях конструирования и самостоятельного программирования электронных часов.

Ключевые слова: электронные часы, программно-аппаратная платформа Arduino, программирование.

DEVELOPMENT OF ELECTRONIC WATCHES BASED ON ARDUINO PLATFORMS

The article is devoted to the problem of studying the features of programming based on the Arduino hardware-software complex. The main objective of the study is the systematization of knowledge about the possibilities of designing and self-programming of electronic clocks.

Keywords: electronic clock, Arduino software and hardware platform, programming.

С древних времен понятие «время» является неотъемлемой частью жизни человека и лишь относительно недавно в масштабах развития истории человечества, всего несколько тысяч лет назад, люди смогли изобрести прибор, позволяющий определять его с более-менее высокой точностью – часы.

На протяжении тысячелетий люди придумывали разные приспособления для измерения и слежения за временем.

Механические часы, применяющие штыревой спусковой механизм, были созданы в XIV веке и стали стандартным инструментом для измерения времени вплоть до появления пружинных часовых механизмов и карманных часов в XVI веке. Потом появились маятниковые часы и на протяжении трёх веков они были наиболее точным устройством измерения времени. В XX веке были созданы электронные часы и после этого атомные часы.

Электронные часы – это часы, в которых для отсчёта времени используются периодические колебания электронного генератора, преобразованные в дискретные сигналы, повторяющиеся через 1 с, 1 мин, 1 ч.

Атомные часы дают погрешность порядка 10^{-14} (1 мс за 3000 лет) и используются для синхронизации всех остальных часовых механизмов, ложась в основу всемирного координированного времени.

С момента изобретения часов прошло немало веков, а часы все продолжали и продолжают изменяться и совершенствоваться. В настоящее время самым распространенным типом часов, используемых в быту и на производстве являются электронные часы. И в наши дни возможности позволяют нам самостоятельно разработать новый вид часов – электронные часы ходе участия в проектной деятельности обучающихся [7, 9].

Разработка подобных часов, соответственно, и является целью данной работы. Работа будет проводиться на основе программно-аппаратного

комплекса Arduino. Он представляет собой некое подобие электронного конструктора, поскольку позволяет при работе с ним создавать множество электронных устройств с самыми разными предназначениями.

Цель проекта – разработка электронных часов на основе программно-аппаратного комплекса Arduino, который представляет собой подобие электронного конструктора, позволяющего создавать множество электронных устройств с самыми разными предназначениями.

Задачами, необходимыми для достижения цели проекта являются [2, 3, 5]:

- изучение истории появления и особенностей различных типов часов;
- изучение особенностей составляющих, необходимых для сборки часов;
- разработка кода программы на основе Arduino;
- сборка часов, проверка их работоспособности и изучение их особенностей;

Первым и самым важным при создании любого электронного устройства на Arduino является, непосредственно, сама процессорная плата Arduino. Процессорных плат для Arduino существует великое множество, для данной работы была использована Arduino UNO.

Для самих электронных часов нам необходим модуль реального времени [6]. Делать часы на его основе удобно и практично, так как подобный модуль будет продолжать вести отсчет времени даже при отсутствии основного питания часов или перепрограммировании. В данной работе была использована модель DS1307. Подобный модуль работает на собственной литиевой батарее, идущей в комплекте с ним, и его работы хватает на довольно длительное время: примерно на пять лет.

Поскольку проект носит экспериментальный характер, при подключении модуля к плате мы воспользуемся беспаячной макетной платой или, как ее еще называют, BREADBOARD. Это не так надежно, как спаивание деталей, но дает возможность при случае разбирать собранные устройства и видоизменять их [8]. Подобные платы состоят из пластикового основания с отверстиями для соединительных проводов, внутри корпуса по бокам у них расположены шины питания, а по центру находятся проводники, идущие поперек платы.

В отличие от механических часов, циферблат у электронных часов бывает достаточно редко. Поэтому для обозначения времени в электронных часах используется дисплей – электронное устройство, предназначенное для отображения визуальной информации. В качестве дисплея мы воспользуемся светодиодным матричным индикатором с контроллером MAX 7219. Стандартный размер одного подобного устройства – 8x8 светодиодов, что

слишком мало для часов. Поэтому мы будем использовать индикатор, состоящий из четырех стандартных частей.

В качестве программной среды для работы с Arduino использовалась бесплатная программа Arduino IDE, в которой происходило написание скетча, то есть, программирование самих часов [4]. Используемый нами скетч позволяет использовать часы в нескольких режимах и настраивать их определенным образом. Поэтому для управления часами и их настройки посредством BREADBOARD к процессорной плате мы также подключаем две тактовые кнопки. Это простой механизм, замыкающий электрическую цепь при давлении на него, который все мы много раз встречали в повседневной жизни [1].

Одна из кнопок при нажатии на нее показывает дату и день недели. В режиме настройки часов она используется для переключения параметров. Вторая кнопка позволяет переключение между четырьмя режимами отображения времени и настройками часов.

Первый режим, Basic, отображает только часы и минуты; второй Small, отображает помимо часов и минут секунды.

Третий режим Slide, похож на Basic, но отличается от него так называемым «скольжением» цифр при смене часов и минут.

Четвертый режим – Words, отображает время в словесном формате. В режиме настройки часов мы можем управлять следующими параметрами: форматом отображения времени (двенадцати или двадцатичетырех часовым), яркостью светодиодного индикатора и самим временем.

Наконец, для работы часов им необходим источник питания. Для автономной работы часов мы будем использовать Power Shield, повышающий и стабилизирующий напряжение от литий ионного аккумулятора типоразмера 16650 до пяти вольт, уровня необходимого для платы Arduino.

Использование аккумулятора в отличие от батареи гораздо удобнее, так как аккумуляторы своим устройством предполагают наличие возможности их подзарядать, в то время как заряд батареек, к сожалению, имеет свойство кончаться безвозвратно. Помимо этого, также возможно использование любого другого внешнего источника напряжения от шести до двенадцати вольт, для чего устройство платы Arduino UNO предполагает наличие соответствующего разъема для внешнего питания.

Часы – одно из важнейших изобретений человечества, и они используются людьми в повседневной жизни ежедневно. С момента появления первых часов, солнечных, прошли многие сотни лет, и за это время они значительно видоизменились, став теми самыми часами, с которыми сейчас так хорошо знаком

каждый из нас – электронными. И один из способов создать такие часы самостоятельно – с использованием программно-аппаратного обеспечения Arduino.

Таким образом, изучив особенности программно-аппаратного комплекса Arduino и составляющих, необходимых для сборки часов, а также узнав об особенностях различных видов часов в разное время, мы выполнили основную цель проекта и осуществили сборку опытного образца электронных часов. В дальнейших перспективах проекта планируется добавить к часам датчик температуры, как комнатной, так и уличной, и перевести надписи на дисплее на русский язык для более удобного пользования.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Информационные технологии» С. А. Зырянова, СибАДИ.

Список литературы

1. Джереми, Б. Изучаем Arduino: инструменты и методы [Текст] / Б. Джереми. Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 336 с.
2. Кишмерешкина, О. Ю. Использование автоматизированной обучающей системы [Текст] / О. Ю. Кишмерешкина // XIX Всероссийская студенческая научно-практическая конференция Нижневартковского государственного университета: Сб. статей. – Нижневартковск, НГУ. – 2017. – С. 94 – 97.
3. Мартинайтите, Д. А. Совершенствование виртуальной лаборатории для разработки проектов будущих специалистов транспортной отрасли [Текст] / Д. А. Мартинайтите, А. И. Найданов // Цифровые технологии в сфере транспорта и логистики: Мат. межд. научно-практич. конф. – Омск: СибАДИ, 2018. – С. 12 – 15.
4. Монк, С. Программируем Arduino. Профессиональная работа со скетчами [Текст] / С. Монк. – СПб.: ООО Издательство «Питер», 2017. – 252 с.
5. Обельчакова, К. А. Интерактивные методы обучения в современном образовании [Текст] / К. А. Обельчакова // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных: Сб. научных трудов II Межд. научно-практич. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных. – Омск: СибАДИ, 2018. – С. 776 – 779.
6. Петли, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino [Текст] / В. А. Петли. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 464 с.
7. Рейнгольд, В. С. Развитие познавательного интереса посредством активных методов обучения [Текст] / В. С. Рейнгольд // Фундаментальные и прикладные исследования молодых учёных: Сб. научных трудов II Межд. научно-практич. конф. – Омск: СибАДИ, 2018. – С. 780 – 783.
8. Соммер, У. Программирование микроконтроллерных плат Arduino / Freeduino [Текст] / У. Соммер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2012. – 256 с.

9. Якубенко, О. В. Компетентностный подход в условиях стандартизации образования как фактор развития личности обучающихся [Текст] / О. В. Якубенко // Архитектурно-строительный и дорожно-транспортный комплексы: проблемы, перспективы, новации: Мат. межд. научно-практической конференции. – Омск: СибАДИ, 2016. – С. 1252 – 1255.

УДК 004.738.5

А. Ю. Долженко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ

В статье рассматривается применение концепции Интернета вещей (IoT) в городской среде. Описывается обеспечение взаимосвязи компонентов системы IoT на четырех уровнях, а также рассматривается вопрос обеспечения безопасности.

Ключевые слова: IoT, Интернет вещей, обеспечение безопасности, «умный город»

Alexander Y. Dolzhenko

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

USING THE INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY IN AN URBAN ENVIRONMENT

The article considers the application of the IoT concept in the urban environment. It describes how to ensure the interconnection of IoT system components on four levels and discusses the issue of security.

Keywords: IoT, Internet of things, security, smart city

Концепция IoT применяется во многих областях экономики для оценки производительности работы фирмы. Например, она гарантирует гибкость регулирования производственных линий при помощи роботизированной автоматизации процессов, что позволяет получать более достоверную информацию и прогнозы, используя искусственный интеллект. Кроме того, за счет прямого взаимодействия через IoT закрепляются связи предприятий с

клиентами. Все это доступно и для «умных городов» (от англ. – smart city). Но у «умных городов» свои собственные приоритеты.

Их ключевая задача – содействовать подъему благосостояния населения, а это требует решения широкого спектра задач. Необходимо создать среду, в которой жители города смогли бы развивать свои способности и вдохновлять других. Нужно гарантировать безопасность и защиту посредством предоставления соответствующим структурам инструментов для мониторинга. Надо увеличивать уровень удовлетворенности жителей городскими услугами, которые обязаны всецело отвечать их потребностям. И все это лишь малая часть основных задач, которые ставятся перед «умными городами» [1].

Взаимосвязь элементов «умного города» выстраивается на 4 уровнях, начиная с первой нижней ступени – базовой инфраструктуры и дальше вверх до уровня приложений и сервисов. Схема уровней приведена на рис. 1.



Рисунок 1 – Взаимосвязь элементов «умного города»

На уровне 4 находятся приложения и сервисы, через которые устанавливается контакт с конечными пользователями и обеспечивается предоставление услуг по их запросу.

На уровне 3 располагается размещенная в облаке платформа для анализа и обработки больших данных (англ. – big data), полученных на других уровнях, в целях предоставления полезной информации, используемой для совершенствования существующих и создания новых услуг.

Уровень 2 – это уровень восприятия и измерения, на котором подключенные датчики, объекты и устройства собирают данные о поведении пользователей и взаимодействии машин. С этого уровня начинается развитие городской экосистемы IoT.

На уровне 1 размещена базовая инфраструктура, которая служит основой для становления «умного города» и состоит из транспортной системы, устройств связи, энергоснабжения, городского электроосвещения, сбора и переработки отходов, водоснабжения и водоотведения.

Обычно «умные города» идут по пути расширения возможностей подключенных объектов, инвестируя средства в приборы и датчики. Однако стоит понимать, что изменение «умного города» в сторону развития экосистемы IoT обязано захватывать первую ступень – базовую инфраструктуру.

Для того чтобы обеспечить взаимосвязь компонентов «умного города», необходим Интернет, потому что IoT банально не может существовать без него. Всем устройствам необходимо средство связи для обмена различного рода информацией, трансляции данных, получения команд и создания экосистемы. Для людей это не представляет проблемы – они могут выйти в Интернет через смартфон, подключенный к мобильной сети, а также через свой компьютер с помощью точки доступа Wi-Fi или по Ethernet-кабелю. Однако для машин, датчиков и других устройств все совершенно иначе. Они обмениваются данными на другом уровне и по сравнению с людьми используют сети для выполнения гораздо большего числа задач, подключаясь к ним через свои терминалы [2]. Развертывание сетей для доступа в Интернет и передачи данных в городских масштабах представляет собой сложную задачу, решение которой целесообразно поручить специализированному партнеру города, который при рассмотрении данного вопроса должен учесть важнейшие аспекты сетей связи, а именно:

- производительность, она отображает эффективность коммуникации между разными приборами, а также между устройствами и центральными системами;

- время ожидания, которое необходимо для получения данных в точке назначения;

- масштабируемость, так как от нее зависит, сколько устройств может осуществлять связь с окончательным устройством, которое всех их объединяет;
- надежность городских сетей, которая определяется их производительностью и масштабируемостью;
- устойчивость сетей, которая означает, что при функционировании IoT-систем в реальных условиях городские сети должны быть не только доступными и надежными, но и в случае любого сбоя связь между устройствами, подключенными к городским сетям, должна быть восстановлена, а любая пропущенная информация должна обновиться таким образом, как если бы никакого сбоя не было.

Как мы уже поняли – через устройства, датчики и приложения IoT-города проходит огромный объем конфиденциальной информации. Здесь и встает вопрос об обеспечении надежной защиты IoT-систем [3]. При рассмотрении этого вопроса необходимо обратить внимание на пять основных факторов, которые приведены на рис. 2.

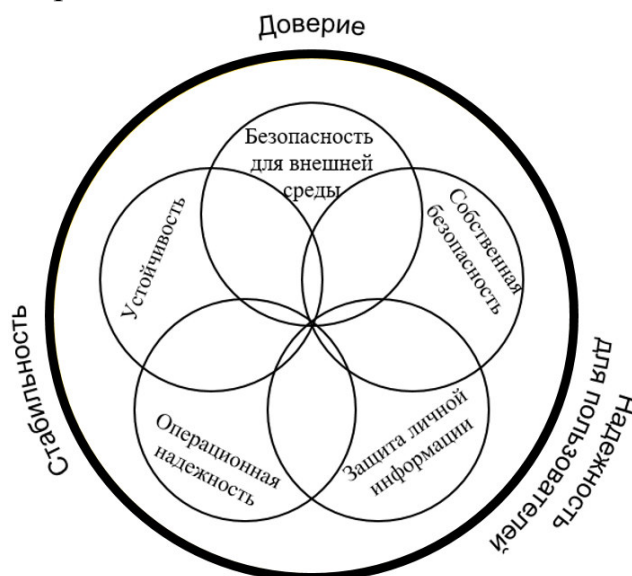


Рисунок 2 – Основные факторы безопасности

Первостепенное значение имеет собственная безопасность экосистемы IoT и инфраструктуры, которая должна обладать устойчивостью к любым непредусмотренным и несанкционированным изменениям, сбоям или к разрушительному воздействию.

Безопасность для внешней среды означает, что функционирование городской инфраструктуры IoT не приведет к побочным рискам, связанным с причинением вреда здоровью населения и нанесением ущерба окружающей среде.

Операционная надежность экосистемы IoT города будущего имеет значение не только для его жителей, но и для всех заинтересованных сторон, участвующих в ее создании. Наличие надежной инфраструктуры гарантирует, что экосистема в целом и ее отдельные компоненты в частности будут полностью выполнять свои функции в изначально заданных и предсказуемых условиях. Это служит гарантией безотказности, необходимой бизнесу.

Последний аспект безопасности касается защиты личной информации. В экосистеме IoT происходит обмен данными, которые могут относиться к закрытой информации о людях, например, об их местоположении и состоянии. В цифровую эпоху личная информация находится под угрозой не только из-за неосмотрительности провайдеров цифровых услуг, но и вследствие того, что пользователи не вполне осознают, какой цифровой след оставляют в Интернете.

Именно этим обусловлены многочисленные законодательные инициативы по регулированию данного аспекта управления данными.

Основополагающей целью системы безопасности инфраструктуры IoT «умного» города служит формирование анти-хрупкости – умению гарантировать бесперебойное функционирование экосистемы IoT путем обособленности любого отдельного компонента, безопасность которого была не соблюдена. Схема формирования анти-хрупкой системы приведена на рис. 3.

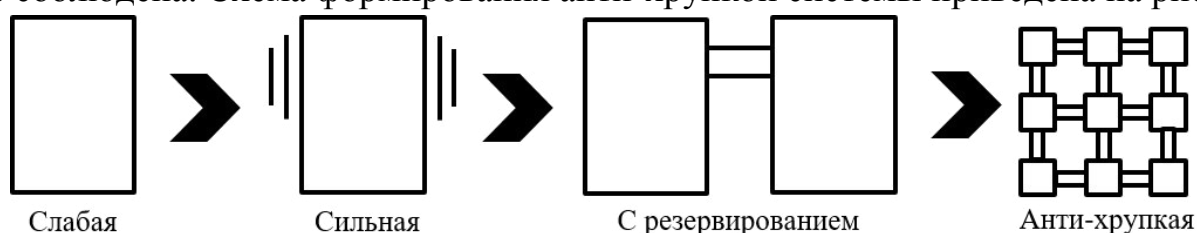


Рисунок 3 – Формирование анти-хрупкой системы

Учет принципов обеспечения собственной безопасности и защищенности для внешней среды на каждом уровне создания экосистемы позволяет достигнуть значительно большей безопасности в целом. Никто не знает, как будет развиваться IoT-среда и какие свойства и функции появятся у нее в будущем. Но одно можно сказать с полной уверенностью: даже в случае внедрения потенциально небезопасного компонента в устойчивую и анти-хрупкую среду «умного» города, такой компонент будет нейтрализован благодаря наличию у нее встроенного иммунитета.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и системы управления» А. С. Окишев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Все говорят про Интернет вещей. Где же он? [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://habr.com/ru/post/410811/> (дата обращения 17.04.20).
2. Технологии и протоколы Интернета вещей [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://azure.microsoft.com/ru-ru/overview/internet-of-things-iot/iot-technology-protocols/> (дата обращения 17.04.20).
3. IoT и проблемы безопасности [Электронный ресурс]. – режим доступа <https://habr.com/ru/company/unet/blog/410849/> (дата обращения 17.04.20).

УДК 629.488.27

А. С. Бобчинец

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский техникум железнодорожного транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МИКРОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТЕНДОВ ПРОВЕРКИ НА ОСНОВЕ СТАНДАРТНЫХ ЛОГИЧЕСКИ ПРОГРАММИРУЕМЫХ КОНТРОЛЛЕРАХ

Компьютеры получили широкое распространение в различных сферах человеческой деятельности, прежде дорогие и большие устройства начали стремительно сменяться приемлемыми в цене и размерах. Размеры и форма компьютеров изменились в результате разработки новых устройств, называемых микропроцессорами. Сегодня же, микропроцессоры применяются во всех сферах науки и повседневной деятельности человека и могут широко применяться в сфере ремонта.

Ключевые слова: микропроцессоры, развитие микропроцессоров, развитие процессора, совершенствование программного обеспечения, совершенствование аппаратных средств.

Artyom S. Bobchinets

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

PROSPECTS FOR THE USE OF MICROPROCESSOR SYSTEMS IN THE DEVELOPMENT OF TEST BENCHES BASED ON STANDARD LOGICALLY PROGRAMMABLE CONTROLLER

Computers are widespread in various fields of human activity, before expensive and large devices began to rapidly change to acceptable in price and size. The size and shape of computers has changed as a result of the development of new devices called microprocessors. Today, microprocessors are used in all areas of science and everyday human activities and can be widely used in the field of repair.

Keywords: microprocessors, microprocessors evolution, perfecting of software, perfecting of hardware.

Микропроцессорные системы в настоящее время стремительно расширяют область своего применения в человеческой деятельности, их применение возможно в ряде процессов и устройств ремонта, что позволяет не только снизить затраты, но и улучшить качество данных процессов. Развитие микропроцессорных систем идет по двум направлениям: первое, это улучшение аппаратных средств, вторым является улучшение программного обеспечения [1 – 3]. При рассмотрении улучшения аппаратных средств следует выделить следующие направления работы.

Быстродействие.

На быстродействие микропроцессорной системы в наибольшей степени влияют внешние устройства. Таким образом на текущий момент основной задачей при увеличении быстродействия системы является улучшение характеристик внешних устройств их адаптация под нужды технических процессов. При увеличении количества решаемых задач неуклонно встает вопрос о точности и качестве вычислений. Расширение функционала и точности задач микропроцессорной системы требует повышать разрядность микропроцессоров.

Уменьшение энергопотребления.

Уменьшение энергопотребление используется в тех случаях, когда важна автономная работа системы, однако стоит учесть, что при уменьшении энергопотребления, быстродействие системы падает.

Совершенствование памяти.

Наиболее уязвимым фактором при росте производительности системы, может стать доступ к памяти. Необходимо чтобы на кристалле находилась память большой емкости и ядра имели к ней прямой доступ, что позволит загрузить множество ядер. Выделение определенными ядрами некоторых групп памяти позволит совместно использоваться группами ядер или всеми ядрами, в зависимости от потребностей. Подобное изменение конфигурации позволит улучшить производительность системы при работе многих ядер.

Другим направлением перспективы развития является совершенствование программного обеспечения. Одну из первостепенных ролей в функционировании микропроцессорной системы занимает программное обеспечение. Существует несколько направлений усовершенствования программного обеспечения: улучшение программного обеспечения реального времени и программного обеспечения, где не требуется работа в реальном времени.

В первом случае основной упор делается на улучшении обработки информации в кратчайшие сроки, а также на параллельные вычисления и на повышении скорости реагирования с сигналов внешних устройств. Для категории, в которой не требуется вычисления в реальном времени, улучшают программное обеспечение ускоряется в плане ускорения, а также облегчения процесса программирования. Для этого создаются новые языки программирования, которые имеют свои особенности в плане трансляции и интерпретации программ, а также создаются специализированные библиотеки, учитывающие особенности микропроцессоров. В связи с увеличением списка решаемых задач с помощью микропроцессорных систем, появляется острая необходимость в увеличении технических характеристик этих систем, а также развития и программной составляющей таких систем. Поэтому многие компании, занимающиеся разработкой микропроцессоров, тратят огромное количество ресурсов на развитие систем, что в свою очередь влечет за собой более массовое применение микропроцессоров в нашей жизни.

Применение микропроцессорных систем позволяет увеличить функциональность стенда, минимизировать при проверке так называемый «человеческий фактор» и вместе с тем сократить время диагностики, улучшить её качество. Одним из основных критериев качественной проверки является правильное подключение испытуемого устройства к стенду, соответственно необходимо задать первой проверкой именно подключение к стенду, ведь в ряде случаев, из-за неверного подключения, получают ложные данные. Соответственно необходимо неукоснительно соблюдать инструкции по подключению к стенду и работе на нём. Также необходимо организовать удобный мониторинг исправности стенда, чтобы оператор наиболее быстро смог найти и устранить неисправность, минимизировав простой стенда.

Наилучшим решением с экономической точки зрения будет разработка многофункционального стенда, способного проверять ряд устройств, но это может сказаться на качестве отдельных проверок, так как порой мы имеем некоторую специфику проверяемых устройств и если организовать вывод данных и обработку их оператором, вновь может вмешаться «человеческий

фактор». Поэтому для многофункциональных стендов следует дополнительно вносить анализирующий элемент, который сможет более верно оценить данные и выдать оценку годности узла.

При разработке программного обеспечения необходимо так же многократно произвести его наладку, исключив тем самым ряд сбоев. Качественное программное обеспечение и его наладка, порой занимают одну из ключевых составляющих стоимости стенда, соответственно необходимо добиться максимального полезного эффекта от программного обеспечения, при минимизации сбоев.

Научный руководитель – преподаватель Н. Б. Кондаков, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Антонов, О. Г. Цифровые устройства и микропроцессоры: учеб. пособие. Ч. 1. Цифровые устройства / О. Г. Антонов, Е. Ю. Мигунова. – СПб.: СЗТУ, 2006. – 82 с.

2. Ким А. К. Микропроцессоры и вычислительные комплексы семейства «Эльбрус». СПб.: Питер, 2013. 272 с.

3. Огородников, И. Н. Микропроцессорная техника: практический курс: учеб. пособие / И. Н. Огородников. – Екатеринбург: УрФУ, 2012. – 137 с.

УДК 617.57-77::004.3

М. А. Тыртышникова

Бюджетное общеобразовательное учреждение «Гимназия №88», г. Омск, Российская Федерация

БИОНИЧЕСКИЙ ПРОТЕЗ РУКИ С МИКРОПРОЦЕССОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

Представлена разработка односхватового бионического протеза предплечья с микропроцессорным управлением на основе микроконтроллерной платформы Arduino. Предложена и успешно апробирована собственная схема соединения компонентов. Корпус протеза изготовлен из пластика с использованием 3-х мерной печати. Протез управляется сигналами нервной системы человека, поэтому его функционирование приближено к реальной руке.

Ключевые слова: бионические протезы, робототехника, система управления, микроконтроллер, Arduino, устройство, 3D печать.

Maria A. Tyrtysnikova

Budgetary comprehensive school «Gymnasium №88», Omsk, the Russian Federation

BIONIC MICRO-CONTROLLED ARM PROSTHESIS

We presented the development of bionic micro-controlled forearm prosthesis based on Arduino microcontroller platform. We proposed and successfully tested a proprietary circuit diagram for connecting components. The case of prosthesis made of plastic on 3D printer. The prosthesis is controlled by the signals of the human nervous system, so its functioning is close to the real arm.

Keywords: bionic prostheses, robotics, control system, microcontroller, Arduino, device, 3D printing.

Приготовить с утра яичницу, закрыть дверь ключом, зашить дырку в штанах или написать сообщение со своего мобильного близкому человеку – казалось бы, простые вещи, которые мы делаем «автоматически». Но для кого-то это сложные, порой невыполнимые задачи, по причине отсутствия одной или обеих рук. Сегодня в России в искусственных конечностях нуждаются около 200 тысяч человек с врожденными или приобретенными травмами. Современные протезы умеют делать практически все, что делает настоящая человеческая рука: печатать текст на компьютере, брать любые предметы; пользователь протеза может даже управлять автомобилем. Современный протез – это не просто механическая замена утерянного органа. Это уникальная часть тела, которая обеспечивает человеку новые, невиданные ранее возможности.

Актуальность проекта заключается в том, что с каждым годом в мире появляется все больше людей, которые нуждаются в использовании различных комплектующих для повышения качества своей жизни, восстановления или расширения возможностей своего тела. Речь идет о приспособлениях, которые взаимодействуют с организмом человека, например, это импланты с микроэлектроникой, разного рода протезы.

В первую очередь, было важно определиться, как сделать корпус протеза, в котором будут размещены все электронные компоненты. Наилучшим способом изготовления корпуса является использование трехмерной печати из экологически чистого пластика. Модель корпуса была взята на сайте www.thingiverse.com [1], далее мы ее адаптировали к схеме нашего протеза в

программе FreeCAD. Корпус получился довольно легким (около 300 г), но при этом очень прочным и надежным. Общий вид корпуса показан на рис.1.

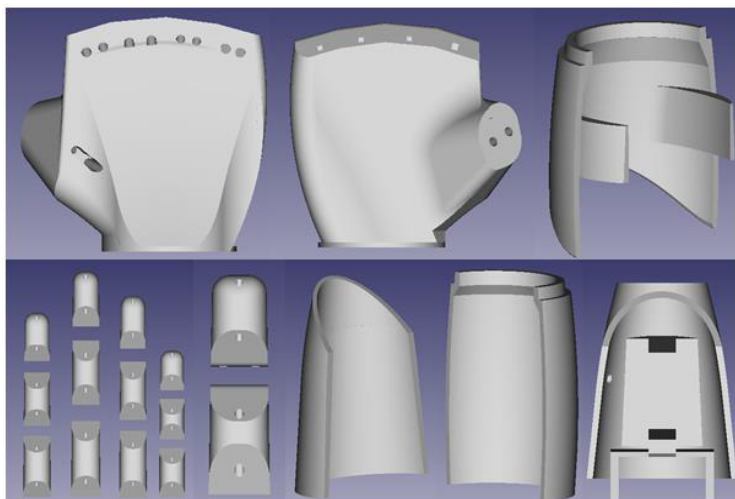


Рисунок 1 – Общий вид корпуса протеза

Решено было сделать односхватовый протез, поскольку вероятность его поломки значительно ниже, чем у многосхватового. Корпус протеза состоит из следующих частей: две половины предплечья, внутри которых размещается электроника, ладонь и фаланги пальцев. Как и в реальной человеческой руке, указательный, средний, безымянный пальцы и мизинец состоят из трех фаланг, а большой палец – из двух. Сгибание пальцев осуществляется натяжением лески, пропущенной через фаланги и ладонь. Разгибание происходит под действием жесткого резинового жгута, который при ослаблении лески возвращает пальцы в прямое положение. Для натяжения лески могут использоваться сервоприводы, управляемые микроконтроллером.

Основой управления процессами руки была выбрана платформа Arduino Nano. Выбор платформы объясняется ее доступной ценой, удобной средой разработки и наличием библиотек для работы с сервоприводами.

Далее было разработано несколько схем сборки протеза и рассмотрено множество вариантов комплектующих. Проанализировав все нюансы, нам удалось подобрать оптимальные по мощности, энергопотреблению, массе и стоимости компоненты:

- контроллер Arduino Nano на основе микросхемы ATmega328;
- электромиографический мышечный датчик EMG Muscle Sensor;
- два сервопривода MG996R с силой удержания 11 кгс·см;
- аккумуляторная батарея (АКБ) из двух литиевых аккумуляторов типоразмера 18650 напряжением 3,7 В, соединенных параллельно;
- контроллер заряда АКБ;

- индикатор заряда АКБ;
- повышающий DC/DC преобразователь XL6009;
- преобразователь двухполярного питания AIMTEC AM1D0505D;
- электролитические конденсаторы для сглаживания пульсаций;
- магнитный кабель micro-usb;
- блок питания напряжением 5 В;
- клавишный выключатель питания.

Разработанная схема соединения компонентов показана на рис. 2. Бионический протез работает следующим образом:

1. сначала электромиографический датчик (ЭМГД) считывает сигнал сокращения мышцы руки;
2. далее ЭМГД (8) передает аналоговый сигнал на микроконтроллер Arduino Nano (4);
3. в свою очередь, контроллер Arduino Nano преобразует аналоговый сигнал в цифровой и передает информацию на сервоприводы MG996R (5, 6). В зависимости от амплитуды сигнала, сформированного в мышечном датчике, контроллер Arduino Nano подает определенную информацию о количестве оборотов и мощности на сервоприводы, что и определяет скорость и силу сжатия или разжимания пальцев протеза.

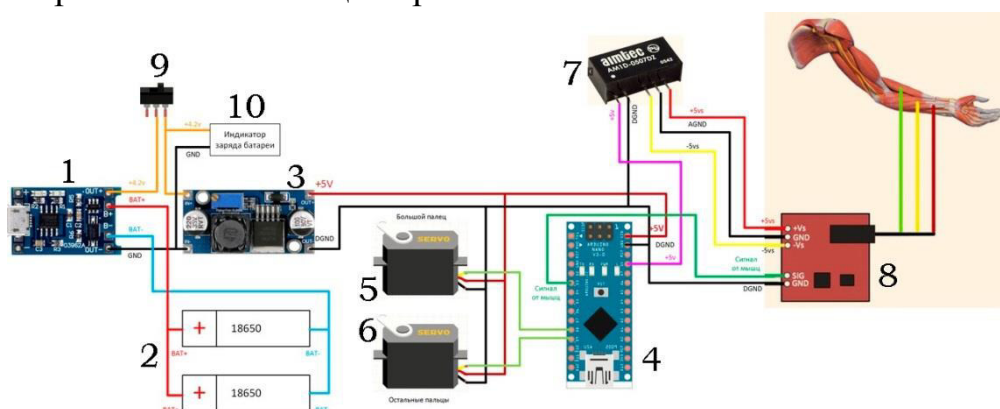


Рисунок 2 – Разработанная схема соединения компонентов

Если посмотреть на схему электропитания, мы увидим, что в ней нет лишних деталей и все устройства взаимосвязаны.

Контроллер заряда (1) передает ток от блока питания для заряда АКБ, состоящей из двух параллельно соединенных аккумуляторов типоразмера 18650 (2).

АКБ в свою очередь передает ток с напряжением 3,7 В на повышающий DC/DC преобразователь XL6009 (3), который увеличивает напряжение до 5 В. Указанное напряжение необходимо для корректной работы всех устройств в цепи.

Так как на выходе повышающего преобразователя XL6009 (3) мы наблюдали высокую амплитуду пульсаций, было решено поставить электролитические конденсаторы емкостью 3300 μ F для сглаживания этих пульсаций.

Затем от повышающего преобразователя XL6009 (3) ток напряжением 5 В приходит на Arduino Nano (4), на сервоприводы MG996R (5, 6) и на преобразователь AIMTEC AM1D0505D (7), формирующий двухполярное питание плюс 5 В и минус 5 В для ЭМГД (8). Датчик считывает сигналы с мышц и передает их Arduino Nano (4), который «указывает» сервоприводам MG996R (5, 6), с какой скоростью и амплитудой им вращаться.

Уровень заряда АКБ мы можем наблюдать на дисплее индикатора заряда АКБ (10). Для обесточивания цепи используется клавишный переключатель (9), это позволяет безопасно заряжать протез от блока питания и исключить саморазряд АКБ, когда протез не используется.

Вся система заряжается при помощи кабеля micro-usb и блока питания 5 В, рассчитанным на силу тока не менее 1 А. Для этого подойдет даже зарядное устройство от мобильного телефона.

Программный код микроконтроллера на Си-подобном языке программирования Processing/Wiring представлен на листинге 1.

```
#include <Servo.h>
Servo thumb, fingers;
int analogpin = 3, val = 0;
void setup() {
  fingers.attach(9); //Attach the servo for the four fingers to pin9
  thumb.attach(8); // Attach the servo for the thumb to pin 8
}
void loop() {
  val = analogRead(analogpin); //muscle sensor connected to pin A3
  if( val < 150) { // this value is adjusted to muscle sensor signal
    thumb.write(270); fingers.write(270); delay(100); }
  else{
    thumb.write(0); fingers.write(0); delay(100); }
}
```

Листинг 1 – Программный код для микроконтроллера

Алгоритм работы микроконтроллера сводится к периодическому опросу ЭМГД и выдаче управляющего сигнала на сервоприводы. Если ЭМГД определил, что мышца сокращена, то приводы поворачиваются на угол 270 градусов и сжимают пальцы. При расслаблении мышцы приводы возвращаются в исходное положение и пальцы разжимаются.

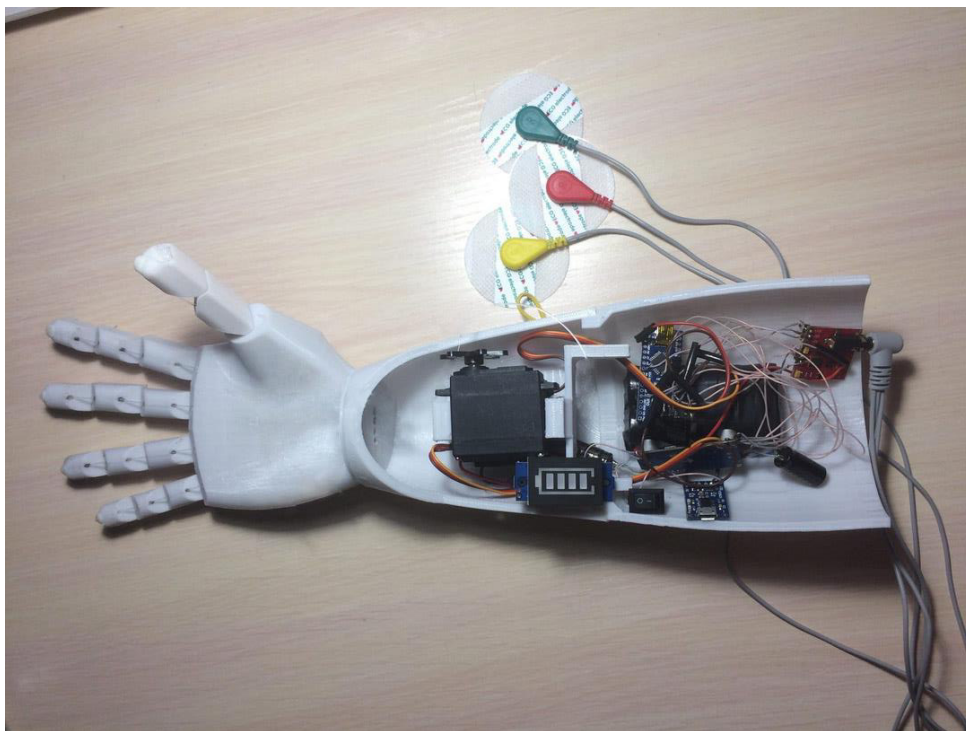


Рисунок 3 – Прототип бионического протеза предплечья

Готовый прототип бионического протеза представлен на рис. 3. Собранное устройство получилось легким, недорогим и удобным в использовании.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Автоматика и системы управления» А. С. Окишев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Robotic Prosthetic Hand [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.thingiverse.com/thing:1691704> (дата обращения 17.04.2020).
2. Технология изготовления протезов верхних конечностей: метод. пособие [Текст] / В. Г. Петров [и др.]; под ред. Г. Н. Букова – СПб.: Гиппократ, 2008. – 128с.
3. Кондрашин, Н. И. Ампутация конечностей и первичное протезирование [Текст] / Н. И. Кондрашин, В. Г. Савин. – М.: Медицина, 1984. – 160 с.
4. Маркс, В. О. Ортопедическая диагностика [Текст] / В. О. Маркс. – Минск: Наука и техника, 1978. – 512 с.
5. Протезирование детей с дефектами конечностей [Текст] / под ред. В. И. Филатова. – Л.: Медицина, 1981. – 280 с.
6. Копылов, Ф. А. Медицинские основы протезирования [Текст] / Ф. А. Копылов, М. С. Певзнер. – Л.: Изд-во мед. лит-ры, 1962. – 200 с.

К. В. Богунов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ «3D МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТЯГОВЫМ ПОДВИЖНЫМ СОСТАВОМ»

В статье рассмотрено создание 3D модели управления тяговым подвижным составом. Процесс создания 3D-моделей, станций, перегонов, электрификации железной дороги, настройка устройств безопасности АЛС-50 и АЛС-ЕН.

Ключевые слова: 3D-модель, тренажер, машинист, студент, железная дорога.

Kirill V. Bogunov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

DEVELOPMENT OF AN APPLICATION 3D MODEL OF MANAGEMENT OF TRAFFIC MOBILE COMPOSITION

The article describes the creation of a 3D model of control of traction rolling stock. The process of creating 3D models, stations, stages, railway electrification, setting up the ALS-50 and ALS-EN safety devices.

Keywords: 3D-model, simulator, driver, student, railway.

В настоящее время стоит вопрос о новом подходе к обучению студентов и действующего персонала ОАО РЖД. Вопрос стал решаться при помощи появления новых различных видов учебных тренажеров предназначенных для подготовки к работе студентов и действующего персонала ОАО РЖД. Тренажеры должны полностью моделировать реальные условия работы, моделировать нештатные ситуации и способы их решения, а также различные мелочи как к примеру погодные условия. Существует множество различных компаний занимающихся разработкой тренажеров такие как Торвест, Зарница и ПКБ ЦТ, у всех этих компаний есть свои плюсы и минусы, какие то компании делают максимальное упрощения делая упор на управление ПС и отходя от

передачи виртуальной реальности, другие пытаются создать ту самую виртуальную реальность забывая об оптимизации своей разработки что сопровождается различными так называемыми «багами», «лагами» или проще «тормозами» системы.

В своей разработке я предлагаю абсолютно новый графическо-физический движок разработанный компанией Auran, который был доведен практически до идеала спустя годы разработки компанией.

В проекте можно ознакомиться с моделью станции Петропавловск, Булаево, Исилькуль и Омск, сортировочных и приемоотправочных парков, локомотивного и вагонного депо станции Петропавловск и Омск. В проекте также можно повышать навыки управления тяговым подвижным составом, повысить навыки работы диспетчера, ознакомиться с основами функционирования различных подразделений железной дороги и связанных с ними ситуациями. Понимание работы железной дороги: составление поездов, отправка и приемка грузов. В проекте настроена путевая сигнализация, в соответствии с инструкцией по сигнализации на железнодорожном транспорте (ИСИ). Реализованы также системы голосовых предупреждений САУТ и система проверки букс ДИСК, КТСМ. В проекте реализованы переезды, существуют как регулируемые так и нерегулируемые. В проекте представлен большой набор различной железнодорожной техники с возможностью управления, реализованы такие локомотивы постоянного тока как: ВЛ-10(У, К), ВЛ-11, 2ЭС6 «Синара», 2ЭС10 «Гранит», ЭП2К, ЧС2(Т, К), ЧС7. Реализованы электропоезда постоянного тока: ЭД4(М), ЭД2(Т), ЭТ2(М, ЭМ), ЭР2(Т, Р). Помимо электровозов и электропоездов постоянного тока реализованы также электровозы и электропоезда переменного тока такие как: ВЛ-80 (К, С, Т, Р и т.д), ВЛ-85, ВЛ-60, ВЛ-65, ЭП-1(М, П), 2ЭС5, 2ЭС7, ЭД9(М), ЭД9(Т), ЭР9(Т, Р) и т.д. А также реализованы тепловозы: 2ТЭ10(М, У), 2ТЭ116, ЧМЭЗ(Т), ТЭМ1, ТЭМ2. В проекте реализована система диспетчеризации принцип ее работы заключается в том что человек может при помощи ее собирать маршруты от пункта А в пункт Б или же открывать/закрывать светофоры по их названию. В проекте также существует система сценариев, принцип ее работы заключается в том, что пользователь должен выполнять задания, которые будут появляться на экране. У всех локомотивов настроена локомотивная сигнализация, системы АЛСН, КЛУБ, ТСКБМ. На карте реализована система промышленности, перевозка грузов. Также реализована сортировочная горка с тормозными позициями, которые замедляют вагоны. В проекте также создан пульт ДСП для тренировки навыков диспетчера. Для специальности «Электроснабжение» в

проекте представлена правильно спроектированная и смонтированная контактная сеть, продемонстрирована работа подстанции.



а

б

Рисунок 1 – Общий вид запущенного проекта:

а – перегон Токуши-Ганькино; б – В кабине ВЛ-10 на станции Булаево

Разработка моделей довольно трудоемкий процесс, который требует достаточно времени и сил разработчика. Для создания моделей требуется базовый материал, представление как выглядит объект, например: где у него окна, а где дверь, какого он размера высота, ширина объекта для движка это очень важно. Во первых размер должен быть обязательно в метрах так как движок работает только с этой единицей измерения, во вторых если мы будем делать модель например в миллиметрах, то тогда модель в программе для моделирования будет выглядеть нормально, а когда произойдет экспорт то окажется что она очень маленькая. Еще одним важным материалом является текстурный материал, процесс текстурирования считается важным шагом в создании модели, для получения текстурного материала достаточно взять фотоаппарат и пойти фотографировать нашу будущую модель. Однако не всегда все может пройти гладко и приходится обрабатывать текстуру для получения качественного материала. И наконец самое главное это личный куид, при покупке и регистрации ключа выдается личный куид к которому будут привязываться объекты. Процесс создания проходит в программе 3ds max 2012. Так как скрипты экспорта поддерживаются на более ранних версиях 3d max, то используем именно версию 2012 года.

Без базовых знаний 3d max хорошего объекта не получить, поэтому сначала лучше изучить программу. Разберем создание дополнения на примере электровоза ЭП2К.

Для создания модели электровоза постоянного тока марки ЭП2К использовались его чертежи. Чертежи требуются для того чтобы наша модель была правильного масштаба и правильно воспринималась движком. Как

известно чертежи локомотивов выполнены в метрах и движок Aurum понимает именно метры. Ниже представлены чертежи электровоза и его запчастей.

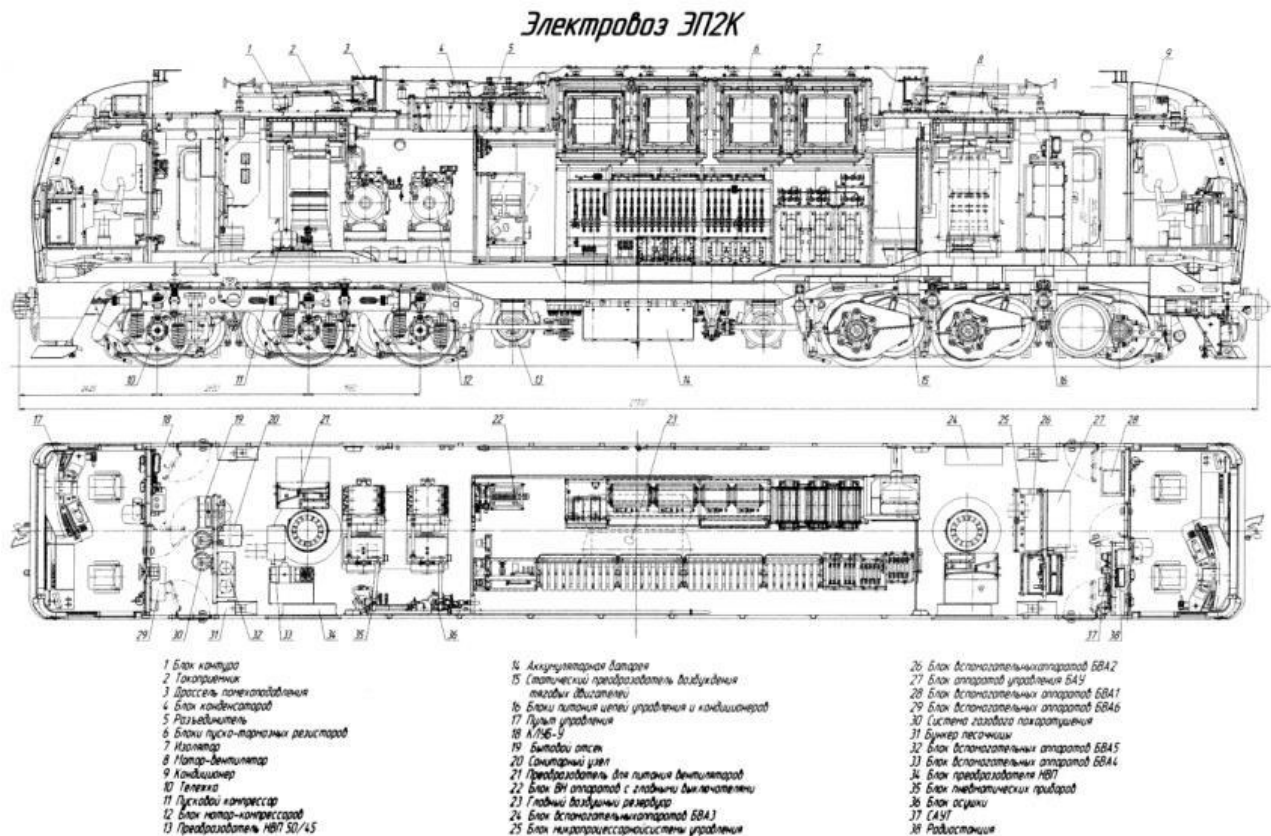


Рисунок 2 – Чертеж кузова и крыши электровоза ЭП2К

Главной задачей в процессе разработки являлась точность путевого хозяйства всех станций. Требовалось создать точную копию станции. Для выполнения задачи использовались спутниковые карты Google а также фотоматериал по станции.

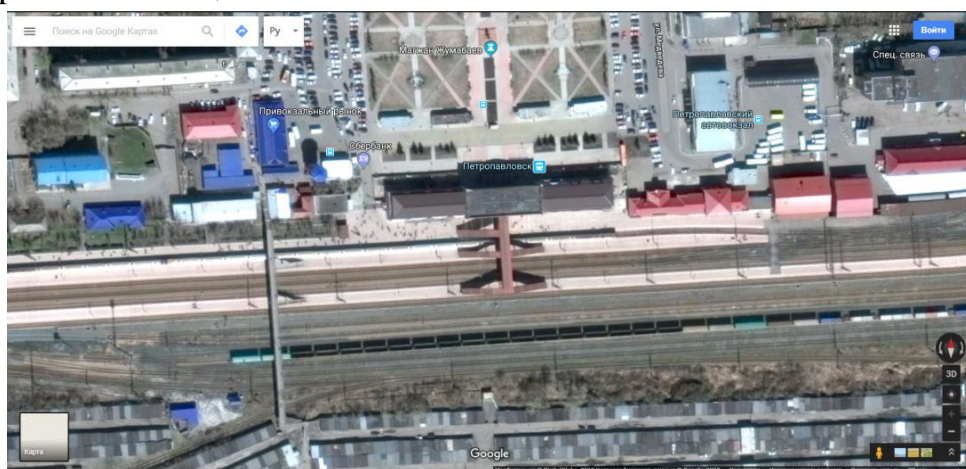


Рисунок 3 – Вид на вокзал станции Петропавловск со спутниковых карт Google Maps

Для расстановки светофоров использовалась схема станции на которой расположены светофоры и стрелочные переводы с их названиями.

Чтобы сохранить реальный масштаб в процессе создания использовались линейки встроенные в движок. Сначала мерилось расстояние на спутниковой карте а после в движке. То есть каждое дерево каждый дом стоит там где он и должен стоять. Такая же ситуация обстоит с контактной сетью она расставлялась при помощи специальной растягиваемой по 60 метров линейкой.

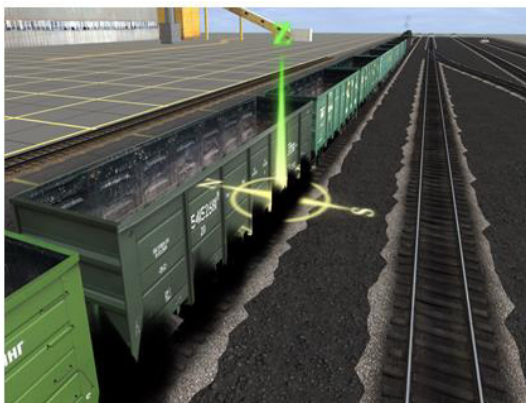


Рисунок 4 – Пример расстановки объектов при помощи линеек

В проекте была реализована индустрия. Например, привоз и разгрузка угля на ТЭЦ города Петропавловск. Для реализации разгрузки используются точки сброса. Точка сброса это отрезок пути со скриптом под разгрузку или загрузку выбранного в процессе создания скрипта груза.



а



б



в

Рисунок 5 – Работа индустрии:

а – окно индустрии до разгрузки; б – процесс разгрузки полувагона;

в – окно индустрии после разгрузки

Как видно на точке сброса уголь отсутствует, также в окне видно значок угля с красной стрелкой, что уведомляет о том, что данная индустрия выступает в роли потребителя.

Как видно количество угля увеличилось, получилось не так много потому как точек сброса несколько и на каждую точку разгрузка осуществляется почти равномерно. Вообще вагоны можно загрузить чем угодно, естественно тем что может загрузить вагон.

Реализованные предприятия на станции Петропавловск:

- разгрузка угля на ТЭЦ;
- разгрузка пиломатериалов в ПМС-175;
- разгрузка железнодорожного полотна на ПМС-175;
- загрузка коробок с различным товаром на ЛКМ Маркет;
- загрузка зерна в Кондратовки;
- разгрузка коробок с различным товаром на ЛКМ Маркет;
- разгрузка зерна на ПЛВЗ;
- разгрузка щепы на мебельной фабрике;
- разгрузка угля в тупике ПМС-175.

В заключении можно сказать, что проект полностью удовлетворяет современные требования к подобным разработкам. В проекте максимально точно смоделировано все путевое развитие участка Петропавловск – Омск, смоделированный по чертежам подвижной состав позволяет полностью погрузиться в виртуальную реальность. Также стоит отметить огромный потенциал развития проекта как одного большого полноценного учебного пособия-тренажера.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Подвижной состав электрических железных дорог» С.Г. Истомин, ОмГУПС.

Список литературы

1. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. Утверждены приказом Минтранса России от 21.12.2010 г.
2. Инструкция по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации. Утверждена приказом Минтранса России от 27.03.2012 г. № 82.
3. Инструкция по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах Российской Федерации. Приложение № 8 к Правилам технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации.
4. Положение о системе ведения путевого хозяйства ОАО «Российские железные дороги». Утверждено распоряжением ОАО «РЖД» 02.05.2012 г. № 757р.

5. Нормы допускаемых скоростей движения подвижного состава по железнодорожным путям колеи 1520 (1524) мм федерального железнодорожного транспорта. Приказ МПС Российской Федерации № 41 от 12.11.2001 г.

6. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при технической эксплуатации устройств и систем СЦБ. Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» 20.09.2011 г. № 2055р.

7. Инструкция по эксплуатации тормозов подвижного состава железных дорог № ЦТ-ЦВ-ЦНИИ/3969/МПС СССР. М.: Транспорт, 1982. 142 с.

8. Конструирование и расчет вагонов / В.В. Лукин [и др.] / Под ред. В. В.Лукина. – М: УМК МПС России, 2000. – 731 с.

УДК 629.4.015

К. А. Калинин, Н. Д. Адарич, Э. Есиркепов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПРИМЕНЕНИЕ САПР ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЧЕРТЕЖЕЙ ДЕТАЛИ

В статье рассматриваются компьютерные программы для построения чертежей и их функциональные возможности, дается сравнение программ КОМПАС и AutoCAD, а также их применение в различных сферах производства.

Ключевые слова: чертеж детали, информационные технологии, САПР.

Kairat A. Kalin, Natalia D. Adarich, Ermek Yessirkeпов

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

THE USE OF CAD SOFTWARE WHEN BUILDING DETAIL DRAWINGS

The article discusses computer programs for building drawings and their functionality, compares the programs COMPASS and AutoCAD, as well as their application in various areas of production.

Keywords: detail drawing, information technology, CAD.

Чертёж детали – это документ, содержащий изображение детали и другие данные, необходимые для её изготовления и контроля. Перед выполнением чертежа необходимо выяснить назначение детали, конструктивные

особенности, найти сопрягаемые поверхности. Поскольку изготовление деталей по чертежам ведется на разных станках, в разных цехах, разными рабочими, на каждую деталь, независимо от ее сложности, выполняется чертеж на отдельном формате с рамкой и основной надписью.

Раньше чертежи выполняли от руки, что было очень сложно и занимало достаточно долгое время. С развитием информационных технологий, появлением ЭВМ высокого уровня обработки информации, появилась возможность выполнять довольно большие тяжелые чертежи на компьютерах в специализированных программах, которые получили название системы автоматизированного проектирования (САПР).

Термин САПР является смысловым эквивалентом английского CAD (Computer Aided Design) и означает проектирование с помощью ЭВМ. Аббревиатуру САПР впервые предложил основоположник этого направления Айвен Сазерленд. Применение ЭВМ обеспечивает переработку различной буквенно-цифровой и графической информации, необходимой в процессе проектирования. С помощью ЭВМ возможно выполнение расчетов, оформление и выпуск чертежей, моделирование функциональных и динамических характеристик.

Основу САПР составляют компоненты аппаратного и программного обеспечения. Управление этой системой, в конечном счете, осуществляет центральный процессор (ЦП), который является главным элементом в компьютерной системе и частью аппаратного обеспечения системы САПР.

Команды и инструкции для обработки операций представлены в форме программ. Общими компонентами технического обеспечения любой системы САПР являются процессор и периферийные устройства.

Рассмотрим САПР-программы на примере графических редакторов AUTOCAD и Компас 3D.

Графический редактор AutoCAD является одним из самых популярных графических систем САПР и эффективно используется для черчения, конструирования, дизайнерских работ, создания мульт- и слайд-фильмов. В графическом пакете AutoCAD есть все, что необходимо конструктору для создания чертежа. Помимо создания двумерных чертежей, система AutoCAD позволяет моделировать трехмерные объекты и придавать трехмерным чертежам фотографическую реальность.

Главное окно приложения с основными элементами (рис.1) имеет ленту, которая содержит сгруппированные по типам вкладки с собранными в них типовыми командами, инструментальные группы с набором пиктограмм, панель быстрого доступа, командную строку и др.

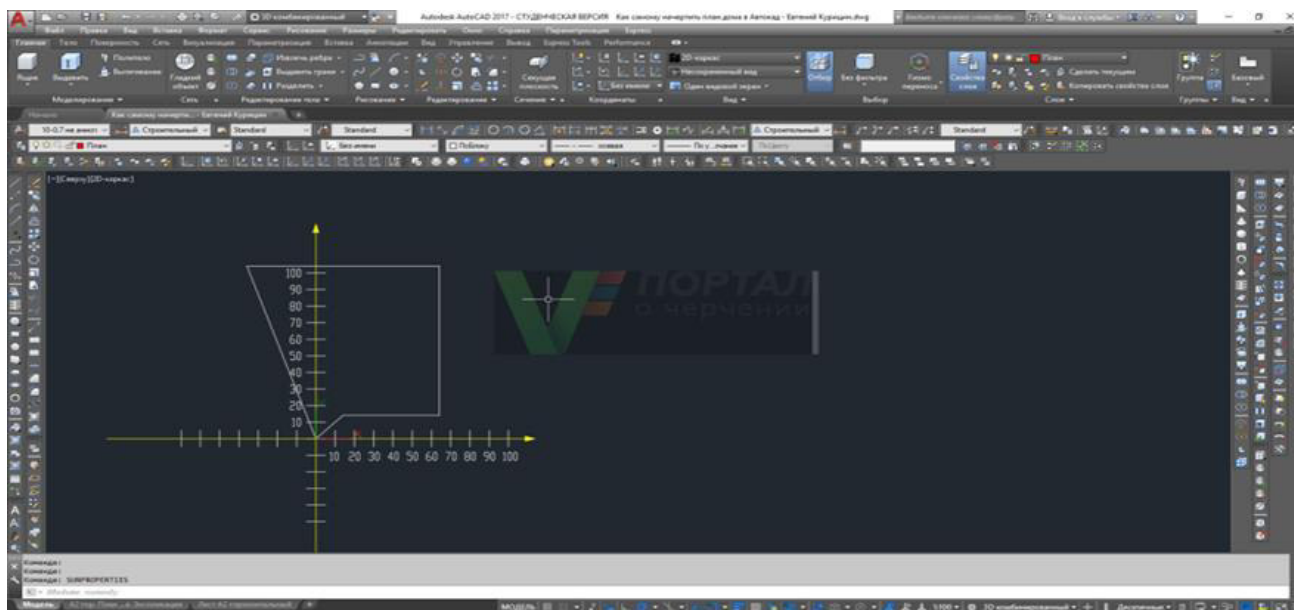


Рисунок 1 – Окно программы AutoCAD

AutoCAD имеет довольно сложное приложение, большее предназначение которого применимо для профессионального использования. Некоторые компоненты могут быть не понятны с первого раза простому пользователю. Но сложность в его использовании уравнивается большими функциональными возможностями по сравнению с другими редакторами такого типа.

Графический редактор Компас 3D, разработанный компанией АСКОН, изначально был ориентирован на быстрое и удобное выполнение чертежей в полном соответствии с ГОСТами ЕСКД. Благодаря предельно дружественному интерфейсу, обеспечивающему быстрое обучение работе с системой, Компас 3D стал весьма популярен среди пользователей.

КОМПАС является базовой системой комплекса. Его задача – подготовка и выпуск чертежно-конструкторской документации. Он изначально ориентирован на создание чертежей в полном соответствии с ГОСТами ЕСКД и легко осваивается конструктором, даже не работавшим на ЭВМ.

Ключевой особенностью Компас 3D (рис.2) является использование собственного математического ядра и параметрических технологий. Это дает программе Компас 3D ряд возможностей по геометрическим построениям средствами «электронного кульмана», редактированию изображений путём сдвига, копирования, оформления основных надписей, использования библиотек типовых параметрических изображений, создания сборочных чертежей и т. д.

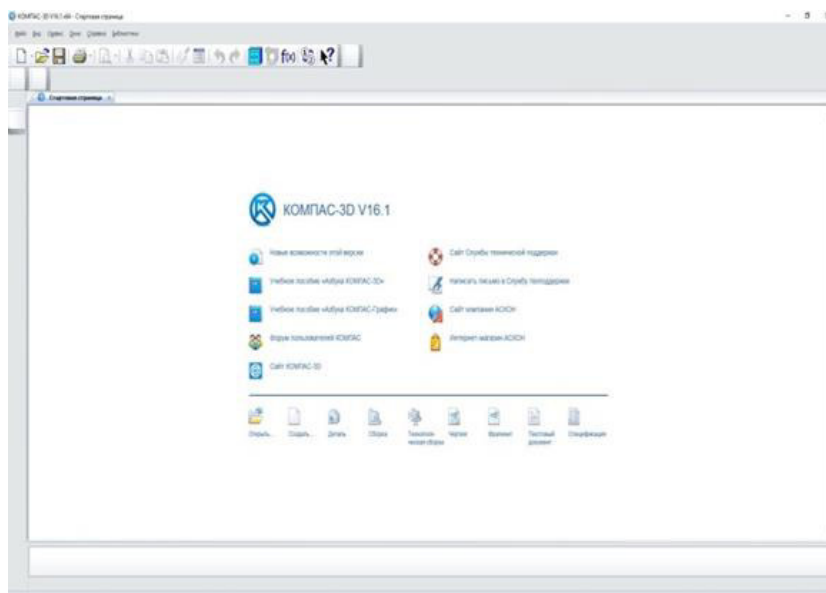


Рисунок 2 – Окно редактора программы Компас 3D

Интерфейс программы содержит ряд важных элементов, таких как название активного документа с дополнительной информацией. Он отображает дополнительную информацию через команду *Сервис* → *Параметры* → *Система* → *Общие* → *Отображение имен файлов*.

В главном меню содержится весь набор команд для работы с конкретным типом документа (рис.3). Например, для чертежа и для модели детали будет отображаться специально настроенное меню, со свойственными активному документу командами, которое содержит наиболее востребованные команды для активного документа и в соответствии с типом активного документа изменяет состав команд.

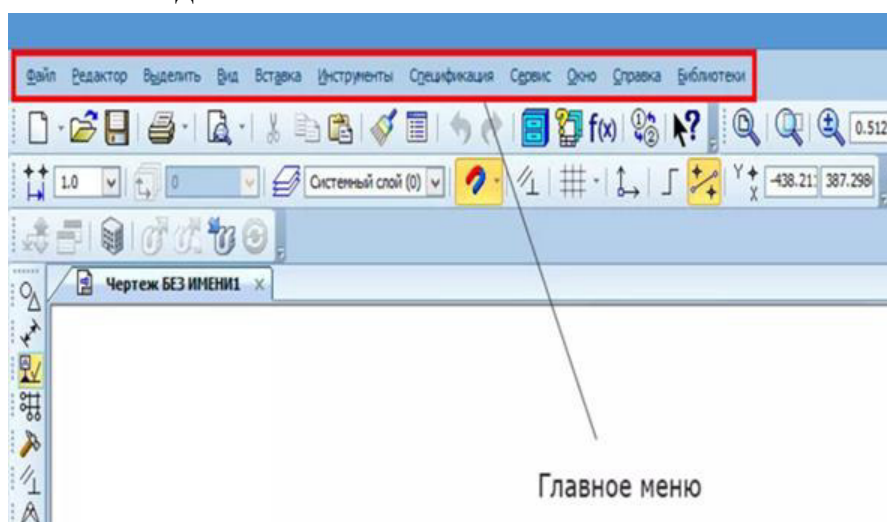


Рисунок 3 – Главное меню редактора Компас 3D

Менеджер библиотек позволяет использовать библиотечные элементы в режиме моделирования и оформления чертежа: стандартные крепежные детали, элементы резьбы, пружины, элементы трубопроводов, а также обозначения материалов, сварных швов и многое другое.

Такие панели, как панель свойств и панель параметров, предназначены для управления свойствами объекта при изменении его размеров, цвета элементов и др. В строке сообщений отображаются сообщения программы во время работы команды панели инструментов или в процессе работы с элементом в графическом окне. А дерево документа отображает последовательность создания модели или чертежа, что позволяет изменять взаимосвязи между элементами и размерами модели.

Из всего выше сказанного становится ясно, что Компас 3D имеет простой и понятный интерфейс для любых пользователей. Приложение используется в основном в образовательных целях в учреждениях высшего и среднего образования.

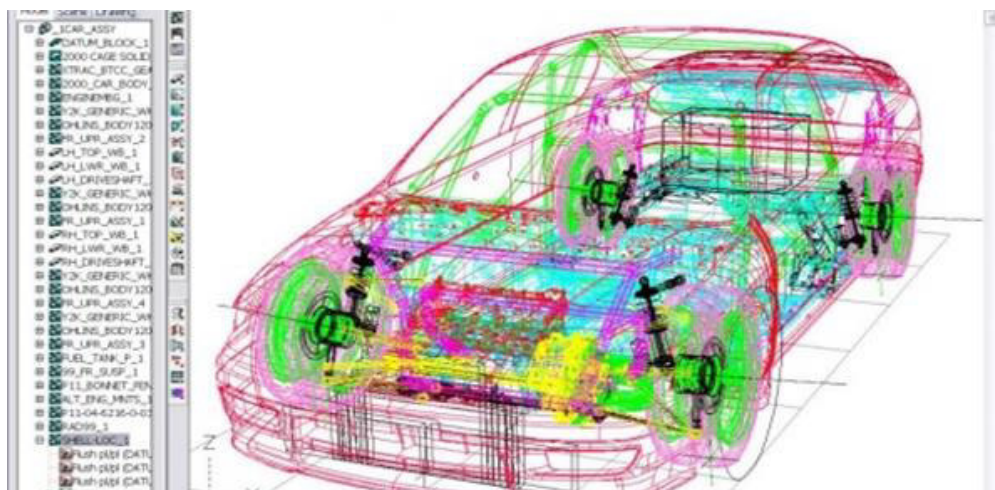


Рисунок 4 – Применение САПР в автомобилестроении

В современном обществе САПР нашел широкое применение в жизни и деятельности человека. Традиционными областями применения САПР стали машиностроение, автомобилестроение (рис.4), где ЭВМ применяется для проведения сложных вычислений конструктивных элементов деталей и для выполнения рабочих и сборочных чертежей изделий.

В такой сложной отрасли, как авиастроение инженеры с помощью САПР моделируют процессы полётов самолётов, конструируют обводы фюзеляжа, создают программы для станков, изготавливающие оригинальные детали. В судостроении конструкторы выполняют эскизное проектирование и параметризацию корпуса (рис.5), оценивают технические и экономические

данные кораблей и подлодок, разрабатывают приближенное описание корпуса, производят гидростатические и гидродинамические расчеты, принимают конструктивные решения при создании сборочных и монтажных чертежей.

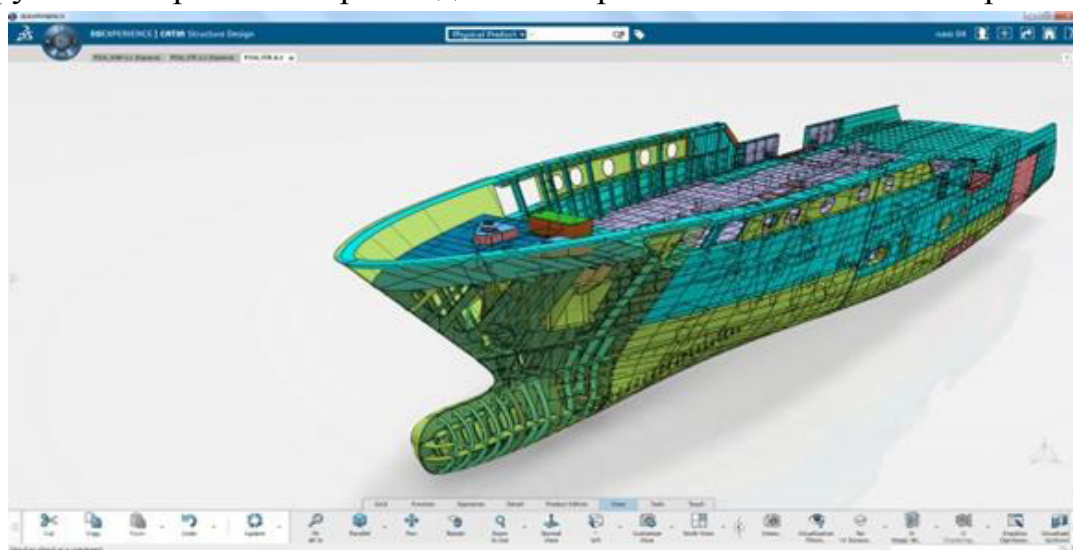


Рисунок 5 – Применение САПР в судостроении

В электротехнике с помощью САПР разрабатываются разнообразные простые системы, которые охватывают весь производственный процесс, особенно для изделий п/п и электронной техники.

Не осталось без внимания САПР и строительство (рис.6), архитекторы проектируют рабочую документацию, занимаются планировкой внутренних площадей и коммуникаций. Применение САПР облегчает труд архитектора, помогая ему осуществить выборку всех промежуточных результатов.



Рисунок 6 – Применение САПР в архитектуре

В принятии решения ему помогает наглядное представление результатов, быстрое проигрывание альтернатив. Благодаря Компас 3D можно получить различные виды, определить плоскость сечения, описать изображения внутренних помещений, рассмотреть объект с разных точек зрения. При строительстве сооружений возникает необходимость вычислений, а применение расчетного прогнозирования позволяет сократить расход конструкционной стали примерно на 35%. Для планировки сантехнического, отопительного и другого оборудования применяются программы как 2D так и 3D САПР. Происходит разработка общего плана, монтажа электротехнического и вентиляционного оборудования, пишется текстовая информация.

В заключении отметим то, что система автоматизированного проектирования с помощью ЭВМ дала возможность проектировать и разрабатывать сложные детали машин, механизмов, что способствовало быстрому развитию техники и облегчению труда человека. Мы привели примеры двух графических редакторов САПР, каждый из них имеет огромное значение как в образовательной сфере, так и в сфере производства.

Научный руководитель – к.пед.н., доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика» И. Л. Медведева, ОмГУПС.

Список литературы

1. Лапшин, В. Ф. Компьютерные технологии проектирования и расчета вагонов: учебное пособие / В. Ф. Лапшин, А. Э. Павлюков, О. В. Черепов. – Екатеринбург, УрГУПС, 2003. – 108с.

2. Михалкин, К. С. КОМПАС-3D V6: практическое руководство[Текст] / К. С. Михалкин, С. К. Хабаров. – М.: Бином, 2004. – 288 с.

УДК 53.088

С. И. Коняева

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИЗОБРАЖЕНИЯ В ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКЕ

В статье рассматриваются варианты визуализации предметов в инженерной графике на плоскости через вариативность их изображений, а так же их применение в обыденной жизни человека.

Ключевые слова: объемные изображения, плоские изображения, виды.

Sofya I. Konyaeva

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

IMAGES IN ENGINEERING GRAPHICS

In the article discusses options for visualizing objects in engineering graphics on a plane through the variability of their images, as well as their application in everyday life.

Keywords: three-dimensional images, flat images, views.

Любой предмет, находящийся перед нами, можно нарисовать, сфотографировать, описать словами. Но его можно и начертить, или, как говорят, построить изображение, т.е. чертеж. Изучая дисциплину «Инженерная графика», автор учится выполнять и понимать различные чертежи, узнает правила оформления чертежей, учится работать чертежными инструментами и строить изображения от руки. Знания, полученные автором на занятиях по инженерной графике в ОмГУПСе, потребуются при изучении не только других дисциплин в течении всего периода его обучения в университете, но и в будущем для своей работы на предприятии.

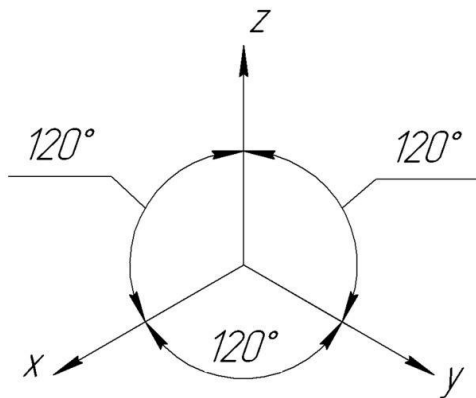
Изображения – это фигуры, получающиеся при проецировании предметов, которые дают представление об особенностях объекта и его предназначении.

В обыденной жизни люди сталкиваются не только с чертежами, но и другими изображениями. Например, с рисунками, фотографиями, географическими картами, планами, схемами и т.п., с которыми каждый человек имеет дело и уже неоднократно встречался.

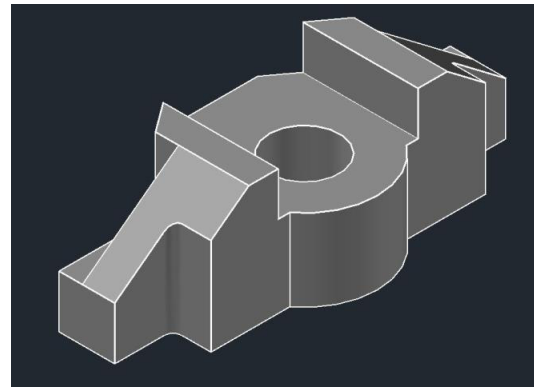
Например, в школе при изготовлении различных предметов, кроме чертежей, ученики встречались с наглядными изображениями предметов. На наглядном изображении, предмет можно рассмотреть одновременно с нескольких сторон. При этом, в отличие от рисунка, линии, параллельные на предмете в жизни, остаются параллельными между собой и на изображении. Если на изображении указать размеры, то по нему уже можно изготовить предмет.

В результате индустриализации и глобализации производств, стандарты построения чертежей требует больше четкости и строгости. Поэтому ГОСТы подразделяют изображения на две категории: объемные и плоские. Рассмотрим конкретнее каждый из них.

Объемный рисунок включает в себя аксонометрические проекции, которые применяются для построения наглядных изображений предметов в системе ортогональных проекций. Наиболее часто и широко применяемой является прямоугольная изометрическая проекция (рис. 1). Это вид проекции, в котором единичные отрезки длин детали по всем трем осям имеют одинаковый коэффициент и равны между собой.



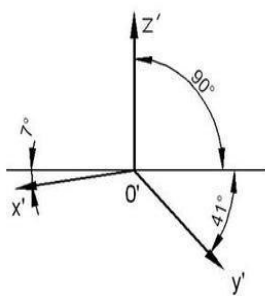
а)



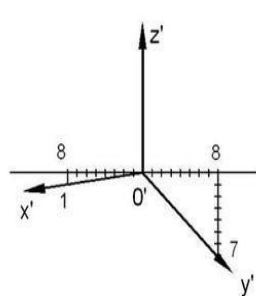
б)

Рисунок 1 – Оси прямоугольной изометрической проекции (а) и наглядное изображение детали (б)

Для достижения максимальной наглядности изображения, можно воспользоваться диметрической проекцией (рис. 2). При ее построении нужно использовать одинаковые значения искажения по осям X и Z , но показатель искажения по оси Y должен отличаться от них в сторону уменьшения в 2 раза.



а)



б)

Рисунок 2 – Оси прямоугольной диметрии (а) и наглядное изображение детали (б)

Если при построении аксонометрической проекции учитывается расположение светотени, то такое изображение называется технический рисунок (рис. 3). Он позволяет передать форму и рельеф детали с помощью бликов и теней.

Построение изображений с помощью перспективы очень широко применяется в строительном чертеже. Главным достоинством строительного чертежа является учет позиции и точки зрения наблюдающего.

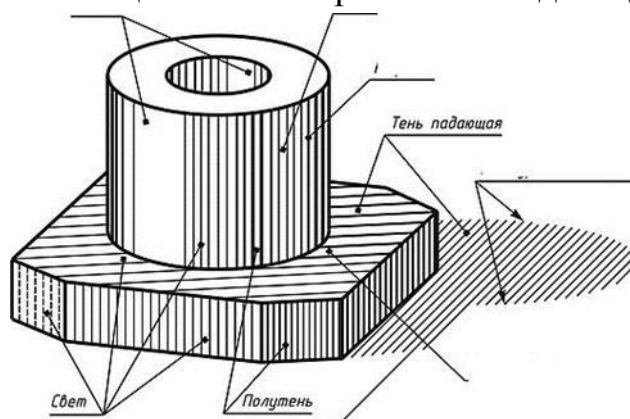


Рисунок 3 – Технический рисунок детали

Теперь давайте рассмотрим следующий вид изображения: плоские изображения. Это изображение представляет собой разложение детали по координатным осям. В зависимости от части, которую необходимо представить, существует целая классификация изображений.

Вид – это изображение части детали, обращенной к наблюдателю. Это основные виды. Выбор вида зависит от формы детали, и структуры конструкции, которую необходимо изобразить (внешняя или внутренняя).

Для изображения части детали, которую невозможно отобразить на основном виде, можно воспользоваться дополнительным видом. Для изображения ограниченной части детали, обозначенный линиями по контуру, удобно пользоваться местным видом.

Для выявления внутренней конструкции детали её можно рассечь и отобразить место разреза на чертеже. Это изображение называют сечением. Выделяют два вида сечений: вынесенные и наложенные.

Вынесенные сечения более предпочтительны (рис. 4). Их расположение допускается в разрыве между частями одного и того же вида. Контур вынесенного сечения, а также сечения, входящего в состав разреза, изображают сплошными линиями. Вынесенные сечения позволяют не загромождать деталь и сделать чертеж читаемым.

Наложённые сечения располагаются на самом виде предмета. Контур выполняется тонкой сплошной линией. Фигуру сечения располагают в одном месте с секущей плоскостью, и выделяют его на чертеже штриховкой.

Внутреннее устройство детали также можно изобразить на чертеже как разрез.

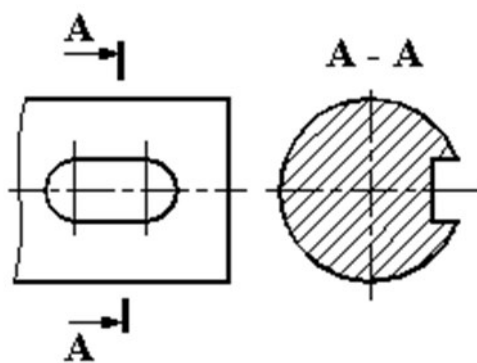


Рисунок 4 – Вынесенное сечение

С помощью него, можно точнее понять конструкцию детали, и избежать применения линий невидимого контура (штриховых линий), затрудняющих чтение сложных элементов на чертеже (рис. 5).

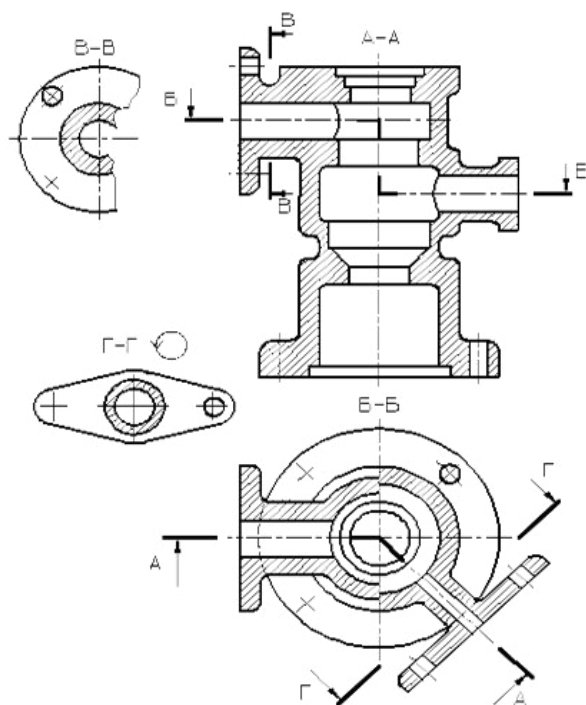


Рисунок 5 – Разрез детали

Автор проделал огромную работу в процессе исследования данной темы и лучше узнал, что за наука «Инженерная графика». Произошло открытие для автора много нового и интересного, освоил язык чертежа, ознакомился с историей возникновения этой науки. В процессе исследования темы автор узнал, что чертежи выполняются по особым правилам. На проведение линий существует стандарт, каждую линию надо применять по назначению; даже буквы и цифры имеют свой размер и начертание и ещё много различных правил. Проработав данную тему, автор теперь сможет построить чертеж.

Автору очень понравилось работать над этой темой. И в конце можно сделать вывод, что без чертежей не может существовать ни одно производство. Только с помощью правильного чертежа можно изготовить точную копию любой детали. Чтобы с этим не возникало проблем, нужно научиться не только читать чертежи, но и строить их самостоятельно.

Научный руководитель – к.пед.н., доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика» И. Л. Медведева, ОмГУПС.

Список литературы

1. Гордон, В. О. Курс начертательной геометрии: учеб. пособие для вузов / В. О. Гордон, М. А. Семенцов-Огиевский; ред. В.О. Гордон. – 2007. – 272 с.
2. Чекмарев, А. А. Справочник по машиностроительному черчению / А. А. Чекмарев В. К.. Осипов. – М.: Высшая школа, 2007.
3. Коровев, Ю. И. Черчение для строителей: учебник для учащихся нач. проф. образования / Ю.И. Коровев. – 8-е изд., стер.. – М.:Высш. шк., 2003. – 256 с.:ил.;
4. Георгиевский, О. В. Правило выполнения архитектурно-строительных чертежей: справочные пособия / О. В. Георгиевский – 2 изд., исправлено и дополнено. – М.: АСТ: Астрель, 2005. – 104 с.
5. Локтев, О. В. Краткий курс начертательной геометрии: учебник / О. В. Локтев. – 2006. – 136 с.

УДК 514.185

Д. Д. Андреас, Д. П. Беспалов

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г.Омск, Российская Федерация

ПОЗИЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ В НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ. ЗНАЧЕНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ПОЗИЦИОННЫХ ЗАДАЧ В РЕАЛЬНОЙ ЖИЗНИ

В статье рассматриваются пути решения позиционных задач на плоскости чертежа и в пространстве, а также сферы применения возможностей начертательной в различных сферах жизни человека.

Ключевые слова: позиционные задачи; начертательная геометрия, деятельность человека.

Darya D. Andreas, Danil P. Bespalov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

**POSITION PROBLEMS IN DESCRIPTIVE GEOMETRY.
MEANING AND APPLICATION OF POSITIONAL PROBLEMS
IN REAL LIFE**

The article deals with the ways of solving positional problems on the drawing plane and in space, as well as the scope of application of descriptive capabilities in various spheres of human life.

Keywords: positional problems; descriptive geometry, human activity.

Чтобы разобраться лучше в данной теме, давайте сначала рассмотрим основные понятия, используемые в ней, а конкретнее два основных, это понятие «Начертательная геометрия» и «Позиционные задачи».

Начертательная геометрия является одной из учебных дисциплин, составляющих основу инженерно-технического образования человека. Она изучает методы изображений пространственных геометрических фигур на плоскости и способы решения метрических и позиционных задач в пространстве по этим изображениям. Человека повсюду в жизни окружают различные изображения. Это плакаты, фотографии, реклама и вывески перед магазинами, кадры кинофильмов и т.д. Но нас будут интересовать изображения предметов, которые в дальнейшем надо будет изготовить на производстве.

Рассмотрим теперь второе понятие. Позиционные задачи – это задачи, в результате решения которых можно получить ответ на вопрос о взаимном положении заданных геометрических фигур относительно друг друга. В начертательной геометрии различают позиционные задачи на принадлежность, параллельность и взаимное пересечение геометрических объектов.

К позиционным задачам можно отнести из множества задач, решаемых начертательной геометрией, только шесть. Рассмотрим эти задачи на примере конкретных чертежей, приведённых ниже по тексту. К ним относятся: взаимное расположение двух точек в пространстве (рис. 1); взаимное расположение точки и прямой (рис. 2); взаимное расположение прямых (рис. 3); взаимное расположение точки и плоскости (рис. 4); взаимное расположение прямой и плоскости (рис. 5); взаимное расположение двух плоскостей (рис. 6).

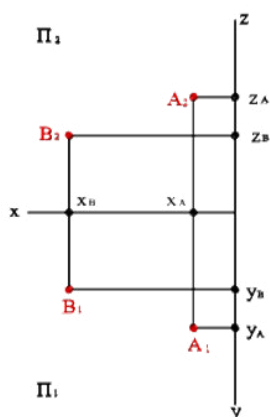


Рисунок 1 – Комплексный чертёж двух точек

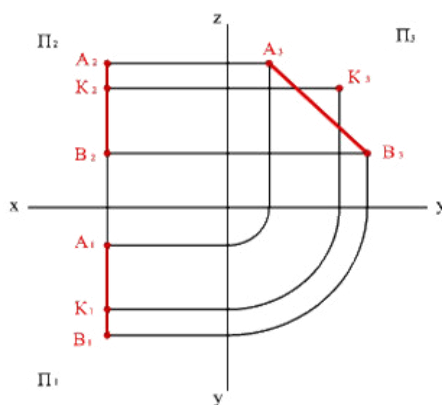


Рисунок 2 – Комплексный чертёж прямой и точки

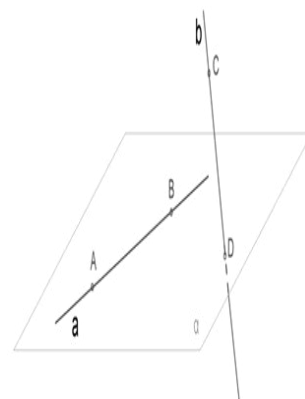


Рисунок 3 – Взаимное положение двух прямых в пространстве

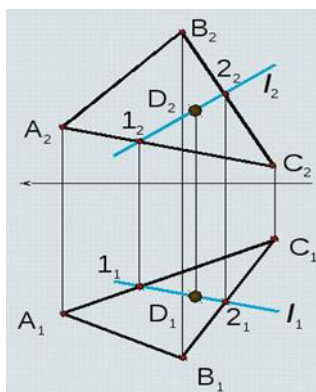


Рисунок 4 – Комплексный чертёж прямой и плоскости

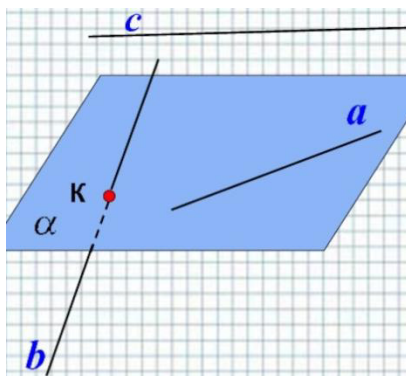


Рисунок 5 – Взаимное положение прямой и плоскости

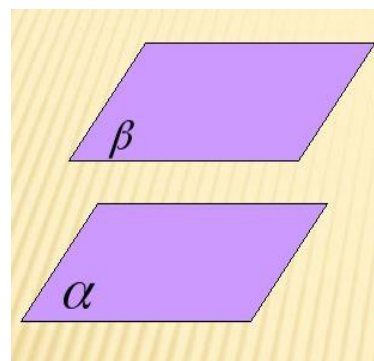


Рисунок 6 – Взаимное положение двух плоскостей

Позиционные задачи применяются во многих сферах реальной жизни человека. Теперь нужно разобраться, как участвуют позиционные задачи в жизни человека, для этого рассмотрим некоторые примеры. Архитектура, мода, искусство, различные средства передвижения человека или грузов, да что уж тут говорить даже в написании данного текста, для формирования букв, компьютером, используются позиционные задачи. Давайте более подробно рассмотрим некоторые примеры и убедимся в этом лично.

В архитектуре и строительстве (рис. 8), при строительстве архитектурных сооружений необходимо уметь рассчитывать сколько материала пойдёт на постройку, углы между прямыми плоскостями (рис. 7), так же знать свойства простейших геометрических фигур и уметь использовать данные знания по назначению.

В индустрии моды для создания новых нарядов дизайнеры используют крупные элементы геометрических фигур для выкроек моделей одежды (рис. 11) или замысловатый покрой с разноцветными вставками и сложными фасонными линиями (рис. 12).

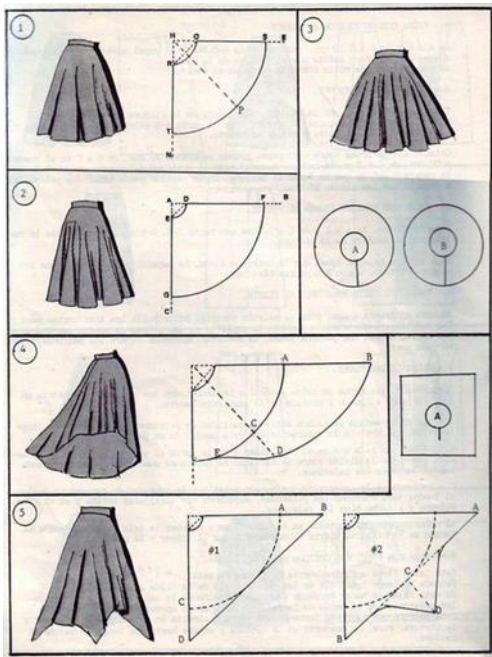


Рисунок 11 – Чертежи юбок разной длины



Рисунок 12 – Композиция костюма из неоднородных геометрических фигур.

Задачи, решаемые начертательной геометрией, претворяются в крое и шитье одежды (рис.13), для создания выкроек используются такие методы начертательной геометрии, как разворачивание поверхностей (рис.14).

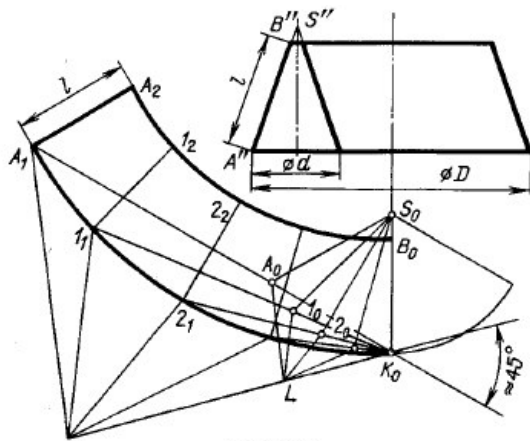


Рисунок 13 – Разворачивание цилиндрических и конических фигур

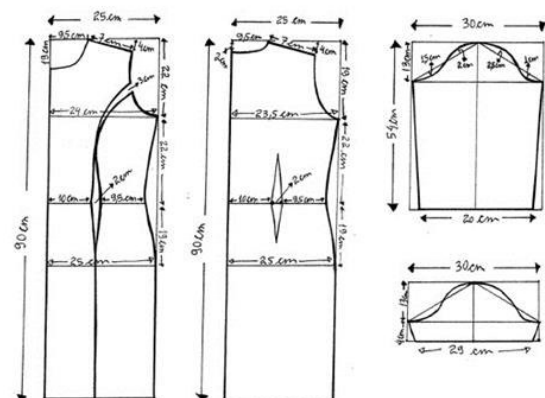


Рисунок 14 – Выкройка женского платья

Не обошла своим вниманием начертательная геометрия и сферу передвижения человека в пространстве: железнодорожные пути,

автомобильные дороги и многое другое. Для проектирования любого «изделия» этой категории используются позиционные задачи (рис.15).

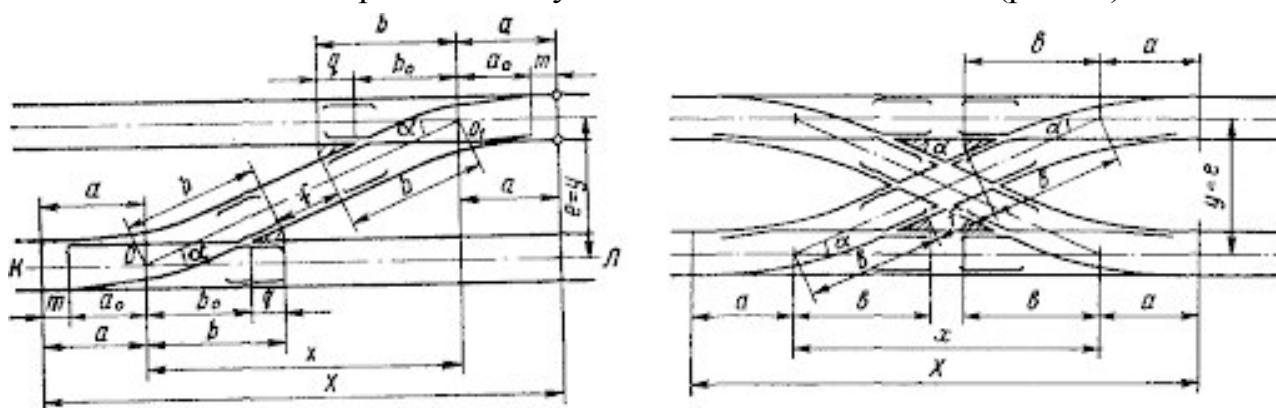


Рисунок 15 – Съезды, глухие пересечения, стрелочные улицы

Поэтому авторы пришли к выводу, что если бы люди не стали изучать начертательную геометрию и пользоваться ею, то прогресс и множество современных изобретений дались бы человечеству с трудом и возможно гораздо позже.

Научный руководитель – к.пед.н., доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика» И. Л. Медведева, ОмГУПС.

Список литературы

1. Боровиков, И. Ф. Начертательная геометрия и инженерное образование: машиностроение и инженерное образование [Текст] / И. Ф. Боровиков, Л. А. Потапова. – 2010. – №1. – С.62 – 67.
2. Крылов, Н. Н. Начертательная геометрия / Н. Н. Крылов. – М.: Высшая школа, 2010. – 224 с.
3. Томилова, С. В. Начертательная геометрия: учебник / С. В. Томилова. – М.: Академия, 2010. – 160 с.
4. Чугунов, Ю. Н. Начертательная геометрия: учебное пособие / Ю. Н. Чугунов. – СПб.: Лань, 2013. – 92с.

А. Л. Давыдова, А. С. Иконникова, У. А. Искаков

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

МЕТРИЧЕСКИЕ ЗАДАЧИ В НАЧЕРТАТЕЛЬНОЙ ГЕОМЕТРИИ

В данной статье рассматривается понятие «метрические задачи», их виды и методы решений, а также области применения метрических задач в повседневной жизни человека.

Ключевые слова: метрические задачи, методы, область применения.

Anna L. Davydova, Anna S. Ikonnikova, Ualikhan A. Iskakov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

METRIC PROBLEMS IN DESCRIPTIVE GEOMETRY

This article discusses the concept of "metric problems", their types and methods of solutions, as well as the application of metric problems in everyday life.

Keywords: metric problems, methods, scope.

Решение задач является наиболее трудной частью работы при изучении начертательной геометрии, т.к. требует большого объема знаний. Решение метрических задач, представленное в виде алгоритмов, является основой управления решением. Это позволяет рассматривать частные и общие случаи, пользоваться аналогией, однозначно находить принцип решения задач, что особенно важно при самостоятельном изучении способов решения метрических задач.

Метрическими (от греческих слов metron— мера, metreo- мерить) называются задачи, решение которых связано с нахождением характеристик геометрических фигур, определяемых (измеряемых) линейными и угловыми величинами. К метрическим характеристикам относят длины участков линий, величины углов, площадей, объемов и т.п.

Для решения метрических задач и выполнения различного рода измерений на геометрических моделях должен быть установлен

соответствующий масштаб и выделена метрика пространства, которая определяется в первую очередь взаимным положением центров проектирования и плоскостей проекций. Этот комплекс данных называется элементами взаимного ориентирования. В ортогональных проекциях это взаимное ориентирование уже задано. Поэтому на эюре Монжа не требуется никаких дополнительных сведений метрического характера.

Предмет исследования метрических задач можно увидеть в жизни. В Древнем Египте была и развивалась начертательная геометрия в связи с потребностями практической деятельности человека: с различными измерительными работами, которые приходилось выполнять при разметке земельных участков, при строительстве зданий и сооружений, прокладывании дорог.

Алгоритмы решения всех метрических задач опираются на два инварианта ортогонального проецирования: 1) теорему (прямую и обратную) о проецировании прямого угла; 2) свойство любой плоской фигуры проецироваться без искажения на ту плоскость проекций, которая параллельна этой фигуре.

Задача может быть решена методами: опорного (прямоугольного) треугольника, замены плоскостей проекций, вращения вокруг проецирующей прямой или прямой уровня, плоскопараллельного перемещения.

Метод опорного (прямоугольного) треугольника применяется для определения натуральной величины отрезка прямой общего положения и углов наклона его к плоскостям проекций. Для определения натуральной величины отрезка прямой общего положения и угла наклона его к плоскости проекций необходимо построить прямоугольный треугольник, у которого одним катетом является проекция отрезка на эту плоскость, а другим катетом – алгебраическая разность (ΔZ или ΔY) координат концов отрезка от этой плоскости проекций (рис. 1).

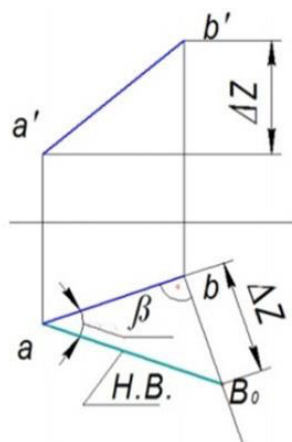


Рисунок 1 – Решение задачи методом прямоугольного треугольника

Гипотенуза этого треугольника будет являться натуральной величиной отрезка прямой. Угол между гипотенузой и проекцией отрезка будет равен углу наклона прямой к плоскости проекций.

Метод замены плоскостей проекций предполагает замену плоскостей проекций, когда положение геометрических элементов в пространстве остается неизменным, а система Π_1/Π_2 дополняется плоскостями, образующими с Π_1 или с Π_2 , или между собой системы двух взаимно перпендикулярных плоскостей, принимаемых за плоскости проекций. Каждая новая система выбирается так, чтобы получить положение, наиболее удобное для выполнения требуемого построения.

Эти и иные преобразования комплексного чертежа сводятся к решению четырех основных задач:

1. Прямая общего положения преобразуется на чертеже в прямую уровня;
2. Прямая уровня преобразуется в проецирующую прямую;
3. Плоскость общего положения преобразуется в проецирующую плоскость;
4. Проецирующую плоскость преобразуется в плоскость уровня.

Для примера рассмотрим задачу на определение расстояния между точкой и плоскостью. Решение задачи (рис.2) предполагает, что через точку D провести плоскость, перпендикулярную прямой AB . Плоскость задаётся пересекающимися горизонталью h и фронталью f . Затем находим точку встречи прямой AB с проведенной плоскостью с помощью вспомогательной плоскости и получаем линию пересечения обеих плоскостей, которая пересекается с прямой AB , находим точку встречи K . Соединив точки D и K , получаем проекции искомого перпендикуляра, т.е. проекции кратчайшего расстояния от точки до прямой.

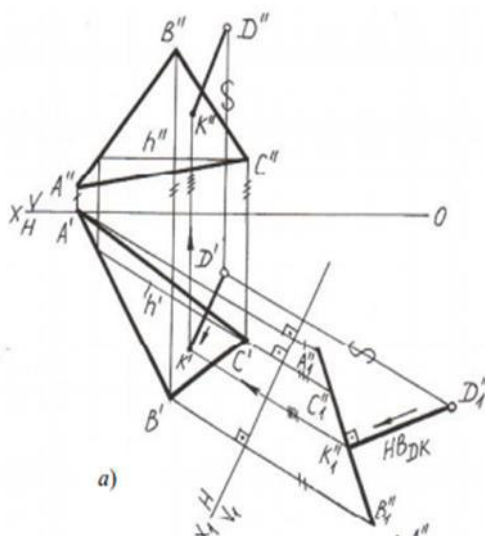


Рисунок 2 – Определение расстояния от точки до плоскости методами преобразования эпюра

Решение метрических задач начертательной геометрии не является оторванным от жизни действием. Например, способ вращения объекта вокруг прямых (уровня или проецирующей) широко используется в технике при рассмотрении и исследовании различных вращающихся форм конструкций машин и механизмов.

В реальной жизни общества можно увидеть решение этой задачи для определения высоты самолета (рис.3).

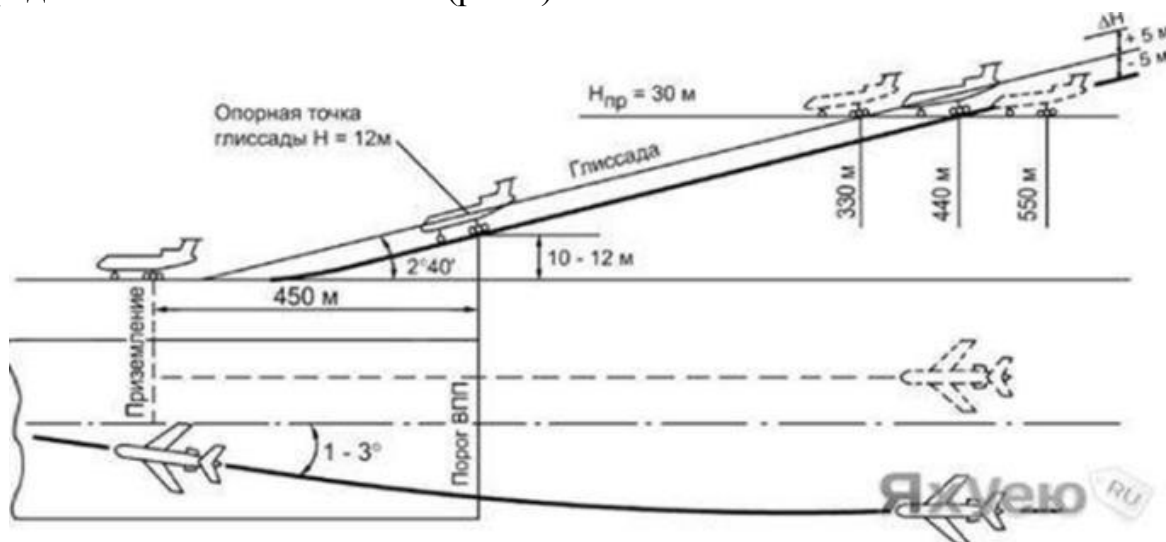


Рисунок 3 – Определение высоты полёта самолета относительно земли

В аэропорту диспетчеры рассчитывают траектории движения самолетов, в строительстве - расстояния между объектами, в дорожном строительстве - угол наклона дороги.

Использование методов начертательной геометрии часто бывает рациональным при конструировании сложных поверхностей технических форм, позволяют решать многие прикладные задачи архитектуры, градостроительства, строительства и других инженерных дисциплин.

Также метрические задачи нужны при расчете перед началом строительства (рис.4). Архитекторы должны с точностью просчитать все моменты строительства. Законам геометрии подчиняются траектории и габариты транспорта, поэтому водители должны учитывать это для безопасного движения.

Строительство, архитектура, искусство – это те сферы деятельности человека, где применяют метрические задачи. А еще в настоящее время можно показать на плоскости рельеф земли, проектировать дороги, тоннели и каналы.

С развитием компьютерных технологий уменьшается роль решения метрических задач. Хотя чисто метрические задачи встречаются редко, но многие из которых служат важными этапами в решении сложных комплексных

задач. Решать метрические задачи удобно с помощью различных способов преобразования чертежа.



Рисунок 4 – Расстановка скамеек в парке



Рисунок 5 – Нанесение разметки дороги

Роль алгоритмов в начертательной геометрии существенна и решение задач по этому алгоритму быстро и легко приводит к требуемому результату. Незнание алгоритмов решения метрических задач в начертательной геометрии может привести к многочисленным ошибкам и большой потере времени. Студенты, хорошо усвоившие необходимые алгоритмы решения метрических задач в начертательной геометрии, могут успешно применять их в процессе своего обучения в ОмГУПСе при решении других сложных задач, оперируя накопленными знаниями.

Научный руководитель – к.пед.н., доцент кафедры «Информатика и компьютерная графика» И. Л. Медведева, ОмГУПС

Список литературы

1. Нагаева, М. В. Алгоритмы решения метрических задач с использованием теории перпендикулярности / М. В. Нагаева, Р. Н. Алифанов, П. А. Стародубцев // Вестник Евразийской науки. – 2018. – №5 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://esj.today/PDF/47ITVN518.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

2. Медведева, И. Л. Решение метрических задач при изучении дисциплины «Начертательная геометрия»: методические указания к практическим занятиям / И. Л. Медведева / Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2017. – 32 с.

3. Киселева, Н. Н. Начертательная геометрия. Краткий курс: учебно-методическое пособие / Н. Н. Киселева. – Екатеринбург, 2019. – 75 с.

4. Приходько, В. М. Начертательная геометрия и компьютерная графика: учебное пособие / В. М. Приходько, Н. М. Шумун, О. А. Туркеничева, С. В. Филина; Под редакцией В. М. Приходько. – Ростов-на-Дону: РГУПС, 2019. – 255 с.

УДК 629.4.015

Д. К. Березовский, Б. Е. Кивенко

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский техникум железнодорожного транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

РОЛЬ ИНЖЕНЕРНОЙ ГРАФИКИ В СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ЭЛЕКТРОВОЗА 2ЭС6 «СИНАРА»

В статье рассмотрены улучшения электровоза 2ЭС6 «Синара» с помощью инженерной графики и сравнение с электровозами серии ВЛ.

Ключевые слова: 2ЭС6 «Синара», инженерная графика, совершенствование.

Danil K. Berezovsky, Boris E. Kivenko

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

THE ROLE OF ENGINEERING GRAPHICS IN IMPROVEMENT OF ELECTRIC LOCOMOTIVE 2ES6 «SINARA»

The article discusses the improvements of the 2ES6 «Sinara» electric locomotive using engineering graphics and comparison with the VL series electric locomotives.

Keywords: 2ES6 «Sinara», engineering graphics, improvement.

Одним из важнейших факторов создания и совершенствования электровоза 2ЭС6 «Синара» была и остаётся инженерная графика.

На механическую часть электровоза действует нагрузка, создаваемая весом механического, электрического и пневматического оборудования. Кроме того, механическая часть передает тяговые усилия от электровоза к поезду и воспринимает динамические нагрузки, возникающие при движении электровоза по кривым и прямым участкам пути. Механическая часть должна быть достаточно прочной, а также отвечать требованиям безопасности движения и правилам технической эксплуатации железных дорог. Для обеспечения нормальной и безаварийной работы необходимо, чтобы все механическое оборудование находилось в полной исправности и отвечало нормам безопасности, прочности и правилам ремонта [1]. Главная составляющая тележки - это её рама которая должна быть прочной, но в тоже время не слишком большой и тяжёлой [4]. Этим главным фактором и стало совершенствование тележки в целом.

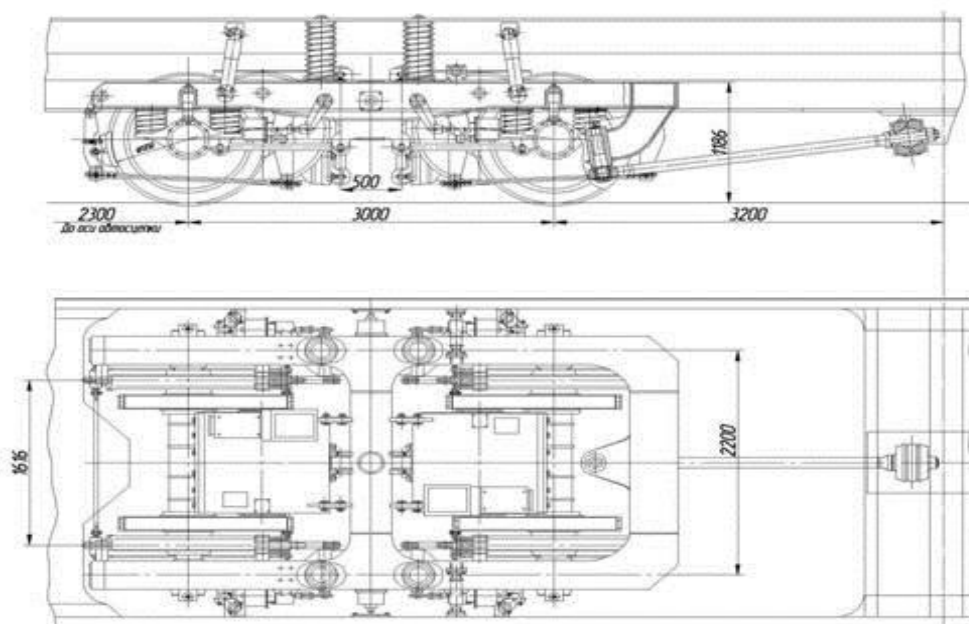


Рисунок 1 – Тележка электровоза 2ЭС6 «Синара»

Так же главным фактором совершенствования электровоза было иметь доступ обслуживающего персонала для осмотра, ремонта, монтажа и демонтажа агрегатов и узлов, а также обеспечено соблюдение мер безопасности и производственной санитарии при обслуживании работниками машинного отделения электровоза.

Оборудование, необходимое для работы электровоза, расположено в кабинах, высоковольтных камерах, машинных помещениях, на крыше, торцевых стенках кузова и под кузовом электровоза. Планировка кузова и размещение внутри кузовного оборудования, обеспечивает больше свободного пространства [3].

В машинном отделении электровоза установлено такое оборудование как: высоковольтные блоки аппараты №1, №2 и №3, система охлаждения тяговых двигателей, компрессор для накачивания воздуха в главные резервуары, система пожаротушения и блоки управления. В этот раз проход в машинном отделении проходит по середине, а не сбоку (как у локомотивов серии ВЛ) [3].

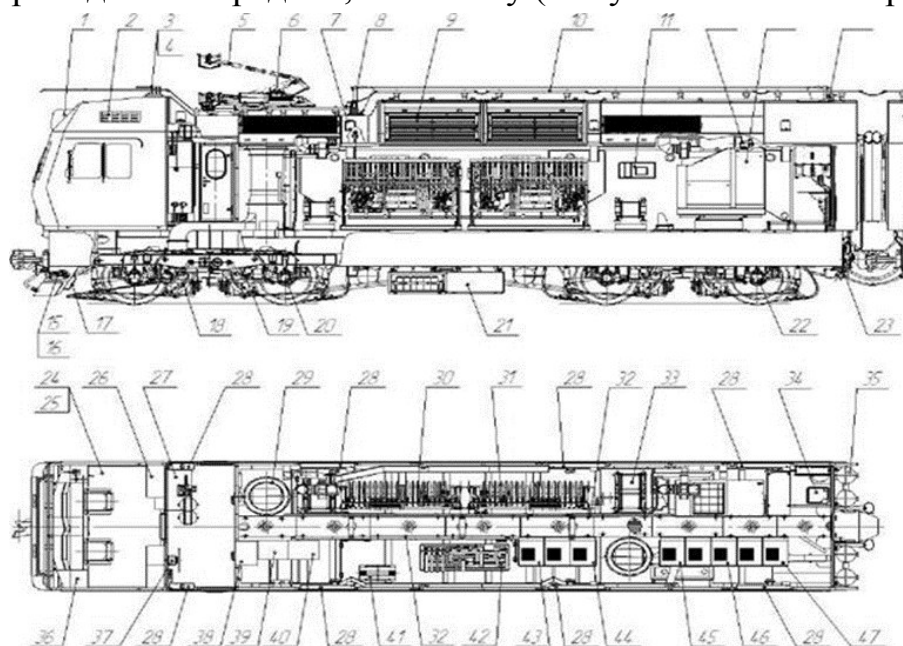


Рисунок 2 – Размещение оборудования в кузове электровоза

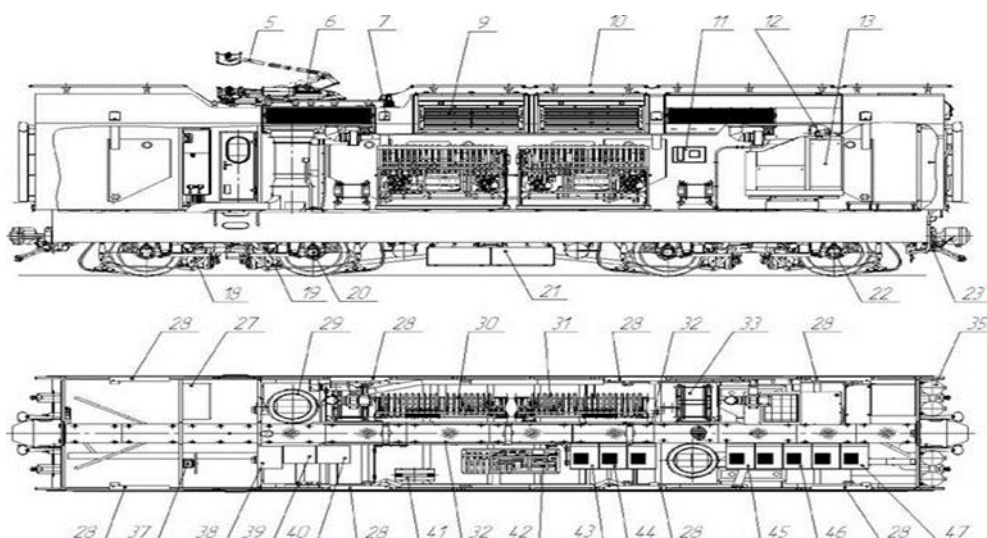


Рисунок 3 – Размещение оборудования в кузове бустерная секции электровоза

С выходом 2ЭС6 «Синара» так же в разработке была бустерная секция для данного электровоза. Изначально её не хотели вводить в эксплуатацию из-за выхода более перспективного локомотива 2ЭС10. Но уже к концу апреля 2020 года ожидается экспериментальная эксплуатация данной бустерной секции, которая представлена на рис. 3 с новым электровозом 2ЭС6«Синара» №1080, так как 2ЭС10 оказался дороже электровоза 2ЭС6 даже с бустерной секцией [1].

Совершенствование не обошло стороной и кабину локомотива. Изменению подвергся пульт управления локомотива. Что касается кабины в целом, то между первой и второй версиями 2ЭС6 «Синара» различий нет кроме пульта управления, в совсем новых версиях данного электровоза лобовое стекло разделено новой рамой.

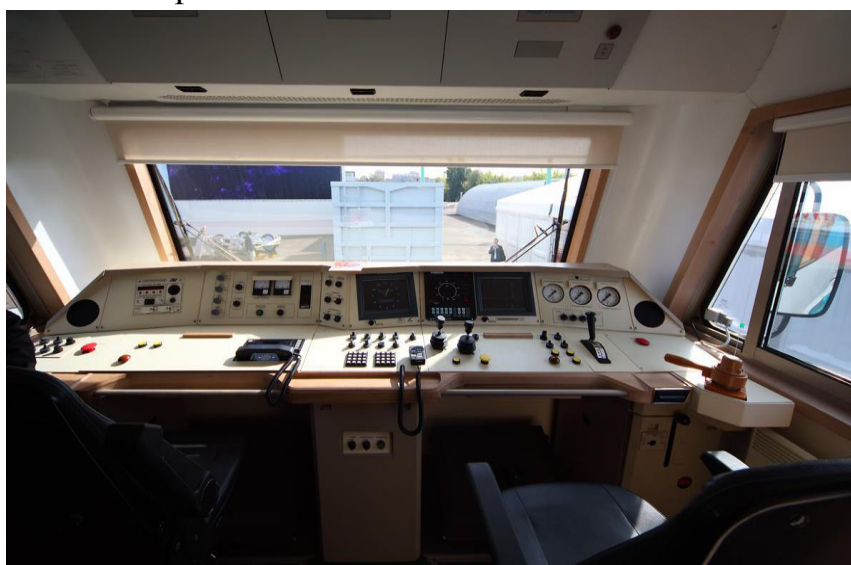


Рисунок 4 – ПУ-ЭЛ 1-го типа



Рисунок 5 – ПУ-ЭЛ 2-го типа

В итоге 2ЭС6 «Синара» стал коммерчески успешен в каком-то смысле даже легендарным, общепризнанным и очень удобным в эксплуатации по сравнению с электровозами старой серии (ВЛ10, ВЛ11) по ряду критериев.

Благодаря чертежам и расчётам, инженерам удалось улучшить строение кабины. Особенность её заключается в том, что она изготавливается в виде отдельного модуля. Который устанавливается на раму кузова и крепится к раме и прилегающим частям боковых стен кузова. Металлоконструкция кабины состоит из силового каркаса и выступ в передней части кабины предостерегает бригаду от травм при столкновении с препятствием массой до 10т со скоростью примерно до 20км/ч, тем самым увеличивая уровень пассивной безопасности [1].

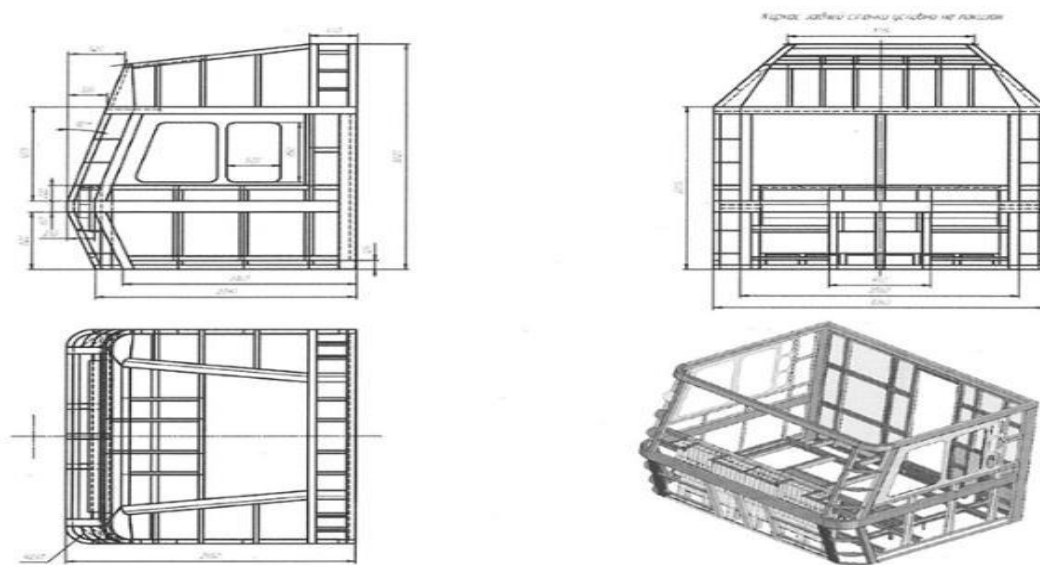


Рисунок 6 – Каркас кабины управления

Многие технологии, которые использовались ранее в старых электровозах, были улучшены в 2ЭС6 «Синара» и инженерная графика немало этому поспособствовала.

Благодаря совершенствованию чертежей компании «Уральские Локомотивы» удаётся успешно проводить совершенствование железнодорожного подвижного состава, что позволяет повысить характеристики ЭПС, а именно: повысить экономичность, улучшить прочность, удобство личного состава и производительность. Исходя из всего изложенного, мы можем сделать вывод о том, что инженерная графика это один из самых важных аспектов в совершенствовании данного электровоза, а если посмотреть шире, то и подвижного состава России в целом.

Научный руководитель – преподаватель Т. В. Кузнецова, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Руководство по эксплуатации 2ЭС6: Учебное пособие / А. В. Салтаев [и др.] / ОАО «Уральский Завод Железнодорожного Машиностроения».
2. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://wiki2.org>.
3. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www.3dfab.ru>.
4. [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://prolokomotiv.ru>.

УДК 536.1

Д. А. Антипина, В. К. Гаак

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В данной работе были рассмотрены способы повышения эффективности теплообменных аппаратов в системах теплоснабжения путем увеличения скорости потока, применения противоточной схемы движения теплоносителей в теплообменниках, оребрения труб, наклона труб в конденсаторах, наложения электрического поля.

Ключевые слова: теплообменник, интенсификация, эффективность, конвекция, коэффициент теплопередачи, число Рейнольдса, теплоноситель, профилирование, уравнение теплового баланса.

Darya A. Antipina, Victor K. Gaak

Omsk state transport university (OSTU), Omsk city, the Russian Federation

INCREASING EFFICIENCY OF HEAT EXCHANGE EQUIPMENT IN HEAT SUPPLY SYSTEMS

In this paper, we examined ways to increase the efficiency of heat exchangers in heat supply systems by increasing the flow rate, using a countercurrent flow pattern of heat carriers in heat exchangers, pipe fins, pipe tilt in condensers, and applying an electric field.

Keywords: heat exchanger, intensification, efficiency, convection, heat transfer coefficient, Reynolds number, coolant, profiling, heat balance equation.

В 2010 г. правительство РФ приняло программу по энергосбережению и повышению эффективности промышленности, предусматривающую использование и внедрение энергосберегающих технологий, а также реализующих их конструкций энергоустановок и теплопередающих аппаратов. Одним из важнейших путей энергосбережения является повышение эффективности теплообменного оборудования [1].

В работе представлены различные методы повышения эффективности теплообмена и реализация их на практике. Интенсификация теплообменных процессов служит повышением характеристик самого процесса производства тепловой энергии в энергоустановках.

На практике в теплообменных установках, наиболее распространен конвективный теплообмен. Конвективный теплообмен – процесс переноса теплоты, происходящий в движущихся текучих средах и обусловленный совместным действием двух механизмов переноса тепла – конвективного переноса и теплопроводности. По сравнению с теплопроводностью, в большинстве случаев, конвективный перенос играет большую роль. Теплопроводность же, как процесс теплопередачи, лишь влияет на распределение температуры по сечению потока жидкости.

Теплообменный аппарат – оборудование, предназначенное для передачи тепла от первичного теплоносителя (горячего) к вторичному (холодному).

Интенсификацией процесса теплообмена в калориферах можно существенно уменьшить массогабаритные особенности теплообменников, а также добиться увеличения эффективности и надежности их работы.

Понятие пограничный слой характеризует слой течения жидкости или газа, имеющая, по сравнению с продольным разрезом малую поперечную толщину. Пограничный слой возникает у границ обтекаемого тела или на поверхности раздела потока жидкости с разными свойствами и составом. Толщиной пограничного слоя жидкости или газа называют область поверх внешнего края слоя газа или жидкости, который определяется как 99% свободной скорости потока.

В процессе ламинарного потока жидкости скорость в данной области рассчитывается по уравнениям Навье-Стокса. Но для большинства практических случаев обтекания поверхностей, имеющих сложный геометрический профиль, имеет место турбулентное течение жидкости. В этом случае пристеночная область потока разделяется на три подслоя (рис. 1, а). Переход между потоками движения жидкости в пограничном слое описывается числом Рейнольдса, $Re = \rho l v / \mu$, где ρ – плотность жидкости, l – характерный линейный размер; v – скорость; μ – динамический коэффициент вязкости.

Уравнение теплопередачи имеет формулу:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta t_{\text{ср}} , \quad (1)$$

где Q – объем переданного тепла, Вт;

k – коэффициент теплопередачи, Вт/(м² · К);

F – площадь поверхности теплообмена, м²;

$\Delta t_{\text{ср}}$ – средняя разность температур теплоносителей, °С.

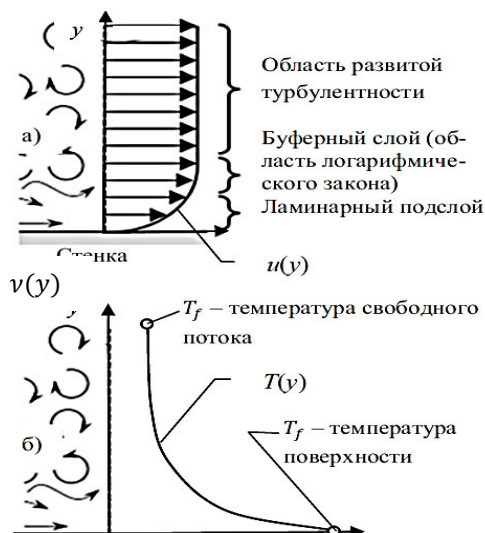


Рисунок 1 – Параметры пограничного слоя:

а – относительная скорость потока; б – температура

Коэффициент теплопередачи k находится из уравнения:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta}{\lambda} + \frac{1}{\alpha_2}} , \quad (2)$$

где α_1 и α_2 – коэффициенты теплоотдачи от горячего теплоносителя к стенке и от стенки холодному теплоносителю, Вт/(м² · К);

δ – толщина стенки, м;

λ – коэффициент теплопроводности материала стенки, Вт/(м · К).

Коэффициент теплоотдачи α можно найти следующим образом:

$$\alpha = Nu \cdot \frac{\lambda}{l} , \quad (3)$$

где Nu – критерий Нуссельта, характеризующий подобие процессов теплопереноса на границе между стенкой и потоком жидкости;

l – определяющий размер (например, диаметр трубки), м.

Критерий Нуссельта находится так:

$$Nu = 0,021 \cdot Re^{0,8} \cdot Pr^{0,43} \cdot (Pr/Pr_c)^{0,25} \cdot \epsilon_c , \quad (4)$$

где Re – критерий Рейнольдса, характеризующий гидродинамический режим потока при вынужденном движении и являющийся мерой соотношения сил инерции и вязкого трения;

Pr – критерий Прандтля, который характеризует физико-химические свойства теплоносителя и является мерой подобия температурных и скоростных полей в потоке;

Pr_c – критерий Прандтля для теплоносителя при температуре стенки;

ε_c – коэффициент, зависящий от отношения $l/d_{\text{ЭКВ}}$,

где $d_{\text{ЭКВ}}$ – эквивалентный диаметр сечения потока, м;

l – длина трубы, м.

Критерий Рейнольдса:

$$Re = \frac{\omega \cdot d}{\nu}, \quad (5)$$

где ω – скорость движения потока, м/с;

ν – кинематический коэффициент вязкости теплоносителя, м²/с.

Как видно из уравнений 1 – 5, скорость движения потока ω влияет на коэффициент теплоотдачи, а, следовательно, и на объем переданного тепла Q . Путем увеличения скорости потока можно добиться увеличения количества теплоты, переданного в процессе теплообмена.

Оценка изменения коэффициента теплоотдачи от скорости потока приводится в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость коэффициента теплоотдачи от скорости потока

Скорость потока ν , м/с	Расход G , м ³ /с	Число Рейнольдса Re	Коэффициент теплоотдачи α , Вт/(м ² К)
1	0,0683	19588,31	2,741814
3	0,2049	58764,94	23,26998
5	0,342	97941,57	29,34427
10	0,683	195883,1	45,83281
20	1,366	391766,3	73,68513

С увеличением скорости обтекания поверхности теплоотдача увеличивается (рис. 2).

Уравнение теплового баланса теплообменного аппарата имеет вид:

$$Q = M_1 \cdot c_{pm1} \cdot (t_1' - t_1'') = M_2 \cdot c_{pm2} \cdot (t_2'' - t_2'), \quad (6)$$

где M – массовый расход теплоносителя, кг/с;

c_{pm} – удельная массовая изобарная средняя теплоемкость теплоносителя, Дж/(кг·°С);

t_1' – температура греющего теплоносителя на входе в теплообменник, °С;

t_1'' – температура греющего теплоносителя на выходе из теплообменника, °С;

t_2'' – температура нагреваемого теплоносителя на выходе из теплообменника, °С;

t_2' – температура нагреваемого теплоносителя на входе в теплообменник, °С.

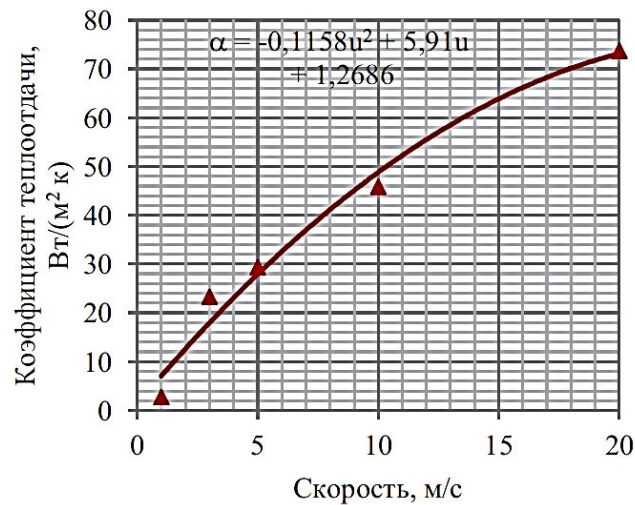


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента теплоотдачи от скорости обтекания

При расчете теплообменных аппаратов пользуются понятием полной теплоемкости массового расхода теплоносителя (водяного эквивалента), равной $C = Mc_p$ Вт/°С. Из выражения (6) следует, что:

$$\frac{C_1}{C_2} = \frac{t_2'' - t_2'}{t_1' - t_1''}, \quad (7)$$

то есть отношение изменений температур теплоносителей обратно пропорционально отношению их полных водяных эквивалентов.

В теплообменниках характер изменения температур теплоносителей отличается от линейного и определяется полными теплоемкостями C_1 и C_2 массовых расходов теплоносителей и направлением их взаимного движения (рис. 3).

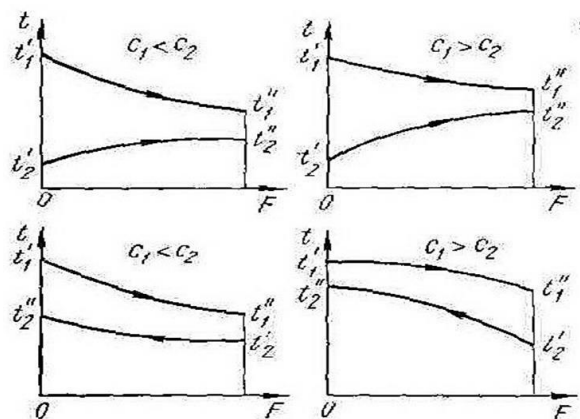


Рисунок 3 – Характер изменения температур теплоносителей по длине теплообменника при прямотоке и противотоке

Из графиков можно сделать вывод, что изменение температуры вдоль поверхности неодинаково. Очевидно, что большее изменение температуры будет у теплоносителя с меньшим водяным эквивалентом. Если же теплоносители одинаковы по физическим свойствам, например, в водоводяном теплообменном аппарате, то характер изменения температур теплоносителей будет полностью определяться их расходами. Стоит заметить, что при меньшем расходе изменение температур будет большим. При прямотоке конечная температура t''_2 нагреваемого теплоносителя всегда будет меньше температуры t''_1 греющего теплоносителя на выходе из аппарата. При противотоке же конечная температура t''_2 может быть выше температуры t''_1 (см. случай для противотока, когда $C_1 > C_2$). Следовательно, при одинаковой начальной температуре нагреваемый теплоноситель при противотоке можно нагреть до более высокой температуры, чем при прямотоке.

При прямоточном движении теплоносителей температурный напор вдоль поверхности нагрева изменяется в большей степени, чем при противоточном. Также заметим, что среднее его значение в последнем случае больше, следовательно поверхность нагрева аппарата с противотоком будет меньшей. Таким образом, при равных условиях при противотоке будет передано большее количество теплоты. Исходя из вышесказанного, предпочтение следует отдавать аппаратам с противоточным движением теплоносителей.

Среди перспективных направлений, связанных с повышением эффективности работы ПВД, можно отметить:

- дистанционирование трубных спиралей и применение наклона змеевиков;
- уменьшение диаметра труб, образующих теплообменную поверхность;
- переход на ПВД камерного типа.

Таким образом, описанные в данной статье методы повышения эффективности теплообменного оборудования находят широкое применение в системах теплоснабжения, в частности в структурах выработки тепловой энергии, ее передачи и потребления. Тема увеличения эффективности применения теплообменных аппаратов не теряет своей актуальности и дает возможность проводить различные исследования и опыты в данной сфере с целью максимальной оптимизации процессов теплообмена.

Научный руководитель – к.т.н., профессор кафедры «Теплоэнергетика» В. К. Гаак, ОмГУПС.

Список литературы

1. Лепеш, Г. В. Энергосбережение в системах жизнеобеспечения зданий и сооружений/ Г. В. Лепеш. – СПб.: Изд-во СПбГЭУ, 2014. – 437 с.

2. Повышение эффективности и надежности теплообменных аппаратов паротурбинных установок: учебное пособие для вузов. 3-е изд. перераб. и доп. / Под ред. Ю.М. Бродова. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2004. – 465 с.

3. Бродов, Ю. М. Теплообменные аппараты в системах регенеративного подогрева питательной воды паротурбинных установок: учебное пособие для вузов / Ю. М. Бродов, М. А. Ниренштейн, К. Э. Аронсон, А. Ю. Рябчиков / Под ред. Ю.М. Бродова. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1998. – 192 с.

4. Бродов, Ю. М. Конденсационные установки паровых турбин: учебное пособие для вузов / Ю. М. Бродов, Р. З. Савельев. – М.: Энергоатомиздат, 1994. – 288 с.

5. Подогреватели сетевой воды в системах теплоснабжения ТЭС и АЭС: учебное пособие для вузов / Под ред. Ю.М. Бродова. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 1999. – 138 с.

УДК 629.4.015

Е. А. Гавриленко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В САЛОНЕ ПАССАЖИРСКОГО ВАГОНА С УСТАНОВКОЙ КОДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА

Апробация математической модели изменения параметров воздуха в салоне пассажирского вагона с установкой кондиционирования воздуха.

Ключевые слова: системы кондиционирования воздуха, холодопроизводительность, пассажирский вагон, температура, аккумулятор холода.

Ekaterina A. Gavrilenko

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

RESEARCH OF THERMODYNAMIC PROCESSES IN THE PASSENGER WAGON SALON WITH INSTALLATION OF AIR CODING

Testing a mathematical model of changing air parameters in the passenger compartment of a car with an air conditioning unit.

Keywords: air-conditioning system, cooling performance, passenger car

Система кондиционирования воздуха в пассажирских вагонах служит для придания воздуху требуемых физико-химических свойств: температуры и влажности, содержания кислорода и углекислого газа, степени запыленности и т.п. Холодильное оборудование установок кондиционирования воздуха позволяет поддерживать в вагоне требуемые температурно-влажностные условия при высокой температуре окружающего воздуха и воздействии солнечной радиации. Установка рассчитана на поддержание температуры воздуха в вагоне 22 – 26 °С летом и относительной влажности 70 % или соответственно 40 °С и 30 % при максимальном тепловом воздействии солнечной радиации. Минимальная подача наружного воздуха 25 м³/ч на одного пассажира. В зависимости от типа вагона холодопроизводительность установки, удовлетворяющая этим условиям, должна составлять 28—35 кВт.

УКВ-31 представляет собой централизованную систему, т.к. получение холода и тепла, а также обработка воздуха централизованы, т.е. обработанный воздух подается в помещения вентилятором по системе воздушных каналов. Нагнетательный воздухопровод системы располагается в подкрышном пространстве по всей длине вагона и имеет недостаточную теплоизоляцию. Таким образом, в летнее время года происходит нагрев воздуха во время его движения по нагнетательному воздухопроводу из-за теплопритока от солнечной радиации, и наиболее удаленные от кондиционера купе получают воздух, не соответствующий требованиям микроклимата. Кроме этого, в настоящее время в связи с расширением пригородных и межгосударственных переходных зон пассажирские поезда могут двигаться с пониженной скоростью до 30 км/ч и иметь остановки более 1 часа. При этом электрические потребители вагона переходят с питания от подвагонного генератора на питание от аккумуляторных батарей. В этом режиме кондиционер находится в выключенном состоянии, чтобы не допустить разряда аккумуляторных батарей. В связи с этим возрастают теплопритоки в летний период года, особенно в средней полосе России. Температура в купе возрастает, что ухудшает самочувствие пассажиров. Длительное воздействие высокой температуры (особенно с повышенной влажностью) может привести к значительному накоплению тепла в организме и его перегреванию выше допустимого уровня – гипертермии.

Существует разработка, применение которой может решить вышеописанную проблему. Суть этой разработки заключается в том, чтобы внедрить в существующую СКВ аккумулятор холода, которой мог бы служить как дополнительное устройство охлаждения воздуха.

При решении задач диагностирования СКВ неизвестными параметрами являются приведенный коэффициент теплопередачи кузова вагона.

Каждый элемент ограждения кузова пассажирского вагона (боковые и торцевые стены, пол и крыша) представляет собой сочетание несущей конструкции, тепло- и теплоизоляционных материалов и декоративной отделки.

Основным показателем теплотехнических качеств ограждения является средний коэффициент теплопередачи.

В теплотехническом расчете учитываются поверхности ограждений внутреннего помещения (салона) пассажирского вагона: пол, крыша, боковые и торцевые стены.

Конструкция кузова пассажирского вагона отличается тем, что она должна препятствовать передаче тепла через стены ограждения, поэтому стены, пол и крыша выполняются многослойными с использованием теплоизоляционных материалов.

Для проведения расчета необходимы данные по толщинам слоев различных участков стен ограждения, по площади этих участков и по физическим константам материалов слоев.

Общая площадь теплопередающей поверхности кузова пассажирского вагона определяется по наружным размерам пассажирского помещения: длине, ширине, высоте боковой стены, радиусу сечения крыши. Такие части кузова вагона как тамбуры, служебные и энергетические помещения в расчет не принимаются.

Результаты расчетов площади вагона представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчетов

Поверхность кузова пассажирского вагона	Площадь, м ²
Пол, $F_{\text{п}}$	64,444
Боковая стена, $F_{\text{б}}$	42,89
Торцевая стена, $F_{\text{т}}$	9,774
Крыша, $F_{\text{к}}$	66,538
Окна, $F_{\text{о}}$	17,94
Общая площадь, $F_{\text{общ}}$	218,37

Основным показателем теплотехнических качеств кузова вагона является коэффициент теплопередачи ограждений.

Теплопроводность – это процесс переноса тепла при непосредственном соприкосновении отдельных частиц тел, имеющих различную температуру.

Теплопроводность представляет собой молекулярное явление, состоящее в последовательной передаче кинетической энергии молекул тел при их соприкосновении. При этом в твердых телах (диэлектриках) и в жидкостях перенос энергии осуществляется за счет упругих волн, в газах – диффузии атомов или молекул, а в металлах – диффузии электронов.

Конвекция – это процесс переноса тепла за счет перемещения вещества в пространстве, например, перемещение и перемешивание нагретого и холодного воздуха или жидкости.

Тепловое излучение – это процесс переноса тепла электромагнитными волнами (фотонами, покидающими нагретую поверхность).

В реальных условиях передача тепла осуществляется обычно всеми тремя видами. Колеблется лишь доля участия того или иного вида. В практических расчетах такие сложные процессы целесообразно рассматривать как одно целое, например, как теплопередачу.

Теплопередача – процесс передачи тепла от более нагретой жидкости или газа к менее нагретой среде через разделяющую их ограждающую конструкцию.

Теплопередача состоит из теплоотдачи от наружного воздуха к наружной поверхности ограждения, теплопроводности ограждения и теплоотдачи от внутренней поверхности ограждения к воздуху внутри помещения. Таким образом, теплопередача состоит из двух процессов теплоотдачи и одного процесса теплопроводности. Количественной характеристикой процесса теплопередачи является коэффициент теплопередачи, величина которого определяется по выражению:

Приведенный коэффициент теплопередачи кузова вагона K_n , Вт/(м²·К)

$$K_n = \frac{V_{\text{с}} \cdot C_V \cdot \ln \left(\frac{T_n - T_{\text{нач}}}{T_n - T_{\text{т}}} \right)}{F_{mn.n} \cdot \tau}, \quad (1)$$

Холодопроизводительность аккумулятора холода q_0 , Вт

$$q_0 = K_n \cdot F_{mn.n} \cdot \left(T_{\text{нач}} - \frac{T_n \cdot e^{-\frac{K_n \cdot F_{mn.n} \cdot \tau}{V_{\text{с}} \cdot C_V}}}{1 - e^{-\frac{K_n \cdot F_{mn.n} \cdot \tau}{V_{\text{с}} \cdot C_V}}} \right). \quad (2)$$

Объем салона пассажирского вагона, м³

$$V_{\text{с}} = L \cdot h \cdot b_n = 21,611 \cdot 2,4 \cdot 2,982 = 154,665 \text{ м}^3$$

Объемная теплоемкость воздуха, Дж/(м³·К)

$$C_V=1210 \text{ Дж}/(\text{м}^3 \cdot \text{К})$$

Начальная температура, °С

$$T_{нач}=20 \text{ °С}$$

Наружная температура, °С

$$T_n=40 \text{ °С}$$

Приведенный коэффициент теплопередачи кузова вагона K_n , Вт/(м²·К)

$$K_n = \frac{154,665 \cdot 1210 \cdot \ln\left(\frac{40-20}{40-22}\right)}{218,37 \cdot 24} = 3,762 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Холодопроизводительность аккумулятора холода q_0 , Вт

$$q_0 = 3,762 \cdot 218,37 \cdot \left(22 - \frac{40 \cdot e^{-\frac{3,762 \cdot 218,37}{154,665 \cdot 1210} \cdot 24}}{1 - e^{-\frac{3,762 \cdot 218,37}{154,665 \cdot 1210} \cdot 24}} \right) = -277692,856 \text{ Вт}$$

Внедрение вышеописанной разработки в СКВ позволит улучшить состояние микроклимата пассажирского вагона. Для произведения расчета приведенный коэффициент теплопередачи и холодопроизводительности были рассчитаны площади пассажирского вагона.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство» С. И. Подоляк, ОмГУПС.

Список литературы

1. Луканин, В. Н. Теплотехника / В. Н. Луканин [и др.] / Под общ. ред. В. Н. Луканина. – М.: Высш. шк, 2000. – 671 с.
2. Пермяков, А. А. Холодильное оборудование и кондиционирование воздуха вагонов и предприятий: Методические указания к выполнению курсового проекта / А. А. Пермяков / Уральский государственный университет путей сообщения. – Екатеринбург, 2006. – 63 с.
3. Системы кондиционирования в поездах [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://mir-klimata.info/archive/2012_2/sistemi_kondicionirovaniya.

А. В. Бауэр

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Рассмотрена возможность применения современных технологических решений для повышения эффективности систем теплоснабжения. Представленные решения основаны на компенсации части потребляемых энергетических ресурсов за счет использования возобновляемых источников энергии с применением тепловых насосов.

Ключевые слова: теплоснабжение, тепловой насос, эффективность.

Anastasia V. Bauer

Omsk state transport university (OSTU), Omsk, the Russian Federation

INCREASING EFFICIENCY IN HEAT SUPPLY SYSTEMS

The possibility of using modern technological solutions to improve the efficiency of heat supply systems is considered. The presented solutions are based on compensation of part of the consumed energy resources due to the use of renewable energy sources with the use of heat pumps.

Keywords: heat supply, heat pump, efficiency.

Российская система теплоснабжения не имеет равных в мире по своим масштабам. Для сравнения можно отметить, что потребление тепловой энергии в г. Москве превышает ее суммарное потребление, например, в Голландии и Швеции вместе взятых. По данным Минэнерго России, производство тепла в системах централизованного теплоснабжения в России составляет 13001500 млн.Гкал в год-это в 11 раз больше, чем в США, в два раза больше, чем в странах Европы.

В связи с холодным климатом в большинстве регионов России в осенне-зимний период система теплоснабжения относится к важным жизнеобеспечивающим системам стратегического характера.

К основным проблемам современной системы теплоснабжения в России можно выделить следующие:

1. Критический уровень износа оборудования

2. Недостаточный контроль за готовностью к отопительному сезону

3. Большой объем задолженностей потребителей

Установлено, что на количество теплоснабжения в централизованных системах теплоснабжения значительное влияние оказывает ветер. Ветер является вторым по значимости параметром после наружной температуры воздуха, определяющим количество теплоснабжения. С повышением скорости воздушного потока возрастает коэффициент теплопередачи, влияющий на увеличение тепловых потерь от отапливаемых объектов и теплоносителей магистралей. При создании температурного графика теплоснабжения берется во внимание один параметр - температура наружного воздуха, что не позволяет получить реальную картину теплоснабжения. Поправка на ветер вносится в виде постоянного коэффициента для средней расчетной скорости ветра в данном регионе. При скорости ветра выше расчетной температура прямой сетевой воды прямо пропорциональна только температуре наружного воздуха и дополнительные потери теплоты, вызванные принудительной конвекцией в результате усиления ветра, не учитываются. Ввести поправку в температурный график, учитывающую скорость ветра в реальный момент времени, сложно из-за его переменного характера. Таким образом, необходимо техническое решение, которое бы позволило найти способ регулирования температуры сетевой воды при централизованном отоплении с учетом такого немаловажного параметра как ветер. В настоящей работе рассмотрен вопрос повышения эффективности централизованного теплоснабжения путем использования оборудования, работающего на альтернативных источниках энергии, а именно тепловых насосов и ветроэнергетических установок.

Для повышения эффективности централизованных систем теплоснабжения необходимо решение следующих важных проблем:

- снижение тепловых потерь в тепловых сетях и повышение качества и эффективности централизованного теплоснабжения.

- экономия ресурсов на промышленных предприятиях.

Исходя из этого, важным является решение проблемы увеличения эффективности централизованного теплоснабжения, например путем применения оборудования работающего на альтернативных источниках энергии, а именно тепловых насосов (ТН) и ветроэнергетических установок (ВЭУ).

С целью решения ранее отмеченных вопросов в системах централизованного теплоснабжения предлагается использовать комбинированную работу абсорбционного ТН с ВЭУ (рис. 1). Для этого

абсорбционный ТН устанавливается на линии сброса охлаждающей воды из конденсатора паровой турбины для съёма теплоты низкого потенциала. В качестве привода ТН используется энергия ветра, преобразованная в тепловую с помощью ВЭУ. Вся приобретенная энергия в тепловом насосе передается сетевой воде, идущей на нужды теплоснабжения. В данной статье рассмотрен вариант применения установки: подогрев прямой сетевой воды.

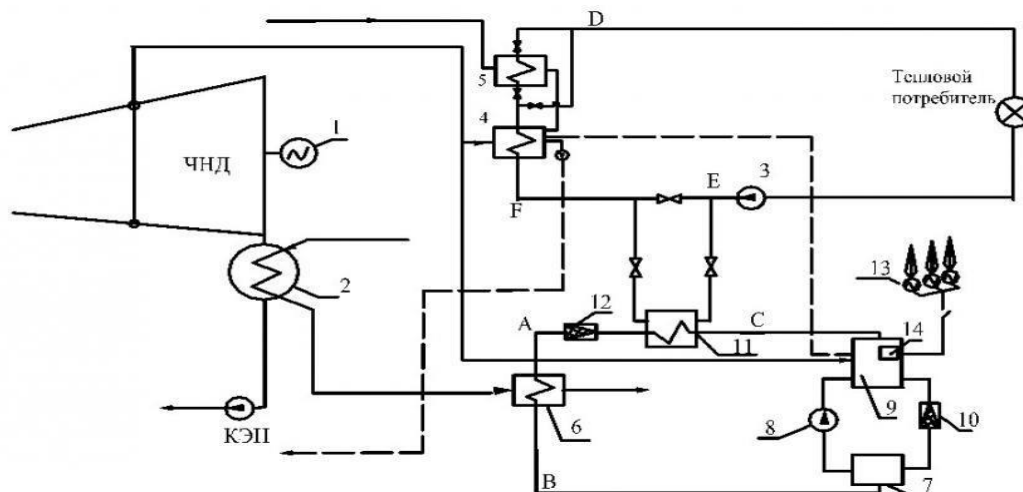


Рисунок 1 – Принципиальная схема когенерационной установки при подогреве прямой сетевой воды:

- 1 –электрогенератор; 2 – конденсатор паровой турбины; 3 – сетевой насос;
4 и 5 – сетевые подогреватели; 6 – испаритель; 7 – абсорбер; 8 – насос; 9 – генератор ТН;
10 – дроссельный клапан; 11 – конденсатор ТН; 12 – дроссельный клапан;
13 – ветроэнергетическая установка; 14 – электронагреватель

В данной установке работа теплового насоса зависит от скорости ветра, т.е. получается прямая зависимость дополнительного подогрева сетевой воды от скорости ветра. Можно сделать вывод, что повышение скорости ветра неизбежно ведет к увеличению тепловых потерь с поверхностей теплотрасс и отапливаемых зданий. Но эти потери компенсируются тем же ветром, за счет включения в работу теплового насоса, который и повышает температуру прямой сетевой воды пропорционально увеличению скорости ветра.

Далее приведен расчёт потерь тепла с трубопроводов тепловых сетей, который выполнен на основе методики приведенной в СНиП 2.04.14 Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.

Методика расчёта тепловых потерь пригодна для всех трубопроводов, на которые распространяется действие данных норм, за исключением систем с отрицательной температурой рабочей среды.

Расчёт величины тепловых потерь выполнен по нормативной плотности теплового потока через изолированную поверхность трубопровода. В методике использованы табличные данные удельных тепловых потерь с одного метра трубы, приведенные в СНиП. Потери тепла для диаметров труб и температур теплоносителя, не приведенных в таблицах – определены методами интерполяции и экстраполяции.

Величина тепловых потерь с участка трубопровода за один час, Вт:

$$Q = b \cdot l \cdot q \quad (1)$$

где b - коэффициент учитывающий тепловые потери через опоры, соединения и арматуру, принимаемый по СНиП2.04.014 и равный для стальных трубопроводов с $D_u < 150 \text{ мм}$ $b=1.2$, $D_u \geq 150$ $b=1.15$, а для неметаллических труб $b=1.7$.

l – длина участка, м;

q – тепловые потери с одного метра трубы за один час, Вт/м.

$$q = k \cdot 3.14 \cdot (t_b - t_c) \quad (2)$$

где t_b – температура воды в трубопроводе, °С;

t_c – температура среды окружающей трубопровод, °С;

k – линейный коэффициент теплопередачи, Вт/м°С;

$$k = 1 / \left(\left(\frac{1}{2\lambda_t} \right) * \ln \left(\frac{d_{нт}}{d_{вт}} \right) + \left(\frac{1}{2\lambda_{и}} \right) * \ln \left(\frac{d_{ни}}{d_{ви}} \right) + \left(\frac{1}{\alpha_n * d_{ни}} \right) \right) \quad (3)$$

где λ_t – коэффициент теплопроводности материала трубы, Вт/м²°С;

$\lambda_{и}$ – коэффициент теплопроводности тепловой изоляции, Вт/м²°С;

$d_{вт}$, $d_{нт}$ – внутренний и наружный диаметры трубы, м;

$d_{ви}$, $d_{ни}$ – внутренний и наружный диаметры изоляции, м;

α_n – коэффициент теплоотдачи на наружной поверхности тепловой изоляции, Вт/ м²°С, принимаемый по приложению 9 СНиП 2.04.14 "Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов".

Таблица 1

Результаты исследований

№ уч	Труба, мм	Теплопрово дность трубы λ , Вт/(м·град)	k коэффици ент теплопер едачи, Вт/м°С	t воды, °С	t воздуха, °С	b коэффициент учитывающи й тепловые потери	Q , Вт/ м	$L_{уч}$, м	q , Вт.
1	Сталь 40/0.5	0,58	0,48	60	22	1	57	40	2280
Суммарная величина тепловых потерь (за один час)								2280 Вт	

Таким образом, необходимо техническое решение, которое бы позволило найти способ регулирования температуры сетевой воды при централизованном отоплении с учетом такого немаловажного параметра как ветер. В настоящей работе рассмотрен вопрос повышения эффективности централизованного теплоснабжения путем использования оборудования, работающего на альтернативных источниках энергии, а именно тепловых насосов и ветроэнергетических установок.

**Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теплоэнергетика»
М. В. Глухова, ОмГУПС.**

Список литературы

1. Гомелаури, А. И. Эффективность внедрения теплонасосных установок. Теплоэнергетика [Текст] / А. И. Гомелаури, О. Ш. Визиришвили. – 1986. – 28 с.
2. Горнштейн, В. М. Методы оптимизации режимов энергосистем / В. М. Горнштейн. – М., 1981. – 335 с.
3. Гельперин, Н. И. Тепловой насос / Н. И. Гельперин. – 1931. – 30 с.

УДК 536.75

А. Н. Ниязова

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

РОЛЬ ЭНТРОПИИ В ТЕРМОДИНАМИКЕ, МЕТРОЛОГИИ И ТЕОРИИ ИНФОРМАЦИИ

В данной статье рассмотрена энтропия в контексте различных областей наук, таких как термодинамика, метрология и теория информации. Выявлены свойства и особенности энтропии, рассматриваемые в каждой конкретной области. Указаны различия понятий энтропии, а также связь между ними. На основе проведенного исследования понятно, что при общем понятии энтропии как меры хаоса, вытекающие из него значения в локальных областях, отличаются друг от друга. В каждой науке роль энтропии различна, поэтому принимаются во внимание разные ее свойства, имеющие смысл в контексте данной науки.

Ключевые слова: энтропия, мера неопределенности, необратимость тепловых процессов, мера информативности, энтропийная погрешность.

ROLE OF ENTROPY IN THERMODYNAMICS, METROLOGY, AND INFORMATION THEORY

This article discusses entropy in the context of various fields of science, such as thermodynamics, metrology, and information theory. The properties and characteristics of entropy considered in each specific area are revealed. The differences of the concepts of entropy, as well as the relationship between them are indicated. Based on the study, with the general concept of entropy as a measure of chaos, the values arising from it in local areas differ from each other. In each science, the role of entropy is different, therefore, its various properties that are meaningful in the context of this science are considered.

Keywords: entropy, measure of uncertainty, irreversibility of thermal processes, measure of informativeness, entropy error.

Если говорить о наиболее общем термине, то можно сказать, что энтропия является мерой хаотичности определенной системы. Термин энтропии используется в различных науках, причем может иметь разные значения, но основа у них будет одна и та же.

В данной статье энтропия будет рассмотрена в следующих областях:

- термодинамика;
- теория информации;
- метрология.

Наибольшее распространение энтропия получила в термодинамике. Термодинамическая энтропия характеризует степень неопределенности состояния системы на микроуровне. [7]

Например, при подводе теплоты к емкости с водой, скорость ее молекул возрастает, увеличивается плотность распределения скоростей, за счет чего возрастает неопределенность на микроуровне. Таким образом увеличивается энтропия.

Физический смысл несет не столько сама энтропия, сколько ее разность. Изменение энтропии определяется величиной

$$\Delta S = \frac{\Delta Q}{T} \quad (1)$$

где ΔQ – общее количество теплоты, переданное системе;

T – температура источника теплоты.

Согласно второму закону термодинамики, в самопроизвольном физическом процессе изолированной системы энтропия может только возрасть, либо оставаться неизменной, то есть

$$\Delta S \geq 0. \quad (2)$$

Энтропия является фактором, характеризующим *необратимость* процессов. Если она возрастает, процесс необратим. При неизменной энтропии процесс будет считаться обратимым. Если мы поставим рядом две емкости с разной температурой так, чтобы их стенки соприкасались, теплота будет передаваться из первой емкости во вторую до тех пор, пока температура жидкостей не станет одинаковой. Энтропия возрастет, так как возрастает количество состояний системы. А значит обратить этот процесс, то есть передать теплоту из второй емкости обратно в первую, невозможно. Если принять емкость с горячей жидкостью за источник теплоты, а емкость с холодной водой за рабочее тело с температурами T и T_1 соответственно, то данный процесс можно представить схематично как:

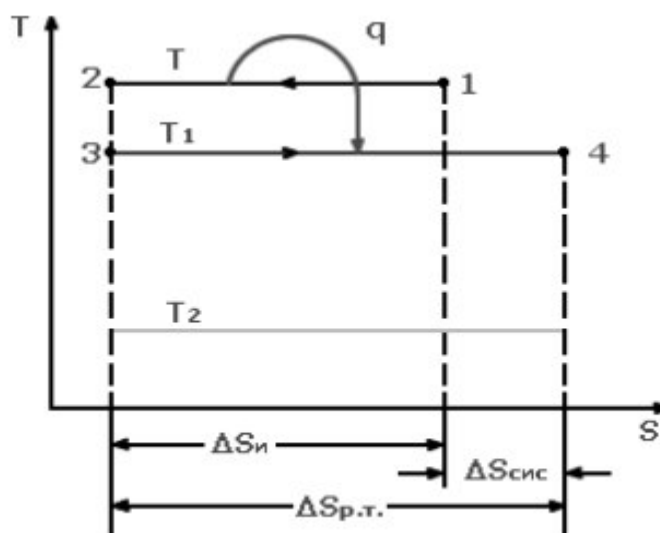


Рисунок 1 – Необратимый процесс передачи теплоты

Уменьшение энтропии в такой системе означает то, что процесс протекает не самопроизвольно. Для этого над системой производится работа, что приводит к увеличению энтропии в большей системе.

Свойство обратимости теплового процесса имеет важное значение в теплоэнергетике. В тепловых машинах обратимым является идеальный цикл. Его КПД характеризует максимальную степень преобразования теплоты в работу. Но в действительности все процессы цикла неизбежно сопровождаются некоторыми потерями. Прежде всего, учитываются потери, возникающие

вследствие трения, при наличии которого эти процессы являются необратимыми и, следовательно, весь цикл становится необратимым.

Рассмотрим данное явление на примере цикла Ренкина. Согласно второму закону термодинамики, действительный процесс адиабатного расширения протекает с ростом энтропии. В T, S – диаграмме (рис. 2) он изображается линией 1–2д. Действительный процесс адиабатного сжатия воды в насосе также сопровождается ростом энтропии, и в T, S – диаграмме он изображается линией 2'–3д.

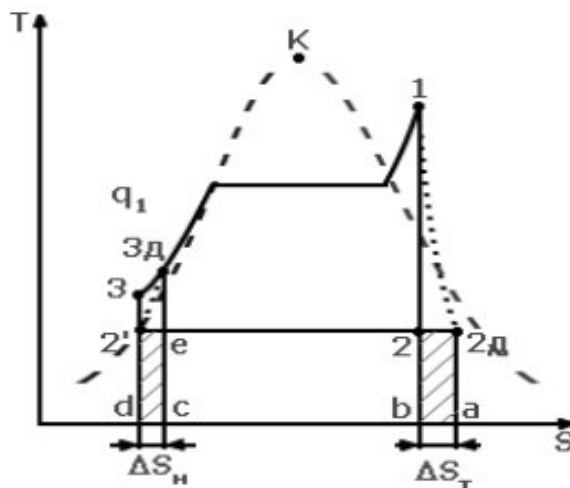


Рисунок 2 – Изменение энтропии при действительных процессах, протекающих в цикле Ренкина

Так как процессы 1–2д и 2'–3д необратимы, значит и действительный цикл 1–2д–2'–3д–1 также необратим. Работа, получаемая в данном цикле меньше, чем в идеальном цикле Ренкина.

В теории информации термин энтропии был позаимствован из термодинамики. Он характеризует неопределенность каждой ситуации, или способность источника отдать информацию. Информация здесь рассматривается как сообщение об исходе случайных событий. Количество информации зависит от априорных вероятностей этих событий [6]. Если вероятность того, что событие произойдет, стремится к единице – показателю полной достоверности, то такое сообщение мало информативно. Например, сообщение «время идет» не приносит нам новых сведений, так как его вероятность $p = 1$. Противоположная ситуация, или антисобытие «время не идет», имеет вероятность $q = 1 - p = 0$, что так же мало информативно. Неопределенность будет максимальной если допустить, например, что событие может быть и не быть с одинаковой вероятностью.

События можно рассматривать как возможные исходы некоторого опыта, где все исходы составляют полную группу событий, характеризующуюся тем, что сумма вероятностей в ней равна единице. В статистической теории Шеннона энтропия количественно выражается как средняя функция множества вероятностей p_i каждого из возможных исходов опыта [6]:

$$S = I_{cp} = -\sum_{i=1}^n p_i \log_2 p_i, \text{бит} \quad (3)$$

Основание логарифма определяет единицу измерения энтропии S и количества информации I_{cp} .

Когда неопределенность ситуации снимается полностью, количество информации приравнивается к энтропии. В общем случае информация есть уменьшение энтропии вследствие опыта или какого-либо другого акта познания [6]. Например, мы знаем, что группа состоит из 15 студентов. Они учатся на бюджетной и коммерческой основе. Мы не знаем сколько в группе бюджетников, энтропия в данном случае не равна нулю. Но ее можно уменьшить опытным путем, например, проверить приказы о зачислении, или узнать у самих студентов. Каждый раз, когда мы узнаем статус очередного студента, энтропия уменьшается. Когда статус всех студентов будет известен, энтропия приравнивается к нулю, неопределенность разрешится, и мы сможем сказать точное количество студентов группы А, обучающихся как на бюджетной основе, так и на коммерческой.

Ярко демонстрирует понятие информативной энтропии работа измерительных приборов. Суть измерения состоит в сужении интервала неопределенности меры информации от значения, известного перед его проведением, до величины, называемой энтропийным интервалом неопределенности, который равен разности энтропии до измерения и энтропии после измерения. Оценивая его, можно заметить такую особенность: измерительные приборы, имеющие различные законы распределения погрешностей, при измерении одной и той же величины могут давать одинаковое количество информации. Поэтому в качестве характеристики дезинформационного воздействия на точность измерения погрешности с произвольным законом распределения, используют ее энтропийное значение.

В метрологии энтропийным значением погрешности измерения принято считать наибольшее значение погрешности при равномерном законе распределения, которая вносит такое же дезинформационное действие, как и погрешность с любым другим законом распределения [2]. В общем случае зависимость между энтропийным значением и значением среднеквадратичного отклонения погрешности может быть представлена как

$$\Delta_3 = k_3 \sigma_3 \quad (4)$$

где k_3 – энтропийный коэффициент, который зависит от вида закона распределения погрешностей; σ_3 – среднеквадратичное отклонение погрешности.

При информационном подходе к измерениям используют сравнение приборов по количеству информации, получаемой при измерении, т. е. по энтропийному значению погрешности [2]. Такой подход позволяет с единых позиций анализировать измерительные устройства как в статическом, так и в динамическом режимах работ, оптимизировать предельные возможности тех или иных средств измерений.

Таким образом можно увидеть, что, имея схожее определение энтропии как меры хаоса, в различных науках ей присвоили различные значения. В термодинамике энтропия выступает как мера неопределенности состояний системы на молекулярном уровне, указывает на обратимость или необратимость процессов, доказывает первый закон термодинамики. В кибернетике энтропия является мерой информативности, и в отличие от термодинамики, имеет значение при своем уменьшении опытным путем для получения однозначности. В метрологии энтропия нашла отклик в информационном подходе к измерениям, в котором появляется понятие энтропийной погрешности, дающий новые возможности в оценке приборов и измерений.

В разных областях также рассматриваются разные свойства энтропии. Например, в теплоэнергетике нулевое изменение энтропии имеет смысл, так как указывает на обратимость процесса. В кибернетике же нулевое изменение энтропии не имеет смысла, так как это означает, что не происходит процесса получения информации. Но, следует заметить, что имеет смысл нулевая энтропия, как условие однозначности, в то время как нулевая энтропия в теплоэнергетике практически невозможна.

Научный руководитель – старший преподаватель кафедры «Теплоэнергетика» А. С. Гусаров, ОмГУПС.

Список литературы

1. Александров, А. А. Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок [Текст] / А. А. Александров – М.: Издательство МЭИ, 2004.
2. Метрология и радиоизмерения: учебник для вузов [Текст] / В. И. Нефедов [и др.] / Под ред. В. И. Нефедова. – 2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2006. – 526 с.
3. Рымкевич, П. А. Курс физики [Текст] / П. А. Рымкевич – М: Высшая школа, 1975. – 464 с.

4. Рюэль, Д. Случайность и хаос [Текст] / Д. Рюэль – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотичная динамика», 2001. – 192 с.
5. Сивухин, Д. В. Общий курс физики: учебное пособие для вузов. В 5 т. Т. II. Термодинамика и молекулярная физика. – 6-е изд., стереотип / Д. В. Сивухин. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2014. – 544 с. – ISBN 978-5-9221-1514-8.
6. Темников, Ф. Е. Теоретические основы информационной техники [Текст] / Ф. Е. Темников, В. А. Афонин, В. И. Дмитриев. – М.: Энергия, 1971. – 424 с.
7. Цирлин, А. М. Процессы минимальной диссипации в необратимой термодинамике: монография [Текст] / А. М. Цирлин. – М.: , 2019. – С. 365 – 379.

УДК 697.7

А. П. Полозкова, А. Ю. Финиченко

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В СИСТЕМАХ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

В статье рассматривается вопрос применения солнечных коллекторов в сибирском регионе. Приведена методика расчета выработки тепловой энергии с использованием солнечного коллектора. Выполнен технико-экономический расчет солнечного коллектора, предложены варианты повышения эффективности работы солнечного коллектора.

Ключевые слова: солнечный коллектор, солнечная энергия, система отопления, горячее водоснабжение, тепловая энергия.

Anastasia P. Polozkova, Aleksandra Y. Finichenko

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

TECHNOLOGICAL DECISIONS TO INCREASE EFFICIENCY OF THE WORK OF SOLAR COLLECTORS IN HEAT SUPPLY SYSTEMS

The article discusses the use of solar collectors in the Siberian region. A method for calculating the production of thermal energy using a solar collector is presented. A feasibility study of the solar collector has been completed, proposed. Options for improving the efficiency of the solar collector.

Keywords: solar collector, solar energy, heating system, hot water supply, thermal energy.

В России, в ее климате характерны значительные затраты на энергоресурсы. Не слишком высокая энергетическая эффективность, большие расходы на транспортную логистику приводят к экологическим и экономическим проблемам, собственно, поэтому нужно разрабатывать и внедрять альтернативные варианты. Последствия эксплуатации традиционных систем теплоснабжения – это термодинамические потери. Рост расходов, которые рассчитаны на эксплуатацию тепловых сетей и котельных, кроме перечисленных затрат эти объекты довольно часто являются причиной аварий, а это, в свою очередь, требует также и экономического решения проблем. Если рассматривать использование возобновляемых источников энергии в автономных системах отопления, то оно предполагает денежные затраты только на приобретение и установку такой системы, на ее техническое обслуживание. На сегодня солнечные коллекторы стали наиболее эффективными приборами, которые используют солнечную энергию. Например, классическая солнечная фотоэлектрическая батарея показывает эффективность лишь на уровне до 18 % , в то время как солнечный коллектор для отопления может достигать КПД до 95 % . Системы автономного обогрева, которые имеют в своем составе солнечные коллекторы состоят из следующих составных частей (рис. 1): солнечный нагревательный коллектор – устройство, размещающееся на прямых солнечных лучах и служащее для нагрева теплоносителя. Контур теплообмена – это система трубопроводов, по которой перемещается горячий теплоноситель, в это время передает свое тепло в обогреваемые помещения. Также тепловой аккумулятор – это емкость для воды, в которой нагретая вода запасается.

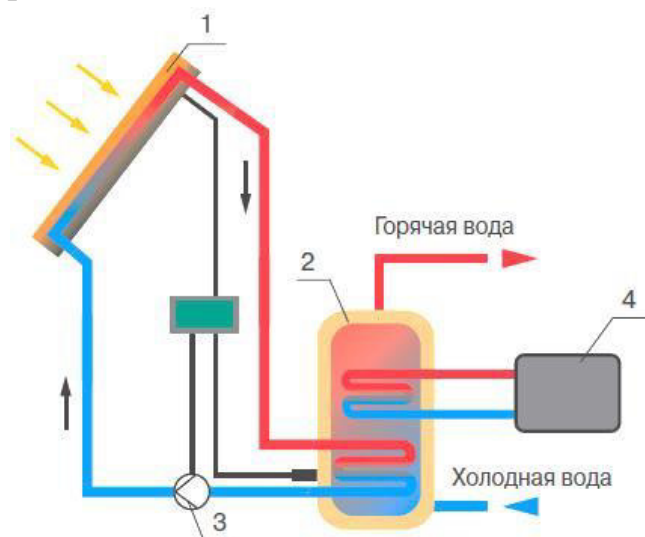


Рисунок 1 – Система автономного обогрева с помощью солнечного коллектора
1 – солнечный коллектор, 2 – бак-аккумулятор, 3 – насос, 4 – электроподогреватель

Солнечный коллектор, состоящий из труб, в которых находится еще не нагретый теплоноситель, расположен под действием прямых солнечных лучей. Вещество-теплоноситель поступает в коллектор, нагревается там и передается в контур теплообмена, находящийся внутри теплового аккумулятора. Нагретый теплоноситель, перемещаясь внутри трубопроводов контура теплообмена, нагревает воду в тепловом аккумуляторе. Нагретая вода в емкости с функцией аккумуляции тепла хранится до возникновения необходимости ее использования.

Предлагается рассмотреть возможность применения солнечного коллектора для систем отопления и горячего водоснабжения в условиях Сибирского региона. При расчетах принимаются данные для Западной Сибири, г. Омск (Долгота: 73.37; Широта: 54.99). Источником данных является компания “Яндекс Н.В.” По предварительному согласованию об использовании данных в научных целях и с использованием соответствующего предоставленного ключа доступа. Частая смена воздушных масс является причиной неустойчивости и изменчивости метеорологических условий, особенно в переходные сезоны, когда теплые массы воздуха чаще всего в течение нескольких часов сменяются холодными и теплая погода вытесняется резким похолоданием. Самый солнечный месяц – июнь, самый пасмурный – ноябрь. Средние температуры в году колеблются от -31°C до $+23^{\circ}\text{C}$ (табл. 1).

Таблица 1

Максимальная и минимальная среднемесячная температура

Месяц	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь
Самый теплый, $^{\circ}\text{C}$	-8,2	-7,5	-1,9	8,9	17,0	21,8	23,3	20,4	14,5	7,5	0,3	-6,7
Самый холодный, $^{\circ}\text{C}$	-30,8	-26,7	-20,0	-4,8	6,2	13,2	15,0	12,7	6,7	-4,6	-19,2	-26,1
Средне-месячная, $^{\circ}\text{C}$	-20,4	-16	-9,1	2,9	7,7	17,2	19,8	16,0	11,8	4,9	-6,8	-17,4

Наиболее характерными особенностями Омской области являются сравнительная суровость и континентальность климата. О суровости климата говорит продолжительность зимнего периода: низкие зимние температуры, частые похолодания в весенний и осенний периоды.

Облачность, плена пыли и дыма, которая окутывает город, снижают поступление прямой солнечной радиации на 47%, но в то же время увеличивают поступление рассеянной радиации в 1,5 раза.

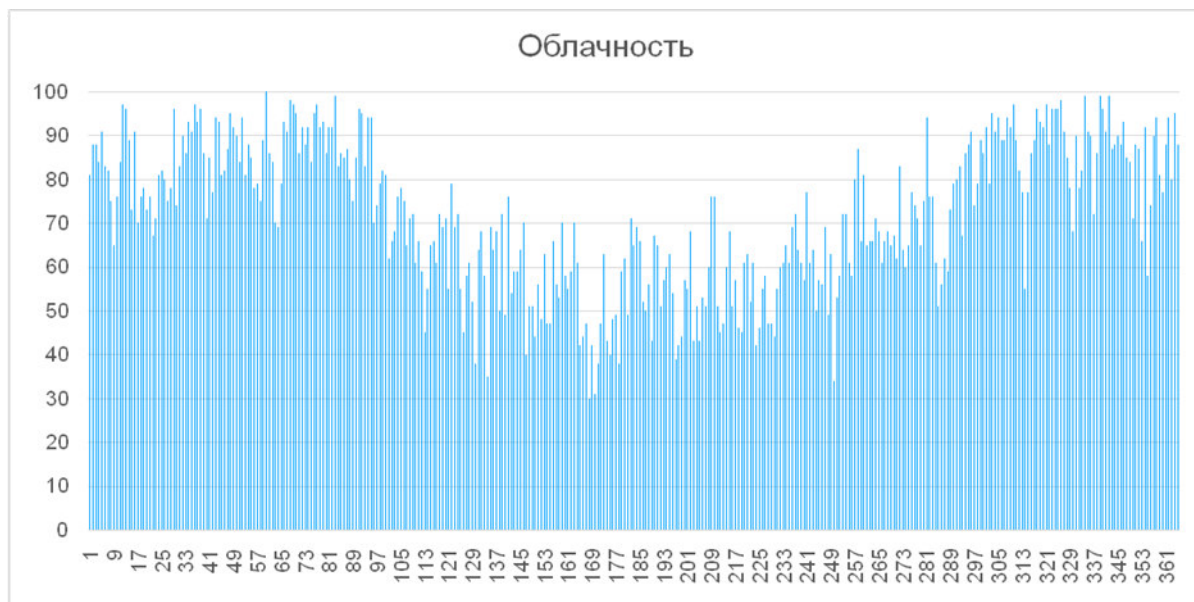


Рисунок 2 – Годовой график облачности г. Омска

Для расчета выработки тепловой энергии в солнечном коллекторе необходимо провести исследования измерений поступления суммарной солнечной энергии на поверхность Земли (табл.2).

Таблица 2

Среднемесячное дневное поступление суммарной солнечной энергии на поверхность Земли E_0 , МДж/(м²·день) для широты 54,99°

Город	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Год
Омск	0,69	1,37	3,02	4,08	5,05	5,48	5,01	4,29	2,93	1,44	0,8	0,62	2,91
Среднегодовое дневное поступление 3,14													

Необходимо определяем на сколько градусов должна повыситься температура воды и ее объем для семьи из 4 человек. По эмпирическим данным на среднего человека расходуется в день 50 литров воды. Суммарный объем емкостного нагревателя надо рассчитывать из расчета 1,5–2 суточной потребности. Следовательно, получается 300 литров в сутки. Средняя

температура входящей воды равна 15°C. Она должна быть нагрета до 50°C. $\Delta t = 50 - 15 = 35$ °C. Затем определяем количество энергии, необходимой для нагревания этого количества воды. Учитываем, что для нагрева одного литра воды на один градус нужно затратить энергию равную 1 ккал. Получается 10500 ккал. Переводим полученную энергию в кВт·ч. Получается 12,21 кВт·ч (1 кВт·ч = 859,8 ккал). Затем определяется количество энергии, которая может поглощаться и преобразовываться в тепло солнечными коллекторами. Солнечный коллектор SH-500-60-2, который способен поглощать до 80 % энергии солнца. Площадь поглощения вакуумной трубки диаметром 58 и длиной 1800 мм составляет 0,08 м². Следует, что одна трубка способна получать и передавать солнечное тепло в размере 0,41 кВт·ч и 0,051 кВт·ч соответственно в июне и декабре. Используя значение, вычисленное выше, определяем количество трубок, которое надо установить. Энергия, которую необходимо затратить на нагрев нужного количества воды составляет 12,21 кВт·ч. Поступление солнечной радиации в реальных условиях для каждого месяца E рассчитали следующим образом:

$$E = \sum E_0 D_{\text{обл } i} \eta_i k_{\text{накл}} k_{\text{обл } i},$$

где E_0 – интенсивность солнечного излучения; $k_{\text{накл}}$ – коэффициент пересчета суммарного потока солнечной энергии с горизонтальной плоскости на поверхность коллектора (широта 55°), для условий Омской области при угле наклона коллектора от 30 до 45°С коэффициент $k_{\text{накл}}$ может быть принят 1,1; $k_{\text{обл } i}$ – коэффициент ослабления излучения в зависимости от типа облачности; $D_{\text{обл}}$ – доля дней в месяце с рассматриваемой облачностью.

По известному поступлению солнечной радиации, Гкал/сут, рассчитано количество воды V (л/сут), которое можно нагреть, по формуле:

$$V = E / (t - t_0),$$

где t_0 – начальная температура воды; $t_0=15$ °C.

Результаты расчета представлены в табл. 3.

Максимальную производительность от солнечного коллектора мы получим, если его плоскость будет находиться перпендикулярно солнечным лучам. Но в течение суток и года солнце движется по небосклону, и эффективность коллектора изменяется. Сложные системы позиционирования коллекторов никто не делает, так как это очень дорого. Также у солнечных коллекторов есть техническая проблема, называемая «стагнация». Солнце нельзя выключить, а тепло потребляется неравномерно. Следовательно, рано или поздно возникнет ситуация, когда коллектор станет производить тепла больше, чем мы его потребляем. При этом температура теплоносителя начнет неконтролируемо расти, следовательно, он

закипит, после этого пар выдавит теплоноситель из коллектора, в следствие, циркуляция теплоносителя прекратится. Циркуляция возобновится только после остывания коллектора и конденсации всего пара, то есть ночью. В том случае если срочно понадобится тепло, то получить его от коллектора не получится, поскольку циркуляции через него нет. И это не главный минус, главный минус стагнации – деградация теплоносителя. Теплоноситель имеет сложный химический состав, не переносит высоких температур. В то время как температура теплоносителя летом может превышать 300 °С — в вакуумном. При этих температурах в антифризе могут химические реакции между его компонентами, с образованием новых химических соединений. Возможен нерастворимый осадок, может измениться вязкость и антифриз станет агрессивным.

Таблица 3

Результаты расчета

Месяц	Поступление солнечной радиации, кВт/мес	Выработка воды, л/сут
Январь	1,32	46,2
Февраль	2,63	92,05
Март	5,79	202,65
Апрель	7,83	274,05
Май	9,69	339,15
Июнь	10,52	368,2
Июль	9,61	336,35
Август	8,24	288,4
Сентябрь	5,63	197,05
Октябрь	2,76	96,6
Ноябрь	1,54	53,9
Декабрь	1,19	41,65

Технологические решения, которые могут повысить эффективность работы солнечного коллектора:

1. Для того чтобы предотвратить стагнация используются буферные ёмкости. Задача – не допустить стагнации и не потерять тепловую энергию. Переполнить бассейн нельзя (это приведет к стагнации), но опустеть он не должен (холодная ГВС). Предоставляется график суточного распределения горячей воды. Есть три максимума (с 8:00 до 9:00, с 12:00 до 13:00, с 17:00 до 18:00), во время которых потребление составит 15%, 21% и 16 % от суточного расхода. В другое время потребление достаточно равномерно – от 2 до 5 %. Три ёмкости по 3 м³ каждая в самый жаркий летний день будут нагреты до 72 °С к 16:00 и до 79°С к 19:00.

2. На эксплуатационном месте коллекторы важно установить так, чтобы азимут их расположения совпадал с направлением на юг, возможное отклонение на восток – до 20° , а на запад – до 30° . При превышении указанных отклонений, значительно понизится тепловая производительность установки.

3. При монтаже и заполнении коллектора теплоносителем нужно затенять остекление установки для того, чтобы предотвратить перегрев, о котором говорилось ранее.

4. Установить коллекторы необходимо так, чтобы они никогда не были под снегом, даже при сильном снегопаде.

5. Заправлять теплоноситель лучше всего в холодные коллекторы, чтобы снизить влияние внутреннего теплового удара, а также с минимальной скоростью для того, чтобы избежать формирования воздушных пробок в системе.

Заключение.

Для климата города Омска с его благоприятными условиями солнечной инсоляции, использование солнечного коллектора не только возможно, но и выгодно. Использование гелиоустановок позволяет уменьшить затраты на отопление на 30 %, а затраты на нагрев горячей воды на 60 % в год. Для повышения надежности и эффективности работы системы солнечных коллекторов также предлагается:

- разработать наиболее эффективную тепловую схему подготовки горячей воды в системе солнечных коллекторов;
- в схеме автоматизации учесть средства контроля и защиты от повышения температуры и давления теплоносителя выше допустимых значений;
- на ответвлениях трубопроводов спроектировать установку балансировочных клапанов;
- при размещении трубопроводов надлежит учесть уклон трубопроводов в противоположную направлению движения теплоносителя сторону;
- выбирая оборудование системы солнечных коллекторов, максимальную рабочую температуру нужно принять не менее «+ 150 °С»;
- при выборе тепловой изоляции необходимо предусмотреть защиту от воздействия ультрафиолетового излучения;
- в системе гелиоустановок предоставить возможность использования существующих баков аккумуляторов горячей воды.

**Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теплоэнергетика»
А. Ю. Финиченко, ОмГУПС.**

Список литературы

1. Лукутин, Б. В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении: монография / Б. В. Лукутин, О. А. Суржикова, Е. Б. Шандарова. – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 231 с.
2. Финиченко, А. Ю. Подбор оптимальных параметров системы солнечного коллектора на основе климатических данных для выбранной локации / Финиченко А. Ю., Тартачев А. А. // Омский научный вестник. – 2018. – № 4 (160). – С. 88 – 93.
3. Федоров, В. Н. Солнечная радиация и климат Земли / В. Н. Федоров // Физматлит. – 2017. – 324 с. – ISBN 978-5-9221-1785-2.
4. A method for the determination of the global solar radiation from meteorological satellite data / D. Cano [et al.] // Solar Energy. – Vol. 37. – P. 31 – 39. – DOI: 10.1016/0038-092X(86)90104-0.

УДК 629.4.015

Н. А. Тихонов

Структурное подразделение среднего профессионального образования «Омский Техникум Железнодорожного Транспорта» (СП СПО ОТЖТ), г. Омск, Российская Федерация

ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАКЕТА ПАРОВОГО ДВИГАТЕЛЯ И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ

Паровая машина; Дени Папен; Преимущества и недостатки; Перспективы; Создания макета; Сделали чертеж; Машины будут массово использоваться.

Ключевые слова: принцип, двигатель, история, источник, сегодня, виды, макет.

Nikita A. Tikhonov

Structural unit of secondary vocational education «Omsk College of Railway Transport»,
Omsk, the Russian Federation

PRODUCTION OF A MODEL OF A STEAM ENGINE AND ITS POSSIBLE USE

Steam engine; Denis Papin; Advantages and disadvantages; Prospects; creating a layout; Made a drawing; Machines will be mass used.

Keywords: principle, engine, history, source, today, types, layout.

В настоящее время вопрос паровых двигателей является актуальным, несмотря на то, что массовое производство паровых машин остановилось в 1950-х годах. История развития паровых машин не подошла к концу. В 1985 году был установлен рекорд скорости на паровом автомобиле 234 км/ч, а в 2009 году группа британских инженеров сконструировала паротурбинный "болид" который был способен перемещаться со скоростью 241,7 км/час.

Сегодня паровые турбины, как разновидность парового двигателя, применяются на электростанциях. Тепло для подогревания воды, приводящей в движение турбины, может подаваться от сжигания топлива в печи или от атомного реактора.

Современные паровые машины могут иметь КПД до 30%, что примерно соответствует некоторым ДВС. Их можно применять как на транспорте, так и на стационарных объектах, например, на мини электростанциях.

Паровая машина – тепловой двигатель внешнего сгорания, преобразующий энергию водяного пара в механическую работу возвратно-поступательного движения поршня, а затем во вращательное движение вала. В более широком смысле паровая машина – любой двигатель внешнего сгорания, который преобразовывает энергию пара в механическую работу.

Для привода паровой машины необходим паровой котёл. Расширяющийся пар давит на поршень или на лопатки паровой турбины, движение которых передаётся другим механическим частям.

Принцип действия паровой машины показан на илл. Работа поршня 1 посредством штока, ползуна, шатуна и кривошипа передаётся главному валу, несущему маховик, который служит для снижения неравномерности вращения вала. Эксцентрик, сидящий на главном валу, с помощью эксцентриковой тяги приводит в движение золотник 8, управляющий впуском пара в полости цилиндра. Пар из цилиндра выпускается в атмосферу или поступает в конденсатор. Для поддержания постоянного числа оборотов вала при изменяющейся нагрузке паровые машины снабжаются центробежным регулятором, автоматически изменяющим сечение прохода пара, поступающего в паровую машину (дрессельное регулирование, показано на рисунке), или момент отсечки наполнения (количественное регулирование).

Первую паровую машину построил в 90-х годах 17 в. французский изобретатель Дени Папен. Она была весьма несовершенна. В цилиндрическом сосуде с поршнем кипятили воду. Образующийся пар поднимал поршень. Затем сосуд снимали с огня и обливали холодной водой, чтобы пар конденсировался и образовался вакуум, под действием атмосферного давления поршень

опускался вниз. Это был рабочий ход поршня. Для следующего хода поршня вверх надо было снова кипятить воду в цилиндре. КПД этой машины был очень низок, а работала она медленно.

Русский техник Иван Иванович Ползунов значительно усовершенствовал паровую машину. Постройку своей машины Ползунов завершил в 1765 г., а пущена она была в 1766 г. после смерти изобретателя. Машина Ползунова имела два цилиндра.

Трудами изобретателей паровая машина постепенно совершенствовалась и завоевала все новые и новые отрасли промышленности и торговли.

К концу 19 в. мощность паровой машины достигла 15 кВт, КПД

15%, давление используемого пара 12 Мпа, а его температура 400 °С. Но поршневая паровая машина с ее не высоким КПД постепенно была заменена более совершенными тепловыми двигателями.

Основным преимуществом паровых машин, как двигателей внешнего сгорания, в том, что из-за отделения котла от паровой машины можно использовать практически любой вид топлива (источник тепла) - от кизяка до урана. Это отличает их от двигателей внутреннего сгорания, каждый тип которых требует использования определённого вида топлива.

Основные недостатки парового поршневого двигателя – низкий коэффициент полезного действия, громоздкость и тихоходность – с развитием производительных сил и повсеместным распространением машин-двигателей становились всё более и более ощутительными.

Продолжавшаяся целое столетие работа над совершенствованием паровой машины не привела к полной победе. И сегодня паровой поршневой двигатель остаётся самым неэкономичным из всех других машин-двигателей.

Современные паровые поршневые машины вполне могут способствовать энергосбережению в ряде технологических и энергетических установок, в частности тех, у которых при работе выделяется сбросное тепло в виде выхлопных или дымовых газов.

Паровые машины разделяются:

1. По способу действия пара на машины: с расширением и без него, причем первые считаются наиболее экономичными;

2. По используемому пару:

- низкого давления (до 12 кг/см²);
- среднего давления (до 60 кг/см²);
- высокого давления (свыше 60 кг/см²);

3. По числу оборотов вала:

- тихоходные (до 50 об/мин, как на колёсных пароходах);
- быстроходные;

4. По давлению выпускаемого пара:

- на конденсационные (давление в конденсаторе 0,1 – 0,2 атм);
- выхлопные (с давлением 1,1 – 1,2 атм);
- теплофикационные с отбором пара на нагревательные цели или для

паровых турбин давлением от 1,2 атм до 60 атм в зависимости от назначения отбора (отопление, регенерация, технологические процессы, срабатывание высоких перепадов в предвключённых паровых турбинах).

5. По расположению цилиндров:

- горизонтальные;
- наклонные;
- вертикальные;

6. По числу цилиндров:

- одноцилиндровые;
- многоцилиндровые;
- сдвоенные, строенные и т. д., в которых каждый цилиндр питается

свежим паром;

- паровые машины многократного расширения, в которых пар последовательно расширяется в 2, 3, 4 цилиндрах возрастающего объёма, переходя из цилиндра в цилиндр.

Для создания макета парового двигателя мне понадобилось:

1. Медная проволока (0,2 мм);
2. Алюминиевые трубки (1 см и 0,5 см);
3. Холодная сварка;
4. Сосновая доска (10×21×2 см);
5. Металлическая шестеренка;
6. Подшипник (d=2,2 см);
7. Клей-пистолет;
8. Алюминиевая проволока (3 мм);
9. Гайка и болт одинакового диаметра;
10. Резиновый шланг (0,5 см);
11. Металлическая банка (объем 300 мл);
12. Кусок алюминия (2,5×3 см);
13. Секундный клей.

Прежде чем приступить к изготовлению макета я сделал чертеж (рис. 1).

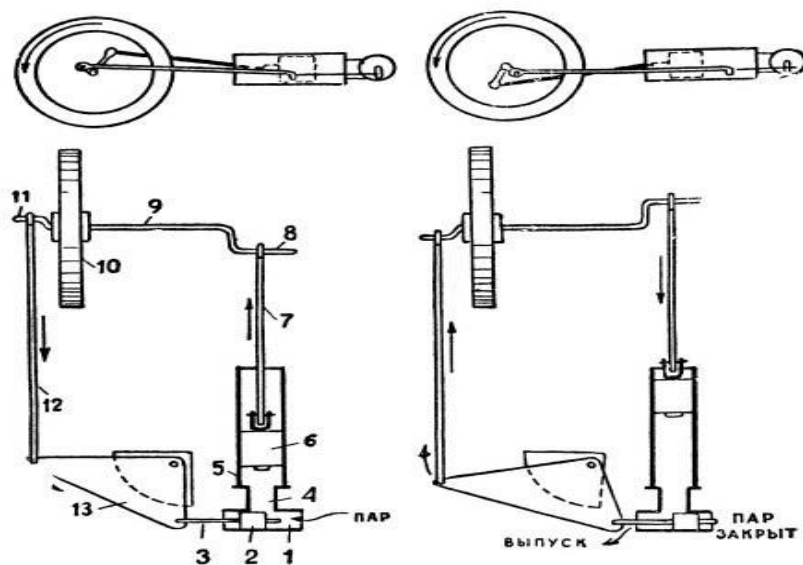


Рисунок 1 – Чертёж паровой машины:

1-трубка золотника; 2-поршень золотника; 3-шток золотника; 4-соединительная трубка;
5-цилиндр машины; 6-поршень; 7-шатун поршня; 8-кривошип вала; 9-вал;
10-маховое кольцо; 11-второй кривошип вала; 12-тяга треугольника; 13-треугольник



Рисунок 2 – Фотография готового макета

Научный руководитель – преподаватель Т. Я. Блохина, СП СПО ОТЖТ.

Список литературы

1. Паровые машины, описание и приложение их. – СПб.: тип. Эдуарда Праца и Ко, 1838. – 234 с.
2. Брандт, А. А. Очерк истории паровой машины и применения паровых двигателей в России / А. А. Брандт. – СПб. : Тип. Ю. Н. Эрлих, 1892. – 70 с.

3. Котурницкий, П. В. Паровые машины / П. В. Котурницкий // Энциклопедический словарь Брокгауза и Ефрона: в 86 т. (82 т. и 4 доп.). – СПб., 1890 – 1907.

4. Тонков, Р. Р. К истории паровых машин в России / Р. Р. Тонков // Горный журнал. – 1902. – № 6.

5. Лебедев, В. И. Занимательная техника в прошлом / В. И. Лебедев. – Ленинград: «Время», 1933 г. – 198 с.

6. Титов, Д. П. Паровым машинам быть! / Д. П. Титов, В. С. Дубинин, К. М. Лаврухин // Промышленная энергетика. – 2006. – № 1. – С. 50 – 53.

7. Торопцев, Н. Д. Асинхронные генераторы автономных систем / Н. Д. Торопцев. – М.: Знак, 1997. – 288 с.

УДК 697.34

Р. В. Сараев

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ГРАФИКОВ РЕГУЛИРОВАНИЯ ОТПУСКА ТЕПЛА

В статье рассмотрено совмещение качественного и количественного регулирования тепловых нагрузок систем теплоснабжения для совершенствования температурных графиков регулирования отпуска тепла.

Ключевые слова: качественное регулирование, количественное регулирование, качественно-количественное регулирование, температурный график, отпуск тепла.

Roman V. Saraev

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

IMPROVING TEMPERATURE SCHEDULES FOR REGULATING HEAT RELEASE

The article considers the history of heat supply development in General, as well as the history of improving temperature schedules for regulating heat release.

Keywords: history, heat supply, heating, temperature schedule, regulation, heat release.

Одним из основных технико-экономических показателей эффективной работы ТЭЦ является величина выработки электроэнергии на тепловом потреблении, которая существенным образом зависит от режима работы системы теплоснабжения. При широко распространенном в отечественных системах теплоснабжения двухступенчатом подогреве сетевой воды на ТЭЦ основными режимными характеристиками, влияющими на величину выработки электроэнергии на тепловом потреблении, являются расход сетевой воды и ее температура на входе в нижний сетевой подогреватель теплофикационной турбины [1, 2]. Обследование ряда систем теплоснабжения городов России показало, что в большинстве случаев температура обратной сетевой превышает расчетные значения в течение большей части отопительного сезона. Превышение температуры обратной сетевой воды, как правило, достигает максимального значения в период стояния температур наружного воздуха выше $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, что обусловлено изломом температурного графика и низкой степенью оснащения приборами автоматического регулирования систем теплоснабжения [3, 4].

Минимальные значения температур сетевой воды в подающем трубопроводе тепловой сети, продиктованные необходимостью поддержания требуемой температуры воды на горячее водоснабжение в относительно теплой время года, установлены нормативно-технической документацией [5], что законодательно закрепляет нерациональные режимы работы системы теплоснабжения с завышенной температурой обратной сетевой воды и перерасход топлива на ТЭЦ. «Изломы» температурного графика теплосети должны быть устранены, а необходимая температура воды для горячего водоснабжения обеспечиваться другими способами, например по технологии [6].

Работа неавтоматизированных систем теплоснабжения в период нижней срезки температурного графика характеризуется существенным превышением расчетных значений температуры внутреннего воздуха, ухудшением микроклимата в помещении, превышением температуры обратной сетевой воды относительно расчетной, перерасходом тепловой энергии, снижением экономичности работы всей системы теплоснабжения. На рис. 1 показана зависимость относительного потребления тепловой энергии от температуры наружного воздуха. График показывает, во сколько раз больше тепловой энергии потребляют неавтоматизированные системы теплоснабжения (Q_1) относительно систем теплоснабжения с регулированием в переходный период (Q_2).

Из графика на рис. 1 можно сделать вывод о том, какой потенциал энергосбережения скрыт в обоснованном отказе от нижней срезки

температурного графика. Отсутствие автоматического регулирования в системах теплоснабжения приводит в переходный период к увеличению потребления теплоэнергетических ресурсов на 70 %. На рис. 2 представлены зависимости температуры сетевой воды и внутреннего воздуха от температуры наружного воздуха.

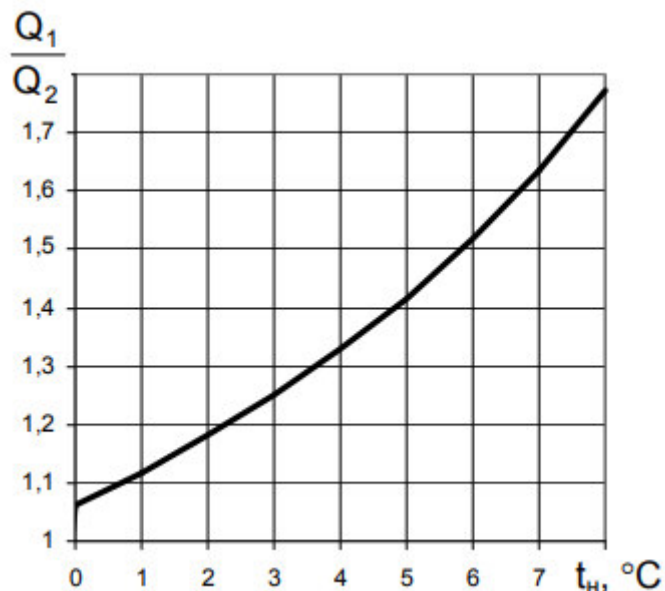


Рисунок 1 –Зависимость процесс относительного спроса потребления внешней тепловой энергии от температуры наружного воздуха

Из графика следует, что для поддержания комфортных условий в отапливаемых помещениях температура воды в подающем и обратном трубопроводах тепловой сети должна понижаться с повышением температуры наружного воздуха. Так, в подающем трубопроводе температура сетевой воды должна изменяться от 70 °С при температуре наружного воздуха 0 °С до 51 °С при температуре наружного воздуха +8 °С. При поддержании температуры сетевой воды равной 70 °С в течение всего периода стояния положительных температур наружного воздуха произойдет повышение температуры внутреннего воздуха в отапливаемых помещениях до 30 °С (линия 6 на рис. 2). Повышение температуры внутреннего воздуха приведет к существенному повышению температуры обратной сетевой воды относительно расчетной (линия 5 на рис. 2). Таким образом, отказ в переходный период от срезки температурного графика приведет к существенному повышению экономичности работы системы теплоснабжения, в первую очередь, за счет увеличения выработки электроэнергии на тепловом потреблении.

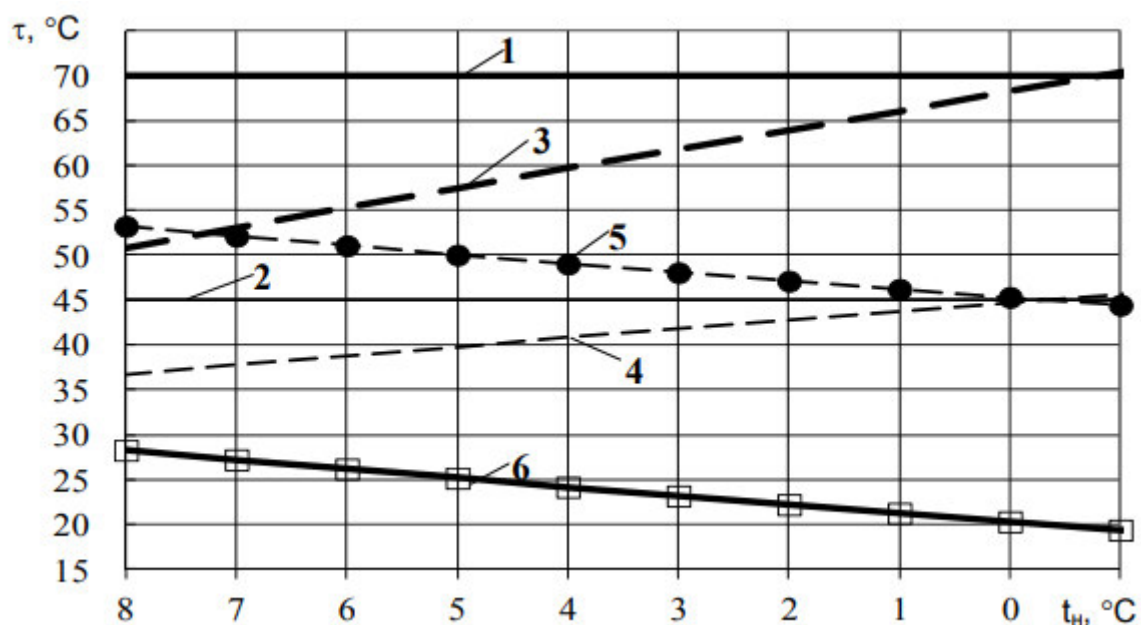


Рисунок 2 – Зависимость температуры сетевой воды внутреннего воздуха от температуры наружного воздуха:

1, 2 – расчетные температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах при изломе температурного графика, $^{\circ}\text{C}$; 3, 4 – необходимые температуры сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах, $^{\circ}\text{C}$; 5 – реальная температура сетевой воды в обратном трубопроводе при изломе температурного графика, $^{\circ}\text{C}$; 6 – температура внутреннего воздуха в помещениях при изломе температурного графика, $^{\circ}\text{C}$

Одним из энергоэффективных и относительно малозатратных энергосберегающих мероприятий является регулирование в переходный период температуры воды, подаваемой в системы отопления, в зависимости от температуры наружного воздуха. Необходимость такого регулирования обусловлена еще и тем, что реальная продолжительность переходных периодов может существенно превышать расчетные значения. Любой отопительный период характеризуется двумя переходными периодами: первый – в начале отопительного сезона; второй – в конце отопительного сезона. Так, продолжительность переходных периодов в г. Ульяновске в отопительном периоде 2008 – 2009 гг. составила более 95 суток. Согласно [7, 8] нормативная продолжительность переходного периода в г. Ульяновске составляет более 28% продолжительности отопительного периода (60 суток). При этом среднесуточная температура наружного воздуха в октябре 2008 г. составила $+7,6^{\circ}\text{C}$; в ноябре 2008 г. – $+2,6^{\circ}\text{C}$, в апреле 2009 г. – $+4,2^{\circ}\text{C}$ (рис. 3, 4).

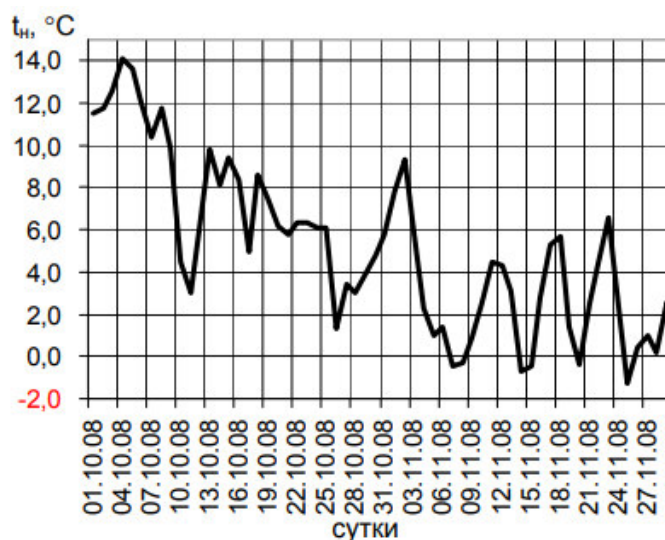


Рисунок 3 –Среднесуточные температуры наружного воздуха
в октябре-ноябре 2008 г.

На рис. 3 представлены фактические среднесуточные температуры наружного воздуха в октябре-ноябре 2008 г. Продолжительность первого переходного периода в отопительном сезоне 2008-2009 гг. составила 59 суток. Таким образом, суммарная продолжительность двух переходных периодов отопительного периода 2008-2009 г. в г. Ульяновске составила более 43 % продолжительности отопительного периода, что в 1,6 раза больше расчетной продолжительности. Очевидно, что фактическая экономия топливно-энергетических ресурсов должна быть существенно больше рассчитанной по нормативной продолжительности переходного периода.

**Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теплоэнергетика»
С. В. Глухов, ОмГУПС.**

Список литературы

1. Качан, А. Д. Справочное пособие по технико-экономическим обоснованиям ТЭС / А. Д. Качан, Б. В. Яковлев. – Мн.: Выш. Школа, 1982. – 318 с.
2. Яковлев, Б. В. Повышение эффективности систем теплофикации и теплоснабжения / Б. В. Яковлев. – М.: Новости теплоснабжения, 2008. – 448 с.
3. Ротов, П. В. Повышение энергетической эффективности работы ТЭЦ и городских систем теплоснабжения / П. В. Ротов, В. И. Шарапов // Электрические станции. – 2011. – № 9. – С.16 – 20
4. Ротов, П. В. Особенности регулирования нагрузки систем теплоснабжения в переходный период / П. В. Ротов, В. И. Шарапов // Энергосбережение и водоподготовка. – 2010. – № 2. – С. 25 – 28.

5. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации. – М.: Изд-во «Омега-Л», 2009. – 256 с.
6. Патент 2433351 (RU). МПК7 F24D 3/08. Способ работы открытой системы теплоснабжения / П. В. Ротов, М. Е. Орлов, В. . Шарапов, П. Е. Чаукин, В. А. Мордовин // Бюллетень изобретений. 2011. № 31.
7. Строительные нормы и правила. СНиП 23-01-99*. Строительная климатология / Госстрой России. – М. : ГУП ЦПП, 2000. – 104 с.
8. Соколов, Е. Я. Теплофикация и тепловые сети. 7-е издание / Е. Я. Соколов. – М.: Изд-во МЭИ, 2001. – 472 с.

УДК 621.3

В. А. Давыдов, А. В. Шибков

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ РАБОТЫ МАЛОМОЩНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ПАНЕЛЕЙ

Научная статья посвящена исследованию работы солнечной батареи при различных погодных условиях. Эксперименты проводились при пасмурной, солнечной и облачной погоде. Были рассмотрены различные зависимости и сделан вывод, при каких электрических показателях солнечная батарея работает в оптимальном режиме.

Ключевые слова: солнце, солнечные панели, напряжение, ток, мощность.

Vadim A. Davydov, Arkadiy V. Shibkov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

RESEARCH OF OPERATING MODES OF LOW-POWER SOLAR PANELS

The scientific article is devoted to the study of the solar battery operation under various weather conditions. Experiments were conducted in cloudy, Sunny and cloudy weather. Various dependencies were considered and the conclusion was made, at what electric parameters the solar battery works in the optimal mode.

Keywords: sun, solar panels, voltage, current, power.

1. Описание эксперимента

Целью экспериментальной части работы является измерение напряжения на клеммах маломощных солнечных панелей в разных погодных условиях.

На (рис. 1), продемонстрировано какое оборудование использовалось в опыте: мультиметр, солнечная панель, сопротивление, макетная плата.



Рисунок 1 – Пример использования оборудования

В определённые погодные условия измеряли напряжения в зависимости от сопротивления резистора. При увеличении сопротивления в цепи напряжение увеличивалось.

2. Анализ полученных данных

Зная сопротивление резистора (R) и напряжение (U) можно рассчитать и найти ток (I), а зная величину тока (I) можно найти мощность (P).

Используемые формулы при расчёте:

$$I = \frac{R}{U}$$
$$P = U * I$$

где I – ток, А

R – сопротивление резистора, Ом

U – напряжение, В

P – мощность, Вт

Показания вольтметра в солнечную погоду представлены в табл. 1.

При возрастании сопротивления увеличивалось значение напряжения в цепи, рассчитав зависимость для мощности и силы тока, наблюдаем, что сила тока в цепи уменьшается, а мощность растёт.

Показания вольтметра в облачную погоду представлены в табл. 2.

Таблица 1

Результат исследования напряжения в солнечную погоду №1

№	Солнечная			
	R(Ом)	U(В)	I(A)	P(Вт)
1	10	1,5	0,150	0,225
2	20	2,6	0,130	0,338
3	30	4	0,133	0,533
4	40	4,7	0,118	0,552
5	50	4,8	0,096	0,461
6	60	4,9	0,082	0,400
7	70	5,5	0,079	0,432
8	80	5,5	0,069	0,378
9	90	5,64	0,063	0,353
10	100	5,37	0,054	0,288

Таблица 2

Результат исследования напряжения в переменную облачность №2

№	Переменная облачность			
	R(Ом)	U(В)	I(A)	P(Вт)
1	10	1,23	0,123	0,151
2	20	2,41	0,121	0,290
3	30	3,37	0,112	0,379
4	40	3,9	0,098	0,380
5	50	5,34	0,107	0,570
6	60	5,34	0,089	0,475
7	70	5,35	0,076	0,409
8	80	5,34	0,067	0,356
9	90	5,34	0,059	0,317
10	100	4,97	0,050	0,247
11	120	5,12	0,043	0,218
12	140	5,14	0,037	0,189
13	160	5,14	0,032	0,165
14	180	5,4	0,030	0,162
15	200	5,27	0,026	0,139
16	250	5,42	0,022	0,118
17	300	5,35	0,018	0,095
18	400	5,36	0,013	0,072
19	500	5,4	0,011	0,058
20	1000	5,4	0,005	0,029

В облачную погоду, солнечная батарея получает меньшее количество солнечных лучей, а следовательно, напряжения будет немного меньше, чем в солнечную погоду.

Показания вольтметра в пасмурную погоду представлены в табл.3:

Таблица 3

Результат исследования напряжения в пасмурную погоду №3

№	Пасмурная погода			
	R(Ом)	U(В)	I(A)	P(Вт)
1	10	0,2	0,020	0,004
2	20	0,4	0,020	0,008
3	30	0,9	0,030	0,027
4	40	0,31	0,008	0,002
5	50	4,36	0,087	0,380
6	60	4,3	0,072	0,308
7	70	4,46	0,064	0,284
8	80	4,61	0,058	0,266
9	90	4,66	0,052	0,241
10	100	4,7	0,047	0,221
11	120	4,77	0,040	0,190
12	140	4,98	0,036	0,177
13	160	5,15	0,032	0,166
14	200	5,22	0,026	0,136
15	250	5,35	0,021	0,114
16	300	5,37	0,018	0,096
17	400	5,38	0,013	0,072
18	500	5,35	0,011	0,057
19	600	5,37	0,009	0,048
20	800	5,4	0,007	0,036
21	1000	5,4	0,005	0,029

Видим, что при пасмурной погоде значение напряжения при значениях сопротивления от 10 Ом до 100 Ом, значительно меньше, чем при солнечной и облачной погоде. Но при значении сопротивления от 100 Ом, наблюдаем, что солнечная панель, в пасмурную погоду, дает приблизительно равное значение, что и при более хороших погодных условиях.

По данным измерения построим графики зависимости $I(R)$ (тока от сопротивления резисторов), $U(R)$ (напряжение от сопротивления резисторов), $P(I)$ (мощности от тока резисторов) и $P(R)$ (мощность от сопротивления резисторов).

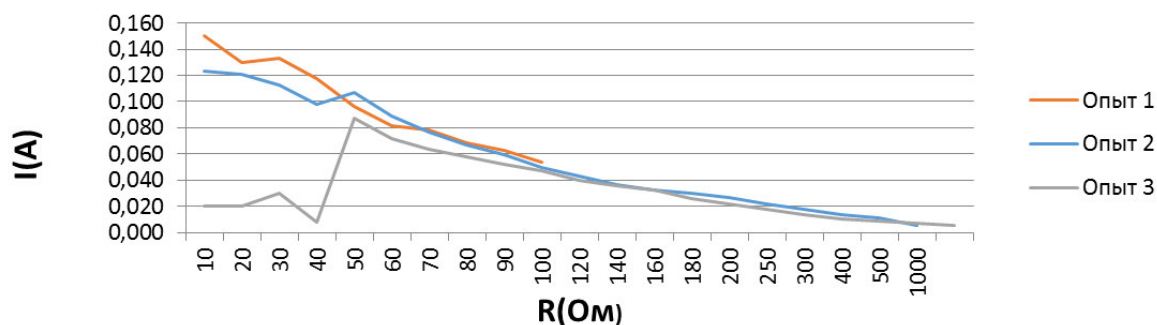


Рисунок 2 – Графики зависимости тока (I) от сопротивления резисторов (R)

Изучив график, мы видим, что сила тока понижается, но при значении сопротивления примерно равному 40 Ом, значение силы тока повышается.

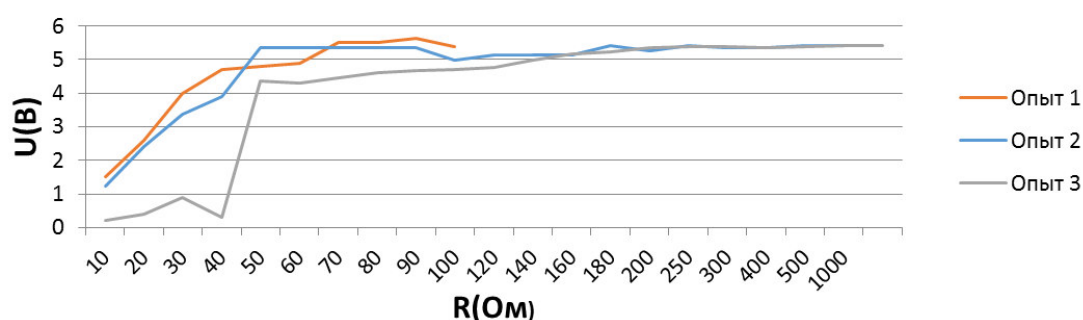


Рисунок 3 – Графики зависимости напряжения (U) от сопротивления резисторов (R)

Изучив зависимость напряжения от сопротивления, мы наблюдаем рост напряжения при увеличении сопротивления. Сильный рост напряжения наблюдаем при сопротивлении от 10 до 60 Ом, в дальнейшем, даже при значительном росте сопротивления, напряжение изменяется не значительно.

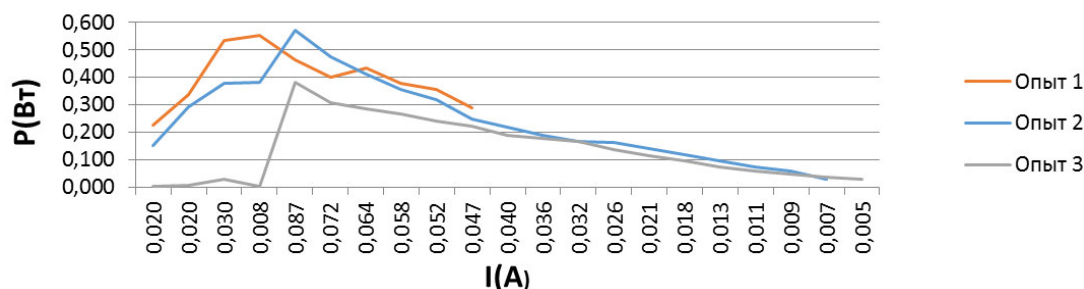


Рисунок 4 – Графики зависимости мощности (P) от силы тока (I)

Изучив зависимость мощности от силы тока, мы наблюдаем рост мощности при увеличении силы тока. Наблюдаем, что максимальная мощность равна 0,572 Вт при значении сопротивления 50 Ом и силе тока 0,107 А. Можно сказать, что эти значения, являются наилучшими для работы солнечной батареи.

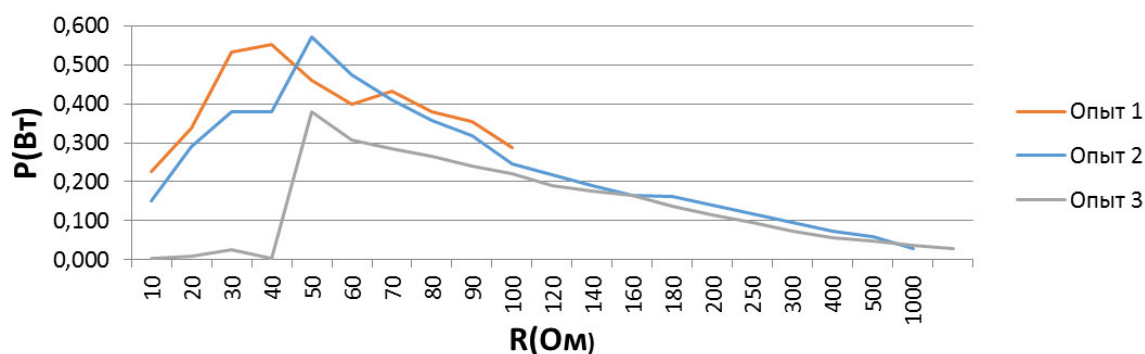


Рисунок 5 – Графики зависимости мощности (P) от сопротивления резисторов (R)

Заключение

Благодаря исследованиям были решены поставленные задачи:

- Ознакомились со строением и принцип работы солнечных батарей.
- Определили электрические показатели для получения максимальной мощности солнечной батареи.
- Были проведены эксперименты с маломощной солнечной батареей, получили результаты, проанализировали и представлены в виде графиков.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теоретическая электротехника» А. В. Пономарев, ОмГУПС.

Список литературы

1. Бессонов, Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: учебник / Л. А. Бессонов. – М.: Юрайт, 2014.

УДК 629.4.015

П. С. Суслонova

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВАКУУМНЫХ СОЛНЕЧНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ В СИБИРСКОМ РЕГИОНЕ

В данной статье рассмотрен вопрос об эффективности применения солнечного вакуумного коллектора в сибирском регионе на примере города Омска.

Ключевые слова: солнечный коллектор, вакуумный коллектор, Омск, сибирский регион, отопление, зима.

Polina S. Suslonova

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

EFFICIENCY OF USING VACUUM SOLAR COLLECTORS IN SIBERIAN REGION

This article discusses the efficiency of the solar vacuum collector in the Siberian region using the example of the city of Omsk.

Keywords: solar collector, vacuum collector, Omsk, Siberian region, heating, winter.

Очень популярны альтернативные источники энергии. Трубчатые вакуумные солнечные коллекторы для отопления дома и горячего водоснабжения позволяют снизить затраты на оплату коммунальных услуг, обеспечить достаточное количество дополнительного дешевого тепла.

Чтобы определить тепловую эффективность солнечных систем, следует изучить принцип работы солнечных водонагревателей.

Принцип работы вакуумного коллектора

Солнечные системы используют принцип преобразования тепла в электричество (солнечные панели). Вакуумные солнечные коллекторы работают как водонагреватели.

Поглощение излучения Солнца производит необходимое количество тепла для того, чтобы удовлетворить потребности ГВС. Для этого можно подогреть воду для бассейна или душа. А зимой коллекторы обеспечивают необходимое количество тепловой энергии для обогрева дома.

Существует два типа вакуумных трубок. Они различаются по принципу отопления и принципу хранения воды:

Первый тип - "мокрая трубка" - резервуар для хранения устанавливается непосредственно по краям блока. Вода, нагреваясь, поступает в резервуар, а холодная течет в трубы. По-другому это называется - солнечный коллектор на вакуумных трубках прямого нагрева.

Второй тип-это U-образная конструкция – в этом случае резервуар для хранения не соединяется непосредственно с резервуаром. Резервуар можно установить в любом месте дома, подключив к системам водоснабжения и отопления.

Устройство вакуумных трубок остается практически неизменным независимо от принципа теплопередачи. Используется метод абсорбции.

Как работает эта система зимой?

Зимой используется всесезонная Солнечная система с непрямой теплопередачей. Интенсивность солнечной радиации уменьшается в течение зимы. Солнечные системы используются исключительно в качестве дополнительного источника тепла, соединяя их через буферный резервуар с системой отопления.

Эффективность солнечной установки определяется тем, на сколько процентов система с солнечными вакуумными коллекторами способна компенсировать затраты на отопление дома.

Рассчитать мощность солнечного коллектора можно исходя из характеристик на индивидуальной основе. При расчете вакуумных солнечных коллекторов учитываются следующие факторы: территориальное расположение, необходимое количество нагретой воды и др. Точные расчеты требуют инженерных навыков.

Для приблизительных расчетов необходимо:

- определить коэффициент инсоляции
- рассчитать активную зону поглощения вакуумной трубки
- использовать техническую документацию, чтобы узнать эффективность работы коллектора.

Оптимальный расход теплоносителя рассчитывается в соответствии со средним расходом тепловой энергии для удовлетворения потребности ГВС в сутки. Для удовлетворения потребностей в горячем водоснабжении одному человеку требуется от 2 до 4 кВт.

Рассмотрим эффективность солнечного вакуумного коллектора на примере города Омска.

Результаты необходимы для расчета продолжительности солнечных суток и сопоставления времен восхода и заката с точным положением и траекторией движения Солнца. Проекция траектории движения и диаграмма положения Солнца для заданной локации (г. Омск) приведена на рис. 1, 2.

Исходя из полученных данных можно построить годовой график распределения дневной температуры (рис. 3) и облачности (рис. 4). На диаграммах видно, что распределение минимальных температур имеет вполне логичный вид и в целом является примером нормального распределения без явных экстремумов и статистические данные пригодны для применения в расчетах далее.

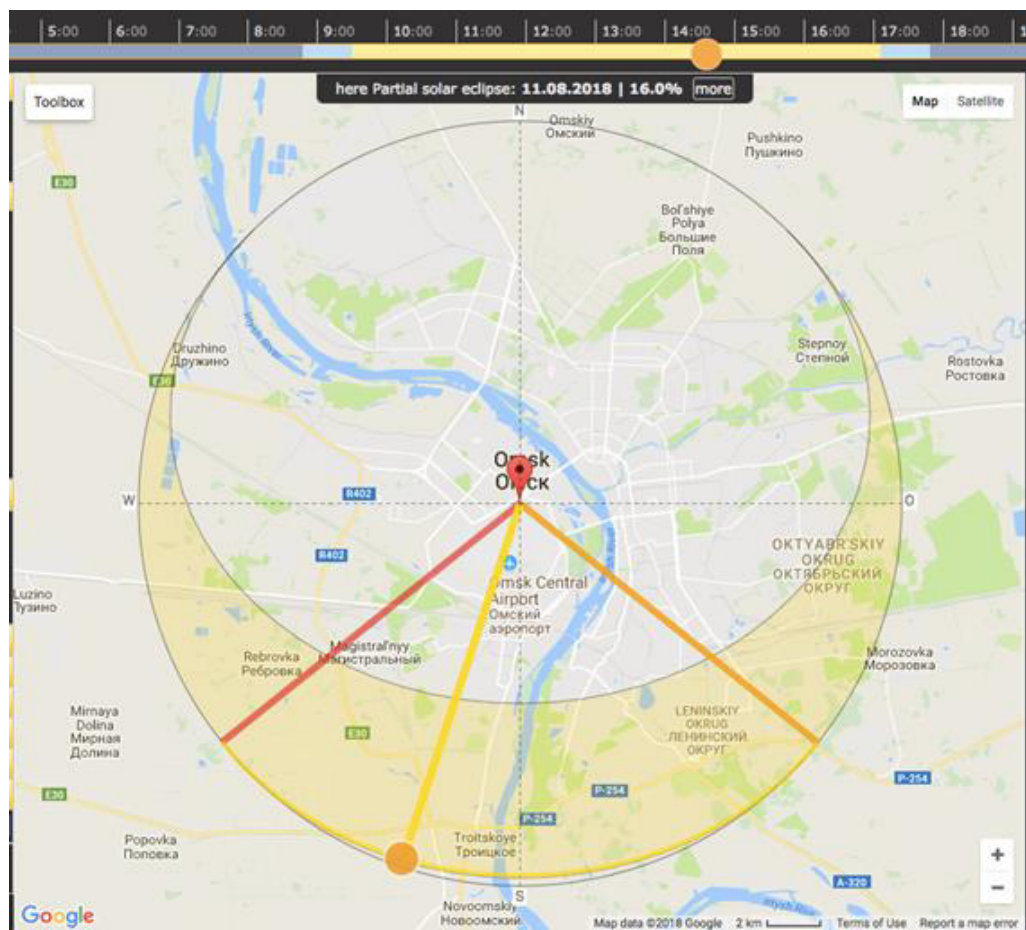


Рисунок 1 – Проекция траектории движения Солнца от времени

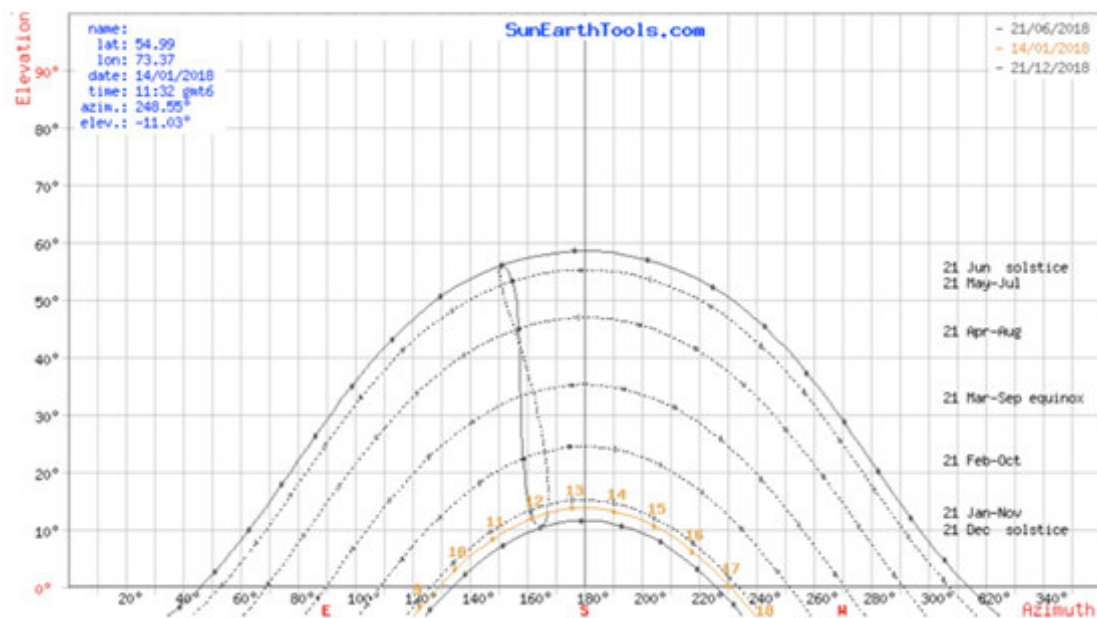


Рисунок 2 – Диаграмма положения Солнца в течение года для заданной локации

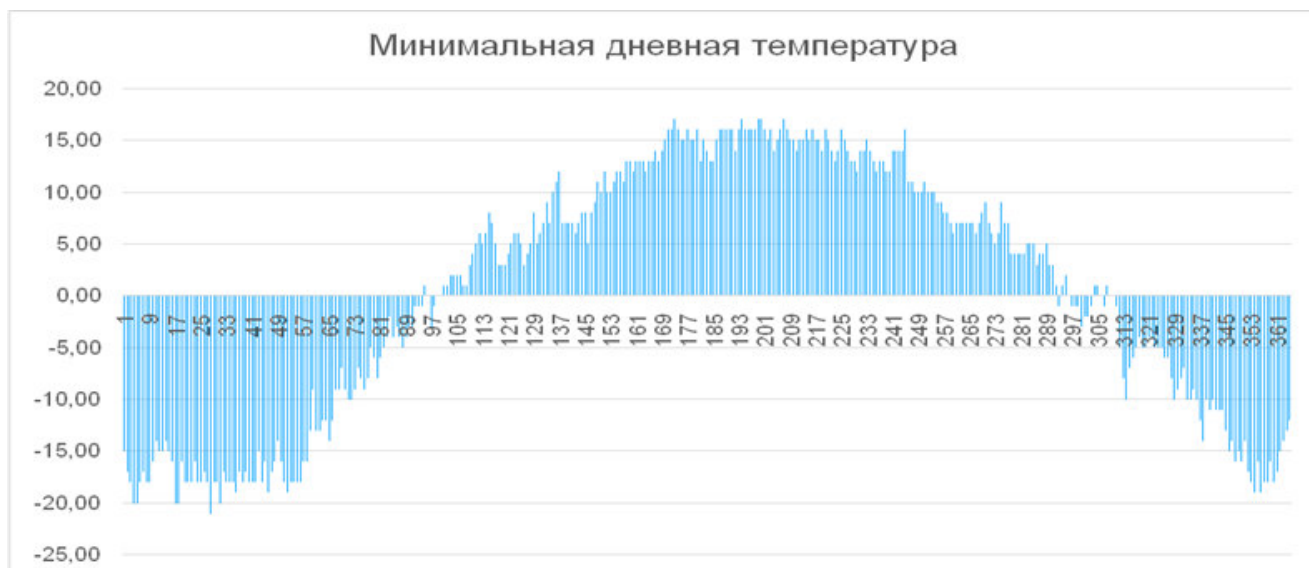


Рисунок 3 – Годовой график минимальных дневных температур г. Омска

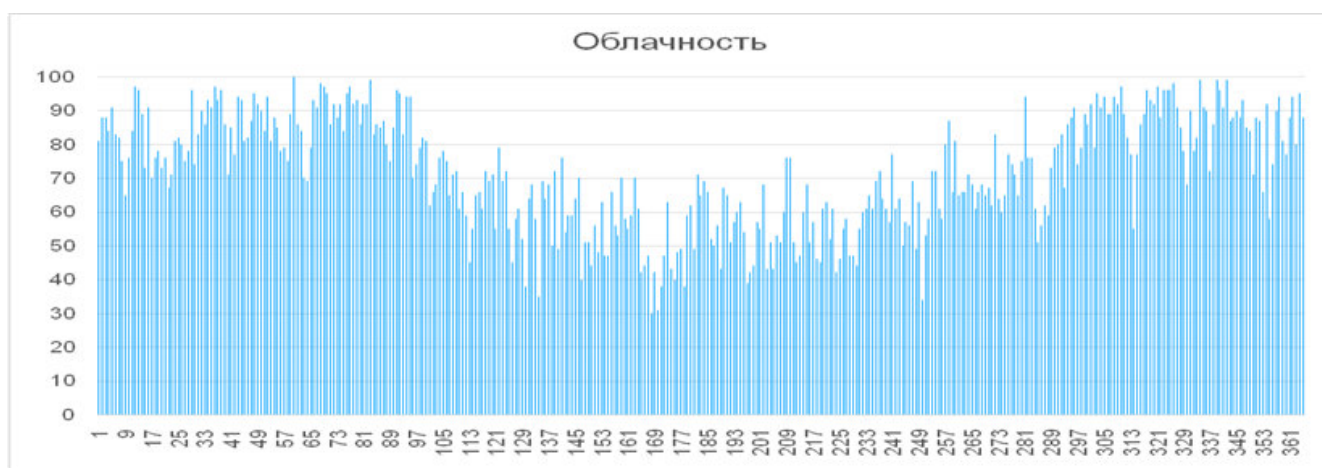


Рисунок 4 – Годовой график облачности г. Омска

Диаграмма облачности показывает, что в отопительный период облачность выше, чем в летнее время, что, в свою очередь, будет понижать эффективность коллектора в значительной степени.

График продолжительности светового дня (рис. 5) показывает, что в зимний (отопительный) период солнечный период меньше нежели в летний, в то время как потребность использования тепловой энергии как раз и необходима в этот период, что явно указывает на то, что при компенсации потребностей будет возникать избыточная теплота в летний период, которую можно использовать для покрытия нужд горячего водоснабжения.

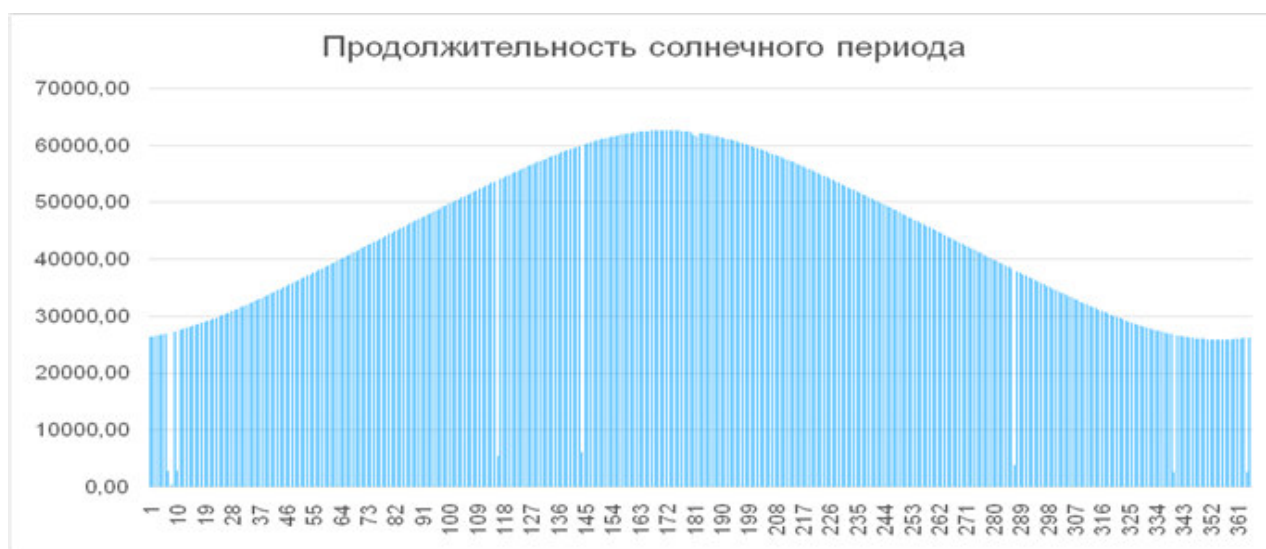


Рисунок 5 – Годовой график продолжительности светового дня г. Омска

Для текущего первичного расчета приминаются удельные потери через некоторую условную ограждающую конструкцию в виде стены и задаются следующими параметрами, которые сведены в табл. 1.

Доля компенсации тепловых потерь представлена на рис. 6. В среднем составляет около 30% потребности, при этом на всем промежутке в течение года сильно варьируется, но и в некоторых точках (днях) превышает даже необходимые, то есть 100% потерь.



Рисунок 6 – Доля компенсации тепловых потерь

Комплексное сравнение динамической и статической систем можно увидеть на рис. 7. Динамическая система на столь длительном промежутке, то есть в течении всего года показывает преимущество в 15%, что, на первый взгляд, говорит о том, что применение динамической системы бессмысленно

ввиду больших капитальных затрат и дополнительного энергопотребления на привод слежения за Солнцем, что снизит преимущество данной системы над статической или даже уравнивает.

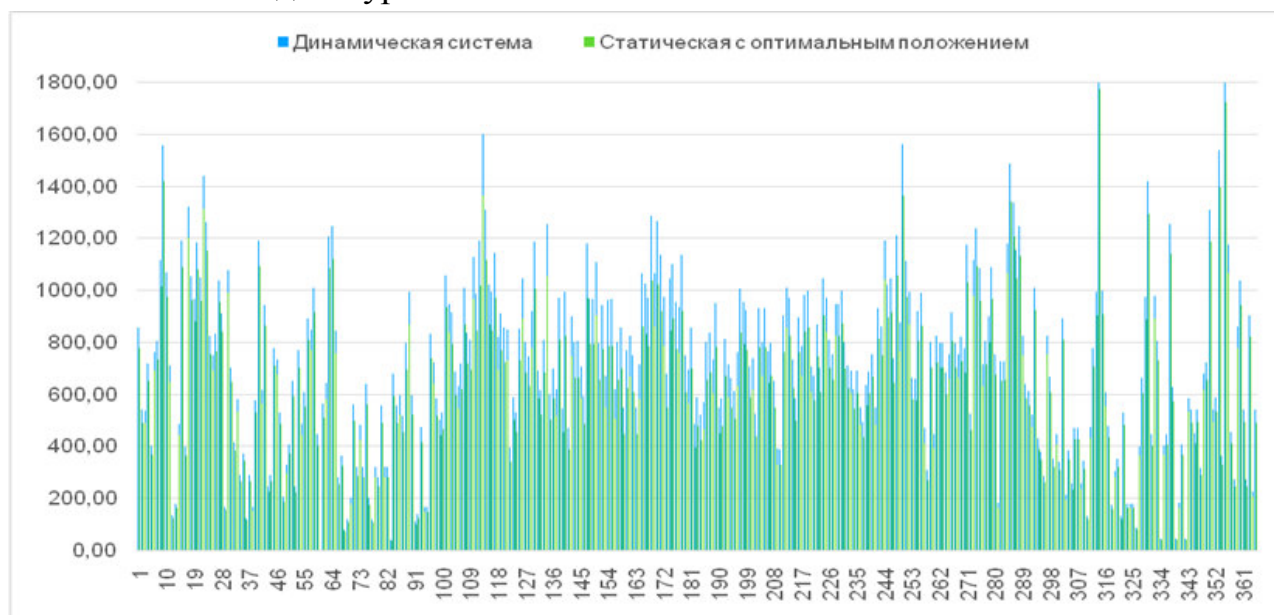


Рисунок 7 – Сравнительный график динамической и статической систем солнечного коллектора для заданной локации

Вывод: Систему солнечного коллектора необходимо применять не только для нужд отопления, а также для нужд горячего водоснабжения, поскольку даже при оптимальных параметрах наблюдается сильная вариативность между недостаточным и избыточным поступлением тепловой энергии.

Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теплоэнергетика» А. Ю.Финиченко, ОмГУПС.

Список литературы

1. Тартачев А. А. Разработка методики подбора солнечного коллектора на основе статистических данных для выбранной локации / А. А. Тартачев.
2. Голицын, М. В. Альтернативные энергоносители / М. В. Голицын. – М.:Наука,2004. – 159 с.
3. Стырикович, М. А. ЭНЕРГЕТИКА: проблемы и перспективы / М. А. Стырикович, Э. Э. Шпильрайн. – М.: Энергия, 1981. – 192 с.

Б. Е. Тимченко, Е. А. Новиков

Омский государственный университет путей сообщения (ОмГУПС), г. Омск, Российская Федерация

ПОИСК ЭФФЕКТИВНЫХ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

В данной работе были осуществлён поиск эффективных областей применения тепловых насосов.

Ключевые слова: тепло, промышленность, тепловой насос, фреон, теплообменник, электрическая энергия.

Bogdan E. Timchenko, Evgeny A. Novikov

Omsk State Transport University (OSTU), Omsk, the Russian Federation

SEARCH FOR EFFICIENT HEAT PUMP APPLICATIONS

In this work, we searched for effective applications of heat pumps.

Keywords: heat, industry, heat pump, freon, heat exchanger, electric energy.

Тепловой насос - устройство, использующее тепло окружающей природы (воздуха, воды, грунта или тепло, произведённое человеком), вентиляционные выбросы, сточные воды, отводимое тепло технологических процессов для отопления и нагрева горячей воды. Сердцем теплового насоса - фреоновый контур, включающий компрессор, расширительный клапан, два теплообменника и медный трубопровод.

Принцип работы теплового насоса состоит в отборе низкопотенциального тепла у воздуха (от -25 до +35 °C), у воды (от 2 до 7 °C), у грунта (от -5 до +5 °C), тем самым охлаждая эту среду на несколько градусов. Фреон во внутреннем контуре теплового насоса закипая, превращается в газ, компрессор сжимает газ, у которого резко уменьшается объем, но увеличивается давление и температура, затем нагретый фреон передает тепло через теплообменник в систему отопления. Далее цикл повторяется (рис. 1).

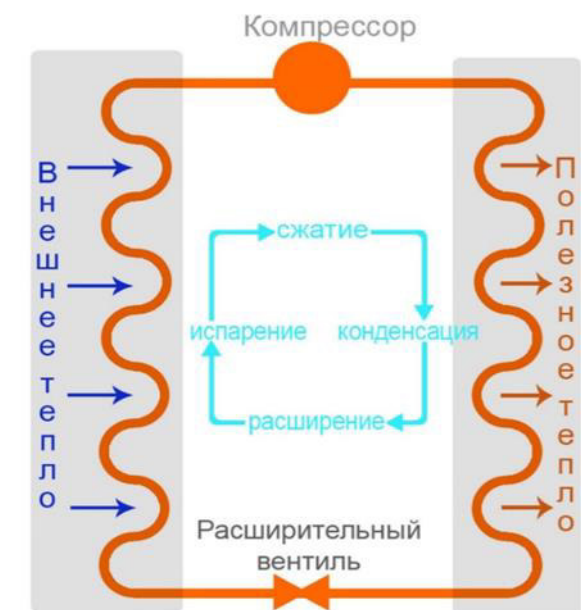


Рисунок 1 – Цикл принципиальная схема теплового насоса

Важно отметить, что тепловой насос потребляет электроэнергию только на перенос тепла и привод компрессора - а прямого нагрева теплоносителя не происходит. Законы сохранения энергии соблюдаются, так как они применимы только для замкнутой системы, а у нас их здесь три - фреоновый контур, контур источника тепла, контур системы отопления.

Преимуществами теплового насоса являются:

- Экономичность. Высокое КПЭ (коэффициент преобразования энергии) системы за 1кВт затраченной энергии можно получить от 3 до 7 кВт тепловой энергии, что значительно выше, чем у любого котла, работающего на природных ресурсах (рис. 2).

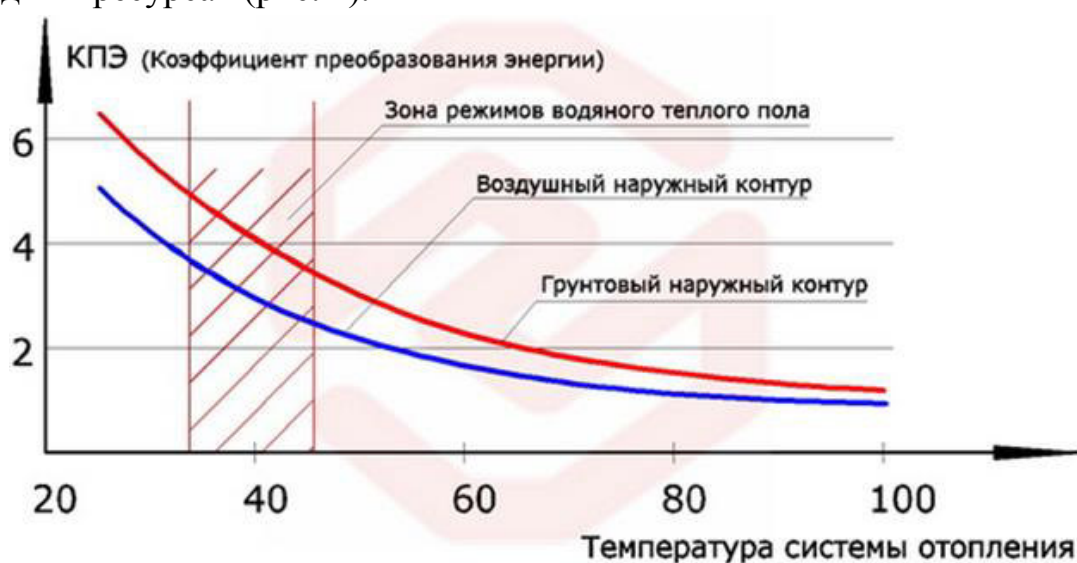


Рисунок 2 – Коэффициент преобразования энергии

- Автономность. Для работы не нужно топливо, поэтому не нужно прокладывать тепловые коммуникации.
- Долговечность. Установка может прослужить от 15 до 50 лет.
- Экологичность. Нет выброса отработанного топлива, установка не выделяет угарный газ.
- Безопасность. Тепловой насос не содержит воспламеняемого топлива.
- Автоматизация. Вся установка работает без участия человека.

Спектр применения теплонасосного оборудования в промышленности очень широк. Рассмотрим некоторые сферы применения тепловых насосов в промышленности.

1. Использование ТН в технологических процессах нагрева сырьевых потоков и готовой продукции за счёт утилизации сбросной теплоты. Бесспорно, менее дорогим и более эффективным способом утилизации теплоты по отношению к ТН является применение рекуператоров, регенераторов или котлов-утилизаторов. Рекуперация тепловых вторичных энергетических ресурсов (ВЭР) на обследованных предприятиях составляет менее 50 % от максимального выхода вторичных энергоресурсов. Так, например, на промышленном производстве, для возвращения конденсата на ТЭЦ с требуемой температурой, его охлаждают в дополнительно установленных воздушных охладителях (АВО), сбрасывая избытки теплоты в окружающую среду. Практически все предприятия имеют избыток тепловых высокопотенциальных ВЭР, которые необходимо утилизировать с помощью простых теплообменников и не требуют применения дорогих ТН.

2. Нефтегазовое и химическое производство. Ещё в 80-е годы XX в. В нашей стране были разработаны принципы эффективного применения тепловых насосов в дистилляции и разделении смесей. Эти принципы давно легли в основу модернизации подобных производств в Европе, Японии и Китае. Не менее эффективно промышленные тепловые насосы применяются во всём мире в процессах выпарки в пищевой и химической промышленности.

3. Отопление производственных помещений. В качестве источника тепла могут использоваться грунтовые воды, вода наземных водоёмов, технологические стоки. Для промышленных цехов наиболее приемлем вариант отопления фанкойлами от единой установки, либо системой тепловых насосов «вода - воздух», представляющую собой сразу и систему внутренних приборов отопления – конвекторов. Применение тепловых насосов для отопления производственных помещений позволяет снизить затраты на отопление по сравнению с природным газом – до 20%, по сравнению с электричеством – в 4-6 раз, по сравнению с

жидкотопливными системами – в 8-10 раз. Следует отметить, что применение низкотемпературных систем, какой является тепловой насос, предъявляет высокие требования к утеплению зданий, однако повышение теплоэффективности промышленных помещений сегодня общемировая тенденция и приносит пользу при любых системах отопления.

4. Ледовые арены. Для постоянного поддержания температуры льда, требуются холодильные машины, отводящие тепло. Это тепло при помощи тепловых насосов может использоваться для отопления здания арены и горячего водоснабжения, тем самым снизить затраты на содержание арены.

5. Одним из способов экономии топливозаэнергетических ресурсов и защиты окружающей среды от теплового загрязнения является теплонасосная технология, основанная на использовании нетрадиционных источников тепловой энергии для получения теплоты, холода и электроэнергии, так как в технологических процессах пищевой промышленности, а также при тепло- и хладоснабжении пищевых предприятий возникают источники низкопотенциальной теплоты (ИНТ), то применение тепловых насосов в этой области является перспективным.

6. Водозаборные насосные станции первого подъёма. Для подачи воды из водоёмов в водопроводные сети площадка под оборудование организуется ниже уровня воды. Температура в таких помещениях и зимой, и летом составляет 4-8 °С, что ниже точки росы. Эксплуатация электрооборудования в такой влажности не допустима. Для предотвращения конденсата образования помещения станций первого подъёма отапливают за счёт ТЭН. В случае применения в качестве источника тепла теплового насоса перекачиваемая вода может послужить источником низкопотенциального тепла. Охлаждение части перекачиваемой воды на 1-2 °С не вызовет изменений в работе водопроводов. В результате потребление электроэнергии на отопление помещения снизится в 4-5 раз. Экономический эффект будет постоянным в течении года.

Развитие ТН для России уже сегодня имеет ряд преимуществ самого разного плана: экономия топлива и выбросов в атмосферу, сокращение издержек на теплохладоснабжения, утилизация тепловых отходов и стоков.

Вместе с тем при активном использовании ТН немало и ограничений (технических, экономических, организационных), также носящих междисциплинарный характер, что не позволяет выделить какие-то универсальные механизмы их снятия.

Поэтому системно речь должна идти не столько о прямой финансовой поддержке проектов с ТН, сколько о сокращении препятствий к их

применению. если частник принимает решение об использовании тепловых насосов на свой страх и риск, то в проекты жилых многоквартирных домов и промышленных объектов путь тепловых насосов сложнее:

- Экономический и экологический эффект обеспечивается при эксплуатации, но стоимость и сроки строительства могут быть намного выше. Если заказчик не задействован в последующей эксплуатации, он и не заинтересован в применении ТН (скорее, заинтересован в неприменении!).

- Проектная организация также может быть недостаточно информирована о преимуществах технологии, более того – о необходимости учета особенностей в смежных разделах.

Основные предложения определены приведенными выше проблемами и включают:

- Целевое информирование структур, связанных с сооружением новых объектов и выпуском технической продукции, о новых технологиях с рекомендациями их реализации.

- Системное создание нормативной базы для проектирования систем с ТН.

- Формирование базы данных по реализованным проектам с ТН и их технико-экономическими показателями для информирования пользователей, в частности энергосервисных организаций.

В качестве стимулирующей меры внедрения ТН может выступить введение ограничений на прямое использование электроэнергии на обогрев (электродвигательных или электрокалориферов, начиная с определенной мощности) для компаний с государственным участием. Наличие госзаказа несомненно подстегнет и поддержит отечественного производителя ТН различной мощности. Нет сомнения, что у тепловых насосов в России есть большой потенциал и перспективы солидного роста в самое ближайшее время.

**Научный руководитель – к.т.н., доцент кафедры «Теплоэнергетика»
А. П. Стариков, ОмГУПС.**

Список литературы

1. Особенности национального теплоснабжения / В. В. Бернев [и др.] // Журнал «с.О.К.». – 2005. – № 5 – 7.

2. Тепловые насосы в современной промышленности и коммунальной инфраструктуре. Информационно – методическое издание. — М.: Издательство «Перо», 2016.

3. Савельев, Ю. Л. Эффективность и надежность роторных теплообменников в системах вентиляции / Ю. Л. Савельев // Академ. вест. УралНИИпроект РААСН. – 2014. – №1.

4. Оценка энергоэффективности работы воздушного теплового насоса на фреоне / В. Н. Федосеев [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. – 2016. – № 11 (53). – Ч. 4. – С. 130 – 135.

5. Повышение эффективности объектов теплоэнергетики и систем теплоснабжения / В. М. Лебедев [и др.] // Межвуз. темат. сб. науч. тр./ Омский гос. ун-т путей сообщения. – Омск, 2012. – 79 с.

6. Крахмалин, И. Г. Тепловые насосы в системе теплоснабжения / И. Г. Крахмалин, Е.Лч. Люсин // Новости теплоснабжения. – 2007. – №7 (83). – режим доступа: <http://www.energsovet.ru/stat664.html>.

7. Петин, А. Ю. Тепловые насосы в теплоснабжении / А. Ю. Петин // Новости теплоснабжения. – 2001. – № 11 (15). – режим доступа: <http://www.rosteplo.ru>.

Научное издание

«СТУДЕНТ: НАУКА, ПРОФЕССИЯ, ЖИЗНЬ»

Материалы VII всероссийской студенческой научной конференции
с международным участием

Часть 1
(технические науки)

Ответственный за выпуск Е. В. Пономарев

* * *

Печатается в авторской редакции

Подписано в печать 04.06.2020. Формат $60 \times 84 \frac{1}{16}$.
Плоская печать. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 27,44 Уч.-изд. л. 19,77.
Тираж 300 экз. Заказ

* *

Типография ОмГУПС

*

644046, г. Омск, пр. Маркса, 35