

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте

Факультет техники и технологии

Кафедра электрооборудования и автоматизации производственных процессов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

_____ Ю.С. Сергеев
_____ 2017 г.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ-10К

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–130302.2017.517.00.00 ПЗ ВКР

Консультанты

Безопасность жизнедеятельности
доцент

_____ С.Н. Трофимова
_____ 2017 г.

Руководитель работы
ст. преподаватель

_____ Е.В. Шведова
_____ 2017 г.

Экономическая часть

Ст. преподаватель

_____ Е.В. Шведова
_____ 2017 г.

Автор работы

студент группы ФТТ-533

_____ С.А. Брызгин
_____ 2017 г.

Нормоконтролер

ст. преподаватель

_____ О.В. Терентьев
_____ 2017 г.

Златоуст 2017

АННОТАЦИЯ

Брызгин Сергей Анатольевич . Разработка системы управления автоматического ведения электровоза ВЛ -10К. г. Златоуст:ЮУрГУ Филиал в г.Златоусте,кафедра «ЭАПП», 61с. 20 илл. Библиографический список 15наименований. 9 листов чертежей ф.А1.

В выпускной квалификационной работе произведена разработка автоматизированной системы автоведения локомотива ВЛ-10К. Выбрана система автоведения локомотива. Произведен выбор датчиков по электромеханическим характеристикам тяговых электродвигателей электровоза ВЛ-10К.

Разработана схема технического решения системы УСАВП локомотива ВЛ-10К, её функционирование и представлено автоматизированное рабочее место машиниста с графической расшифровкой данных.

Выполнены технико - экономические расчеты. Произведен расчет сметной стоимости внедрения системы. Расчитан экономический эффект от внедрения и срок окупаемости.

Был проведен анализ рабочего места машиниста. Рассмотрены факторы, которые оказывают наиболее сильное влияние на деятельность локомотивной бригады. По итогам были предложены меры, позволяющие предотвратить или ослабить влияние факторов, негативно влияющих на безопасность движения железнодорожного транспорта. Выдвинуты требования к машинистам по охране труда.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Фамилия И.О.			Лит.	Лист	Листов
Провер.		Фамилия И.О.			Д	4	Ошибка!
Т. Контр.		Фамилия И.О.			Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоуст Кафедра ЭАПП		
Н. Контр.		Терентьев О.В.					
Утверд.		Сергеев Ю.С.					

Тема работы (в полном соответствии с приказом).
Пояснительная записка

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ.....	7
2 СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ – 10К И ЕГО ХАРАКТЕРИСТИКИ	
2.1 Система автоматического ведения электровоза.....	10
2.2 Характеристика электровоза ВЛ-10К.....	12
3 ВЫБОР СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УСАВП	
3.1 Краткая характеристика системы УСАВП.....	15
3.2 Состав системы автоведения и ее принцип работы.....	17
3.3 Аппаратура управляющей системы автоведения поезда.....	20
4 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ	
4.1 Электромеханические характеристики тяговых электродвигателей .	23
4.2 Аппаратура системы УСАВП.....	30
5 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УСАВП ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ-10К	
5.1 Схема технического решения системы УСАВП.....	41
5.2 Работа систему УСАВП локомотива.....	43
6 РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ.....	47
7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
7.1 Краткое описание.....	50
7.2 Анализ вредных и производственных факторов.....	50
7.3 Выбор нормативных значений факторов рабочей среды и трудового процесса.....	51
7.4 Охрана труда.....	52
7.5 Производственная санитария.....	55
7.6 Эргономика и производственная санитария.....	56
7.7 Противопожарная и взрывобезопасность.....	57
7.8 Экологическая безопасность.....	58
7.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций.....	58
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	62
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	63

ВВЕДЕНИЕ

Мы живем в тот век, когда представить себе жизнь без пассажирских и грузовых перевозок при помощи железнодорожного транспорта практически невозможно. Следовательно, одной из главных задач железнодорожного транспорта в современных условиях является обеспечение высокого качества обслуживания его пользователей. С решением данной задачи тесно связаны вопросы безопасности движения поездов. Ведь из-за нарушений безопасности движения создается угроза жизни и здоровью людей, государству наносится значительный материальный ущерб, утрачиваются грузы, выводится из строя дорогостоящая техника[2].

Так как причинами аварий, крушений, происшествий зачастую является человеческий ресурс, то для обеспечения безопасности движения поездов используются различные технические средства. С их помощью достигается лучший контроль за состоянием путей следования подвижных составов, повышается надежность устройств сигнализации, блокировки, безопасность движения поездов. С применением различных технических средств снижается влияние человеческого фактора на обеспечение безопасности движения.

Основной целью моей выпускной квалификационной работы (ВКР) является обеспечения безопасности движения электровозов и экономия электроэнергии.

Для достижения поставленной цели в ВКР были поставлены, рассмотрены и решены следующие задачи:

- выбор структуры системы УСАВП;
- расчет датчиков тока;
- выбор оборудования для функционирования системы;
- разработка функциональной схемы управления и диагностики ВЛ - 10К;
- организация эксплуатации системы УСАВП электровоза ВЛ - 10К;
- оценка технико-экономических показателей проекта.

Экономическая составляющая выпускной квалификационной работы в основном связана с сокращением затрат на расход электроэнергии, повышения уровня безопасности движения и на поддержание высокого уровня подготовки локомотивных бригад.

Системы автоведения электровозом предназначены, для автоматизированного управления с соблюдением норм безопасности движения в соответствии с заданным временем графика на основе выбора энергетически рационального режима движения. Такие системы относятся к автономным системам автоведения, т.е. свое местонахождение и требуемые режимы движения система определяет самостоятельно. Они облегчают труд машиниста, способствуют повышению производительности труда, позволяют экономно расходовать электроэнергию и вести учёт ее расхода. Система контролирует правильность работы функциональных узлов аппаратуры, осуществляя при этом функцию самодиагностики.

Объектом исследования является система автоматического ведения поезда, а предметом исследования является электровоз ВЛ-10К.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

1 СРАВНЕНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ И ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И РЕШЕНИЙ

Системы автоведения облегчают труд машиниста, способствуют повышению производительности труда, позволяют экономно расходовать электроэнергию и вести учёт ее расхода. Повышается безопасность движения за счёт автоматического исполнения скоростного режима движения по сигналам светофоров с учётом постоянных и временных ограничений скорости, а также за счет уменьшения утомляемости машиниста. Система контролирует правильность работы функциональных узлов аппаратуры, осуществляя при этом функцию самодиагностики.

Система управления и обеспечения безопасности движения электровозов должна включать в себя:

- путевое хозяйство;
- энергетическое хозяйство;
- организация графиков движения поездов;
- безопасность движения;
- транспортная безопасность;
- телекоммуникации;
- восстановительные работы;
- ремонтные работы.

Сравнение зарубежных систем автоведения рассмотрено в таблице 1.

Таблица 1 - Зарубежные комплексные системы управления движением

Система	Верхний уровень	Нижний уровень	Борт
РТС (магистральные пассажирские и грузовые линии США)	ДЦ, интегрированная с центром радио блокировки RBC, расчет графика движения, разрешение конфликтов, энерго-сберегающее движение	В зависимости от дороги – сеть радиосвязи 220 МГц, Wi-Fi и др., бализы + счетчики осей или рельсовые цепи, устройства передачи данных и управления стрелками и сигналами	Информационная система, безопасный компьютер, автоведение, спутниковая навигация
СВТС (грузовые линии – Канада, Евросоюз, Гонконг и т.д.)	ДЦ, интегрированная с центром радиоблокировки RBC, расчет графика движения, разрешение конфликтов, энерго-сберегающее движение	Сеть радиосвязи WLAN, бализа + счетчик осей или рельсовая цепь, устройство передачи данных и управления стрелками и сигналами	Безопасный компьютер, автоведение

Окончание таблицы 1

ARAMIS (магистральные линии – Германия, Австрия и т.д.)	ДЦ, интегри- рованная с цен- тром радиоблоки- ровки RBC, расчет графика движения, разрешение кон- фликтов, энерго- сберегающее дви- жение	Сеть GSM-R, базины, счетчики осей, рельсовые цепи	Безопас- ный компьютер EVC, автоведе- ние
--	---	---	--

Всё вновь строящиеся компьютерные системы должны иметь разнесенный в пространстве резерв, обеспечивающий стационарными или мобильными средствами возможность сохранить управление с частичной потерей эффективности. На уровне управления должны быть предусмотрены средства для восстановления управления с ограниченными функциональными возможностями на основе передвижных мобильных компонентов и беспроводных средств связи. Системы управления должны включать на верхнем уровне управления логический контроль правильности работы технических средств и действий персонала. Должны использоваться средства управления на подвижном составе в качестве элементов резервирования и дополнительного логического контроля [3].

Сравнение зарубежных и современных отечественных микропроцессорных систем регулирования представлено таблица 2 [10].

Таблица 2 - Сравнение зарубежных и современных отечественных микропроцессорных систем

Наименование характеристики	Системы HDTS	Система УСАВП
Возможность обращения всех типов подвижного состава с уменьшенным интервалом	Нет (только оборудованный системой SSB)	Да (включая локомотивы с релейным дешифратором ДКСВ)
Исключение напольных светофоров	Нет (сохраняются с использованием дополнительного показания)	Да (применяется спец. индикатор выключенного светофора)
Применение рельсовых цепей	Да (кодовая РЦ и тональные РЦ наложения)	Да (тональные рельсовые цепи)
Отсутствие дополнительных путевых датчиков	Нет (используются путевые базы для позиционирования и передачи данных)	Да (движение по данным электронной карты)

Окончание таблицы 2

Использование локомотивной сигнализации	Да	Да
Применение средств цифрового радиоканала	Да (обязательное условие работы системы)	Да (возможно использование в качестве дополнительного канала передачи данных)
Использование цифрового Р/К для подтверждения наличия и исправности бортовых устройств безопасности	Да	Да
Постоянные ограничения скорости	Да (по информации от путевых бализ)	Да (по данным электронной карты)
Проследование зон неисправности	Да (со скоростью не более 30 км/ч по команде оператора)	Да (со скоростью не более 50 км/ч по команде оператора)

Вывод по разделу один

Таким образом, наиболее предпочтительным является выбор управления движением поездов российского производства уральского отделения Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (УО ВНИИЖТ) построенного на базе современных технических средств, средств диагностики и визуализации, так как:

1. Программно-аппаратная инфраструктура АСУ ТП импортных вычислительных систем имеют риски в использовании, к ним относятся: закладки, санкции, вытеснение российских производителей с рынка, помехи развитию промышленности.

2. Системы российских производителей находятся на высоком уровне и отвечают мировым требованиям. По числу внедрений в России УСАВП значительно опережает зарубежные пакеты подобного класса.

3. Оборудование компании выполняет все основные функции, обеспечивает гарантийное и послегарантийное обслуживание, проводит техническую подготовку и обучение специалистов заказчика особенностям эксплуатации предлагаемого оборудования.

2 СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ВЕДЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА И ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЛ–10К

2.1 Система автоматического ведения электровоза

Системы автоведения грузового движения предназначены для автоматизированного управления подвижным составом с соблюдением норм безопасности движения в соответствии с заданным временем хода (или графиком) на основе выбора энергетически рационального режима движения.

Системы автоведения относятся к автономным системам автоведения, то есть свое местонахождение, и требуемые режимы движения система определяет самостоятельно.

Системы автоведения выполняют следующие функции:

- определяют фактические параметры движения поезда и выводят их на экран дисплея;
- ведут расчет рекомендуемых параметров движения поезда и управляющих воздействий в реальном времени;
- управляют тягой и торможением;
- осуществляют визуальный и звуковой диалог с машинистом;
- производят запись регистрируемых параметров на картридж;
- проводят тестирование аппаратуры автоведения и тягового подвижного состава и осуществляют контроль исправности аппаратуры.

Система автоведения обеспечивает поддержание заданной скорости и непрерывно рассчитывает её оптимальное значение в условиях меняющейся поездной обстановки, минимизируя расход электроэнергии и жестко соблюдая перегонное время хода.

Дисплей системы информирует машиниста о текущих параметрах следования:

- координата, скорость и время;
- профиль пути;
- сигнал локомотивного светофора;
- текущее и следующее ограничение скорости;
- ближайшие станции и путевые объекты;
- информация об исполнении расписания.

По желанию машинист может вывести на экран дополнительную информацию, например, давление в тормозной магистрали, список всех ограничений скорости, значения токов, перегон между остановочными пунктами и т.д. Изменения в настройках системы и ввод данных перед началом движения производится путем считывания их с картриджа или через соответствующее меню с помощью клавиатуры. Тесты работы аппаратуры системы автоведения и электровоза (электropоезда) также проводятся через меню. Диагностика в обязательном порядке проводится перед началом работы системы автоведения. В некоторых системах реализована функция самодиагностики аппаратур в процессе движения.

Системы автоведения могут работать в следующих режимах:

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

вводе используется съемный носитель данных (картридж), куда в депо предварительно записывается вся необходимая информация.

База данных маршрутов содержит информацию о профиле пути, постоянных ограничениях скорости, расположении путевых объектов, объектов сигнализации, тяговых характеристиках локомотива. Данная информация постоянна и не может быть изменена без переналадки системы. База данных маршрутов записывается на картридж, либо загружается вместе с программой автоведения. Выбор маршрута из базы данных и ввод временных ограничений скорости производится машинистом перед отправлением [8].

2.2 Характеристика электровоза ВЛ-10К

Состав электрооборудования электровоза включает в себя:

- высоковольтное оборудование;
- аппаратура управления;
- приборы безопасности и связи.

Основные характеристики электровоза ВЛ-10К таблица 3[14].

Таблица 3 – Основные характеристики электровоза ВЛ-10К

Характеристики	Параметры
Род службы	грузовой
Осевая формула	2(20 - 20)
Напряжение на токосъемнике, кВ	3
Мощность, кВт	5360
Сила тяги, тс	39,5
Скорость, км/ч	48,7
Конструктивная скорость, км/ч	100
Минимальный радиус проходимых кривых при скорости 10 км/ч, м	125
Масса 2/3 запаса песка, т	200±4
Давление от оси на рельсы, т	25±0,5
Электрическое торможение	рекуперативное
Подвеска тяговых двигателей	опорно-рамная

Аппаратура управления обеспечивает:

- дистанционное управление оборудованием во всех режимах работы электровоза;
- дистанционное управление из головной секции оборудованием двух электровозов в сцепке или электровоза и дополнительной секции, подсоединенной торцевой частью, во всех режимах работы;
- дистанционную сигнализацию о состоянии оборудования и аппаратов электровозов в сцепке (до 3-х единиц);
- управление головным электровозом с аварийного пульта ПУА.

Вывод по разделу два

Системы автоведения грузового состава обеспечивают поддержание заданной скорости и непрерывно рассчитывают её оптимальное значение в условиях меняющейся поездной обстановки, минимизируют расход электроэнергии, и жестко соблюдают перегонное время хода. Рассмотрены основные функции системы, которые она выполняет, режимы её работы и оборудование, которое входит в систему автоведения электровоза.

Описан электровоз ВЛ–10К, рассмотрены его основные характеристики и аппаратура, входящая в состав системы управления электровозом.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

3 ВЫБОР СТРУКТУРЫ СИСТЕМЫ УСАВП

3.1 Краткая характеристика системы УСАВП

В нашей стране на транспорте разработки с применением микропроцессорной техники стали внедряться в 80х годах, когда появились первые системы управления тяговым приводом. Их использовали в основном в силовых преобразовательных установках для управления бесколлекторными асинхронными и вентильными тяговыми двигателями, инверторами на электровозах переменного тока, а также для диагностики электрических цепей. Все эти системы, безусловно, имеют различные схемные решения, однако структурная схема, показана на рисунке 2, у всех одинакова.



Рисунок 2 - Структура аппаратного обеспечения электровозов

В зависимости от конкретно поставленной задачи система датчиков должна обеспечить микропроцессорный вычислитель всей необходимой информацией, а исполнительные элементы обязаны бесперебойно передавать управляющее воздействие на соответствующее тяговое оборудование. Мощность же вычислителя, его быстродействие, объем памяти определены, прежде всего, сложностью решаемой проблемы. Условия эксплуатации электроподвижного состава выдвигают весьма жесткие требования к его электрическому и механическому оборудованию [9].

Эти требования не обходят стороной и микропроцессорную технику: здесь необходимы не только устойчивость к вибрациям и тряске, но и к климатическим воздействиям, так как полигон использования отечественного тягового подвижного состава простирается от Заполярья к Средней Азии. Помимо этого имеется целый ряд специфических требований к блокам питания таких систем и к организации их гальванической развязки от высоковольтных цепей локомотива. Одна из важней-

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

ших особенностей микропроцессорных систем управления тяговым подвижным составом заключается в том, что такие системы являются системами реального времени. Это, в свою очередь, предъявляет определенные требования к программному обеспечению, включая и требования к его организации. Программное обеспечение должно четко реагировать на закономерные и случайные события из заранее оговоренного перечня в жестко заданные интервалы времени, выход за границы которых недопустим.

Первым видом подвижного состава, подвергшимся оборудованию компьютеризированными системами управления, стали пригородные электропоезда постоянного тока. Программно-аппаратный комплекс управления тягой и торможением получил наименование УСАВП - система автоматического ведения электровоза.

К настоящему моменту в эксплуатации на железных дорогах России и находятся 3 модификации УСАВП, 2 из которых могут быть установлены на любой серийно выпускаемый электровоз. Между собой эти системы отличаются конструктивным исполнением.

Системы автоведения пригородных электропоездов, поездов грузового и пассажирского движения предназначены для автоматизированного управления подвижным составом с соблюдением норм безопасности движения в соответствии с заданным временем хода (или графиком) на основе выбора энергетически рационального режима движения.

Система УСАВП представляет собой функциональное объединение составных частей, осуществленное встраиванием в блок автоматики специально разработанного алгоритма (это встраивание позволяет осуществить схемотехническое решение блока автоматики).

Блок автоматики имеет постоянную память, в которую перед пуском в эксплуатацию на участке обслуживания заносится постоянная информация о нем - названия перегонов, станций, профиля и плана пути и т.п. Эта информация постоянна и не может быть изменена без переналадки системы.

Кроме того, часть этой памяти зарезервирована системой УСАВП для хранения переменной информации о маршруте - текущее астрономическое время, номер поезда, временные ограничения скорости и т.п. Эта информация при необходимости может быть оперативно изменена машинистом в процессе эксплуатации системы УСАВП.

Аппаратура системы УСАВП подключается к бортовой аппаратуре электропоезда. На основании хранимой в памяти информации и с учетом сигналов, принимаемых с борта электропоезда и от датчика пути и скорости (ДПС), система УСАВП производит расчет энергетически рациональных режимов ведения поезда и осуществляет ведение поезда.

Система УСАВП состоит из набора модулей, позволяющего адаптировать её к любому типу электровозов. Все модули поддерживают технические требования и взаимодействуют в соответствии с этими требованиями, что упрощает конфигурацию системы [13].

3.2 Состав системы автоведения и ее принцип работы

УСАВП состоит из следующих подсистем:

- 1) - центра управления;
- 2) - регулятора времени хода;
- 3) - регулятора скорости;
- 4) - подсистемы управления торможением;
- 5) - информационной подсистемы;
- 6) - базы данных;
- 7) - подсистемы исполнения команд управления.

УСАВП могут работать в следующих режимах:

- режим автоведения – система автоведения берет на себя полное управление поездом, используя органы управления локомотивом;
- режим советчика – управление производится машинистом;
- режим кнопочного контроллера – управление поездом осуществляется машинистом через клавиатуру системы автоведения[2].

Во всех режимах УСАВП выводит на экран рекомендации по энергооптимальному ведению поезда и отображает текущую информацию о состоянии ведения.

В состав систем автоведения входит регистратор параметров движения(РПДА). Состав блока РПДА представлен на рисунке 3. Регистраторы параметров движения и автоведения (РПДА) предназначены для измерения и регистрации, в течение всей поездки, основных параметров движения: количество затраченной электроэнергии, значения токов и напряжений в силовых цепях для каждой тяговой единицы, показания локомотивной сигнализации, давления в тормозной системе и т. д.Регистратор является неотъемлемой частью УСАВП [8].



Рисунок 3 - Состав блоков

Для записи и хранения зарегистрированной информации используется переносной блок накопления информации (картридж), позволяющий зафиксировать данные в течение 24 часов работы.Расшифровка записанной на картридж информации

производится на АРМ РПДА - автоматизированное рабочее место, обеспечивающее проведение анализа всей зарегистрированной информации и подготовку типовых форм отчетности по результатам поездок. АРМ РПДА может работать в сетевом режиме: на основном компьютере производить считывание, расшифровку и хранение поездок, а на других рабочих местах получать отчеты и просматривать поездки. Принцип работы системы показан на рисунке 4.

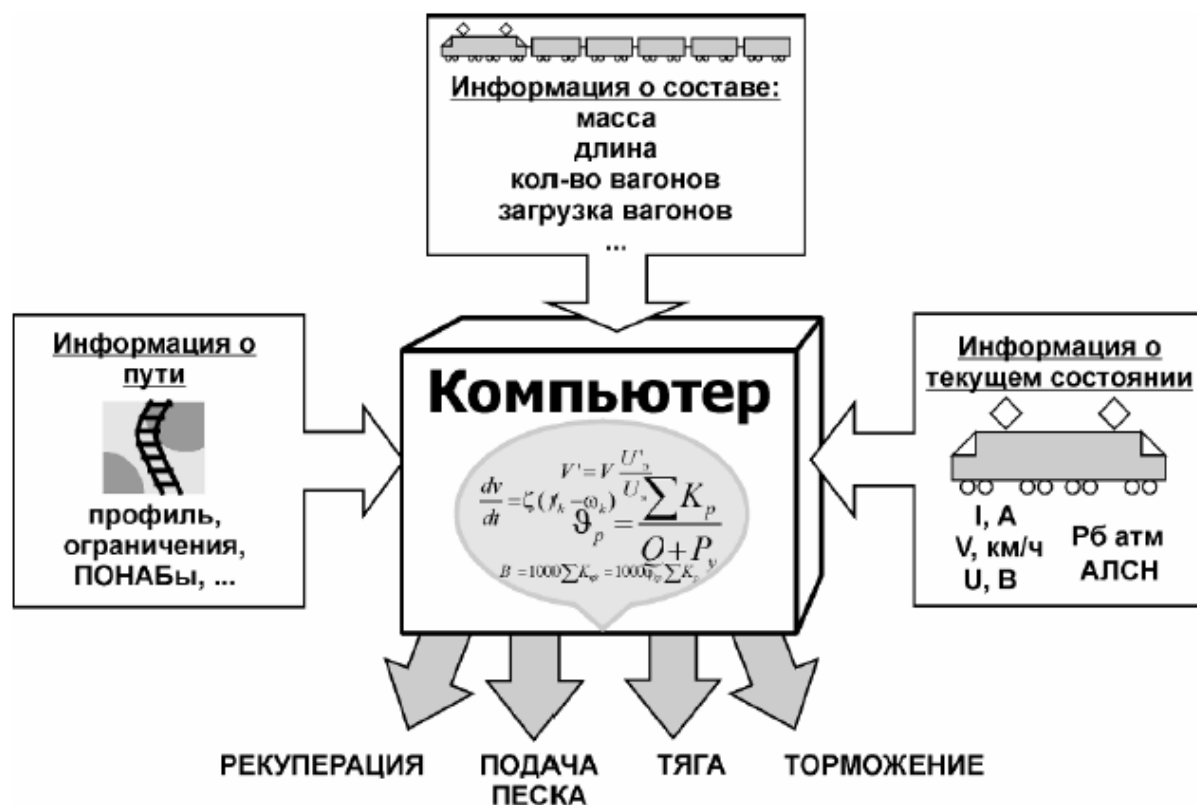


Рисунок 4 - Принцип работы системы автоведения

Интеллектуальный центр системы – это компьютер с программой, которая моделирует поведение электровоза, используя необходимую информацию, умеет им управлять и знает регламент ведения. Для моделирования программа автоведения использует данные:

- о текущем состоянии тягового подвижного состава – поступает с подвижного состава от датчиков;
- о составе (его масса, длина, количество вагонов и т.п.) – вводится автоматически или вручную перед началом работы;
- о маршруте следования – содержится в базе данных маршрутов;
- об ограничениях скорости.

Программа автоведения постоянно следит за меняющейся поездной обстановкой и выдает управляющие команды аппаратуре на тягу, торможение, подачу песка и т.д., ориентируясь на оптимальный расход электроэнергии.

Для своей работы система принимает с борта поезда:

- 8) - сигналы с датчика угловых перемещений;
- 9) - информацию о сигналах светофора;

10) - информацию о наличии различных типов торможения;

- сигналы с датчика давления (если он установлен).

На основании информации об участке обслуживания и принятой с борта информации система обеспечивает:

- расчет рационального по расходу электроэнергии времени хода электровоза по отдельным перегонам, исходя из предусмотренного графика времени проследования контрольных станций;

- определение фактической скорости движения;

- расчет текущего астрономического времени и времени, оставшегося до контрольной станции;

- сравнение фактической скорости движения с расчетной и определение необходимой скорости движения электровоза, для выполнения расчетного времени хода, в том числе на участках приближения к сигналам светофора, требующих снижения скорости, при подъезде к местам действий ограничения скорости;

- выбор тяговой позиции поезда в зависимости от расчетной величины скорости;

- расчет координат пути и местоположения электровоза относительно платформы.

На основании информации об участке обслуживания и проводимых измерений и расчетов система УСАВП управляет электровозом, оставляя приоритет управления за машинистом, при этом система:

- разгоняет поезд до расчетной скорости (энергетически рациональной);

- поддерживает движение с расчетной скоростью;

- снижает скорость движения при подъезде к местам действия постоянных или временных ограничений скорости;

- обрабатывает сигналы локомотивного светофора;

- в случае ручного управления информирует машиниста о рекомендуемых режимах движения;

- постоянно информирует машиниста о: расчетном значении энергетически рациональной скорости (расчетной скорости) с точностью ± 1 км/час; фактическом значении скорости поезда, с точностью ± 1 км/час; времени хода, оставшемся до контрольной станции, с точностью ± 10 с; длине пути до ближайшей платформы, с точностью 100 м (1 пикет); координате начала ближайшего временного ограничения скорости с точностью индикации 100 м (1 пикет), а при приближении к нему; о длине пути, оставшейся до места начала ограничения; тяговой позиции разгона или о состоянии тормоза в режиме торможения.

Дополнительно машинист может получить информацию:

- о астрономическом времени с дискретностью 1с;

- о номере и названии перегона, на котором находится электровоз;

- о диаметре обода колеса (бандажа) колесной пары, на которой установлен датчик ДПС;

- о координате, на которой находится электровоз (км, пикет);

- о максимальной позиции разгона электровоза.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

По требованию машиниста подает ему служебные сообщения в звуковом виде, при необходимости машинист может изменить:

- текущее астрономическое время;
- номер и название перегона;
- диаметр обода(бандажа) колеса;
- максимальную позицию разгона поезда;
- режим работы тормоза.

Система УСАВП непрерывно контролирует правильность работы функциональных узлов аппаратуры и в случае выявления нарушений в их работе подает на индикатор сигнал СБОЙ. [2]

3.3 Аппаратура управляющей системы автоведения электровоза

Аппаратура УСАВП строится на основе блоков, осуществляющих управление электровозом (тяга, торможение, рекуперация (обратное получение, возвращение части материала или энергии, расходуемых при проведении того или иного технологического процесса, для повторного использования в том же процессе)). Взаимодействие аппаратуры системы автоведения поезда показано на рисунке 5.

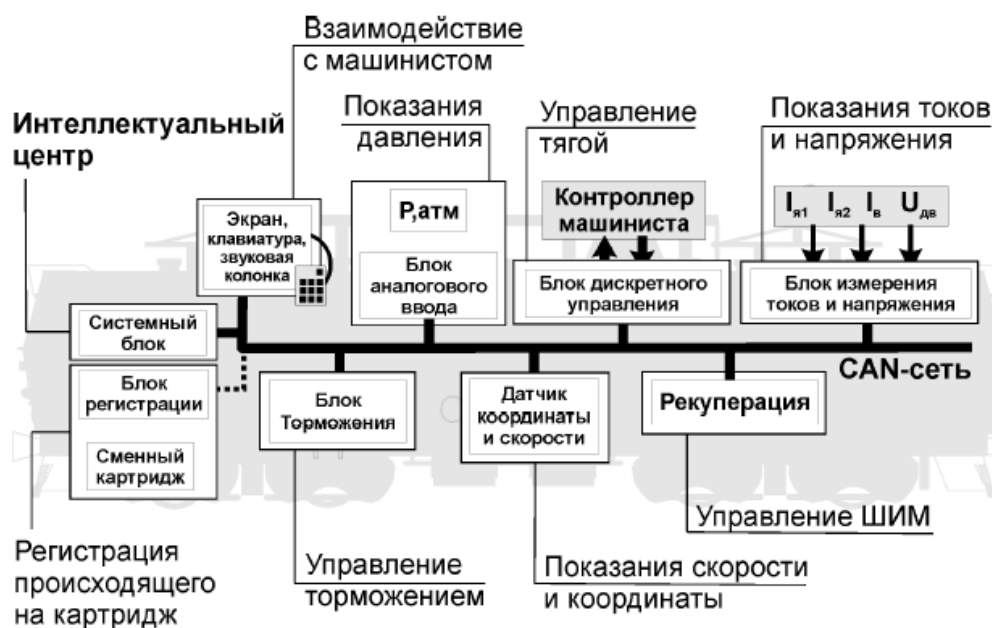


Рисунок 5 - Аппаратура

Одним из достоинств применения рекуператоров - является энергосбережение, и как следствие уменьшение (иногда значительное) энергозатрат, датчиков, фиксирующих ключевые показатели функционирования локомотива или моторного вагона, и управляющего компьютера. Несмотря на необходимость первоначальных вложений, окупается использование рекуператоров достаточно быстро.

Блоки систем автоведения объединяются в одну общую CAN-сеть. Эта сеть позволяет согласовать друг с другом разнотипные устройства, предназначенные для организации распределенной обработки данных и подключать новые блоки. CAN-сеть не чувствительна к электромагнитным помехам и обладает высокой степенью надежности. При этом любое из подключенных устройств может быть использовано для передачи или получения информации. Полученные от систем локомотива аналоговые и дискретные сигналы обрабатываются, поступают в сеть и становятся доступными другим блокам системы. Взаимодействие аппаратуры системы автоведения показано на рисунке 6.[8]

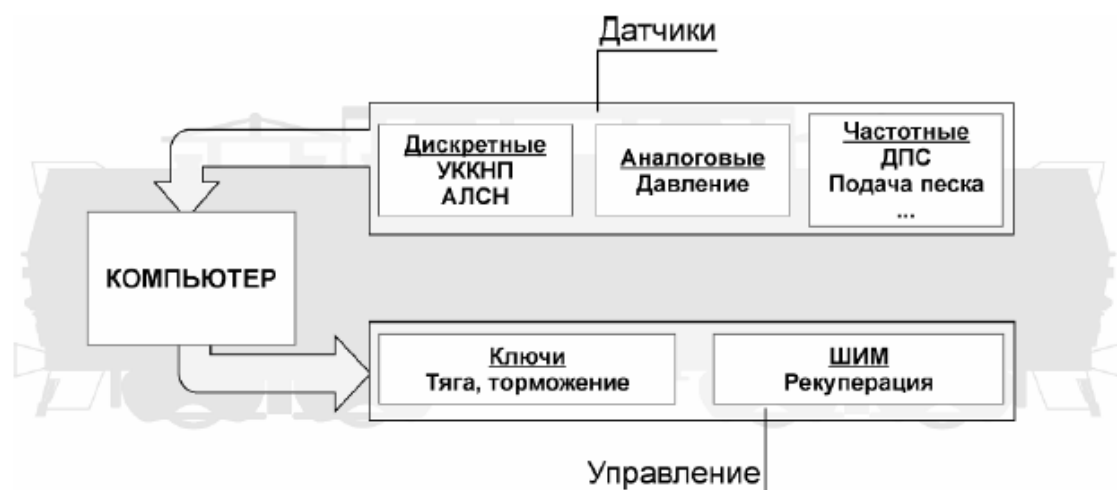


Рисунок 6 - Взаимодействие аппаратуры системы автоведения

Основное устройство, которое несет в себе всю информацию о сети и координирует работу подключаемых модулей – Системный Блок (БС), который представляет собой высокопроизводительный компьютер. Блок БС, исходя из полученных сообщений от устройств в CAN-сети, формирует команды на управление. Также в блоке БС содержится программа автоведения.

Система автоведения получает информацию о текущем состоянии электровоза от измерительных устройств (датчиков). Для выполнения точного моделирования поведения электровоза системе автоведения также необходимы сведения о параметрах состава для данной поездки (количество, типы вагонов и массы состава). Эти данные, а также информация о маршруте следования, временных ограничениях скорости, номере поезда и табельном номере машиниста вводятся перед отправлением в ручном или автоматическом режиме в систему автоведения (зависит от модификации системы автоведения). При автоматическом вводе используется съемный носитель данных (картридж), куда в депо предварительно записывается вся необходимая информация [2].

Вывод по разделу три

В данном разделе был рассмотрен состав и принцип работы системы автоведения, выдвинуты требования к аппаратуре управляющей системы электровоза.

Выбранная система автоведения локомотива должна повысить безопасность движения за счёт:

11) - автоматического исполнения скоростного режима движения (с учетом сигналов светофоров, ограничений скорости и т.п.);

- уменьшения утомляемости машиниста;

12) - автоматического контроля функциональных узлов аппаратуры.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

4 РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ВЕЛИЧИН И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

4.1 Электромеханические характеристики тяговых электродвигателей

Электровозы ВЛ-10К оснащены тяговыми двигателями ТЭД постоянного тока. Электромеханические характеристики этих двигателей получают при стендовых испытаниях на заводе-изготовителе. Усредненные характеристики по испытаниям первых 10 двигателей установочной серии называют типовыми характеристиками.

Различают электромеханические характеристики, отнесенные к валу тягового электродвигателя и к ободу движущих колес электровоза.

Электромеханические характеристики, отнесенные к валу тягового электродвигателя (рисунок 7). К этим характеристикам относятся зависимости следующих величин от тока электродвигателя I_d ($I_{я}$):

- число оборотов якоря электродвигателя (скорость вращения) n_d ;
- вращающий момент на валу электродвигателя M ;
- коэффициент полезного действия электродвигателя η_d .

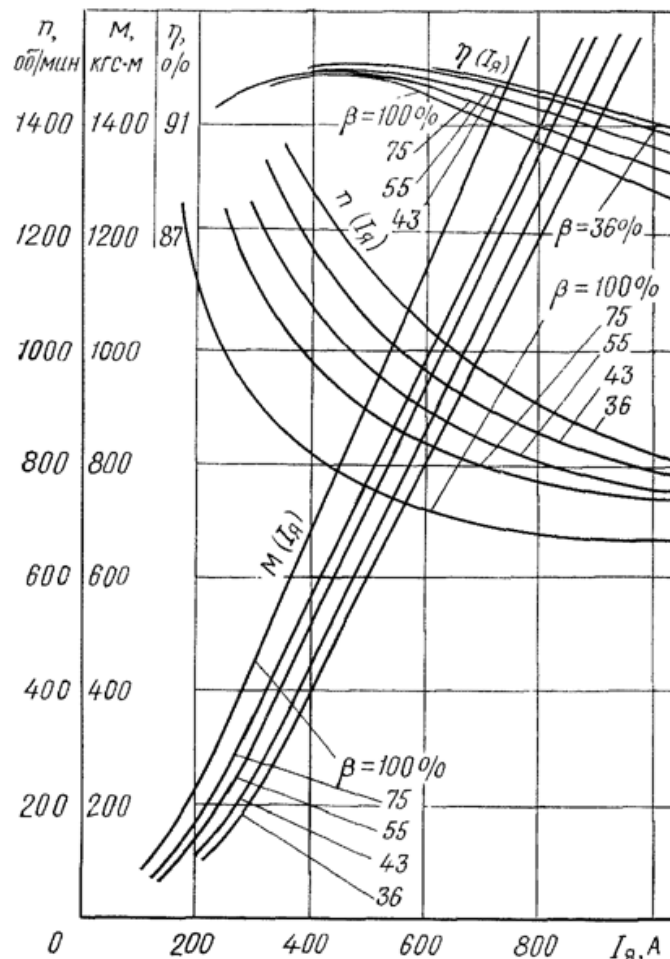


Рисунок 7 - Электромеханические характеристики тягового электродвигателя ТЛ - 2К при $U_d = 1500В$ электровоз ВЛ-10К

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Все эти зависимости определяют при постоянном напряжении и температуре нагрева обмоток электродвигателя, обычно принимаемой 115 °С.

Характеристики $n_d(I_d)$ и $\eta_d(I_d)$ определяются непосредственно опытным путем при испытании тягового электродвигателя на стенде методом возвратной работы. Этот метод заключается в том, что испытываемый тяговый электродвигатель вращает другой однотипный тяговый электродвигатель, соединенный с ним и работающий в качестве генератора. Вырабатываемая последним электроэнергия идет на питание испытываемого тягового электродвигателя.

Характеристика $M(I_d)$ непосредственно опытным путем не определяется. Она получается путем пересчета с использованием характеристик $n_d(I_d)$ и $\eta_d(I_d)$ по формуле:

$$M = \frac{60}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{U_d \cdot I_d}{n_d} \cdot \eta_d = 9,55 \cdot \frac{U_d \cdot I_d}{n_d} \cdot \eta_d, \quad (4.1)$$

где M – вращающий момент на валу электродвигателя, Н·м;

U_d – напряжение на тяговом электродвигателе, В;

60 – коэффициент перевода из минут в секунды;

η_d – коэффициент полезного действия.

$$M = 9,55 \cdot \frac{1500 \cdot 440}{800} \cdot 0,95 = 748 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Электромеханические характеристики $n_d(I_d)$ и $M(I_d)$ могут быть также получены путем расчета на основе магнитной (нагрузочной) характеристики $C_1\Phi(I_b)$ и характеристики $\eta_d(I_d)$:

$$n_d = \frac{U_d - I_d \cdot r}{C_1 \cdot \Phi}, \quad (4.2)$$

$$M = 9,55 \cdot C_1 \cdot \Phi \cdot \frac{U_d \cdot I_d}{U_d - I_d \cdot r} \cdot \eta_d, \quad (4.3)$$

где n_d – число оборотов якоря электродвигателя (скорость вращения), об/мин;

r – сопротивление обмоток тягового электродвигателя, Ом;

C_1 – конструктивная постоянная тягового электродвигателя, зависящая от числа пар полюсов, количества активных проводников обмотки якоря, числа пар параллельных ветвей обмотки якоря;

Φ – магнитный поток, Вб;

I_b – ток возбуждения в обмотках полюсов, А.

Электромеханические характеристики, отнесенные к ободам колес (электротяговая характеристика рисунок 8). К этим характеристикам относятся зависимости следующих величин от тока электродвигателя I_d :

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

- скорость движения локомотива V ;
 - касательная сила тяги на ободах колес $F_{кд}$;
 - коэффициент полезного действия электродвигателя на ободах колес η .
- Зависимость $V(I_d)$ называют также скоростной характеристикой.

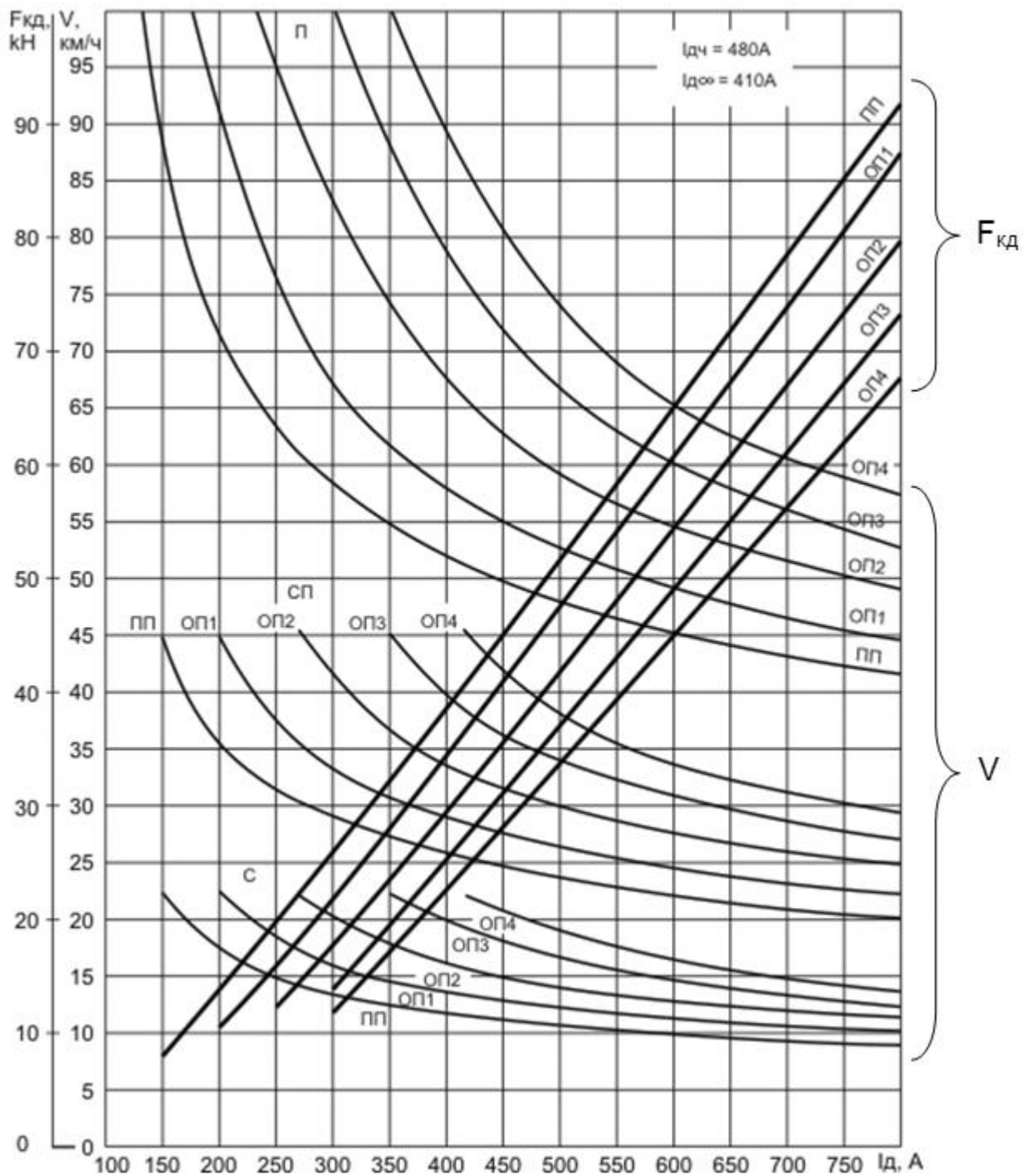


Рисунок 8 - Электромеханические характеристики электродвигателя ТЛ - 2К1, отнесенные к ободам колес (электровоз ВЛ-10К)

Данные характеристики получаются путем пересчета характеристик на валах тяговых электродвигателей:

$$V = \frac{2 \cdot \pi \cdot n_d \cdot D}{60 \cdot \mu \cdot 2} = 0,188 \cdot \frac{D \cdot n_d}{\mu}, \quad (4.4)$$

$$\eta = \eta_d - \frac{\Delta p_{\Pi}}{100}, \quad (4.5)$$

$$F_{\text{кд.ч}} = \frac{2 \cdot M_{\mu} \cdot \eta_{\Pi}}{D} = 3,6 \cdot \frac{U_d \cdot I_d \cdot \eta}{V}, \quad (4.6)$$

$$\eta = 1 - \frac{\Delta p_{\Pi}}{100 \cdot \eta_d} \quad 4.7$$

где μ – отношение числа зубьев шестерни вала тягового электродвигателя n_d к числу зубьев зубчатого колеса движущей оси n_k (передаточное число);

D – диаметр колеса, м;

η_{Π} – коэффициент полезного действия зубчатой передачи (учитывает потери на трение в зубчатой передаче и моторно-осевых подшипниках при опорно-осевой подвеске тягового электродвигателя или в зубчатой передаче и подшипниках редуктора при опорно-рамном подвешивании), в долях единицы;

Δp_{Π} – потери мощности в зубчатой передаче и моторно-осевых подшипниках.

Потери мощности Δp_{Π} определяются по данным таблицы 4.

Таблица 4 - Потери мощности Δp_{Π}

P_d в % от номинальной мощности электродвигателя $P_{\text{дн}}, 100 \cdot P_d / P_{\text{д ном}}$	00	50	25	00	5	0	0	0	0	5
Потери Δp_{Π} в % от подведенной мощность $P_d, 100 \cdot \Delta p_{\Pi} / P_d$,5	,0	,7	,5	,5	,7	,2	,4	,7	,5

Подведенная мощность определяется по формуле

$$P_d = U_d \cdot I_d. \quad (4.8)$$

Рассчитаем основные номинальные (часовые) параметры тягового двигателя проектируемого электровоза.

Сила тяги на ободу колеса определяется по формуле:

$$F_{\text{кд.ч}} = 3,6 \cdot C\Phi_{\text{ч}} \cdot I_{\text{ч}} \cdot \eta_d \cdot \eta_{\text{зп}} \cdot 10^{-3}, \quad (4.9)$$

где η_d - КПД тягового двигателя в часовом режиме;

$\eta_{зп}$ - КПД зубчатой передачи;

$I_{ч}$ - ток часового режима, А;

$C\Phi_{ч}$ - часовое значение приведённого магнитного потока, Вч/км.

$$F_{кд.ч} = 3,6 \cdot 28,0 \cdot 440 \cdot 0,94 \cdot 0,975 \cdot 10^{-3} = 40,6 \text{ кН.}$$

Мощность на валу тягового двигателя определяется по формуле:

$$P_{ч} = \frac{U_{д.ном} \cdot \eta_{д} \cdot I_{ч}}{1000}, \quad 4.10$$

где $U_{д.ном}$ - номинальное напряжение на двигателе, В.

$$P_{ч} = \frac{1500 \cdot 440 \cdot 0,94}{1000} = 620,4 \text{ кВт.}$$

Номинальная скорость при часовом режиме:

$$V = \frac{U_{д.ном} - I_{ч} \cdot r_{я}}{C\Phi_{ч}}, \frac{\text{км}}{\text{ч}} \quad 4.11$$

где $r_{я}$ - сопротивление обмоток тягового двигателя, Ом.

$$r_{я} = \frac{0,04 \cdot U_{д.ном}}{I_{ч}}, \quad (4.12)$$

где 0,04 – коэффициент падения напряжения на обмотках двигателя.

$$r_{я} = \frac{0,04 \cdot 1500}{440} = 0,136 \text{ Ом}$$

$$V = \frac{1500 - 440 \cdot 0,136}{28} = 51,419 \frac{\text{км}}{\text{ч}}.$$

В автоматизированных системах управления электровоза по току и скорости требуются датчики соответствующих величин. Если управление ведется по тяговому (тормозному) усилию, то информацию об этом получают косвенным путем.

Все полученные значения сводим в таблицу 5.

Таблица 5 – Номинальные величины

$I_{я}$, А	$C\Phi_{ч}$, Вч/км	$F_{кд}$, кН	$F_{к}$, кН	V , км/ч		
				С	СП	П

132	15,68	6,828	40,968	30,925	62,622	94,5
264	23,24	20,243	121,458	19,958	41,472	62,987
352	26,04	30,342	181,452	17,349	36,55	55,751
440	28,0	40,60	243,60	15,704	33,561	51,419
616	30,8	62,598	375,588	13,493	29,727	45,961

В зависимости от выбранных или заданных параметров (контролируемых величин) выбираются датчики: тока, напряжения, скорости, давления, силы и т. п. Необходимо иметь в виду, что подавляющее большинство систем авторегулирования и автоуправления строится на электрическом принципе. Поэтому независимо от физической природы контролируемой величины выходной сигнал датчика, как правило, один: электрическое напряжение в вольтах. Таким образом, датчики органически включают элемент преобразования сигналов.

Выбираем, датчик тока ДТ-009 рисунок 9, предназначен для измерения постоянного и пульсирующего тока в электрических цепях формирования сигнала, используемого в МПСУ электровоза.



Рисунок 9 - Датчик тока ДТ-009

Таблица 6 - Технические характеристики датчика тока ДТ-009

Технические характеристики	Параметры
Номинальное напряжение питания (ток: постоянный, пульсирующий, переменный), В	3000
Номинальный ток	1000
Диапазон измеряемого тока, А	от 0 до 1500
Напряжение питания двухполупериодное, В	от ± 15 до ± 24
Коэффициент преобразования	1: 5000
Погрешность измерения в НКУ, %, не более	0,3
Масса, кг, не более	3,5

Датчик тока ДТ-009 состоит из датчика – трансформатора серии LEM типа LT-1000SI/SP58, шины закрепленной на каркасе с помощью двух изоляторов. Датчик LEM имеет три вывода, гальванически развязанных от силовой шины: «плюс», «минус», «М». К выводам «плюс» и «минус» подключают источник постоянного

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

тока напряжением ± 24 В. К выводу «М» подключают измерительный резистор, падение напряжения на котором пропорционально измеренному первичному току. Датчик LEM работает по принципу компенсации магнитного поля, создаваемого током в первичной цепи.

Датчик напряжения ДН-006 предназначен для измерения напряжения в электрических цепях и формирования сигнала, используемого в системе автоматического управления электровоза.

Технические характеристики:

- номинальное напряжение первичной обмотки, 36В;
- номинальный ток первичной и вторичной обмоток, 50 мА;
- частота, 1000Гц;
- ток холостого хода, не более 5мА;
- масса, не более 4,5кг.

ДН-006 состоит из панели, трансформатора, диодных столбов, колодки клеммной, резисторов, изоляторов и контактов.

Датчики угла поворота универсальные ДПС-У-05 (рисунок 10) предназначены для преобразования угла поворота колесной пары в дискретные электрические сигналы.



Рисунок 10 - Датчик угла поворота ДПС-У-05

Датчики предназначены для преобразования угла поворота колесной пары в дискретные электрические сигналы, используемые в измерительных системах, контролирующих направление движения, пройденный путь, скорость и ускорение подвижного состава железнодорожного транспорта при максимальной угловой скорости вращения оси модулятора датчика не более 2123 об/мин.

Датчики имеют два идентичных канала. Сигналы каждого канала сдвинуты между собой на угол, соответствующий по времени четверти периода следования импульсов. Период следования импульсов определяется скоростью вращения колесной пары. Два канала необходимы для определения направления движения локомотива. Преобразование угла поворота в количество импульсов происходит в результате модуляции оптического потока, излучаемого светодиодом. Диск-модулятор вращается синхронно с колесной парой. Фототранзистор, находящийся на одной оси со светодиодом, преобразует оптический поток в электрический сигнал. В таблице 7 представлены основные технические характеристики датчика ДПС-У-05.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Таблица 7 - Основные метрологические и технические характеристики

Наименование параметра	Значение
Максимальная угловая скорость вращения оси модулятора датчика, об/мин	212 3
Угол поворота оси модулятора датчика, соответствующий N периодам импульсов датчика, °	8,5 7-N
Пределы допускаемой абсолютной погрешности угла поворота оси модулятор датчика, °	± 1,30
Угол поворота оси модулятора датчика, соответствующий интервалу между фронтами выходных сигналов первого и второго каналов датчика, °	2,1 4
Пределы допускаемой абсолютной погрешности угла поворота, соответствующего интервалу между фронтами выходных сигналов первого и второго каналов датчика, °	± 0,80
Длительность фронта и спада импульсов каждого канала датчика, мкс, не более	10
Напряжение питания от источника постоянного тока, В	(35 - 75)
Сопротивление изоляции цепей питания при нормальных условиях, МОм, не менее	100

4.2 Аппаратура системы УСАВП

Технической задачей заявленной полезной модели является расширение функциональных возможностей системы УСАВП.

По рассчитанным параметрам локомотива выбираем оборудование для микропроцессорной системе управления и диагностики локомотива (МПСУиД), которая содержит мониторный блок (МБ) рисунок 10.



Рисунок 10 – Внешний вид монитора

Предназначен для отображения текущей информации об измеряемых парамет-

рах локомотива и аварийных сообщений.

Назначение:

- отображение информации о работе системы управления, полученной по двум линиям связи RS-485;
- отображение диагностической информации системы управления, полученной по двум линиям связи RS-485;
- обмен информации по одной линии связи RS-485 или по CAN линии; связь с другими системами по CAN линии;
- связь с другими системами по Ethernet линии для монитора.

В мониторе реализована функция автоведения, предназначенная для заданий в системы управления. Монитор устанавливается в центральной или периферийной информационной зоне рабочего места машиниста [15]. В таблице 8 представлены основные технические характеристики выбранного МБ.

Таблица 8 - Технические характеристики МБ

Технические характеристики	Параметры
Напряжение питания, В	50±5
Потребляемая мощность, Вт	не более 15
Связь с другими блоками по интерфейсу	двухканальный RS-485, CAN, Ethernet

Блок центрального вычислителя (БЦВ) рисунок 11, предназначенный для выполнения алгоритмов управления системой и для обмена по интерфейсу между блоками.

Назначение:

- организация обмена данными между отдельными блоками системы в секции локомотива по двум последовательным каналам передачи данных стандарта RS-485;



Рисунок 11 – Внешний вид блока центрального вычисления

- организация обмена данными между отдельными секциями локомотива по двум последовательным дифференциальным линиям связи;
- определение количества и ориентации секций в сцепе;

- питание блоков управления контакторами (БУК), с возможностью автоматического отключения питания их каналов при необходимости;
- сигнализация светодиодами о работе трех каналов БЦВ;
- выдача управляющих команд на исполнительные блоки, на основании полученной по линиям связи информации, в соответствии с заложенным алгоритмом;
- запись в энергонезависимую память полученной и выдаваемой по линиям связи информации[15]. В таблице 9 представлены основные технические характеристики БЦВ.

Таблица 9 - Технические характеристик блока центрального вычисления

Технические характеристики	Параметры
Количество каналов связи RS-485	2
Ток утечки каждого ключа не более, мкА	250
Минимальное дифференциальное выходное напряжение на выходах 1SA,1SB и 2SA,2SB при $R_{нагр}=27$ Ом, В	1,4
Минимальное дифференциальное входное напряжение на входах 1SA, 1SB и 2SA, 2SB, В	0,25
Входное сопротивление по входам 1SA,1SB и 2SA,2SB, не менее, кОм	11
Количество каналов межсекционной последовательной связи	2
Минимальное дифференциальное выходное напряжение на выходах 1LA,1LB и 2LA, 2LB при $R_{нагр.}=150$ Ом, В	8
Минимальное дифференциальное входное напряжение на входах 1LA,1LB и 2LA,2LB, В	2
Входное сопротивление по входам 1LA,1LB и 2LA,2LB, кОм	4,7
Количество линий питания БУК	2
Ток по выходам питания БУК, не более, А	20
Напряжение питания, В	От 45 до 125
Потребляемая мощность (без учета БУК) не более, Вт	15

Блоки управления контакторами (БУК) рисунок 12, предназначен для управления электромагнитными и электропневматическими клапанами локомотива в соответствии с управляющими сигналами БЦВ и диагностики включаемых аппаратов.



Рисунок 12 – Внешний вид блока управления контакторами

Назначение: Управление электромагнитными и электропневматическими контакторами электровоза в соответствии с управляющими сигналами, поступающими по линии связи МПСУиД. В таблице 10 представлены основные технические характеристики выбранного БУК [15].

Таблица 10 - Технические характеристики блока управления контакторами

Технические характеристики	Параметры
Количество выходных сигналов управления	8
Максимальное коммутируемое напряжение, В	160
Максимальный постоянный ток одного выхода, А	1,2
Ток утечки разомкнутого ключа управления при максимальном коммутируемом напряжении, мА, не более	1
Количество каналов связи RS-485	2
Минимальное дифференциальное выходное напряжение на выходах линий связи RS-485 при $R_{нагр} = 27 \text{ Ом}$, В	1,4
Минимальное дифференциальное входное напряжение на входах линий связи RS-485, В	0,25
Входное сопротивление по входам линий связи RS-485, кОм не менее	11
Диапазон допустимых напряжений питания, В	От 45 до 55
Потребляемая мощность, Вт, не более	6

Блоки связи с пультом (БСП) рисунок 13, предназначенные для обработки сигналов, поступающих от органов управления локомотива и обеспечивающие информационный обмен по интерфейсу с БЦВ.

Назначение: Обработка сигналов, поступающих от органов управления электровозом, обеспечения информационного обмена по интерфейсу RS-485 между

блоками МПСУиД и другими системами. В таблице 11 представлены основные технические характеристики БСП [15].



Рисунок 13 – Внешний вид блока связи с пультом

Таблица 11 - Технические характеристики блока связи с пультом

Технические характеристики	Параметры
Количество обрабатываемых дискретных сигналов от контактов органов управления	40
Диапазон допустимых воздействий напряжения на входах KN1 – KN40, В	от -15 до +150
Сопротивление замкнутого контакта, подключенного к входу KN1 – KN40 при токе $I = 0,1$ мА не более, кОм	0,5
Сопротивление разомкнутого контакта, подключенного к входу KN1 – KN40 при напряжении $U=5$ В не менее, кОм	100
Количество обрабатываемых дискретных входных сигналов TTL-уровня	7
Напряжение лог. 0 на входах UP1 – UP7 не более, В	0,5
Напряжение лог. 1 на входах UP1 – UP7 не менее, В	2,5
Потребляемый ток по входам UP1 – UP7 при напряжении $U_{вх} = 5$ В, мА, не более	18
Количество каналов связи CAN	1
Количество каналов связи RS-485	3
Минимальное дифференциальное входное напряжение на входах линий связи RS-485, В	0,25
Входное сопротивление по входам линий связи RS-485, кОм, не менее	11
Диапазон допустимых напряжений питания, В	от 45 до 55
Потребляемая мощность, Вт, не более	15

Устройства входных сигналов рисунок 14, предназначено для приема дискретных сигналов, поступающих от цепей управления электровоза, и передачи обработанных сигналов в две линии связи МПСУиД по интерфейсу RS-485.

В таблице 12 представлены технические параметры выбранного устройства входных сигналов[15].



Рисунок 14 – Внешний вид устройства входных сигналов

Таблица 12 - Технические параметры устройства входных сигналов

Технические характеристики	Параметры
Количество обрабатываемых сигналов	16
Порог обнаружения входных сигналов IN1-IN16, В	25±10
Диапазон допустимых воздействий напряжения на входах IN1 – IN16	
-постоянное напряжение, В	165
-импульсное напряжение, В	300
-при длине импульса не более, мкс	10
-при длине импульса не более, мкс	50
Входное сопротивление по входам IN1-IN16, не менее, кОм	30
Количество каналов связи RS-485	2
Минимальное дифференциальное выходное напряжение на выходах линий связи RS-485 при $R_{нагр} = 27 \text{ Ом}$, В	1,4
Минимальное дифференциальное входное напряжение на входах линий связи RS-485, В	0,25
Входное сопротивление по входам линий связи RS-485, не менее кОм	11
Входное сопротивление по входам линий связи RS-485, не менее кОм	45-55

Преобразователи напряжения в код (ПНКВ) рисунок 15, предназначены для преобразования постоянного напряжения в цифровой формат и передачи по интерфейсу результатов измерений.



Рисунок 15 – Внешний вид преобразователя напряжения в код

Назначение: преобразование постоянного напряжения в последовательный код и передача результата по линии связи RS-485. В таблице 13 представлены технические параметры выбранного ПНКВ[15].

Таблица 13 - Технические параметры преобразователя напряжения в код

Технические характеристики	Параметры
Количество каналов связи RS-485	1
Напряжение в линии связи 485А, В, не более	1
Напряжение в линии связи 485В, В, не менее	4
Диапазон преобразования входного напряжения, мВ	От -100 до +100
Диапазон измерений постоянного напряжения на входе преобразователей, мВ	От 75 до +75
Нормирующее значение напряжения, к которому приводится основная погрешность, мВ	150
Пределы допускаемой основной приведенной погрешности преобразования постоянного напряжения, %	± 0,5
Напряжение питания, В	50 ± 5
Потребляемая мощность, Вт, не более	5
Сопротивление изоляции, МОм, не менее	100
Напряжение изоляции измерительного входа, кВ, не менее	
- в нормальных условиях	10
- в условиях повышенной влажности	6,5

Блок связи с датчиками давления (БС-ДД) рисунок 16, предназначен для преобразования сигналов с датчиков напряжения, установленных на локомотиве, в последовательный код и передачи их по интерфейсу в БЦВ.



Рисунок 16 – Внешний вид блока связи с датчиками давления

Назначение: преобразование напряжений с датчиков давления в цифровой код, и передача его в аппаратуру МПСУиД по двум парам линии связи RS-485, а также для измерения сопротивления изоляции цепей управления относительно корпуса подвижного состава. В таблице 14 представлены основные технические характеристики выбранного БС - ДД [15].

Таблица 14 - Технические характеристики блока связи с датчиками давления

Технические характеристики	Параметры
Количество каналов связи RS-485	2
Напряжение питания, В	От 45 до 55
Потребляемая мощность, Вт, не более	7
Напряжение на линии связи 1SA, 2SA в ее пассивном состоянии, В, не более	1
Напряжение на линии связи 1SB, 2SB в ее пассивном состоянии, В, не менее	4
Максимальное количество подключаемых датчиков давления, шт	6
Диапазон измерений входного напряжения постоянного тока от датчиков давления, В	От 0,5 до 5,5
Нормирующее значение напряжения, В	5,5
Диапазон контролируемого сопротивления цепей подключенных к выходам «+UBS», «-UBS» и «GND», кОм	От 61,9 до 2000
Допустимое отклонение контроля сопротивления, %	± 30
Диапазон постоянного напряжения в цепях с контролируемым сопротивлением, В	От 50 до 130
Напряжение питания датчиков, В, не более	16,5

Блок управления возбуждением (БУВ), предназначен для измерения частоты вращения коленчатого вала дизеля по сигналу тахогенератора дизеля, для формирования напряжения возбуждения тягового генератора с помощью управления тиристорами управляемого выпрямителя.

Назначение:

- сбор данных от датчиков ПНКВ по линиям связи системы измерения и передача их в блок БЦВ по линии связи МПСУиД;
- выдача управляющих импульсов для управления тиристорным выпрямителем БВК 1012А;
- обработка данных от тахогенератора двигателя;
- защита от боксования;
- поддержание заданной мощности тяговых двигателей, ограничения тока и напряжения тяговых двигателей.

Блоки связи с токовыми датчиками давления (БС-ДД-Т) рисунок 17, предназначен для преобразования сигналов с датчиков давления и температуры, установленных на локомотиве, в последовательный код и передачи его по интерфейсу в БЦВ, а также для обеспечения питания датчиков и диагностики нарушений их работы.



Рисунок 17 – Внешний вид блока связи с токовым датчиком давления

Назначение: Преобразование тока с датчиков давления и температуры в последовательный код, и передачи его в систему по двум парам линии связи RS-485.

В таблице 15 представлены технические параметры выбранного БС-ДД-Т[15].

Таблица 15 - Технические параметры блока связи

Технические характеристики	Параметры
Количество каналов связи RS-485	2
Напряжение на линии связи 1SA, 2SA в ее пассивном состоянии В, не более менее	1 4
Напряжение питания, В	От 45 до 55
Потребляемая мощность, Вт, не более	12
Максимальное количество подключаемых ТД	8

Диапазон преобразовываемого тока от токовых датчиков, мА	4-20
Приведенная погрешность, %	
- для блоков с заводского №10001 2010 г. по №10025 2012 г.	6,5
- для блоков с заводского №10026 2012 г.	3,5
Напряжение питания ТД (при токе от 4 мА до 20 мА), В, не более	
- для блоков с заводского №10001 2010г. и блоков 2011- 2013гг.	От 11,5 до15
- для блоков с заводского №10001 2014 г.	От 14,5 до18

Блок связи с датчиками пути скорости (БС-ДПС-БЗС), предназначен для преобразования импульсного сигнала с датчика пути скорости в цифровой код и передачи обработанных сигналов в БЦВ. Мониторный блок выполнен с дополнительными функциями диагностики систем и сохранения архива с возможностью текущего и последующего просмотра параметров микропроцессорной системы управления, которая дополнительно содержит пульт речевой информации с функцией синтезатора речи. Устройство взаимодействует с локомотивом посредством цифровой технологической радиосвязи (СВЛ-ТР), а устройства входных БВС и выходных сигналов выполнены в виде блоков, при этом все блоки и устройства, входящие в МПСУ, распределены группами по отсекам локомотива и связаны между собой по последовательному дублированному интерфейсу. Блоки ПНКВ связаны входом - выходом по отдельным последовательным каналам с БУВ и БЦВ для сбора и передачи данных с ПНКВ в БЦВ.

Система дополнительно содержит регулятор электрического тормоза (РЭТ) для обеспечения торможения локомотива с постоянным тормозным усилием вплоть до достижения скорости 2 км/ч. Кроме того, микропроцессорная система дополнительно содержит блок индикации (БИ) рисунок 18, предназначенный для отображения режимов работы силовой схемы локомотива и аварийных сигналов. Блоки входных и выходных сигналов микропроцессорной системы выполнены в виде отдельных модулей.



Рисунок 18 – Внешний вид блока индикации

Назначение: Индикация режимов работы силовой схемы локомотива и аварийных сигналов при работе в составе микропроцессорной системы управления и диагностики.

В таблице 16 представлены технические характеристики БИ [15].

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Таблица 16 - Технические характеристики блока индикации

Технические характеристики	Параметры
Тип интерфейсов связи с МПСУ и Д	RS - 485
Количество интерфейсов связи с МПСУ и Д	2
Количество каналов питания	2
Допустимый диапазон напряжения питания, В	От 45 до 55
Потребляемая мощность на один канал питания, Вт, не более	15

Группа блоков БВС, устройство взаимодействия с локомотивом посредством цифровой технологической радиосвязи СВЛ - ТР, группа БУК, блок связи с датчиками пути скорости БС-ДПС-БЗС, блоки преобразователей напряжения в код ПНКВ смонтированы в высоковольтной камере локомотива.

Группа блоков управления контакторами БУК, группа блоков входных сигналов БВС, блок связи с датчиками давления токовыми БС-ДД-Т, блок связи с датчиками давления БС-ДД, блок управления возбуждением БУВ смонтированы в дизельном отсеке локомотива.

Группа блоков БВС, устройство взаимодействия с локомотивом посредством цифровой технологической радиосвязи СВЛ - ТР, группа БУК, блок связи с датчиками пути скорости БС-ДПС-БЗС, блоки преобразователей напряжения в код ПНКВ смонтированы в высоковольтной камере локомотива.

Группа блоков управления контакторами БУК, группа блоков входных сигналов БВС, блок связи с датчиками давления токовыми БС-ДД-Т, блок связи с датчиками давления БС-ДД, блок управления возбуждением БУВ смонтированы в дизельном отсеке локомотива. БСП дополнительно снабжен CAN - интерфейсом для связи с внешними устройствами. Блок связи БС - ДД выполнен с дополнительными функциями измерения величины сопротивления изоляции цепей управления относительно корпуса локомотива и обеспечения диагностики подключенных датчиков.

Вывод по разделу четыре

В разделе выполнен анализ работы системы управления электровозом постоянного тока по электромеханическим характеристикам вала и ободов тяговых электродвигателей. Задачей анализа является изучение принципов управления работой тяговых электрических двигателей и технической реализации систем УСАВП на электровозах, по результатам расчета выбраны датчики тока ДТ-39, напряжения ДН-006, датчик угла поворота ДПС-У-05.

Для нормальной работы электровоза по результатам расчета для системы УСАВП выбрано микропроцессорное оборудование, научно-производственного объединения САУТ (ООО «НПО САУТ») Уральского отделения Всесоюзного научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (УО ВНИИЖТ), построенное на базе современных технических средств, средств диа-

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

гностики и визуализации, что позволяет выполнить полный объём задач с надлежащим качеством. Кроме того позволяет выявить последовательность срабатывания защит при возникновении некоторых нештатных ситуаций.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

5 РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ УСАВП ЭЛЕКТРОВОЗА ВЛ-10К

5.1 Схема технического решения системы УСАВП

Функциональная схема УСАВП представлена на рисунке 18 [15].

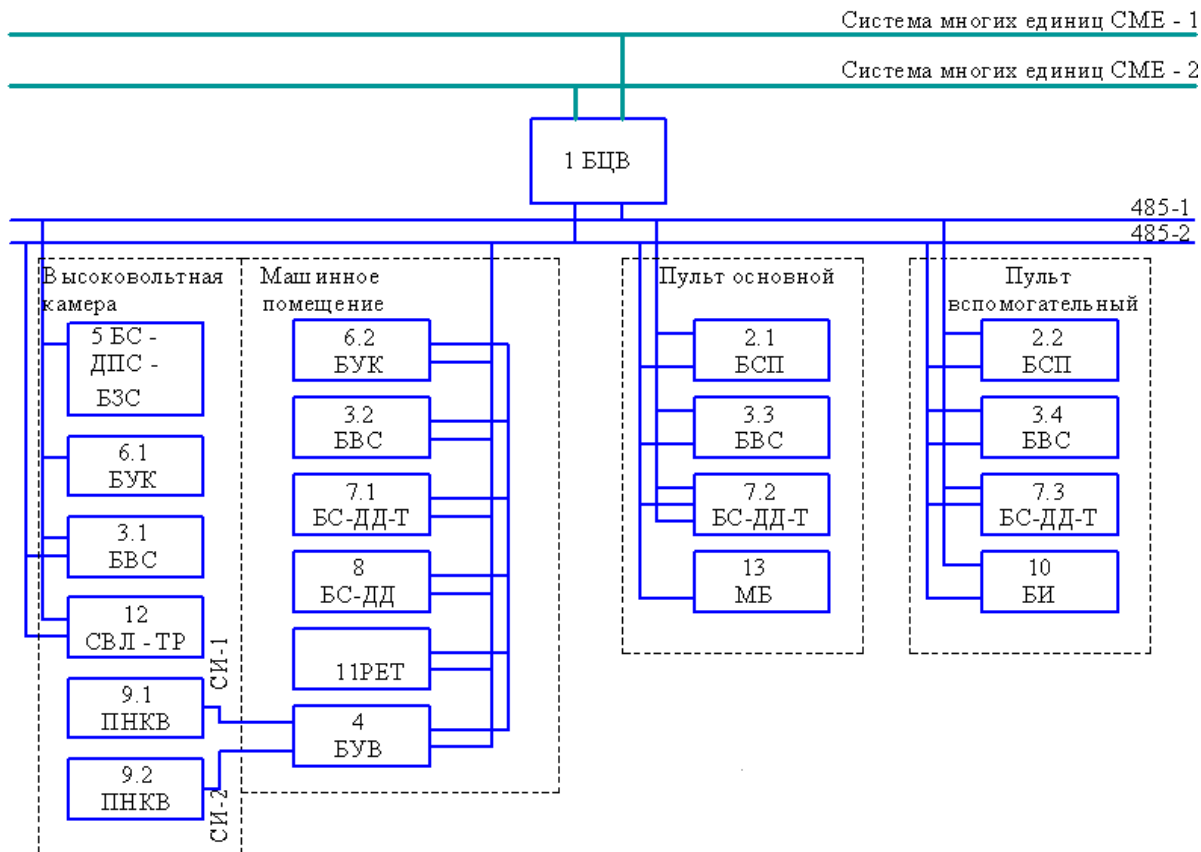


Рисунок 18 – Система управления и диагностики локомотива:

- 1 - блок центрального вычислителя (БЦВ);
- 2- блоки связи с пультом (БСП);
- 3- блоки входных сигналов (БВС);
- 4 - блок управления возбуждением (БУВ);
- 5 - блок связи с датчиками угла поворота (БС-ДПС-БЗС);
- 6- блоки управления контакторами (БУК);
- 7- блоки связи с датчиками давления токовыми (БС-ДД-Т);
- 8 - блок связи с датчиками давления (БС - ДД);
- 9- блоки преобразователей напряжения в код (ПНКВ);
- 10 - блок индикации локомотива (БИ);
- 11 - регулятор электрического тормоза (РЭТ);
- 12 - система взаимодействия с локомотивом посредством цифровой технологической радиосвязи (СВЛ-ТР);
- 13 - мониторный блок (МБ).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

УСАВП на основании информации от пульта управления, аппаратов и датчиков, вырабатывает управляющие воздействия на силовые преобразователи, аппараты и устройства электровоза, обеспечивает:

- автоматическое управление вспомогательными машинами и оборудованием;
- безопасные режимы работы оборудования;
- взаимодействие отдельных секций (вагонов) электровоза;
- взаимодействие с системами безопасности и цифровой технологической радиосвязи;
- диагностику узлов, аппаратов и устройств;
- защиту от боксования и юза.

УСАВП управляет электровозом в трех режимах:

- ручном;
- полуавтоматическом;
- автоматическом.

В полуавтоматическом режиме обеспечивает:

- разгон с заданным тяговым усилием и последующее автоматическое поддержание скорости;
- электрическое торможение заданным тормозным усилием или автоматическое поддержание скорости.

В автоматическом режиме обеспечивает:

- автоматизированное, рациональное управление тяговыми двигателями, для ведения поезда по сигналам АЛС с учетом профиля пути, времени хода, постоянных и временных ограничений скорости движения [13].

МПСУиД может обеспечивать совместную работу с другими системами и подсистемами:

- с системой автоматического управления торможением поездов (САУТ);
- с комплексным локомотивным устройством безопасности (КЛУБ-У);
- с безопасным локомотивным комплексом (БЛОК);
- с системой цифровой технологической радиосвязи (СВЛ ТР);
- с комплексом тормозного пневматического оборудования (УКТОЛ, БТО);
- с другими системами по требованию заказчика.

УСАВП имеет возможности подключения к другим системам по следующим линиям связи:

- RS-485;
- CAN;
- Ethernet;
- ТУ-ТС (применяется для подключения к поездной радиостанции);
- токовой петле.

Для связи с УСАВП установленных в различных секциях (составах) может использоваться отдельная сдвоенная линия RS-485 или Ethernet.

Блоки система автоматического ведения локомотива (УСАВП) распределяем по отсекам локомотива следующим образом: в высоковольтной камере (ВВК) монтируются блоки БС-ДПС-БЗС 5, БУК 6.1, БВС 3.1, СВЛ-ТР 12 и блоки ПНКВ 9.1, 9.2; в машинном помещении монтируются блоки БУК 6.2, БВС 3.2, БС-ДД-Т 7.1, БС-

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

ДД 8, РЭТ 11, БУВ 4; на основном пульте монтируются блоки БСП 2.1, БВС 3.3, БС-ДД-Т 7.2, МБ 13; на вспомогательном пульте монтируем блоки БСП 2.2, БВС 3.4, БС-ДД-Т 7.3, БИ 10.

Все блоки системы связаны между собой по последовательному дублированному интерфейсу RS-485. Блоки ПНКВ соединены с БЦВ через блок управления возбуждением БУВ по отдельным каналам связи для сбора и передачи данных с ПНКВ в БЦВ [15].

5.2 Работа систему УСАВП локомотива

Система УСАВП работает следующим образом. Во время работы локомотива БЦВ 1 принимает информацию от блоков БСП 2.1, 2.2 о состоянии органов управления и вводит ее в систему в виде дискретных сигналов. Блоки БВС 3.1, 3.2, 3.3, 3.4 передают в ВВЦ информацию о состоянии электрических аппаратов и дискретных датчиков. Блок БУВ 4 передает в БЦВ информацию об оборотах дизеля. Кроме того, БУВ выдает импульсы для управления тиристорным выпрямителем.

Блок БС-ДПС-БЗС 5 по дублированному интерфейсу RS-485 передает информацию о скорости и пройденном пути локомотива. На основании данной информации, а также в соответствии с заложенными алгоритмами, БЦВ вырабатывает команды для БУКов 6.1, 6.2. В соответствии с этими командами блоки БУК управляют электромагнитными и электропневматическими контакторами, а также электропневматическими клапанами локомотива. Кроме того, в БЦВ поступает информация от БС-ДД-Т 7.1, 7.2, 7.3 о значении уровней датчиков температуры и давления. Блоки БС-ДД 8 передают в БЦВ информацию о сопротивлении изоляции цепей управления, а также о сигнале свободной мощности. БС-ДД преобразовывает сигналы от 0 до 5 В последовательный код для передачи по интерфейсу RS-485. Также БС-ДД обеспечивают диагностику подключенных датчиков. Блоки ПНКВ 9.1, 9.2 через БУВ передают в БЦВ в цифровом формате значения уровней токов тяговых электродвигателей, напряжения генератора, напряжения аккумуляторных батарей. Сигналы поступают в БУВ по линиям связи системы измерения (СИ-1 и СИ-2), откуда передаются в БЦВ по линии связи МПСУиД. Блок индикации 10 (БИ) получает данные от блока БЦВ и, с помощью индикаторов, осуществляет вывод машинисту на вспомогательный пульт визуальной информации о текущих режимах электропередачи, номерах позиций, сигналов о скольжении колесных пар. Индикатор представляет собой пиктограмму, нанесенную на цветную пленку со светодиодной подсветкой. Размер одной пиктограммы не менее 10x10 мм, размер шрифта надписей не менее 7 мм. Предусмотрена регулировка яркости индикаторов [15].

На рисунке 19 изображен вспомогательный пульт машиниста.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

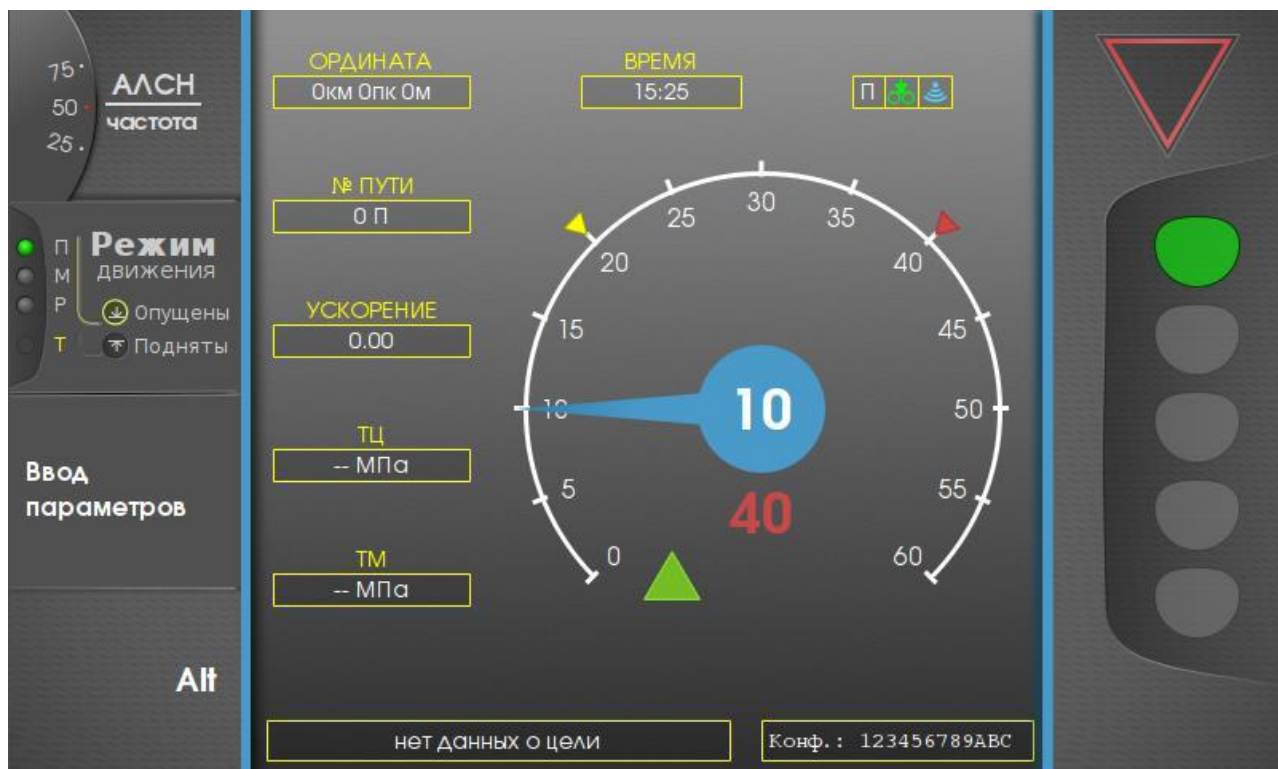


Рисунок 19 – Вспомогательный пульт машиниста визуальной информации

В режиме электрического торможения, когда ток возбуждения тягового двигателя достигает максимального значения, для обеспечения торможения локомотива с постоянным усилием, БЦВ передает команду на торможение регулятору электрического тормоза (РЭТ) 11, который обеспечивает работу электрического тормоза при скоростях до 2 км/ч.

Мониторный блок (МБ) 13 непрерывно считывает всю информацию, присутствующую в линии обмена для сохранения данных в энергозависимую память, для отображения текущих параметров локомотива, а также предупредительных и аварийных сообщений о неисправностях оборудования. Просмотр регистрируемых параметров осуществляется в виде графиков непосредственно на МБ или на стандартном компьютере с операционной системой Windows 98 и более поздних. МБ также осуществляет функцию диагностирования всех блоков МПСУиД. Вся диагностическая информация выводится в графическом и текстовом виде на жидкокристаллическую панель. На дисплей в постоянном режиме выводится основная информация, необходимая для ведения поезда. Кроме того, по запросу машиниста выводится дополнительная диагностическая информация. При отказе оборудования и аварийной ситуации предусмотрен экстренный приоритетный вывод на дисплей аварийных сообщений в виде всплывающих окон.

Основная информация, изображенная на основном пульте машиниста (рисунок 20) содержит: состояние контролируемого оборудования и цепей локомотива, заданный режим управления, состояние силовой схемы локомотива.

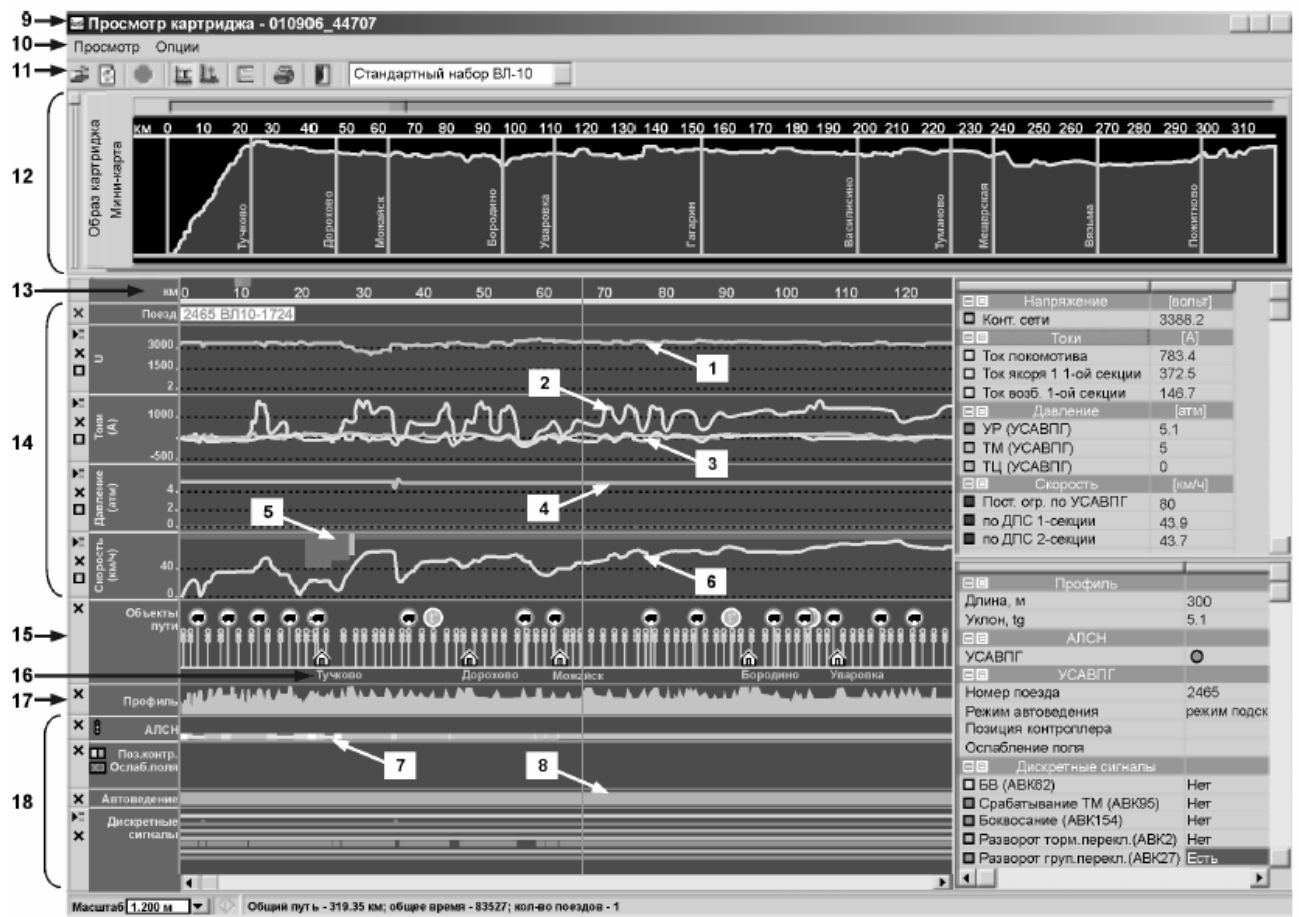


Рисунок 20 - Основной пульт машиниста:

- 1 – напряжение в контактной сети;
- 2 – ток локомотива;
- 3 – токи 1 и 2 секций;
- 4 – давление в УР;
- 5 – постоянные ограничения скорости;
- 6 – скорость;
- 7 – сигналы АЛСН;
- 8 – режим автоведения;
- 9 – имя файла копии картриджа, с которого считана информация о поездке;
- 10 – строка меню;
- 11 – панель кнопок;
- 12 – мини-карта для ориентирования и установки требуемой области просмотра картриджа;
- 13 – ж.д. координата;
- 14 – графики аналоговых параметров (напряжение, ток, давление, скорость);
- 15 – путевые объекты;
- 16 – названия станций;
- 17 – профиль пути;
- 18 – графики дискретных параметров.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Дополнительная диагностическая информация отображает состояние цепей управления локомотива, а также заданные и фактические значения токов в каждом тяговом двигателе, заданные и фактические значения тока возбуждения, скорость локомотива, состояние каналов связи, архив сообщений, выводимых на дисплей во время работы.

Диагностические (аварийные) сообщения отображают наименование участка цепи, дату сообщения, наименование отказа или неисправности, вероятную причину отказа или неисправности и сохраняются для последующего анализа.

Диагностическая информация из мониторингового блока передается в СВЛ-ТР 12, а оттуда по каналу GSM передается на удаленный сервер, например, на пульт диспетчера на станции. Интерфейс обмена CAN.

БЦВ обеспечивает связь отдельных секций многосекционного локомотива по дублированному интерфейсу RS-485 через линии связи СМЕ-1 и СМЕ-2 (интерфейс с повышенным до 12В уровнем сигнала)[13].

Вывод по разделу пять

В разделе разработана функциональная схема системы УСВП локомотива ВЛ-10К, рассмотрена её работа и представлено автоматизированное рабочее место машиниста с графической расшифровкой данных.

Отличительные особенности системы:

- дополнительно содержит регулятор электрического тормоза (РЭТ) для обеспечения торможения локомотива с постоянным тормозным усилием вплоть до достижения скорости 2 км/ч;
- дополнительно содержит блок индикации локомотива (БИ), предназначенный для отображения режимов работы силовой схемы локомотива и аварийных сигналов;
- блок центрального вычислителя БЦВ выполнен с функцией обеспечения связи отдельных секций для работы локомотива по системе многих единиц;
- БСП дополнительно снабжен CAN-интерфейсом для связи с внешними устройствами;
- блок связи БС-ДД выполнен с дополнительными функциями измерения величины сопротивления изоляции цепей управления относительно корпуса локомотива и обеспечения диагностики подключенных датчиков.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

6 РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

В данном разделе представлены таблицы со стоимостью услуг персонала и затрат на внедрение системы, также подсчитан коэффициент экономической эффективности данной автоматизированной системы.

Экономический эффект применения автоматической системы движения поездов:

13) - эксплуатация систем в депо в настоящее время, показала, что достигается сокращение расхода электроэнергии от 2 до 10%;

14) - обеспечивается информационная поддержка деятельности машиниста, снижение отрицательного влияния психофизиологических факторов деятельности в сложных поездных ситуациях, особенно в ночные и утренние часы, в плохих погодных условиях (снег, дождь, туман...);

15) - достигается существенное улучшение условий труда локомотивных бригад, увеличение времени отдыха;

16) - обеспечивается повышение уровня вождения поездов малоопытными машинистами, обучение их энергооптимальному вождению электропоездов;

17) - повышается безопасность движения;

18) - создаются условия для обслуживания электропоезда в поездке одним машинистом.

Комплексный, сетевой характер внедрения систем автоведения, повышает эффективность достигаемого эффекта за счет организации единой системы обучения машинистов, унификации технического обслуживания электропоездов и совершенствования системы учета электроэнергии в депо. [3]

При разработке технико-экономического обоснования проекта, большое значение имеет решение внедрить принципиально "новую" систему или постепенное расширение существующей "старой". Это позволит: снизить производственные издержки, избавиться от вопросов технологической несовместимости микропроцессорного оборудования автоматизации локомотива, обеспечить более эргономичные и благоприятные условия труда машинистам электровоза. При этом необходимо рассматривать более широкий спектр подбора активного оборудования, линий коммуникации, исполнительных устройств и программного обеспечения, связывая этот выбор с возможностью перспектив развития и экономической целесообразностью.

Основным критерием экономической эффективности разработки и внедрения УСАВП является сокращение затрат на расход электроэнергии, повышение уровня безопасности движения и поддержание высокого уровня подготовки локомотивных бригад. В качестве количественного выражения экономической эффективности УСАВП принимается годовая экономия от внедрения ($\mathcal{E}_{\text{год}}$), расчётный коэффициент затрат (E_p), срок окупаемости капитальных затрат (T), годовой экономический эффект (\mathcal{E}).

В таблице 17 указаны затраты на внедрение и установку системы автоведения на локомотив.

Стоимость оборудования, устанавливаемого на один электровоз, исходит из стоимости самой системы автоведения и оплаты труда рабочих.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Заработная плата рабочих выводится из минимальной заработной платой и премиальной заработной платы.

Таблица 17 - Суммарные затраты на внедрение системы автоведения поезда (ΔК)

Наименование	Затраты (руб.)
Стоимость оборудования на один электровоз	957202
Заработная плата рабочих с учетом премии	8639
Накладные расходы (70,0%)	11067,33
Отчисления на социальные нужды (39,0%)	3594,67
ИТОГО	980503

Накладные расходы это расходы на эксплуатационные принадлежности и затраты на их приобретение по оптовым (или свободным) ценам.

В таблице 18 рассчитано снижение годовых расходов на оплату электроэнергии на тягу поездов.

Таблица 18 - Снижение годовых расходов на оплату электроэнергии (Э_э)

Наименование	Затраты
Установленный (нормативный) расход на тягу (кВт/ч)	2481609
Средневзвешенный тариф на тягу поездов (кВт/ч)	0,549
Коэффициент для рассматриваемого плеча	0,1
Экономия годовых расходов на тягу поездов (руб. /год)	163786

Установленный расход на тягу получается путем получения среднего расхода электроэнергии в год.

В таблице 19 представлены снижения расходов в связи с высвобождением помощников машиниста за год.

Таблица 19 - Снижение годовых расходов в связи с высвобождением помощников машиниста (Э_{ПМ})

Наименование	Затраты (руб./год)
Среднемесячная заработная плата высвобождаемых П/м	366233
Отчисления на социальные нужды (39,0 % от ФЗП)	106556
Средняя сумма выплат по больничным листам	8989
ИТОГО	481778

Средняя заработная плата высвобожденных помощников машиниста рассчитывается путем, заработной платы всех помощников машиниста полученной за месяц, деленная на количество помощников. Тоже происходит и со средней суммы выплат

по больничным листам.

Снижение годовых расходов на обучение (повышение квалификации) машинистов депо. В таблице 20 изображено снижение годовых расходов на обучение машинистов депо, данные указаны за год.

Таблица 20 - Снижение годовых расходов на обучение машинистов депо (Э_М)

Наименование	Затраты (руб./год)
Снижение расходов на содержание в депо резерва машинистов	1387 2
Снижение расходов на обучения машинистов сцепа рассматриваемого локомотива	3072
Отчисления на социальные нужды (39,0 % от ФЗП)	1024
ИТОГО	2084 4

Коэффициент экономической эффективности

$$E = \frac{\Delta \mathcal{E}}{\Delta K}; \quad (6.1)$$

где $\Delta \mathcal{E}$ - снижение эксплуатационных расходов депо;
 ΔK - капиталовложения на внедрение системы.

$$\Delta \mathcal{E} = \mathcal{E}_3 + \mathcal{E}_{\text{ПМ}} + \mathcal{E}_M \quad (6.2)$$

$$\Delta \mathcal{E} = 163768 + 481778 + 20844 = 666418 \frac{\text{руб}}{\text{год}}$$

$$E = \frac{666418}{980503} = 0,67 > 0,15$$

Срок окупаемости системы будет равен:

$$T = \frac{1}{E} \quad (6.3)$$

$$T = \frac{1}{0,67} = 1,47 \text{ год}$$

Вывод по разделу шесть

Срок окупаемости системы будет равен 1,47 года это меньше нормативного

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

срока - 3,3 года, за счет сокращение затрат на расход электроэнергии, повышение уровня безопасности движения и поддержание высокого уровня подготовки локомотивных бригад следовательно, разработка и внедрение системы автоматического ведения электровоза будет эффективна.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

7 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

19) 7.1 Краткое описание

20)

Системы автоведения электровозов предназначены, для автоматизированного управления локомотивом с соблюдением норм безопасности движения в соответствии с заданным временем хода на основе выбора энергетически рационального режима движения. Такие системы относятся к автономным системам автоведения, свое местонахождение и требуемые режимы движения система определяет самостоятельно. Они облегчают труд машиниста, способствуют повышению производительности труда. Система контролирует правильность работы функциональных узлов аппаратуры, осуществляя при этом функцию самодиагностики.

7.2 Анализ вредных и опасных производственных факторов

Основные воздействия на машиниста в процессе трудовой деятельности это вредные производственные факторы.

Локомотивная бригада в процессе трудовой деятельности подвергается разнообразным вредным производственным воздействиям: физическим и химическим.

Физические вредные факторы: общая вибрация, шум, инфразвук, комбинации электромагнитного и электростатического поля, микроклимат, освещенность.

Источники общей вибрации:

- работа основных и вспомогательных узлов и механизмов локомотива: мотор-компрессоры, генераторы, тяговые двигатели, мотор-вентиляторы;
- взаимодействие системы рельс-колесо;
- взаимодействия локомотива и железнодорожных вагонов, вызывается особенностью работы автосцепного устройства и тормозной фрикционной системы.

Основными источниками шума являются источники вибрации, кроме того добавляются аэродинамические шумы, шум при работе вентиляторов, от встречных поездов, радиосвязь, срабатывание электромагнитного клапана ЭПК.

Главная причина возникновения инфразвука является взаимодействие потока воздуха с движущимся локомотивом, работа мотор-компрессора и мотор-вентиляторов.

Параметры микроклимата в кабинах эксплуатируемых локомотивов зависят от разных причин: от наружной температуры воздуха, качества теплоизоляционных покрытий, мощности отопительно-вентиляционной системы (частоты ее включения), частоты и продолжительности открывания боковых окон.

В кабине электровоза переменного тока, можно выделить несколько составляющих электромагнитного поля. Электрические и магнитные поля 50 Гц.

Основными источниками электростатического поля являются тяговые двигатели, выпрямляющий трансформатор, силовые шины постоянного тока.

Основные источники электромагнитных полей радиочастот - поездная рация, устройства спутникового позиционирования GPS, Глонасс, мобильные телефоны, базовые станции сотовой связи системы GSM-R(перспектива).

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Естественное освещение в светлое время суток как правило соответствует нормативам, из-за большой площади остекления кабины. В темное время суток в кабине работает система искусственного освещения: общее и местное.

Физические перегрузки при перемещении тяжестей вручную.

При работе в режиме ручного управления загрузка машиниста операциями контроля и управления недопустимо велика (коэффициент загрузки составляет около 0,9 при верхней границе нормы 0,72).

В процессе труда локомотивных бригад наибольшую нагрузку испытывают анализаторные системы (зрение и слух); функция памяти и внимания. Высокое нервно-эмоциональное напряжение и частые стрессовые ситуации отрицательно влияют на сердечно - сосудистую систему, негативно сказывается на опорно-двигательном аппарате (гиподинамия при вынужденном сохранении сидячей позы) [11].

1 7.3 ВЫБОР НОРМАТИВНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ФАКТОРОВ РАБОЧЕЙ СРЕДЫ И ТРУДОВОГО ПРОЦЕССА

Основные требования, предъявляемые к машинисту это:

- способность быстро воспринимать объекты, составляющих дорожную обстановку и длительно поддерживать бдительность и работоспособность;
- готовность к экстренной реакции на события, время наступления которых заранее не определено;
- ответственность за результаты управления электровозом.

Машинист нуждается в комплексе различных мероприятий, которые могут оказать ему помощь и ослабить негативное влияния психофизиологических факторов [11].

Опасные и вредные факторы, действующие на организм локомотивной бригады, сведём в таблицу 21. Основные опасные и вредные производственные факторы, возникающие при эксплуатации электровоза ВЛ-10.

Таблица 21 – Опасные и вредные факторы

Наименование производственных факторов	Допустимые значения
Повышенная температура воздуха рабочей среды:	
ниже + 10°	22 ± 2
от + 10° до + 33°	24 ± 2
Относительная влажность воздуха	30 – 70%
Скорость движения воздуха: ниже + 10°	до 0,2 м/с
от +10° до + 35°	до 0,4 м/с
Поражающее действие электрического тока	0,01 А
	0,08 А
Психофизиологические	III категория напряжённости

Окончание таблицы 21

Наименование производственных факторов	Допустимые значения
Шум	80 дБА
Вибрация	108 дБ
Запылённость	5 мг/ см ³
Освещённость	На уровне пуль- та 25 – 30 лк тусклое 10 лк

7.4 Охрана труда

Мероприятия и пути снижения производственных факторов воздействующих на машинистов электровоза ВЛ–10К рассмотрены в таблице 22.

21)

Таблица 22 - Мероприятия и пути снижения производственных факторов

Наименование производственных факторов	Мероприятия и пути снижения производственных факторов
Повышенная температура воздуха рабочей среды	Для создания благоприятного труда и здорового микроклимата применены калориферы, электропечи, отопительно-вентиляционные установки
Относительная влажность воздуха	
Движущиеся машины и механизмы	Автоматические прямодействующие тормоза, предохранительные клапана, муфты. Применение оградительных устройств. Указатели перегрева букс, положения токоприёмника.
Поражающее действие электрического тока	Применение усиленной изоляции, ограждение силовой установки, сочетание сигнализации и блокировки (механические, электрические, пневматические), цепи саморазряда, знаки безопасности труда, индивидуальные средства защиты.
Нервнопсихические перегрузки	Нормирование рабочего времени и времени отдыха локомотивных бригад. Порядок работы в ночное время суток (не более 2-х ночей) нормы эргономических требований.
Шум	Устройства защиты от шума и вибрации (звукоизоляция, звукопоглощение), автоматический контроль и сигнализация, вибропоглощение, применение амортизаторов, резины. Межсекционные тамбуры, индивидуальные средства защиты.
Вибрация	

- внеплановый и целевой инструктаж по безопасности труда - по мере необходимости.

Машинист с признаками явного недомогания, в состоянии алкогольного или наркотического опьянения к работе не допускается.

Обязанности машиниста электровоза: соблюдать правила внутреннего распорядка и дисциплину труда; своевременно и точно исполнять распоряжения администрации; соблюдать технологическую дисциплину, требования по охране труда, технике безопасности и производственной санитарии; бережно относиться к имуществу предприятия; соблюдать порядок передвижения по железнодорожным путям и автодорогам; знать значения применяемых на предприятии знаков безопасности, звуковых и световых сигналов, быть внимательным к подаваемым сигналам и выполнять их требования.

В случае возникновения в процессе работы каких-либо вопросов, связанных с ее безопасным выполнением, необходимо немедленно обратиться к работнику, ответственному за безопасное производство работ (мастеру или начальнику смены).

Администрация предприятия должна обеспечивать машиниста электровоза средствами индивидуальной защиты в соответствии с действующими отраслевыми нормами бесплатной выдачи специальной одежды, специальной обуви и других средств индивидуальной защиты.

Не допускается выполнять работы без полагающихся по условиям производства спецодежды, спецобуви и других средств индивидуальной защиты и предохранительных приспособлений.

Можно производить обслуживание и текущие профилактические ремонты только в пределах должностной инструкции на закрепленном электровозе.

Запрещается прикасаться к открытым токоведущим частям оборудования и оголенным проводам, производить самовольное исправление или подключение электропроводки, а также вешать одежду и укладывать какие-либо предметы на провода, изоляторы, выключатели, розетки, посты управления и другую коммутационную аппаратуру.

О случаях травмирования и всех неисправностях работы механизмов, оборудования, нарушениях технологических режимов, ухудшении условий труда, возникновении чрезвычайных ситуаций машинист электровоза должен сообщить диспетчеру и принять профилактические меры по обстоятельствам, обеспечив собственную безопасность.

При заболевании, отравлении или несчастном случае необходимо прекратить работу, известить об этом диспетчера и обратиться за медицинской помощью.

При несчастном случае с другими работниками необходимо: оказать пострадавшему первую помощь, соблюдая меры собственной безопасности; по возможности сохранить обстановку случая; сообщить о случившемся диспетчеру.

Получить сведения о состоянии оборудования от машиниста электровоза, сдающего смену и ознакомиться с записями в журнале приема-сдачи смен, совместно с машинистом, сдающим смену, осмотреть электровоз и вагоны.

Проверить наличие и исправность средств защиты.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

7.5 Производственная санитария

Источники общей вибрации в электровозе имеют три основных происхождения:

1 - локомотив имеет большую жесткость конструкции, поэтому даже удаленные источники передают вибрацию в кабину. Характеристика вибрации: низко и среднечастотная, основное направление по оси Z;

2 - взаимодействие системы рельс-колесо вызывается общей неравномерностью железнодорожного полотна, прохождением участков с тяжелым профилем, стрелочный переводов, износом бандажей колесных пар, жесткостью подвески локомотива. Характеристика вибрации: низкочастотная, сопровождающаяся толчками и сотрясениями, основное направление – горизонтальное;

3 - взаимодействия локомотива и железнодорожных вагонов, вызывается особенностью работы автосцепного устройства и тормозной фрикционной системы. Движущейся поезд обладает определенным количеством кинетической энергии. В начальный момент торможения головные вагоны состава затормаживаются раньше хвостовых, при этом хвостовые вагоны, еще не заторможенные, продолжают движение с прежней скоростью, набегают на головные, в результате чего сжимаются пружины автосцепных устройств. Вследствие этого в составе поезда возникают рывки - набегания и оттяжки. Характеристика вибрации – низкочастотные импульсные удары, основное направление горизонтальное.

Шум преимущественно низко и среднечастотный.

Инфразвук в диапазоне частот 4-16 Гц.

Микроклимат зимой в кабине из-за отсутствия системы автоматического регулирования температуры воздуха отмечаются значительные колебания температур на рабочих местах. При постоянно включенном калорифере и закрытых окнах происходит быстрый перегрев кабины от +36 до +40С. При отключении отопления и периодических открываниях окон во время движения происходит постепенное и быстрое снижение температуры воздуха в кабине от +14 до +16С. Амплитуда колебаний температуры воздуха при этом достигает от 16 до 20С, а между уровнями «голова-ноги» от 10 до 18С. Относительная влажность в кабине за счет работы мощных электропечей понижается до 10÷15%. В летний период температура, при отсутствии системы кондиционирования воздуха и открытых окнах, соответствует наружной, а при закрытых – превышает наружную от 5 до 8С, за счет солнечной радиации, проникающей в кабину через окна.

Наибольшие уровни электромагнитных полей возникают при движении по тяжелому профилю, с полной загрузкой, при троганье или разгоне состава, а также работа в режиме рекуперации электроэнергии. В силу особенности устройства, локомотив является не «заземленным», а «зануленным», таким образом, металлические конструкции малоэффективно поглощают электромагнитные поля, являя собой вторичные электромагнитные излучатели.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

В большинстве случаев на локомотивах старого образца, местное освещение организовано неправильно, без учета особенностей труда в условиях «Темновой адаптации», т.е. без возможности индивидуального подбора уровня освещенности.

В процессе работы необходимо соблюдать правила личной гигиены: обеспыливать спецодежду; мыть руки с мылом перед приемом пищи; следить за чистотой рабочего места, спецодежды и средств индивидуальной защиты.

Перед началом работы необходимо осмотреть, привести в порядок и надеть спецодежду. Застегнуть и заправить ее так, чтобы она не имела свисающих и развевающихся концов. Убедиться в исправности и комплектности средств индивидуальной защиты. Пройти предсменный медицинский осмотр. Получить задание на работу и инструктаж по технике безопасности, связанный с особенностями выполнения работы.

В течение всей рабочей смены следует соблюдать установленный администрацией режим труда и отдыха. Отдыхать и курить разрешается только в специально отведенных местах. Для питья следует использовать воду только из сатураторов, питьевых фонтанчиков, питьевых бачков или термосов. Использовать другие, случайные источники не допускается. Прием пищи следует производить только в специально оборудованных помещениях (местах).

7.6 Эргономика и производственная эстетика

Для машинистов электровозов и их помощников рабочим местом является, в основном, кабина электровоза.

За один рейс на машиниста действует до 8-10 тыс. факторов-раздражителей, из которых только 10% непосредственно связаны с управлением локомотива (светофоры, переезды, места путевых работ, встречные поезда и т.д.). При скоростях 80-100 км/ч машинист в течение каждой минуты в среднем воспринимает 20-28 сигналов-раздражителей. Машинист постоянно получает информацию об окружающей обстановке и в соответствии со своим опытом и навыками вождения, знаниями профиля участка, на котором работает и в соответствии с условиями погоды осуществляет манипуляции по управлению электровозом. При этом нагрузка на машиниста при управлении весьма велика.

Машинист непрерывно следит за поездной обстановкой в неблагоприятных условиях: при тумане, дожде, ночью. И эти неблагоприятные факторы оказывают негативное влияние на состояние и уровень готовности машиниста к действиям в сложных ситуациях. Например, время торможения и длина тормозного пути существенным образом зависят не только от технического состояния тормозов, но и от реакции машиниста.

В условиях плохой видимости и на сложных профилях оценки «на глаз» ухудшаются. Отрицательное действие оказывают также монотонность деятельности, вибрация, температура окружающей среды (тепловой режим), гиподинамия (сидячая поза, малый объем движений), которые приводят к снижению бдительности машиниста во время движения. При длительном движении на повышенных скоростях, ухудшается внимание, любой машинист может допускать ошибки, приводя-

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

щие к снижению устойчивости (надежности) и нарушению правильности действий по управлению электровоза.

Машинист нуждается в комплексе различных мероприятий, которые могут оказать ему помощь, ослабить негативное влияния психофизиологических факторов. К таким мероприятиям относятся:

- 1) высокий уровень подготовки машиниста;
- 2) профессиональный отбор, исключающий использование в качестве машинистов людей с ослабленной и нездоровой психикой, на которых в большей мере сказывается эмоциональная напряженность;
- 3) меры профилактического характера;
- 4) неукоснительное соблюдение требований нормативных документов: указаний, инструкций, ПТЭ.
- 5) меры технического характера, применение средств и приборов безопасности и т.д [11].

Системы автоведения не являются приборами безопасности, поскольку их использование предполагает машинисту активный выбор. Вместе с тем, системы автоведения являются системами поддержки деятельности машиниста, стабильно сохраняющими свои функциональные качества вне зависимости от объективных и субъективных факторов[6].

7.7 Противопожарная и взрывобезопасность

Машинист электровоза обязан:

- соблюдать на производстве требования пожарной безопасности, а также соблюдать и поддерживать противопожарный режим;
- соблюдать меры предосторожности при проведении работ с легковоспламеняющимися и горючими жидкостями, горючими газами и другими опасными в пожаро- и взрывоопасном отношении веществами, материалами и оборудованием;
- знать месторасположение главного и запасных выходов из депо и пути эвакуации из зоны возникновения пожара или аварии;
- уметь пользоваться первичными средствами пожаротушения.

Использовать первичные средства пожаротушения, немеханизированный пожарный инструмент и инвентарь для хозяйственных и прочих нужд, не связанных с тушением пожара, запрещается.

Сбор использованных обтирочных материалов должен производиться в специальные металлические ящики с закрывающимися крышками.

Ящики с использованным обтирочным материалом должны очищаться по мере их наполнения, но не реже одного раза в смену [12].

7.8 Экологическая безопасность

Труд машиниста электровоза, является относительно «чистым», т.к. силовая установка электровоза не выбрасывает вредных химических веществ, но все-таки в процессе работы вредные химические вещества могут присутствовать.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Озон – образуется при работе высоковольтного оборудования электровоза. Окислы азота – образуются при окислении азота воздуха озоном. Пары трансформаторного масла – при работе выпрямляющего трансформатора. Концентрации этих химических веществ не велики, так как образуются в машинном отделении и легко удаляются вентиляционной системой кабины [12].

7.9 Обеспечение безопасности при угрозе чрезвычайных ситуаций

Аварийная ситуация - условия, отличные от условий нормальной перевозки грузов, связанные с загоранием, утечкой, просыпанием опасного вещества, повреждением тары или подвижного состава с опасным грузом, которые могут привести или привели к взрыву, пожару, отравлению, облучению, заболеваниям, ожогам, обморожениям, гибели людей или животных, опасным последствиям для природной среды, а также случаи, когда в зоне аварии на железной дороге оказались вагоны, контейнеры или грузовые места с опасными грузами.

Действия работников железнодорожного транспорта и привлеченных формирований при возникновении аварийной ситуации должны быть максимально оперативными, соответствовать характеру и масштабам аварийной ситуации и проводиться с учетом свойств грузов (пожаровзрывоопасность, токсичность, коррозионность, окисляющее действие и др.), с соблюдением мер безопасности и профилактики, предусмотренных Правилами перевозок опасных грузов.

Основные мероприятия по предотвращению нарушения безопасности движения электровоза:

- регулярное проведение плановых проверок;
- содержание в исправном состоянии и эффективное использование средств систем диагностики;
- ведение разного рода премии, поощрений для работников железнодорожного транспорта;
- профессиональный отбор кандидатов на должности, связанные с движением поездов;
- контроль над соблюдением работниками техники безопасности;
- организация технического обучения кадров и повышения их квалификации;
- осуществление постоянной работы по повышению качества ремонта и содержания пути, искусственных сооружений, локомотивов, вагонов, устройств сигнализации и связи, электроснабжения, железнодорожных переездов и других технических средств;
- внедрение новых устройств, приборов безопасности и систем диагностики для повышения безопасности движения;
- проведение бесплатного и обязательного медицинского осмотра работников железнодорожного транспорта;
- совершенствование технологии перевозочного процесса, содержания технических средств.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

– внедрение современных централизованных систем безопасности и средств связи.

Данные мероприятия позволят усилить мотивацию у работников железнодорожного транспорта, обеспечить более продолжительную, в исправном состоянии работу устройств. Работники свои рабочие обязанности будут выполнять еще с большим желанием и тщательностью. Эффективное использование средств систем диагностики позволит повысить уровень безопасности на железнодорожном транспорте, позволит сократить выход из строя различного оборудования путем постоянной и качественной его диагностики. Если работника не будет беспокоить свое состояние здоровья, он в свое рабочее время, не будут отвлекаться на проблемы, связанные с ним а, следовательно, его работа станет продуктивней

Вывод по разделу семь

Был проведен анализ рабочего места машиниста. Рассмотрены факторы, которые оказывают наиболее сильное влияние на деятельность локомотивной бригады. По итогам были предложены меры, позволяющие предотвратить или ослабить влияние факторов, негативно влияющих на безопасность движения железнодорожного транспорта. Выдвинуты требования к машинистам по охране труда.

Вопрос обеспечения безопасности движения поездов является ключевым для ОАО «РЖД» и неразрывно связан с общими результатами, как работы, так и теми структурными преобразованиями, которые реализуются на железнодорожном транспорте. Поэтому, на всех структурных подразделениях ОАО «РЖД» должны обеспечиваться надлежащие рабочие условия персонала. Техническое обслуживание всех систем железнодорожной инфраструктуры должно поддерживаться в исправном состоянии.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В дипломном проекте разработана автоматизированная система автоведения локомотива ВЛ-10К.

Структуру дипломного проекта составляют три основных раздела, а так же подразделы, в которых описаны технические характеристики автоматизированной системы. Также приведён анализ эффективности применения системы при эксплуатации.

Внедрение систем автоведения электропоезда предполагает снижение расхода электроэнергии оборудованными составами в среднем на 5%. По предварительным оценкам, эксплуатация электропоездов с системами УСАВП на борту за год сэкономит электроэнергии на 237 миллионов рублей при действующих тарифах. Вместе с тем, помимо экономии электроэнергии, есть целый ряд косвенных преимуществ применения таких систем. Например, более точное выполнение графика движения по сравнению с ручным управлением увеличивает пропускную способность участка на 10-12%, число внеплановых торможений снизится на 10-15%.

Система позволяет быстро приблизить уровень управления поездом малоопытного машиниста к уровню квалифицированного специалиста и обучить его правильному выбору режимов ведения поезда. Таким образом, система выполняет функции тренажера для локомотивной бригады, снижая затраты на обучение. Наконец, главное - система позволяет повысить безопасность движения за счет освобождения машиниста от ряда рутинных операций поведению поезда.

Обеспечит способность выполнения системами автоведения всех требований безопасного вождения поездов.

Осуществит ограничение продольно-динамических усилий в составе до допустимого уровня, а также повышение устойчивости работы локомотива на тяжелых элементах профиля пути.

Повысит уровень бодрствования машиниста за счет постоянного контроля его состояния, активации внимания (в виде речевых сообщений и отображения информации на экране дисплея) на изменения сигналов светофоров, требующих повышенной бдительности и немедленных действий.

Так же в дипломном проекте представлены основные требования охраны труда для машинистов, занимающихся ведением электропоездов. И описаны пункты, которые способствуют ослаблению негативного влияния психофизиологических факторов.

Считаю, что дальнейшее развитие систем автоведения необходимо, так как электропоезда становятся более современными и, следовательно, нужно совершенствовать сами автоматизированные системы движения.

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Вояновски, Э.А. Испытания новых систем управления движением поездов в рамках проекта ERTMS / Э.А. Вояновски - Железные дороги мира, 1998, №12.

2 Головин, В.И. Микропроцессорные системы управления и обеспечения безопасности движения на тяговом подвижном составе / В.И. Головин - Екатеринбург: «Наука и транспорт», 2008. - 44-45с.

3 Зорин, В.И. Микропроцессорные локомотивные системы обеспечения безопасности движения поездов нового поколения / В.И. Зорин, Е.Е. Шухина, П. Гитов.

4 Ротанов, Н.А. Проектирование систем управления электроподвижным составом / Н.А. Ротанов, Д.Д. Захарченко, А.В. Плакс, В.И. Некрасов, Ю.М. Иньков - М.:Транспорт, 1986.

5 Орлов, Ю.А. Особенности разработки программно-алгоритмического обеспечения систем автоматического управления и автоведения для электропоездов нового поколения / Ю.А. Орлов, И.К. Юренко, К.И. Юренко // Вестник– 2009, №4 (134) Ч.1. – С. 207-210.

6 Юренко, К.И. Аппаратно-программный комплекс для моделирования и автоматизированного управления движением поезда / К.И. Юренко, Е.И. Фандеев. - Изв. вузов. Техн. науки. №2. 2012. – С.26-31.

7 Дорожный центр внедрения [Электронный ресурс]:Универсальная система автоматического ведения поезда.–http://dcv.ru/index.php?option=com_content&view=article&id=9&Itemid=14.

8 Отдел Маркетинга при поддержке сотрудников Конструкторских отделов и отдела Внедрения ООО «АВП Технология». Системы автоведения, регистрации параметров движения и работы тягового подвижного состава.– Обзорное пособие.– Москва, 2011.

9 Автоматизированные системы управления для железнодорожного транспорта [Электронный ресурс]: Системы автоведения подвижного состава. - <http://www.avpt.ru/sa>.

10 Классификация систем автоведения поездов [Электронный ресурс]. - <http://steep.radiushosting.ru/63/52782595.htm>.

11 Федеральный закон о железнодорожном транспорте в Российской Федерации от 10 января 2003 г. № 17

12 Инструкция по охране труда для локомотивных бригад моторвагонного подвижного состава ОАО "РЖД" ИОТ РЖД-4100612-ЦДМВ-10-2013 /утв. [распоряжением](#) ОАО "РЖД" от 5 декабря 2013 г. N 2678р.

13 Федоров, Е.В. Микропроцессорная система управления и диагностики локомотива [Электронный ресурс]. - <http://search.live.com/results/116114.html>.

14 Пособие машинисту по эксплуатации систем автоведения и рпда электропоездов [Электронный ресурс]. - <http://rostov-train.ucoz.ru/load/0-0-0-19-20><http://rostov-train.ucoz.ru/load/0-0-0-19-20>.

15 Микропроцессорная система управления и диагностики МПСУиД. САУТ

					130302.2017.517.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63