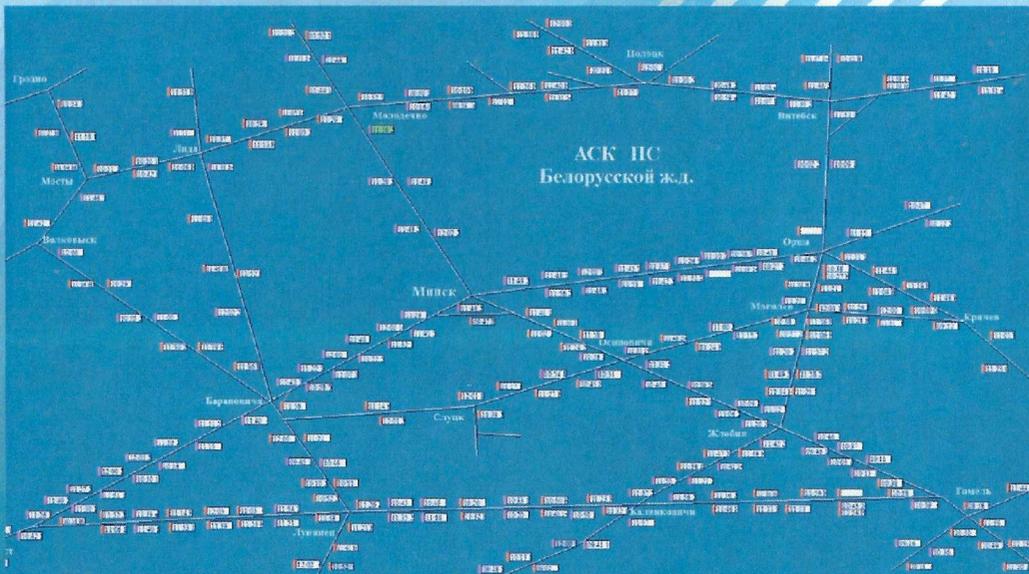


В. В. БУРЧЕНКОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА



МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА

Кафедра вагонов

В. В. БУРЧЕНКОВ

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь
в качестве учебного пособия для студентов учреждений высшего образования
по специальности «Подвижной состав железнодорожного транспорта»*

Гомель 2020

УДК 629.4.053(075.8)
ББК 39.22–04
Б91

Рецензенты: кафедра информационно-измерительной техники и технологий БНТУ (заведующий кафедрой *Р. И. Воробей*, доцент кафедры канд. техн. наук *К. В. Пантелеев*); первый зам. начальника службы сигнализации и связи *Г. М. Атрохов*, зам. начальника службы вагонного хозяйства *А. Н. Кальницкий*, зам. начальника службы локомотивного хозяйства Белорусской железной дороги *М. Ю. Ионов*

Бурченков, В. В.

Б91 Автоматизированные системы контроля подвижного состава : учеб. пособие / В. В. Бурченков ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2020. – 226 с.
ISBN 978-985-554-950-6

Рассмотрены принципы аппаратного построения информационно-измерительных систем для комплексного контроля технического состояния и диагностики подвижного состава на ходу поезда; вопросы теории измерения инфракрасного излучения буксовых узлов в поездах; комплексы технических средств КТСМ, системы передачи данных СПД и локальные компьютерные сети, а также ряд систем и устройств дистанционного мониторинга поездов.

Предназначено для студентов, обучающихся по специальности «Подвижной состав железнодорожного транспорта», будет полезно специалистам, связанным с эксплуатацией микропроцессорных систем для мониторинга технического состояния подвижного состава. Может быть востребовано аспирантами и магистрантами соответствующих специальностей.

УДК 629.4.053(075.8)
ББК 39.22–04

ISBN 978-985-554-950-6

© Бурченков В. В., 2020
© Оформление. БелГУТ, 2020

ВВЕДЕНИЕ

Задачи курса. Основными целями и задачами изучаемой дисциплины являются: знать устройство и работу диагностических и информационных систем для контроля подвижного состава; знать принципы построения узлов и деталей этих систем; уметь эксплуатировать системы контроля подвижного состава на станциях и перегонах, производить проектирование и анализ функционирования систем мониторинга подвижного состава; разрабатывать и осуществлять мероприятия по повышению надежности и эффективности систем диагностики; иметь представление о тенденциях развития современных диагностических комплексов и перспективах по внедрению их на Белорусской железной дороге и железных дорогах других стран.

Организация текущего содержания подвижного состава в условиях эксплуатации. В настоящее время на железнодорожном транспорте всё больше внимания уделяется обеспечению высокого уровня эксплуатационной надежности подвижного состава и безопасности движения поездов, что является важнейшим условием повышения эффективности и качества работы железнодорожного транспорта. Но в то же время непрерывно растет тенденция к наиболее рациональному использованию возможностей железнодорожного транспорта, что в свою очередь влечет за собой удлинение участков безостановочного следования поездов, увеличения скорости движения и нагрузки на ось. В связи с вышесказанным особое значение приобретает сбор информации о состоянии вагонных букс, а точнее о греющихся буксовых подшипниках, перегрев которых может привести к излому шейки оси колесной пары, возгоранию вагонов, грузов, напольных сооружений.

Это дало толчок к разработке и внедрению средств контроля подвижного состава, что на практике дало ощутимый технический и экономический эффект. Анализ известных разработок отечественных и зарубежных специалистов в области создания средств контроля подвижного состава показывает, что развитие данной техники и технологии происходит по двум основным направлениям.

К первому относятся технические средства, которые обеспечивают выявление неисправностей подвижного состава, непосредственно угрожающих безопасности движения поездов. Ко второму – средства контроля, которые позволяют оценить фактическое состояние элементов подвижного состава, прибывающего на пункты технического осмотра (ПТО) вагонов или в депо, а информация, полученная от этих приборов, является диагностической и используется в процессе технического обслуживания и ремонта.

При этом каждая система контроля должна передавать свою информацию в общий межсетевой интерфейс в едином формате сообщения. В этих условиях

отдельные системы контроля объединяются не базовой аппаратурой, а информационно, при соблюдении стандартного стыка и единого протокола сообщения. При выполнении этих условий комплекс устройств контроля открыт для расширения приборами любых разработчиков и изготовителей.

Комплексная автоматизация мониторинга технического состояния подвижного состава на ходу поезда. В едином информационном пространстве появляется возможность не только выявлять дефекты деталей и узлов подвижного состава, но и прогнозировать изменение их состояния во времени, на этой основе разрабатывать политику технического обслуживания и ремонта. Для этого в базе данных следует иметь информацию, например, об отдельных вагонах и их конструктивных элементах, накопленную при прохождении через несколько пунктов контроля.

Кроме того, при использовании единого информационного поля нет необходимости в контроле состояния подвижного состава в каждом пункте. Последнее условие имеет большое значение, т. к. для работы отдельных приборов, например для лазерных детекторов дефектов колес, необходимы особые условия эксплуатации. В качестве примеров можно привести: детекторы дефектов колес типа WILD (Канада), ДДК (ВНИИЖТ, РФ), систему измерения колес WIS (США), систему контроля профиля колеса диагностической системы ARGUS (Германия), где используются специально подготовленные измерительные рельсы и крытый павильон. Требование безусловного обеспечения безопасности движения поездов привело к тому, что наибольшее развитие получили системы контроля, входящие в первую группу и особенно это относится к детекторам перегретых букс [1].

Сравнительно недавно на железных дорогах ряда стран стали внедряться системы контроля параметров колесных пар подвижного состава в движении, работающие на принципе бесконтактного оптического измерения. Эти системы позволяют выявлять дефекты колеса задолго до того, как они могут стать причиной аварии. Ряд таких систем внедрен на железных дорогах Северной Америки, Западной Европы, Австралии, Беларуси. С их помощью можно измерять в динамике такие параметры колеса, как диаметр, высота и толщина гребня, ширина изнашиваемой части поверхности катания, толщина обода, нагрев буксового узла. При этом следует отметить, что не все известные системы позволяют измерять полный спектр параметров колеса.

Применение комплексных систем технической диагностики подвижного состава позволяет повысить безопасность движения за счет выработки рекомендаций об индивидуальных объемах ремонта каждой единицы подвижного состава с учетом действительного технического состояния. Экономический эффект от внедрения указанной системы можно получить на сетевом уровне за счет экономии затрат энергии и топлива на тяговое усилие локомотивов, а также в вагонных и локомотивных депо за счет снижения затрат на техническое обслуживание и повышения срока службы подвижного состава [2].

1 ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ И СИСТЕМЫ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

1.1 Методические основы технического контроля подвижного состава

Принцип организации планового ремонта предполагает периодическое поступление подвижного состава в депо или на ремонтный завод при достижении им заданных по времени или пробегу предельных значений, устанавливаемых на основе накопленного опыта и статистики отказов. Оптимизация предельных сроков осуществляется исходя из условий обеспечения работоспособности подвижного состава между двумя осмотрами или ремонтами и характеризуется тем, что непосредственно перед наступлением предельного износа данного узла выполняются планово-предупредительные работы. Этот принцип успешно применяется на подвижном составе, у которого преобладают несложные механические узлы и электромеханические коммутационные аппараты, состояние которых может быть определено при осмотре [3].

При использовании сложных деталей и узлов, содержащих электронные и микропроцессорные устройства, понятие их износа теряет смысл, а работоспособность невозможно определить визуально. Их фактическое техническое состояние можно определить только с помощью специальных средств контроля и диагностики. Прямое измерение параметров и определение состояния сложных механических и электронных систем во многих случаях затруднено. Поэтому применяют методы косвенного определения износа отдельных узлов и агрегатов с использованием бортовых и стационарных средств диагностики.

К устройствам автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда относятся стационарные системы обнаружения отдельных видов неисправностей подвижного состава, которые являются дополнительными средствами повышения безопасности движения поездов.

Поезда, в которых с помощью средств контроля обнаружены неисправные подвижные единицы, останавливаются на станции или на подходе к станции, где расположены эти средства контроля, для осмотра, устранения неисправностей или отцепки вагона (локомотива) [4–6].

Основными автоматизированными системами, отвечающими за контроль подвижного состава и обеспечение грузовых перевозок по железным

дорогам, является автоматизированная система контроля подвижного состава (АСК ПС) и автоматизированная система оперативного управления перевозками (АСОУП). Построение базы данных АСОУП, как интеграционной информационной среды всех систем перевозочного процесса, отличается от существующей системы функционирования разработок, связанных с перевозочным процессом тем, что если информация необходима для решения более чем одной задачи, она должна быть помещена в базу данных АСОУП. При таком построении нет необходимости различным системам стыковаться между собой и организовывать свои правила обмена. База данных АСОУП станет первичной базой данных по всем эксплуатационным показателям [6].

Первыми повсеместно установленными устройствами контроля технического состояния стали датчики нагрева букс, что необходимо для предотвращения сходов поездов, вызванных разрушением буксового узла или неисправностью тормозов.

Вторым по значимости является контроль нагрузок в системе колесо – рельс, необходимый для выявления дефектов колесных пар, несбалансированного размещения груза и перегруза вагонов.

Задачей устройств третьей группы является обнаружение возгораний, анализ загазованности тоннелей, контроль габаритов погрузки, а также наличие утечек химически активных веществ [7–10].

Для диагностики неисправностей, связанных с перегревом или разрушением подшипников, используют расположенные вдоль путей пункты дистанционного измерения температуры. Система контроля нагрева букс содержит следующие функциональные блоки:

- инфракрасные пирометрические датчики, расположенные на шпалах или рельсах;
- датчики прохода колес (счетчики осей);
- электронный анализатор, расположенный около путей;
- рабочее место диспетчера, на которое сводится информация от электронных анализаторов.

При приближении поезда датчик прохода колес активирует систему и приводит ее в состояние готовности для начала измерений. Когда колесо проследует луч пирометрического датчика и счетчик осей зафиксирует это, значение температуры левого и правого буксовых узлов, колес и тормозных дисков идентифицируется и записывается с указанием номера оси в составе поезда.

В зависимости от конструкции системы полученная информация может накапливаться или передаваться в центральный пункт. В зависимости от значений температуры система может выдавать тревожный сигнал разных типов, в соответствии с которыми диспетчер выполняет определенные инструкцией действия.

Структурная схема системы контроля нагрева буксового узла приведена на рисунке 1.1.

Общие принципы построения систем оптического контроля параметров колесных пар рассмотрим на примере, показанном на рисунке 1.2 [11]. Измерительные триангуляционные модули этой системы размещены в корпусах, расположенных с обеих сторон колеса 1 на платформах 2, находящихся ниже уровня головки рельса и прикрепленных к рельсам 3. Между платформой 2 и рельсом 3 размещен демпфер, поглощающий удары и вибрации, возникающие при прохождении состава. Корпуса снабжены окнами для ввода и вывода излучения.

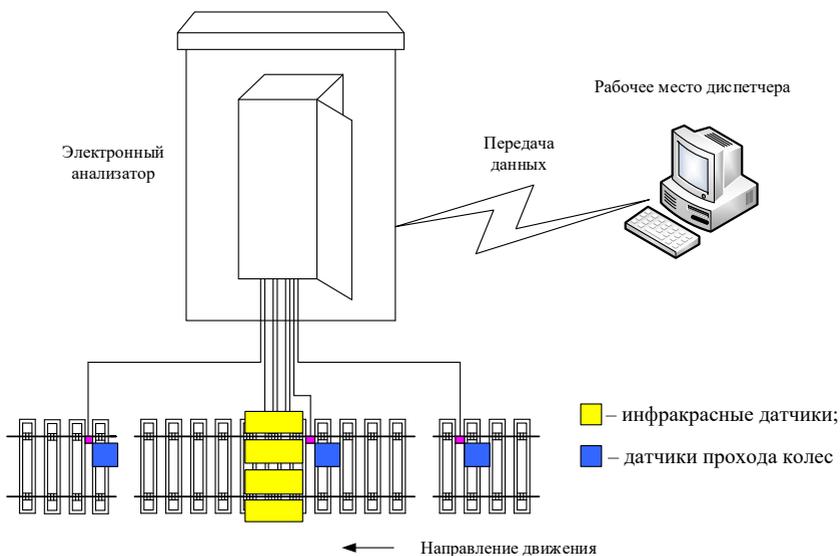


Рисунок 1.1 – Структурная схема системы контроля нагрева буксового узла

Каждый измерительный модуль включает источник зондирующего излучения (лазер) и фотоприемник, регистрирующий отраженное от поверхности колеса излучение. Для того чтобы лазерный луч попадал на рассматриваемую поверхность, лазер и фотоприемник располагают под определенными углами относительно друг друга.

Из рисунка 1.2 видно, что освещается внешняя поверхность колеса 1. Лазеры 4 и 5 проектируют совокупность лучей 6 и 7, освещающих часть колесного центра 8, внешнюю поверхность обода 9, поверхность катания 10 и гребень 11, причем лучи ориентированы таким образом, что центральный луч пересекает обод колеса в радиальном направлении, а линии 12 и 13 представляют граничные траектории лучей. Отраженные лучи регистрируются фотоприемниками 14 и 15. Начало измерительного цикла инициируется сигналами, поступающими с датчиков положения колеса, которые фиксируют его появление в зоне измерений.

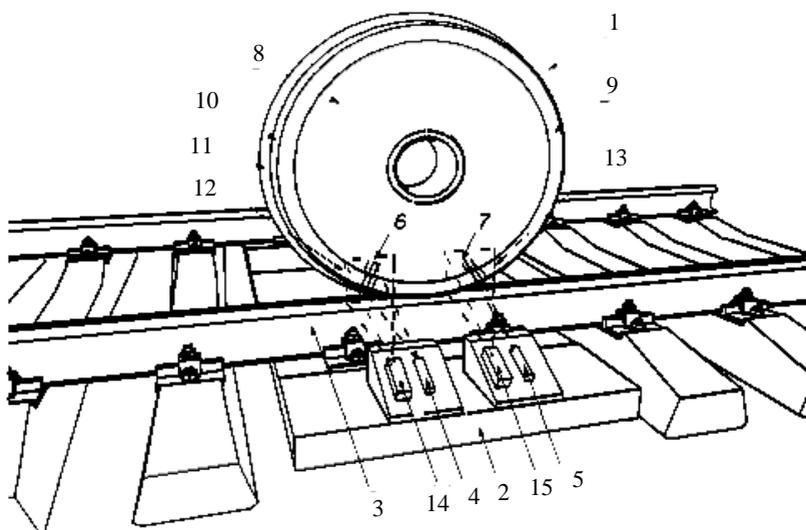


Рисунок 1.2 – Система для оптического контроля параметров колесных пар:
 1 – внешняя поверхность колеса; 2 – платформа; 3 – рельс; 4, 5 – лазеры; 6, 7 – совокупность лучей; 8 – часть колесного центра; 9 – внешняя поверхность обода; 10 – поверхность катания; 11 – гребень; 12, 13 – граничные траектории лучей; 14, 15 – фотоприемники

Сигналы с выходов фотоприемников поступают на специальное устройство, захватывающее кадр и преобразующее его в цифровую форму, и далее подаются в процессор, где производится окончательная обработка результатов и расчет требуемых параметров колеса.

1.2 Разработки ведущих железнодорожных компаний США и Западной Европы для контроля подвижного состава в движении

1.2.1 Сравнительные характеристики систем технического контроля параметров колесных пар

Рост объема перевозок, повышение скорости движения и тоннажа поездов заставляют обращать все большее внимание на оперативный контроль состояния ответственных частей подвижного состава. Решение этой задачи может быть достигнуто, в частности, путем создания ряда измерительных устройств, располагаемых на железнодорожном пути и вблизи него и способных выполнять измерения бесконтактным способом, непосредственно при движении поезда.

Системы дистанционного мониторинга являются важнейшими среди технических средств контроля состояния подвижного состава и инфраструктуры. Их

совершенствованию и развитию уделяется пристальное внимание со стороны разработчиков, производственных компаний и железных дорог во многих странах мира. Это дает возможность прогнозировать появление и дальнейшее развитие дефектов ходовой части и элементов инфраструктуры, а также последствия для перевозочного процесса и его технического обслуживания.

Оптический контроль параметров колесных пар. Сравнительно недавно на железных дорогах ряда стран стали внедряться системы контроля параметров колесных пар подвижного состава в движении, работающие на принципе бесконтактного оптического измерения. Эти системы позволяют выявлять дефекты колеса задолго до того, как они могут стать причиной аварии. С их помощью можно измерять в динамике такие параметры колеса, как диаметр, высота и толщина гребня, ширина изнашиваемой части поверхности катания, толщина обода [11].

В таблице 1.1 приведены технические характеристики ряда систем бесконтактного оптического контроля параметров колесных пар. Основными функциональными элементами данных систем, использующих триангуляционный принцип для измерения расстояний до соответствующих участков поверхности колеса, являются:

- источник излучения – лазерный диод, работающий, как правило, в видимом диапазоне длин волн (630–670 нм) и реже – в инфракрасном (ИК) диапазоне;

- фотоприемник, регистрирующий излучение, отраженное от поверхности колеса;

- средства обработки результатов измерения, необходимые для определения текущих параметров колеса и их сравнения с требуемыми значениями. Из таблицы видно, что максимальные значения скорости подвижного состава, при которых выполняются измерения, заявленные компаниями – производителями систем, не превышают 100 км/ч. Реально они еще ниже.

Таблица 1.1 – Технические характеристики систем бесконтактного оптического контроля параметров колесных пар

Система	Измеряемые параметры	Погрешность измерения, мм	Скорость, км/ч
Tread View (Великобритания)	Профиль колеса, высота и толщина гребня	±0,5	8
WPMS (Австралия)	Высота и толщина гребня, толщина обода, прокат на поверхности катания	±0,5	60
Wheel Spec (США)	Профиль колеса, высота и толщина гребня, диаметр колеса, толщина обода, прокат на поверхности катания, ползуны	Нет данных	100

Окончание таблицы 1.1

Система	Измеряемые параметры	Погрешность измерения, мм	Скорость, км/ч
WIS (США)	Профиль и диаметр колеса, высота и толщина гребня, толщина обода	$\pm 0,2$; для диаметра колеса $\pm 0,4$	80
Wheel Scan (США)	Высота и толщина гребня, толщина обода, ширина изнашиваемой части поверхности катания	$\pm 0,05$	30
Argus (ФРГ)	Профиль и диаметр колеса, ползуны, некруглости колес	$\pm 0,2$	12

В большинстве систем зондирующий луч лазера, расположенного ниже уровня рельса, проектируется под некоторым углом на боковую поверхность колеса.

Такая схема реализована в системах Tread View, WPMS, Wheel Spec, GeoTech и ряде других.

Достоинство таких систем – возможность проведения измерений при установленной скорости движения подвижного состава. Дальнейшее совершенствование этих систем связано с интеграцией их в унифицированные цифровые комплексы, объединенные в распределенные компьютерные сети, охватывающие полигоны одной или нескольких железных дорог.

1.2.2 Измерительная система параметров вагонов Argus

Принцип построения систем контроля параметров колесных пар, основанный на облучении поверхности катания колеса лазером, плоскость луча которого перпендикулярна этой поверхности, реализован в таких измерительных системах, как Argus (Hegen-scheidt-MFD, Германия) и EVA (Talго Group, Испания) [11]. Лазер в этом случае располагается ниже уровня головки рельса.

Локальные измерительные станции Argus позволяют непрерывно контролировать техническое состояние вагонов и фактическую нагрузку на путь. Система Argus обеспечивает высокую точность и достоверность измерений.

Процедура измерений не препятствует нормальному движению поездов, а транспортные средства не нуждаются в дополнительном оборудовании.

Возможны три уровня комплектации системы Argus: расположенный на пути детектор схода; средства автоматического контроля поездов с определением вертикальных сил и дефектов колес; комплекс измерений параметров, определяющих устойчивость вагона к сходу, вертикальных и поперечных сил, параметров виляния, шума.

Функции и возможности комплектации системы Argus приведены на рисунке 1.3.

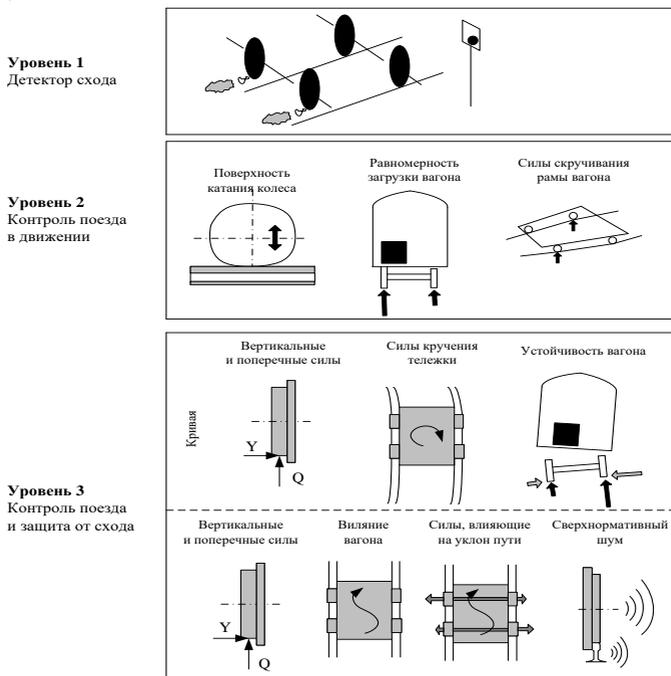


Рисунок 1.3 – Функции и возможности комплектации системы Argus

Система контроля габарита РАО создана для того, чтобы не допустить падение выступающих элементов груза в критические зоны за пределами габарита.

Основная цель внедрения ТССС – распознавание подвижного состава с опасными дефектами и принятие решения об исключении его из перевозочного процесса в подходящем месте.

1.2.3 Комплексная система контроля подвижного состава компании Thales

Французская компания Thales наладила поставку комплексных систем управления движением поездов и обеспечения безопасной эксплуатации подвижного состава. При этом Thales отвечает не только за системы сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) и интервального регулирования движения поездов, но и за системы связи. Она обеспечивает управление техническим оборудованием, включая напольную аппаратуру контроля технического состояния подвижного состава в движении. Эффективную

эксплуатацию железной дороги будет обеспечивать полностью интегрированный центр диспетчерского управления, в котором используются безопасный интерфейс пользователя HIS и системы управления перевозками TMS, автоматизации и информирования Aramis, а также технического обслуживания МСс [11].

Пункты контроля системы CheckPoint французской компании Thales предназначены для мониторинга состояния проходящих вагонов. Датчики четырех разных видов собирают индивидуальную информацию о каждом вагоне. Эта информация анализируется в концентраторах и через сеть передается в центр управления. Сигнал тревоги поступает непосредственно поезвному диспетчеру, а в критических ситуациях поезд останавливается автоматически [7, 8].

По нагрузке от колеса на путь вычисляется загрузка вагона, масса тары которого определяется по его типу, идентифицируемому автоматическим датчиком. Смещение груза определяется путем сравнения нагрузки от колес с двух сторон вагона.

Детектор схода и движения юзом DDED обнаруживает сошедший с рельсов вагон или колесную пару и осуществляет мониторинг состояния сцепных устройств и кузова на наличие перекоса. Температура буксовых узлов контролируется инфракрасными датчиками.

Все результаты измерений передаются из линейных пунктов контроля CheckPoint в центральный пункт этой системы, а оттуда по необходимости в диспетчерский центр железной дороги.

Конфигурация CheckPoint на магистрали NSR приведена на рисунке 1.4.



Рисунок 1.4 – Конфигурация CheckPoint на магистрали NSR

1.2.4 Автоматическая система контроля геометрических параметров колесных пар Sensorline

В Испании, Франции, Южной Кореи, Литве, Германии, Австрии, Индии для своевременного обнаружения подвижного состава с дефектами поверхности катания колеса используется система Sensorline.

Опыт использования системы на сети железных дорог показал, что ее внедрение позволило уменьшить затраты, связанные с износом подвижного состава и железнодорожного полотна, шум и вибрацию, повысить уровень комфорта при пассажирских перевозках. В системе используются встраиваемые датчики на основе волоконно-оптической технологии для измерения силы, передаваемой от колеса на рельсы. Внешний вид волоконно-оптического датчика системы Sensorline и схема его установки показаны на рисунке 1.5.

Толщина датчиков системы Sensorline позволяет устанавливать их вместо стандартной резиновой подкладки. При прохождении колеса над датчиком, увеличиваются силы реакции в системе «рельс – шпала», что вызывает деформацию датчика. Измеренные значения интерпретируются программным обеспечением в течение нескольких секунд, локализуя дефектные колеса, и передаются в базу данных [7].

Данные о дефектных колесах и их месте расположения в поезде передаются в пункт диспетчерского контроля по линии передачи данных. Длина измерительного участка системы Sensorline составляет от 4,2 до 7,8 м. Для повышения достоверности контроля в системе предусмотрена возможность увеличения длины участка. Колесо в процессе контроля совершает два и более оборота. Система способна работать на скоростях от 35 до 350 км/ч, однако минимальная погрешность измерения 3 % достигается при скорости движения состава до 60 км/ч.



Рисунок 1.5 – Внешний вид волоконно-оптического датчика системы Sensorline (а) и схема его установки (б)

1.2.5 Система контроля поверхности катания колес Multirail WheelScan

Диагностическая система Multirail WheelScan (Германия) используется для контроля поверхности катания колес железнодорожного подвижного состава. Системы данного типа установлены как на главные, так и на второстепенные пути.

В процессе эксплуатации установлено, что высокая экономическая эффективность напольных диагностических систем достигается на путях со значительным грузопотоком. Внешний вид диагностического оборудования системы Multirail WheelScan приведен на рисунке 1.6.



Рисунок 1.6 – Внешний вид диагностического оборудования системы Multirail WheelScan

Система Multirail WheelScan позволяет во время движения поезда проводить диагностику колесных пар, а также идентифицировать подвижной состав, который из-за сверхнормативной загрузки или динамических сил способен нанести повреждения инфраструктуре железнодорожных линий [9, 10].

При движении состава по диагностическому участку система определяет отклонения профиля колеса от окружности, динамические силы по колесам, тележкам, вагонам. В программном обеспечении предусмотрены функции определения номера вагона, сохранения всех результатов диагностики в память компьютера, распечатки диагностических данных, их визуализации в специализированной подпрограмме.

Система проводит контроль нагрузки от вагонов, осей и колес, а также идентифицирует нагрузку в вагоне справа – слева и спереди – сзади. После прохода поезда все данные передаются непосредственно в систему управления движением. Система позволяет подключать внешние диагностические комплексы для идентификации вагонов.

Система Multirail WheelScan применяется для автоматизации контроля железнодорожного подвижного состава, динамических сил и их распределения на основе измерения сил реакции шпал, тензодатчиков и вибродатчиков.

Особенностью системы является использование специализированных весоизмерительных шпал, устанавливаемых вместо стандартных, на диагностическом участке пути. Измерительная технология Multirail WheelScan позволяет регистрировать нагрузки, которые действуют между рельсом и колесом. На основании этого определяются дефекты, критические для подвижного состава и верхнего строения пути. Определение веса вагона и его распределение между осями позволяет проводить мониторинг работы грузоотправителей.

Опыт использования системы Multirail WheelScan показал, что ее применение позволяет обнаруживать вагоны, которые могут привести к повреждению железнодорожного пути вследствие перегрузки или из-за сверхнормативных динамических сил, вызванных дефектами поверхности катания.

1.2.6 Система обнаружения дефектов колесной пары WILD

В США разработана диагностическая система Wheel Impact Load Detector (WILD). Внешний вид измерительного оборудования системы WILD представлен на рисунке 1.7. Измерительный участок общей длиной 16 м монтируется непосредственно на пути над 25 шпалами. Конструктивно он состоит из трех измерительных зон: центральной и двух боковых. Расстояние между зонами ограничивается тремя шпалами, протяженность боковых зон составляет шесть, а центральной зоны – семь шпал. На шейку рельса в проекции между шпалами устанавливается восемь тензорезисторов, которые затем соединяются в мостовую схему. Тензорезисторы расположены на рельсе таким образом, чтобы выходной сигнал был пропорционален вертикальной силе, передаваемой от колеса на рельс. Усиленный и оцифрованный сигнал с выхода мостовой схемы передается в центральный процессор системы.

При проходе поезда через измерительную зону система регистрирует сигналы, и в случае превышения заданного порогового уровня, направляется сообщение в центр управления движением [8]. Лабораторные и полевые испытания данной системы показали минимальную чувствительность к боковым воздействиям колеса на рельс. Выходной сигнал от колеса, не обладающего дефектами поверхности катания и совершающего оборот в зоне установки тензорезисторов, имеет трапециевидную форму с достаточно однородной чувствительностью. На выходной сигнал оказывает влияние скорость движения, частотная характеристика системы «колесо-рельс-подрельсовое основание», которая зависит от приведенной массы рельса и динамической жесткости пути.



Рисунок 1.7 – Внешний вид измерительного участка системы WILD

Амплитуда выходного сигнала функционально связана с изменением массы состава, вызванным неровностями колеса и рельса, а также динамикой вагона. Зона чувствительности одной группы тензодатчиков составляет 20 см.

Система WILD работает в диапазоне скоростей от 40 до 300 км/ч с разрешающей способностью при измерении вертикальных сил, равной 40 Н. При эксплуатации системы на железных дорогах выяснилось, что длинные неровности на колесах на высоких скоростях являются причиной наибольшего динамического воздействия. Данные дефекты практически не выявляются при визуальном осмотре.

1.3 Контроль технического состояния подвижного состава на российских железных дорогах

1.3.1 Автоматизированный диагностический комплекс для контроля колесных пар вагонов Комплекс-2

Система Комплекс предназначена для измерения геометрических параметров поверхности катания, выявления износа и дефектов цельнокатаных колес на ходу поезда, регистрации неисправностей колесных пар и оперативной передачи полученной информации на ближайший ПТО. Система сертифицирована для работы в диапазоне скоростей от 5 до 60 км/ч при температуре от -50 до $+50$ °С.

В основу технического решения по контролю геометрических параметров колесной пары положен принцип бесконтактного сканирования колес, показанный на рисунке 1.8, с использованием набора активных измерительных датчиков триангуляционного типа. Каждое из колес параллельно и независимо сканируется двумя измерительными датчиками (внутренним и наружным).

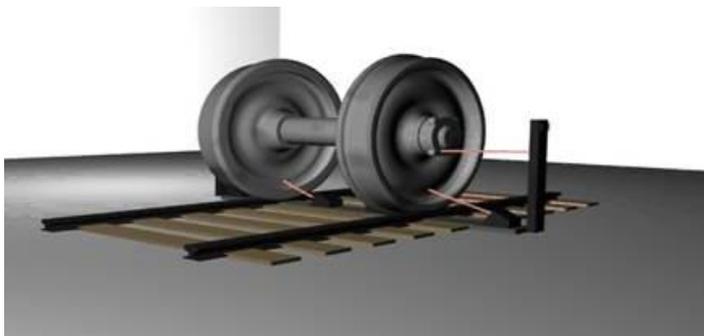


Рисунок 1.8 – Принцип бесконтактного сканирования

Последующая совместная обработка результатов измерений позволяет определить профиль поверхности катания в системе отсчета колеса и рассчитать значения требуемых геометрических параметров. Методика вычисления контролируемых параметров на основе известного профиля в основном повторяет подходы, заложенные в контактных измерителях аналогичных параметров [14].

В качестве измерительных датчиков использованы триангуляционные лазерные дальномеры, приведенные на рисунке 1.9 собственной разработки (модель Лабракон Ò ЛДП 170/410) с погрешностью менее 150 мкм, что обеспечивает общую погрешность измерений системы, не превышающую 0,5 мм.

Отказ от применения скоростных камер, использование оригинальных помехозащитных алгоритмов позволило обеспечить работу системы в зимний период в условиях снежной метели. В отсутствии снежных помех система способна сохранять работоспособность и заявленные характеристики и при более высоких скоростях (до 100–120 км/ч).

На поверхности колеса, движущегося по рельсам, фокусируется излучение лазерного диода измерительного датчика. Рассеянное излучение собирается апертурой приемного объектива, который строит изображение освещенного участка поверхности на позиционно-чувствительном фотоприемнике. Сигнал

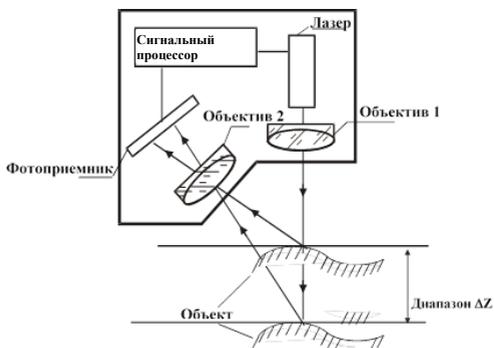


Рисунок 1.9 – Принцип работы оптического триангуляционного датчика Лабракон Ò ЛДП 170/410

от позиционно-чувствительного приемника фиксируется и обрабатывается промышленным компьютером.

Созданные датчики имеют двухканальный аналоговый выход (от 0 до 10 В), сигналы с которых поступают на входы платы многоканального параллельного АЦП модуля сбора данных. Аналоговые сигналы первого и второго каналов преобразуются в цифровой код. Затем вычисляется отношение разности сигналов с двух каналов АЦП к их сумме и по калибровочной таблице определяется координата контролируемой поверхности. Эта координата (поверхности колеса в системе отсчета датчика) используется далее для построения профиля колеса и расчета его геометрических параметров.

Датчики устанавливаются в закрепленные на жесткой раме термостабилизированные корпуса. Корпус имеет шторки для защиты оптических каналов, которые используются также при самотестировании датчиков. Внутри корпуса поддерживается постоянная температура $50 \pm 0,2$ °С.

Разработанные датчики успешно прошли полный цикл государственных испытаний для целей утверждения типа средства измерения и внесены в Государственный реестр средств измерений. Собственная погрешность датчиков при диапазоне измерения DZ более 250 мм не превосходит 0,15 мм. Быстродействие датчика достигает 500 000 измерений в секунду.

1.3.2 Дистанционная акустическая система для контроля подвижного состава

Для решения задач по выполнению требований к повышению безопасности движения поездов, с одновременным сокращением эксплуатационных затрат, необходимо применение эффективных цифровых систем диагностирования и мониторинга технического состояния подвижного состава на основе новейших технологий.

В настоящее время целый ряд развитых железных дорог уделяет повышенное внимание технологиям мониторинга, основанным на распределенных виртуальных акустических датчиках в оптоволокне [15, 16]. В волоконно-оптический кабель передаются световые импульсы высокой частоты с последующей оценкой отраженного сигнала (рисунок 1.10).



Рисунок 1.10 – Принцип действия технологии DAS: звуковые колебания и вибрации влекут за собой изменение интенсивности сигнала обратного рассеяния

На длину отраженной волны λB оказывает влияние любая вариация физических или механических параметров брегговской решетки (рисунок 1.11) [17].



Рисунок 1.11 – Технические конструктивы волоконно-оптического кабеля

Суть явления выражает равенство (1.1), где первое слагаемое в правой части показывает влияние растяжения на λB , а вторая часть – влияние температуры на λB

$$\Delta\lambda B = \lambda B(1 - \rho\alpha)\Delta\varepsilon + \lambda B(\alpha + \xi)\Delta T, \quad (1.1)$$

где $\Delta\lambda B$ – изменение длины волны Брэгга;

$\rho\alpha$, α и ξ – коэффициенты фотоупругости, термического расширения и термооптический коэффициент волокна соответственно;

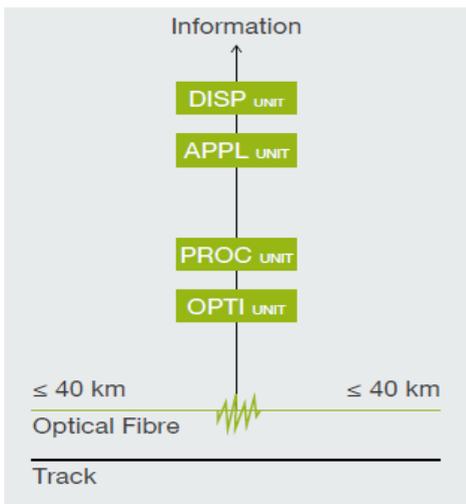
$\Delta\varepsilon$ – изменение натяжения;

ΔT – изменение температуры.

Для обычных решеток, наблюдаемых в кварцевом волокне при $\lambda B \approx 1550$ нм, чувствительность к растяжению и температуре составляет приблизительно 1,2 пм/мкε и 10 пм/°C соответственно. Оба члена уравнения (1.1) независимы. Это значит, что волоконные решетки Брэгга можно использовать для измерения температуры, изолировав волокно от растяжения. Следовательно, зная температуру, можно проводить термокомпенсированные измерения растяжения, за это обычно отвечает вторая изолированная решетка Брэгга.

Помимо температуры и растяжения, волоконные решетки Брэгга можно использовать для измерений других физических величин, таких как давление, ускорение, смещение и т. п., встроив брэгговские решетки в датчик. Применение технических решений на основе волоконной брэгговской решетки FBG (Fibre Bragg Grating) подтвердило принципиальную пригодность оптоволоконных технологий для мониторинга технического состояния подвижного состава [17]. Технология FBG предусматривает формирование в оптоволокне посредством лазерного источника сигналов периодической структуры, обладающей свойствами отражателя для импульсов определенной длины волны.

Принцип распределенного акустического зондирования DAS (Distributed Acoustic Sensing) основан на выявлении изменений в отражениях световых сигналов, посылаемых в кабель лазером. Эти изменения обусловлены воздействием на кабель внешних акустических сигналов низкой частоты. Когерентные световые импульсы заданной частоты посылаются лазером в одномодовое волокно и частично отражаются под действием естественных внешних факторов. При этом волокно преобразуется, фактически, в набор виртуальных микрофонов размещенных в кабеле. Интенсивность отраженного сигнала зависит от времени, прошедшего с момента отправки импульса, что позволяет сделать выводы о физических изменениях в определенных участках оптического волокна. Эти изменения могут быть обусловлены корпусным шумом и вибрациями



вблизи волоконно-оптического кабеля. Специально разработанные алгоритмы позволяют классифицировать причины изменений, основываясь на выделении обратного рассеяния из отраженного сигнала. Благодаря этому измеряемые сигналы могут быть преобразованы в полезную информацию [15].

На основе технологии DAS фирмой Frauscher Sensortechnik GmbH (AUSTRIA) разработана система акустического зондирования FAS (Frauscher Acoustic Sensing) (рисунок 1.12). Структурная схема FAS состоит из: оптоволоконного кабеля (Optical Fibre), уложенного вдоль пути (Track); оптического блока (OPTI unit), посылающего

лазерные импульсы в оптоволокно и измеряющего интенсивность обратного рассеяния; блока обработки (PROC unit), преобразующего сигналы в спектры мощности и классифицирующего зарегистрированные события; прикладного блока (APPL unit), определяющего координаты места события и передающего информационные пакеты в пользовательский интерфейс для отображения информации на мониторе (DISP unit).

Посредством технологии DAS любое одномодовое волокно преобразуется в серию последовательно расположенных виртуальных микрофонов. Для этого необходимо выполнить минимальные технические мероприятия по концам оптического волокна. Поскольку вдоль железнодорожных линий зачастую уже проложены волоконно-оптические кабели, появляется воз-

системы
FAS

возможность непрерывного слежения за движением поездов, мониторинга пути и технического состояния подвижного состава.

В режиме мониторинга технического состояния подвижного состава осуществляется непрерывный контроль излома оси колесной пары, осевой шейки или колеса, контроль дефектов поверхности катания колес подвижного состава, фиксация изломов боковой рамы вагонной тележки. Например, на рисунке 1.13 приведено изображение ползуна на поверхности катания колеса. Система FAS позволяет измерять скорость движения поезда и осуществлять взвешивание вагонов на ходу поезда.



Рисунок 1.13 – Изображение ползуна на поверхности катания колеса (выделено красным цветом и стрелкой)

Следует отметить, что система FAS позволяет осуществлять как мониторинг технического состояния подвижного состава, так и контроль состояния компонентов пути – рельсов, рельсовых скреплений, балластных подушек.

Имеется опыт применения системы для контроля в целом железнодорожных путей и области вокруг них. Это относится и к изломам рельсов, которые представляют один из основных рисков для аварий на железнодорожном пути [18]. Так на рисунке 1.14 приведено изображение лопнувшего рельса из-за воздействия ползуна.



Рисунок 1.14 – Фиксация излома рельса под воздействием ползуна

Определение порядкового номера вагона с дефектной колесной парой и номера оси в вагоне возможно при использовании отметчиков прохода колес (датчиков колес подвижного состава) [3]. В отличие от рельсовых цепей, непосредственно устанавливающих свободу или занятость участка пути, система счета осей конкретизирует сведения о контролируемом подвижном составе. Использование счетчиков импульсов, функционирующих по специальным алгоритмам, дает возможность осуществлять счет физических вагонов независимо от числа осей в них, а также фиксировать отдельные оси в вагоне.

Среди других назначений отмечено использование FAS в разных системах контроля и управления на железнодорожном транспорте [18,19].

Система регистрации прохода колес, построенная на счетчиках импульсов, позволяет однозначно фиксировать дефектные оси. На рисунке 1.15 приведен пример фиксации дефектной оси в конкретном вагоне с одновременным определением нахождения поезда. Совместное действие системы FAS, регистрирующей расположение поезда на конкретном пути и системы регистрации прохода колес реализуют выполнение необходимых условий обеспечения безопасности движения поездов.

Алгоритмы, разработанные на основе специальных аналого-цифровых преобразователей и схемах цифровой фильтрации, позволяют классифицировать выявляемые дефекты в контролируемом подвижном составе [19]. Благодаря объединению и совмещению данных из системы FAS и системы счета осей в поезде, реализуется возможность конкретной локализации вагонной оси с дефектом на поверхности катания колеса.

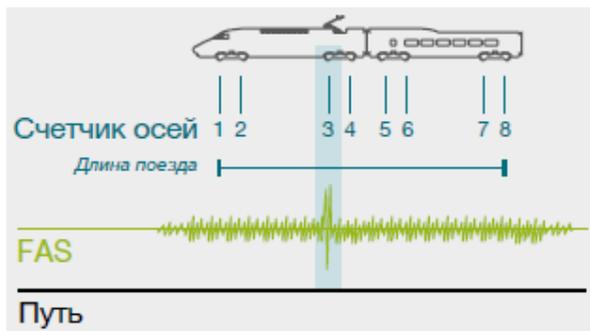


Рисунок 1.15 – Пример совместной работы систем регистрации прохода осей и FAS

Система пользовательского интерфейса отображает в удобном виде как данные, полученные непосредственно от системы FAS, так и информацию, сформированную при помощи комбинированных технических решений, включающей дополнительно счетчики осей и систему регистрации прохода колес подвижного состава. В ней, обнаруженные с помощью FAS и

комбинированного технического решения, события классифицируются, и полученная информация предоставляется в наглядном виде.

На опытном участке железной дороги Дубравы – Молодечно – Сморгонь Белорусской железной дороги оптоволоконный кабель уложен в землю, в качестве акустического датчика используется свободный световод кабеля. Система сконфигурирована для удаленного доступа, что позволяет существенно интенсифицировать пусконаладочные работы, в том числе для модификации программных продуктов.

Постовое оборудование системы FTS установлено на станции Молодечно в дистанции сигнализации и связи, а три автоматизированных рабочих места АРМа установлены, соответственно, в Молодечненской дистанции пути, Доме связи станции Молодечно и Конструкторско-техническом центре КТЦ Белорусской железной дороги.

Пространственное разрешение чувствительных элементов оптического волокна может быть равным приблизительно 10 м, которое при непрерывной длине волокна порядка 40 км обеспечивает примерно 4000 независимых акустических каналов, размещенных вдоль 40 км железнодорожной линии. Это может обеспечить фактически непрерывный мониторинг всего 40-километрового участка пути. На экспериментальном участке установлено два комплекта FAS, совмещенных в единую систему. Это позволило обеспечить непрерывный мониторинг 80 км железнодорожной линии.

При настроечных регулировках осуществлялась имитация отражающих дефектных событий с определением координат. На рисунке 1.16 представлена рефлектограмма с отметками отражающих событий на 3-м и 6-м километрах участка. Амплитуда сигналов составила – 3 дБ. На конце волокна (20 км) зафиксировано мощное отражающее событие помехи с амплитудой – 8 дБ. Для предотвращения этого влияния и согласования параметров на конце волокна устанавливается специальный терминальный блок (терминатор на рисунке 1.16) – attenuation Frauscher [18].

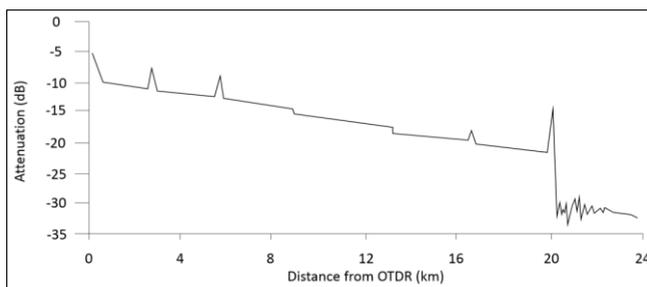


Рисунок 1.16 – Рефлектограмма для настройки системы FAS

После подключения терминального блока рефлектограмма приобретает вид (рисунок 1.17), подтверждающий готовность системы FAS к проведению измерений.



Рисунок 1.17 – Рефлектограмма системы FAS после регулировки

В процессе испытаний регистрируется контроль местоположения поездов с измерением скорости и направления движения, а также длины подвижного состава. После аналого-цифрового преобразования и цифровой фильтрации результаты контроля отображаются на главном мониторе системы.

На рисунке 1.18 приведено информационное окно системы DAS с сообщением о выявленном дефекте в контролируемом поезде на 51-м километре железнодорожной линии (показано красной точкой), а также о местонахождении поезда на 35-м километре (показано зеленой полосой). Указана фактическая скорость движения поезда и время фиксации результатов контроля.

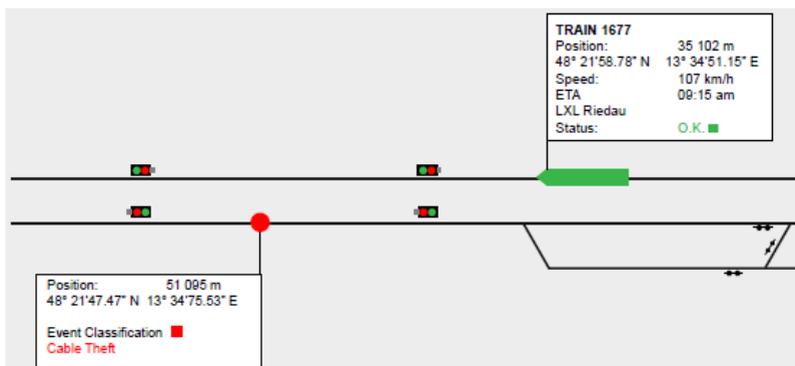


Рисунок 1.18 – Информационное окно системы DAS с указанием дефекта в проконтролированном поезде

Испытания подтвердили возможность обнаружения дефектов колес и рельсов. На рисунке 1.19 приведен скриншот сигнала акустического изображения ползуна на поверхности катания колеса при движении груженого

вагона. Из анализа изображения можно сделать вывод о зависимости сигнала от скорости движения поезда. Характерный фрагмент изображения сигнала при движении поезда с увеличенной скоростью расположен в правой верхней части рисунка 1.19.

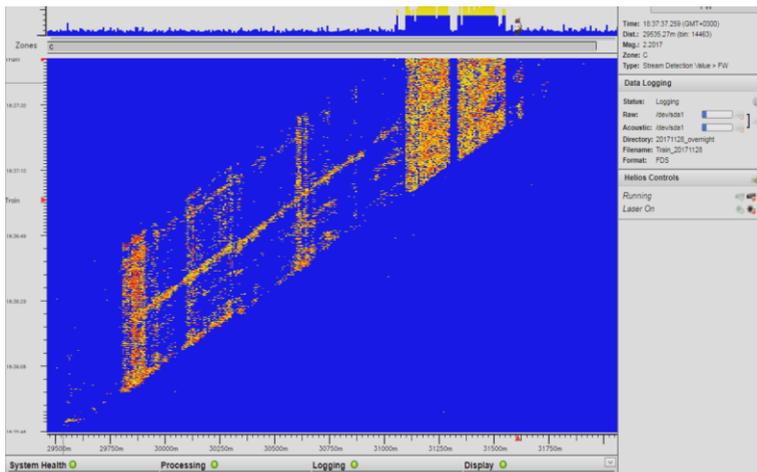


Рисунок 1.19 – Скриншот сигнала акустического изображения ползуна на поверхности катания колеса при движении груженого вагона

Амплитуда сигнала будет зависеть и от массы вагона. На рисунке 1.20 приведен скриншот сигнала акустического изображения движения порожнего вагона с ползуном.

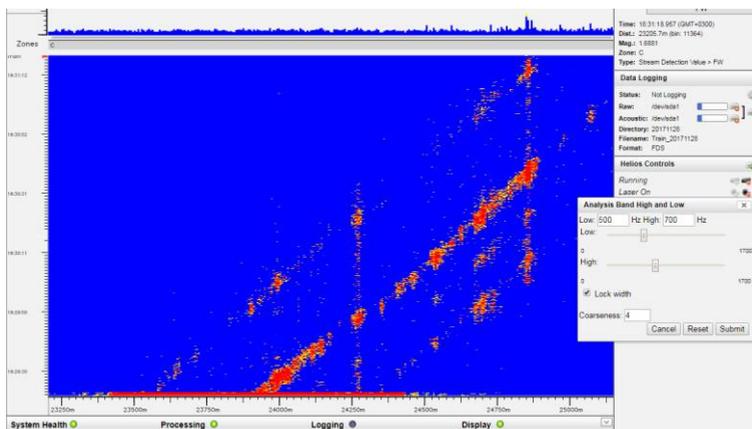


Рисунок 1.20 – Скриншот сигнала акустического изображения ползуна на поверхности катания колеса при движении порожнего вагона

При использовании опции GPS указываются географические координаты местоположения поезда.

Интегрированная обработка результатов измерений при движении поезда позволяет определять величины ползунов с погрешностью до 0,2 мм.

Характерной особенностью этих измерений является повышение точности по мере движения поезда. Распределение цифровых показателей дефектов колес в виде ползунов по классам неисправностей состоит из трех групп: разрешена эксплуатация вагона при величине ползуна от 0 до 0,5 мм; условно допустимая эксплуатация вагона с остановкой на ближайшей станции – при величине ползуна от 0,5 до 1,0 мм; немедленное исключение вагона из эксплуатации – при величине ползуна более 1,0 мм.

Эти показатели результатов измерений превышают аналогичные, установленные для аппаратуры комплекса технических средств КТСМ-К.

Результаты полученной и обработанной информации служат основой планирования и реализации мероприятий для устранения выявленных дефектов в проконтролированных поездах.

Это открывает широкие перспективы для роста эффективности контроля технического состояния подвижного состава и инфраструктуры железнодорожных линий. Актуально получение и использование информации о местоположении поезда, направлении и скорости движения поезда, количестве выявленных дефектных осей, ползунах, изломах рельсов и боковых рам вагонных тележек, сходе подвижного состава и другой диагностике. Последние два дефекта представляют основной риск аварий на железнодорожном пути. Следует отметить и регистрацию электрических разрядов на пантографах электровозов и воздушных высоковольтных линиях вследствие перенапряжения.

1.3.3 Системы автоматической идентификации инвентарных номеров подвижного состава

Системы автоматической идентификации подвижного состава (САИПС) обеспечивают оперативное получение данных о номерах и местонахождении локомотивов (САИПС-Т) и вагонов (САИПС-В) в любой момент времени при помощи датчиков, закрепленных на кузове. Съем информации осуществляется при проследовании стационарных считывающих устройств, установленных по маршруту следования поезда, а также на контрольных пунктах локомотивных депо и в стрелочных горловинах станций. Это позволяет в реальном масштабе времени определять не только местонахождение составов, но и их состояние (например, в каком пункте прицеплен или отцеплен конкретный вагон, и т. д.).

Полученная оперативная информация используется при решении задач (планирование работы тягового подвижного состава (ТПС), выполнение графика технического обслуживания (ТО) и технического ремонта (ТР),

контроль времени нахождения ТПС в депо, проведение анализа участковой скорости, контроль времени прохождения поезда по участку).

С помощью системы САИПС может быть получена следующая информация [20; 21]:

- данные о местонахождении локомотивов, вагонов, крупнотоннажных (более 20 т) грузовых контейнеров;
- идентификационные данные о принадлежности и параметрах подвижных средств (ПС);
- данные о весе груза на автомобиле;
- данные об эксплуатации автомобилей (об объемах перевозки, пробеге, ремонтах);
- производственные отчеты о перевозках, включая данные о работе отдельного транспортного средства.

Потребитель получает информацию в виде файлов накопления данных автоматизированной системы управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ), описательного символа на экране дисплея компьютера или бумажной ленты печатающего устройства.

Считанная информация с напольных считывающих устройств (НСУ) попадает в автоматизированное рабочее место дежурного по депо (АРМ ТЧД) и АРМ технической конторы станции. В АРМ ТЧД автоматически формируется сообщение для отправки информации в информационно вычислительный центр (ИВЦ) Управления дороги (рисунок 1.21). В пунктах технического обслуживания локомотивов (ПТОЛ) информация идет в АРМ мастера ПТОЛ, затем передается в локомотивное депо на АРМ ТЧД, далее аналогично выше описанному информация поступает в ИВЦ.

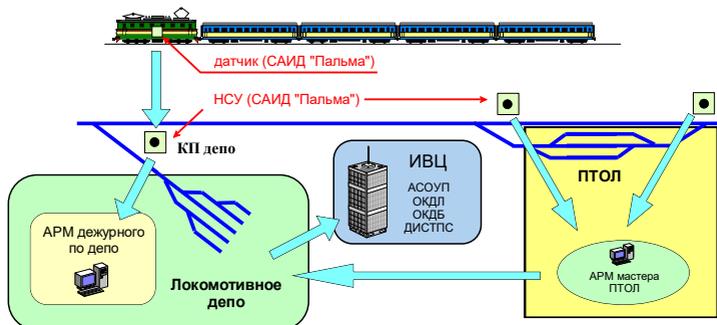


Рисунок 1.21 – Информационные потоки в предлагаемой технологии использования системы автоматической идентификации

Предлагаемая технология обоснована обеспечением полного контроля локомотивными депо дислокации своего тягового подвижного состава ТПС для надежного управления техническим обслуживанием локомотивов.

Принцип работы основан на использовании радиосигналов сверхвысокой частоты (СВЧ) для идентификации ПС, что обеспечивает надежное функционирование аппаратуры в экстремальных условиях применения на транспорте (пыль, песок, сажа, нефть, мазут, снег, лед, дождь), там, где другие методы считывания (оптические, магнитные) не позволяют обеспечить высокую достоверность считывания.

Отличительными особенностями системы САИПС являются:

- большое расстояние считывания;
- высокая скорость движения транспортных средств (до 140 км/ч и более);
- высокая надежность.

Система удовлетворяет требованиям международного стандарта ISO 10374, 1991 (E): Freight Containers-Automatic Identification, что позволяет считывать информацию с оснащенных датчиками контейнеров иностранных владельцев, а также идентифицировать отечественные контейнеры на зарубежных трассах.

Система основана на применении постоянных кодов идентификации по каждому транспортному средству, которые считываются облучающе-считывающей аппаратурой (ОСА), расположенной вдоль трассы следования. Аппаратура ОСА излучает радиосигнал, опрашивая кодоносители (кодовые бортовые датчики – (КБД), устанавливаемые на транспортном средстве). Станция идентификации декодирует информацию, извлекаемую из отраженного датчиком радиосигнала. Информация передается в Автоматизированную систему управления (АСУ) транспортной магистрали с одновременной фиксацией времени прохождения транспортного средства.

За время прохождения ПС в зоне действия станции идентификации происходит многократное считывание информации. В связи с этим, а также с применением помехозащищенного кодирования, вероятность передачи неопознанной информации практически равна нулю (не более 1 необнаруженной ошибки считывания кода датчика на 1 млн эпизодов считывания).

Информационная емкость датчика позволяет осуществлять запись номера транспортного средства, индекс и код владельца, а также дополнительную информацию, характеризующую технические и эксплуатационные характеристики транспортного средства.

Система автоматической идентификации подвижного состава железнодорожного транспорта САИПС состоит из наземной облучающей и считывающей аппаратуры ОСА, кодовых бортовых датчиков КБД и устройств, программирующих бортовые датчики (программаторов). Программаторы системы используются на этапе кодирования КБД.

КБД размещаются на боковых стенках вагонов и локомотивов, подлежащих идентификации, а ОСА устанавливается в местах регистрации прохождения маркированных объектов.

САИПС, в результате полного ее внедрения, обеспечивает получение значительного эффекта при решении всего комплекса задач железнодорожных перевозок. В первую очередь это:

- повышение коэффициента использования транспортного состава и, следовательно, оборота транспортных средств и скорости;
- совершенствование управления техобслуживанием;
- сокращение опозданий и порожних пробегов;
- сокращение складов и обслуживающего персонала;
- оптимизация трасс перевозки;
- повышение безопасности движения и сохранности грузов;
- автоматизированное составление отчетов, включая ввод сопровождающей документации передачи контейнеров в компьютерные сети АСУ железнодорожного транспорта.

1.3.4 Приборы акустического контроля ПАК

Приборы акустического контроля (ПАК) предназначены для акустического контроля технического состояния буксовых узлов колёсных пар подвижного состава, определения дефектов буксовых узлов по звуковым сигналам, полученным при прохождении железнодорожного состава (рисунок 1.22).

Система обеспечивает непрерывный процесс измерений, регистрации информации и оперативной диагностики в процессе прохождения состава по измерительному участку [22, 23].



Рисунок 1.22 – Пост акустического контроля выявления дефектов на ходу поезда

В состав системы ПАК входят:

- напольное оборудование, включающее измерительные микрофоны с предусилителями, размещаемые в антивандальных корпусах (измерительных боксах), которые установлены вблизи железнодорожного полотна и датчики счета осей;

- постовое оборудование, расположенное в аппаратном помещении, включающее в свой состав согласующую аппаратуру, систему сбора и обработки акустической информации, управляющий компьютер;
- программное обеспечение, обеспечивающее работу системы и передачу данных через систему передачи данных (СПД);
- оборудование поста оператора на ПТО, включающее в свой состав компьютер, подключенный к СПД.

Система ПАК обеспечивает:

- автоматическое обнаружение дефектов подшипников буксовых узлов вагонов, включая дефекты роликов, сепаратора, внутреннего и наружного колец;
- определение порядкового номера вагона с головы поезда, порядкового номера колёсной пары в вагоне и стороны вагона, в котором обнаружен дефект;
- определение регистрационного номера вагона на основании данных, полученных от системы АСОУП;
- отображение на компьютере оператора ПТО информации о составах, прошедших через ПАК, и обнаруженных дефектах.

Система ПАК обеспечивает контроль параметров акустического сигнала подшипника буксового узла, характеризующего величину и наличие дефекта элементов подшипника, выделение по определенным критериям сигнала информации в случаях, когда величина дефекта превышает заданное пороговое значение. При обнаружении системой ПАК неисправного буксового узла сигнал об этом передается на компьютер оператора ПАК на ПТО. При этом, на компьютере оператора ПАК отображаются тревоги диагностического уровня «Тревога 0», предаварийного уровня «Тревога 1» (не требующие остановки состава), аварийного уровня «Тревога 2» (требующие остановки состава для последующей отцепки подвижной единицы (ПЕ) с обнаруженным дефектом).

Системы ПАК по каналам СПД передают результаты измерений и обнаружения дефектов в центральную базу данных. После обработки поступившей в центральную базу данных информации возможна выработка дополнительного сигнала тревоги, при прогрессирующем развитии дефектов подвижного состава в процессе движения поезда между системами ПАК.

Требования к размещению:

1 Системы ПАК должны устанавливаться на грузонапряженных участках перед станциями на расстоянии не более 30 км от ПТО с интервалом в пределах 300–500 км.

2 Напольное оборудование должно размещаться в местах, не подверженных снежным заносам, скоплению талых и ливневых вод, на устойчивом полотне, балластный слой которого не подвержен пучению и разжижению, на прямых участках пути и не менее 500 м по ходу движения поездов от кривых радиусом менее 1200 м. Напольное оборудование акустических средств контроля должно устанавливаться только на бесстыковой путь. Расстояние от оборудования до уравнивательного стыка пути должно быть не менее 50 м.

3 Перегонное оборудование должно располагаться: на той части перегона, где по тяговым расчетам не применяется (систематически) служебное торможение; не производится проверка действия тормозов и частые остановки поездов; реализуются наибольшие из допустимых скорости движения поездов, но не менее 30 км/ч.

4 Сигнализирующее оборудование (компьютер оператора ПАК), в зависимости от условий эксплуатации, устанавливается на станции линейного пункта в помещении ПТО у лиц, ответственных за снятие показаний с этого оборудования.

1.3.5 Автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов АСКО ПВ

Система АСКО ПВ предназначена для наблюдения за подвижным составом в режиме реального времени, сбора, хранения и обработки информации о подвижном составе с целью определения коммерческого состояния и соответствия габаритов вагонов и грузов, дальнейшего протоколирования коммерческих неисправностей (рисунок 1.23).



Рисунок 1.23 – Внешний вид системы АСКО ПВ

В состав системы АСКО ПВ входят:

- 1 Несущая конструкция.
- 2 Средства контроля в составе системы удаленного видеоконтроля, электронные габаритные ворота (ЭГВ) и средства связи.
- 3 Средства вычислительной техники в составе автоматизированного рабочего места оператора пункта коммерческого осмотра (АРМ О ПКО), автоматизированного рабочего места приемосдатчика пункта коммерческого осмотра (АРМ ПС ПКО), шкафа серверного.

Система удаленного видеоконтроля предназначена для визуального наблюдения и регистрации состояния вагонов и грузов (на открытом

подвижном составе) в процессе движения поезда, а также состояния открытого подвижного состава в части очистки от остатков ранее провозимых грузов и качества крепления грузов.

Эта система обеспечивает:

- ведение дистанционного наблюдения за подвижным составом в режиме реального времени;
- визуальный контроль технического состояния подвижного состава;
- определение соответствия габаритов вагонов и грузов;
- выявление технического брака в подвижном составе;
- создание электронного архива дежурств. Запись сопровождается информацией о текущем времени, дате, номере состава, порядковом номере вагона;
- просмотр изображений из архива в замедленном темпе и в режиме «стоп-кадр».

Электронные габаритные ворота обеспечивают:

- круглосуточный непрерывный контроль негабаритности подвижного состава;
- счет вагонов с головы состава;
- световую и звуковую индикацию срабатывания каждого счетчика;
- индикацию порядкового номера вагона в поезде;
- сопряжение с автоматизированным рабочим местом оператора;
- контроль работоспособности датчиков.

Автоматизированное рабочее место оператора пункта коммерческого осмотра позволяет:

- выводить на печать справку о коммерческой неисправности вагона;
- протоколировать в журнале данные о проходящих составах;
- выводить на экран изображения с четырех камер, выбирать одну из них для полноэкранного просмотра;
- воспроизводить изображения с произвольной скоростью в прямом и обратном направлении;
- осуществлять покадровый просмотр и просмотр в режиме стоп-кадра;
- осуществлять поиск видеоинформации и данных о негабарите по времени прохождения состава, номеру состава, порядковому и инвентарному номеру вагона;
- выявлять наличие (отсутствие) пломб на люках цистерн;
- архивировать видеоизображения целого состава, фрагментов состава и информацию о составе;

Автоматизированное место оператора приемосдатчика пункта коммерческого осмотра позволяет автоматизировать решение следующих задач:

- выдача оперативных донесений на составленные акты общей формы;
- поиск информации по различным атрибутам в базе данных;
- формирование сообщения формы 273 о криминогенных коммерческих неисправностях;

- автоматическое ведение книги коммерческих неисправностей вагонов в поездах в пунктах коммерческого осмотра;
- автоматическое ведение журнала сдачи вагонов с коммерческими неисправностями под охрану;
- формирование отчета о вагонах с коммерческими неисправностями за различные временные интервалы;
- запись информации в архив [3, 47].

1.3.6 Автоматизированная система контроля инвентарных номеров вагонов АСКИН

Автоматизированная система контроля инвентарных номеров вагонов (АСКИН) предназначена для автоматического считывания номеров вагонов, прибывающих или отправляющихся составов, их распознавания, формирования справки и передачи ее в АСУ станции, где результаты распознавания проверяются на соответствие телеграмме – натурному листу (ТГНЛ) поезда, либо иным справочным данным, применяемым на территории предприятия.

В содержимое справки входят данные автоматизированного распознавания номеров вагонов в соответствии с их порядковыми номерами в составе, информация о дате и времени прохождения поезда.

Система АСКИН устанавливается на путях приема/отправления поездов, в сортировочных парках железнодорожных станций и промышленных предприятий. Применение АСКИН позволяет полностью автоматизировать процесс считывания номеров вагонов (рисунок 1.24) их распознавания и передачи полученных данных, улучшить условия труда и повысить качество работы персонала станции.

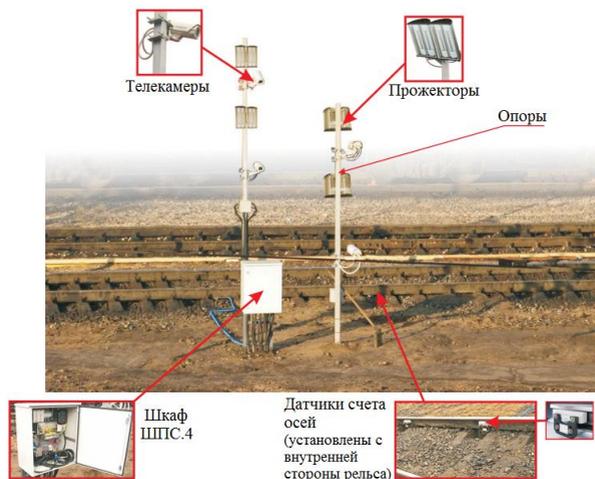


Рисунок 1.24 – Организация поста считывания ПСЧ

В состав системы АСКИН входят: напольное оборудование постов считывания (ПСЧ); подсистема телевизионного наблюдения; подсистема освещения; подсистема счета вагонов; подсистема передачи информации; сервер распознавания.

Автоматизированное рабочее место АРМ оператора станционного технологического центра (СТЦ), интегрированного в автоматизированную систему управления сортировочной станции (АСУ СС) для систем, устанавливаемых на железнодорожных станциях, может быть дополнено АРМ оператора АСКИН для систем, устанавливаемых на промышленных предприятиях, интегрированных в АСУ предприятия.

Входными данными в системе АСКИН являются видеоизображения боковых поверхностей и рам вагонов проходящего состава, сформированные телекамерами из состава напольного оборудования ПСЧ. Видеоизображения передаются на сервер распознавания, где с помощью специализированного программного обеспечения производится их обработка и распознавание номеров вагонов. Результаты распознавания передаются в АСУ СС, на АРМ оператора производится их сравнение с данными телеграмм – натурального листа ТГНЛ и формируются списки рассогласования. В случае выявления ошибок в ТГНЛ на АРМ оператора производится его корректировка. Скорректированный (в случае необходимости) ТГНЛ содержит входные данные системы АСКИН для железнодорожной станции.

Система АСКИН обеспечивает:

- формирование видеоизображений, содержащих инвентарные номера вагонов;
- распознавание восьмизначных инвентарных номеров вагонов по сформированным видеоизображениям;
- формирование номерного списка вагонов поезда;
- цветовую индикацию нераспознанных номеров;
- визуальный контроль оператором соответствия распознанных номеров видеоизображениям инвентарного номера;
- формирование отчетов о принятых составах;
- экспорт отчетов в информационные системы предприятия;
- круглосуточную работу в любых метеорологических условиях.

Система АСКИН может быть интегрирована с существующими и вновь вводимыми в эксплуатацию системами АСКО ПВ. Интеграция позволит значительно сократить затраты на монтаж систем за счет решения однотипных функциональных задач одним набором оборудования, общим для АСКИН и других систем:

- счет вагонов в составе;
- видеоконтроль бортов вагонов;
- освещение бортов вагонов в темное время суток;

– информационный обмен между напольным оборудованием и автоматизированным рабочим местом оператора системы и сервером распознавания системы АСКИН [25–35].

1.4 Бортовые технические устройства обеспечения безопасности и диагностики подвижного состава

1.4.1 Применение системы Waggon Tracker для мониторинга вагонов

Возможность постоянно контролировать местонахождение вагона и некоторые параметры вагона в значительной степени способствует повышению привлекательности варианта перевозки по железной дороге для логистических компаний. Такая возможность стала доступной благодаря использованию современных технологий мониторинга.

Разработанная компанией PJMesstechnik (Австрия) система Waggon Tracker способна достаточно просто и экономично отслеживать местонахождение грузовых и пассажирских вагонов в режиме реального времени и предоставлять информацию о скорости их движения и пройденном расстоянии. В перспективе ее внедрение должно способствовать уменьшению совокупных затрат за счет повышения эффективности использования вагонов, планирования их оборота и технического обслуживания.

Система Waggon Tracker внедрена в Австрии в 2011 г. и в настоящее время используется оператором пассажирских перевозок RTSAustria. Еще несколько европейских пассажирских операторов также рассматривают возможность внедрения этой системы [11]. В корпусе буксового узла вагона под специально адаптированной крышкой монтируется электронное устройство с GPS-приемником и четырехдиапазонным GSM-модемом, а также GPS- и GSM-антенны и бесконтактный генератор, который приводится во вращение от оси колесной пары (рисунки 1.25 и 1.26). Предусмотрено место для дополнительного входа/выхода, что дает возможность подключения других датчиков.

Во время движения аккумуляторная батарея подзаряжается от генератора системы. Благодаря этому аппаратура системы GPS/GPRS может функционировать непрерывно, предоставляя данные о местонахождении конкретного вагона в режиме реального времени с заданным заказчиком интервалом, например через каждые 10 мин.



Рисунок 1.25 – Буксовый узел тележки пассажирского вагона с встроенной системой Waggon Tracker

Система Waggon Tracker обеспечивает точное вычисление пройденного расстояния по результатам измерения числа оборотов генератора.

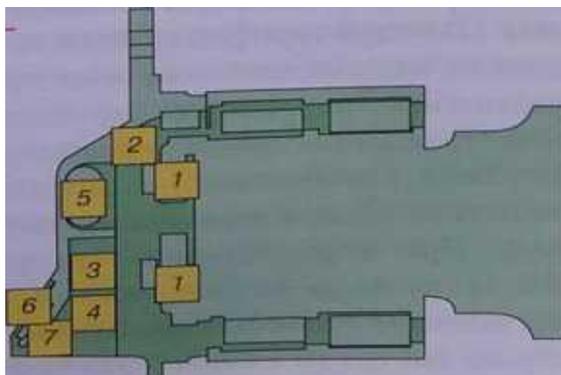


Рисунок 1.26 – Расположение оборудования системы Waggon Tracker в корпусе буксового узла:

1 – ротор генератора; 2 – статор генератора; 3 – GSM-модем; 4 – GPS-приемник; 5 – аккумуляторные батареи и электронная аппаратура; 6 – GPS-антенна; 7 – GSM-антенна

Эти данные могут быть использованы при составлении графика предупредительного технического обслуживания вагонов, что позволяет более точно определить, когда необходимы ремонт либо замена тех или иных компонентов. Измерение пробега может также помочь определить реальный срок окупаемости грузового вагона.

На основе информации, полученной при помощи Waggon Tracker, проводится подробный анализ времени хода и расчет средней скорости.

Система предоставляет и некоторые другие данные, включая, например, направление движения, что может потребоваться для определения ориентации в составе поезда специализированных пассажирских вагонов или путевых машин. Кроме того, она обеспечивает оперативное уведомление обо всех несанкционированных передвижениях вагона и позволяет отслеживать его местонахождение на различных интернет-сервисах, например Googlemaps, что способствует оперативному реагированию на действия криминального характера.

Waggon Tracker работает с использованием современных аппаратных средств стандарта GSM и SIM-карт типа VGFN-8. Установив SIM-карту, по номеру которой легко определить идентификационный номер вагона, можно достаточно просто передавать данные на разные серверы.

По утверждению компании-изготовителя, затраты на обслуживание системы Waggon Tracker в Европе, как правило, не превышают 10 евро в месяц с учетом оплаты передачи данных в роуминге. Относительно невысокая

стоимость эксплуатации системы объясняется тем, что тарифицируется не время соединений, а объем переданных данных. Кроме того, компания PJMesstechnik заключила специальные контракты с провайдерами относительно передачи данных в европейском роуминге.

Объем единовременно передаваемой информации сравнительно невелик. Например, если обновление данных производится с интервалом 10 мин в течение 30 сут, максимальное число обновлений при условии, что вагон постоянно использовался все это время (что крайне маловероятно), равно 4320. В этом случае в месяц передается не более 500 Кбайт.

В то же время общая стоимость передачи данных в значительной степени зависит от расходов на роуминг в Европе. Большинство договоров роуминга для стандартных SIM-карт тарифицируется исходя из минимального объема переданной на территории зарубежной страны информации, равного 10 Кбайт, вне зависимости от фактического объема переданных данных. При использовании системы на пассажирских вагонах, часто пересекающих границы европейских стран, это создает серьезную проблему. Для ее решения компания PJ Messtechnik заключила контракты с операторами мобильной связи, которые специализируются на предоставлении услуг роуминга Machine-to-Machine (M2M) и беспроводной передаче данных, имеют технические возможности функционирования на всем полигоне обращения подключенных к системе вагонов и предлагают специальные тарифы, которые выгодны при небольших объемах передаваемых данных по всей Европе.

Архитектура M2M гарантирует надежную передачу информации из системы Waggon Tracker различным пользователям в соответствии с пожеланиями заказчика с применением технологий Access Point Names (APN) или Virtual Point Networks (VPN). Система позволяет передавать необработанные данные разным пользователям, включая операторов подвижного состава и инфраструктуры, лизинговые компании и других заказчиков.

На монтаж оборудования системы Waggon Tracker в буксовом узле обычно требуется не более 30 мин (рисунки 1.27 и 1.28). В редких случаях на некоторых нестандартных вагонах для монтажа применяется дополнительное кольцо между корпусом и крышкой буксы.



Рисунок 1.27 – Комплект оборудования системы Waggon Tracker в разобранном виде

В большинстве современных систем дистанционного мониторинга используются работающие от аккумуляторных батарей следящие устройства



Рисунок 1.28 – Монтаж оборудования системы Waggon Tracker в буксовом узле

(GPS-трекеры), которые обычно рассчитаны на передачу данных один раз в день, что позволяет увеличить время работы батарей, и имеют ограниченные возможности зарядки во время работы. Иногда для питания оборудования применяются солнечные батареи. Используется также радиочастотная идентификация (RFID). В этом случае информация о вагоне считывается с помощью расположенных вдоль пути напольных устройств. Однако если вагон и находится где-либо между считывающими устройствами, все это время будет доступна только информация о последнем прохождении вагоном такого устройства.

В отличие от этих систем Waggon Tracker оперативно обновляет информацию и точно определяет местонахождение неподвижного вагона и посылает повторное сообщение, когда фиксирует начало движения. Благодаря этому система способна определять время прибытия и отправления вагона в установленных расписанием пунктах, а также продолжительность всех незапланированных остановок. Одной зарядки батареи Waggon Tracker достаточно для работы оборудования системы в течение нескольких дней стоянки вагона.

В некоторых случаях необходим мониторинг температуры груза во время транспортировки, поскольку при нарушении установленного температурного диапазона финансовые, а зачастую и экологические риски могут быть значительными. Иногда, например при перевозке сложных механизмов и оборудования, требуется также контроль влажности. На грузовых автомобилях эти параметры часто контролируются с использованием интегрированных средств обработки и передачи информации.

При использовании поставляемого дополнительно модуля датчиков система Waggon Tracker может осуществлять мониторинг температуры в режиме реального времени. Приемный сервер, получающий данные с датчиков температуры, может выдавать обработанную информацию в удобной для пользователя форме, например, в виде графика изменения температуры аккумуляторной батареи на протяжении пути следования (рисунок 1.29). Такие графики могут быть использованы в качестве документального подтверждения соответствия условий доставки пассажиров требованиям заказчика. Эта функция представляет существенное достоинство Waggon Tracker, поскольку системы радиочастотной идентификации не приспособлены для обработки и

передачи подобной информации, а существующие системы дистанционного контроля с питанием от аккумуляторных батарей имеют ограниченные возможности для контроля температуры в течение длительного времени.

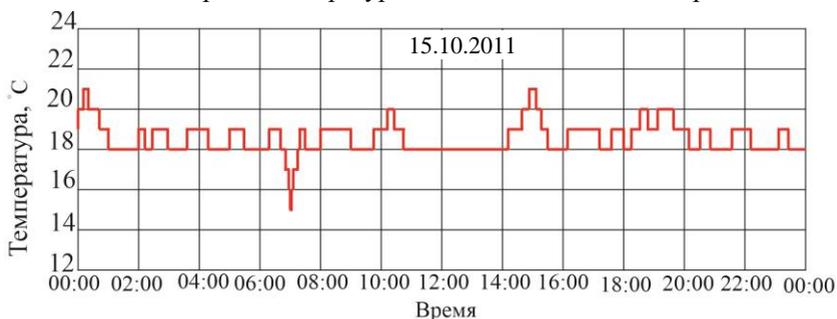


Рисунок 1.29 – Пример графика изменения температуры аккумуляторной батареи в течение суток, построенного с использованием системы Waggon Tracker

Кроме того, возможно использование модуля датчиков для контроля некоторых технических характеристик вагонов, например, температуры буксовых подшипников колесных пар и давления в тормозной магистрали.

Для совершенствования обмена данными на сети железных дорог стран ЕС разработаны технические требования к технико-эксплуатационной совместимости систем дистанционного мониторинга грузовых вагонов (TAF-TSI). Применение инновационной системы Waggon Tracker может способствовать выполнению этих требований путем предоставления необходимых данных непосредственно пользователям, которые, в свою очередь, используют общий интерфейс протокола TSI для одноранговой связи и совместного доступа к информации. Архитектура M2M обеспечивает защищенную передачу различных наборов данных для определенных пользователей с учетом наличия у них права доступа к той или иной информации.

Одна из определяемых требованиями TAF-TSI функций, которую может поддерживать Waggon Tracker, – это предоставление сведений о передвижении вагона (например, о прибытии на сортировочную станцию и отправлении с нее), его состоянии (груженный или порожний), этапах прохождения маршрута следования (пересечение границ, прибытие в пункт назначения, передача другому оператору, изменение пути следования и т. д.).

Эти данные имеют существенное значение для рационализации планирования маршрута следования вагона по железным дорогам разных стран Европы, мониторинга передвижения вагона от пункта отправления до пункта назначения, а также автоматизации оформления в электронной форме необходимых таможенных и коммерческих документов [13].

1.4.2 Технические устройства обеспечения безопасности

для пассажирских вагонов САУД, СБД-12 и МЛ-520

Система автоматического диагностирования пассажирских вагонов САУД предназначена для автоматического отображения информации о работе и диагностике электрооборудования пассажирских вагонов, рефрижераторных секций, в том числе АРВ (автономных), а также вагонов специального назначения, имеющих электрическую схему управления. Система включает в свой состав: блок автоматического диагностирования, сенсорный дисплей и дополнительный модуль расширения для дискретных и аналоговых входов и выходов.

Принцип действия САУД основан на циклическом опросе аналоговых и дискретных выходов от датчиков, подключенных к электрическим цепям электрооборудования вагонов. На лицевой панели САУД имеется светодиодная индикация, свидетельствующая о включенном состоянии данного датчика. К основным датчикам контроля относятся: датчики контроля нагрева буксовых узлов, датчики включения и отключения высоковольтных выключателей энергоснабжения, датчики включения дополнительного отопления, датчики включения калорифера.

Общий цикл проверки оборудования составляет 15–20 мин. Информация о состоянии электромеханического оборудования вагона в режиме измерения и показаний датчиков выводится на экран дисплея в виде информационных экранов. Например, выводится информация о температуре воздуха в купе в градусах Цельсия, температура наружного воздуха, температура приточного воздуха кондиционера, температура теплоносителя в котле, значение низких и высоких давлений, ток заряда аккумуляторной батареи, напряжение аккумулятора.

В случае неисправности какого-либо датчика аварийное сообщение выводится на дисплей в мигающем режиме.

Система диагностики и контроля технического состояния СБД-12 предназначена для считывания на всем протяжении поездки, включая остановки, информации о состоянии узлов оборудования пассажирского вагона, записи в реальном масштабе времени считываемой информации в энергонезависимую память маршрутного контроллера, перенесение после окончания поездки записанной информации из памяти маршрутного контроллера в память компьютера (рисунок 1.30) [14].

Система диагностики позволяет контролировать следующие параметры пассажирского вагона:

- 1) температуру букс колесных пар вагона – 8 датчиков;
- 2) температуру подшипников генератора – 2 датчика;
- 3) температуру и уровень масла редуктора – 1 датчик (датчик уровня и температуры в одном конструктивном исполнении);
- 4) напряжение аккумулятора;
- 5) напряжение генератора;

- 6) напряжение в бортовой сети;
- 7) ток заряда и разряда аккумулятора;
- 8) выходной ток генератора.

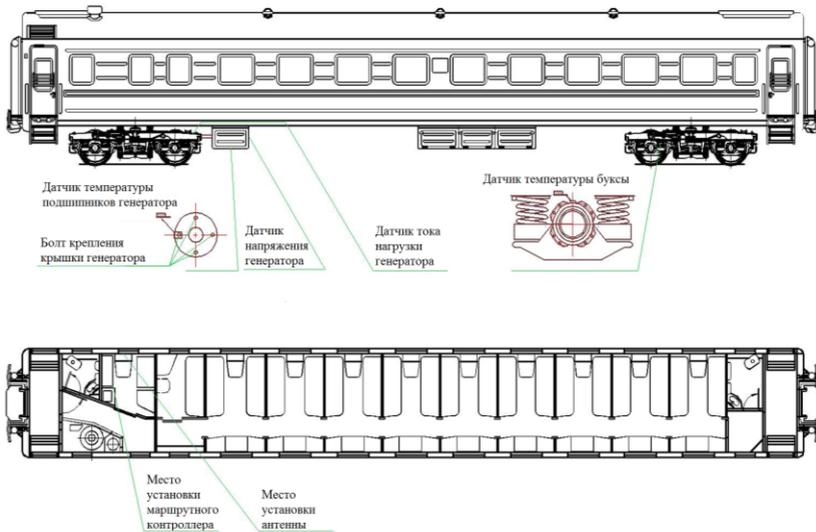


Рисунок 1.30 – Расположение датчиков системы диагностики пассажирского вагона

На центральный пункт, находящийся у начальника поезда, подается информация с маршрутных контроллеров, установленных в каждом вагоне. Передача данных осуществляется по радиоканалу. Связь между датчиками и маршрутным контроллером в пределах вагона также осуществляется по радиоканалу.

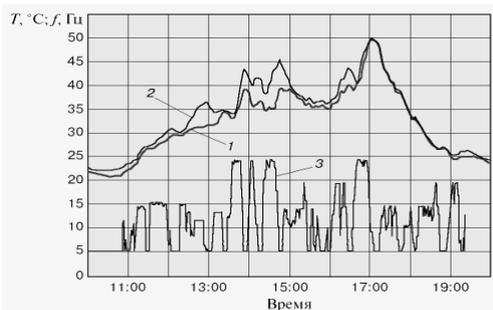
Бортовая система диагностики ориентирована на передачу информации с каждого маршрутного контроллера на удаленный пункт диспетчера по сотовому каналу связи. Кроме того, с помощью модуля GPS может быть определено местонахождение вагона.

В связи с тем, что в системе диагностики подключение датчиков осуществляется на беспроводной основе (использование датчиков с автономным питанием и передача данных по радиоканалу), при необходимости в установке новых датчиков, будет производиться их монтаж без внедрения в существующие на данный момент времени системы вагона. Особенность беспроводного варианта исполнения данной системы состоит в том, что она позволяет исключить проводной монтаж между датчиками и маршрутным контроллером, откуда следует значительное снижение трудоемкости монтажа системы на вагон и дальнейшее ее эксплуатирование.

Все контролируемые параметры считываются с датчиков и постоянно записываются с привязкой к дате и времени в энергонезависимую память. Контроль за параметрами осуществляется с учетом заданных пороговых аварийных пределов и пределов предупреждения.

Для измерения температуры с целью обнаружения греющихся букс применяются датчики, представляющие собой термопары, запрессованные в специальные углубления, высверленные в болтах крепления крышки подшипника. Одним из условий применения указанных датчиков является использование идентификационно-калибровочного компонента, который представляет собой смонтированную в корпус датчика дополнительную микросхему. Она содержит информацию о чувствительности данного датчика. При необходимости эти данные могут быть считаны. Микросхема может быть использована также для автоматического распознавания узла или детали, на которых установлен датчик.

График зависимости параметров контролируемых колесных пар приведен на рисунке 1.31.



параметров

термопары
вращения

Устройство контроля нагрева

букс МЛ-520 (Украина). По заказу Государственной администрации железнодорожного транспорта Украины разработано устройство контроля нагрева букс МЛ-520, предназначенное для контроля температуры нагрева букс пассажирских вагонов и электропоездов.

Устройство обеспечивает включение аварийной сигнализации при увеличении температуры одной или нескольких букс до заданного порогового значения, а также при неисправности в электрической схеме всей системы контроля.

Показатели качества системы: для контроля нагрева букс применяются датчики неразрушающего типа, применена высоконадежная элементная база, устройство имеет низкую потребляемую мощность, предусмотрен узкий интервал срабатывания аварийной сигнализации, обеспечена гальваническая развязка электрической схемы устройства с электрической бортовой сетью вагона. Конструктивно устройство состоит из восьми датчиков нагрева букс, установленных с помощью резьбового крепления в корпусах букс и блока контроля и сигнализации, который устанавливается в приборном шкафу вагона. Датчики обеспечивают непрерывный контроль температуры путем

изменения электрического сопротивления чувствительного элемента. Нет необходимости в замене датчиков после срабатывания при перегреве букс, так как при этом не происходит разрушение их, в отличие от датчиков контактного типа.

1.4.3 Локомотивный обобщенный комплекс безопасности БЛОК

Одним из направлений повышения уровня диагностики локомотива является внедрение комплекса БЛОК, который призван заменить комплексные локомотивные устройства безопасности (КЛУБ), системы автоматического управления тормозами (САУТ) и телемеханические системы контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ).

Безопасность движения – важный показатель устойчивой и успешной работы локомотивного хозяйства железных дорог. Поэтому руководство отрасли уделяет постоянное внимание совершенствованию приборов безопасности. При этом перед разработчиками устройств данного назначения ставится задача передать часть функций контроля безопасности движения от машиниста автоматике, снизив тем самым влияние человеческого фактора.

Наибольшую эффективность показали: использование радиоканала для обмена информацией между локомотивом и напольной частью инфраструктуры, считывание информации с точечных напольных датчиков, широкое применение спутниковой навигации, непрерывный контроль работоспособности машиниста, взаимодействие с другими микропроцессорными системами на борту тяговой единицы. Внедрение таких систем, как КЛУБ-У, САУТ-ЦМ и ТСКБМ на определенном этапе оправдало себя. Это позволило улучшить ситуацию с предупреждением проездов запрещающих сигналов. Опыт эксплуатации показал, что каждая система имеет достоинства. Однако наиболее эффективно использование упомянутых приборов безопасности в комплексе, когда устройства функционально дополняют друг друга в едином процессе обеспечения безопасности движения поезда [36–41].

Были разработаны комплексные проекты модернизации, по которым локомотивы оснащаются приборами безопасности в ходе заводских ремонтов. Однако такое «механическое» объединение на одном локомотиве различных систем имеет не только положительные стороны, но и определенные недостатки. Когда бортовые системы устанавливаются совместно, то помимо неадекватности конструктива и неоправданного дублирования аппаратных составляющих, конструкторы сталкиваются с проблемой конфликтной работы алгоритмов.

Кабина машиниста оказалась перегруженной дублирующими друг друга информационными блоками и устройствами. Машинист вместо контроля безопасности движения поезда вынужден следить за работой самих приборов. В части регистрации и расшифровки поездных параметров сложилась ситуация, когда имеются два или три источника данных. При этом считы-

ваемая с них информация может отличаться. Несмотря на компьютерную обработку, увеличились объемы операций, связанных с расшифровкой данных о поездке, потребовалась особая подготовка специалистов, обслуживающих системы дешифрации. Таким образом, внедрение новых приборов безопасности не облегчило, а усложнило жизнь эксплуатационных депо. Попытки решить все перечисленные проблемы предпринимались, но высокая стоимость этих разработок практически исключала их массовое внедрение.

Таким образом, предпосылкой для создания комплекса БЛОК стала потребность в системе, которая реализовывала бы все функции обеспечения безопасности в едином оптимальном конструктиве. При этом стоимость должна быть дешевле комплекта КЛУБ-У, САУТ и ТСКМБМ.

Структура, принцип работы комплекса. Комплекс БЛОК представляет собой модульную структуру, элементы которой отвечают за реализацию функций комплекса, а также обеспечивают взаимодействие с системами управления локомотива и в едином процессе ведения поезда. Функциональные элементы комплекса соединены между собой внутренним CAN-интерфейсом (рисунок 1.32). Комплекс осуществляет контроль безопасности движения при ведении поезда, в том числе при обслуживании локомотива машинистом в одно лицо.

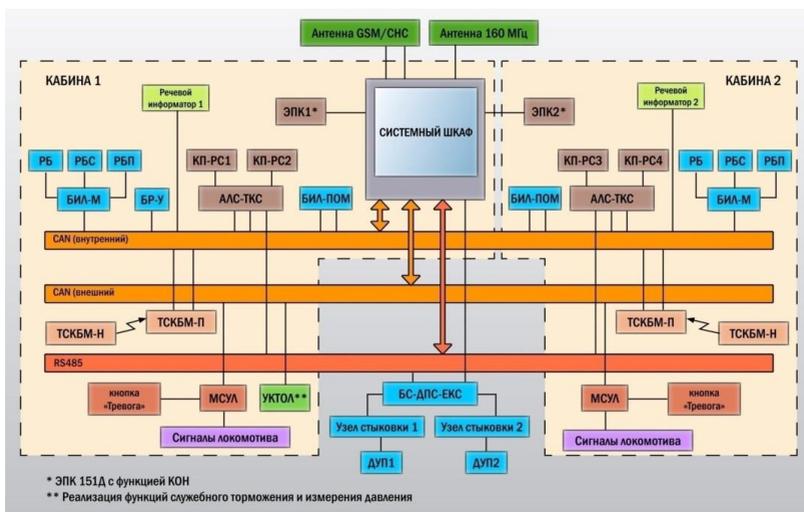


Рисунок 1.32 – Структурная схема соединения комплекса БЛОК для двухсекционного локомотива

Составляющие элементы комплекса БЛОК. Еще на этапе разработки комплекса были заложены возможности интеграции его с микропроцессорными системами управления и диагностики локомотива. При этом для реализации

функций на локомотиве используются как новые, так и ранее разработанные технические решения, хорошо зарекомендовавшие себя в эксплуатации. Основные составляющие бортового оборудования комплекса БЛОК:

- системный шкаф (СШ);
- локомотивный блок индикации и блок индикации помощника машиниста;
- универсальный блок приема сигналов автоматической локомотивной сигнализации с токовыми катушками связи (АЛС-ТКС);
- речевой информатор;
- блок связи с датчиками пути и скорости (БС-ДПС);
- приемная катушка сигналов из рельсовой цепи (КПРС);
- приемник сигнала ТСКБМ.

К оборудованию, используемому в работе комплекса БЛОК, относятся электропневматический клапан (ЭПК), блок контроля несанкционированного отключения ЭПК ключом (КОН), датчики пути и скорости ДПС, антенное оборудование локомотива. Общий вид устройства отображения информации комплекса БЛОК на локомотиве представлен на рисунке 1.33.



Рисунок 1.33 – Общий вид устройства отображения информации комплекса БЛОК на локомотиве 2ЭС10

Достоинства комплекса БЛОК. В комплексе БЛОК впервые конструктивно реализован принцип объединения функциональных элементов в общую систему с рациональным размещением интеллектуальных микропроцессорных компонентов в общем корпусе. Конструкция получилась достаточно компактной и удобной для обслуживания. Так, контроллер ТСКБМ-К, занимавший пространство в кабине машиниста, или аппаратура обработки информации САУТ, которая располагалась в виде отдельного блока в кузове локомотива, в комплексе БЛОК реализованы в виде ячеек системного шкафа.

Предусмотрены широкие возможности реконфигурации и взаимозаменяемости отдельных элементов. Например, при выходе из строя блока индикации системы управления, локомотивный блок индикации (БИЛ) отображает информацию как комплекса БЛОК, так и системы управления локомотива.

Значительное внимание при создании комплекса БЛОК было уделено совершенствованию алгоритмов работы при обеспечении безопасности ведения поезда. Исключены случаи неоправданного применения автостопного торможения, которое заменено служебным.

С учетом дополнительных параметров доработаны алгоритмы определения максимально допустимой скорости, анализ функционального состояния машиниста осуществляется с учетом его действий по управлению локомотивом. Ведется совершенствование единой базы данных путевых объектов для обеспечения оптимальной работы локомотивной электроники.

Следующим положительным моментом, который обеспечивается внедрением комплекса БЛОК, является организация регистрации всей необходимой информации по поездке на едином носителе. В ближайшей перспективе в качестве такого носителя будет применяться бесконтактный картридж комплекса КИО-САУТ, разработанный специалистами ООО «НПО САУТ» в 2010 г.

Подсистема комплексного локомотивного устройства безопасности КЛУБ-У. Подсистема КЛУБ-У входит в качестве важнейшего устройства в единую комплексную систему управления и обеспечения безопасности движения поездов БЛОК. Аппаратурой этой системы в настоящее время продолжают оснащаться локомотивы. В состав системы БЛОК, кроме КЛУБ-У, входит также унифицированная система автоведения поездов (УСАВП), система автоматического управления торможением (САУТ-ЦМ/485) и телемеханическая система контроля бодрствования машиниста (ТСКБМ) [29, 30].

УСАВП осуществляет энергооптимальное управление движением поезда в соответствии с заданным графиком или расписанием. САУТ-ЦМ/485 обеспечивает прицельное служебное торможение поездов (с учетом эффективности их тормозных средств) у светофоров с запрещающим показанием. ТСКБМ обеспечивает контроль работоспособности машиниста по параметрам временной зависимости электрического сопротивления кожи запястья руки. Сигналы от датчиков, размещаемых в браслете, который одевается на запястье руки машиниста, с помощью микропередатчика поступают в блок обработки и индикации.

Аппаратура КЛУБ-У предназначена для работы как на магистральных локомотивах и моторвагонном подвижном составе, так и маневровых локомотивах на участках железных дорог с автономной и электрической тягой постоянного и переменного тока, с автоматической и полуавтоматической автоблокировкой и на не кодированных участках. Это устройство обеспечивает безопасность движения поездов, предотвращает предаварийные и аварийные ситуации с помощью автостопного торможения до полной остановки поезда

[42–45].

Отличительными особенностями КЛУБ-У являются:

– модульная архитектура, реализованная в виде открытой локальной сети, позволяющей бесконфликтно производить реконфигурацию устройства (увеличивать или уменьшать количество модулей и, соответственно, выполняемых функций);

– использование дополнительного канала цифровой радиосвязи для обмена информацией со стационарными устройствами управления и интервального регулирования;

– применение аппаратуры спутниковой навигационной системы (СНС) в качестве средства для определения точного астрономического времени и координаты поезда;

– использование регистратора с кассетой регистрации (КР) для непрерывной записи параметров локомотивного оборудования и аппаратуры КЛУБ-У во время движения поезда по заданному маршруту.

Применение КЛУБ-У позволяет:

1) повысить уровень эффективности эксплуатационной работы на участках железных дорог за счет:

– повышения участковой скорости и снижения потерь поездо-часов;

– получения машинистом дополнительной информации о местоположении впередиидущих поездов;

– формирования дополнительной информации, передаваемой машинисту (о числе свободных блок-участков на впередилежащем пути и др.);

– оперативной передачи информации об ограничениях скоростей движения.

2) повысить безопасность движения поездов;

3) обеспечить регистрацию информации о режимах движения поезда, действиях машиниста и исправности локомотивных технических средств.

КЛУБ-У имеет модульную структуру, показанную на рисунке 1.34, и открытую локальную сеть, позволяющую бесконфликтно увеличивать или уменьшать количество модулей, а, следовательно, и функций. На съемной электронной кассете регистрируются параметры движения поезда, сигналов АЛСН, состояния тормозной системы и системы безопасности. Данное устройство взаимодействует по локальной сети с системами автоведения поезда УСАВП, системой автоматического управления торможением САУТ, техническими средствами контроля бдительности машиниста ТСКБМ, по цифровому радиоканалу – со станционной системой интервального регулирования движения поездов (УВК СИР). Для автоматического определения координаты локомотива используют спутниковый навигационный приемник GPS/ГЛОНАСС. Блок индикации является универсальным устройством, применяемым в системах КЛУБ-У и САУТ [45].

КЛУБ-У принимает информацию из канала АЛСН и АЛС-ЕН о проследование поездам границ блок-участков, что отслеживается по смене синхрогрупп сигнала. Поступающие по каналам АЛСН и АЛС-ЕН данные сравниваются, и

принимается решение о приоритете информации исходя из принципа обеспечения безопасности.

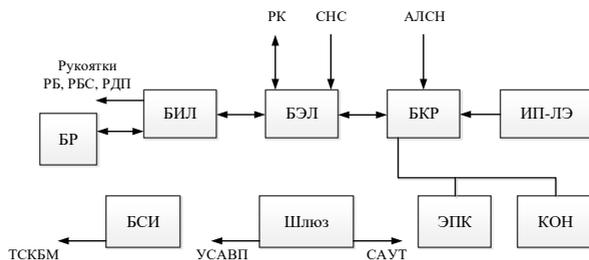


Рисунок 1.34 – Взаимодействие КЛУБ-У с системами САУТ, УСАВП и ТСКБМ

С помощью КЛУБ-У происходит обмен информацией со стационарными, переездными и другими устройствами цифровой радиосвязи на частоте 160 МГц, включая устройства оповещения работающих на путях. От систем локомотива принимаются сигналы о включении/выключении тяги, положения крана машиниста, от ключа ЭПК, давлении в тормозных цилиндрах, тормозной магистрали и уравнительных резервуарах. Текущее время отсчитывается с корректировкой по астрономическому времени от спутниковой навигационной системы. Во внутреннюю энергонезависимую память принимаются и записываются данные электронной карты пути и графика движения поездов. Информация о значениях целевой и допустимой скоростях движения формируется с учетом данных об их ограничениях, заложенных в электронную карту участка. Параметры движения поезда (железнодорожная координата, фактическая скорость) определяются по информации от устройства спутниковой навигации, датчиков пути и скорости ДПС-У. Скорость движения поезда сравнивается с допустимой скоростью и при ее превышении снимается напряжение с электромагнита ЭПК.

С помощью КЛУБ-У однократно и периодически контролируется бдительность машиниста (посредством рукояток РБ, РБС), формируется световая сигнализация «Внимание!» и снимается напряжение с электромагнита ЭПК при потере этой бдительности. Данное устройство исключает самопроизвольный уход поезда (скатывание). Изменение информации на блоке индикации БИЛ-У (кроме координаты поезда, времени и фактической скорости, тормозного коэффициента), а также превышение заданного значения допустимой скорости сопровождается звуковой сигнализацией [45–51].

При выключении питания в устройство вводятся, отображаются и сохраняются локомотивные поездные характеристики. Система имеет диагностику. При одновременном нажатии кнопок ВК, БВЛ и рукоятки РБ красный сигнал локомотивного светофора БИЛ-У переключается на белый. Оперативная

информация о движении поезда, диагностика системы локомотивных и поездных характеристик регистрируется с помощью кассеты регистрации (КР).

Предусмотрен запрет проезда запрещающего сигнала путевого светофора без предварительной остановки на расстоянии не более 150 м перед ним, если получено по радиоканалу разрешение на проезд от дежурного по станции на участках, оборудованных стационарными устройствами радиоканала.

Невозможно трогание поезда при запрещающем сигнале светофора без предварительного одновременного нажатия на рукоятки РБ и РБП машинистом и помощником машиниста.

Независимо от действий машиниста осуществляется принудительное торможение поезда до полной остановки по команде от дежурного по станции или поездного диспетчера, переданной по радиоканалу. В информационной строке блока информации формируются оперативные данные о ближайшем по ходу движения поезде месте ограничения скорости, расстоянии до него.

Системы интервального регулирования осуществляют формирование и передачу необходимых сигналов на локомотив (рисунок 1.35).

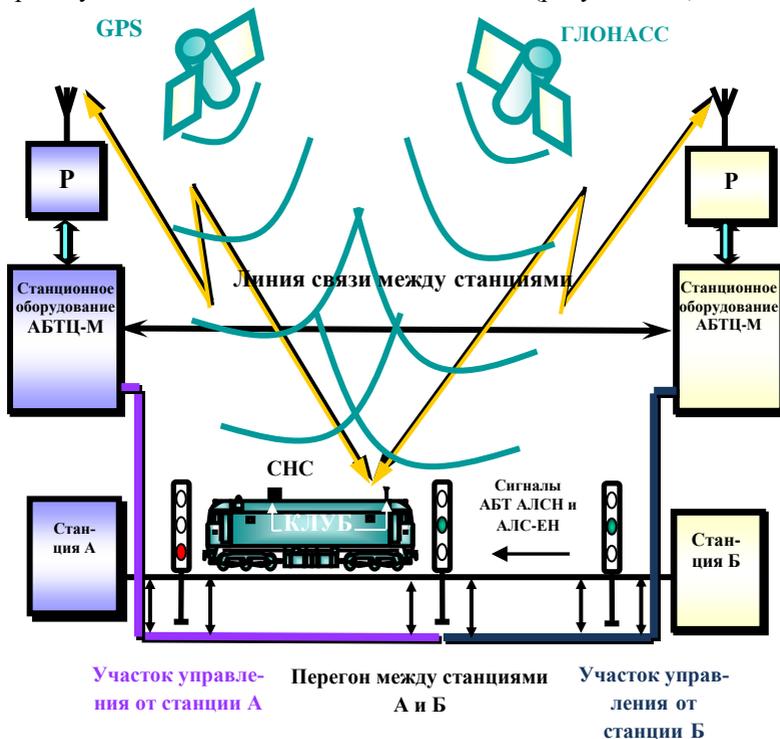


Рисунок 1.35 – Система интервального регулирования движения поездов Система КЛУБ-У имеет общие функции работы со стационарным

устройством маневровой автоматической локомотивной сигнализации (МАЛС).

В качестве канала передачи информации от стационарных устройств на локомотивные в системе МАЛС используется цифровой радиоканал, работающий в диапазоне 460 МГц [48].

Технические характеристики аппаратуры КЛУБ-У. Питание КЛУБ-У осуществляется от аккумуляторной батареи локомотива или МВПС с номинальным напряжением 50 или 110 В и допускаемыми отклонениями не более 10 % от номинальных значений. Двойная амплитуда пульсаций напряжения питания не должна превышать 10 % от его номинального напряжения.

КЛУБ-У при включении питания должен обеспечивать индцирование на блоке БИЛ независимо от состояния ключа ЭПК следующей информации: а) координаты пути; б) текущее время; в) давление в тормозной магистрали; г) фактическую скорость в км/ч; д) готовность кассеты регистрации; е) несущую частоту канала АЛСН (активность канала АЛС-ВН); ж) режим работы (поездной, маневровый, специальный маневровый).

КЛУБ-У должен обеспечивать индикацию на блоке БИЛ при включенном ключе ЭПК следующей информации:

а) сигнал локомотивного светофора, соответствующий сигналу «АЛСН» («АЛС-БН»), поступающему из рельсовой цепи или шлейфа, на участке, не оборудованном путевыми устройствами АЛСН (АЛС-БН), должен индцироваться сигналом «Белый»;

б) допустимую скорость в соответствии с принятым сигналом.

1.4.4 Микропроцессорные системы диагностики локомотивов

Одним из путей повышения эксплуатационной надежности тепловозов является применение бортовых диагностических устройств. Диагностические бортовые системы устанавливаются на локомотивах при модернизациях, а также при капитальном ремонте с продлением срока службы (КРП).

Неисправности тепловозов в эксплуатации вызываются следующими внезапными отказами локомотивного оборудования: неконтролируемые нарушения температурных режимов, ухудшение качества функционирования различного оборудования, в том числе обуславливающего увеличение расхода топлива дизелем на единицу производимой им тяговой работы. Количество внезапных отказов оборудования тепловоза (в первую очередь это касается дизеля) можно уменьшить оперативным контролем бортовой системой диагностики доступных косвенных показателей работы этого оборудования.

Причинами отказов могут быть неисправности элементов электрооборудования (нарушения целостности и качества электрических цепей,

повреждения релейно-контактных аппаратов и т. п.) и другого оборудования локомотива. Последствия таких отказов в той или иной степени может устранить локомотивная бригада.

Бортовыми устройствами диагностики можно оценить и определить:

- степень загрязненности фильтрующих агрегатов масляной и топливной систем дизеля;
- величину износа коренных, шатунных подшипников и соответствующих шеек коленчатого вала дизеля;
- общее качество рабочего процесса в цилиндрах дизеля;
- общее состояние турбокомпрессора;
- неисправности в регуляторе частоты вращения коленчатого вала дизеля;
- сопротивление изоляции высоковольтных и низковольтных цепей электрической схемы;
- остаточную емкость аккумуляторной батареи;
- токораспределение по тяговым двигателям;
- неисправности в цепях и системах возбуждения тягового и вспомогательного генераторов;
- состояние буксовых подшипников;
- неисправности в системе автоматического регулирования температуры воды и масла;
- причины срабатывания аварийно-предупредительной сигнализации.

Бортовые диагностические установки решают основные задачи:

- оперативный поиск места и определение возможных причин отказов контролируемого оборудования тепловоза для быстрого устранения локомотивной бригадой последствий отказов мерами, которые бы обеспечили продвижение тепловоза с поездом по перегону даже при снижении мощности силовой установки;
- укрупненная оценка текущего технического состояния контролируемого оборудования тепловоза;
- накопление, хранение и передачу диагностической информации в стационарные средства диагностики для прогнозирования остаточного ресурса;
- взаимодействие со стационарными системами диагностики в качестве ее измерительной подстанции.

Для решения этих задач разрабатываются и находятся в опытной эксплуатации следующие автоматизированные системы технической диагностики АСТД:

- встроенные АСТД отдельных узлов локомотива (дизель, выпрямитель, компрессор, воздухоудвка, системы охлаждения и др.);

- бортовая общефункциональная АСТД (контроль основных диагностических параметров и опрос встроенных систем диагностирования);
- АСТД цепей управления;
- АСТД силовых преобразователей;
- АСТД колесно-моторных блоков (КМБ);
- АСТД вспомогательных машин;
- АСТД токоприемников;
- АСТД электрических аппаратов;
- АСТД бандажей колесных пар;
- АСТД экипажной части (кроме КМБ);
- контроль динамики движения поезда;
- контроль схода вагонов с рельс;
- АСТД дизель-генераторного блока;
- АСТД автотормозов.

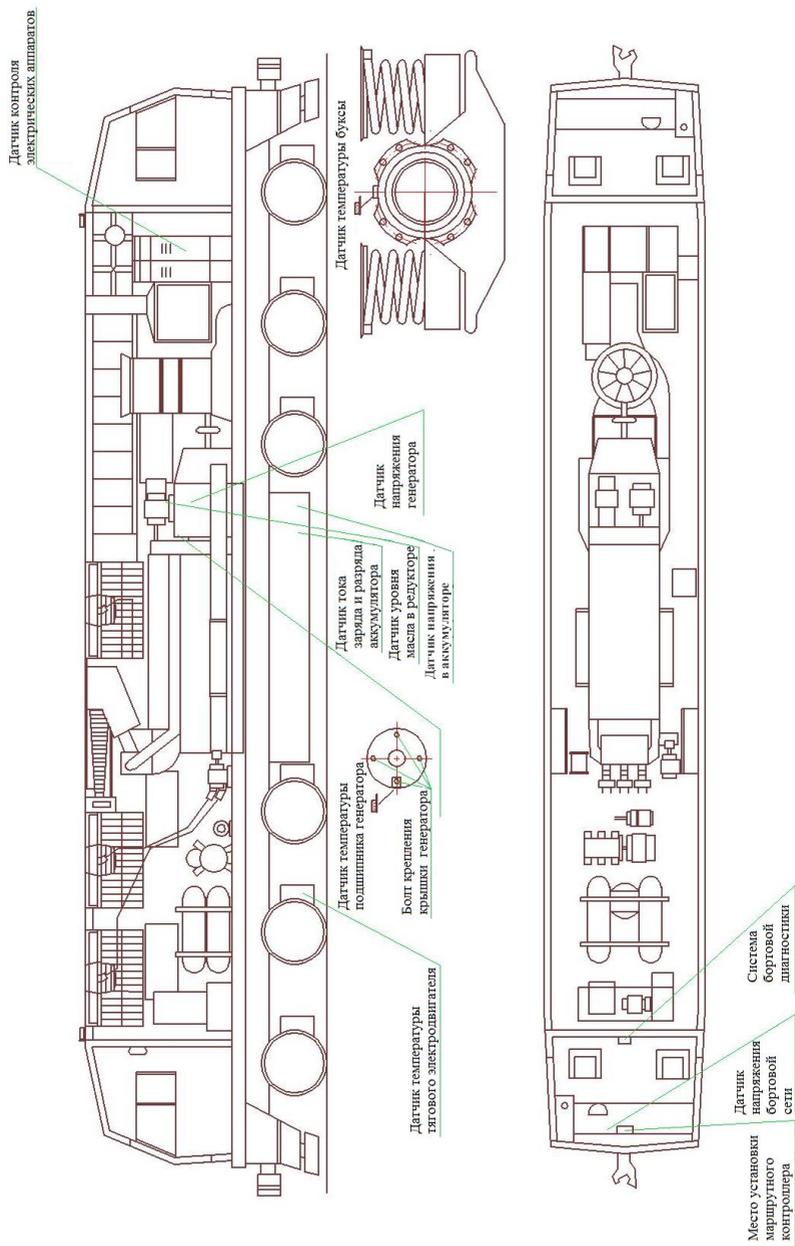
Аппаратные средства бортовых систем диагностики тепловозов включают в себя:

- 1) устройства обработки информации;
- 2) энергонезависимое запоминающее устройство;
- 3) температурный измерительный модуль;
- 4) дисплейный модуль (один на каждую кабину);
- 5) комплекты датчиков и измерительных преобразователей.

Отдельные устройства обмениваются информацией по последовательным каналам связи с питанием от бортовой сети тепловоза (с напряжением 110 или 75 В постоянного тока).

Системы бортовой диагностики предназначены для считывания во время движения, включая остановки, информации о состоянии узлов оборудования локомотива, записи в реальном масштабе времени считываемой информации в энергонезависимую память маршрутного контроллера. Универсальная система бортовой диагностики состоит из дисплейного модуля машиниста, устройства сбора и обработки информации (УОИ), температурного измерителя (ИТ), набора преобразователей измерительных напряжений и тока, датчика контроля электрических аппаратов, термо-преобразователей сопротивления, датчиков температуры тягового электродвигателя, датчика тока заряда и разряда аккумулятора, беспроводного датчика уровня масла в редукторе, датчика напряжения в аккумуляторе, датчика напряжения генератора, а так же датчика напряжения в бортовой сети и др.

Размещение датчиков на локомотиве показано на рисунке 1.36.



Дисплейный модуль (ДМ) пульта машиниста представляет собой цветную дисплейную панель и одноплатную микро-ЭВМ, которая обеспечивает связь и диспетчеризацию устройств системы диагностики, обработку поступающей диагностической информации, осуществление алгоритмов диагностирования и управления с заданной периодичностью, выдачу результатов диагностирования на дисплейную панель (в цифровом, графическом и текстовом виде), управление системой отображения диагностической информации.

Устройство сбора и обработки информации (УОИ) предназначено: для преобразования и гальванической развязки дискретных входных сигналов с уровнем бортовой сети тепловоза в стандартный, например ТТЛ (транзистор-транзисторная логика) уровень по шестнадцати каналам; преобразования аналоговых унифицированных электрических сигналов (0–5 В, 0–5 мА) от датчиков и первичных преобразователей в десятиразрядный цифровой код по пятнадцати каналам; преобразования частотных входных сигналов в диапазоне 10–5000 Гц с амплитудой 5–30 В в цифровой код по двум каналам; бесконфликтного обмена информацией с другими абонентами по последовательному каналу связи.

УОИ питается от бортовой сети тепловоза. Блок УОИ вырабатывает напряжение питания датчиков, тока, напряжения. Для определения состояния схемы тепловоза в блок УОИ вводятся дискретные сигналы от органов управления (электрические автоматы, сигналы от пульта машиниста) и электроаппаратов (контакты реле, электропневматические клапаны) по пятнадцати каналам.

Опрос дискретных каналов происходит программно каждые 0,1 с. Для устранения эффекта дребезга контактов предусмотрена программная фильтрация информации.

Внешние дискретные сигналы гальванически развязаны от внутренних цепей блока регулирования. УОИ измеряет период входного частотного сигнала методом заполнения опорной частотой.

Температурный измеритель обеспечивает: приём и обработку сигналов от термосопротивлений, подключённых по четырёхпроводной схеме по двадцати четырем каналам; прием и обработку сигналов от термопар по двадцати четырем каналам; бесконфликтный обмен информацией с дисплейным модулем контроллера машиниста по последовательному каналу связи. Комплект датчиков обеспечивает преобразование параметров давлений, температур, перемещений, сигналов тока и напряжения в унифицированный аналоговый сигнал и частот вращения в нормализованный частотный сигнал напряжением от 0 до 30 В.

Энергонезависимое запоминающее устройство предназначено для записи и хранения диагностической информации. Оно включает в себя съёмный энерго-независимый накопитель и бортовое приемно-контактирующее устройство.

Датчик температуры тягового электродвигателя предназначен для контроля температуры обмотки электродвигателя. Он срабатывает, если температура обмотки двигателя превышает допустимое значение.

Предложенная система диагностики обеспечивает высокий уровень безопасности при эксплуатации силовой установки локомотива.

1.5 Автоматизированная система для стационарного контроля геометрических параметров колесных пар Геопар

Система предназначена для проведения автоматизированного контроля геометрических параметров колесных пар грузовых вагонов с измерением и анализом отклонений от номинальных размеров для оценки допустимости ее эксплуатации [3].

Областью применения системы является контроль геометрических параметров колесных пар типа РУ1-950 и РУ1Ш-950.

Система предназначена для эксплуатации в помещениях при значениях рабочих температур от плюс 10 до плюс 35 °С и относительной влажности воздуха 80 % при температуре плюс 25 °С.

Система Геопар обслуживается одним оператором. Электрические характеристики системы Геопар приведены в таблице 1.2.

В системе АСК ГПКП Геопар используются специализированные лазерные измерительные приборы. Комплект приборов, входящий в базовую конфигурацию системы, состоит из: триангуляционные лазерные датчики РФ603-Х/50 – 3 шт.; 2D триангуляционные лазерные датчики (лазерные сканеры) РФ620(S)-250 – 2 шт.; лазерные оптические микрометры РФ656-5 – 8 шт. Размещение датчиков приведено на рисунке 1.37.

Таблица 1.2 – Электрические характеристики системы Геопар

Интерфейс передачи данных всех датчиков	RS 485
Скорость передачи данных	115 Кбит/с
Количество одновременно работающих лазерных датчиков	13
Напряжение питания, В	380±10 % и 220±10 %
Частота питания, Гц	50±1 %
Мощность, потребляемая системой от сети при номинальном напряжении, В·А	Не более 750

Приводы механизма вращения колесной пары и механизма перемещения датчиков электрические. Привод других механизмов пневматический, который включает в себя четыре пневмоцилиндра. КП подается по рельсовой колее через механизм пропуска.

Затем механизм подъема производит подъем КП в позицию для зажима КП в конусных центрах. Зажим осуществляется с помощью пневмоцилиндра.

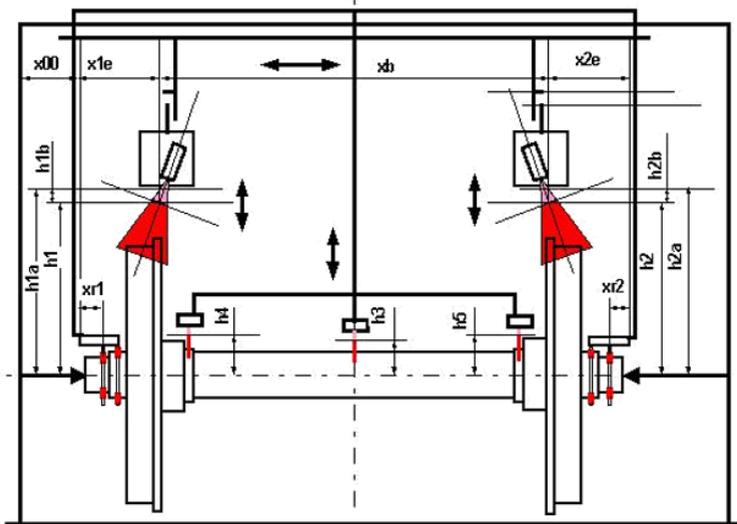


Рисунок 1.37 – Размещение датчиков системы Геопар

После зажима КП в центрах включается механизм вращения, который вращает КП с постоянной скоростью 0,125 рад/с.

После проведения цикла контроля осуществляется выгрузка КП. КП по рельсовой колее удаляется с позиции контроля, и СМ переходит в исходное состояние для загрузки следующей КП.

Финальная большая надстройка над всей информацией, которая может быть получена на базе измерений и определения дефектов в рассмотренных системах и устройствах мониторинга технического состояния подвижного состава, предполагает создание единой телеметрической системы, которая впоследствии позволила бы управлять всей собираемой информацией. Следует активно использовать мировой опыт применения различных цифровых инновационных технологий в области вагоностроения, эксплуатации и ремонта подвижного состава, которые позволяют минимизировать или вовсе исключить человеческий фактор в принятии решений, обеспечить открытость информации и повысить безопасность движения поездов.

2 ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

2.1 Организационно-технологические методы контроля технического состояния подвижного состава

Железнодорожный подвижной состав должен своевременно проходить планово-предупредительные виды ремонта, техническое обслуживание и содержаться в эксплуатации в исправном техническом состоянии, обеспечивающем безопасность движения и эксплуатации железнодорожного транспорта. Реализация комплекса инновационных технологий для обеспечения эффективной системы ремонта вагонов по реальному пробегу и состоянию является актуальной задачей.

К устройствам автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда относятся стационарные системы обнаружения отдельных видов неисправностей подвижного состава, которые являются дополнительными средствами повышения безопасности движения поездов.

Территориально технические средства диагностики делят на 3 группы:

1 Устройства контроля размещаемые на перегонах, где поезда движутся с установленной скоростью. К ним относятся системы и комплексы технических средств (КТСМ), контрольно-габаритные устройства (КГУ), системы контроля нижнего габарита (СКНГ), системы контроля волочащихся предметов (СКВП) др.

2 Устройства контроля размещаемые перед входным светофором станции или в стрелочной горловине станции, где поезда движутся с уменьшенной скоростью.

К ним относятся системы автоматической идентификации подвижного состава (САИПС), приборы акустического контроля (ПАК), системы выявления дефектов поверхности катания колес LASCA, автоматизированные системы коммерческого осмотра поездов и вагонов (АСКО ПВ) и др.

3 Устройства контроля размещаемые на станциях в сортировочных парках, парках прибытия и парка отправления. К ним относятся системы автоматического контроля механизма автосцепок (САКМА), автоматизированные системы обмера колес (АСОК) и др. Непрерывный автоматический метод контроля осуществляется с помощью термодатчиков, установленных в буксах пассажирских вагонов, других цельнометаллических вагонах с автономной энергетической системой [20–22].

Для организации интервального контроля подвижного состава по мере физического износа подвижного состава на железной дороге организуются пункты технического обслуживания ПТО (на всех узловых станциях), пункты контрольно технического осмотра (ПКТО) (на крупных станциях участка) и посты безопасности (ПБ) (на станциях с постоянным круглосуточным присутствием дежурных по станции – ДСП).

Техническое оснащение пунктов ПТО состоит из комплекса приборов и механизмов предназначенных для диагностики, ремонта, текущего ремонта и профилактики вагонов.

В ПТО предусмотрено сменное дежурство бригад, численность которых определяется числом одновременно обслуживаемых составов. При проследовании поездом промежуточной станции осмотрщики вагонов ПКТО и ПБ осматривают поезд в движении и, в случае обнаружения неисправного вагона, принимают меры по остановке поезда на станции. Для более тщательного осмотра вагонов скорость проследования поездов через пункты ПКТО и ПБ уменьшается до 20–30 км/ч.

Размещение ПКТО производится на участке железной дороги с интервалом 40–50 км. ПБ размещаются на участке с интервалом 30 км и увязываются с промежуточными станциями и круглосуточным дежурством ДСП.

На базе дистанционной информационной системы парковой работы (ДИСПАРК) и информационно-управляющей системы (ИУС ПТО) реализован взаимоувязанный комплекс информационных технологий для обеспечения эффективной системы ремонта грузовых вагонов по реальному пробегу и состоянию.

Для повышения уровня технического контроля на дороге внедрена автоматизированная система контроля подвижного состава (АСК ПС). Функционирование АСК ПС позволяет получать от аппаратуры КТСМ оперативную информацию о состоянии подвижного состава на всех участках железной дороги, а также об исправности самой аппаратуры контроля в дистанциях сигнализации и связи дороги.

Техническое описание, функциональные схемы аппаратуры КТСМ-02 и перспективной КТСМ-03 приведены в 6-м разделе учебного пособия. Для выполнения ремонтно-профилактических работ с аппаратурой КТСМ во всех отделениях дороги организованы контрольно-ремонтные пункты (КРП). КРП имеют отдельные помещения, оборудованные соответствующими контрольно-измерительными приборами, и обеспечены ремонтными комплектами, стендами для проверки КТСМ и запасными частями аппаратуры.

2.2 Техническая характеристика Белорусской железной дороги

Белорусская железная дорога территориально находится в пределах границ Республики Беларусь. Обладая высокой провозной и пропускной способностью, дорога занимает ведущее место в транспортной системе республики.

Оснащенность Белорусской железной дороги средствами автоматики, телемеханики, связи и вычислительной техники является одним из решающих показателей технического развития железнодорожного транспорта.

Железнодорожная сеть связи представляет собой сложный комплекс линий связи и аппаратуры систем передачи данных, обеспечивающих выполнение основных функций управления технологическими процессами на Белорусской железной дороге. Структура сети связи сформировалась на основе развития железнодорожной сети с учетом потребности в оперативном информационном обеспечении процесса управления грузовыми и пассажирскими перевозками.

Средствами автоматизации управления перевозочным процессом являются устройства автоблокировки и автоматической локомотивной сигнализации, диспетчерского контроля, электрической и диспетчерской централизации, механизации сортировочных горок, проводной связи и радиосвязи, автоматического контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда, автоматизированных систем управления на разных уровнях.

В настоящее время в состав Белорусской железной дороги входит 6 отделений (унитарных предприятий): Минское; Барановичское; Брестское; Гомельское; Могилевское; Витебское.

Эти предприятия объединяют 384 крупных и малых станций, из них: 3 – пассажирские, 10 – сортировочные, 23 – грузовые, 13 – участковые и 335 – промежуточные, 17 локомотивных депо, 12 вагонных депо, 20 дистанций пути, 14 дистанций сигнализации и связи, 7 дистанций электроснабжения и другие предприятия.

Техническая характеристика Белорусской железной дороги представлена в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Техническая характеристика Белорусской железной дороги

Характеризуемый параметр	Величина
Эксплуатационная длина БЖД, км	5512,2
Протяженность двухпутных участков, км	1640,4
Протяженность однопутных участков, км	3867,2
Протяженность бесстыкового пути, км	3867,6
Развернутая длина БЖД, км:	
– главные пути	7298,4
– станционные пути	3657,3
В том числе приемо-отправочные и ветви, обслуживающие отдельные предприятия и организации, км	1026,3
Протяженность пути на железобетонных шпалах, км	6313,5
Протяженность пути, уложенные рельсами повышенной прочности (закаленные рельсы), км	2947,3
Протяженность линий, оборудованных диспетчерской централизацией, км	3223,7

Окончание таблицы 2.1

Характеризуемый параметр	Величина
Протяженность линий, оборудованных автоблокировкой, км	3698,1
Протяженность линий, оборудованных полуавтоматической блокировкой, км	1914,0
Протяженность линий, обслуживающих грузовое и пассажирское движение на тепловозной тяге, км	4638,5
Протяженность линий, обслуживающих грузовое и пассажирское движение на электровозной тяге, км	872,7
Общая протяженность электрифицированных линий, км	874,1
Общая протяженность сортировочных путей, км	372,7
Общее количество сортировочных горок, шт.	36
Протяженность линий электроснабжения, оборудованных устройствами СЦБ (станции централизации и блокировки), км	6424,2
Протяженность линий связи (магистральные), км	8779,5
Общее количество переездов, шт.	1474
Количество переездов, оборудованных автоматикой, шт.	1279

Крупнейшим транспортным подразделением является унитарное предприятие Минское отделение Белорусской железной дороги. В состав отделения дороги входят 30 структурных подразделений, 66 линейных станций, общая численность работников превышает 18,5 тысяч человек. Минское отделение Белорусской железной дороги находится на пересечении основных транспортных путей, идущих из стран Западной Европы и Балтии в Россию, именно поэтому на его долю приходится большая часть всех национальных железнодорожных перевозок, 31 % грузовых и 43 % пассажирских перевозок, осуществляемых внутри страны.

В состав Барановичского отделения дороги входят 60 действующих станций, в том числе крупные железнодорожные узлы: Барановичи, Гродно, Лунинец, Волковыск, Лида.

Отделение граничит с тремя соседними государствами (Украина, Литва, Польша), прием и сдача грузов осуществляется на 5 пограничных переходах, в том числе Свислочь и Брузги, где перегружаются различные грузы из вагонов западноевропейской колеи 1435 мм в вагоны колеи 1520 мм и обратно. Погрузка и выгрузка осуществляется на 42-х станциях, расположенных на территории трех областей – Брестской, Гродненской и Минской. Отделение взаимодействует с пятью региональными таможнями – Брестской, Гродненской, Вороновской, Пинской, Минской [3].

Техническая характеристика Барановичского отделения дороги приведена в таблице 2.2.

Брестское отделение дороги расположено на западе Республики Беларусь. Отделение дороги расположено в пределах станций: Лесная, Ловча, Хотиславль, Влодава, Высоко-Литовск. В настоящее время Брестское отделение

включает 32 станции, из которых Брест-Восточный и Брест-Северный являются внеклассными, и 44 остановочных пункта. Все станции оборудованы устройствами электрической централизации, за исключением станций Мотыкалы, Лыщицы, Дубица и Влодава.

Таблица 2.2 – Техническая характеристика Барановичского отделения дороги
В километрах

Характеризуемый параметр	Величина
Эксплуатационная длина	1150,4
Протяженность однопутных участков	590,9
Протяженность двухпутных участков	549,5
Развернутая длина путей:	
– главных	1180,3
– станционных	495,1
– приемо-отправочных	249,7
– подъездных	231,4

Техническая характеристика Брестского отделения дороги приведена в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Техническая характеристика Брестского отделения дороги

Характеризуемый параметр	Величина
Эксплуатационная длина, км	1126,5
Протяженность однопутный участков, км	574,4
Развернутая длина путей, км:	
– главных	877,3
– станционных	580,9
– приемо-отправочных	224,8
– подъездных	141
Общая протяженность электрифицированных линий, км:	
– на переменном токе	772
– на постоянном токе	13,5
Общее количество переездов, оборудованных автоматикой, шт.	203

В состав Витебского отделения дороги входят 58 действующих станций, в том числе крупные железнодорожные узлы Витебск и Полоцк, а также 28 станций открытых для грузовых операций. Основную часть погрузки по отделению выполняет станция Новополоцк (нефтегрузы). Отделение граничит с дорогами Российской Федерации (станции Заольша, Езерище, Алеща), Латвии (станция Бигосово), Литвы (станции Годутишки, Лынтупы) и по внутридорожным стыкам (станции Можеевка и Парафьянов) с Минским отделением Белорусской железной дороги.

Техническая характеристика Витебского отделения дороги приведена в таблице 2.4.

Гомельское отделение Белорусской железной дороги находится на важнейшем стратегическом перекрестке, связывающем пути с востока на запад, через Гомель осуществляются связи с Москвой, Санкт-Петербургом, Киевом, Минском, многими другими крупными городами и промышленными регионами ближнего и дальнего зарубежья [3].

Таблица 2.4 – Техническая характеристика Витебского отделения дороги

В километрах	
Характеризуемый параметр	Величина
Эксплуатационная длина отделения	843,6
Протяженность однопутных участков	766,2
Протяженность двухпутных участков	77,4
Развернутая длина путей:	
– главных	923,6
– станционных	480,7
– приемо-отправочных	231,2
– подъездных	167,7
Протяженность бесстыкового пути	583,1
Общая протяженность сортировочных путей	56,6

Техническая характеристика Гомельского отделения дороги приведена в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Техническая характеристика Гомельского отделения дороги

В километрах	
Характеризуемый параметр	Величина
Эксплуатационная длина	813,7
Протяженность однопутных участков	590,9
Протяженность двухпутных участков	204,5
Развернутая длина путей:	
– главных	1784,5
– станционных	638,8
– подъездных	108,8

Могилевское отделение дороги расположено в пределах станций (включительно): Прошкино, Румино, Шестеровка, Бельковичи, Старосельский, Телуша, Рабор, Верейцы, Гродзянка, Солигорск.

Основными железнодорожными узлами на отделении дороги являются: Могилевский, Осиповичский, Кричевский, Бобруйский и Слуцко-Калийный. В состав отделения входит 70 станций, из которых 42 открыты для выполнения грузовых операций. На этих станциях осуществляется прием грузов к перевозкам и выдача грузов получателям. Основные погрузочные ресурсы отделения дороги сконцентрированы на станциях Калий (70 %), Кричев, Коммунары (15 %), выгрузка в основном сконцентрирована на станциях Могилев, Слуцк, Бобруйск, Кричев, Коммунары.

Техническая характеристика Могилевского отделения дороги приведена в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Техническая характеристика Могилевского отделения дороги

Характеризуемый параметр	В километрах Величина
Эксплуатационная длина	1040,4
Протяженность однопутных участков	890,9
Протяженность двухпутных участков	149,5
Развернутая длина путей:	
– главных	1180,3
– станционных	495,1
– подъездных	231,4
Протяженность линий электроснабжения устройств СЦБ	1528

2.3 Линейные предприятия дороги, непосредственно обеспечивающие безопасность перевозочного процесса

В состав Белорусской железной дороги входят следующие линейные предприятия, непосредственно связанные с обеспечением безопасности движения поездов, перевозки пассажиров и грузов.

Минское отделение: станция Минск-Пассажирский; станция Минск-Сортировочный; станция Орша; станция Молодечно; Локомотивное депо Минск; Локомотивное депо Молодечно; Локомотивное депо Орша; Моторвагонное депо Минск; Минское вагонное депо; Оршанское вагонное депо; Рефрижераторное вагонное депо Молодечно; Минский вагонный участок; Минская дистанция пути; Молодечненская дистанция пути; Борисовская дистанция пути; Оршанская дистанция пути; Минская дистанция сигнализации и связи; Молодечненская дистанция сигнализации и связи; Оршанская дистанция сигнализации и связи; Минская дистанция электроснабжения; Оршанская дистанция электроснабжения.

Барановичское отделение: станция Барановичи Центральные; станция Луинец; станция Лида; объединенная станция Гродно; Локомотивное депо Барановичи; Локомотивное депо Луинец; Локомотивное депо Волковыск; Локомотивное депо Лида; Барановичское вагонное депо; Волковыское вагонное депо; Барановичская дистанция пути; Луинецкая дистанция пути; Волковысская дистанция пути; Лидская дистанция пути; Барановичская дистанция электроснабжения; Барановичская дистанция сигнализации и связи; Лидская дистанция сигнализации и связи.

Брестское отделение: станция Брест-Восточный; станция Брест-Северный; Брестская дистанция пути; Жабинковская дистанция пути; Брестский вагонный участок; Брестская дистанция сигнализации и связи; Локомотивное депо Брест; Брестское вагонное депо; Брестская дистанция электроснабжения.

Витебское отделение: станция Витебск; станция Полоцк; станция Новополоцк; Витебское вагонное депо; Полоцкое вагонное депо; Локомотивные депо Витебск; Локомотивное депо Полоцк; Витебская дистанция пути; Полоцкая дистанция пути; Воропаевская дистанция пути; Витебская дистанция электроснабжения; Витебская дистанция сигнализации и связи; Полоцкая дистанция сигнализации и связи; Витебская дистанция электроснабжения.

Гомельское отделение: станция Гомель; станция Жлобин; станция Калинковичи; станция Барбаров; Локомотивное депо Гомель; Локомотивное депо Жлобин; Локомотивное депо Калинковичи; Гомельское вагонное депо; Жлобинское вагонное депо; Гомельская дистанция пути; Жлобинская дистанция пути; Калинковичская дистанция пути; Гомельская дистанция сигнализации и связи; Жлобинская дистанция сигнализации и связи; Калинковичская дистанция сигнализации и связи; Гомельская дистанция электроснабжения.

Могилевское отделение: станция Могилев; станция Осиповичи; станция Калий; Локомотивное депо Могилев; Локомотивное депо Осиповичи; Локомотивное депо Кричев; Вагонное депо Могилев; Вагонное депо Осиповичи; Могилевская дистанция пути; Осиповичская дистанция пути; Кричевская дистанция пути; Бобруйская дистанция пути; Могилевская дистанция сигнализации и связи; Осиповичская дистанция сигнализации и связи.

2.4 Технические устройства для контроля ходовой части подвижного состава и анализ деградационных процессов

К техническим устройствам для мониторинга ходовой части подвижного состава относятся системы и средства неразрушающего контроля ответственных деталей и узлов вагонов и локомотивов. К ним относятся комплексы технических средств многофункциональные КТСМ, устройства контроля габарита подвижного состава КГУ, системы контроля волочащихся предметов СКВП и ряд других. Главной целью диагностирования подвижного состава является определение технического состояния основных механических узлов локомотивов и вагонов на протяжении всего периода эксплуатации, используя статистические данные непрерывного температурного мониторинга.

Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: на основании анализа полученных результатов измерений определить техническое состояние или уровень износа механических узлов, а также получить прогнозные оценки скорости изменения во времени (численные значения градиента) развивающихся деградационных процессов в механических узлах. Это позволит рассчитать остаточный технический ресурс диагностируемых узлов, разработать методологию повышения технического ресурса конструктивных узлов и, на основе мониторинга, оптимизировать сроки и объемы проведения технического обслуживания и текущего ремонта вагонов и локомотивов [26].

Для этой цели предлагается создать диагностический комплекс, в основе которого лежат температурные исследования деградационных процессов, проведенные на математической модели и на реальных объектах контроля. Большинство деградационных процессов, которые развиваются в механических узлах подвижного состава, являются тепловыми, т. е. изменение скорости деградации напрямую зависит от температуры. Для анализа этих процессов необходимо организовать температурный мониторинг за эксплуатацией ответственных механических узлов подвижного состава. Допускаемые критические значения температурного нагрева отдельных механических узлов вагонов и локомотивов имеются в технической документации, и требуется только дополнить электрические схемы подвижных единиц соответствующими средствами измерения, обработки, хранения, передачи результатов на расстояние, удобного представления информации для визуализации, анализа и принятия решения, т. е. разработать соответствующую систему мониторинга.

Поскольку критическое значение температуры кипения охлаждающей жидкости (воды), при которой она превращается в пар, равно $100\text{ }^{\circ}\text{C}$, то, следовательно, допускаемая температура охлаждающей жидкости в системе охлаждения дизельного двигателя любого тепловоза должна быть меньше этого значения, например, в пределах $80\text{--}90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для системы смазки дизельного двигателя эти пределы будут такими же. Фиксация момента перегрева масла и охлаждающей жидкости по установленным в кабине машиниста тепловоза измерительным приборам служит простым подтверждением уже случившегося факта о том, что системы смазки или охлаждения находятся в технически неисправном состоянии и требуется остановки дизеля. По сути это фиксация момента наступления аварийной ситуации. Для определения предаварийного состояния объекта контроля и получения соответствующей информации необходима непрерывно действующая система мониторинга. Для этого надо фиксировать во время эксплуатации не только численные значения температуры нагрева смазки и охлаждающей жидкости, но и их производные по времени, т. е. градиента скорости нарастания температуры за определенный промежуток времени. Известно, если обе системы находятся в технически исправном состоянии, то скорость нагрева масла и охлаждающей жидкости для одного и того же типа дизельного двигателя будет постоянной.

Для каждого конкретного типа тепловоза исходные числовые критические значения градиента скорости, которые соответствуют наступлению предельного состояния нагрева масла и охлаждающей жидкости, можно получить из мониторинга. В тех случаях, когда мониторинг проводится непрерывно, спрогнозировать наступление момента аварийной ситуации будет очень легко. Для случая, когда мониторинг проводится выборочно (эпизодически), тоже можно спрогнозировать наступление аварийной ситуации, поскольку искомые значения градиента скорости нагрева можно легко

получить в депо в период запуска двигателя и его прогрева на холостых оборотах до момента выхода тепловоза на линию.

Логика диагностирования продиктована физикой процесса – если система смазки и охлаждения двигателя по какой-либо причине неисправна, то при одних и тех же холостых оборотах двигателя при прогреве градиент скорости нагрева будет соответственно изменяться (уменьшаться). Проводя непрерывный мониторинг за изменением градиента скорости нагрева, можно будет прогнозировать дату и время захода тепловоза на техническое обслуживание или текущий ремонт по техническому состоянию. Это только один из примеров практического использования информации, полученной при температурном мониторинге масла и охлаждающей жидкости во время эксплуатации тепловоза.

Для тепловозов сферу теплового мониторинга следует разбить на две составляющие: дизель-генераторная установка и тяговые электродвигатели ТЭД с приводом на колесные пары. В первую часть под температурный мониторинг попадут следующие механические узлы: дизель, в частности, система смазки и система водяного охлаждения. Сегодня на всех без исключения тепловозах есть измерительные приборы температуры масла в двигателе и температуры охлаждающей жидкости, однако записи показаний во времени, и сама система мониторинга отсутствует.

Эти приборы служат в качестве аварийных датчиков, т. е. в случае перегрева машинист обязан заглушить дизель, иначе произойдет перегрев и потребуются внеплановый ремонт дизеля. Данную ситуацию можно предупредить, если организовать температурный мониторинг, например, за радиаторными секциями охлаждения дизеля, на основе которого можно было бы своевременно выявить неисправные секции в системе охлаждения.

Для этого надо поставить на каждую секцию температурный датчик-регистратор [26]. Крутизна характеристики нагрева позволит оперативно определить предаварийное техническое состояние (работоспособность) каждой радиаторной секции.

Аналогичная ситуация с организацией температурного мониторинга за тяговым и вспомогательным генераторами, компрессором, турбовоздуходувкой. Ко второй составляющей следует отнести температурный мониторинг тяговых электродвигателей, редукторных приводов, буксовых узлов, а также ободьев колес, которые могут перегреваться от неравномерности распределения тормозного усилия по тормозным колодкам колеса и т. п.

Перегрев букс вагонов характеризуется *неустановившимся режимом теплообмена* и повышением температуры шейки оси и корпуса буксы в процессе движения поезда. Темп возрастания температуры шейки оси $T_{ш\text{о}}$ зависит от характера неисправности буксового узла, скорости движения поезда, нагрузки на ось и может изменяться в широких пределах.

Для букс с роликовыми подшипниками $T_{\text{шо}}$ в области значений до 300 °С изменяется от 2 до 15 °С/мин, а в области значений до 800 °С (примерная температура излома шейки оси), – до 18–20 °С/мин.

Максимальные темпы возрастания (градиенты) температуры шейки оси характеризуют и статистические данные по изломам шеек осей. Так, по зарубежным данным, излом шейки оси при отсутствии смазки для букс с подшипниками качения происходит через 55–60 км. По среднестатистическим данным отечественных железных дорог для букс с роликовыми подшипниками возможны более высокие темпы возрастания температур шеек осей, особенно при разрушении подшипника или сколе борта.

По статистическим данным Всероссийского научно-исследовательского института железнодорожного транспорта (ВНИИЖТа) пробег вагона до излома шейки оси составляет не более 45–50 км.

Критерии аварийности буксового узла выработаны практикой длительной эксплуатации подвижного состава в различных условиях и подтверждены экспериментами. Для буксового узла с подшипником качения предельно допустимая температура шейки оси составляет примерно 90–100 °С. Критическая температура, при которой начинается разрушение поверхностей катания и происходит перекашивание сепараторов подшипников, соответствует значению 140 °С и более.

В соответствии со значениями предельно допустимой и критической температуры уровни нагрева шейки осей, при которых буксовый узел на подшипнике качения следует считать аварийным (перегретым), находятся выше 100–140 °С. Для буксового узла с роликовыми подшипниками повышение в процессе движения поезда температуры корпуса буксы до 70–75 °С в летний период или до 40–50 °С в зимний период является признаком неисправности.

Для пассажирских вагонов мониторингу следует подвергнуть следующие конструкционные узлы по ходовой тележечной части вагона: буксовые узлы, генераторы, редукторы, гидравлические гасители колебаний.

По данным мониторинга можно выявить проблемные узлы и выполнить в депо соответствующий вид технического обслуживания или текущего ремонта этим узлам в период отстоя состава и тем самым предотвратить возможность возникновения аварийной ситуации в пути следования.

По указанным узлам можно будет перейти от планово-предупредительного технического обслуживания к обслуживанию по «техническому состоянию». При этом значительно сократится общий объем трудоемких операций по монтажу из-под вагона этих узлов.

В состав диагностического комплекса для оценки деградационных процессов деталей и узлов подвижного состава должны входить следующие компоненты:

- средства измерительной техники (датчики-регистраторы) с заданными режимами работы: онлайн или в режиме записи на flash-носитель;
- телекоммуникационные средства проводной или беспроводной связи для передачи данных результатов измерений получателю информации;
- автоматизированные средства обработки полученной информации и представление информации в удобном формате для анализа;
- средства для архивации и ведение статистических наблюдений.

При проектировании автоматических систем технической диагностики подвижного состава следует конкретизировать числовые значения определяющих параметров, соответствующие моменту наступления предельного технического состояния, определиться с уровнем погрешности проводимых измерений.

Важно разработать методику расчета остаточного технического ресурса и получения прогнозных оценок о развитии деградационных процессов для каждого из объектов диагностирования на основе получаемой статистической информации. В перспективе логическим продолжением станет усовершенствование методологии определения технического ресурса и моделей оптимизации процессов его восполнения для механических конструктивных узлов тягового подвижного состава.

Ожидаемый результат от внедрения системы температурного мониторинга – снижение материальных затрат на эксплуатацию железнодорожного транспорта за счет перехода от планово-предупредительного технического обслуживания механических узлов к обслуживанию их «по техническому состоянию», повышение уровня безопасности движения за счет предотвращения аварийных ситуаций [26].

Модель причинно следственных связей возникновения дефектов подвижного состава. В начале 2000-х годов ведущие компании – разработчики дистанционных систем мониторинга технического состояния подвижного состава объединили усилия и создали альянс WMA. В результате обобщения многолетнего опыта работы компаний – участников альянса была разработана гипотетическая модель, которая отображает результат проработки концепций и проверки гипотез.

Начиная с рассмотрения наиболее типичных видов повреждений, например, поверхности катания колес, дефектов подшипников, нарушения геометрии тележки и профиля колеса, разработчики демонстрируют причинно-следственные процессы и контур позитивной обратной связи в развитии повреждений.

Модель причинно-следственных связей развития дефектов WMA приведена на рисунке 2.1.

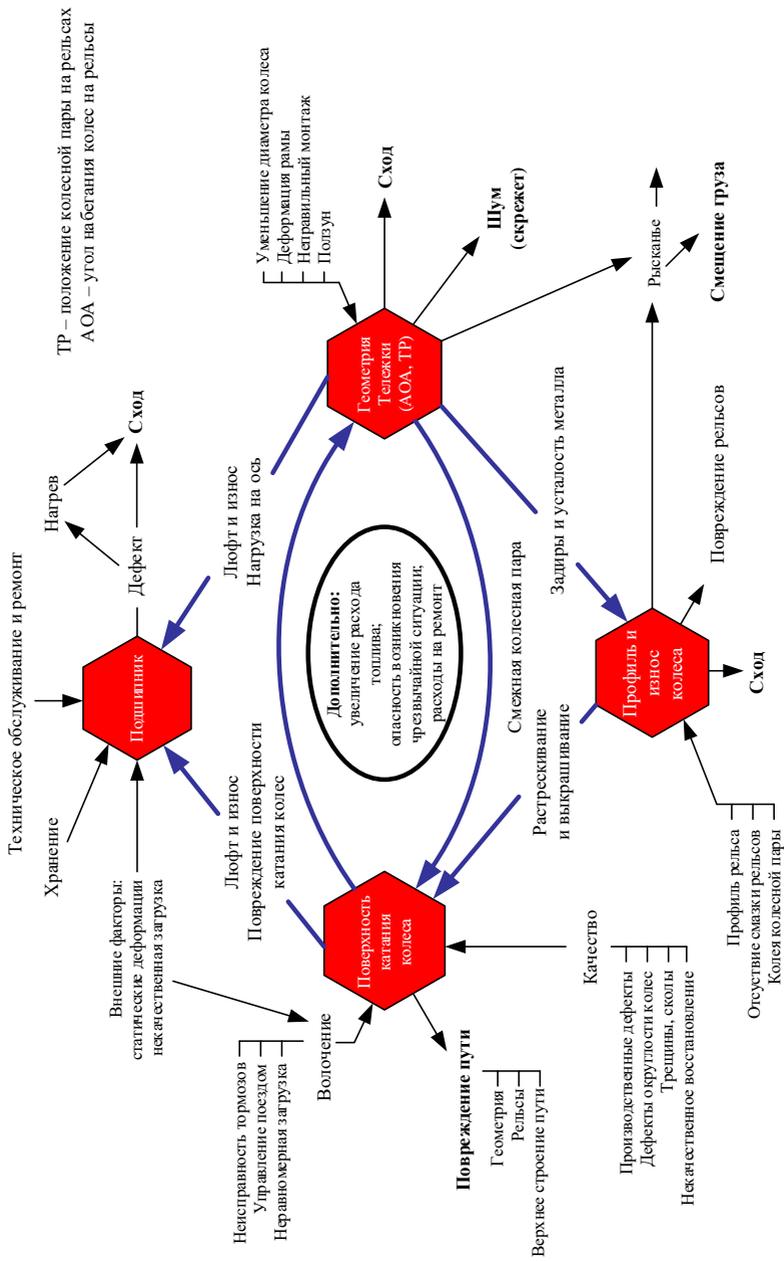


Рисунок 2.1 – Модель причинно-следственных связей развития дефектов WMA

Черные стрелки, направленные к шестигранным блокам, демонстрируют причины возникновения повреждений, а уходящие от них – последствия ущерба либо воздействия на другие компоненты вагона. Синие стрелки между шестигранниками показывают последствия несвоевременного устранения нарушения геометрии кузова и повреждений колесной пары, давая понять, что бездействие приводит к повреждениям соседних колес тележки. Ядро модели является красной зоной и демонстрирует последствия игнорирования информации от блоков контроля или невыполнения превентивных профилактических мер.

Если цикл повторяется, увеличивается сила воздействия на компоненты вагона и рельсы, что приводит также к повреждению элементов инфраструктуры. Некоторые из причин возникновения дефектов и их последствия, которые могут быть обнаружены системами дистанционного мониторинга, перечислены по периферии на рисунке 2.1.

Например, движение колеса юзом вызывает небольшой дефект – ползун, который увеличивается с течением времени, и в результате значительно возрастает воздействие от колеса на другие элементы подвижного состава и путь. Велика вероятность, что воздействие на рабочие поверхности буксового подшипника приведет к повреждению его поверхностей катания.

Незначительные дефекты колеса со временем только увеличиваются, но не исчезают, причем часто наблюдается взаимное влияние дефектов колес колесных пар на одной оси.

Нарушение геометрии из-за усталости металла часто вызывает заметное изменение профиля колеса, состояния гребня и поверхности катания. Это ускоряет износ колес и приводит к образованию трещин и сколов, усилению ударных нагрузок и т. д.

Перекося кузова вагона приводит к увеличению воздействия поперечных сил на рельсы и буксовые подшипники, что в дальнейшем приводит к износу поверхностей катания и появлению люфта в подшипнике.

Эти неисправности являются основными причинами нагрева подшипников и могут быть зафиксированы только устройством акустического контроля RailBAM.

Многие из приведенных в модели ситуаций возникновения неисправностей могут случиться в любой момент. Поэтому некоторые факторы необходимо учитывать при получении информации о выявленных дефектах в процессе предупредительного мониторинга технического состояния подвижного состава.

3 ДИАГНОСТИКА БУКСОВЫХ УЗЛОВ ВАГОНОВ

3.1 Конструкция буксовых узлов вагонов

Букса с цилиндрическими роликовыми подшипниками (рисунок 3.1) имеет передний и задний подшипники, посаженные на шейку оси вплотную друг к другу, что уменьшает габаритные размеры буксы и снижает напряжения в шейке оси. Задний подшипник имеет однобортное внутреннее кольцо, а у переднего роль борта выполняет плоское приставное упорное кольцо [3].

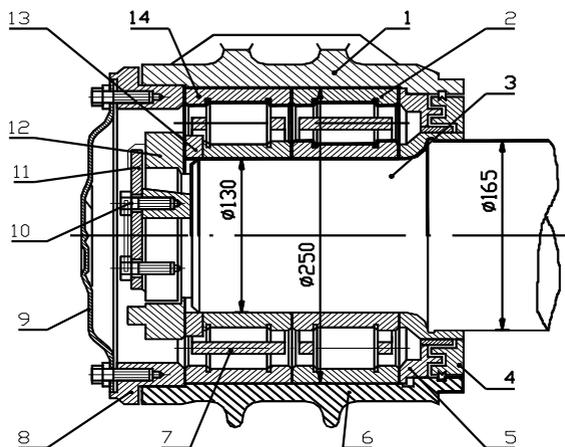


Рисунок 3.1 – Букса с роликовыми цилиндрическими подшипниками:
1 – корпус; 2 – задний подшипник; 3 – шейка оси колесной пары; 4 – отъемная лабиринтная часть корпуса; 5 – лабиринтное кольцо; 6 – ролики; 7 – сепаратор; 8 – крепительная крышка; 9 – смотровая крышка; 10 – болты; 11 – стопорная планка; 12 – торцовая гайка; 13 – приставное кольцо; 14 – передний подшипник

Посадка внутренних колец подшипника на шейку оси производится с натягом. Торцовое крепление переднего подшипника осуществлено гайкой. Корпус буксы уплотняется за счет четырехкамерного лабиринтового уплотнения и смотровой крышки.

На рисунке 3.2 приведено изображение буксового узла с подшипниками кассетного типа. Внешними отличительными признаками таких буксовых

узлов является отсутствие корпуса буксы – в качестве нагрузителя используется адаптер (рисунок 3.2, а) и открытый торец оси с торцевой шайбой, четырьмя болтами М20 крепления подшипника на шейке и съемной заглушкой, закрывающей центр оси.

Адаптер свободно, без перекосов, устанавливается на наружное кольцо конического подшипника кассетного типа (рисунок 3.2, б). Подшипник имеет встроенные неразборные соединения, заправлен смазкой и отрегулирован по зазорам. Детали подшипника имеют антикоррозионное покрытие.

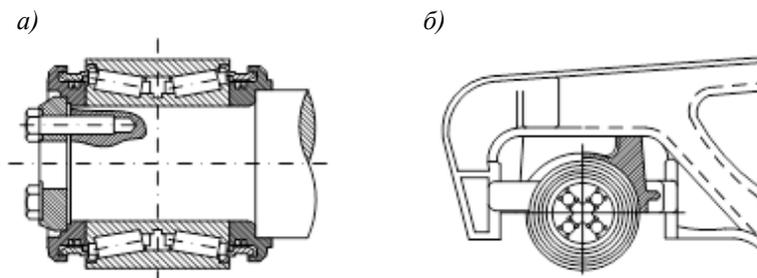


Рисунок 3.2 – Буксовый узел с подшипниками кассетного типа

Особенность эксплуатации букс с коническими подшипниками кассетного типа определяется их конструкцией и связана с относительно более высокими (примерно в 1,5–2 раза) нормальными рабочими температурами нагрева подшипников, по сравнению с температурами нагрева серийных буксовых узлов с типовыми цилиндрическими подшипниками.

Для нормальной работы буксового узла большое значение имеет смазка, которая уменьшает трение скольжения между роликом и сепаратором, бортами колец и торцами роликов, роликами и дорожками качения колец.

Рабочий технологический нагрев буксовых подшипников возникает вследствие трения качения роликов по кольцам, трения смазки о детали подшипников и трения скольжения торцов роликов о борта колец. Выделяющееся в процессе работы подшипников тепло расходуется на повышение температуры самих подшипников, смазки, шейки, корпуса буксы, сопряженных с осью элементов колес, при этом часть тепла рассеивается через поверхности буксового узла и колесной пары в окружающую среду.

Наиболее высокую температуру имеют ролики и сепараторы, затем (в порядке убывания) внутренние и наружные кольца, корпус буксы и ступица колеса. Разность температуры роликов и наружного кольца в эксплуатации составляет 25–40 °С, но может достигать и 70 °С.

Компания SKF разработала и выпускает буксовые узлы со встроенными датчиками для регистрации частоты и направления вращения, вертикальных и боковых ускорений, а также состояния подшипников. Эти смонтированные в буксовом узле датчики используются, например, в европейских системах

управления движением поездов ETCS для управления торможением и тягой, регистрации скорости и контроля температуры подшипников. В пакете с буксовым коническим подшипником Compact TBU компания предлагает интегральную механотронную систему [34]. Разработки буксовых узлов компании SKF считаются лидирующими при изготовлении подвижного состава.

Компания «ЕПК-Бренко» является крупнейшим в России производителем кассетных буксовых подшипников для грузовых и пассажирских вагонов. Сегодня «ЕПК-Бренко» представляет собой инновационную производственную площадку по выпуску подшипников нового поколения. Это крупнейший в России сертифицированный производитель железнодорожных кассетных подшипников, продукция которого соответствует всем современным техническим требованиям и международным требованиям качества.

Помимо производства кассетных подшипников в начале 2016 г. «ЕПК-Бренко» ввела в эксплуатацию участок по их ремонту. Использование ремонтных подшипников позволяет предприятиям железнодорожного транспорта обеспечивать высокий уровень качества ремонта эксплуатируемого подвижного состава с экономией до 40 % по сравнению с покупкой новых подшипников [24].

3.2 Основные неисправности букс

Для букс с роликовыми подшипниками в условиях эксплуатации характерны разрывы и сколы бортов внутренних колец, проворот их на шейке оси, разрушение сепараторов, обводнение и загрязнение смазки (песок, металлическая пыль и стружка) и др.

Все перечисленные виды неисправностей приводят к нагреву шейки оси и деталей буксового узла в процессе движения поезда.

Различный эксплуатационный нагрев элементов подшипников вызывает температурные деформации, которые, уменьшая рабочие зазоры, могут привести к защемлению (заклиниванию) роликов между кольцами и разрушению буксового узла. Поэтому температура буксового узла является важнейшим критерием, характеризующим техническое состояние подшипников. Причиной повышенного нагрева букс может быть излишнее количество в них смазки, что чаще всего происходит после ревизии букс. Излишняя смазка выдавливается через лабиринтные уплотнения, при пробеге вагоном расстояния 500–600 км интенсивность нагрева букс снижается. Наиболее интенсивный нагрев букс наблюдается при недостаточном радиальном и осевом зазоре в подшипнике [3].

Букса может нагреваться в результате внезапных отказов подшипников качения, которые, хотя и не носят массовый характер, представляют угрозу безопасности движения поездов. Причинами таких отказов являются дефекты металла, нарушения технологии механической и термической обработки подшипников, из-за которых в кольцах создаются повышенные остаточные

напряжения, неправильный подбор колец по шейке оси и роликов по размерам групп, недостаточное усилие затяжки торцевой гайки, усталостные повреждения – раковины и электроожоги на дорожках качения колец и др.

На работу буксовых узлов большое влияние оказывает температура наружного воздуха. В зимние месяцы число отцепок вагонов по неисправности подшипников по сравнению с летними возрастает в 2–3 раза, что связано с увеличением динамических нагрузок на буксовые узлы из-за повышения жесткости пути.

Выделяемое при движении поезда в зоне трения подшипника об ось тепло распространяется двумя путями: через шейку оси на колесо и через подшипник на корпус буксы. По данным американских исследователей, на колесо и ось отводится до 77 % выделяемого тепла, а на корпус буксы – 23 %.

Нормальная работа буксового узла характеризуется *установившимся режимом теплообмена* между его элементами, колесной парой и наружным воздухом в процессе движения поезда, т. е. режимом, когда количество выделяемого тепла равно количеству тепла, рассеиваемого элементами буксы и колесной пары в окружающее пространство. Установившийся режим нормально работающего буксового узла (температура шейки оси $T_{шю}$ при этом практически постоянна) наступает примерно через 40 км после начала движения поезда. Значение температуры шейки оси в установившемся режиме зависит от скорости движения поезда, температуры наружного воздуха, нагрузки на подшипник и других факторов. При температуре наружного воздуха 20 °С установившееся значение $T_{шю}$ для букс с роликовыми подшипниками равно примерно 50–60 °С.

Перегрев букс характеризуется *неустановившимся режимом теплообмена* и повышением температуры шейки оси и корпуса буксы в процессе движения поезда. Темп возрастания $T_{шю}$ зависит от характера неисправности буксового узла, скорости движения поезда, нагрузки на ось и может изменяться в широких пределах.

Для букс с роликовыми подшипниками $T_{шю}$ в области значений до 300 °С изменяется от 2 до 15 °С/мин, а в области значений до 800 °С (примерная температура излома шейки оси), – до 18–20 °С/мин. Максимальные темпы возрастания температуры шейки оси характеризуют и статистические данные по изломам шеек осей. Так, по зарубежным данным, излом шейки оси при отсутствии смазки для букс с подшипниками качения происходит через 55–60 км. По среднестатистическим данным отечественных железных дорог для букс с роликовыми подшипниками возможны более высокие темпы возрастания температур шеек осей, особенно при разрушении подшипника или сколе борта. По статистическим данным ВНИИЖТа пробег вагона до излома шейки оси составляет не более 45–50 км.

Критерии аварийности буксового узла выработаны практикой длительной эксплуатации подвижного состава в различных условиях и подтверждены экспериментами. Для буксового узла с подшипником качения предельно

допустимая температура шейки оси составляет примерно 90–100 °С. Критическая температура, при которой начинается разрушение поверхностей катания и происходит перекашивание сепараторов подшипников, соответствует значению 140 °С и более. В соответствии со значениями предельно допустимой и критической температуры уровни нагрева шейки осей, при которых буксовый узел на подшипнике качения следует считать аварийным (перегретым), находятся выше 100–140 °С. Для буксового узла с роликовыми подшипниками повышение в процессе движения поезда температуры корпуса буксы до 70–75 °С в летний период или до 40–50 °С в зимний период является признаком неисправности.

Неустановившийся режим теплообмена может быть в течение длительного времени работы буксового узла с новым подшипником при некачественной его подгонке. В начальный период приработки подшипника температура шейки оси поднимается до 100–140 °С, по мере приработки подшипника снижается и достигает установившегося значения через 40–80 км. Обнаружение таких букс по выбранным критериям аварийности приводит к необоснованным остановкам поездов. Однако количество этих букс по отношению к количеству действительно неисправных незначительно.

Выявление буксовых узлов на ранней стадии развития неисправностей. На пунктах технического осмотра дороги профилактический осмотр буксовых узлов грузовых вагонов осуществлялся операторами ДЦУП визуально по так называемым скрытым показаниям АРМ, отображающим начальную стадию развития отказов. Для автоматизации этого процесса использовался оригинальный алгоритм поиска неисправностей с формированием сигнализации «Тревога 0 {П}» (профилактика). Признак предназначен для КТСМ, размещенных на станциях перед пунктами технического осмотра, где осматриваются все грузовые поезда.

Сигнализация «Тревога 0 {П}» включается для вагонов с нагревом букс выше уровня, указанного в распечатке АРМ ЛПК, но ниже порога «Тревога 0» (для букс, имеющих повышенный нагрев по сравнению с другими расположенными на одной стороне вагона). Для сигнализации «Тревога 0 {П}» применяют «плавающий» порог, значение которого снижается обратно пропорционально значению «отношения» Q :

$$U_{\text{оп}} = \Pi_0 / Q, \quad (3.1)$$

где $U_{\text{оп}}$ – значение порога «Тревоги 0 {П}», квант;

Π_0 – табличное значение параметра «Тревога 0 {П}»;

Q – значение относительного перегрева буксы (отношение максимально нагретой буксы к среднему значению остальных букс, расположенных на одной стороне вагона).

Минимальное снижение порога ограничивается порогом передачи информации с перегонного оборудования на АРМ ЛПК, который составляет 14 квантов. Момент начала снижения порога определяется параметром Π_0 , значение которого рекомендуется устанавливать равным условной температуре настройки КТСМ.

Сигнализация «Тревога 0 {П}» применяется только для грузовых вагонов. После реализации этого алгоритма на ПТО отменен осмотр всех вагонов по скрытым показаниям КТСМ. В результате сократился объем непроизводительной работы осмотрщиков, исключена угроза несвоевременного выявления потенциально опасных неисправностей в буксовых узлах грузовых вагонов, в том числе с нарушением торцевого крепления подшипников. Благодаря этому увеличилась пропускная способность на основных пунктах технического осмотра дороги [24].

После эксплуатационных испытаний алгоритма формирования тревожной сигнализации «Тревога 0 {П}» изменена технология осмотра поездов на ПТО всей сети дорог.

На промежуточных пунктах контроля введена дополнительная сигнализация «Тревога 1 {П}». Значение ее порога определяется по формуле:

$$U_{1п} = \Pi_1 / Q, \quad (3.2)$$

где $U_{1п}$ – значение порога «Тревога 1» при понижающей коррекции;

Π_1 – табличное значение параметра «Тревога 1 {П}»;

Q – значение относительного перегрева буксы (отношение к среднему нагреву остальных букс, расположенных на одной стороне вагона).

Минимальное значение снижения порога «Тревога 1» ограничивается значением «Мин. порог», указанным в таблице настройки АРМ ЛПК. По этому признаку чаще всего выявляются буксы вагонов в начальной стадии разрушения при относительно низком темпе нагрева цилиндрических подшипников (до 0,5 квантов на километр), если не срабатывает сигнализация «Тревога 0 {Д}».

Особенности эксплуатации конических подшипников кассетного типа. При введении в эксплуатацию вагонов нового поколения с коническими подшипниками кассетного типа появились необоснованные задержки груженых и порожних поездов с рабочим нагревом корпусов и крышек букс. Повышенный нагрев таких подшипников проявляется при низких температурах наружного воздуха ($T_{н.в}$) с ноября по март, когда среднее значение уровней тепловых сигналов, выраженные в квантах, и относительные температуры корпусов букс повышается в сравнении с летними значениями в 1,5–1,7 раза.

График средних значений уровней и температур за год представлен на рисунке 3.3.

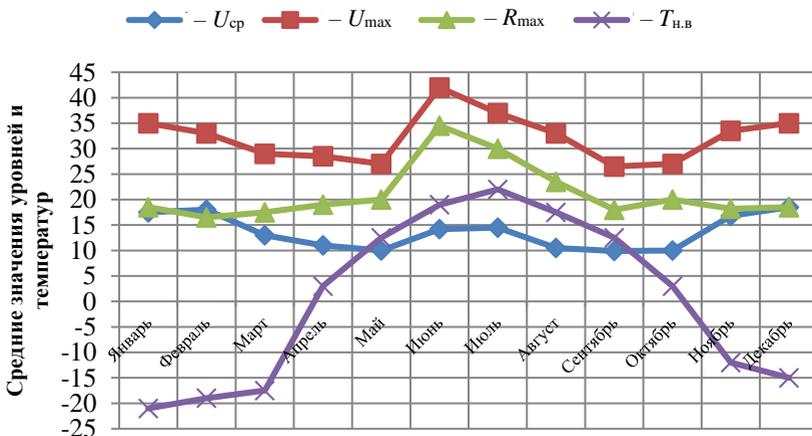


Рисунок 3.3 – График средних значений уровней и температур за год

Как было отмечено ранее, критерий «Тревога 0 {П}» (профилактика) формировался в версии программного обеспечения 2.0.8.0. с учетом отношения уровня нагрева контролируемой буксы к среднему значению уровней температур остальных букс по одной стороне вагона. Это приводило к необоснованным задержкам поездов с рабочим нагревом конических подшипников [28].

Новый критерий браковки буксовых узлов по разности температур их нагрева на одной оси колесной пары $R_{\text{max ось}}$ менее подвержен влиянию низких температур наружного воздуха, но его численное значение в КТСМ-01Д возрастает в летнее время года из-за влияния солнечной радиации. Разность температуры наиболее нагретой буксы и среднего значения температуры остальных букс на контролируемой стороне вагона $R_{\text{max ст}}$ является более совершенным аналогом критерия «Тревога 0 {П}».

Все КТСМ-02 переведены с квантовой версии программного обеспечения на градусную, которая более адекватно оценивает состояние разнотипных подшипников и буксовых узлов в соответствии с браковочными значениями температур. Кроме того, показания КТСМ-02 в градусах Цельсия при проведении измерений не позднее чем через 15 мин после остановки поезда корреспондируются с температурой букс, определяемой на станции бесконтактными приборами «Кельвин».

Алгоритмы браковки буксовых узлов в соответствии с новым критерием оценки позволили отказаться от недостаточно надежного метода распознавания вагонов по типу подшипников от повышающей коррекции порогов сигнализации на рабочий нагрев конических подшипников кассетного типа. Благодаря такой оценке в программном обеспечении исключены сложные для

восприятия эксплуатационным персоналом алгоритмы коррекции порогов тревожной сигнализации.

В новом программном обеспечении предусмотрены следующие варианты настроек тревожной сигнализации в соответствии с размещением КТСМ: перед станциями с пунктом осмотра вагонов – «ПТО», перед станциями без ПТО – «Промежуточная», а также для различных участков дорог с учетом расстояния между пунктами контроля – со снижением порогов на 3° «Пониженная» и повышением порогов на 4° «Повышенная» по сравнению с порогом при варианте «Промежуточная». Настройки КТСМ перед «ПТО» отличаются от настроек перед «Промежуточная» только более низким (на 10°) порогом «Тревога 0». При этом пороги «Тревога 1» и «Тревога 2» остаются такими же.

КТСМ, размещенные удаленно от сортировочных станций с пунктами технического осмотра, настраиваются следующим образом. При срабатывании сигнализации «Тревога 1» (пороги такие же, как при настройке для «Промежуточная») поезд останавливается на ближайшей станции, а при срабатывании «Тревога 0» (с заниженным порогом) без остановки следует в парк прибытия пунктов технического осмотра. Здесь осмотрщики вагонов более тщательно проверяют состояние буксовых узлов. Таким образом, обеспечивается безостановочный пропуск транзитных поездов, а неисправные буксы с относительно высокой температурой выявляются в условиях пункта технического осмотра. В этом случае установленные пороги сигнализации по разности температур на одной оси колесной пары $R_{\max \text{ ось}}$ являются альтернативой критерия «Тревога 0{П}».

В версию программного обеспечения 2.0.8.1. введена автоматическая коррекция порогов тревожной сигнализации в зависимости от температуры наружного воздуха. Такая коррекция в значительной мере снижает количество показаний КТСМ-02 на рабочий нагрев конических подшипников в зимнее время года и риск несвоевременного обнаружения неисправных букс при высокой температуре наружного воздуха.

В результате перевода КТСМ-02 на градусную версию количество задержек поездов, проконтролированных по показаниям на промежуточных станциях дороги сократилось. Количество отцепок грузовых вагонов из-за перегрева буксового узла снизилось. Отцепки стали более обоснованными. Естественно, на этот показатель повлияла пополнение рабочего парка новыми вагонами и повышение качества ремонта буксовых узлов в депо.

При градусной версии программного обеспечения КТСМ-02 разность температур нижних секторов корпусов букс на одной оси колесной пары практически не зависит от температуры окружающего воздуха и не подвержена влиянию солнечной радиации [29–33].

При низких температурах наружного воздуха, когда уровни тепловых сигналов и относительной температуры корпусов букс повышается в сравнении

с летними значениями, контроль аппаратуры КТСМ-01Д ухудшается. На это влияет в том числе и увеличение парка вагонов с коническими подшипниками. Поэтому новые критерии браковки буксовых узлов по разности уровней их нагрева на одной оси колесной пары в КТСМ-01Д, аналогичные алгоритмам КТСМ-02, позволили существенно снизить необоснованные задержки поездов.

3.3 Выбор элементов контроля технического состояния буксовых узлов

Задача обнаружения перегретых букс методом улавливания инфракрасной энергии излучения от элементов колесной пары или корпуса буксового узла осложняется тем, что основная зона тепловыделения буксового узла (подшипник – шейка оси) недоступна для прямого контроля, а измеряемый параметр лишь косвенно может характеризовать степень нагрева шейки оси. В связи с этим вероятность правильной оценки состояния контролируемой буксы зависит от связи между измеряемым параметром и истинным ее состоянием. Вероятность правильного обнаружения перегретой буксы будет тем выше, чем больше коэффициент связи между температурой шейки оси и температурой измеряемого элемента колесной пары или корпуса буксового узла. В то же время должна приниматься во внимание возможность технической реализации аппаратуры для контроля различных элементов корпуса буксового узла или колесной пары. Условно предположим (рисунок 3.4) колесную пару 2 с буксой на роликовом подшипнике 1.

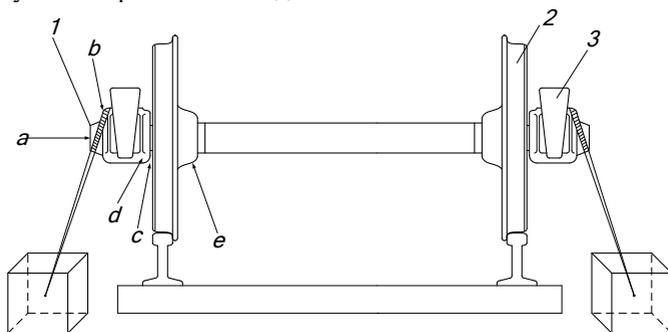


Рисунок 3.4 – Колесная пара с буксами для определения места контроля

Контролируемые элементы корпуса буксового узла и колесной пары показаны стрелками *a*, *b*, *c*, *d*, *e*.

Контроль температуры поверхности крышки буксового узла (вид по стрелке *a*) не может дать хороших результатов, так как температура крышки слабо отражает температуру шейки оси. Достаточно хорошо характеризует температуру шейки оси нагрев верхней части корпуса буксы

(вид по стрелке *b*), но конструктивные особенности подвижного состава и необходимость соблюдения габарита приближения строений при размещении считывающих устройств аппаратуры контроля делают невозможным организовать контроль этого элемента корпуса буксы.

К тому же при следовании платформ с открытыми бортами верхняя часть корпуса буксы скрыта от «взгляда» считывающих устройств.

Подступичная часть оси с наружной стороны колеса (вид по стрелке *c*) наилучшим образом характеризует температуру шейки. Однако из-за небольших размеров этой зоны очень трудно организовать надежный контроль при поперечных смещениях колесной пары во время движения поезда. В то же время, при креплении малогабаритного приемника ИК-излучения к рельсу, можно получить объективную характеристику состояния буксы [3].

Хорошие результаты могут быть получены при контроле подступичной части оси с внутренней стороны колеса (вид по стрелке *e*), так как эта часть колесной пары более доступна для «взгляда» считывающих устройств. Однако по результатам предварительных исследований установлено, что связь между температурой этого элемента оси и шейкой оси более слабая, чем между шейкой оси и верхней частью корпуса буксы.

В результате наибольшее распространение на зарубежных и отечественных железных дорогах нашла аппаратура, контролирующая стенку корпуса буксы 3 с внешней стороны рамы тележки.

Верхняя часть задней по ходу движения поезда стенки корпуса буксы меньше других элементов подвержена охлаждению встречным потоком воздуха, наиболее доступна для контроля и по ее температуре с большей точностью можно судить о температуре шейки оси.

Несколько сложнее реализовать контроль задней стенки корпуса буксы с внутренней стороны рамы тележки (вид по стрелке *d*), так как эта часть корпуса буксы сильно загрязнена и находится вблизи нагретых подступичной части оси и тормозных колодок.

3.4 Статистическая характеристика нагрева букс

В процессе работы буксового узла тепло от подшипника передается на корпус буксы. Значение температуры корпуса буксы определяется температурой шейки оси, температурой наружного воздуха и скоростью движения поезда (рисунок 3.5).

Например, при увеличении скорости движения поезда и недостаточном подводе смазки значение превышения температуры корпуса буксы над температурой наружного воздуха $\Delta T_{кб}$ несколько снизится, а значение превышения температуры шейки оси над температурой наружного воздуха $\Delta T_{шю}$ начнет возрастать.

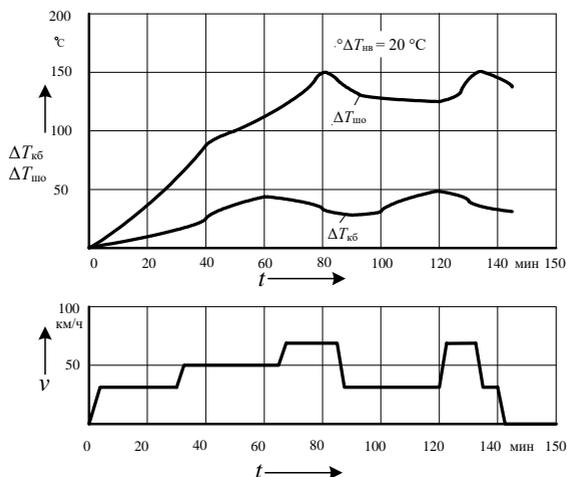


Рисунок 3.5 – Графики изменения температуры шейки оси и корпуса неисправной буксы

При увеличении скорости движения поезда на 65-й минуте $\Delta T_{\text{шю}}$ резко увеличивается, а значение $\Delta T_{\text{кб}}$ начинает уменьшаться и, наоборот, после снижения скорости движения поезда на 35-й минуте значение $\Delta T_{\text{кб}}$ начинает возрастать при одновременном уменьшении $\Delta T_{\text{шю}}$.

Таким образом, снижение значения $\Delta T_{\text{кб}}$ при увеличении скорости движения поезда и возрастании $\Delta T_{\text{шю}}$ происходит вследствие охлаждения корпуса буксового узла встречным потоком воздуха. Когда скорость поезда снижается, уменьшается теплоотдача буксового узла и значение $\Delta T_{\text{кб}}$ возрастает. При увеличении скорости встречный поток воздуха дополнительно охлаждает его заднюю стенку. Большое влияние на значение $\Delta T_{\text{кб}}$ оказывают нагрев корпуса буксового узла за счет солнечной радиации, термическое сопротивление его при передаче тепла от подшипника к корпусу, наличие влаги на поверхности буксы и др. С учетом влияния отдельных мешающих факторов распределение плотностей вероятностей реальных значений превышения температуры $\Delta T_{\text{кб}}$ нормальных (кривая 1) и перегретых (кривая 2) букс с подшипниками качения показано на рисунке 3.6

Множества значений $\Delta T_{\text{кб}}$ для нормально работающих и перегретых букс имеют зону пересечения. Это говорит о невозможности безошибочного распознавания перегретых букс по значению $\Delta T_{\text{кб}}$.

Действительно, если выбрать в качестве критерия распознавания определенное значение $\Delta T_{\text{кб}}$, например 20°C , то определенное количество перегретых букс, $\Delta T_{\text{кб}}$ которых ниже этого значения, будет не обнаружено и, наоборот, определенное количество нормально работающих букс, $\Delta T_{\text{кб}}$ которых выше 20°C , будет принято за перегретые.

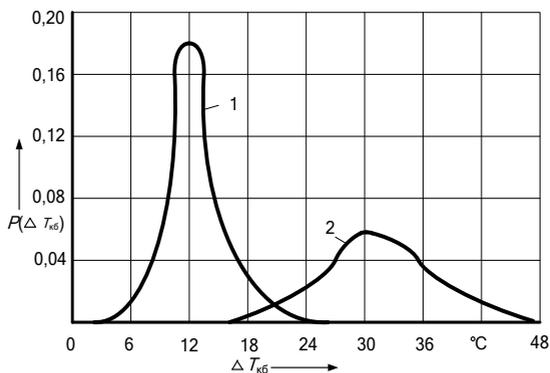


Рисунок 3.6 – Распределение значений $\Delta T_{кб}$ для букс с подшипниками качения

На рисунке 3.7 приведена зависимость температуры корпусов перегретых букс от температуры наружного воздуха.

Среднее значение $\Delta T_{кб}$ нормально работающих букс незначительно меняется при изменении температуры наружного воздуха и при установившемся режиме теплообмена составляет 10–15 °C. Среднее значение $\Delta T_{кб}$ для перегретых букс в зависимости от температуры наружного воздуха изменяется значительно. Так, значение $\Delta T_{кб}$ для корпусов перегретых букс с подшипниками качения может изменяться для одной и той же температуры шейки оси, например +100 °C, в диапазоне температур наружного воздуха от –40 до +40 °C по оси ординат от 5 до 62 °C (рисунок 3.7, кривая 2).

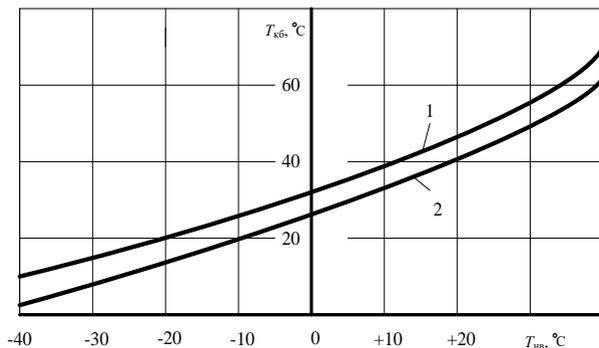


Рисунок 3.7 – Зависимости температуры корпусов перегретых букс от температуры наружного воздуха

Из изложенного следует, что автоматизация процесса обнаружения перегретых букс будет успешной лишь при использовании статистических методов обработки результатов измерений.

3.5 Измерение энергии инфракрасного излучения буксовых узлов

Основой построения аппаратуры контроля буксовых узлов является измерение энергии излучения корпуса буксового узла. Каждое тело, температура которого выше абсолютного нуля, излучает в окружающее пространство энергию. Тела, полностью поглощающие падающий на них лучистый поток и обладающие максимальной излучаемостью, называются *абсолютно черными телами*. Излучение черного тела полностью определяется его температурой.

Спектральная плотность излучения абсолютно черного тела E является функцией длины волны λ и температуры T . В соответствии с законом Планка спектральная плотность излучения черного тела для длин волн от λ до $d\lambda$ определяется по формуле [3]

$$E(\lambda, T) = C_1 \lambda^{-5} (e^{C_2 / \lambda T} - 1)^{-1}, \quad (3.3)$$

где C_1 и C_2 – константы, равные соответственно $3,74 \cdot 10^4$ Вт·см²·мкм⁴ и $1,438 \cdot 10^4$ мкм·град.

Максимум плотности излучения по мере возрастания температуры тела перемещается в область коротких волн. По закону Вина длина волны (в мкм), соответствующая максимуму излучения, определяется по формуле

$$\lambda_{\max} = 2898/T.$$

Для корпусов большинства перегретых букс, температура которых может изменяться от 0 до 80 °С, максимум спектральной плотности излучения приходится на длины волн от 11 до 8 мкм. Поскольку при длинах волн меньше λ_{\max} плотность излучения быстро падает и часть ее приходится на длины волн более λ_{\max} , то наибольшее количество энергии излучения букс находится в диапазоне от 5 до 15 мкм. Эти значения длин волн должны учитываться при выборе приёмника излучения (датчика) для аппаратуры контроля букс. Однако плотность излучения Солнца имеет максимум при длине волны около 0,5 мкм и очень малая ее часть приходится на длины волн более 5 мкм. Поэтому для защиты аппаратуры контроля от влияний отраженной солнечной энергии приемник излучения должен иметь заградительные фильтры для длин волн короче 5 мкм.

Излучение, воспринимаемое приемником аппаратуры контроля от корпуса буксы, с определенным коэффициентом передачи пропорционально полной плотности излучения буксы W_b . Полная плотность излучения абсолютно черного тела $W_{\text{чт}}$ (интегральная) определяется законом Стефана – Больцмана. При интегрировании $E(\lambda, T)d\lambda$, во всем диапазоне волн от $\lambda = 0$ до $\lambda = \infty$, получаем

$$W_{\text{чт}} = \int_0^{\infty} E(\lambda, T)d\lambda = \sigma T^4, \quad (3.4)$$

где $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-12}$ Вт/см²·град⁴ – постоянная Стефана – Больцмана.

Поскольку в природе не существует абсолютно черных тел, то все реальные тела называются *нечерными*, и делятся на тела с *селективным* и *серым излучением*. Излучательные способности серых тел, к которым относятся и буксы, характеризуются *степенью черноты*, показывающей, во сколько раз полная плотность излучения данного тела меньше полной плотности излучения абсолютно черного тела. С учетом ϵ выражение (3.4) принимает вид

$$W_T = \epsilon \sigma \cdot T^4 .$$

Для корпусов букс значение ϵ равно примерно 0,85–0,95. Изменение степени черноты букс вносит дополнительные погрешности в измерение, а, следовательно, приводит к ошибкам в распознавании перегретых букс по выбранному параметру контроля. Если с помощью приемника излучения измерять значение W_T , то при изменении температуры наружного воздуха сигнал на выходе приемника будет изменяться пропорционально изменению W_T . А это значит, что при контроле букс с одинаковым критерием аварийности в диапазоне температур наружного воздуха от минус 40 до плюс 40 °С сигнал на выходе приемника будет изменяться почти в 2 раза. Произвести оценку состояния буксы по такому сигналу сложно.

Поэтому в аппаратуре контроля букс W_T измеряют с учетом температуры наружного воздуха. Суть этого метода в том, что с помощью приемника излучения измеряется превышение полной плотности излучения корпуса буксы над полной плотностью излучения тела с температурой наружного воздуха (рама вагона, температура которой примерно равна температуре наружного воздуха). В этом случае полная плотность излучения, передаваемая с определенным коэффициентом к приемнику, может быть рассчитана по формуле

$$W_{\text{отн}} = \epsilon \sigma (T_{\text{кб}}^4 - T_{\text{нв}}^4),$$

где $T_{\text{кб}}$ – температура корпуса буксы, °С;

$T_{\text{нв}}$ – температура наружного воздуха, °С.

В результате воспринимаемое приемником излучение изменяется незначительно во всем диапазоне температур наружного воздуха.

3.6 Аппаратная реализация контроля инфракрасного излучения буксовых узлов

Буксовый узел является одним из наиболее ответственных в железнодорожном подвижном составе, от исправной работы которого зависит безопасность движения поездов и ряд технических показателей использования вагонов. Надежность работы буксового узла определяется конструктивными параметрами, качеством плановых ремонтов и уровнем восстановления его работоспособности при текущем содержании подвижного состава.

В условиях постоянной интенсификации перевозочного процесса большое значение приобретает совершенствование методов и технических средств восстановления работоспособности буксовых узлов при текущем содержании вагонов.

Текущее содержание вагонов на железнодорожном транспорте включает комплекс мероприятий, в который входит и технический контроль за проходящими поездами в пути следования. Для этого на дорогах организуют пункты технического обслуживания ПТО, пункты контрольно-технического обслуживания ПКТО и посты безопасности ПБ.

Пункты технического осмотра и ремонта вагонов ПТО размещаются на сортировочных и станциях массовой погрузки-выгрузки. Пункты контрольно-технического осмотра ПКТО и контрольные посты КП размещаются на участковых и промежуточных станциях безостановочного следования поездов. На участках безостановочного следования поездов протяженностью до 300 км пункты ПКТО размещаются в середине участка, а ПБ – через 30–40 км вдоль всего участка.

При проследовании поездом станции осмотрщики вагонов встречают его «сходу» и в случае обнаружения неисправностей в вагонах принимают меры для остановки поезда на станции.

Для более тщательного осмотра вагонов скорость проследования поездом ряда пунктов сокращается до 30–40 км/ч. В отдельных случаях дополнительно организуется сплошной или выборочный осмотр буксовых узлов. В пути следования поездов контролируют исправность вагонов, и особенно работу буксовых узлов, локомотивная бригада, дежурные по станции, стрелочники, дежурные по переезду и другие работники железнодорожного транспорта.

Несмотря на перечисленные организационно-технические мероприятия текущего содержания подвижного состава, задача безаварийного проследования поездов остается актуальной и на сегодня. Особенно много отказов приходится на буксовый узел. Существующие традиционные методы контроля буксовых узлов на участках безостановочного следования поезда не удовлетворяют требованиям эксплуатации ввиду низкой их эффективности. Действительно, при визуальном контроле букс на ходу поезда можно обнаружить только явные отказы по ряду характерных внешних признаков (возгорание смазки, выделение дыма или пара, резкий свист и др.), которые в большей степени проявляются для букс в аварийном состоянии. Обнаружить неисправные буксы в ранней стадии их нагрева значительно труднее. Особенно усложняется задача внешнего обнаружения неисправных букс на ходу поезда при тяжелых климатических условиях (снег, дождь, метель) и в ночное время суток. Несовершенство метода визуального контроля букс на ходу поезда привело к развитию новых методов и средств автоматического контроля. Работы в этом направлении были начаты в 50-х годах на железных

дорогах ряда зарубежных стран. Были предприняты попытки улучшить контроль за состоянием букс вагонов индивидуальными средствами, размещаемыми в корпусе буксового узла, – дымовыми капсулами, термоплавкими вставками, капсулами с радиоактивным веществом и последующей регистрацией уровня излучения. Был опробован на практике и ряд других способов автоматизации контроля букс, например, окраска торцов корпусов и букс специальным материалом, изменяющим при его нагревании цвет, и др. [35].

Однако перечисленные способы контроля ввиду малой их эффективности и сложности переоборудования подвижного состава не нашли распространения в мировой практике. В настоящее время на железных дорогах Содружества Независимых Государств (СНГ) и в ряде зарубежных стран только пассажирские вагоны оборудованы индивидуальными средствами контроля перегрева букс.

Наиболее совершенный способ автоматического контроля, который широко используется в мировой практике, был разработан в 50-х годах в США. Способ основан на улавливании специальными напольными устройствами инфракрасной энергии, излучаемой корпусом буксы, и выделении сигналов от перегретых букс. Аппаратура автоматического контроля обеспечивает обнаружение перегретых букс и регистрацию информации о количестве и расположении таких букс в поезде. Аппаратурой в первую очередь оснащаются пункты ПКТО и КП на участках безостановочного следования поездов.

Применение на железнодорожном транспорте средств автоматического контроля перегрева букс позволяет сократить количество изломов шеек осей, повысить безопасность движения, снять ограничения скорости движения поездов на пунктах контроля и повысить производительность труда осмотровиков вагонов. Высокая эффективность применения аппаратуры автоматического обнаружения перегретых букс способствовала быстрому ее внедрению. В настоящее время в США и Канаде находится в постоянной эксплуатации свыше четырех тысяч комплектов аппаратуры различных фирм. Достаточно полно оснащены аппаратурой автоматического контроля железные дороги таких стран, как Франция, Англия, ФРГ, Япония и др. На Белорусской железной дороге в настоящее время эксплуатируется свыше 270 комплектов аппаратуры КТСМ.

3.7 Напольное оборудование контроля: приемная капсула и напольная камера

В состав напольного оборудования (рисунок 3.8) входят две или четыре напольные камеры 2 и 10, расположенные по двум сторонам колеи, универсальные кабельные муфты 3 и 5, путевая коробка 4, ограждения напольных камер 1 и четыре датчика прохода колес 13. Все устройства напольного оборудования устанавливаются с учетом требований габарита «С» приближения строения.

Размещение устройств показано на рисунке 3.8. Каждая напольная камера устанавливается на специальную металлическую раму 7, которая крепится к бетонному фундаменту 6. Установочные размеры напольных камер относительно рельсов определяются углом ориентации оптической системы и расположением контролируемого участка буксового узла по отношению к элементам пути. Расстояние до зоны контроля составляет 520 мм по высоте от головки рельса и 400 мм в горизонтальной плоскости от внутренней грани головки рельса (точка настройки оптики). Наилучший обзор выбранного участка контроля обеспечивается при углах ориентирования оптической системы в горизонтальной плоскости 13° и 34° в вертикальной. При выборе углов ориентации оптической системы учитывались требования максимальной защиты оптики от прямого солнечного излучения, исключение попадания в зону обзора нагретых тормозных колодок и ободов колесных пар, соблюдение габарита приближения строений и др.

С учетом этих требований и конструктивных размеров напольной камеры расстояние от внутренней грани головки рельса до контрольной точки на крышке напольной камеры (проекция центра болометра) составляет 620 мм. Для установки напольных камер по этому размеру концы шпалы, расположенной между ними, обрезаются под углом 13° , в случае участка с железобетонными шпалами, расположенная между напольными камерами шпала заменяется на деревянную.

Расстояния от напольной камеры до первого по ходу движения поезда датчика и между первым и вторым датчиками выбираются из условия организации требуемой зоны стробирования сигналов от брукс с целью исключения из контроля посторонних нагретых частей подвижного состава.

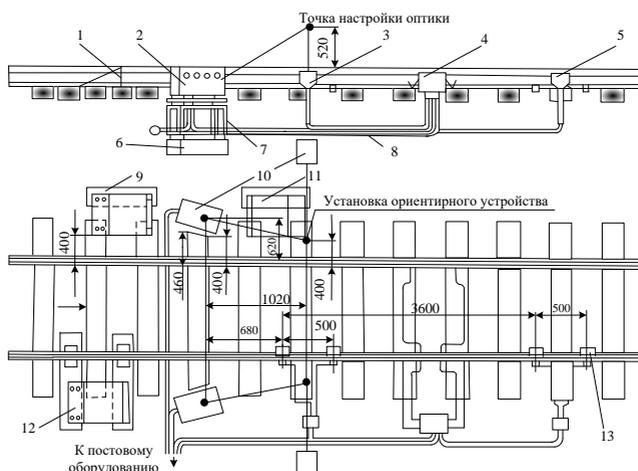


Рисунок 3.8 – Схема размещения напольного оборудования

Расчетная точка встречи оптической оси с контролируемым участком выбирается на расстоянии 1020 мм от контрольной точки напольной камеры и расположена в зоне между первым и вторым датчиками прохода колес. Расстояние между первым и третьим по ходу движения поезда датчиками равно 3600 мм. Это обусловлено необходимостью обеспечения работы схемы распознавания физических подвижных единиц при проходе по участку контроля.

Для системы КТСМ-02БТ применяется четыре напольных камеры. Основные напольные камеры устанавливаются на специальные платформы, прикрепляемые к рельсам, а вспомогательные камеры устанавливаются перпендикулярно оси пути. Ориентация их выполнена таким образом, чтобы контролировать подступичные части колесных пар.

Для защиты напольных камер от повреждений волоочащимися деталями подвижного состава перед каждой камерой установлены специальные ограждения, которые крепятся к шпалам 9. На участках с железобетонными шпалами ограждения 12 устанавливаются на двух полушпалах, размещаемых в шпальных колодцах. При размещении аппаратуры на однопутных участках напольные камеры рекомендуется защитить с двух сторон установкой дополнительного ограждения 11.

Устройства рельсовой цепи наложения устанавливаются в путевой коробке 4 и соединяются с рельсами двумя парами перемычек. Прокладываются перемычки в верхней части двух соседних шпал. При монтаже перемычек к дальнему от путевой коробки рельсу необходимо изолировать те их части, которые проходят под подошвой ближнего рельса.

Кабели от датчиков прохода колес заводятся в две соединительные муфты типа УКМ-12, к которым подходят также кабели от путевой коробки. Из путевой коробки сигналы рельсовой цепи и датчиков прохода колес подаются по кабелю к устройствам постового оборудования 8. Прокладывают кабель от напольных камер и путевой коробки на глубине около 1 м в асбестоцементных или металлических трубах диаметром 100 мм.

Напольная камера предназначена для размещения в ней и защиты от механических и климатических воздействий приёмной капсулы, включающей в себя болометр и предварительный электронный усилитель (рисунок 3.9). Камера обеспечивает измерение величины инфракрасного (ИК) излучения в зоне обзора камеры и подачу контрольного сигнала на приемник ИК-излучения. Корпус напольной камеры имеет в верхней части передней стенки окно для пропускания инфракрасного излучения от букс, перекрываемое заслонкой при отсутствии поезда в зоне контроля.

В окне укреплено обрамление из водоотталкивающего материала для предотвращения примерзания заслонки к корпусу камеры. Управление заслонкой осуществляется через тяги от электромагнита 4. Возвращается заслонка в исходное состояние после прохода поезда по участку контроля за счет пружины. На внутренней стороне заслонки установлен специальный

отражатель для проектирования светового потока контрольной лампы на линзу болометра. В состав напольной камеры входят наружный обогреватель 2, корпус 8, приемная капсула 9, основание 13 и опора 14.

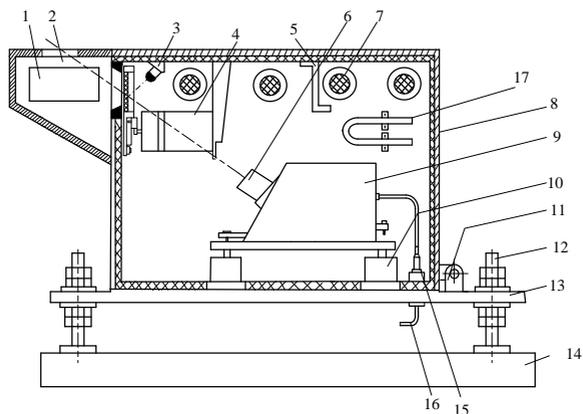


Рисунок 3.9 – Общий вид напольной камеры

В передней части боковых стенок корпуса крепятся два электронагревательных элемента 17 мощностью по 140 Вт, входящие в систему термостатирования напольной камеры. С целью уменьшения потерь тепла напольной камеры в зимний период стенки корпуса и верх основания покрыты слоем теплоизоляционного материала.

Для вентиляции внутренней полости корпуса в летний период в верхней части боковых стенок корпуса имеются по четыре аэрационных окна 7 с пылеулавливающими фильтрами. За счет вентиляции полости корпуса удастся избежать выпадения влаги на линзу оптической системы и другие узлы напольной камеры, а также снизить температуру внутри камеры при нагреве корпуса за счет солнечной радиации. В зимний период года аэрационные окна корпуса камеры закрываются заглушками.

Корпус напольной камеры крепится к основанию шарнирным соединением 11 и специальным замком, расположенным в передней части корпуса. Шарнирное соединение позволяет открыть напольную камеру без отделения корпуса от основания или полностью отделить корпус от основания, чем обеспечивается доступ к узлам напольной камеры.

Основание напольной камеры 13 устанавливается на четырех специальных винтах 12, которые крепятся к опоре 14. Поворачивается напольная камера в горизонтальной плоскости при ориентации оптики в зону контроля за счет пазов основания, где проходят винты 12.

Регулируется положение камеры в вертикальной плоскости смещением основания на винтах 12. Опора при установке напольной камеры скрепляется с металлической установочной рамой. Для перемещения напольной камеры относительно установочной рамы винты могут смещаться вдоль опоры, а в месте крепления опор к раме предусмотрены пазы.

Наружный обогреватель 2 напольной камеры предназначен для защиты входного окна от заносов снегом и покрытия его льдом.

Он также предотвращает попадание снега и пыли на приемную оптику капсул при открытой заслонке напольной камеры.

Обогреватель выполнен в виде съемной конструкции и легко может быть отделен от корпуса напольной камеры. На боковых стенках его установлены два пластинчатых электрических нагревательных элемента 1 мощностью по 50 Вт. Кожух обогревателя имеет в верхней части овальное окно для пропускания инфракрасной энергии от букс на приемную оптику.

Комплекс технических средств КТСМ-02 снабжен малогабаритными напольными камерами КНМ-05 (рисунок 3.10).

Напольная камера КНМ-05 состоит из следующих элементов: 1 – корпус камеры; 2 – основание камеры; 3 – приемная капсула; 4 – узел заслонки; 5 – крышка передняя; 6 – нагреватель внутренний; 7 – нагреватель наружный.

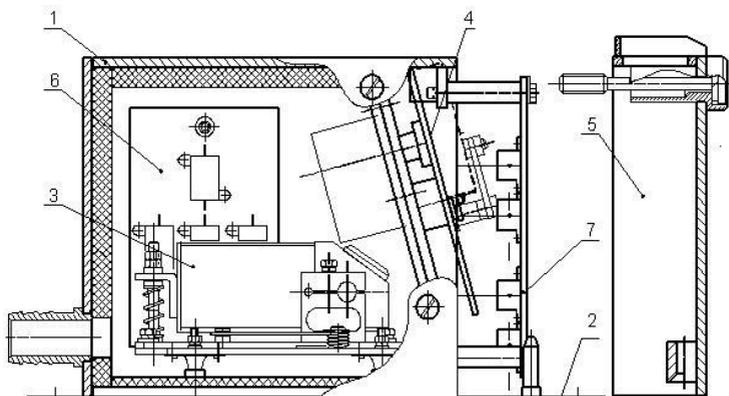


Рисунок 3.10 – Конструкция напольной камеры КНМ-05

Приемная капсула представляет собой герметизированный съемный узел и размещена на амортизированной платформе. Заслонка напольной камеры открывается электромагнитом. Внутри камеры расположена контрольная лампочка. В режиме автоконтроля она используется для имитации аварийных букс. Напольные камеры устанавливаются на металлических рамах с анкерными болтами.

Аппаратура КТСМ-02 комплектуется напольными камерами с креплением на рельс. Камера и буксовый узел перемещаются в одной системе координат, поэтому буксовый узел обязательно попадает в зону осмотра приемника ИК-излучения. Конструкция этой камеры обеспечивает осмотр нижней и частично задней стенок корпуса буксового узла. Эта система позволяет обеспечивать контроль вагонов с пониженным уровнем пола [48]. Приемником инфракрасного излучения, расположенным в капсуле, является болометр. Он преобразовывает инфракрасное излучение в электрический сигнал, амплитуда которого пропорциональна уровню инфракрасной энергии.

Приемная капсула выполнена в виде отдельного съемного узла 3. Корпус ее состоит из литой рамки с наклонной лицевой панелью и боковых съемных пластинок, которые крепятся к рамке через резиновые уплотнительные прокладки.

Внутри рамки установлена плата предварительного усилителя и источника питания болометра. На наклонной лицевой панели приемной капсулы установлен узел крепления болометра, который допускает установку болометра под углом или 34° или 44° относительно платформы напольной камеры. С помощью двух специальных винтов приемная капсула устанавливается на специальной платформе.

Приемная капсула крепится к платформе, которая установлена на четырех амортизаторах типа АД-7. Регулируется положение приемной капсулы относительно базовой поверхности основания, а следовательно, и относительно входного окна корпуса за счет регулировки амортизаторов платформы. На корпусе приемной капсулы установлен узел ввода кабеля. Конструкция этого узла предусматривает крепление разъема внешних соединений напольной камеры и уплотнение вводимых в камеру кабелей. Узел ввода имеет разъем, к которому от постового оборудования подводится сигнальный кабель. Ответная часть разъема соединена с кабелем, идущим от приемной капсулы.

Ко второму узлу ввода кабеля от постового оборудования подходит силовой кабель, по которому подаются питающее напряжение на нагревательные элементы и сигналы управления работой узла заслонки, лампы контроля и др. При необходимости сигнальный и силовой кабели могут быть отделены вместе с разъемами от основания напольной камеры.

Конструкция болометра представлена на рисунке 3.11, а. Болометр содержит: линзу 1; основной терморезистор 2; экран 3; компенсационный терморезистор 4; корпус 5; цоколь 6. Схема включения терморезисторов болометра представлена на рисунке 3.11, б. Активный (основной) терморезистор АР размещен в зоне фокуса линзы. При увеличении энергии инфракрасного излучения сопротивление этого терморезистора уменьшается.

Компенсационный терморезистор КР размещен на подложке, закрытой от воздействия внешнего излучения экраном. Его сопротивление отражает температуру внутри камеры.

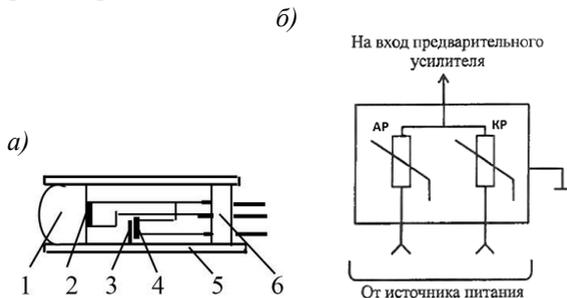


Рисунок 3.11 – Конструкция болометра (а) и схема включения терморезисторов (б)

Активный и компенсационный терморезисторы включаются в плечи измерительного моста, с помощью которого производится сравнение сопротивлений этих элементов. Уровень выходного сигнала отражает уровень нагрева буксового узла. Амплитуда сигнала на выходе болометра мала (порядка 1 мВ), поэтому перед передачей его в блоки постового оборудования требуется предварительное усиление сигнала в напольной камере. Предварительный усилитель и источник питания измерительной схемы также размещены в приемной капсуле [25].

4 АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА АСК ПС

4.1 Структурная схема АСК ПС

Автоматизированная система контроля подвижного состава АСК ПС предназначена для централизованного контроля технического состояния подвижного состава по показаниям устройств КТСМ в режиме реального времени. Указанная система контроля подвижного состава состоит из центрального поста контроля дороги и региональных систем контроля отделений дороги. Система включает в себя: комплексы автоматизированных рабочих мест линейного контроля (АРМ ЛПК); комплексы устройств центрального поста контроля (АРМ ЦПК); серверы баз данных.

Для передачи данных из региональных систем в центральный узел используется единая сеть передачи данных Белорусской железной дороги ЕСПД.

Структурная схема линейных пунктов контроля АСК ПС. Основными компонентами системы АСК ПС являются: линейные пункты контроля ЛПК, оснащенные аппаратурой КТСМ, концентраторами информации КИ-6, периферийными контроллерами ПК-01, автоматизированные рабочие места линейных пунктов контроля АРМ ЛПК, центральные концентраторы информации ЦКИ, автоматизированные рабочие места центральных пунктов контроля АРМ ЦПК. Структурная схема линейного пункта контроля АСК ПС представлена на рисунке 4.1.

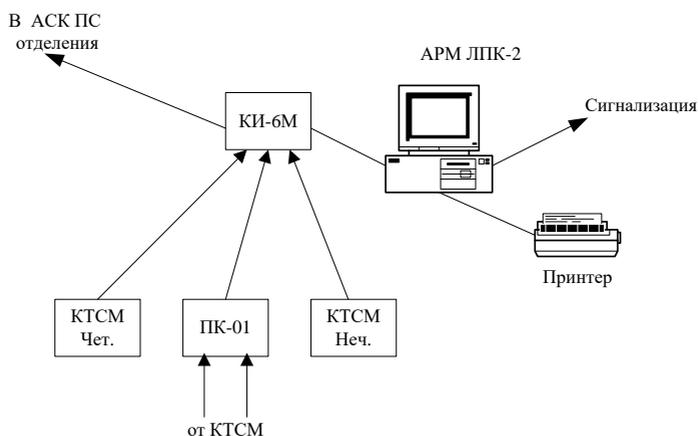


Рисунок 4.1 – Структурная схема линейного пункта контроля АСК ПС

Информация о техническом состоянии подвижного состава снимается с линейных пунктов контроля (аппаратура КТСМ), по линии связи через концентраторы информации КИ-6 поступает на автоматизированное рабочее место оператора линейного пункта контроля (АРМ ЛПК), расположенные у дежурного по станции и (или) оператора ПТО (рисунок 4.1). Одновременно информация с КИ-6 по выделенным каналам связи поступает на АРМы ЦПКО, сервер баз данных отделений дорог и серверы ЦПКО (рисунок 4.2).

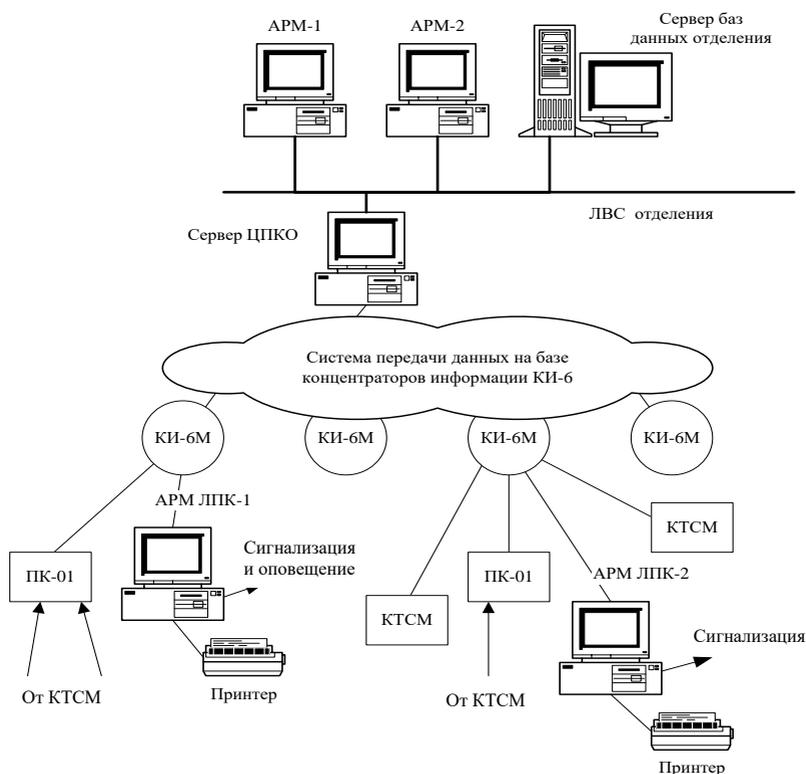


Рисунок 4.2 – Структурная схема АСК ПС отделений дороги

Дежурный по станции (при диспетчерской централизации – поездной диспетчер), руководствуясь полученной информацией о состоянии подвижного состава от устройств контроля, принимает решение по его остановке для технического осмотра и дальнейшего движения. Из отделений дорог по высокоскоростным оптоволоконным линиям связи информация поступает в Главный вычислительный центр ГВЦ Управления Белорусской железной дороги. Структурная схема приведена на рисунке 4.3.

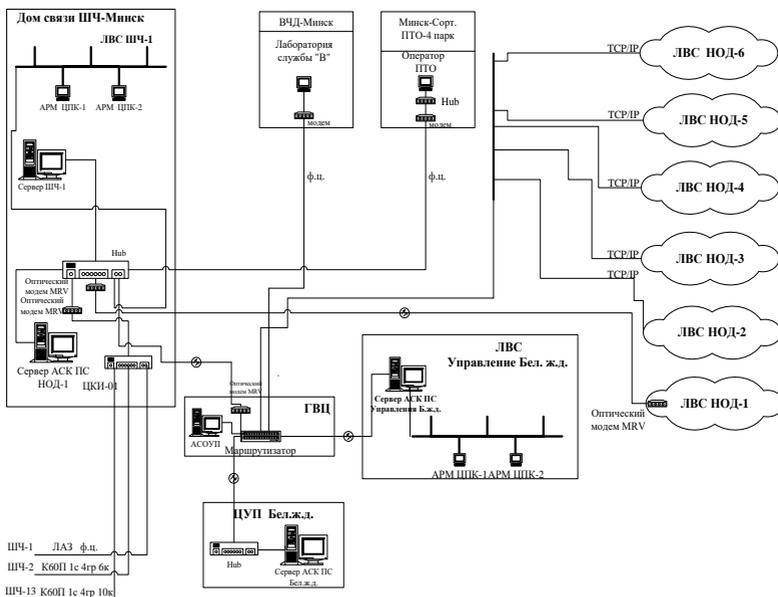


Рисунок 4.3 – Структурная схема АСК ПС Белорусской железной дороги, верхний уровень

4.2 Методика размещения и настройки комплексов КТСМ

Ходовые части подвижного состава на Белорусской железной дороге проверяются средствами теплового контроля КТСМ-01Д и КТСМ-02. Все пункты включены в региональную и дорожную системы централизованного контроля буксовых узлов и тормозов (АСК ПС), где реализованы функции «Слежение» и алгоритмы «Тревога 1 {П}» для профилактической проверки буксы, «Тревога 0 {Д}» при повышенной динамике нагрева с учетом приращения теплового уровня буксового узла между смежными установками КТСМ. За счет переноса напольного оборудования действующих КТСМ на новые ординаты и строительства новых пунктов контроля сокращены расстояния между ними. Это позволило повысить пороговые уровни срабатывания тревожной сигнализации и предотвратить необоснованные задержки поездов на стыках смежных железных дорог [28].

Благодаря повышенной настройке порогов тревожной сигнализации КТСМ промежуточные пункты контроля работают не в диагностическом, а в контрольном режиме. В результате увеличивается пропускная способность, снижаются задержки поездов по показаниям средств теплового контроля на промежуточных станциях при неизменном среднегодовом уровне отцепок вагонов по перегреву буксовых узлов с цилиндрическими подшипниками.

График зависимости задержек и отцепок приведен на рисунке 4.4. Сейчас этот процесс продолжается в основном за счет замены и модернизации КТСМ-01Д комплексами КТСМ-02.



Рисунок 4.4 – График зависимости задержек и отцепок по показаниям средств теплового контроля

На дороге в настройках АРМ ЦПК приняты дифференцированные значения приращений уровней нагрева букс между смежными пунктами контроля для формирования тревожной сигнализации «Тревога 0 {Д}». Для пунктов контроля, расположенных на подходах к пунктам технического осмотра, эти значения составляют 5–10 квантов, а на участках безостановочного следования поездов – свыше 15 квантов или 15 °С (разность температур нагрева букс на одной оси колесной пары).

Установлено, что наиболее высокая подтверждаемость показаний при динамике нагрева букс выше 1 °С на километр пробега вагона. При скорости движения поезда 60 км/ч это соответствует темпу нагрева 1 °С/мин. При таком темпе и расстоянием между пунктами контроля, например, 25 км, неисправная букса нагреется относительно другой, расположенной на той же оси, на 25 °С. Полученное значение будет ниже порогового значения для критерия «Тревога 0» на промежуточных станциях (28 °С). В этом случае формируется сигнализация по повышенной динамике нагрева буксы «Тревога 0{Д}». По результатам осмотра на станции, где поезд остановился в соответствии с графиком движения, принимается решение о возможности дальнейшего следования вагона в составе поезда.

Для своевременного выявления неисправностей в тормозном оборудовании вагонов на пунктах технического осмотра понижены пороги сигнализации «Тревога 0 {Т}» (торможение). Это позволило организовать диагностический режим контроля тормозного оборудования на ходу подвижного состава в системе АСК ПС. В результате появилась возможность следить за утечками воздуха и замедленным отпуском тормозов сформированного поезда при движении по установленному маршруту. Сократилось количество самопроизвольного

отпуска или срабатывания тормозов с образованием на поверхности катания колес наваров и ползунов в результате заклинивания колесных пар.

4.3 Создание виртуальных автоматизированных рабочих мест АРМ ЛПК

На дороге несколько региональных пунктов технического обслуживания грузовых и пассажирских вагонов расположены на крупных сортировочных станциях в черте областных городов. Такие станции обычно имеют на подходах разветвленное путевое развитие, которое занимает несколько перегонов. Выбор места для размещения напольного и станционного оборудования средств контроля является непростой задачей. В целях обеспечения безопасности движения необходимы определенные расстояния между смежными пунктами контроля буксовых узлов транзитных поездов. Неисправности подшипников требуется выявлять в начальной стадии развития. При этом надо исключить дополнительные капитальные затраты на строительство постов контроля.

На дальних подходах ко всем сортировочным станциям созданы виртуальные или логические автоматизированные рабочие места АРМ ЛПК. На таких подходах, удаленных от пункта технического осмотра на расстоянии от 6 до 31 км, пороги тревожной сигнализации физических АРМ ЛПК устанавливаются по условной температуре подшипника как для промежуточных станций, а пороги виртуальных АРМ ЛПК системы АСК ПС региона – как для ПТО.

При сигнализации «Тревога 1» в логических АРМ ЛПК с низкой настройкой порогов информация по АСК ПС передается через сервер Дорожного центра управления перевозками (ДЦУП) оператору пункта технического осмотра. В случае срабатывания сигнализации «Тревога 1» в АРМ ЛПК с высокой настройкой порогов информация поступает, кроме оператора центра, непосредственно дежурному по станции примыкания к перегонному посту контроля, оснащенному КТСМ [28–31].

Если срабатывает сигнализация «Тревога 2», поезд останавливается на перегоне, а затем оценивается возможность его приема на ближайшую станцию. Показания с уровнями «Тревога 0» от всех АРМ передаются операторам центра и парка прибытия соответствующего пункта технического осмотра, которые организуют профилактическую проверку буксовых узлов и тормозов. Благодаря такой технологии с помощью КТСМ, размещенных на дальних подходах к сортировочным станциям, и виртуальных АРМ ЛПК с настройкой порогов сигнализации как для ПТО беспрепятственно пропускаются транзитные поезда, если отсутствует сигнализация «Тревога 1» основного АРМ ЛПК с настройкой, установленной для промежуточной сигнализации.

В результате количество задержек поездов сократилось. Применение виртуальных АРМ ЛПК эффективно лишь в случае, если есть разница в пороговых уровнях тревожной сигнализации «Тревога 1», установленных для пунктов технического осмотра и пунктов контроля промежуточных станций.

4.4 Организация системы учета и анализа работы КТСМ по данным АСК ПС

Диспетчерский центр АСК ПС, находящийся в Дорожном центре управления перевозками (ДЦУП), объединяет все региональные системы централизованного контроля подвижного состава. На рабочем месте оператора АСК ПС осуществляется мониторинг буксового узла по тепловому признаку в режиме реального времени. Диспетчерский центр АСК ПС может также функционировать в составе Центра управления состоянием инфраструктуры (ЦУСИ), создаваемого на дороге. Специалисты службы вагонного хозяйства усовершенствовали систему учета показаний средств теплового контроля КТСМ и АСК ПС. Операторы службы, работающие в ДЦУП, по окончании каждой смены в формате Word формируют справку о работе АСК ПС для всех причастных руководителей и специалистов дороги.

В справке вся информация распределена по регионам. В ней предусмотрены: дата, время срабатывания средств теплового контроля, время прибытия, готовности и отправления поезда; наименование пункта контроля; тип КТСМ и настройка АРМ ЛПК; графический номер поезда, расшифровка показаний с указанием уровня нагрева буксы и ее расположения в вагоне; сведения о результатах осмотра буксового узла с указанием типа подшипника и марки смазки. В том числе представлены данные контрольных измерений температур в последнем пункте технического осмотра; показания предыдущих средств контроля по АСК ПС, Ф. И. О. осмотрщика вагонов, их инвентарный номер, сведения об отцепленном вагоне и вагоноремонтном предприятии, освидетельствовавшем буксовый узел.

Также ежедневно операторы АСК ПС формируют итоговую справку, в которой систематизируются все показания средств контроля. В ней указаны причины возникновения отказов, а также количество предъявленных к осмотру вагонов на пунктах технического осмотра.

Итоговые данные по месяцам года, представленные на одном листе формата Excel, позволяют анализировать структуру показаний КТСМ в графическом виде по регионам и на дороге в целом. Опыт использования нового программного обеспечения КТСМ-01Д версии 2.0.8.7. с новыми критериями по разности уровней нагрева букс на одной оси колесной пары, а также по разности уровня нагрева буксы и среднего значения других букс на одной стороне вагона может быть полезен для других участков железной дороги или отделений дороги на время, пока все средства контроля не будут переведены на КТСМ-02. Эти критерии в сравнении с прежними версиями значительно снижают количество тревожных показаний КТСМ-01Д на рабочий нагрев подшипников кассетного типа, обеспечивая необходимый уровень безопасности движения поездов.

4.5 Топологические схемы для организации системы передачи данных линейных пунктов контроля СПД ЛП

Системы передачи данных на базе КИ-6М предназначены для применения в составе АСК ПС в качестве распределенной сети сбора информации о функциональном и техническом состоянии объекта контроля (подвижного состава), а также сбора информации о техническом состоянии самих устройств контроля (диагностики) аппаратуры КТСМ.

Система передачи данных обеспечивает в реальном масштабе времени автоматический информационный обмен данными между периферийными и централизованными частями системы.

В состав СПД ЛП входят: концентраторы информации КИ-6М, серверы СПД и линии связи. Концентраторы информации соединяются между собой по определенным правилам и предназначены для маршрутизации и передачи по СПД пакетов данных, формируемых и передаваемых оконечным оборудованием данных (ООД).

В качестве ООД могут применяться модемы периферийных контроллеров, а также приемо-передатчики АРМов ЛПК и ЦПК, содержащие специализированные программные средства. КИ-6М могут обслуживать до 6 каналов информационной связи. Из них два канала (1 и 2) используются для подключения к СПД, а остальные четыре канала (3–6) – для подключения периферийных контроллеров и АРМов ЛПК.

Сервер СПД предназначен для централизованного контроля работы средств СПД и каналов связи, управления потоками данных в СПД, а также для маршрутизации данных между СПД и ЛВС НОД.

В качестве сервера СПД применяется мощная ЭВМ, функционирующая под управлением специального программного средства для функционирования сервера СПД. Для организации системной структуры и конфигурации сети СПД применяют различные виды топологических структур. Исторически сложилось так, что топологические структуры СПД привязываются к сети железнодорожных линий, к промежуточным и узловым станциям.

В СПД с ячеистой топологией имеются узлы и сети, соединяемые каналами связи и осуществляющие обмен информацией между собой, а также с подключенными устройствами оконечного оборудования данных по протоколу «точка – точка» [44, 45].

Для железнодорожного транспорта с распределённым расположением административных единиц возможно применение структур СПД с ячеистой топологией (рисунки 4.5, 4.6), а также структур с топологией типа «шина» (рисунок 4.7).

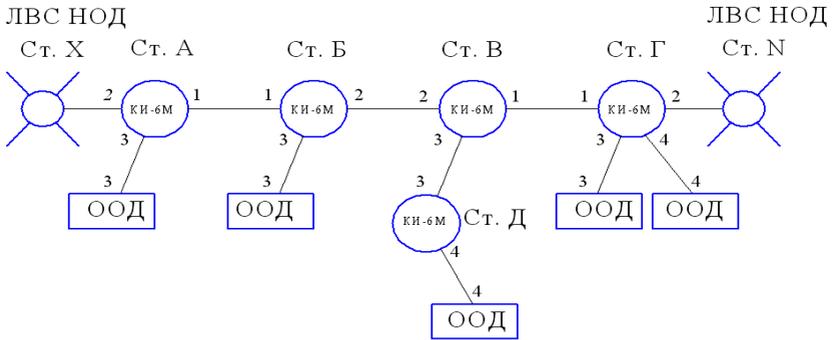
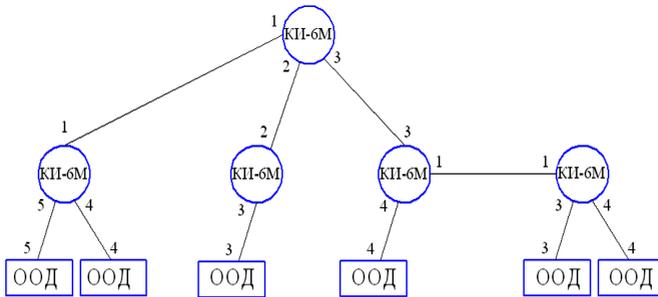


Рисунок 4.5 – Линейная организация СПД с ячейкой топологией

а)



б)

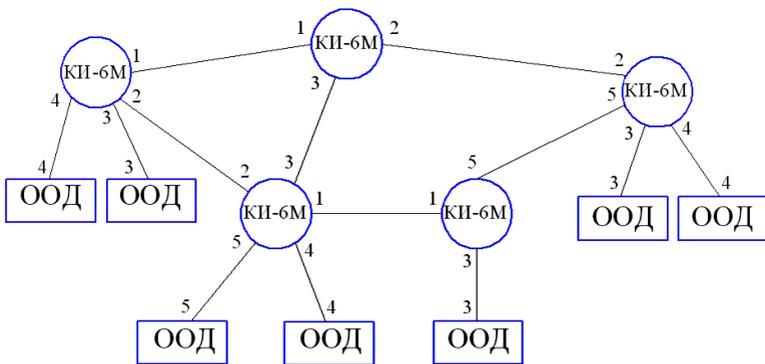


Рисунок 4.6 – Радиальная (а) и кольцевая (б) организации СПД с ячейкой топологией

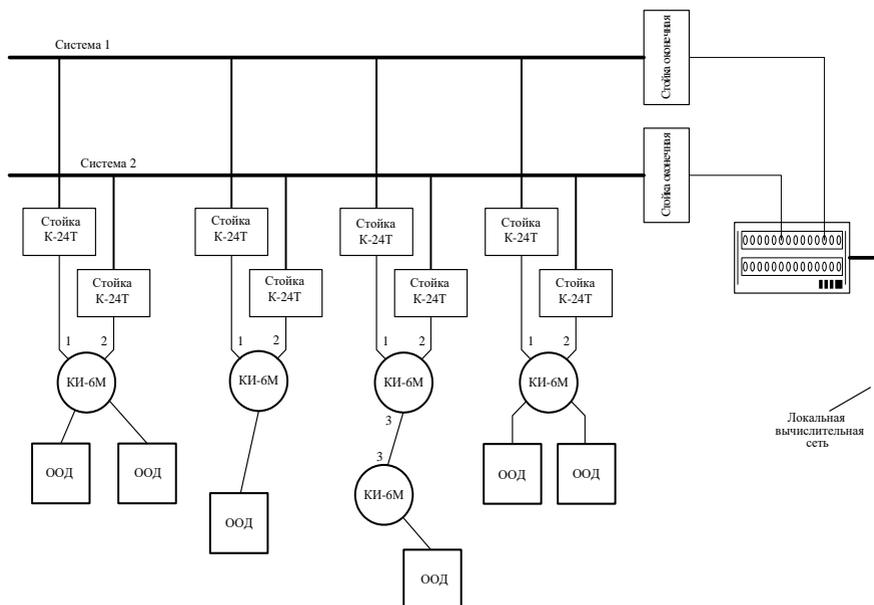


Рисунок 4.7 – Структура СПД с топологией типа «шина»

В СПД с «ячейковой топологией» концентраторы информации КИ-6М представляют собой узлы сети, соединяющиеся выделенными каналами связи и производящие информационный обмен между собой и с подключенным конечным оборудованием данных (ООД) по протоколу «точка – точка».

Ячейковая топология позволяет строить СПД с разнообразной организацией каналов информационной связи.

КИ в СПД с ячейковой топологией должны соединяться между собой одноименными каналами, т. е. окончание канала связи двух соединенных между собой КИ должны подсоединяться к разъему канала связи, имеющего одинаковые номера. Нарушение этого принципа приводит к неправильной работе маршрутизации в СПД.

Устройства ООД могут подключаться к любым разъемам канала КИ-6М. Передача пакетов информации через СПД с ячейковой топологией осуществляется по эстафетному принципу, т. е. непосредственно от одного узла к другому.

Преимуществом ячейковой топологии является ее высокая адаптивность под различные существующие схемы организации каналов связи, а также то, что ООД – источники и ООД – потребители информации могут быть подключены к любому узлу СПД, т. е. пакеты информации могут передаваться по любой действующей цепочке узлов.

При применении кольцевых структур отмечена высокая устойчивость к отказам отдельных узлов или каналов связи, т. к. информационные потоки автоматически перенаправляются под действием микроконтроллеров СПД.

Недостатком ячеистой топологии является необходимость организации двух точечных каналов связи между узлами на линейных участках железной дороги.

Наиболее предпочтительным для данной топологии является организация линейной связи между узлами по физической паре магистрального связевого кабеля с обходным каналом связи тональной частоты от границ участка.

Основным недостатком СПД с «шинной» топологией является то, что отказ группового канала приводит к полному отказу СПД. Для повышения надежности рекомендуется организовывать независимый групповой канал по параллельной независимой многоканальной системе К-24Т.

Структуры СПД с ячеистой топологией различаются организацией каналов информационной связи. В нормальном режиме работы сервер производит по каждому каналу опрос половины информационных узлов, при этом информационная нагрузка равномерно распределяется по обоим каналам, а время доставки будет минимальным. В случае отказа одного из каналов все узлы, включенные в СПД, начинают опрашиваться по действующему каналу, при этом время доставки пакета увеличивается в два раза.

В СПД с топологией типа «шина», в отличие от ячеистой топологии, информационный обмен по групповому каналу осуществляется только между узлом и сервером СПД в каждый конкретный момент времени, т. е. осуществляется жесткая привязка.

Концентраторы информации КИ-6М в СПД типа «шина» должны подключаться к групповым каналам К-24Т установленными разъемами «КАНАЛЫ 1» и «КАНАЛЫ 2» соответственно. К остальным разъемам концентратора могут подключаться устройства ООД, а также фрагменты СПД с ячеистой топологией.

В зависимости от применяемого вида топологии СПД в модули микропроцессорного контроллера (ММК) КИ-6М должны быть установлены микросхемы памяти ПЗУ, содержащие соответствующие рабочие программы, поставленные в составе системы [44]. Например, для организации СПД Минского отделения дороги в силу специфического расположения железнодорожного пути применена ячеистая кольцевая топология.

Линейная структура системы передачи данных с ячеистой топологией наиболее целесообразна для проектирования железнодорожного участка Брест – Минск – Орша и Гомель – Могилев – Витебск.

4.6 Расстановка периферийной аппаратуры КТСМ и контрольно-габаритных устройств КГУ для защиты мостов

В состав средств контроля входят базовые подсистемы автоматического обнаружения перегретых буксовых узлов вагонов и локомотивов КТСМ. Базовые подсистемы КТСМ входят в состав комплексной автоматической системы

комплексного контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда и могут дополняться вспомогательными подсистемами контроля состояния подвижного состава, автоматизированными системами контроля технического состояния подвижного состава и передачей информации с пунктов их размещения на отделенческие серверы АСК ПС.

Средства контроля на каждом пункте их установки включают в себя перегонное и станционное оборудование, связанное между собой кабельной линией связи. Перегонное оборудование в свою очередь подразделяется на напольное и постовое [42].

Размещение перегонного и станционного оборудования представлено на рисунке 4.8. Средствами контроля подвижного состава оснащают в первую очередь удлиненные грузонапряжённые участки безостановочного следования поездов с тяжелыми эксплуатационными условиями, а также скоростные направления. С целью облегчения эксплуатации и технического обслуживания средств контроля рекомендуется оснащать участки железной дороги, расположенные в зоне обслуживания одного вагонного депо (ВЧД) или дистанции сигнализации и связи (ШЧ) однотипными средствами.

Средства контроля должны устанавливаться, как правило, перед станциями с достаточным путевым развитием, на которых имеются пункты технического обслуживания ПТО, посты безопасности ПБ с тем, чтобы задержки поездов по показаниям этих средств контроля оказывали наименьшее влияние на выполнение графика движения поездов, а обнаруженные неисправности могли быть устранены в кратчайший срок.

Допускается установка средств контроля перед станциями, не имеющими осмотрщиков вагонов. На грузонапряжённых и скоростных участках необходимо размещать средства контроля КТСМ-01Д на промежуточных станциях участка с интервалом между пунктами контроля в пределах 25–30 км. При установке КТСМ-02 интервал между пунктами контроля может быть увеличен до 30–35 км.

Базовые средства контроля должны также устанавливаться перед станциями, расположенными непосредственно перед крупными искусственными сооружениями (мостами, тоннелями и др.), если эти станции находятся на расстоянии не менее 30 км от ПТО, отправляющего поезд в данном направлении, а также перед конечными станциями движения пассажирских поездов, электропоездов, дизель-поездов.

Перегонное оборудование средств контроля устанавливается на подходе к станции, где предстоит остановка поездов в случае обнаружения в них неисправных подвижных единиц. При этом с учетом остановки поезда с неисправными подвижными единицами могут быть два варианта размещения таких устройств:

- на том же пути, на который ему был подготовлен маршрут приема;
- на другом пути с отменой ранее подготовленного маршрута и задания нового.

В том и другом варианте размещения перегонного оборудования должна быть обеспечена возможность остановки поезда до входного сигнала станции. Перегонное оборудование должно располагаться на той части перегона, где не применяется служебное торможение, не производится проверка действия тормозов и частые остановки поездов, реализуются наибольшие из допустимых скорости движения поездов, на прямых участках пути и не менее чем на 500 м по ходу движения поездов от кривых радиусом менее 1000 м.

При выборе места для размещения перегонного оборудования минимальное значение расстояния от входного сигнала станции до перегонного оборудования должно обеспечивать возможность остановки поезда служебным торможением до входного сигнала станции после прохода поездом участка размещения перегонного оборудования средств контроля и получения машинистом извещения о выработке станционным оборудованием средств контроля сигнала «Тревога 2». В связи с этим размещается перегонное оборудование на расстоянии не менее 3000 м от станции.

На участках с автоблокировкой место размещения напольного оборудования средств контроля по отношению к изолированным стыкам должно быть удалено на расстояние более 300 м [42].

В процессе эксплуатации подвижного состава из-за отказов в работе отдельных элементов его конструкции, имеют место случаи выходов узлов и деталей за пределы очертания габарита подвижного состава, при этом создаётся угроза безопасности движения. Поэтому с целью защиты мостов, тоннелей от повреждений устанавливаются контрольно-габаритные устройства КГУ.

Принцип действия КГУ основан на обнаружении во время движения поезда с помощью проволочного контура деталей подвижного состава и грузов, выходящих за очертание габарита С.

При обрыве проволочного контура происходит формирование сигнала о наличии в поезде какого-либо вида неисправности и передача этого сигнала на станцию. Очертание контрольного проволочного контура принимается из условия ограждения сооружений, удовлетворяющих габариту С.

Это обеспечивает беспрепятственный пропуск через КГУ всех поездов без ограничения скорости с грузами всех допустимых степеней негабаритности. Очертание контрольного проволочного контура при необходимости может быть изменено (например, в случае ограждения негабаритных сооружений).

Контрольно-габаритное устройство показано на рисунке 4.9.

Контрольный проволочный контур закрепляется при помощи наконечников на консолях. Консоли в свою очередь крепятся к отдельно стоящим стойкам (железобетонные центрифугированные опоры контактной сети) или опорам с жесткой поперечиной.

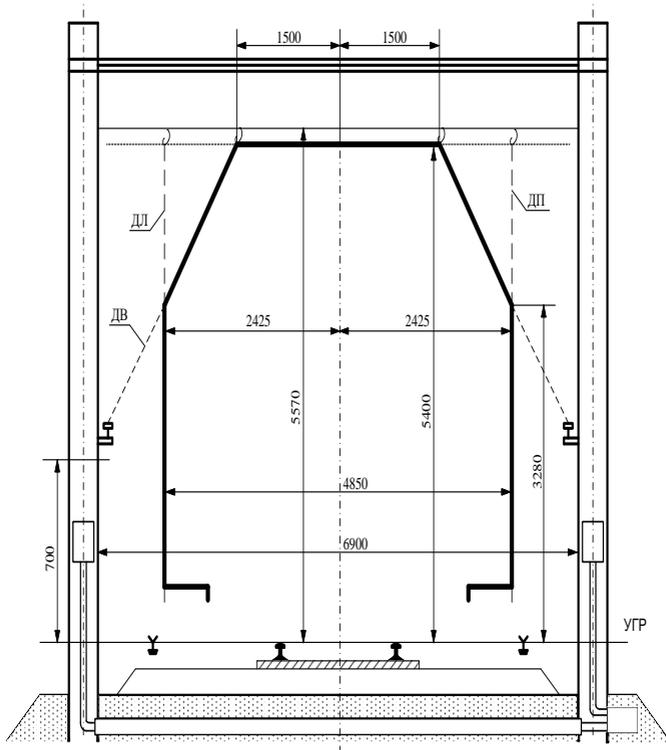


Рисунок 4.9 – Контрольно габаритное устройство КГУ

На участках с электротягой контактная сеть и токосъемные устройства не позволяют проложить контрольный контур по верхней грани подвижного состава, поэтому он охватывает контролем одну сторону поезда. Для контроля другой стороны поезда устанавливается аналогичное устройство.

Для того чтобы машинист мог своевременно воспринять перекрытие разрешающего сигнала на красный и остановить поезд у выходного сигнала, КГУ должно устанавливаться перед входным светофором на расстоянии максимальной длины груженого поезда, увеличенной на 150–200 м. Место установки КГУ должно определяться комиссионно.

КГУ должны размещаться по обеим сторонам моста (или тоннеля). На двухпутных участках они устанавливаются по одному на каждый путь со стороны правильного направления движения поездов.

На территории Беларуси расположены следующие реки, пересекаемые железнодорожными линиями:

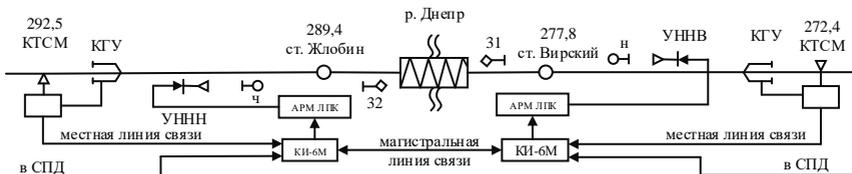
- Минское отделение: Березина, Днепр;
- Барановичское отделение: Горынь, Дитва, Лань, Неман;

- Брестское отделение: Бобриск, Ясельда;
- Гомельское отделение: Березина, Днепр, Добосна, Друть, Ипуть, Припять, Птичь, Сож, Уза;
- Могилевское отделение: Березина, Беседь, Днепр, Друть, Лахва, Проня;
- Витебское отделение: Березина, Западная Двина, Оболянка.

В местах пересечения рек и железнодорожных линий находятся крупные искусственные сооружения в виде мостов. Чтобы обезопасить эти объекты и повысить безопасность транспорта, перед ними расположены устройства контроля габарита.

Примеры расположения систем контроля КТСМ и КГУ в местах пересечения железнодорожного пути реками приведены на рисунке 4.10.

а)



б)

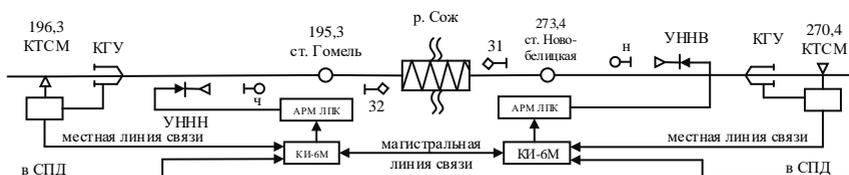


Рисунок 4.10 – Расположение системы контроля КТСМ и КГУ в местах пересечения железнодорожного пути реками Днепр (а) и Сож (б)

4.7 Разработка требований к информационной структуре СПД ЛП и АСК ПС. Варианты размещения КТСМ на подходах к станции

В зависимости от требуемой информационной структуры прикладной системы, в составе которой применяется СПД, возможно применение децентрализованной, централизованной или смешанной структуры СПД.

Централизованная структура требует наличия в составе СПД сервера СПД, который осуществляет помимо функций управления маршрутизацией и диагностики СПД передачу данных между периферийными контроллерами прикладных систем АРМами, включенными в локальную вычислительную сеть в качестве рабочих станций. Централизованная структура СПД с сетевым включением АРМов приведена на рисунке 4.11 [42].

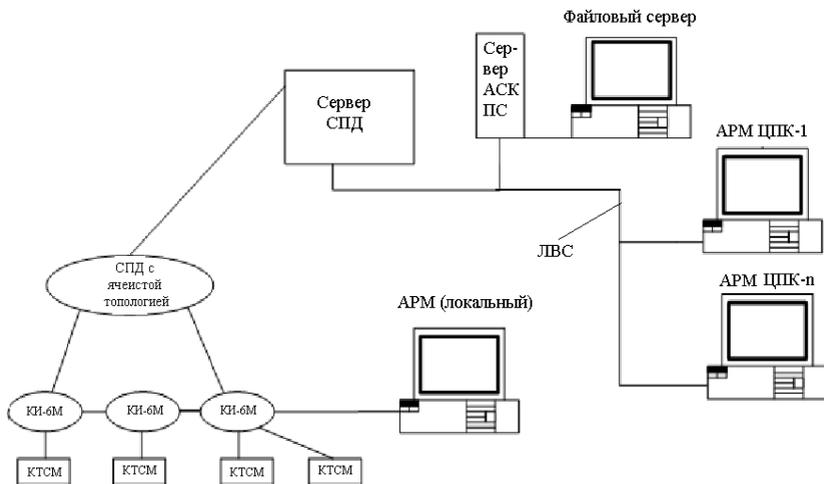


Рисунок 4.11 – Централизованная структура СПД

Сервер СПД в данной структуре осуществляет ввод информации из СПД и ее накопление в базе данных файлового сервера для обеспечения общего доступа к ней со стороны рабочих станций, включенных в данную локальную сеть.

При этом в случае организации СПД с ячеистой топологией, в системе возможно наличие локальных АРМов. Если к локальной компьютерной сети центра подключаются фрагменты СПД с различными видами топологий, то каждый такой фрагмент требует отдельного сервера СПД.

Структура СПД, включающая локальную компьютерную сеть, обеспечивает доступ к базам данных со стороны большого количества АРМов, в том числе и удаленных. Доступ к данным в этом случае обеспечивается типовыми покупными аппаратными и программными средствами компьютерных сетей (маршрутизаторами, модемами, коммуникационными программными средствами) [52].

Централизованная структура СПД является основной рабочей на полигоне железной дороги. Сервер СПД обеспечивает концентрацию информации с периферийных устройств, входящих в СПД, и размещает ее на файловом сервере отделения дороги. Здесь к ней имеют доступ другие приложения ЛВС.

Связь между устройствами, входящими в состав СПД, осуществляется по выделенным каналам связи тональной частоты или по физическим линиям.

Канал тональной частоты должен удовлетворять следующим требованиям:

1 Комплексное сопротивление со стороны приема и передачи на частоте 1000 Гц. При этом линия связи проектируется таким образом, чтобы были согласованы параметры приемной и передающей стороны линии связи, а также приемников и передатчиков.

2 Уровень сигнала по приему из канала связи должен составлять не менее 30 и не более 10 дБ при изменении сигнала по передаче от 25 до 0 дБ.

3 Относительные уровни шумов по приему из канала связи должны составлять не более 10 дБ.

4 Полоса пропускания должна составлять 300–2000 Гц, а сопротивление изоляции кабеля не менее 5 МОм.

Линейные пункты контроля подвижного состава ЛПК ПС размещаются, как правило, на подходах к промежуточным линейным станциям участков железной дороги.

При этом контролирующая аппаратура ЛПК размещается на удалении от 3 до 10 км от станции. Регистрирующая аппаратура размещается в станционном помещении.

Автоматизированное рабочее место линейного пункта контроля (АРМ ЛПК) получает информацию от перегонных устройств КТСМ через концентратор информации КИ-6М. Перегонные устройства КТСМ четного и нечетного направлений обозначаются обычно по названию станции с указанием направления. По сигналу, поступающему от перегонного оборудования по местной кабельной линии связи, АРМ ЛПК формирует следующие блоки информации для:

- выдачи результатов контроля ПС на экран монитора АРМ ЛПК;
- печати результатов контроля на принтере;
- выдачи тревожной сигнализации по кабельной линии на УННВ.

Указатель УННВ устанавливается перед входным светофором станции и предназначен для передачи тревожной информации машинисту локомотива.

Кроме того, тревожная информация в качестве дублирующего сообщения передается машинисту локомотива по радиосвязи. Для этого используется подсистема речевого оповещения и сигнализации ПРОС-1М. Для передачи радиосигналов используется специальное программное обеспечение, под управлением которого функционирует стационарная станционная радиостанция и радиостанция локомотива.

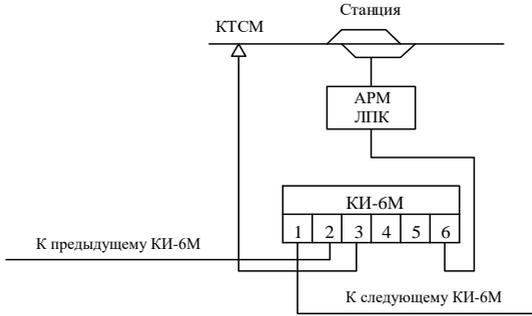
Информация о результатах контроля из АРМ ЛПК через КИ-6М транслируется в систему АСК ПС отделения дороги. Магистральные кабельные линии, связывающие соседние КИ с сервером АСК ПС отделения дороги, образуют систему передачи данных линейного пункта (СПД ЛП).

На станциях, где не предусмотрено наличие сменных дежурных по станции ДСП, оперативное руководство возложено на диспетчера железнодорожного участка [42].

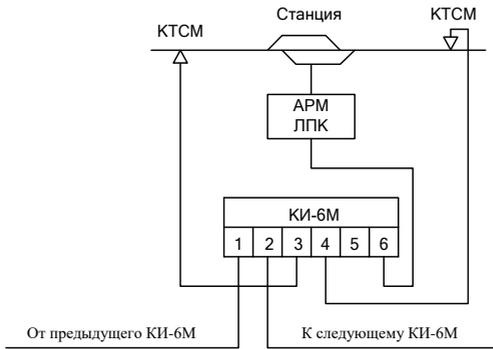
Возможны три варианта размещения КТСМ. *Первый вариант* используется на промежуточных станциях, имеющих одну единицу периферийного устройства (рисунок 4.12, а).

Второй вариант используется на промежуточных станциях, имеющих два комплекта периферийных устройств (рисунок 4.12, б).

а)



б)



в)

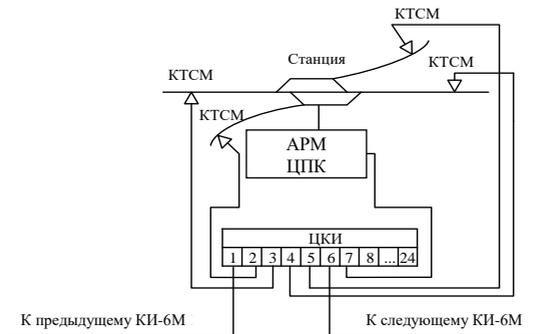


Рисунок 4.12 – Схема размещения КТСМ на станции:

а – имеющей одну установку периферийных устройств; б – две установки периферийных устройств; в – четыре установки периферийных устройств

Третий вариант используется на узловых станциях, имеющих четыре единицы периферийных устройств.

4.8 Схемы включения концентраторов информации КИ-6М с определением строки доступа

Концентраторы информации предназначены для организации распределенных систем передачи данных на участках железных дорог с использованием физических линий связи и выделенных каналов тональной частоты. Питание КИ осуществляется от сети промышленной частоты (50 ± 1) Гц с номинальным напряжением 220 В. Мощность, потребляемая КИ от сети переменного тока, – не более 50 В·А.

Алгоритм функционирования и процедуры информационного обмена КИ с окончательным оборудованием данных определяются программным обеспечением, поставляемым в комплекте изделия в виде содержимого микросхемы постоянного запоминающего устройства (ПЗУ).

КИ может одновременно обслуживать до шести каналов последовательной информационной связи. При этом в зависимости от типа установленного модуля (устройства) преобразования сигналов (УПС) для каждого канала обеспечивается один из перечисленных видов сопряжений:

- сопряжение с некоммутируемым каналом тональной частоты с 2- или 4-проводным окончанием или с выделенной 2-проводной физической линией встроенным модулем УПСЧ методом частотной манипуляции со скоростью передачи данных 1200 бит/с;

- сопряжение с четырехпроводной физической линией связи встроенным модулем УПСТ методом «токовая петля 20 мА» со скоростью передачи данных в линию 50; 75; 100; 200; 600; 1200; 2400; 4800; 9600 бит/с;

- сопряжение с окончательным оборудованием данных (ООД) встроенным модулем УПСТ асинхронным методом передачи по цепям стыка С2 со скоростью передачи данных в линию 50; 75; 100; 200; 600; 1200; 2400; 4800; 9600 бит/с [55].

При проектировании сети СПД ЛП необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

- первый и второй канал КИ-6М используется для связи с соседними станциями. При наличии ответвлений для связи с соседними станциями возможно использование пятого канала;

- третий и четвертый канал используется для подключения нечетного и четного КТСМ соответственно;

- шестой канал рекомендован для подключения АРМ ЛПК.

Изменение конфигурации подключения возможно при перепрограммировании ПЗУ, расположенного в модуле ММК КИ-6М.

В состав КИ входят:

- устройство микропрограммного управления (в виде модуля ММК);

- источник вторичного электропитания (в виде модуля ВИП);

- шесть модулей УПС (устройство преобразования сигналов: модули УПСТ (токовые) и УПСЧ (частотные)).

Принцип работы КИ-6М основан на программном управлении потоком данных с помощью микропроцессорной системы, в которой модуль управления ММК осуществляет управление модулями УПС через системную шину.

Каждое УПС подключается к отдельному каналу или линии связи, в зависимости от потребного метода передачи или вида канала связи (УПСТ или УПСЧ). Питание всех модулей КИ обеспечивается встроенным источником вторичного электропитания. Аппаратура КТСМ подключается к КИ по двухпроводному или четырехпроводному варианту (рисунки 4.13 и 4.14). Для связи с линией необходимо предусматривать установку щитков вводных изолирующих (ЩВИ), обеспечивающих гальваническую развязку между кабельной линией и КИ-6М.

Маршрутом доступа к каждому конкретному устройству является строка, состоящая из цифр и одной буквы, например: **1212154A2**. Маршрут доступа вводится администратором сети при подключении нового КИ и сохраняется в процессе его эксплуатации, однако каждому КИ можно назначить несколько альтернативных маршрутов, которые будут задействованы в случае недоступности устройства по основному маршруту или неисправности линии связи.

Цифры, начиная с начала маршрута, обозначают номера каналов КИ-6М, через которые информация передается между КИ от данного КТСМ к ЦКИ или от ЦКИ к данному КТСМу. Затем ставится одна из латинских букв «А», «В», «С» или «D», а в конце номер канала первого КИ, к которому подключен ЦКИ (АРМ ЛПК).

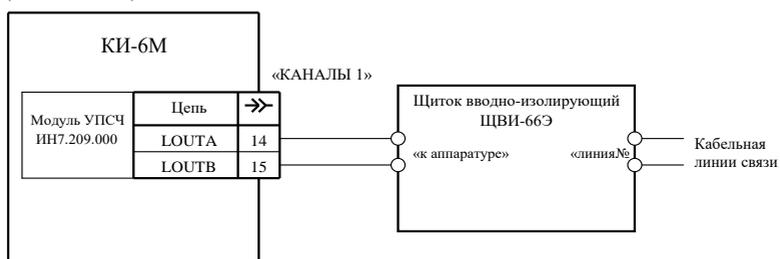


Рисунок 4.13 – Схема подключения КИ-6М к двухпроводной физической линии связи

Обычно буквы «А» и «В» ставятся для АРМов ЛПК дежурных по станции, «С» – у начальника участка КТСМ, «D» – зарезервирован для централизации АСК ПС. Абонент, имеющий в маршруте букву «А», имеет наивысший приоритет по установке времени и режимов работы КТСМ. Вместе с тем, к одному КТСМу возможно подключить максимум четыре абонента через собственный КИ, а через букву «D» организован выход на неограниченное количество абонентов через АРМы ЦПК.

Не допускается использование одной и той же буквы у различных абонентов для одного и того же КТСМ. Для организации виртуальных соединений при запросах на диагностику или перенастройки уставок на уровне тревоги маршрут доступа формируется аналогично, но буквенное обозначение в конце строки заменяется символом «0».

Маршрут виртуального доступа к КИ-6М в этом случае представляет собой строку, состоящую из цифр. Каждая цифра, начиная с начала строки, обозначает номер канала КИ, через который проходит информация от ЦКИ (АРМ ЛПК) до данного КИ.

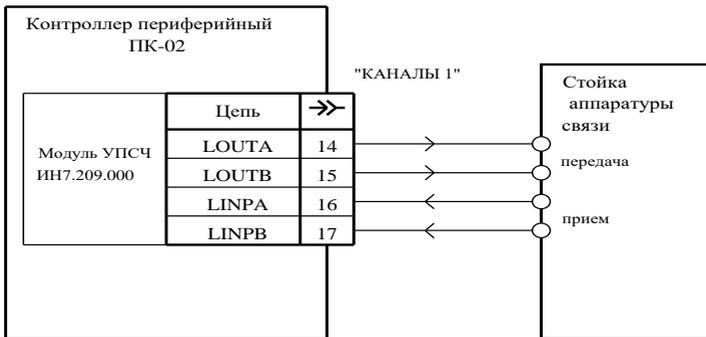


Рисунок 4.14 – Схема подключения КИ-6М к каналу тональной частоты с 4-проводным окончанием

Заканчивается строка символом «0» и номером канала КИ, к которому подключен ЦКИ (АРМ ЛПК). Пример формирования строки маршрута доступа с тремя КИ приведен на рисунке 4.15.

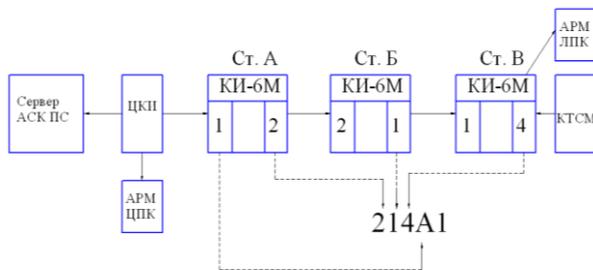


Рисунок 4.15 – Формирование строки маршрута доступа к КТСМ

Формирование строки доступа от сервера АСК ПС ст. Минск до сервера АСК ПС ст. Осиповичи имеет вид **121214A2** и приведено на рисунке 4.16.

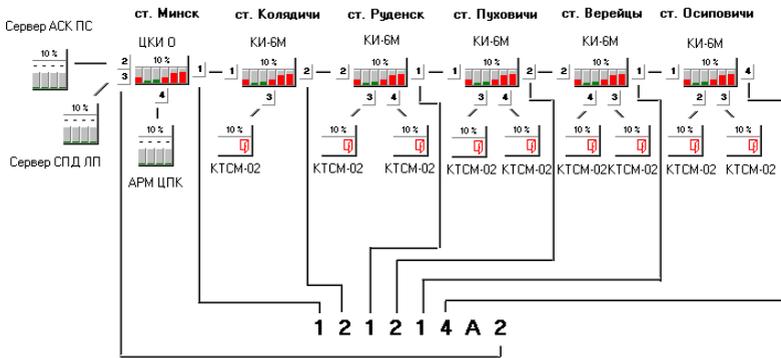


Рисунок 4.16 – Формирование строки маршрута доступа к КТСМ

4.9 Расчет нагрузки каналов сети СПД ЛП

Информационные потоки в СПД рассчитываются на основе информационной нагрузки от периферийных контроллеров, включенных в СПД. Информационная нагрузка от периферийного устройства АСК ПС определяется из объема данных на один поезд и частоты следования поездов.

Для двухпутных участков принимается интервал следования поездов 6 минут. Среднее количество вагонов в поезде – 30. Для однопутных участков принимается интервал следования поездов 15 минут. Среднее число вагонов в поезде – 25 [42].

Данные на один поезд состоят из следующих пакетов: пакет на заход поезда на участок контроля содержит 8 символов, пакет на «здоровый» вагон – 10 символов, пакет на вагон с дефектами – 12–25 символов, пакет на уход поезда из зоны контроля – 26 символов. Каждый пакет обрамляется служебными символами из 9 единиц и полем «маршрут следования» из 8 символов. В среднем на один поезд контроллер формирует три пакета. Таким образом, общее число символов на один пакет:

$$(8 + 10 + 25 + 4 \cdot 9 + 8 \cdot 4) / 3 = 37.$$

Информационная нагрузка от устройства АРМ ЛПК определяется из объема данных на одно изменение состояния контролируемых устройств и средней частоты изменений. Длина данных в пакете составляет 60 символов.

С учётом маршрута и служебных символов полная длина пакета будет равна 95 символам. Средняя частота изменения состояния устройств для одного АРМа ЛПК составляет 10 за 1 минуту.

Пропускную способность СПД централизованного типа с ячеистой топологией определяется в самом «узком» месте при отсутствии или неисправном обходном канале.

Это место – канал между первым и вторым концентратором, считая от сервера СПД. Обычно расчёт начинают со скорости передачи 1200 бит/с. Формат для одного символа содержит: 1 стартовый бит, 8 бит данных, 1 бит нечетного паритета (контроля на четность) и 2 стоп-бита. Скорость передачи рассчитывается следующим образом:

$$1200 / (1 + 8 + 1 + 2) = 100 \text{ сим./с.}$$

На каждый информационный символ (кадр) передается ответный символ или кадр, состоящий из 4 символов. Время переключения прием-передача составляет 0,02 с. Таким образом, на передачу одного информационного кадра АРМ ЛПК требуется

$$(95 + 4) / 100 + 0,02 = 1,01 \text{ с.}$$

На передачу одного информационного кадра от перегонных устройств требуется

$$(37 + 4) / 100 + 0,02 = 0,43 \text{ с.}$$

Для передачи данных о поезде требуется три пакета, тогда общее время на передачу данных об одном поезде составит

$$0,43 \cdot 3 = 1,29 \text{ с.}$$

С учетом интервала движения получается, что максимальное допустимое число контроллеров в СПД:

– для двухпутных участков:

$$6 \cdot 60 / 1,29 = 279 \text{ шт.};$$

– для однопутных участков:

$$15 \cdot 60 / 1,29 = 698 \text{ шт.}$$

Полученное значение говорит о том, что расчётная информационная нагрузка от периферийных устройств АСК ПС мала и рассчитывать допустимое число контроллеров надо по времени доставки.

В ячеистой топологии пакеты передаются из узла в узел, и общее время доставки составляется из числа переприемов. Известно, что максимальное время доставки сообщения не должно превышать 10 секунд.

Тогда число переприемов, т. е. максимальное число концентраторов в цепочке, не должно превышать $10/0,43 = 23$ шт.

Проверка включения в СПД устройств АРМ ЛПК осуществляется из условия, что на участковых и промежуточных станциях к АРМ ЛПК подключаются периферийные устройства типа КТСМ.

Тогда в среднем каждые 3 минуты от одной станции будет поступать 3 пакета КТСМ, и $6 \cdot 3 = 18$ пакетов от АРМ ЛПК. Максимально допустимое число станций в одной цепочке получается

$$3 \cdot 60 / (3 \cdot 0,43 + 18 \cdot 1,01) = 9 \text{ станций.}$$

Данный расчёт предназначен для дробления длинных цепочек на укрупнённые звенья по участкам ж. д. между узловыми станциями.

В связи с тем, что на Белорусской железной дороге более 9 последовательно расположенных станций нет, дробление цепочек КИ-6М не предусмотрено.

Приведенные расчеты по информационной нагрузке справедливы как для ячеистой топологии, так и для топологии типа «шина».

4.10 Планы помещений на перегоне и станции для аппаратуры АСК ПС

Планировка помещения на перегоне для размещения периферийной аппаратуры КТСМ представлена на рисунке 4.17.

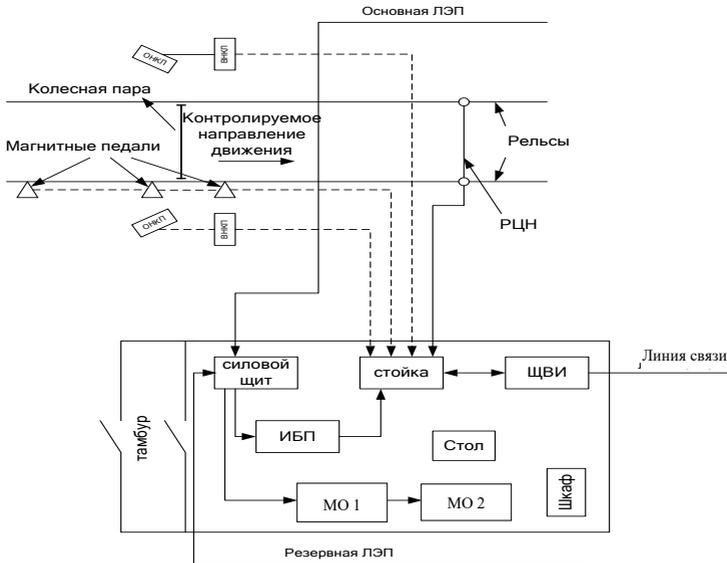


Рисунок 4.17 – План помещения для периферийной аппаратуры КТСМ на перегоне:
 РЦН – рельсовая цепь наложения; ИБП – источник бесперебойного питания;
 ЩВИ – щиток вводно-изолирующий; МО – масляный обогреватель

К силовому щиту подходит две линии электропередач, расположенные по разные стороны железнодорожной линии.

Геометрические размеры оборудования: стойка – 1,5×1 м²; силовой щит – 1,0×0,6 м²; ИБП – 0,6×0,4 м²; шкаф – 0,8×0,6 м²; обогреватель масляный – 0,5×0,2 м²; стол – 1,5×0,6 м².

Исходя из этих данных, рассчитывается площадь помещения

$$S = 3 \cdot (1 \cdot 1,5 + 1,0 \cdot 0,6 + 0,8 \cdot 0,6 + 0,4 \cdot 0,6 + 1,5 \cdot 0,6 + 0,5 \cdot 0,2) \approx 12 \text{ м}^2,$$

где 3 – коэффициент, учитывающий проходы между оборудованием. Выбирается из условия обеспечения беспрепятственного доступа к перегонной стойке и другим предметам для проведения регулировочных и настроечных работ, а также технического обслуживания.

Для улучшения условий термостабилизации помещения предусматривается строительство тамбура площадью $1,2 \times 2,4 \text{ м}^2$.

Размещение оборудования АРМ ЛПК на станции показано на рисунке 4.18. Помещение для аппаратуры на станции предусматривается либо в существующем здании, либо для размещения станционных устройств комплекса КТСМ делается пристройка.

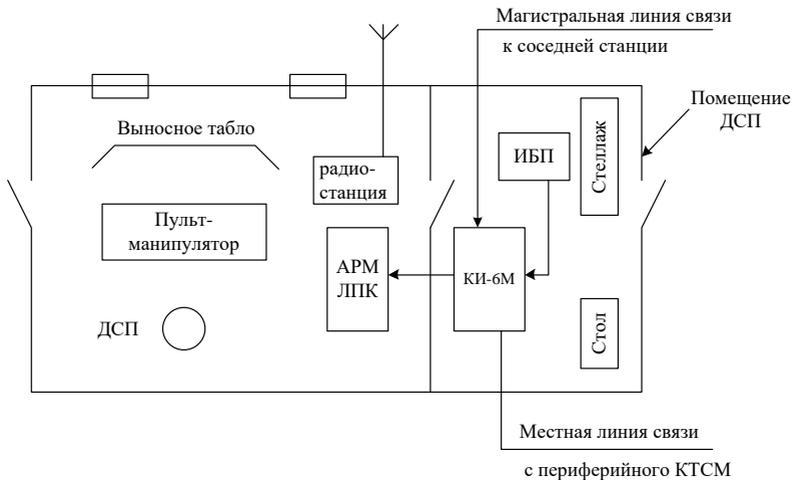


Рисунок 4.18 – План размещения станционного оборудования

Площадь станционного помещения определяется типовыми условиями проектирования станций ТУПС, является нормированной в зависимости от количества оборудования (размер выносного табло, пульта-манипулятора и т. д.). Для проектирования использована типовая норма площади помещения ДСП, составляющая 24 м^2 .

Площадь технического помещения для КИ-6М, ИБП, стола и стеллажа определяется по условиям беспрепятственного доступа для ремонта, обслуживания и т. д. и должна составлять $10\text{--}12 \text{ м}^2$.

5 ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ АСК ПС

5.1 Назначение и функции программы АСК ПС.

Условия применения

Программное обеспечение автоматизированного рабочего места оператора центрального поста контроля (ПО АРМ ЦПК) обеспечивает решение следующих задач:

- автоматический прием информации от средств контроля подвижного состава, далее: средства контроля следующих типов: КТСМ-01Д, КТСМ-02.
- автоматическое формирование сигналов тревог и оповещения в случае обнаружения дефектов в подвижном составе;
- просмотр и анализ архивов сохраненной информации в интерактивном режиме.

ПО АРМ ЦПК автоматически выполняет следующие функции:

- централизованный сбор информации от аппаратуры контроля подвижного состава на всем участке контроля;
- сравнение полученных данных с установленными пороговыми значениями («Тревога 0», «Тревога 1», «Тревога 2»), включение сигнализации при превышении этих значений;
- передача информации о показаниях поезвному диспетчеру (пометка на график);
- отслеживание поезда и подвижной единицы с показаниями на прямолинейном участке и принятие решения о необходимости остановки поезда для осмотра подвижного состава при повторяющихся показаниях;
- получение дополнительной информации о поезде и подвижных единицах из АСОУП (графиковый номер, индекс, инвентарные номера и пр.);
- контроль (мониторинг) технического состояния аппаратуры контроля типа КТСМ.

ПО АРМ ЦПК позволяет пользователю выполнять в интерактивном режиме следующие функции:

- просмотр сохраненной информации о проконтролированных подвижных единицах;
- ввод с клавиатуры дополнительной информации о проконтролированных подвижных единицах (инвентарный номер, результат осмотра и т. п.);
- вывод на печать сохраненной информации;
- доступ к архивным данным за любой промежуток времени (глубина архива – до одного года);

- поиск информации по различным критериям;
- вычисление статистических данных о результатах работы устройств контроля за любой промежуток времени, позволяемый глубиной архива;
- запрос любых справок из АСОУП.

Условия применения

ПО АРМ ЦПК предназначено для функционирования на персональном компьютере класса IBM PC, соответствующем требованиям, приведенным в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Технические характеристики ПЭВМ АРМ АСК ПС

Наименование характеристики	Требование
Процессор	Не менее Pentium II
Тактовая частота процессора	Не менее 800 мГц
Память (ОЗУ)	Не менее 128 МВ
Свободного места на жестком магнитном диске	Не менее 20 GB
Дисковод гибкого магнитного диска	3,5 дюйма, 1,44 МВ
Видеоадаптер	SVGA, с разрешением не менее 1024×768
Параллельный порт	Centronics LPT1
Видеомонитор	Диагональ не менее 15 дюймов
Принтер	Матричный, русифицированный
Манипулятор	«Мышь», двухкнопочная
Клавиатура	Русифицированная, 102 клавиши
Звуковая карта	Sound Blaster–совместимая
Операционная система	Windows 2000/XP
Версия клиента СУБД	Соответствует версии СУБД, установленной на сервере

5.2 Запуск программного обеспечения АРМ ЦПК. Панель управления АРМ ЦПК

Запустить ПО АРМ ЦПК можно вручную – на рабочем столе находится ярлык  или файл «crk_view.exe». При нормальном запуске программы не должно быть никаких дополнительных сообщений. Первым делом должна выполняться загрузка данных из базы данных АСК ПС – на верхней панели будет отображаться количество считанных записей.

После этого загрузится схема, на которой отображены пункты контроля в качестве прямоугольных окошек (рисунок 5.1 – для Минского отделения дороги и рисунок 5.2 – для системы АСК ПС Белорусской железной дороги в целом).

Панель управления АРМ ЦПК

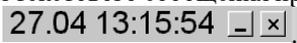
В верхней части рабочего экрана находится панель с «быстрыми» кнопками   , окном для отображения текстового сообщения при сигнализации, часами и системными кнопками . При наведении указателя мыши на любую из кнопок появляется подсказка.



Рисунок 5.1 – Загрузка данных из базы данных Минского отделения дороги

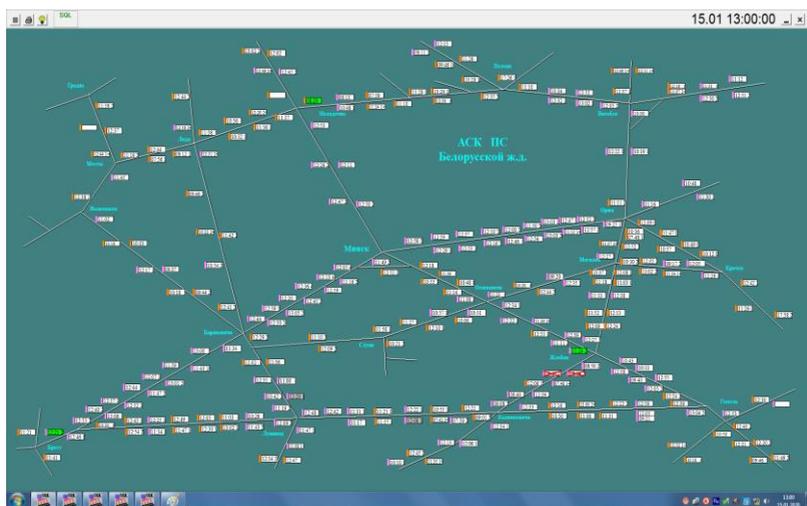


Рисунок 5.2 – Схема АСК ПС Белорусской железной дороги

5.3 Открытие меню АСК ПС. Рабочий экран АРМ ЦПК

Кнопка меню  (рисунок 5.3) открывает меню со следующими пунктами:

- «Список пунктов контроля»;
- «Статистика»;
- «Архив»;

- «Журнал»;
- «Поиск ►»:

 - «Поиск поезда»;
 - «Поиск поезда (расш.)»;
 - «Поиск подв. ед.»;
 - «Поиск событий»;

- «Отображать скрытые ►»:

 - «Локомотивы»;
 - «Вагоны со сбоем»;
 - «Вагоны по вспомогательным камерам»;
 - «Вагоны с низким уровнем»;
 - «Вагоны, скрытые при коррекции порогов»;

- «Справка о работе АСК ПС»;
- «Пороги, реле, сигнализация»;
- «Динамика по ср. значению отношения»;
- «Запрос в АСОУП»;
- «О программе».

Кнопка  открывает окно подготовки печатных форм.

Кнопка  открывает окно «Больные подв.ед».

Закладка «Поиск ►» (рисунок 5.3) открывает следующие иконки:

- «Поиск поезда»;
- «Поиск поезда (расш.)»;
- «Поиск подв. ед.»;
- «Поиск событий»;
- «Отображать скрытые ►»;
- «О программе» (рисунок 5.4).

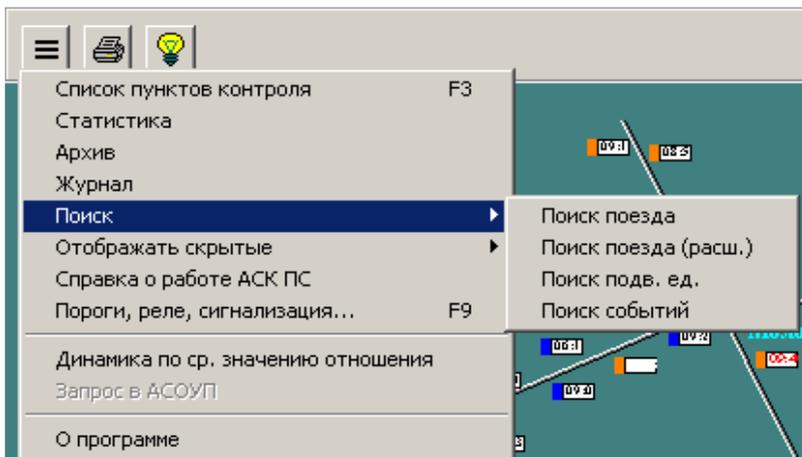


Рисунок 5.3 – Информационное окно поиска

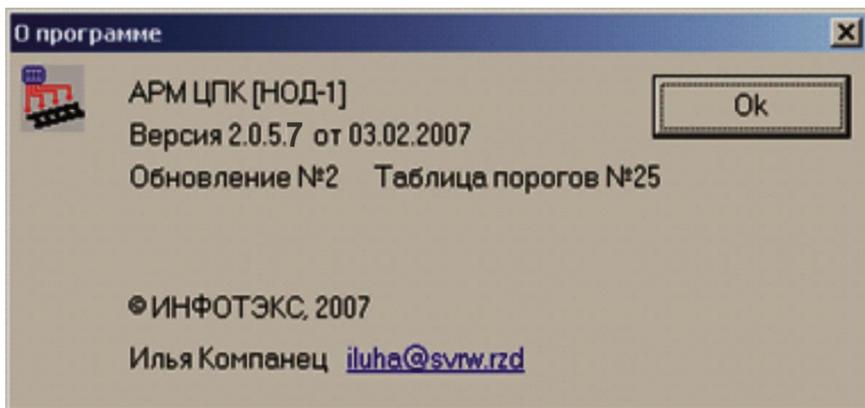


Рисунок 5.4 – Информация о версии программы

Рабочий экран АРМ ЦПК

При запуске программы на рабочем поле появляется мнемоническое изображение средств контроля и линий связи. Для дальнейшей работы можно открыть окна с более подробной информацией.

Некоторые окна («Список поездов», «Больные подв. ед.», «Список событий») могут оставаться открытыми на экране в течение работы ИО АРМ АСК ПС. Их можно при необходимости активировать мышью.

Закрывать неиспользуемые окна можно с помощью кнопки с крестиком в правом верхнем углу окна. Если в окне есть кнопка «Закреть», то закрыть окно можно, нажав эту кнопку, или нажатием клавиши <Esc> на клавиатуре.

Размер и положение всех окон можно изменять. Для изменения размера окна необходимо привести указатель мыши на угол или край окна (при этом вид указателя изменяется на двухстороннюю стрелку) и, нажав на левую кнопку, перетащить угол или край окна до достижения нужного размера. Для изменения положения окна необходимо привести указатель мыши на верхнюю полосу окна (с названием окна) и, нажав на левую кнопку, передвинуть окно на нужное место.

При закрытии окон программа запоминает положения и размеры всех окон и, при следующем открытии, они будут иметь предыдущие положения и размеры.

В программе для всех средств контроля введено понятие «подсистема».

Для КТСМ-01Д имеются три подсистемы:

– подсистема «контроля букс» (Б);

– «контроля тормозов» (Т) – информация формируется по данным от ВНК;

– «дискретных сигналов» (ДС) – информация формируется по данным от дискретных входов модуля МОТС-2.

Для КТСМ-02 дополнительно к выше указанным имеется подсистема «контроля колеса» (К), информация для которой формируется по данным от соответствующих датчиков и «базовая» подсистема (КТСМ-02). Информация от базовой подсистемы используется для диагностики оборудования.

5.4 Мнемоническая информация средств контроля

Мнемоническое изображение средств контроля на рабочем поле представлено на рисунке 5.5.



Рисунок 5.5 – Мнемоническое изображение средств контроля

В левой части изображения находится цветной маркер, который указывает на тип средства контроля. Для КТСМ-01Д – желтый, КТСМ-02 – малиновый. В центральной части изображения выводится информация в соответствии с таблицей 5.2.

Таблица 5.2 – Мнемоническая информация КТСМ

Событие	Информация	Атрибуты информации
Заход поезда	Время захода	Мигающий, черный цвет
Обнаружение подвижной единицы с неисправностями	Время прохода подвижной единицы	Мигающий, цвет по типу «Тревоги»
Завершение контроля поезда	Время захода	Цвет по максимальной «Тревоге»
Отсутствие поездов в течение определенного времени	Пусто	Цвет фона

При срабатывании охранной сигнализации (открытие дверей) в левой части изображения КТСМ выводится мигающая фигурка человека на красном фоне . После ввода обслуживающим персоналом с технологического пульта кода начала регламентных работ фигурка пропадет, и начнет мигать

цветной маркер. После ввода кода окончания регламентных работ фигурка появится вновь и будет мигать вплоть до получения события о закрытии дверей.

Фон изображения может принимать следующий вид (рисунок 5.6):

- цвет фона главного окна АРМа – отсутствует информация в течение определенного времени или ремонт установки;
- белый – получена информации о поезде, без показаний и без сбоя контрольной программы;
- серый – пришел блок информации о поезде, без показаний, но со сбоем контрольной программы.

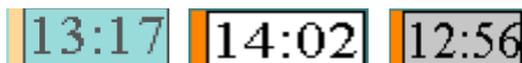


Рисунок 5.6 – Варианты отображения информации

Программное обеспечение ЦП СПД ЛПД циклически проводит «опрос» всех подключенных средств контроля на предмет работоспособности. При отсутствии ответа в течение одного цикла опроса формируется признак отказа – изображение перечеркивается по диагонали красным крестом (рисунок 5.7).



Рисунок 5.7 – Информация КТСМ – состояние «отказ»

5.5 Информационные окна «Список поездов», «Информация о поезде» и «Карта подвижной единицы»

Для открытия окна «Список поездов» необходимо навести указатель мыши на изображение нужного устройства контроля и однократно нажать левую кнопку мыши. В окно в хронологическом порядке выводится информация о проконтролированных поездах по одному пункту контроля (рисунок 5.8).

В заголовке окна указывается станция и направление движения, для которых представлен список поездов.

В левой части окна информация выводится в таблице, имеющей столбцы:

- «Время» – время прохода поезда по пункту контроля;
- « * » – различные признаки:
 - «З» – заход поезда на пункт контроля;
 - «Ост» – остановка поезда;
 - «!» – сбой работы во время контроля;

- «П» – сбой порядкового номера поезда;
- «И» – имитация;
- «Сл» – признак наличия в поезде подвижных единиц со слежением;
- «*» – вероятность влияния солнца;
- «Грф.№» – графиковый номер поезда;



Рисунок 5.8 – Окно «Список поездов»

Информационная закладка «Подвижные единицы». «Подвижн. ед.» – схема состава поезда, имеющая следующую структуру: число локомотивов, «+», число вагонов, «+», число локомотивов в хвосте состава, порядковые номера «больных» подвижных единиц, т. е. единиц с нагревом букс, превышающим порог «Тревога 0», или признаком срабатывания других подсистем контроля, например, «волочения». Отсчет подвижных единиц ведется с головы, включая секции локомотива. Номера «больных» подвижных единиц выводятся с цветными атрибутами, соответствующим степени аварийности показаний. При показаниях от ВНК номера подвижных единиц выводятся уменьшенным размером шрифта. При определении факта заторможенности колесных пар к номеру подвижной единицы добавляется символ «Т».

В колонке «Подвижн. ед.» могут выводиться подвижные единицы, у которых уровень нагрева превысил порог передачи, но не превысил порог «Тревога 0». Для этого необходимо в пункте меню «Отображать скрытые» выбрать строку «Вагоны с низким уровнем» или нажать одновременно кнопки <Ctrl> + <D>. Через меню также можно включить отображение скрытых локомотивов, скрытых «вагонов по вспомогательным камерам»,

скрытых «вагонов со сбоем», скрытых «вагонов при коррекции порогов».

Для просмотра списка поездов можно воспользоваться полосой прокрутки (справа от списка) или клавишами перемещения курсора на клавиатуре. При просмотре списка всегда есть один «выбранный» поезд, который выделен темной полосой.

Если на выбранном поезде (выделен темной полосой) нажать правую кнопку мыши, то появится меню:

- «О поезде»;
- «Поиск поезда».

Правая часть окна содержит информацию о поезде, который был выбран в списке слева, и располагается на пяти закладках:

- «Пдв.ед» – список «больных» подвижных единиц, т. е. единиц с выявленными дефектами;
- «Контр.» – подробная техническая информация о работе аппаратуры при контроле поезда;
- «Скор.» – график скорости движения поезда;
- «Ошиб.» – информация об обнаруженных неисправностях аппаратуры в момент контроля поезда;
- «*» – информация о расположении солнца.

Закладка «Пдв.ед» появляется только в случае, если в проконтролированном поезде есть подвижные единицы с обнаруженными дефектами. Если в проконтролированном поезде было более одной «больной» подвижной единицы, то все они выводятся в таблице. Мышью или перемещением курсора клавишами можно выбрать нужную подвижную единицу. Данные по выбранной подвижной единице окрашиваются в темный цвет. Информация выводится в следующем виде:

- строка с данными «больной» подвижной единицы – порядковый номер подвижной единицы (с головы, включая секции локомотивов);
- тип подвижной единицы:
 - «Лок.» – локомотив;
 - «Груз.» – грузовой вагон;
 - «Пасс.» – пассажирский вагон;
 - «К/базн.» – короткобазный вагон;
 - «СБОЙ» – тип не определен в результате сбоя;
 - «(Имит.)» – имитируемая подвижная единица;
- признак типа подшипника:
 - «Пр. подш.» – приработка подшипника;
 - «Касс.» – кассетный подшипник;
 - «ТСВ» – «Тележки Скоростных Вагонов»;
- обозначение подсистемы;
- тип тревожной сигнализации:
 - «Тр.0» – «Тревога 0»;

- «Тр.1» – «Тревога 1»;
- «Тр.2» – «Тревога 2»;
- «Тр.0{Д}» – «Тревога 0» с признаком «Динамика»;
- «Тр.0{П}» – «Тревога 0» с признаком «Профилактика»;
- дополнительные признаки:
 - «Волоч.» – срабатывание подсистемы «волочения»;
 - «Торм.» – обнаружение заторможенных колесных пар;
 - «Шкив» – обнаружение греющегося шкива (только у пассажирских вагонов);
 - «Медл.» – скорость менее 5 км/ч (только для КТСМ-01);
 - «Отц.» – оператор ввел признак «отцепки»;
 - «Слеж.» – повторное показание;
- таблица с данными по каждой оси:
 - номер оси;
 - уровень нагрева слева;
 - уровень нагрева справа.

Уровни нагрева букс в зависимости от превышения пороговых значений тревог выводятся с цветными атрибутами. Если уровень нагрева буксы превысил пороговые уровни тревог, то после уровня нагрева через знак «/» выводится значение отношения уровня нагрева данной буксы к остальным. Если КТСМ устанавливает для буксы признак «максимум сигнала вне строба», то после значения уровня нагрева выводятся знаки «??». Значение отношения при этом не выводится.

В подсистеме «Б» КТСМ-02 заложен алгоритм распознавания заторможенных тележек по сигналам от ОНК. По этому алгоритму производится анализ температурного поля от всей тележки. При выявлении разогретых элементов тормозной системы (рамы) информация выводится в закладке «Пдв.ед» в колонках «Р.л» и «Р.п» (видны только для КТСМ-02). Информация о разогреве элементов тормозной системы может быть, как с нагревом букс, так и без него. В последнем случае в закладке «Пдв.ед» будут выведены только строки для четных осей, и информация будет только в колонках «Р.л» и «Р.п». Если уровни разогрева элементов тормозной системы присутствуют с двух сторон и превышают установленный порог «Т ОНК», то для такой подвижной единицы формируется признак «Торм».

Информационная закладка «Контроль». Закладка «Контр.» (рисунок 5.9) содержит следующую информацию о работе КТСМ для выбранного поезда:

- «№ п/п» – порядковый номер поезда (значения: 1–200), формируемый КТСМ;
- «Т.возд.» – температура воздуха на пункте контроля в момент прохода поезда.
- Группа «Осн.» содержит информацию по ОНК:

- «Срдн» – средние уровни нагрева (слева и справа) по всем осям поезда, исключая локомотивы;
- «Стрб» – положение вершины теплового сигнала в импульсе строба (возможные значения – 0–9, нормальными являются – 4–6);
- «Откр» – информация об открытии заслонок («Да» – открытие перед первой подвижной единицей, «Нет» – не открытие, число – номер подвижной единицы, под которой произошло открытие);
- «Закр.» – информация о закрытии заслонок («Да» – закрытие после последней подвижной единицей, «Нет» – не закрылась после контрольной программы (только для КТСМ–01Д), число – номер подвижной единицы, под которой произошло закрытие, число «0» – или закрылась перед первой подвижной единицей, или результат «дребезга» датчика положения заслонки);
- «Контр.вагон» – уровни нагрева осей четырехосного контрольного вагона (уровни нагрева первой и второй оси определяются при открытых заслонках, третьей и четвертой – при закрытых заслонках от контрольных нагревателей (ламп)).
- Группа «Всп.» содержит информацию по ВНК (только для КТСМ-01Д и КТСМ-02) в виде, аналогичном группе «Осн.», за исключением значений положения вершины теплового сигнала в импульсе строба.
- Группа «Датчики осей» содержит информацию по всем датчикам счета осей:
 - «Реал.» – реально подсчитанное число осей;
 - «Восст.» – число осей с учетом алгоритма восстановления при односторонних сбоях счета.

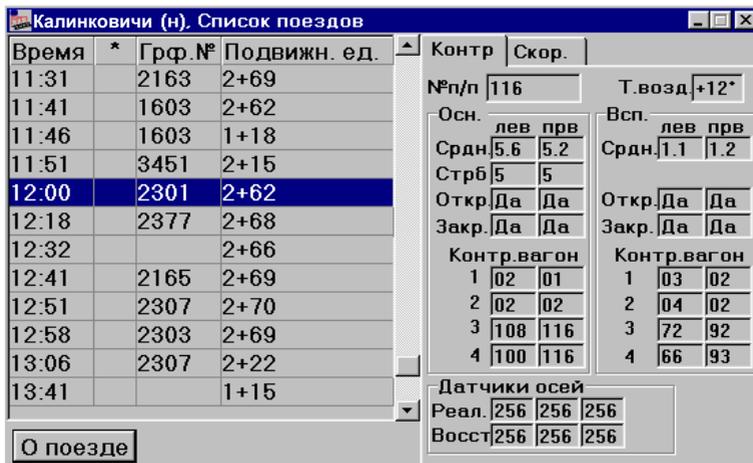


Рисунок 5.9 – Закладка «Контр» окна «Список поездов»

При выводе средних уровней нагрева по ОНК производится проверка значений. Если уровень среднего нагрева равен или ниже 1,5, то такое значение считается заниженным и выводится красным цветом. Программа производит анализ повторяемости таких значений. Если заниженное значение повторяется три и более раза, то в колонке «*» списка поездов устанавливается признак сбоя работы «!».

В закладке «Контр» выводится пометка неправильного направления (только для КТСМ-02) движения поезда (рисунок 5.10).

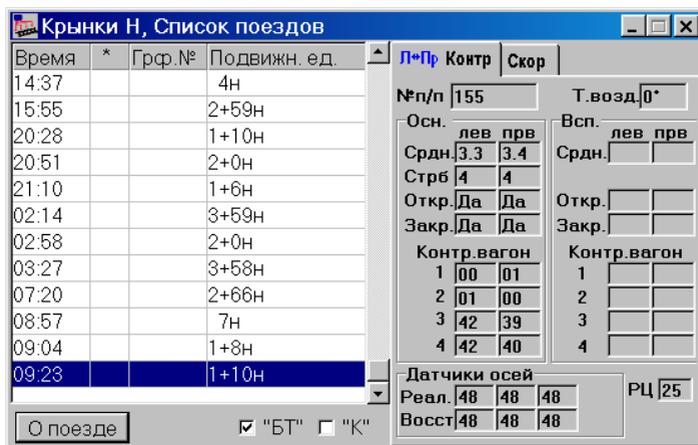


Рисунок 5.10 – Окно с обозначением неправильного направления движения поезда

Пометка «Л←→Пр» синим цветом указывает, что для данного поезда в информации о нагреве букс и ступиц в формах вывода вагонов изменена правая и левая сторона. При этом информация в полях «Срдн», «Стрб», «Откр», «Закр» и «Контр.вагон» оставлена без замены. Правильным направлением движения поезда по участку контроля считается направление, при котором сначала срабатывает первый датчик прохода осей.

Для КТСМ-02 дополнительно может выводиться результат подсчета осей по четвертому датчику и значение расстояния срабатывания рельсовой цепи «РЦ».

Сообщение «Сбой отмет.» выводится в случае сбоя отметчика подвижных единиц.

Закладка «Скор.» (рисунок 5.11) содержит график скорости движения подвижных единиц в поезде по пункту контроля. По горизонтальной оси располагаются номера подвижных единиц, по вертикальной – измеренная скорость. Скорость измеряется с дискретностью 1 км/ч, поэтому линия графика может иметь ступеньки.

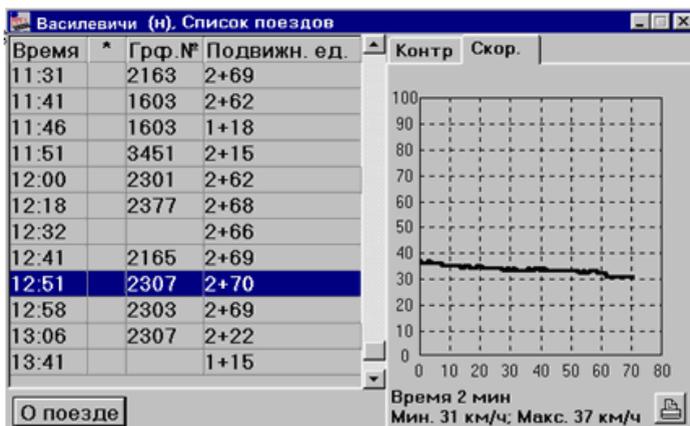


Рисунок 5.11 – Закладка «Скор.» окна «Список поездов»

Внизу графика выводятся минимальная и максимальная скорости и время контроля поезда. По значению времени контроля можно оценить, была ли остановка поезда на посту контроля. Программа автоматически вычисляет предполагаемое время контроля по усредненной скорости поезда и сравнивает его с реальным.

В случае превышения значения реального времени контроля в колонке «*» списка поездов выводится признак «Ост» (остановка). В некоторых случаях, например, когда поезд заехал на участок быстро, а затем снизил скорость и двигался медленно, признак «Ост» может определиться ложно. В нижнем правом углу закладки имеется кнопка с изображением принтера. Она служит для вывода на печать графика скорости.

Информационная закладка «Ошибка». Закладка «Ошиб.» появляется только при наличии информации о неисправностях. Закладка содержит список обнаруженных неисправностей аппаратуры в момент контроля поезда. Дополнительные сообщения КТСМ-02 приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Виды сообщений о неисправностях КТСМ-02

Текст сообщения	Место неисправности	Неисправность
РЦН – неисправна!	Рельсовая цепь	Рельсовая цепь неисправна
Отказ(отсутств.) п/с. 2 «Т»	Подсистема или конфигурация АРМ	Неисправность п/с или неправильная конфигурация АРМа
Пор.выв. и «Б»=20>14!	Настройка КТСМ-02	Настройка порога вывода не соответствует требуемым значениям
Пор.выв. «Т»=20>14!	Настройка КТСМ-02	Настройка порога вывода не соответствует требуемым значениям

Закладка «*» (Солнце) появляется в случае если, подвижная единица отображена в окне, и в это время по расчету есть вероятность влияния солнечного излучения. Закладка может содержать сообщения, приведенные в таблице 5.4.

Таблица 5.4 – Виды сообщений в закладке «Солнце»

Текст сообщения	Описание сообщения
ОНК: солнце слева (1°)	Солнце слева от основной напольной камеры на 1°
ОНК: солнце справа (1°)	Солнце справа от основной напольной камеры на 1°
ВНК: засветка правой камеры (5°)	Солнце слева на 5° от ВНК
ВНК: засветка левой камеры (5°)	Солнце справа на 5° от ВНК

Информационное окно «Информация о поезде»

Ввести дополнительную информацию о поезде можно в окне «Информация о поезде» (рисунок 5.12). Для этого в окне «Список поездов» необходимо выбрать из списка требуемый поезд и открыть окно одним из следующих способов:

- двукратно нажать левую кнопку «мышки»;
- нажать кнопку «О поезде» внизу окна;
- нажать на клавиатуре клавишу <Enter>.

Рисунок 5.12 – Окно «Информация о поезде»

Окно состоит из строки заголовка, информационных полей и полей ввода:
– в заголовке окна указывается пункт контроля, по которому проследовал поезд и направление;

– информационные поля:

- «Подв.ед» – количество подвижных единиц в поезде, с учетом локомотивных секций;

- «Индекс» – индекс поезда, а также станция совершения последней операции и код операции (проследование или отправление); при нажатии на кнопку «Индекс» производится повторный поиск индекса поезда;

– поля ввода:

- «Номер» – графический номер поезда;

- «Прибытие» – фактическое время прибытия поезда на станцию;

- «Отправление» – время отправления поезда со станции;

- «Парк/путь» – номера пути или названия парка прибытия поезда;

- «Оператор» – фамилия оператора ЦПК (возможен выбор из списка ранее введенных фамилий);

– «Причина сбоя» – причина сбоя (выбор причин сбоя производится из списка, который хранится в отдельном файле). Это поле появляется, если был сбой во время прохода поезда по пункту контроля;

– группа «Операции с записью» показывает дату и время «поступления» информации о поезде в АСК ПС, а также дату и время «изменения» информации о поезде;

– кнопка «Запрос в АСОУП» – запрос в АСОУП информации по данному поезду;

– кнопка «1042» – просмотр справки №1042 на поезд;

– кнопка «ТГНЛ» – просмотр натурального листа на поезд.

Кнопки «Запрос в АСОУП», «1042», «ТГНЛ» вызывают стандартные окна для отображения информации из АСОУП. В случае если данные АСОУП недоступны, кнопки не работают.

После того, как были внесены изменения в полях ввода, для сохранения информации необходимо нажать на кнопку «Сохранить». В противном случае после закрытия окна изменения не сохранятся. Кнопка «Сохранить» доступна, если АРМ запущен с установленным параметром «Активный =Yes».

Информационное окно «Карта подвижной единицы»

Ввести дополнительную информацию о проконтролированной подвижной единице с обнаруженными дефектами можно в окне «Карта подв. ед.» (рисунок 5.13).

Для этого в окне «Список поездов» (см. рисунок 5.9) необходимо выбрать из списка требуемый поезд, у которого имеются подвижные единицы с дефектами, в правой половине окна выбрать требуемую подвижную единицу и открыть окно одним из следующих способов:

- двукратно нажать левую кнопку мыши;
- нажать кнопку «О подв. ед.» внизу окна;
- нажать на клавиатуре клавишу <Enter>.

Мол. из Минска, Карта подв. ед. № 38 Груз., Пр. подш., «Б», Тр. 1, Служ., Отц.

Идентификаторы
 Инв. ном. 59858969 № п/п 38
 Груз: вес (т)

Операции с записью
 Поступление 26.03.07 22:36:59
 Изменение 27.03.07 07:25:37

Выявлено аппаратурой
 Грузовой
 Подсистема «Б»
 Приработка подш.

Результаты осмотра
 Грение буксы
 Тем-ра буксы °C
 Готовность 23 / 20 Отцепка
 Осмотрщик Свиридо

2610 (картотека)
 Поиск по инв. номеру

Сохранить
 Отмена

Примечание

Уровни нагрева по осям График Ввести заводской номер КП (2 ось)

Показывать все отношения

Пункт	чч.мм	1 Ль	1 Пр	2 Ль	2 Пр	3 Ль	3 Пр	4 Ль	4 Пр
Радюшковици Н	21:08	08	07	21	29/4.8	06	06	05	05
Олеховичи Н	21:29	07	08	18	34/5.1 п	06	07	05	05
Мол. из Минска	22:36	08	08	18	36/5.7	06	06	05	05

Рисунок 5.13 – Окно «Карта подв. ед.»

Окно состоит из строки заголовка, информационных полей, полей ввода и списка уровней нагрева букс вагона.

В заголовке окна указывается название пункта контроля, порядковый номер, тип проконтролированной подвижной единицы, обозначение подсистемы контроля и тип тревоги.

Информационные поля:

- «№ п/п» – порядковый номер подвижной единицы с учетом каждой секции локомотива;
- «Груз: вес (т)» – вес и код груза, информация из АСОУП;

– «Выявлено аппаратурой» – может быть выведена одна из следующих информационных фраз:

- «Подсистема ...» обозначение подсистемы контроля; «Сбой отметчика» – при контроле данной подвижной единицы произошел сбой отметчика подвижных единиц;

- «Торможение» – обнаружено затормаживание колесных пар при помощи вспомогательных камер (ДИСК и КТСМ–01Д);

- «Имитатор» – информация получена в результате имитации подвижной единицы (КТСМ);

- «Шкив» – обнаружен нагрев в области предполагаемого размещения генератора у пассажирского вагона (КТСМ);

- «ВОЛОЧЕНИЕ» – сработала сигнализация подсистемы «Волочения» под контролируемой подвижной единицей (ДИСК и КТСМ);

- «Грузовой» – грузовой вагон (КТСМ);

- «Локомотив» – локомотив (КТСМ);

- «Пассажирский» – пассажирский вагон (КТСМ);

- «Короткобазный» – короткобазный вагон (КТСМ);

- «Малая скорость» – проконтролированная подвижная единица двигалась со скоростью ниже 5 км/ч (только для КТСМ–01);

- «Приработка подш.» – приработка подшипника;

- «Кассетные буксы» – кассетный подшипник;

- «Тревога 0 по динамике» – динамика нагрева букс;

- «Тревога 0 по «П»» – (профилактика буксы);

- «Тележка Скор.Ваг.» – тележка скоростного вагона;

- Строка с информацией о солнце (см. таблицу 5.4).

Группа «Операции с записью» показывает дату и время «поступления» информации о поезде в АРМ ЦПК и дату и время «изменения» информации о поезде.

Поля ввода:

– «Инв. ном.» – для ввода инвентарного номера подвижной единицы, проконтролированного аппаратурой. Если в базе данных АСК ПС есть натуральный лист на данный поезд, то номер устанавливается автоматически. Поле «Инв. ном.» имеет встроенный алгоритм проверки номера. После ввода восьмой цифры производится проверка номера и случае ошибочного ввода номер окрашивается в красный цвет. При попытке сохранить данные с неверным номером будут предложены варианты похожих номеров;

– «Результат осмотра» – результат осмотра подвижной единицы из открывающегося списка готовых формулировок;

– «Тем-ра буксы» – температура буксы, измеренная во время осмотра;

– «Отцепка» – установка признака отцепки подвижной единицы;

– «Готовность» – для ввода времени готовности к продолжению движения;

– «Осмотрщик» – для ввода фамилии лица, производившего осмотр подвижной единицы (возможен выбор из списка ранее введенных фамилий).

В форме имеются кнопки:

– «2610 (картотека)» – открывает окно программного модуля «Связь с АСОУП» с подготовленным запросом «(:1367 0 2610:<номер подвижной единицы>:»)». Ответ на запрос содержит информацию о собственнике, приписке, дате постройки и планируемого ремонта, пробеге подвижной единицы;

– «Ввести заводской номер КП» – позволяет вводить и запоминать заводской номер каждой колесной пары;

– «График» – открывает окно «Графики уровней (отношений) по станциям слежения»;

– «Поиск по инв. номеру» – открывает окно «Поиск подвижной единицы».

В нижней части окна выводится информация по нагреву осей, со слежением по всему участку. В случае наличия показаний нагрева данной подвижной единицы по другим пунктам можно проследить «историю» нагрева каждой буксы, выявить тенденцию изменения нагрева по отношению.

После того, как были внесены изменения в полях ввода, для сохранения информации необходимо нажать на кнопку «Сохранить». В противном случае после закрытия окна изменения не сохранятся.

5.6 Информационные окна «График уровней (отношений) по станциям слежения» и «График отношений»

Окно «График уровней (отношений) по станциям слежения» (рисунок 5.14) открывается из окна «Карта подв. ед.».

По горизонтальной оси выводится порядковый номер контрольных пунктов слежения. Названия, соответствие номерам пунктов контроля и время прохода подвижной единицы выводятся в списке справа.

По вертикальной оси графиков выводятся:

– верхний график – уровень нагрева букс подвижной единицы;

– нижний график – отношения нагревов букс.

Цвет линии на графиках определяет номер оси и сторону в подвижной единице. Расшифровка цветов приводится в списке справа. Для более легкого просмотра графиков можно «погасить» любые линии, сняв соответствующие отметки в группе полей «Оси».

Для просмотра скорости движения подвижной единицы через пункты контроля можно включить «График скорости».

Графики уровней и отношений можно вывести на печать, нажав кнопки с изображением принтера.

Окно «График отношений» (рисунок 5.15) открывается через контекстное меню из закладки «Пдв.ед.» окна «Список поездов» или из окна «Больные подв. ед.» [28].

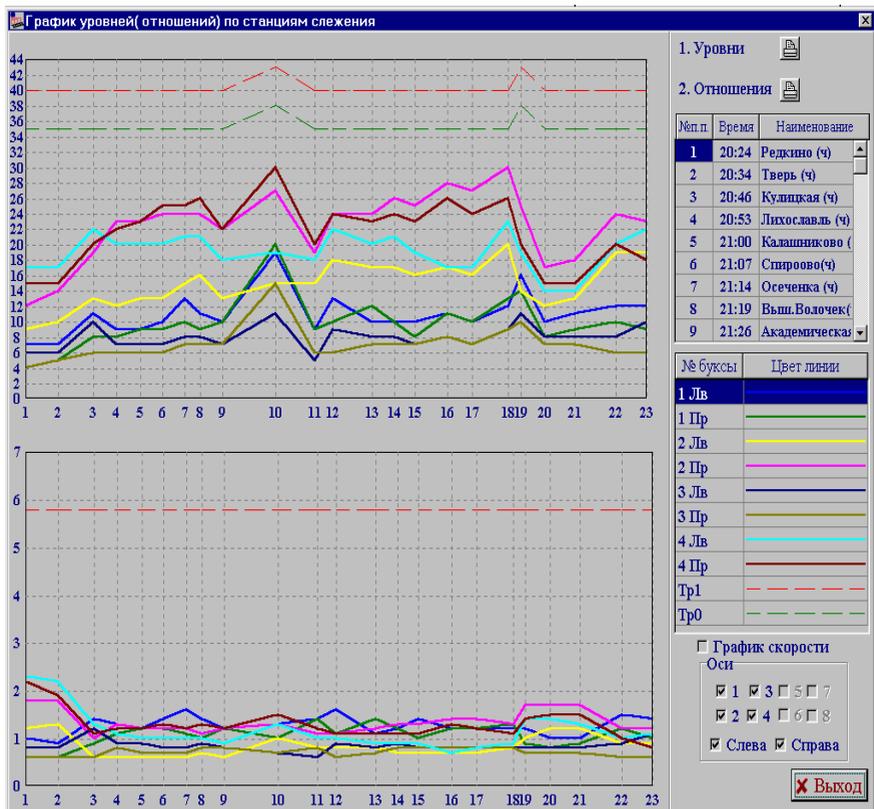


Рисунок 5.14 – Окно «График уровней (отношений) по станциям слежения»

В правой части окна графически представляются зоны срабатывания сигнализации в двух измерениях:

- по вертикали – абсолютный уровень нагрева;
- по горизонтали – относительный нагрев.

Мигающая точка на графике соответствует самому высокому показанию в подвижной единице. В зависимости от попадания точки в ту или иную зону формируется тревога соответствующего уровня.

В левой части окна выводится следующие данные:

- тип устройства (КТСМ-01Д или КТСМ-02);
- значение условной температуры настройки аппаратуры;
- выявленные признаки буксы;
- тип вагона;
- номер буксы;

- расшифровка цветового обозначения зон тревог:
 - красно-желтая – «Тревога 2»;
 - красная – «Тревога 1»;
 - зеленая – «Тревога 0».

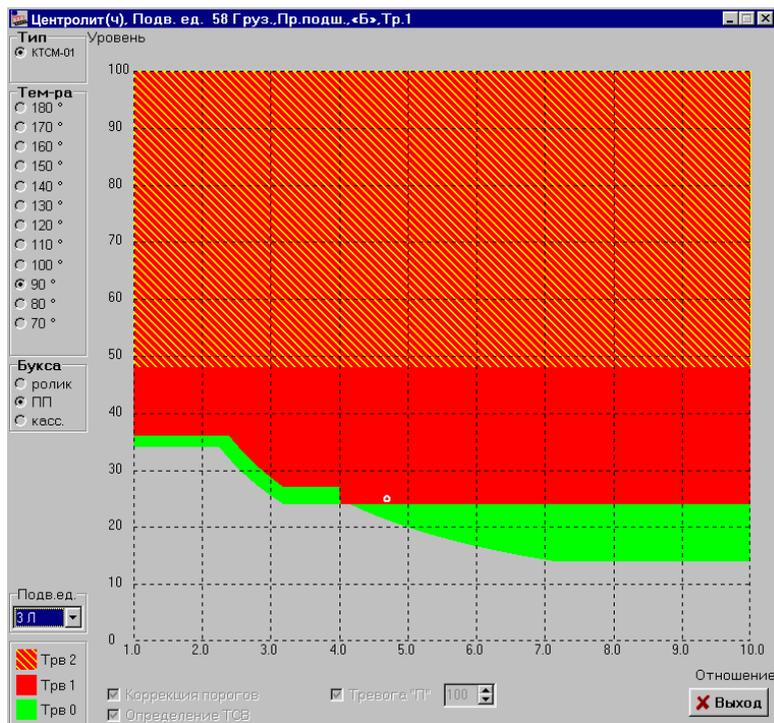


Рисунок 5.15 – График отношений

5.7 Информационные окна «Список событий» для КТСМ-01Д и КТСМ-02

Окно «Список событий» (рисунок 5.16) служит для вывода дополнительной информации о работе КТСМ-01Д и событиях, не связанных напрямую с процессом контроля поезда:

- диагностика работы оборудования (время непрерывной работы, заполнение памяти, число подключенных абонентов, наличие и состав неисправностей);
- версия программного обеспечения;
- результаты проведения калибровки;

- таблица активных маршрутов передачи информации;
- факт перезапуска программного обеспечения;
- срабатывание охранной сигнализации;
- срабатывание сигнализации модуля МОТС-2;
- начало и окончание регламентных работ;
- включение, выключение фидеров питания.

Вре...	Событие (фильтр)	Зап %	Время наработ	АБ	Неисправности
07:51:40	Получен...				
08:44:28	ОХРАНА				08:44 Двери открылись!
08:44:49	Регл. раб...				08:44 Начало регл. работ
09:11:44	Диагнос...	0%	384ч 12м	2	
11:02:55	Регл. раб...				11:02 Окончание регл. ра
11:02:59	ОХРАНА				11:02 Двери закрылись

Рисунок 5.16 – Окно «Список событий» для КТСМ-01Д

При этом на экране появляется список всех возможных видов событий с отметками напротив каждого (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Виды событий КТСМ

Вид события	Содержание события	Содержимое колонки «Неисправности/Расшифровка»
Диагностика	Получена информация о состоянии КТСМ	При перемещении курсора на строку с «Диагностикой», в окне дополнительно открывается список «Неисправности». При отсутствии неисправностей в списке будет одна строка: «Ошибок нет»
Версия	Получена информация о версии программы КТСМ	–
Сброс	Был произведен перезапуск программы	–
Не отвечает	В течение цикла опроса не получен ответ от КТСМ	–
Получен ответ	Получен ответ после события «Не отвечает»	–

Окончание таблицы 5.5

Вид события	Содержание события	Содержимое колонки «Неисправности/Расшифровка»
Калибровка	Была произведена калибровка напольного оборудования КТСМ	Строка вида «Лев осн. Уров 30 → 33 Возд +10», где Лев (Прав) – сторона напольных камер; осн (всп) – вид напольных камер; 30 – уровень сигнала от калибратора до начала калибровки; 33 – уровень сигнала от калибратора после окончания калибровки; Возд +10 – температура воздуха во время калибровки
Фидеры	Было зафиксировано переключение фидеров	Фидеры ВКЛ – оба фидера включены Основной ОТКЛ – пропал основной фидер Резервный ОТКЛ – пропал резервный фидер
ОХРАНА	Срабатывание охранной сигнализации	Двери открылись Двери закрылись
Регл. работы	На технологическом пульте КТСМ введена команда «Начало (окончание) регламентных работ»	Начало регл. работ Окончание регл. работ
Цифровой датчик	Было зафиксировано изменение сигналов на входах сигнализации модуля МОТС–2	МОТС–2 Вх.0 (Вх.1, Вх.2, Вх.3)
Маршруты	Получена информация об активных маршрутах передачи информации	Строка вида «Аб1 р:5 т:9 м:6А4» где Аб1 – число абонентов «1»; р:5 т:9 – приоритет «5», время забывания «9» м:6А4 – строка «маршрута»
Неизв. событие	Событие, неподдающееся расшифровке. Возможно при внедрении новых версий ПО КТСМ или ошибочном попадании информации от других систем контроля	–

Дополнительно есть строки «Скрыть все» и «Показать все». Чтобы выбрать один вид отображаемых событий, необходимо сначала нажать на кнопку «Скрыть все», а затем отметить требуемый вид.

Для открытия окна «Список событий» необходимо: навести указатель мыши на изображение нужного КТСМ и нажать правую кнопку мыши, в появившемся меню выбрать «Список событий» и нажать левую кнопку.

Вся информация в окне представлена в виде таблицы со следующими столбцами:

- «Время» – время получения информации о событии;
- «Событие (фильтр)» – вид события (см. таблицу 5.5);
- «Зап. %» – процент заполнения буферной памяти для КТСМ-01Д;
- «Время наработки» – время непрерывной работы программы КТСМ;
- «Аб» – текущее значение числа подключенных абонентов;
- «Неисправности/Расшифровка» – краткий перечень неисправностей для диагностики работы КТСМ или расшифровка события.

Виды сообщений о неисправностях приведены в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Виды сообщений о неисправностях

Текст сообщения	Место неисправности	Неисправность
ОЗУ	ММК	Ошибки тестирования ОЗУ
ПЗУ	ММК	Ошибки контрольной суммы ПЗУ
вн. ОЗУ	ММК	Ошибки внутрикристалльного ОЗУ
ЭНОЗУ	ММК	Ошибки энергонезависимого ОЗУ
шум лв	Левая ОНК	Шум на выходе предусилителя
шум пр	Правая ОНК	Шум на выходе предусилителя
блнс.лв	МОТС	Несбалансирован левый канал
блнс.пр	МОТС	Несбалансирован правый канал
"0" АЦП	МОТС	Нет «0» на выходе АЦП
АЦП +5	МОТС	Питание АЦП не соответствует норме
АЦП –5	МОТС	Питание АЦП не соответствует норме
Вх0	МОТС	Активный сигнал по входу «0»
АЦП –5	МОТС	Питание АЦП не соответствует норме
Вх0	МОТС	Активный сигнал по входу «0»
Вх1	МОТС	Активный сигнал по входу «1»
Вх2	МОТС	Активный сигнал по входу «2»
Вх3	МОТС	Активный сигнал по входу «3»
МОПД: Д1	МОПД	Постоянный сигнал с датчика прохода
МОПД: Д2	МОПД	Постоянный сигнал с датчика прохода
МОПД: Д3	МОПД	Постоянный сигнал с датчика прохода
МОПД: ЭП–1	МОПД	Отсутствие питания рельсовой цепи
МОПД: ОЗУ	МОПД	Ошибки тестирования ОЗУ
МОПД: ПЗУ	МОПД	Ошибки контрольной суммы ПЗУ
МОПД: контр.засл	Камеры	Не закрываются заслонки
МОТС2: шум лв	Левая ВНК	Шум на выходе предусилителя
МОТС2: шум пр	Правая ВНК	Шум на выходе предусилителя
МОТС2: блнс.лв	МОТС-2	Несбалансирован левый канал
МОТС2: блнс.пр	МОТС-2	Несбалансирован правый канал

Окончание таблицы 5.6

Текст сообщения	Место неисправности	Неисправность
МОТС2: "0" АЦП	МОТС-2	Нет «0» на выходе АЦП
МОТС2: АЦП +5	МОТС-2	Питание АЦП не соответствует норме
МОТС2: АЦП –5	МОТС-2	Питание АЦП не соответствует норме
МОТС2: Вх0	МОТС-2	Активный сигнал по входу «0»
МОТС2: Вх1	МОТС-2	Активный сигнал по входу «1»
МОТС2: Вх2	МОТС-2	Активный сигнал по входу «2»
МОТС2: Вх3	МОТС-2	Активный сигнал по входу «3»

В окне «Список событий» введена возможность фильтрации отображаемых событий. Для использования фильтра необходимо нажать мышью на заголовков колонки «Событие».

В нижней части окна находятся кнопки, которые выполняют следующие функции:

- «Сост.» – запрос информации о состоянии КТСМ;
- «Верс.» – запрос информации о версии ПО (только для КТСМ-01Д);
- «Иниц.» – немедленная инициализация настроек режимов работы КТСМ и часов реального времени;
- «Маршр.» – запрос информации об активных маршрутах передачи информации (только для КТСМ-01Д);
- «Сброс» – перезапуск ПО КТСМ;
- «Закрыть» – закрытие окна «Список событий».

Информационное окно «Список событий» для КТСМ-02

Окно «Список событий» для КТСМ-02 (рисунок 5.17) отличается от КТСМ-01Д способом вывода информации о диагностике и рядом дополнительной информации.

Информация о диагностике выводится для каждой имеющейся подсистемы отдельной строкой. В колонке «Неисправности/Расшифровка события» выводится название подсистемы и (в случае наличия неисправности) краткий перечень узлов, в которых зафиксированы неисправности.

Для более конкретного просмотра состояния узлов подсистем в правой панели окна выводится структура КТСМ-02 в виде «дерева». Если все исправно, то «дерево» свернуто.

Если в подсистеме имеются неисправности, то «ветви» неисправных узлов будут автоматически развернуты, и неисправные элементы будут отмечены символом . Символ  означает, что параметры отмеченного элемента не соответствуют норме. Символ  означает, что отмеченный элемент выключен (отсутствует). Раскрывать «ветви» «дерева» можно, нажимая мышью на узлы, отмеченные знаком [+]. Символ  означает, что отмеченный элемент находится во включенном состоянии.

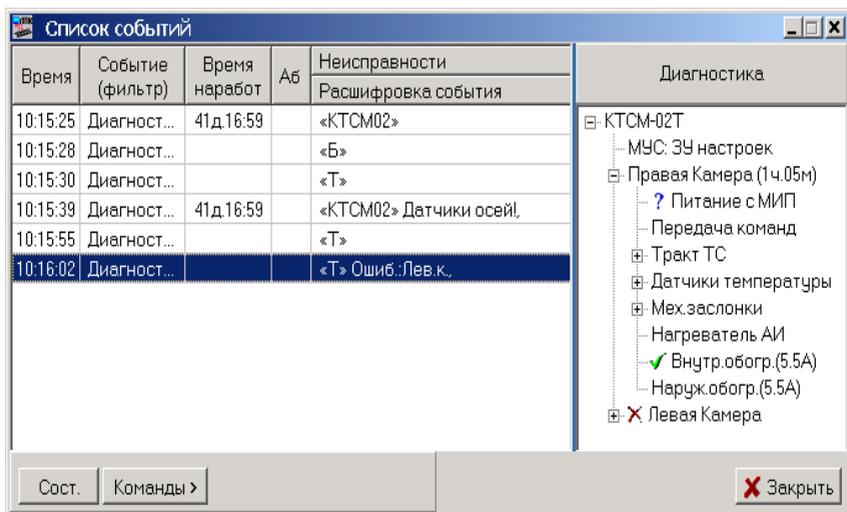


Рисунок 5.17 – Окно «Список событий» для КТСМ-02

Дополнительно к таблице 5.5 для КТСМ-02 в список событий выводится информация из таблицы 5.7.

Таблица 5.7– Дополнительные события КТСМ-02

Вид события	Содержание события	Содержимое колонки «Неисправности/Расшифровка»
Дата/время	Информация о времени и дате на встроенных часах КТСМ-02	Значение времени и даты
Виртуальное соединение	Информация о состоянии или изменении параметров виртуального соединения	«Новое ВС» – появилось новое соединение «Повт. ВС» – возобновилось старое соединение «Изм.маршр.ВС»– изменился маршрут соединения

Все доступные команды, кроме запроса состояния, объединены кнопкой «Команды». При нажатии этой кнопки открывается меню с набором команд. В дополнение к командам, применяемым в КТСМ-01Д, имеются дополнительные команды:

- «Передать сообщение» – служит для ввода и передачи текстового сообщения длиной до 40 символов на экран технологического пульта КТСМ-02;
- «Синхронизация часов КТСМ» – служит для проверки состояния внутренних часов КТСМ-02 и их синхронизации с часами АРМ ЦПК. В КТСМ-02

посылается запрос времени. По получению запроса КТСМ-02 отправляет АРМ ЦПК значение своих часов. Одновременно на экран АРМ ЦПК выводится запрос: «Синхронизировать часы на ПК-05?». Если есть необходимость откорректировать дату и время на КТСМ-02, то следует ответить положительно.

5.8 Информационные поисковые окна

Информационное поисковое окно «Поиск поезда». Окно «Поиск поезда» (рисунок 5.18) открывается через главное меню. Поиск ведется по запросам:

- «Поиск поезда по числу подв. ед.»;
- «Поиск поезда по граф. номеру»;
- «Поиск поезда по индексу».

Поиск ведется в текущих данных или в загруженном архиве.

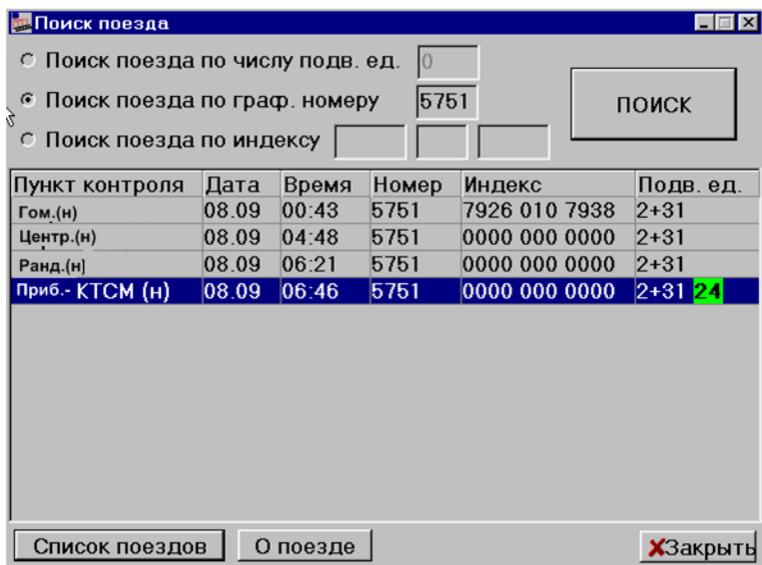


Рисунок 5.18 – Окно «Поиск поезда»

Перед началом поиска надо ввести параметр, по которому следует искать поезд – число подвижных единиц, графический номер или индекс. После этого следует нажать кнопку «Поиск». Результат поиска представляет собой список поездов.

Информация выводится по каждому пункту контроля, где прошел поезд, с показаниями в следующем столбцах:

- «Пункт контроля» – название пункта контроля, по которому проследовал поезд;
- «Дата» – дата прохождения поезда через пункт контроля;

- «Время» – время прохождения поезда через пункт контроля;
- «Номер» – графиковый номер поезда;
- «Индекс» – индекс поезда;
- «Подв. ед.» – количество подвижных единиц в поезде и порядковый номер «большой» подвижной единицы с головы поезда, включая секции локомотива.

В окне имеются следующие кнопки:

- «Список поездов» – открывает окно «Список поездов» и выделяет поезд, по данному контрольному пункту;
- «О поезде» – открывает окно «Информация о поезде» для выбранного поезда;
- «Закрыть» – закрывает окно «Поиск поезда».

Информационное поисковое окно «Поиск поезда (расширенный)» (рисунок 5.19) открывается через главное меню.

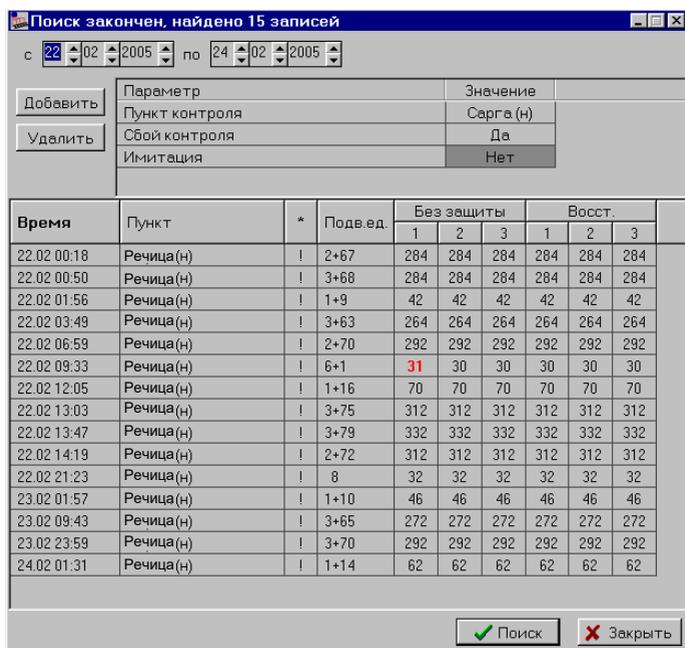


Рисунок 5.19 – Окно «Поиск поезда (расширенный)»

Поиск ведется по всей базе АСК ПС, включая архив. Перед началом поиска следует указать период, за который производится поиск. Затем нажать кнопку «Добавить», появится пустая строка.

Встать курсором на пустую строку и трижды нажать левую кнопку мышью под колонкой «Параметр». Выбрать нужный параметр курсором, и нажать левую кнопку. Встать курсором на строку под колонкой «Значение» и выбрать нужное

значение. После этого следует нажать кнопку «Поиск». В списке появятся данные за определенный период с заданными параметрами.

Информация выводится по каждому поезду удовлетворяющему заданным условиям в следующих столбцах:

- «Время» – дата и время прохождения поезда через пункт контроля;
- «Пункт» – название пункта контроля;
- «*» – колонка дополнительных признаков (! – сбой работы, И – имитация);
- «Подв. ед.» – выводится информация о составе проконтролированного поезда;
- «Без защиты» – содержит реальную информацию по трем датчикам счета осей;
- «Восст.» – содержит восстановленную информацию по трем датчикам счета осей;

В окне имеются кнопки:

- «Удалить» – удаляет строку с параметром поиска;
- «Закрыть» – закрывает окно «Поиск поезда (расширенный)».

Информационное поисковое окно «Поиск подвижной единицы» (рисунок 5.20) открывается через меню «Поиск подв. ед.» или из окна «Карта подв. ед.».

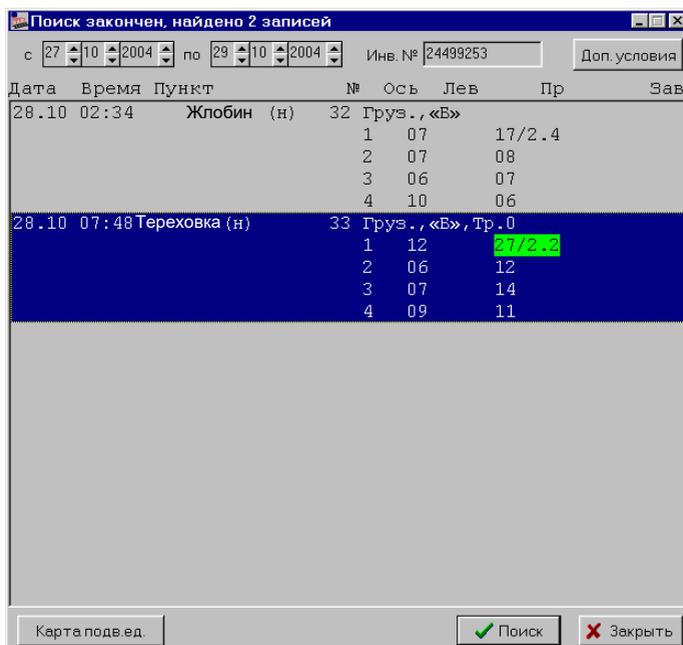


Рисунок 5.20 – Окно «Поиск подвижной единицы» по инвентарному номеру

Поиск ведется по всей базе АСК ПС, включая архив. Перед началом поиска следует указать период, за который производится поиск и инвентарный номер подвижной единицы. После этого – нажать кнопку «Поиск».

В окне имеется кнопка «Доп. условия», которая позволяет вводить дополнительные условия поиска (рисунок 5.21).

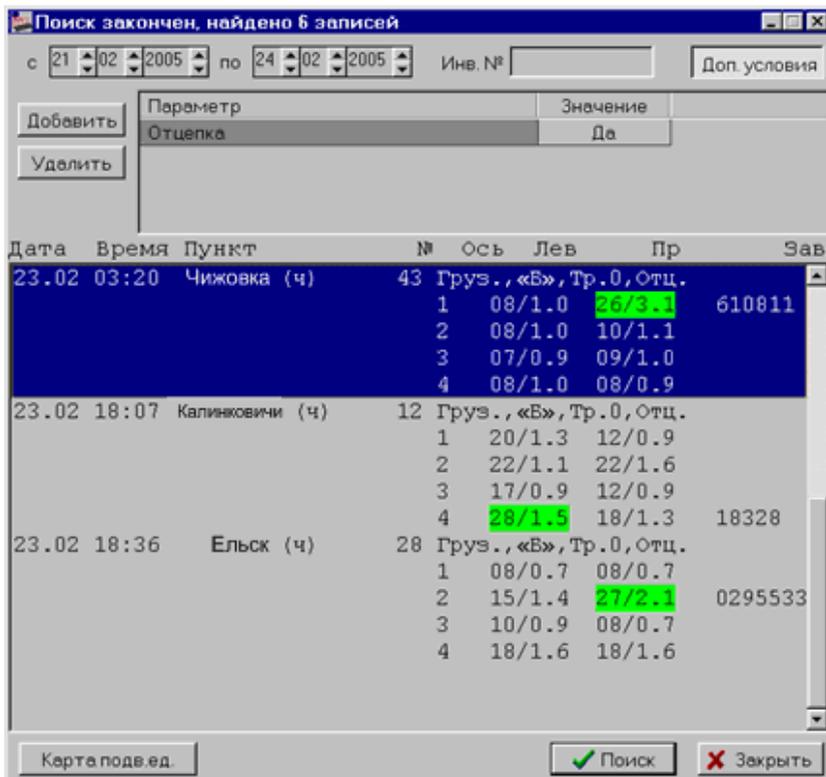


Рисунок 5.21 – Окно «Поиск подвижной единицы» по дополнительным условиям

Перед началом поиска следует указать период, за который производится поиск. Затем нажать кнопку «Добавить», появится пустая строка, где нужно трижды нажать левую кнопку мыши под колонкой «Параметр». Выбрать нужный и нажать левую кнопку мыши. Встать курсором на строку под колонкой «Значение» и выбрать нужное. После этого следует нажать кнопку «Поиск». В списке появятся данные за определенный период с заданными параметрами.

Информация выводится по каждой зарегистрированной подвижной единице в виде:

1 Строки с общими данными по подвижной единице:

- дата прохождения подвижной единицы через пункт контроля;
- время прохождения подвижной единицы через пункт контроля;
- название пункта контроля;
- порядковый номер подвижной единицы с головы поезда, включая секции локомотива;

– тип подвижной единицы («Груз.», «Пасс.» или «Лок.») или пометка «СБОЙ» в случае сбоя отметки вагона;

- обозначение подсистемы КТСМ;
- уровень тревоги («Тр.0», «Тр.1» или «Тр.2»);
- признак «ВОЛОЧ» в случае срабатывания подсистемы «волочения»;
- признак «Торм.» в случае обнаружения заторможенных колесных пар;

2 Строки с данными по каждой оси подвижной единицы:

- «Ось» – номер оси (колесной пары);
- «Лев», «Пр» – уровни нагрева букс слева и справа, в зависимости от превышения пороговых значений тревог выводятся с цветными атрибутами.

Если уровень нагрева буксы превысил пороговые значения тревог, то через символ «/» выводится значение отношения нагрева буксы к остальным. Если КТСМ устанавливает для буксы признак «максимум сигнала вне строба», то после значения уровня нагрева выводятся знаки «??». Значение отношения при этом не выводится;

– если от аппаратуры КТСМ-02 поступает информация о заторможенной тележке, то выводятся четные номера осей и признак «заторможена».

В окне имеются следующие кнопки:

– «Удалить» – удаляет строку с параметром поиска;

– «Карта подв. ед.» – открывает окно «Карта подв. ед.» для выбранной подвижной единицы;

– «Закрыть» – закрывает окно «Поиск подвижной единицы».

Информационное поисковое окно «Поиск событий». Окно «Поиск событий» (рисунок 5.22) открывается через главное меню. Поиск ведется по всей базе АСК ПС, включая архив. Перед началом поиска следует указать период, за который производится поиск. Затем нажать кнопку «Добавить», появится пустая строка. Встать курсором на пустую строку и трижды нажать левую кнопку мыши под колонкой «Параметр». Выбрать нужный параметр курсором, и нажать левую кнопку мыши. Встать курсором на строку под колонкой «Значение» и выбрать нужное значение. После этого следует нажать кнопку «Поиск». В списке появятся данные за определенный период, с заданными параметрами.

В окне имеются кнопки:

– «Удалить» – удаляет строку с параметром;

– «Закрыть» – закрывает окно «Поиск событий».

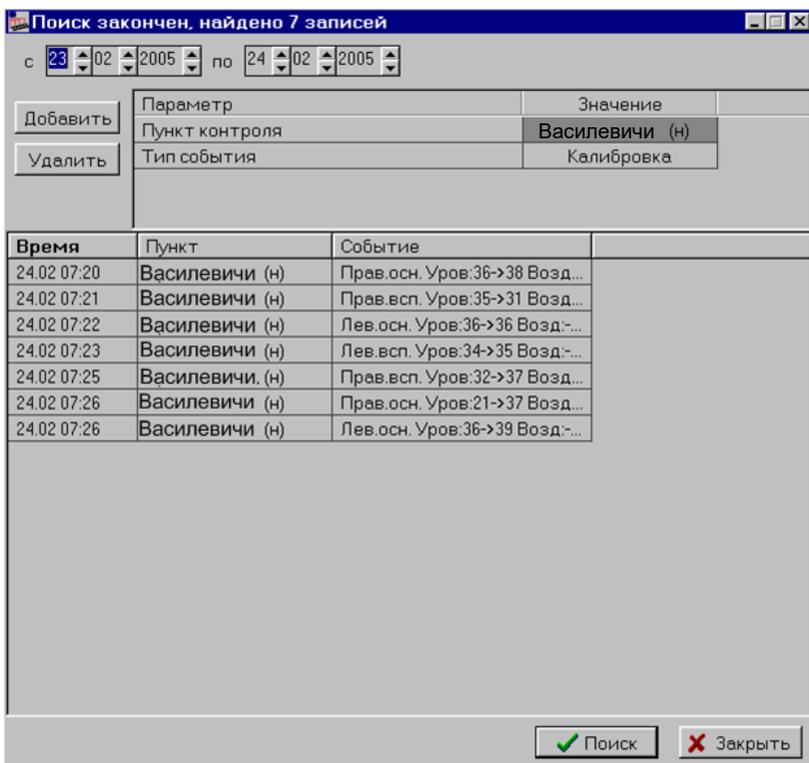


Рисунок 5.22 – Окно «Поиск событий»

Информационное поисковое окно «Больные подвижные единицы»

открывается нажатием мышью на кнопку  в панели управления. В окне (рисунок 5.23) выводятся подвижные единицы с показаниями со всех пунктов контроля, включенных в конфигурацию данного АРМ ЦПК, в виде списка.

Информация выводится по каждой подвижной единице с показаниями в следующем виде:

1 Строки с общими данными по подвижной единице:

- время прохождения подвижной единицы через пункт контроля;
- название пункта контроля;
- порядковый номер подвижной единицы с головы поезда, включая секции локомотива;
- тип подвижной единицы («Груз.», «Пасс.» или «Лок.») или пометка «СБОЙ» в случае сбоя отметки вагона;

- признак «Пр. подш.» – приработка подшипника;
- признак «Касс.» – кассетный подшипник;
- признак «ТСВ» – «Тележки Скоростных Вагонов»;
- обозначение подсистемы КТСМ;
- уровень тревоги («Тр.0», «Тр.1» или «Тр.2»);
- признак «ВОЛОЧ» в случае срабатывания подсистемы «волочения»;
- признак «Торм.» в случае обнаружения заторможенных колесных пар;
- признак «Отц.» в случае, если оператор ввел признак «отцепки»;
- признак «Слеж.» слежение;
- признак «{Д}» динамики нагрева букс;
- признак «{П}» профилактика буксы.

Время	Пункт	№	Ось	Лев	Пр
20:08	Осип. из Жлобин	10	Тр.1,Слеж.		
		4		28	28
21:10	Розачев Н	38	Груз.,«Т»,Тр.1		
		1	06	42	
		2	05	31	
		3	05	07	
		4	02	05	
21:19	Руденск Н	10	Пасс.,Пр.подш.,«Б»,Тр.1,Слеж.		
		1	08	06	
		2	10	05	
		3	07	04	
		4		44/5.3	36/7.2
21:29	Олехновичи Н	38	Груз.,Пр.подш.,«Б»,Тр.1{П},Сл		
		1	07	08	
		2	18	34/5.1	
		3	06	07	
		4	05	05	
21:51	Колядичи Н	10	Пасс.,Пр.подш.,«Б»,Тр.2,Слеж.		
		1	06	04	
		2	07	05	
		3	05	04	
		4		51/8.5	45/10
22:36	Мол. из Минска	38	Груз.,Пр.подш.,«Б»,Тр.1,Слеж.		
		1	08	08	

Рисунок 5.23 – Окно «Больные подвижные единицы»

2 Строки с данными по каждой оси подвижной единицы:

- «Ось» – номер оси (колесной пары);
- «Лев», «Пр» – уровни нагрева букс слева и справа, в зависимости от превышения пороговых значений тревог выводятся с цветными атрибутами. Если уровень нагрева буксы превысил пороговые значения тревог, то через символ «/» выводится значение отношения нагрева буксы к остальным. Если

КТСМ устанавливает для буксы признак «максимум сигнала вне строба», то после значения уровня нагрева выводятся знаки «??». Значение отношения при этом не выводится;

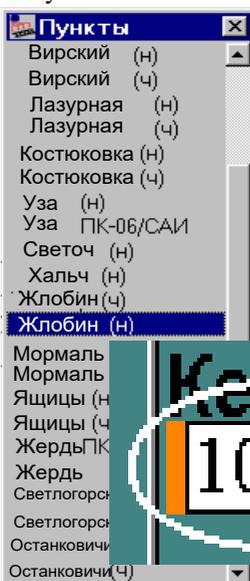
– если от аппаратуры КТСМ-2 поступает информация о заторможенной тележке, то выводятся четные номера осей и признак «заторможена».

В окне имеются следующие кнопки:

- «Карта подв. ед.» – открывает окно «Карта подвижной единицы» для выбранной подвижной единицы;
- «Список поездов» – открывает окно «Список поездов» и выделяет поезд, к которому относится выбранная подвижная единица;
- «Закреть» – закрывает окно «Больные подвижные единицы».

5.9 Окно «Список пунктов контроля»

Окно «Список пунктов контроля» служит для быстрого поиска пункта на схеме участка по его наименованию. Для открытия окна необходимо выполнить



команду «Список пунктов контроля» из меню, или нажать клавишу F3, или подвести курсор мыши на свободное место экрана и нажать правую клавишу. Откроется окно со списком всех пунктов контроля (рисунок 5.24).

Чтобы найти требуемый пункт на экране (схеме), надо выбрать в списке нужное название и нажать левую кнопку мыши. На схеме участка выбранное устройство выделяется белой овальной рамкой (рисунок 5.25).

4 – Окно
в контроля»

Рисунок 5.25 – Выделение контрольного пункта по схеме

5.10 Работа с архивами и параметры устройства

Программа АРМ ЦПК позволяет просматривать все данные в архиве за период до одного года. Для просмотра архива необходимо его загрузить с помощью пункта меню «Архив» (рисунок 5.26).

При выполнении этой команды программа запрашивает следующие параметры:

- глубину архива в часах, то есть, сколько часов информации будет загружено;

- дату и время начала архива;

- загружать архив по одному устройству или по всем устройствам.

После выбора всех параметров надо нажать кнопку «Загрузить». В процессе загрузки в верхней части экрана выводится сообщение: «Считано записей о поездах – ...», затем «Считано дополнительных записей – ...».

После окончания процесса загрузки сообщение исчезает, и можно приступить к открытию окон с архивными данными. Для этого

необходимо указать мышью на требуемое устройство контроля и нажать правую кнопку – появится меню устройства. В нем надо выбрать вид архива и нажать левую кнопку мыши:

- «Архив поездов» – для просмотра списка поездов;

- «Архив событий» – для просмотра списка событий.

Вид окон и содержимое Архивов аналогичен окнам с текущими данными. В архивных данных ввод или изменение информации запрещен.

Параметры устройства. Для просмотра параметров устройства необходимо выбрать указателем изображение требуемого КТСМ, нажать правую кнопку мыши, в появившемся меню выбрать строку «Параметры» и нажать левую кнопку. Информация о параметрах устройств описана в «ПО ЦП АСК ПС Руководство программиста. 45602127.50 5200 002-05 92 01».

5.11 Команды имитации для КТСМ

Для комплексной проверки работоспособности аппаратуры КТСМ и АРМ ЦПК применяется имитация прохода поезда на КТСМ. Для формирования команды необходимо выбрать указателем изображение требуемого КТСМ, нажать правую кнопку мыши, в появившемся меню выбрать строку «Имитация на КТСМ» и нажать левую кнопку.

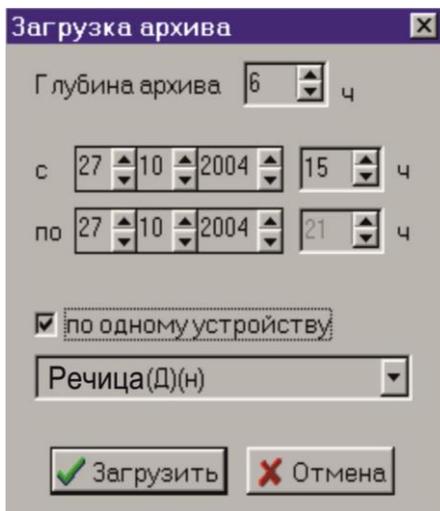


Рисунок 5.26 – Окно «Загрузка архива»

В окне «Имитатор» для КТСМ-01Д (рисунок 5.27, а) необходимо:

- в поле «Подв. ед.» выбрать требуемое число подвижных единиц (1...9);
- поставить отметку для одного из режимов имитации:
 - «С тепловыми» – имитация при закрытых заслонках, сигнал от контрольных ламп;
 - «Без тепловых» – имитация при открытых заслонках, сигнал «от неба»;
 - «Контрольные» – имитация при закрытых заслонках, лампы не включаются, сигнал формируется искусственно.

В окне «Имитатор» для КТСМ-02 (рисунок 5.27, б) необходимо (в поле «тип имит») выбрать:

- 1 – имитация подвижных единиц с уровнями нагрева четных осей, сформированными от эталонного нагревателя напольных камер;
- 2 – имитация подвижных единиц с различными уровнями нагрева. В 1-й подвижной единице уровень нагрева равен 30, во 2-й – 40, в 3-й – 50, 4-й – 60, в 5-й – 70;
- 3...9 – зарезервировано для дальнейшего развития КТСМ-02.

Для проверки включения устройств сигнализации и оповещения поставить отметку в поле «Сигнализация». Действие этой отметки распространяется только на первую имитируемую подвижную единицу. При проверке сигнализации в состав фразы включается слово «проверка».

Для отправки команды на имитацию необходимо нажать кнопку «Передать». При этом окно закрывается, а команда отправится на КТСМ.

а)

б)

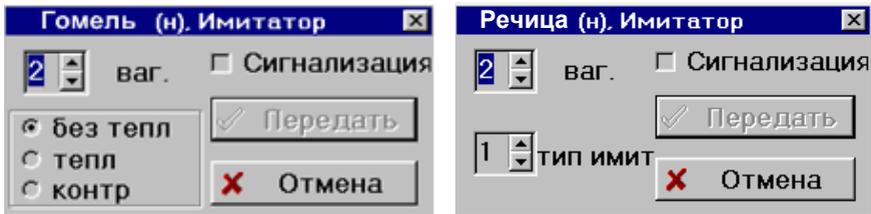


Рисунок 5.27 – Окно отправки команды на включение режима имитации для КТСМ-01Д (а), КТСМ-02 (б)

При получении команды имитации КТСМ формирует имитационный поезд и передает информацию о нем в АРМ ЦПК.

5.12 Информационные окна «Динамика (превышение среднего по стороне)» и «Рост уровней по станциям слежения»

Окно «Динамика (превышение среднего по стороне)» (рисунок 5.28) открывается через меню «Динамика по ср. значению отношения».

Динамика (превышение среднего по стороне)

Уровень ДИСК и КТСМ-02 привязаны к КТСМ-01Д

Установка	Тип
Бахаревка (н)	ПК-01.2/ДИСК
Мудьянка (ч)	ПК-01.2/ДИСК
Шумково (н)	ПК-01.2/ДИСК
Шумково (ч)	ПК-01.2/ДИСК
Кордон (ч)	ПК-01.2/ДИСК
Шамары-01Д(ч)	КТСМ-01Д
Книгур-01Д (н)	КТСМ-01Д

Выборка по: уровням отношениям

Выборка по: установке всем установкам

Прирост уровня более: 0.5

Прирост отнош. более: 0.5

Выборка

Выход

Предыдущая установка				Текущая установка										
Имя	Тип	Время	Ур / Отн	Имя	Тип	Время	№ п.	№ ваг.	Ур / Отн	Букса	Прир. ср.	Ф. время	Н. время	Прирост
Кордон-01Д(о)	КТСМ-01Д	23:51	9 / 1.20	Книгур-01Д (н)	КТСМ-01Д	01:29	177	26	14 / 1.70	Рельс	0.00	01:37	01:43	0.50
Кабалу-01Д(ч)	КТСМ-01Д	00:40	10 / 1.50	Боролу-01Д(ч)	КТСМ-01Д	01:15	117	25	15 / 2.00	Рельс	0.00	00:35	00:55	0.50
Кабалу-01Д(ч)	КТСМ-01Д	02:44	13 / 3.20	Боролу-01Д(ч)	КТСМ-01Д	03:18	123	35	19 / 4.10	Рельс	0.00	00:34	00:55	0.90
Мендел-01Д(н)	КТСМ-01Д	21:52	6 / 0.90	Боролу-01Д(н)	КТСМ-01Д	22:08	91	59	11 / 1.90	Рельс	0.00	00:16	01:27	1.00
Кордон-01Д(о)	КТСМ-01Д	02:31	9 / 1.50	Ермак-01Д(о)	КТСМ-01Д	05:18	107	20	14 / 2.00	Рельс	0.00	02:46	02:28	0.50
Боролу-01Д(ч)	КТСМ-01Д	02:14	8 / 1.00	Мендел-01Д (ч)	КТСМ-01Д	03:11	200	26	17 / 2.10	Рельс	0.00	00:57	01:25	1.10
Боролу-01Д(о)	КТСМ-01Д	00:51	17 / 2.60	Четва-01Д(о)	КТСМ-01Д	02:18	12	44	22 / 3.50	Рельс	0.00	01:27	01:46	0.90
Шабунговс-01Д(о)	КТСМ-01Д	03:45	14 / 2.60	Григ-каз-01Д(о)	КТСМ-01Д	04:15	200	11	19 / 3.30	Рельс	0.00	00:30	00:49	0.70

Данные по вагону на текущей установке

Данные по вагону по всем станциям слежения

Рисунок 5.28 – Окно «Динамика (превышение среднего по стороне)»

В левой верхней части окна находится список, в котором выводится информация:

- название пунктов контроля подвижного состава;
- тип установок на контролируемом участке.

В окне необходимо выбрать, по каким условиям производить выборки:

- по уровням;
- отношениям;
- одной установке;
- всем установкам схемы.

Выборка по уровням производится по приросту уровня.

Выборка по отношениям производится по приросту отношения.

Кнопка «Выборка» позволяет вывести список подвижных единиц по условиям удовлетворяющих заданным условиям.

Информация выводится по каждой подвижной единице удовлетворяющей заданным условиям, в следующем виде:

– «Имя» – название предыдущей установки;

– «Тип» – тип предыдущей установки;

– «Время» – время прохождения подвижной единицы через предыдущий пункт контроля;

– «Ур/Отн» – показания на предыдущей установке уровня и отношения буксы, соответствующей буксе на текущей установке.

Столбцы с информационными данными по подвижной единице на текущей установке:

– «Имя» – название текущей установки;

– «Тип» – тип текущей установки;

– «Время» – время прохождения подвижной единицы через текущий пункт контроля;

– «№ п.» – номер поезда по порядку на текущей установке (значения: 1..200);

– «№ ваг.» – номер подвижной единицы;

– «Ур/Отн» – показания, на текущем пункте контроля, уровня и отношения буксы удовлетворяющей условиям поиска;

– «Букса» – тип подшипника или вид смазки буксового узла.

Столбцы с расчетными данными по подвижной единице:

– «Прир. ср.» – прирост отношения средний по стороне подвижной единице;

– «Ф. время» – фактическое время движения между установками;

– «Н. время» – нормативное время движения между установками;

– «Прирост» – прирост отношения буксы удовлетворяющей условиям поиска.

В окне имеются следующие кнопки:

– «Данные по вагону на текущей установке» – открывает окно «Карта подв. ед.» для выбранной подвижной единицы;

– «Данные по вагону по всем станциям слежения» – открывает окно «Рост уровней (отношения) по станциям слежения»;

– «Выход» – закрывает окно «Динамика (превышение среднего по стороне)».

Окно «Рост уровней (отношения) по станциям слежения». Окно «Динамика прироста уровней (отношения) по станциям слежения» (рисунок 5.29) открывается через окно «Динамика (превышение среднего по стороне)».

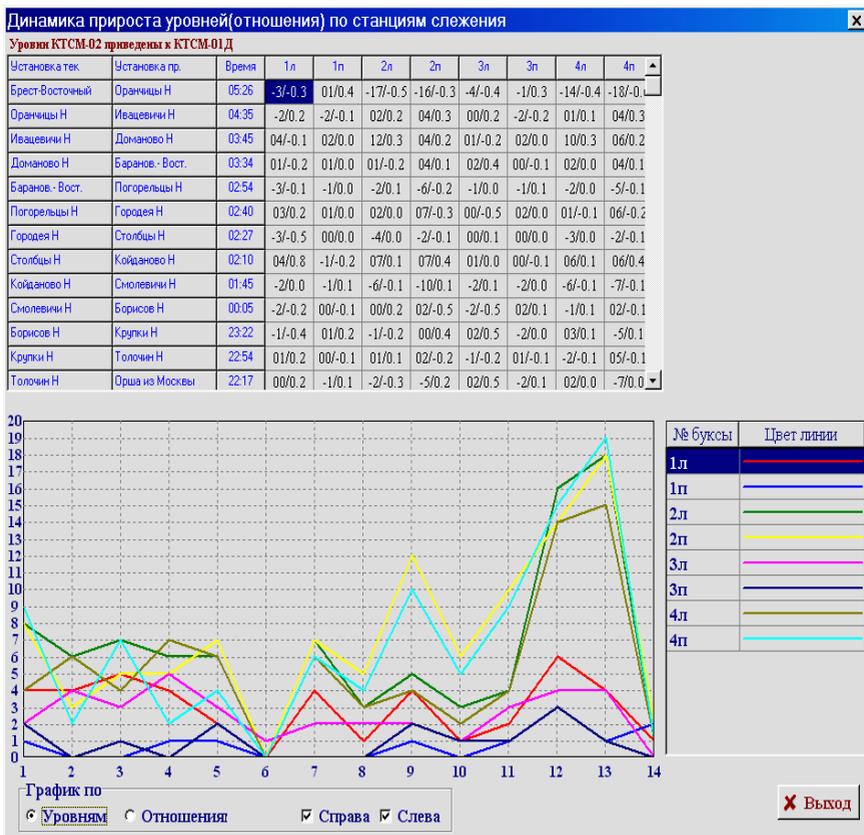


Рисунок 5.29 – Окно «Динамика прироста уровней (отношения) по станциям слежения»

В верхней части окна находится список в котором выводится информация о динамике прироста уровней (отношения) по станциям слежения.

1 Столбцы с информационными данными:

- «Установка тек.» – наименование текущей установки;
- «Установка пр.» – наименование предыдущей установки;
- «Время» – время прохождения подвижной единицей текущий пункт контроля.

2 Столбцы с расчетными данными:

- прирост уровней (отношений) текущей к предыдущей установке по пунктам контроля слежения на каждую буксу подвижной единицы.

В нижней части окна находится график по отношениям.

Для просмотра графика по уровням надо включить соответствующие отметки в нижней панели окна и наоборот.

График по отношениям представляется в двух измерениях:

- по оси абсцисс – порядковый номер текущей установки;
- по оси ординат – отношение нагрева букс подвижной единицы.

График по уровням представляется в двух измерениях:

- по оси абсцисс – порядковый номер текущей установки;
- по оси ординат – уровень нагрева букс подвижной единицы.

Для более легкого просматривания графиков можно «погасить» часть линии, сняв соответствующие отметки в нижней панели окна. В правой части окна находится список в котором выводится информация:

- номер буксы в подвижной единице;
- цвет линии на графиках, соответствующий номеру буксы в подвижной единице.

5.13 Информационные окна «Справка о работе АСК ПС» и «Пороги, реле, сигнализация»

Окно «Справка о работе АСК ПС» (рисунок 5.30) открывается через меню «Справка о работе АСК ПС».

Перед началом выборки следует указать период, за который производится выборка. Затем с какими вагонами делать выборку, т. е. «Вагоны с ...» «Тревога 0», «Тревога 1», «Тревога 2», «Все вагоны». После этого следует нажать кнопку «Выборка».

Для просмотра списка подвижных единиц можно воспользоваться полосой прокрутки (снизу или справа от списка).

Информация выводится по каждой подвижной единице удовлетворяющей заданным условиям в столбцах (рисунок 5.30, а):

- «№» – номер по порядку в списке;
- «Дата» – дата и время прохождения подвижной единицей пункта контроля;
- «Пункт контроля» – наименование текущего пункта контроля;
- «Тип/настройка» – тип установки и значение условной температуры настройки аппаратуры;
- «№ поезда» – номер поезда, в котором находится подвижная единица;
- «№ пп» – порядковый номер подвижной единицы с учетом каждой секции локомотива;
- «№ инв.» – инвентарный номер подвижной единицы;
- «Тревога» – тип тревоги, показанный аппаратурой, на подвижной единице;
- «Уровни слева» – показания на текущем пункте контроля, уровней и отношений на подвижной единице слева;

- «Уровни справа» – показания на текущем пункте контроля, уровней и отношений на подвижной единице справа;
- «Результат осмотра» – результат осмотра подвижной единицы (рисунок 5.30, б);
- «Осмотрщик» – фамилия осмотрщика подвижной единицы;
- «Пред. установка» – наименование предыдущего пункта контроля, тип установки и значение условной температуры настройки аппаратуры;
- «Пред. показания слева» – показания, на предыдущем пункте контроля, уровней и отношений на подвижной единице слева;
- «Пред. показания справа» – показания, на предыдущем пункте контроля, уровней и отношений на подвижной единице справа;
- «№ оси, завод» – заводской номер оси на подвижной единице;
- «Отцепка» – была произведена отцепка: «Да» или «Нет»;
- «Примечание оператора АСК ПС» – записи оператора АСК ПС по подвижной единице (рисунок 5.30, в).

а)

№	Дата	Пункт контроля	Тип/настройка	№ поезда	№ пл	№ инв	Тревога	Уровни слева	Уровни справа
1	21.02.23.59	Калиновичи(н)	КТСМ-01Д 90°С	2114	53	68095983	Тр.1	27/5.9 06/1.1 04/0.8 06/1.1	04/0.7 05/0.8 10/2.1 09/1.5
2	22.02.00.13	Калиновичи(н)	КТСМ-01Д 130°С	2343	44	62380886	Тр.1	08/1.0 08/1.0 43/4.5 09/1.1	06/0.9 06/0.9 11/1.6 08/1.2
3	22.02.00.51	Голевцы(н)	КТСМ-01Д 90°С	2340	37	22120554	Тр.1	18/1.5 09/0.7 10/0.8 27/2.0	16/0.9 25/2.1 16/1.3 19/1.1
4	22.02.01.44	Нахов(н)	КТСМ-01Д 90°С	2411	17	66757154	Тр.1	08/0.8 07/0.7 17/1.6 32/3.0	07/0.9 05/0.7 13/1.7 11/1.4
5	22.02.01.46	Василевци(н)	КТСМ-01Д 90°С	2343	44	62380886	Тр.1	05/1.3 05/1.3 29/4.4 07/1.2	03/0.8 03/0.8 08/2.2 05/1.4
6	22.02.03.13	Василевци(н)	КТСМ-01Д 90°С	2489	21	68726827	Тр.1	13/1.3 24/2.5 08/0.8 08/0.8	10/1.2 27/3.4 06/0.8 08/1.0
7	22.02.07.49	Холмици(н)	КТСМ-01Д 90°С	2403	48	65010076	Тр.1	10/1.3 12/1.3 11/1.3 28/2.3	06/0.9 08/1.1 07/1.0 14/2.0
8	22.02.08.44	Холмици(н)	КТСМ-01Д 90°С	2451	60	62392263	Тр.1	05/0.8 11/1.1 30/4.1 10/1.0	07/1.0 12/1.7 06/0.9 08/1.1
9	22.02.09.02	Ребуся(н)	КТСМ-01Д 90°С	2128	54	56014716	Тр.1	05/1.4 04/1.0 03/0.8 04/1.1	25/4.8 06/1.3 05/1.3 05/0.9
10	22.02.09.27	Ребуся(н)	КТСМ-01Д 90°С	2318	75	23964331	Тр.1	04/0.9 06/1.4 05/1.2 04/0.9	28/5.1 10/1.4 09/1.4 08/1.4
11	22.02.10.10	Речица(н)	КТСМ-01Д 90°С	2451	60		Тр.1	08/1.4 11/1.3 29/5.0 12/1.8	04/0.9 07/1.6 04/0.9 05/1.2
12	22.02.10.46	Прибори(н)	КТСМ-01Д 90°С	2433	72		Тр.1	13/1.8 29/2.1 08/1.3 20/1.6	05/0.8 14/2.1 04/0.6 11/1.6

б)

Результат осмотра	Осмотрщик	Пред. установка	Пред. показания слева
Под проверку р.б.	Туршув из цинии	12Петрущенко(ч) КТСМ-01Д 130°	27/5.3 11/1.9 04/0.6 06/0.9
Рабочий нагрев	маш Охман	37Пикетное(н) КТСМ-01Д 130°С	08/1.3 07/0.9 37/4.3 08/1.0
Под проверку р.б.	Чесноков из цинии	12Петрущенко(ч) КТСМ-01Д 130°	15/1.3 08/0.7 11/1.0 21/1.9
Нагрев роликковой буксы	Шехтель буксол	773убково (н) КТСМ-01Д 120°С	05/0.8 04/0.6 11/1.6 21/2.9
Приработка подшипника	Михайленко букс	33Кухарево(н) КТСМ-01Д 130°С	04/0.8 05/1.0 28/4.4 06/1.2
Нагрев роликковой буксы	ОВ Козленков	773убково (н) КТСМ-01Д 120°С	10/1.5 19/2.8 05/0.8 05/0.8
Нагрев роликковой буксы	ОВ Проскуражков	773убково (н) КТСМ-01Д 120°С	06/0.9 07/1.0 08/1.1 20/2.3
Рабочий нагрев	ОВ Гумениник		
Рабочий нагрев	ОВ Рогов	18Кормлювка(ч) КТСМ-01Д 120°	03/1.0 03/1.0 03/1.0 04/1.3
Рабочий нагрев	ОВ Рогов		
		773убково (н) КТСМ-01Д 120°С	05/0.8 07/1.1 19/3.9 07/1.1
		55Черлак (н) КТСМ-01Д 130°С	11/1.4 25/1.8 07/1.2 19/1.6

Рисунок 5.30 (начало) – Окно «Справка о работе АСК ПС»

6)

Пред. показания справа	№ оси, завод	Отцепка	Примечание оператора АСК ПС
04/0.6 05/0.8 12/2.4 10/1.6		да	
05/0.8 05/0.8 10/1.7 08/1.3			
18/1.0 28/2.5 16/0.9 20/1.1		да	
05/0.8 05/0.8 11/1.8 08/1.3		да	
04/0.8 05/1.0 09/1.8 06/1.2			
07/1.1 20/3.2 05/0.8 07/1.1		да	
05/0.9 06/1.1 06/1.1 11/1.9		да	
18/4.8 05/1.3 05/1.3 05/1.0			
04/0.9 07/1.6 04/0.9 05/1.2			

Рисунок 5.30 (окончание) – Окно «Справка о работе АСК ПС»

Окно «Пороги, реле, сигнализация». Окно открывается через главное меню или нажатием клавиши F9. Окно содержит информационные закладки настроек средств контроля в табличном виде (рисунок 5.31) и предназначено для просмотра настроек по всему участку.

В закладках «Пороги», «Реле» и «Звуковая сигнализация» в табличном виде выводятся параметры настроек средств контроля подробно описанные в «ПО ЦП АСК ПС Руководство программиста. 45602127.50 5200 002-05 92 01».

Пункт	Тем-ра	Коррекция порогов	Определение ТСВ	Тре "П"
Вирский(н)	140°	+	+	
Вирский(ч)	140°			
Хальч(ч)	140°	+	+	
Хальч(н)	140°	+	+	
Уза(н)	140°	+	+	
Уза(ч)	90°			
Лазурная(ч)	90°			
Лазурная(н)	100°			
Гомель-сорт(ч)	140°	+		
Гомель-сорт(н)	130°	+		
Лисички(н)	120°			
Лисички(ч)	120°			
Тереховка(ч)	140°	+		
Тереховка(н)	140°	+		

Рисунок 5.31 – Окно «Пороги, реле, сигнализация»

5.14 Визуальная цветовая и звуковая сигнализация в АРМ ЦПК

Вся информация о подвижных единицах с показаниями, выводимая в окнах АРМ ЦПК, в зависимости от уровня тревоги, окрашивается разными цветами в соответствии с таблицей 5.8. Если в одном поезде обнаруживаются несколько подвижных единиц с показаниями, то цвет в мнемоническом изображении КТСМ соответствует наиболее аварийным показаниям.

Таблица 5.8 – Визуальная цветовая сигнализация

Показания	Тип тревоги	Цвет шрифта	Цвет фона
Предаварийный нагрев	«Тревога 0»	Черный	Зеленый
Аварийный нагрев	«Тревога 1»	Красный	Белый
Сверхаварийный нагрев	«Тревога 2»	Желтый	Красный
Волочение	«Тревога 2»	Желтый	Красный

Звуковая сигнализация в АРМ ЦПК. При проходе по пункту контроля подвижных единиц с показаниями, превышающими пороговые значения тревог, срабатывает звуковая сигнализация. Содержание звуковой сигнализации определяется сообщениями или звуками, записанными в стандартные звуковые файлы.

Прервать звуковую сигнализацию можно нажатием клавиши <F12> на клавиатуре или нажатием мышью кнопки с обозначением «F12» в верхней части экрана. Эта кнопка появляется на время звучания сигнализации.

5.15 Статистические данные о работе устройств контроля

Для вычисления статистических данных по работе устройств контроля необходимо при помощи главного меню открыть окно «Статистика» (рисунк 5.32).

Пункт	Время	Поездов				Сблй КП	Пкз	Показания по подв. ед.						Отц				
		Гр	Пас	НП	Др			Всего	Слн	Шк	Лок	Трм	Влч	Трев-0	Трев-1	Трев-2	Трев-0	Трев-1
Азей (н)	10:45	15	1	1	1	1	5								5			
Азей (ч)	11:01	6	3	3	1	1	1											
Академич ...	10:55	14	5	4														
Акульшет (...)	10:29	4	1															
Алзаний (ч)	10:21	3	2	1	3													
Алзаний(н)	08:56	6																
Ангарскан ...	10:14	2		2														
Ангарскан ...	10:24	1	1	3	1													
Ангарск (Зн)	10:58	1		7														
Ангарск (З-ч)	10:15	3	1	3														
Ангарск (н)	10:48	8	3	5														
Ангарск (ч)	10:36	8	3	1	3													
Ангасолка (...)	10:35	6	3	3														
Ангора (Нен-ч)	09:38	2		5	4	1	1											
Ангора (Чет)	09:55		1	16	6													
Байкальск (...)	10:01	10	3	1	1													
Байкальск(н)	10:55	8	3	2	1													
Бол. Луг (З-ч)	10:28	1		3	1													
Бол. Луг (н)	10:57	11	1	4	1													
Бол. Луг (ч)	10:54	7	5	2														
Боярский (н)	10:58	8	5	1	2	1												
Боярский (ч)	11:00	15	3	5														
Будогово (н)	10:57	11	1	3														

Рисунок 5.32 – Окно «Статистика»

По умолчанию период статистики соответствует полной последней рабочей смене. Изменить интервал, за который показывается информация, можно двумя способами:

- вводя даты границ периода;
- нажимая на кнопки «прошлая смена», «текущая смена», «за сутки», при этом поля с датами границ будут изменяться автоматически.

После изменения периода подсчета необходимо нажать кнопку «Пересчет». Время подсчета статистики зависит от выбранного периода и составляет от нескольких секунд (для одной смены) до нескольких десятков минут (для периода месяц и более).

Информация в данном окне выводится в виде таблицы со столбцами:

- «Пункт» – название пункта контроля;
- «Время» – время последнего прохода поезда за указанный период;
- «Поездов» – количество реальных поездов, проследовавших за указанный период:
 - «Гр» – грузовые (поезд считается грузовым, если число подвижных единиц вместе с числом секций локомотивов больше 22);
 - «Пас» – пассажирские (поезд считается пассажирским, если число подвижных единиц вместе с числом секций локомотивов от 6 до 22);
 - «НП» – количество поездов в «неправильном» направлении;
 - «Др» – прочие (локомотивы, дрезины и т. п.);
 - «Сбой КП» – количество поездов со сбоем контрольной программы;
 - «Пкз» – количество реальных поездов, имевших в составе подвижные единицы с показаниями («больные» подвижные единицы);
 - «Показания по подв. ед» – количество показаний для подвижных единиц по причинам:
 - «Слн» – влияние солнца;
 - «Шк» – греющегося шкива (у пассажирских вагонов);
 - «Лок» – показаний в локомотивах;
 - «Трм» – из-за неисправной тормозной системы;
 - «Влч» – срабатывания подсистемы «волочения»;
 - «Подтв» – количество подтвержденных показаний:
 - «Трв-0» – по Тревоге 0;
 - «Трв-1» – по Тревоге 1;
 - «Трв-2» – по Тревоге 2;
 - «Отцеплено» – количество подвижных единиц, отцепленных:
 - «Трв-0» – по Тревоге 0;
 - «Трв-1» – по Тревоге 1;
 - «Трв-2» – по Тревоге 2.

Полученную таблицу можно распечатать (кнопка с изображением принтера на панели с «быстрыми» кнопками), а также экспортировать в Microsoft Excel (кнопка «Excel») для возможности изменения формата печати или иных способов учета статистики.

Окно «Журнал»

Для просмотра журнала необходимо его открыть командой «Журнал» из меню. В журнал автоматически записываются сообщения о всех важных событиях. Сообщения могут иметь один из следующих форматов:

– «<Название пункта>, Подв.ед №.<Номер> <Тип> Тр.0(1,2)» – информация о «больной» подвижной единице с указанием порядкового номера, типа подвижной единицы и степени Тревоги;

– «<Название пункта>, Сбой КП» – сбой контрольной программы;

– «<Название пункта>, 3 Сбоя КП» – 3 сбоя контрольной программы подряд с одного пункта контроля;

– «<Название пункта>, Сбой порядкового номера блока» – сбой нумерации информационных блоков, приходящих с устройства, возможна потеря информации;

– «<Название пункта>, Нет данных!» – долгое отсутствие информации с пункта контроля;

– «<Название пункта>, Отказ!» – произошла потеря связи с данным устройством;

– «<Название пункта>, ОХРАНА: открытие дверей!» – сработала охранная сигнализация КТСМ;

– «<Название пункта>, Неизв. Событие» – с пункта контроля пришло событие, не поддающееся расшифровке;

– «26.05.2003 15:44:12 Сигнализация отключена по устройству <Название пункта>» – отключение оператором сигнализации по пункту контроля.

6 ПОДСИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА В СТРУКТУРЕ АСК ПС

6.1 Комплекс технических средств контроля колес КТСМ-К

Комплекс КТСМ-К предназначен для обнаружения в движущихся поездах вагонов с дефектами поверхностей катания колес в виде ползунов (выбоин), наваров, выщербин и неравномерного проката, превышающих установленные в эксплуатации размеры. Комплекс состоит из напольного оборудования (рисунки 6.1 и 6.2), постового перегонного оборудования в виде стойки и автоматизированного рабочего места оператора ПТО – АРМ ЛПК. Информационное окно КТСМ-К приведено на рисунке 6.3.



Рисунок 6.1 – Общий вид напольного оборудования КТСМ-К



Рисунок 6.2 – Крепление вибродатчика КТСМ-К к подошве рельса

Принцип действия комплекса КТСМ-К основан на регистрации и анализе вибраций рельса, возбуждаемых при ударном взаимодействии с ним дефектных колес. При наличии в проходящем поезде дефектных колес в смотровом окне АРМ ЛПК фиксируются данные о порядковом номере поезда за смену (за сутки), о порядковом номере вагона и оси в вагоне с дефектами колес с указанием стороны поезда и условного уровня дефекта (Тревога 0, Тревога 1).

Действие вибродатчиков основано на использовании прямого пьезоэффекта, заключающегося в способности некоторых материалов генерировать электрические заряды при приложении механической нагрузки. В качестве пьезоэлектрических материалов используются кварц, турмалин и искусственно поляризованная керамика на основе титаната бария (BaTiO_3), титаната свинца (PbTiO_3), цирконата свинца (PbZrO_3) и др. Наиболее распространен кварц: он имеет незначительный коэффициент линейного расширения при модуле упругости $E = 7,7 \cdot 10^{10}$ Па, высокое удельное электрическое сопротивление (порядка 10^{16} Ом/м) и сравнительно незначительную зависимость пьезомодуля ($2,3 \cdot 10^{12}$ Кл/Н) от температуры в диапазоне 200–500 °С.

Пьезокерамика является продуктом отжига спрессованной смеси, содержащей мелко раздробленные сегнетоэлектрические кристаллы; пьезоэлектрические свойства такая керамика приобретает после поляризации в электрическом поле.

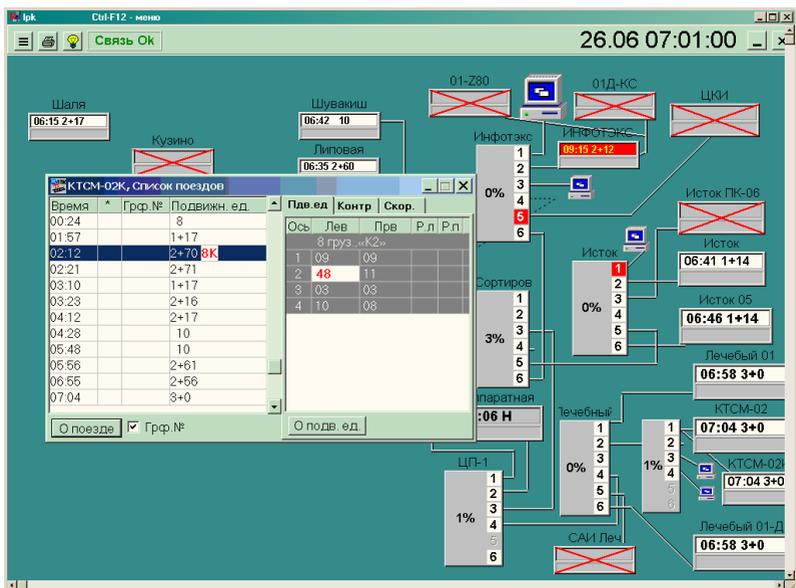


Рисунок 6.3 – Смотровое окно АРМ ЛПК с показаниями КТСМ-К

При движении вагонов с ползунами, взаимодействие колес с рельсами имеет ударный характер. В результате этого возникают виброперемещения и виброускорения рельсов. Вибродатчик является измерительным преобразователем инерционного действия, работающим в режиме акселерометра. Инерционный груз с упругой подвеской, два пьезоэлемента в форме диска и основание датчика помещены в корпус. Электрические заряды, образующиеся под действием сил инерции груза на электродах пьезоэлементов, подаются по коаксиальному кабелю на выход датчика. Амплитуда электрического сигнала на выходе акселерометра прямо пропорциональна амплитуде ускорения рельса, к которому крепится вибрдатчик.

Комплекс КТСМ-К выполнен на конструктивно-элементной базе перергонного контроллера ПК-05 многофункционального комплекса диагностики подвижного состава типа КТСМ-02БТ.

В зависимости от местных условий комплекс КТСМ-К может быть сконфигурирован для работы совместно с комплексом обнаружения перегретых букс и заторможенных колесных пар КТСМ-01Д или для работы в

составе многофункционального комплекса КТСМ-02, или для автономной эксплуатации (без КТСМ-01Д и КТСМ-02БТ).

Технические характеристики КТСМ-К:

- диапазон скоростей движения поездов – от 30 до 250 км/ч;
- диапазон температур окружающего воздуха:
 - для напольного оборудования – от -45 до $+60$ °С;
 - для постового оборудования – от плюс 1 до плюс 50 °С;
- выявляемость дефектов колес – не менее 80 %;
- достоверность показаний на дефекты колес – не менее 75 %;
- потребляемая мощность – не более 50 В·А (без АРМ ЛПК)
- наработка на отказ – не менее 10000 ч;
- масса составных частей – до 50 кг (без АРМ ЛПК).

6.2 Устройства напольного оборудования средств контроля

Рельсовая цепь наложения. В качестве рельсовой цепи наложения в аппаратуре КТСМ используется типовая электронная педаль ЭП-1, разработанная для аппаратуры автоматической переездной сигнализации. Педаль типа ЭП-1 (рисунок 6.4) представляет собой генератор и приемник, которые подключаются к рельсам и образуют короткую бесстыковую рельсовую цепь тональной частоты.

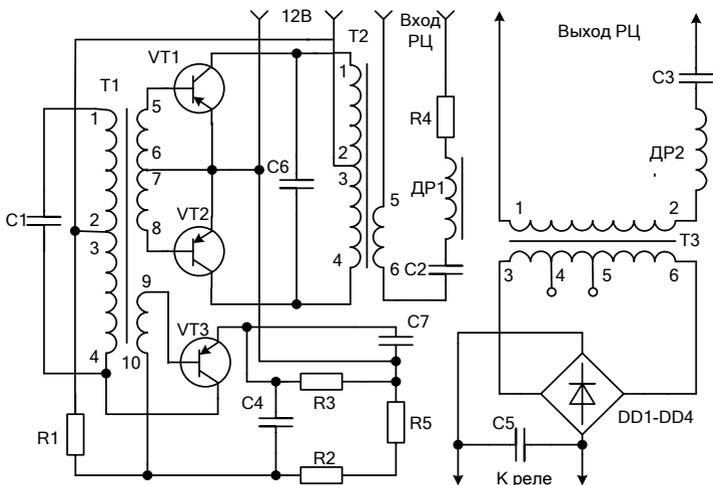


Рисунок 6.4 – Принципиальная схема электронной педали

Генератор электронной педали состоит из задающего каскада с самовозбуждением, собранного на транзисторе VT3, и двухтактного усилителя мощности, выполненного на транзисторах VT1 и VT2.

Задающий каскад на транзисторе VT3 выполнен по схеме с общим эмиттером и положительной обратной связью для создания незатухающих колебаний. В коллекторную цепь транзистора VT3 включен колебательный контур, состоящий из трансформатора T1 и конденсатора C1. Контур настроен на частоту 5000 Гц. Напряжение обратной связи подается на базу транзистора VT3 через вторичную обмотку трансформатора T1. Делитель напряжения, состоящий из резисторов R1, R2 и терморезистора R5, образует источник смещения базы транзистора VT3, чем устанавливается режим работы задающего каскада. Терморезистор R5 выполняет роль компенсирующего элемента и обеспечивает стабилизацию частоты генератора при изменениях температуры окружающего воздуха. Резистор R3 служит для создания напряжения смещения на эмиттере транзистора VT3.

Генерируемые электрические колебания с вторичных обмоток 5–6 и 7–8 трансформатора T1 подаются на вход двухтактного усилителя мощности. Нагрузкой усилителя является выходной трансформатор T2. Напряжение питания усилителя – 12 В подается через среднюю точку первичной обмотки 1–4 трансформатора T2, подключенной к коллекторам транзисторов VT1 и VT2. Первичная обмотка трансформатора шунтирована конденсатором C6, величина емкости которого выбрана из соображений настройки цепи в резонанс на частоту 5000 Гц.

Усиленные электрические колебания с вторичной обмотки 5–6 трансформатора T2, являющегося одновременно согласующим с низкоомным сопротивлением рельсовой цепи, через фильтр, состоящий из дросселя Др1 и конденсатора C2, подаются в рельсовую цепь (к первому и второму рельсам). Фильтр Др1–C2 настроен на частоту 5 кГц и служит для защиты трансформатора T2 от токов электротяги и рельсовых цепей автоблокировки. Резистор R4 величиной 1 Ом предназначен для ограничения тока короткого замыкания при шунтировании рельсовой цепи в момент прохода поезда по участку контроля.

Приемник электронной педали состоит из повышающего трансформатора T3 и выпрямительного моста, собранного на диодах DD1–DD4. Первичная обмотка 1–2 трансформатора подключается к рельсам через фильтр, состоящий из дросселя Др2 и конденсатора C3. Фильтр настроен на частоту генератора и предназначен для защиты приемника от помех со стороны рельсовых цепей автоблокировки. Напряжение частотой 5 кГц с вторичной обмотки трансформатора T3 поступает на выпрямительный мост и после выпрямления подается к реле. Конденсатор C5 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения. Уровень выходного напряжения приемника регулируется подключением моста к различным секциям вторичной обмотки трансформатора Тр3.

Генератор и приемник ЭП-1 подключаются к рельсам на расстоянии 1 м. Зона действия рельсовой цепи около 50 м. Напряжение питания ± 12 В. При работе на номинальную нагрузку (последовательно соединенные индуктивность 0,04 мГн и сопротивление 1,5 Ом) педаль ЭП-1 обеспечивает не менее 0,6 В при максимальном потребляемом токе не более 100 мА. Напряжение на выходе приемника педали при нагрузке 3 кОм не менее 10 В.

Датчик отметки прохода колесных пар

В качестве отметчика прохода колесных пар применяется датчик типа ДМ-95, приведенный на рисунке 6.5, а.

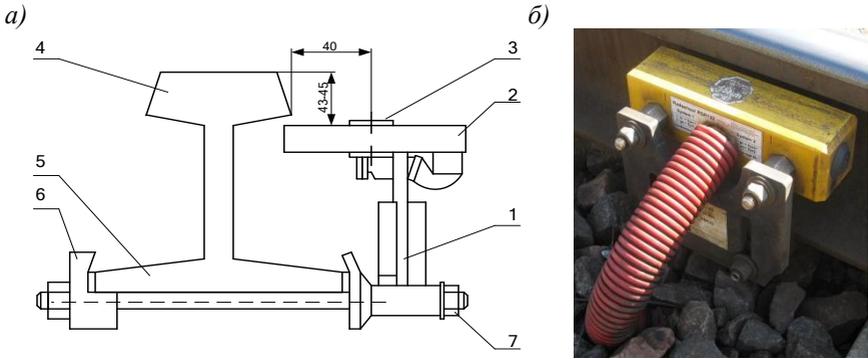


Рисунок 6.5 – Датчики прохода колес ДМ-95 (а) и компании FRAUSCHER (б)

Датчик прохода колес типа ДМ-95, используемый в КТСМ, состоит из кронштейна 1, катушки 2, постоянного магнита 3 и скобы 6. С помощью кронштейна, скобы и гайки 7 датчик крепится к подошве рельса 5. Постоянный магнит установлен на кронштейне таким образом, что его поток замкнут через кронштейн, рельс и воздушный зазор между головкой рельса и одним из полюсов магнита.

Принцип действия датчика основан на наведении в катушке ЭДС индукции за счет изменения величины магнитного потока при проходе гребня колеса в воздушном зазоре. В момент приближения гребня колеса к зоне действия датчика магнитный поток в цепи увеличивается и достигает своего максимального значения, когда колесная пара находится над датчиком.

При этом в катушке индуктивности наводится колоколообразный импульс напряжения. Когда гребень колеса удаляется из зоны действия датчика, магнитный поток в цепи уменьшается и датчик вырабатывает импульс напряжения обратной полярности.

Амплитуда и длительность выходных сигналов датчика определяются скоростью изменения магнитного потока, т. е. скоростью движения поезда. В результате, в обмотке с числом витков ω индуцируется электродвижущая сила

$$E = -\omega d\Phi/dt.$$

Скорость прохождения колеса над педалью определяет скорость изменения магнитного потока $d\Phi/dt$ и, следовательно, значение выходного сигнала E . Таким образом, амплитуда и длительность выходных сигналов датчика определяется скоростью изменения магнитного потока, т. е. скоростью движения поезда. Нижний предел скорости движения поезда, при котором сигналы

с датчика превышают уровень наводок и могут управлять работой устройств КТСМ, составляет 5 км/ч.

Датчик ДМ-95 может устанавливаться на рельсы типов Р50, Р65 и Р75. Расстояние от головки рельса до датчика выбирается из условия, чтобы при проходе колеса воздушный зазор между гребнем и магнитом был минимальным, но достаточным для исключения механического контакта даже при максимально возможном прокате колеса.

Для регулировки положения катушки и магнита относительно головки рельса предусмотрена возможность перемещения их относительно кронштейна. Кроме датчиков ДМ-95 некоторое применение находят отметчики прохода колесных пар типа ИД-Д2 (разработка Образцова В. Л. из Уральского отделения ВНИИЖТа), датчики счѐта осей ДМ-88 (разработка Штанке А. Э.), датчики компании FRAUSCHER.

Последние две разработки отметчиков имеют улучшенные показатели качества в диапазоне контролируемых скоростей за счет использования разветвленной магнитной системы и двух обмоток – генераторной и сигнальной.

Общий вид отметчика прохода колесных пар компании FRAUSCHER представлен на рисунке 6.5, б.

6.3 Конструктивное оформление аппаратуры КТСМ-02

Комплекс КТСМ-02 (рисунок 6.6) является системой автоматического контроля технического состояния (диагностики) подвижного состава, состоящей из подсистем обнаружения неисправностей буксовых узлов, колесных пар, тормозного и автосцепного оборудования, волочащихся деталей, нарушения габарита и др.

При этом часть подсистем сопрягаются с базовой на низовом схемно-конструктивном (физическом) уровне, а часть – на информационном уровне с использованием модулей расширения и стандартных стыков, в том числе по сети передачи данных (СПД ЛП) на уровне автоматизированных рабочих мест оператора линейного (АРМ ЛПК) и центрального поста контроля (ЦПК) [52].

При движении поезда по контролируемому участку пути осуществляется идентификация подвижных единиц, подсчет осей и вагонов с целью привязки диагностических сигналов к конкретным осям и стороне поезда, синхронизации работы отдельных подси-



Рисунок 6.6 – Комплекс КТСМ-02

стем, обеспечения информационного взаимодействия с системами централизованного контроля и управления верхнего уровня (АСК ПС, АРМ ДНЦ, ДГП, АСУ ПТО, АСОУП) и ведения базы данных в машинном виде.

Комплекс КТСМ-02 состоит из постового (см. рисунок 6.6) и напольного перегонного оборудования (рисунок 6.7), соединенного каналами связи с АРМ ЛПК и по сети СПД ЛП с АРМ ЦПК отделения железной дороги или управления дороги [3].



Рисунок 6.7 – Напольное оборудование КТСМ-02

На линейных пунктах контроля КТСМ-02 комплектуется подсистемами контроля буксовых узлов (ПКСБ) и заторможенных колес (ПКСТ), а при отсутствии устройств контроля схода подвижного состава УКС ПС – подсистемой контроля волочащихся деталей многоразового действия (СКВП или СКНГ – разработки Нижегородского отделения ВНИИЖТа МПС РФ).

Обнаружение заторможенных колес может осуществляться как по тепловым сигналам от основных напольных камер ПКСБ-1, так и по тепловым сигналам от вспомогательных напольных камер (на рисунке 6.7 расположены у рельса на переднем плане).

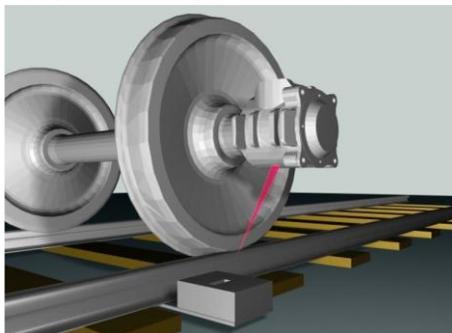


Рисунок 6.8 – Схема ориентации камеры КНМ-05

Подсистемы контроля состояния буксовых узлов и заторможенных колес КТСМ-02 снабжены малогабаритными напольными камерами (НК) с креплением за подошву рельса (КНМ-05). Схема ориентации камеры КНМ-05 приведена на рисунке 6.8.

Функциональные возможности КТСМ-02 существенно отличаются от аппаратуры КТСМ-01 и КТСМ-01Д за счет:

- использования нетрадиционного угла ориентации на буксу приемника инфракрасного (ИК) излучения – параллельно оси пути под углом 55 градусов к горизонту, что снижает влия-

ние внешней среды и солнечного излучения, исключает ложные срабатывания КТСМ-02 на нагрев шкивов привода подвагонных генераторов пассажирских вагонов и реостатов электропоездов;

- преобразования мощности ИК-излучения буксы (колеса) в цифровой сигнал непосредственно в приемной капсуле напольных камер, что позволяет повысить помехозащищенность системы и удалять постовое перегонное оборудование от напольного на расстояние до 30 м;

- реализации функций автоконтроля и коррекции коэффициента преобразования тепловых сигналов в приемно-усилительных трактах (ПУТ);

- обеспечения возможности обнаружения заторможенных колесных пар без вспомогательных напольных камер;

- существенного снижения эксплуатационных расходов в связи с исключением операций по ориентации камеры в процессе эксплуатации и возможностью использования только основных напольных камер без потери качества контроля.

К достоинствам комплекса КТСМ-02 относятся:

- автоматического восстановления счета осей при сбое работы датчиков;
- непрерывное измерение скорости движения поезда с выдачей графика;
- измерение температуры наружного воздуха для коррекции ПУТ с выдачей графика;

- автодиагностика всего оборудования, параметров ПУТ, включая источники питания и каналы связи;

- автоматическое распознавание типа подвижных единиц (локомотив, ЭПС или пассажирский вагон, грузовой вагон) и задание для каждого из них своего порога обнаружения дефектов;

- наличие в составе станционного оборудования (АРМ ЛПК и АРМ ЦПК) речевого информатора (ПРОС-1) для передачи дежурному персоналу станции и поездной бригаде голосового сообщения о наличии в поезде дефектов, угрожающих безопасности движения;

- возможность контроля поезда при его движении в неправильном направлении (за счет симметричного расположения датчиков и НК);

- возможность тестирования и изменения параметров настройки перегонного и станционного оборудования в режиме удаленного доступа;

- контроль и учет в базе данных АРМ ЛПК выполнения регламентных работ по техническому обслуживанию КТСМ-02;

- возможность получения из АСОУП данных о поездах и вагонах в режиме «Запрос-Автоответ» для идентификации поездов и вагонов, реализации функции мониторинга – слежения за развитием дефектов на участке безостановочного движения поездов и автоматизированного ведения баз данных в АРМ ЛПК и АРМ ЦПК;

- возможность использования в составе КТСМ-02 системы автоматической идентификации подвижного состава САИД «Пальма»;
- включение КТСМ-02 в систему централизованного контроля АСК ПС через штатные концентраторы информации КИ-6М и сеть СПД ЛП;
- информационное взаимодействие с АСУ ПТО и АРМ ДГП (ДНЦ) с выдачей данных по поездкам на график исполненного движения;
- наличие сервисного оборудования, включая программно-аппаратный комплекс «СТЕНД»;
- возможность включения в состав КТСМ-02 одновременно до 15 подсистем различного назначения (АДУ, САКМА, ДДК, УНКР и др.).

В состав базового комплекса КТСМ-02 входят (см. рисунок 6.6):

1) блок силовой коммутационный (БСК-1), обеспечивающий подключение всего оборудования КТСМ-02 к сети основного и резервного электропитания;

2) контроллер периферийный (ПК-05) – микропроцессорное устройство, выполняющее все «интеллектуальные» функции по сбору, обработке и передаче в АРМ ЛПК данных от комплекса;

3) блок управления напольными камерами (БУНК);

4) напольные камеры малогабаритные (КНМ-05);

5) датчики счета осей (ДМ-95, ДАС, ПЭ-1 и др.);

6) датчик температуры наружного воздуха (ДТНВ);

Основные технические характеристики КТСМ-02БТ:

Потребляемая мощность (лето/зима) – 350/750 В·А.

Диапазон скоростей движения поездов по участку контроля, км/ч:

- грузовых – от 5 до 150;
- пассажирских – от 5 до 250.

Рабочая температура окружающей среды, °С:

- напольного оборудования – от –60 до +55;
- постового перегонного оборудования – от +1 до +55;
- станционного оборудования – от +10 до +55.

Количество осей в вагоне – до 32.

Количество уровней квантования теплового сигнала – 190.

Масса напольной камеры, кг – 15,0.

Масса приборной стойки, кг – 60–80 (в зависимости от комплектации).

В качестве станционного оборудования комплекса КТСМ-02 используется персональный компьютер класса IBM-PC/AT (не хуже P-200/16/1,0ГБ – 15”) с матричным (для АРМ ЛПК) или лазерным (АРМ ЦПК) принтером.

Общий вид многооконного режима отображения информации на дисплее АРМ ЛПК (АРМ ЦПК) под управлением прикладного программного обеспечения для WINDOWS-XP показан на рисунке 6.9.

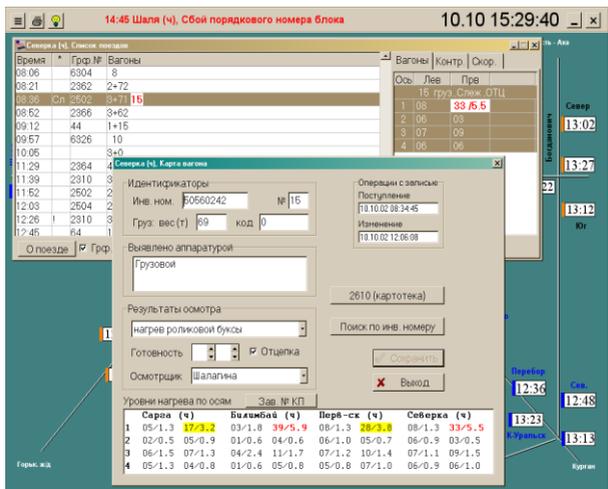


Рисунок 6.9 – Окна АРМ ЦПК с реализацией функции мониторинга нагрева букс в поезде с использованием КТСМ

С помощью разветвленной системы меню оператор на фоне мнемосхемы участка, отделения дороги или региона может просмотреть: список поездов, проследовавших через каждую станцию; список «больных» вагонов; карту «больного» вагона; статистику и архив по работе КТСМ за любой период времени (до года); журнал (ВУ-100).

Осуществить поиск поезда по графиковому номеру и вагона по бортовому номеру; оценить динамику развития дефекта в режиме мониторинга; просмотреть данные о схеме, скорости движения и числе осей в поезде. В окне «Карта вагона» отображается информация о графиковом номере поезда, порядковом и бортовом номера «больного» вагона, времени проследования поезда по участку контроля, температуре наружного воздуха, параметрах диагностических сигналов и результатах осмотра «больного» вагона. На рисунке 6.10 приведена структурная схема комплекса КТСМ-02БТ.

Информационное взаимодействие подсистем различного назначения в составе локальной сети комплекса КТСМ-02 (рисунок 6.11) организовано по протоколу CAN на скорости 500 Кбит/с.

Связь постоянного перергонного оборудования со станционным концентратором информации КИ-6М и с системой передачи данных оперативно-технологического назначения (СПД-ОТН) осуществляется по стыку «С1-ТЧ» методом частотной манипуляции в соответствии с рекомендациями V23 МСЭ-Т, со скоростью 1200 бит/с по двухпроводной физической линии связи длиной до 30 км, по стыку «RS-232С» (С2) или «RS-485» – по выделенному каналу тональной частоты с четырех- или двухпроводным окончанием со скоростью от 1200 до 19200 бит/с.

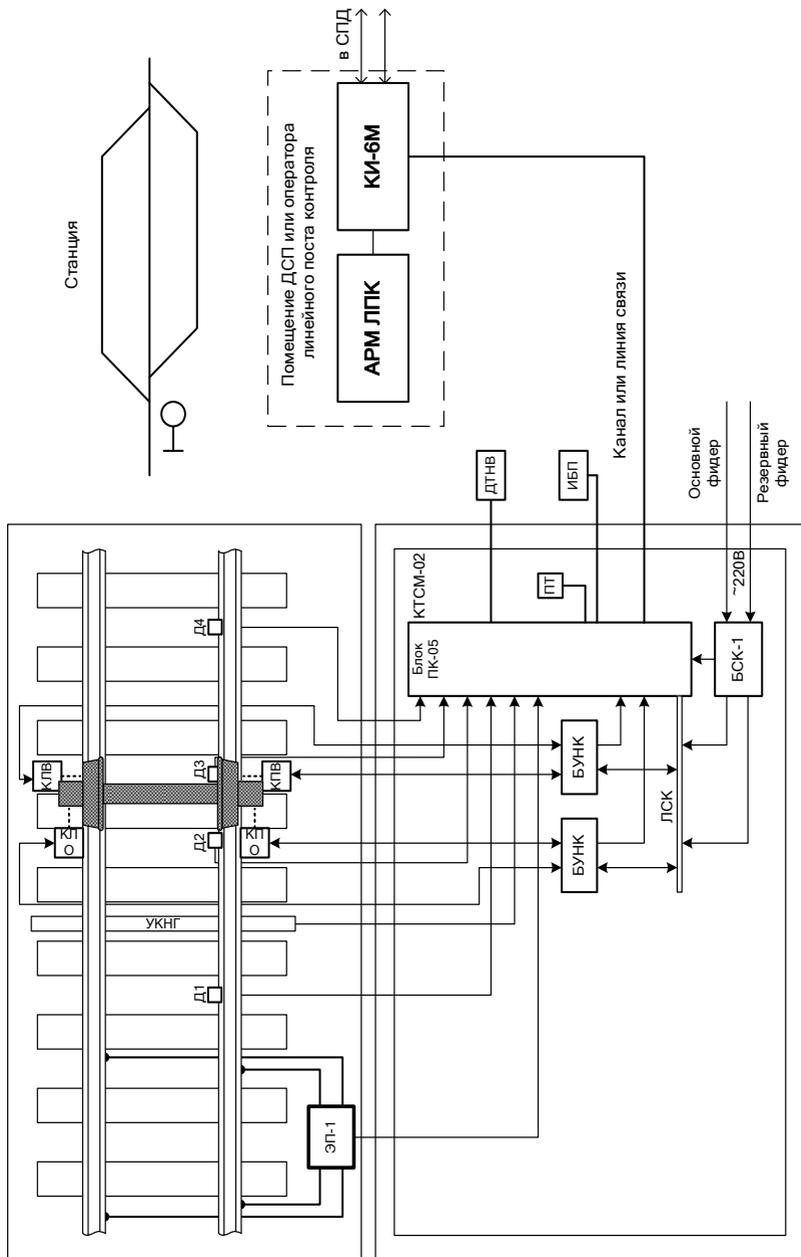


Рисунок 6.10 – Структурная схема комплекса KTSM-02БТ

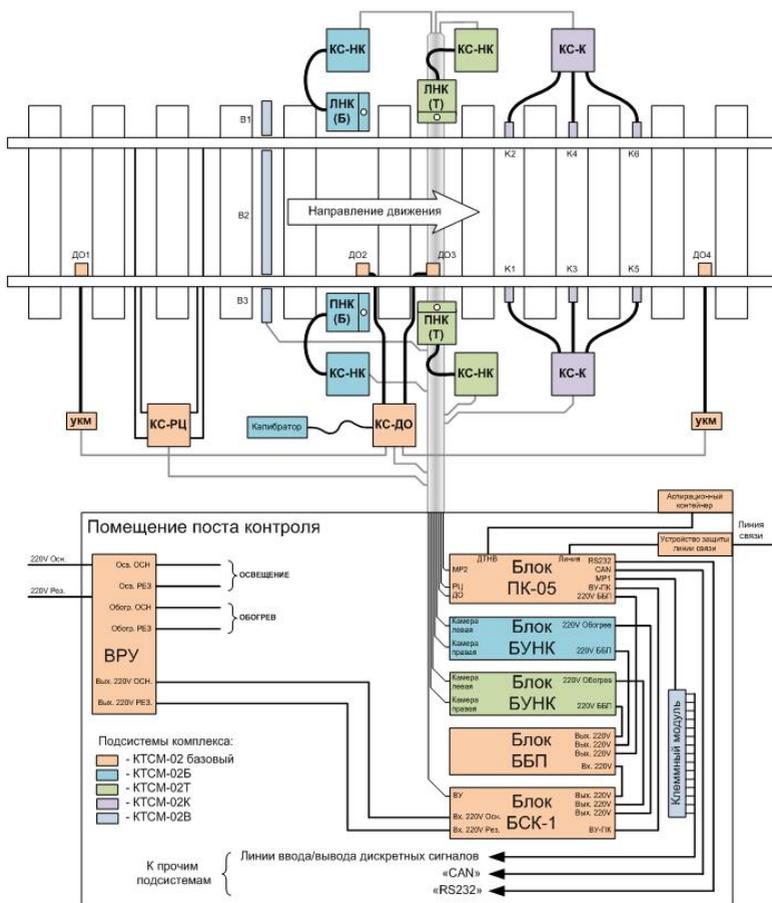


Рисунок 6.11 – Функциональная схема перегонного оборудования комплекса КТСМ-02

Техническое описание многофункционального комплекса технических средств КТСМ-02

Структурная схема напольных устройств комплекса КТСМ-02 приведена на рисунке 6.12. Он может включать в себя от одной до 15 подсистем контроля состояния ходовых частей подвижного состава (букс, колес, тормозов, габарита и др.). Основным узлом КТСМ-02, выполняющим интеллектуальные функции, является блок периферийного контроллера ПК-05. В стандартной комплектации он получает питание от силового коммутационного блока БСК1, предназначенного для резервирования электропитания переменного тока напряжением 220 В, 50 Гц.

При замене аппаратуры КТСМ-01, КТСМ-01Д и ДИСК-Б на КТСМ-02 в качестве блока БСК используются силовые стойки аппаратуры ДИСК-Б, выполняющие аналогичные функции, поэтому в структурной схеме они не указаны. Блок ПК-05 – это микропроцессорная система, функционально состоящая из согласующего устройства (СУ) и узла микроконтроллера (МК), элементы которых получают питание 5 и 12 В от вторичного источника питания ВИП. Он обеспечивает ввод и обработку сигналов от путевых датчиков, а также информационный обмен и координацию подсистем контроля, работающих в составе комплекса. Кроме того, ПК-05 отвечает за информационное взаимодействие КТСМ-02 с централизованными средствами сигнализации, регистрации, отображения и накопления результатов контроля через систему передачи данных (СПД) [52].

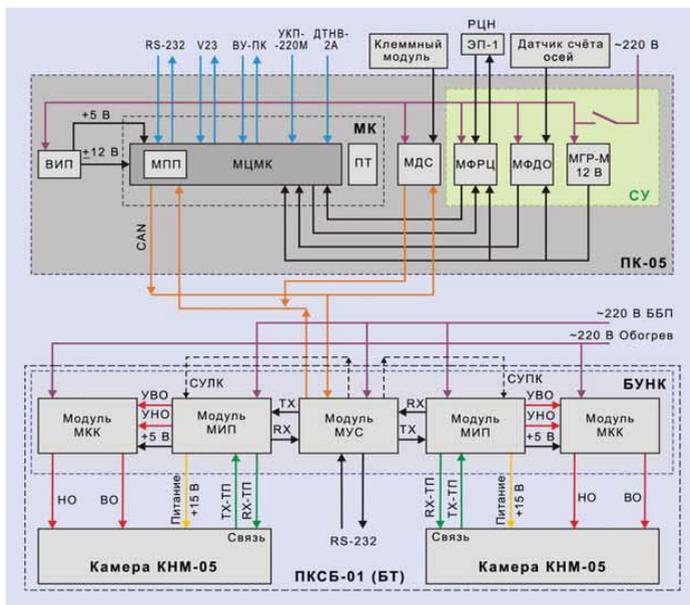


Рисунок 6.12 – Структурная схема напольных устройств и периферийного контроллера ПК-05

Согласующее устройство СУ содержит модули гальванической развязки (МГРМ), для датчиков формирования сигналов счёта осей (МФДО) и формирования сигналов рельсовой цепи наложения РЦН тональной частоты (МФРЦ). Посредством МФРЦ осуществляются питание рельсовой цепи наложения РЦН напряжением +12 В, ввод и преобразование сигнала с выхода РЦН в дискретный сигнал, а также гальваническая развязка между цепями РЦН и дискретными линиями ввода–вывода. Модуль МФДО вводит и преобразует сигналы от датчиков счёта осей типа ДМ95 в дискретные сигналы напряжения, обеспечи-

вает гальваническую развязку между электрическими цепями датчиков и цепями ввода–вывода. С помощью модуля МГРМ обеспечивается питание дискретных цепей первого и второго контуров гальванической развязки. В состав микроконтроллера МК входят модуль центрального микропроцессора МЦМК и технологический пульт ПТ. Модуль осуществляет сопряжение комплекса с системой передачи данных на базе концентраторов информации КИ-6М посредством стыка СИТЧ с двух- или четырехпроводным окончанием V23 и скоростью передачи 1200 бит/с. Для сопряжения с СПД также может применяться стык RS-232 с возможностью работы на скоростях 1200, 9600 и 38 400 бит/с. Любой из интерфейсов можно использовать для каскадного включения других комплексов КТСМ-02 или КТСМ-01(КТСМ-01Д). В настоящее время к КТСМ-02 каскадно подключается КТСМ-01Д с двумя напольными камерами для контроля буксовых узлов локомотивов (ПКЛ). Для информационного взаимодействия базового блока ПК-05 с другими подсистемами применяется локальная сеть CAN, работающая на скорости 500 кбит/с, и последовательный интерфейс со скоростью передачи 9600 бит/с, посредством которого подключаются вспомогательные устройства (ВУПК). В настоящее время по нему работает калибратор тракта теплового комплекса КТП01. Устройство контроля питания УКП220М обеспечивает контроль наличия напряжения 220 В переменного тока основного и резервного фидеров питания. Выходные цепи его компараторов выполнены на оптронах, осуществляющих гальваническую развязку.

Устройство подключено через дискретные линии к узлу микроконтроллера МК. При снижении величины напряжения на фидере ниже 160 В МК вырабатывает сигнал отсутствия напряжения. Цифровой датчик температуры наружного воздуха ДТНВ2А, смонтированный в аспирационном контейнере, устанавливается вне помещения поста КТСМ и подключается к микроконтроллеру. При изменении температуры окружающей среды, которое фиксируется датчиком, автоматически корректируется работа тепловых трактов с учетом температур внутри напольных камер КНМ-05, активного и пассивного излучателей на заслонке. Эта функция реализована в новом программном обеспечении АРМ ЛПК и центрального поста контроля ЦПК АСКПС версии 2.0.7.6 и 2.0.8.0 с более совершенными алгоритмами обработки данных о тепловом состоянии буксовых подшипников по шкале градусов Цельсия. Технологический пульт предназначен для ввода и отображения информации, а также подачи звуковых сигналов. С его помощью электромеханик контролирует работу комплекса КТСМ, тестирует состояние его элементов и др. Для наглядности на рисунке 6.12 линии питания 220 В обозначены фиолетовым, локальной сети CAN – оранжевым, связи МК с СПД, УКП, ДТНВ – синим, обогрева камер – красным, связи с камерами – зеленым, а их питания – желтым цветом.

На структурной схеме к общей локальной сети контроллеров ПК-05 подключены следующие подсистемы: контроля состояния буксовых узлов ПКСБ-01(БТ); дискретных сигналов КТСМ-02ДС, состоящая из модуля дискретных сигналов МДС и клеммного модуля; ввода–вывода дискретных

сигналов от датчиков волочения; охранной, пожарной и других сигнализаций. В подсистему ПКСБ-01(БТ) входят две малогабаритные напольные камеры типа КНМ05 и блок управления напольными камерами БУНК, за работу которых отвечает модуль управления сигналами МУС. Питание камер и интерфейс связи обеспечиваются модулем источника питания МИП.

Модуль контроля коммутации МКК отслеживает работу системы наружного и внутреннего обогрева. Напольные камеры воспринимают инфракрасное излучение от букс подвижного состава и преобразуют его в цифровые сигналы, которые передаются в БУНК. Он представляет собой микропроцессорную систему, включающую в себя три вышеперечисленных вида модулей. Блок БУНК обрабатывает цифровые данные и обеспечивает информационный обмен с другими составными частями комплекса. Более детально развернутая структурная схема левой половины блока БУНК и одной из напольных камер, входящих в систему ПКСБ01(БТ), представлена на рисунке 6.13. Основой модуля управления и связи МУС (синий фон) в блоке БУНК является submodule процессора и памяти МПП, который принимает и обрабатывает цифровую информацию от камер, обеспечивает информационное взаимодействие с комплексом через локальную сеть CAN. Для сопряжения БУНК с ПЭВМ (например, диагностическим стендом) применяется стык RS-232C. Имеется возможность тестирования и изменения программного обеспечения модуля МУС [53].

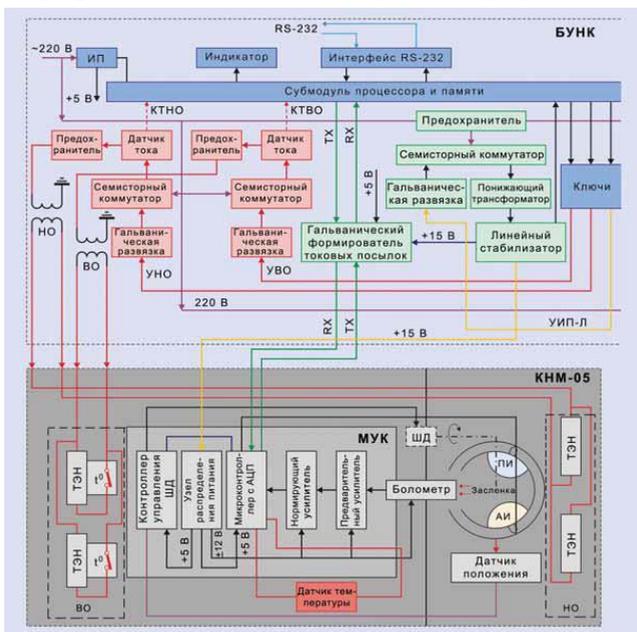


Рисунок 6.13 – Структурная схема напольной камеры КНМ-05 и блока управления напольной камерой БУНК

Силовой модуль коммутации и контроля МКК (розовый фон) включает и отключает внутренний (ВО) и наружный (НО) обогрев камеры по управляющим командам УВО, УНО модуля МУС. Он контролирует ток, протекающий по силовым цепям обогревателей напольных камер (ТЭН), и обеспечивает гальваническую развязку силовых и сигнальных цепей. Модули источника питания МИП (зеленый фон) обеспечивают питание напольных камер стабилизированным напряжением +15 В и осуществляют гальваническую развязку последовательных интерфейсов связи с камерами.

Управление включением питания напольных камер осуществляется дистанционно модулем МУС. С него сигнал управления источником питания (УИП) поступает через гальваническую развязку на семисторный коммутатор, который подает напряжение 220 В на понижающий трансформатор и линейный стабилизатор +15 В модуля МИП. Малогабаритная напольная камера КНМ-05 принимает, усиливает, нормирует и преобразует в цифровой код уровень теплового сигнала от элементов буксовых узлов поездов. Она применяется в составе систем контроля, обеспечивающих выявление неисправных элементов подвижного состава путем определения степени их нагрева. В ее состав входят средства контроля исправности и качества настройки тракта теплового сигнала. На рисунке 6.14 показана развернутая структурная схема КНМ-05. В узле заслонки камеры расположены пассивный (ПИ) и активный (АИ) излучатели. Прием тепловых сигналов и управление камерой осуществляются модулем управления и контроля (МУК). С его помощью измеряется и поддерживается в допустимых пределах значение разницы температур между этими излучателями. Возвратно-поступательное перемещение заслонки камеры реализует кривошипно-шатунный механизм с приводом от шагового электродвигателя ШД.

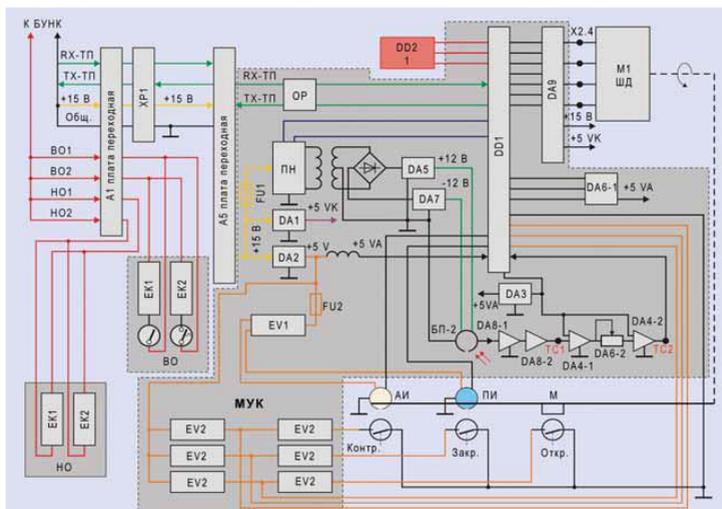


Рисунок 6.14 – Электрическая схема напольной камеры КНМ-05

При позиционировании заслонки в режиме автоконтроля тепловые сигналы от излучателей на заслонке попадают в поле зрения болометра, в которой МУК поддерживает амплитуду сигнала от активного излучателя (АИ), равную 38 квантам по версии 2.0.5.4. или разность температур в 30 °С по версии 2.0.8.0. При контроле поезда заслонка камеры занимает положение «открыто», и тепловое излучение от букс подвижного состава попадает на болометр, затем усиливается в модуле управления и контроля и далее его значение в цифровом виде передается в модуль МУС блока БУНК с последующей обработкой в периферийном контроллере ПК-05 комплекса КТСМ-02. Напряжение постоянного тока +15 В подается на стабилизаторы DA1 и DA2, которые понижают его до +5 В для питания драйвера шагового двигателя и микроконтроллера DD1, и на преобразователь напряжения (ПН) на выходе которого получают напряжение ±12 В для питания приемника инфракрасного излучения (болометра типа БП2) и предварительного усилителя. Для сопряжения камеры КНМ-05 с блоком БУНК применяется асинхронный последовательный интерфейс с гальванической развязкой, имеющий скорость передачи данных 125 кбит/с. Информационный обмен данными с КНМ-05 происходит посредством встроенного в микроконтроллер приемо-передатчика, который преобразует сигналы в токовые посылки. В качестве приемника данных от подсистемы контроля используется оптрон ОР (на схеме линии связи обозначены зеленым цветом). Поддержание номинального температурного режима работы напольной камеры обеспечивается системой обогрева, выделенной на схеме красным цветом.

В качестве сигнала обратной связи используются данные о текущей величине температур во внутреннем и наружном отсеках камеры, которые поступают в микроконтроллер DD1 от датчика температуры DD2 на узле крепления болометра и датчика пассивного излучателя (ПИ) на узле заслонки соответственно.

Для обеспечения номинального режима работы электронных компонентов температура во внутреннем отсеке поддерживается в пределах 20 °С. В наружном отсеке она должна обеспечивать таяние снега в зимний период вокруг входного окна болометра и осушение защитной полиэтиленовой пленки. Микроконтроллер при достижении температуры внутреннего отсека камеры выше +5 °С подает две частоты на преобразователь ПП (±12 В) питания болометра и предварительного усилителя. На схеме электрическая часть механизма заслонки выделена оранжевым цветом. Заслонка может занимать три положения: «открыто» – открывается смотровое окно камеры и на болометр попадает тепловой сигнал от элементов подвижного состава контролируемого поезда; «контроль» – болометр получает проверочные сигналы от активного излучателя (нагревательного элемента); «закрыто» – на болометр поступают сигналы от пассивного излучателя.

Контролируется позиционирование путем срабатывания герконов при прохождении над ними заслонки с закрепленным на ней магнитом М. Для контроля температуры пассивного и активного излучателя в них встроены датчики температуры. В режимах «контроль» и «закрыто» проверяется исправность и качество настройки тракта теплового сигнала путем неоднократного перемещения заслонки из положения «закрыто» в положение «контроль». Тепловое излучение от букс подвижного состава преобразуется болометром в электрический сигнал, который поступает последовательно на входы предварительного (DA8) и нормирующего (DA4) усилителей, а затем на вход 10-разрядного аналого-цифрового преобразователя (АЦП), встроенного в микроконтроллер DD1. Регулируется коэффициент усиления приемно-усилительного тракта камеры может как в режиме автокоррекции усиления, так и путем калибровки цифровым потенциометром DA6, сопротивление которого меняется посредством микроконтроллера DD1. Представленные схемы, их описание дают возможность глубже ознакомиться с принципами построения и особенностями работы составных частей комплекса КТСМ-02. Они также могут использоваться в качестве дополнительного материала при проведении технической учебы электромехаников.

6.4 Комплекс инновационных технических средств КТСМ-03

В настоящее время Акционерным обществом ООО «Инфотэкс АТ» разработана и принята к производству принципиально новая аппаратура КТСМ-03 (рисунок 6.15) с напольной камерой КНМ-90 (рисунок 6.16).

В аппаратуре КТСМ-03 применены схемные решения новых блоков высокопроизводительных контроллеров, которые дают возможность одним комплектом аппаратуры контролировать четный и нечетный путь в обоих направлениях, а также более полно и гибко обрабатывать данные на постовом уровне, что позволяет существенно снизить трафик по каналам связи [41].

Основные преимущества КТСМ-03:

- 1) используется безинерционный, охлаждаемый приемник ИК-излучения;
- 2) ориентация оптики напольной камеры КНМ-90 на 90° к горизонту и к оси железнодорожного пути;
- 3) камеры не требует внутреннего обогрева, а мощность наружного обогрева снижена в 4 раза;



Рисунок 6.15 – Перегонная стойка КТСМ-03

- 5) дается возможность производить измерение абсолютных значений температур буксовых узлов в диапазоне от -50 до $+150$ °С;
- 6) тепловой контроль на участках высокоскоростного движения без ограничений до 350 км/ч;
- 7) полностью исключает влияние прямого и отраженного солнечного влияния на процесс контроля;
- 8) предусмотрено использование радиоканала для передачи данных.

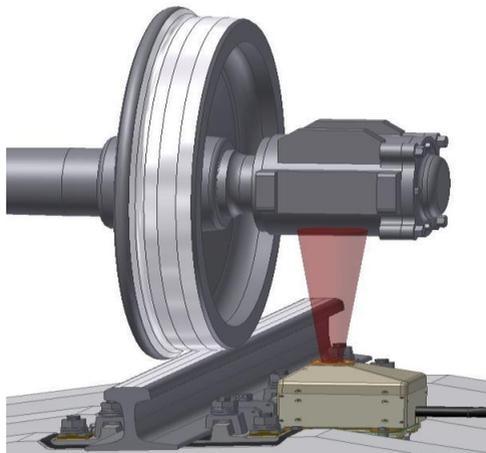


Рисунок 6.16 – Схема сканирования буксового узла приемником инфракрасного излучения напольной камеры КНМ-90 комплекса КТСМ-03 при проходе поезда

К устройствам КТСМ-03 дополнительно разработаны новые подсистемы для мониторинга технического состояния инфраструктуры: система СКНГ-КТСМ – для контроля схода подвижного состава и волочащихся предметов; система КТСМ-Р – для контроля температуры рельсовых плетей.

Экономический эффект от внедрения КТСМ-03 образуется путем: снижения затрат на электроэнергию и регламентное техническое обслуживание, устранения отказов средств контроля, сокращения обслуживающего персонала на 1 условную единицу СТК; снижения браков по буксовому узлу, аварий и крушений из-за разрушения буксовых узлов, в том числе со сходом вагонов и др.

Основные характеристики аппаратуры контроля КТСМ-03

1 Комплекс КТСМ-03 предназначен для функционирования в непрерывном (круглосуточном) режиме с кратковременным отключением для выполнения регламентных работ.

2 Комплекс является измерительным и внесен в Государственный реестр средств измерения с абсолютной погрешностью измерения температуры букс: камерами КНМ-05 не более ± 4 °С; камерами КНМ-90 не более ± 2 °С.

3 Диапазон скоростей контролируемых поездов – от 0 до 350 км/ч.

4 Расстояние между станционным и перегонным оборудованием – не более 30 км.

5 Поставое оборудование КТСМ-03 предусматривает установку на перегонах, как в существующих помещениях пунктов контроля, так и в специализированных шкафах, исключающих возможность несанкционированного доступа к аппаратуре посторонним лицам.

6 По условиям размещения станционное оборудование КТСМ-03 соответствует классификационным группам МС1, К1.1.

7 По условиям размещения постовое оборудование комплекса соответствует классификационными группами МС2, К4 (УХЛ4) для шкафа и МС2, К3 (УХЛ1).

8 По условиям размещения напольное оборудование КТСМ соответствует классификационным группам МС3, МС4, К4.

9 По надёжности электроснабжения постовое оборудование комплекса является потребителем I категории [24].

10 Комплекс сохраняет работоспособность при изменении напряжения на вводных портах электропитания. Электропитание комплекса осуществляется от основного и резервного фидеров, сети переменного тока напряжением 220 ± 22 В, частотой 50 ± 1 Гц.

11 Комплекс устойчив к динамическим изменениям напряжения сети электропитания в соответствии с требованиями.

12 По устойчивости к электромагнитным помехам комплекс соответствует изделию класса III с критерием качества функционирования «В».

13 Комплекс устойчив к воздействию наносекундных импульсных помех (НИП).

14 Комплекс устойчив к воздействию микросекундных импульсных помех (МИП).

15 Комплекс устойчив к воздействию электростатических разрядов.

16 По уровню промышленных радиопомех комплекс соответствует нормам для ТС ЖАТ [24].

17 Напольное оборудование комплекса не оказывает опасного и мешающего влияния на работу рельсовых цепей ЖАТ, устройств автоматической локомотивной сигнализации и САУТ.

18 При снижении сопротивления изоляции по отношению к заземляющим устройствам, напольное оборудование комплекса не создаёт обходных путей сигнального тока рельсовых цепей, выражающееся в нарушении контрольного и шунтового режимов.

Принципы функционирования КТСМ-03

В процессе работы при отсутствии поезда на участке контроля КТСМ осуществляет автоматическую диагностику узлов и подсистем в составе комплекса.

В случае обнаружения неисправности информация передается в АРМ ЛПК для оповещения обслуживающего персонала и своевременного устранения неисправности [28].

При заходе поезда на участок контроля КТСМ-03 производит обработку сигналов поступающих от датчиков счета осей ДО1–ДО4, осуществляет синхронизацию работы подсистем, а также осуществляет выделение подвижных единиц в составе поезда с определением их типа (рисунок 6.17).

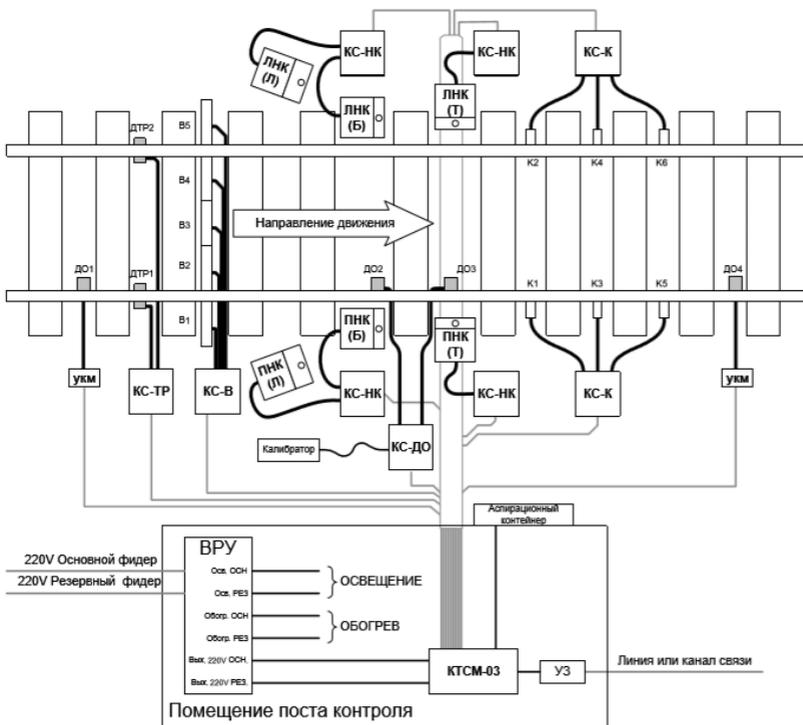


Рисунок 6.17 – Структурная схема размещения перегонного оборудования комплекса КТСМ-03 на однопутном участке

Если движение поезда осуществляется в направлении от датчика ДО1 к датчику ДО4, то такое направление движение принимается «правильным», которое для двухпутных участков является основным направлением движения. Движение от датчика ДО4 к датчику ДО1 направлении принимается «неправильным».

Напольные камеры ЛНК(Б) и ПНК(Б) подсистемы контроля букс (основная мощность отопительных приборов, наличие систем вентиляции и кондиционирования определяются в зависимости от особенностей региона и должны обес-

печивать температурный режим помещения подсистемы) ориентированы на низ корпуса буксовых узлов, по степени нагрева которых осуществляют тепловой контроль букс с левой и правой стороны подвижного состава.

Напольные камеры ЛНК(Т) и ПНК(Т) подсистемы выявления заторможенных колесных пар (дополнительная подсистема) ориентированы на ступицы колеса, по нагреву которых осуществляют контроль заторможенности колес.

Напольные камеры ЛНК(Л) и ПНК(Л) подсистемы контроля букс локомотивов (дополнительная подсистема) ориентированы на корпуса буксовых узлов, по степени нагрева которых осуществляют тепловой контроль букс с левой и правой стороны локомотивов в правильном направлении движения. При движении в неправильном направлении контроль букс локомотивов не производится. Датчики К1-К6 подсистемы контроля колес (дополнительная подсистема) определяют уровень динамического воздействия колеса на рельс, которое значительно повышается при наличии дефектов по кругу катания колеса.

Датчики В1-В5 подсистемы контроля нижнего габарита и схода (дополнительная подсистема) обеспечивают контроль нижнего очертания габарита «С» приближения строений и выявляют волочащиеся и свисающие детали подвижных единиц, а также сход подвижного состава.

Датчики ДТР1-ДТР4 подсистемы контроля температуры рельсов (СКТР дополнительная подсистема) обеспечивают выявление возможных механических напряжений в рельсах. На однопутных участках контроля используются только два датчика ДТР1 и ДТР2. КТСМ-03 производит обработку и передачу информации от подсистемы СКТР периодически с интервалами, установленными в конфигурации АРМ ЛПК (АРМ ПЧ) независимо от нахождения поезда на участке контроля [53].

6.5 Периферийный контроллер ПК-02ПД

Периферийный контроллер ПК-02ПД входит в состав комплекса технических средств КТСМ-01Д, предназначенного для модернизации находящейся в эксплуатации аппаратуры обнаружения перегретых букс типа ДИСК-Б. При модернизации напольное оборудование и силовой отсек перегонной стойки ДИСК-Б сохраняются.

Станционное оборудование модернизированной аппаратуры полностью заменяется и состоит из концентратора информации КИ-6М и комплекта автоматизированного рабочего места оператора линейного пункта контроля АРМ ЛПК (персональный компьютер типа IBM PC).

АРМ ЛПК дополнительно поддерживает функции речевого оповещения и включения сигнализации, а один концентратор КИ-6М обеспечивает прием информации от четырех установок КТСМ-01Д.

В состав комплекса входят:

1) контроллер периферийный ПК-02ПД, представляющий собой устройство с микропроцессорным управлением и являющийся основным устройством комплекса, которое обеспечивает электрическое согласование с напольным силовым оборудованием аппаратуры ДИСК-Б и, кроме того, выполняет все «интеллектуальные» функции по обработке сигналов;

2) технологический пульт ПТ-03, предназначенный для диалогового тестирования и настройки комплекса и напольного оборудования обслуживающим персоналом в процессе технического обслуживания.

Назначение. Контроллер ПК-02ПД в варианте применения «Б» предназначен для использования в составе автоматизированных систем комплексного контроля подвижного состава в качестве базового устройства, обеспечивающего сбор информации от путевых датчиков и различных подсистем контроля подвижного состава, дальнейшую обработку и передачу полученной информации на автоматизированное рабочее место оператора линейного поста контроля (рисунок 6.18).

Контроллер в варианте применения «Д» предназначен для использования в составе комплекса КТСМ-01Д при модернизации аппаратуры ДИСК-Б путем замены части перегонного оборудования ДИСК-Б (блока передачи данных 78Б.21.1, блока усилителей 78Б.21.2 и блока управления 78Б.21.3).

Технические характеристики контроллера:

– диапазон скоростей контролируемых поездов, без учета типа датчиков счета осей, от 0,5 до 350 км/ч;

– диапазон скоростей контролируемых поездов при работе с датчиками счета осей магнитно-электрической системы (ДМ-88, ДМ-95 и др.) от 5 до 250 км/ч;

– количество входов для подключения устройства рельсовой цепи наложения – 1;

– количество входов для подключения датчиков счета осей – 4;

– количество информационных блоков в режиме хранения информации не менее 200.

Контроллер в варианте применения «Д» обеспечивает подключение четырёх напольных камер аппаратуры ДИСК-Б.

Устройство и работа. Конструктивно контроллер представляет собой блок-каркас с установленными в него модулями.

Модули устанавливаются в контроллер с лицевой стороны и представляют собой печатные платы размером 170×170 мм. С одной стороны каждой печатной платы модуля установлены радиоэлектронные компоненты. Каждый модуль содержит 84-контактный разъемный электрический соединитель для подключения к соединительной панели и лицевую панель.

Принцип работы контроллера основан на аппаратно-программной обработке сигналов, поступающих через СУ от напольного оборудования, а также на

программной обработке информации, поступающей по локальной сети контроллеров (ЛСК) от других подсистем контроля подвижного состава.

При включении питания контроллера микропроцессоры, расположенные в модулях ММК, МОДС88 и МГР, автоматически начинают выполнение своих рабочих программ, коды которых содержатся в микросхемах постоянных запоминающих устройств (ПЗУ), при этом производится настройка (инициализация) модулей на необходимые режимы работы и проверяется исправность основных узлов контроллера (тестирование).

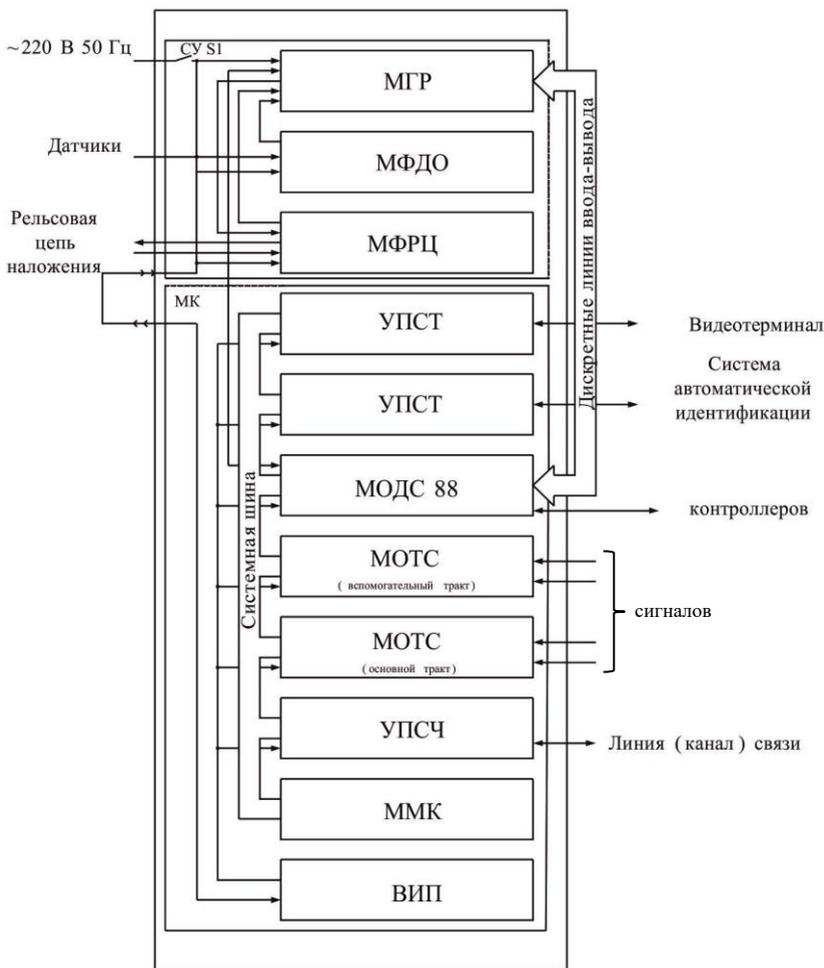


Рисунок 6.18 – Структурная схема контроллера ПК-02ПД

После выполнения начальной инициализации и тестирования микропроцессоры модулей ММК, МОДС88 и МГР переходят в режим выполнения основного программного цикла, в котором находятся постоянно до выключения питания или получения из линии связи команды «сброс».

Модуль МФРЦ осуществляет питание устройства рельсовой цепи наложения (РЦН), ввод и преобразование сигнала с выхода устройства рельсовой цепи наложения в дискретный сигнал, а также гальваническую развязку между электрическими цепями устройств РЦН и дискретными линиями ввода-вывода соединительной панели (первый контур гальванической развязки).

Модуль МФДО осуществляет ввод и преобразование сигналов от датчиков счета осей в дискретный сигнал, а также гальваническую развязку между электрическими цепями датчиков и цепями ввода-вывода (первый контур гальванической развязки).

Модуль МГР обеспечивает питание и согласование дискретных цепей первого и второго контуров гальванической развязки. Обмен информацией между микропроцессором модуля МГР и микропроцессором модуля ММК осуществляется через ЛСК.

Модуль УПСЧ обеспечивает передачу информации по последовательной линии связи или выделенному каналу связи в АРМ ЛПК.

Модули МОТС обеспечивают приём и преобразование в цифровой вид электрических сигналов от напольных камер (далее тепловых сигналов) и информации от датчика температуры наружного воздуха.

Модули УПСТ обеспечивают ввод и вывод информации от системы автоматической идентификации подвижных единиц и ввод – вывод информации от видеотерминала.

Микропроцессор модуля МОДС88 в процессе выполнения основного программного цикла производит опрос состояния входных цепей от путевых датчиков и РЦН и ожидает команд от модуля ММК, а также обеспечивает информационный обмен по локальной сети контроллеров между модулем ММК и контроллерами внешних подсистем контроля подвижного состава.

Модуль микроконтроллера ММК через системную шину осуществляет:

- ввод информации и управление каналами аналого-цифрового преобразования модулей МОТС;
- ввод информации и команд от модуля МОДС88;
- вывод команд управления напольным оборудованием в модуль МОДС88;
- обмен информацией по последовательной линии с системой автоматической идентификации подвижных единиц через модуль УПСТ;
- прием и передачу данных через модуль УПСЧ в линию (канал) связи;
- обмен символьной информацией по последовательной линии с видеотерминалом через модуль УПСТ;

– управление порогом срабатывания формирователя сигнала рельсовой цепи наложения модуля МФРЦ.

Питание модулей контроллера обеспечивается модулем ВИП.

В исходном состоянии (поезда на участке контроля нет, РЦН свободна) с выхода устройства РЦН на вход формирователя модуля МФРЦ поступает потенциал, который преобразуется в дискретный сигнал и через устройства гальванической развязки поступает на вход микропроцессора модуля МОДС88. Микропроцессоры модулей ММК, МОДС88 и МГР выполняют основные программные циклы.

Модуль ММК в процессе выполнения основного программного цикла осуществляет диагностику всех составных частей контроллера, обеспечивает информационный обмен по линии (каналу) связи с оконечным оборудованием данных (концентратором информации) и по ЛСК с локальными подсистемами контроля подвижного состава, а также принимает команды от видеотерминала и модуля МОДС88.

При заходе поезда на участок контроля (РЦН занята) потенциал на выходе устройства РЦН понижается (приблизительно до 0,7 В). Понижение потенциала фиксируется формирователем модуля МФРЦ, который снимает дискретный сигнал с входа микропроцессора модуля МОДС88.

Микропроцессор модуля МОДС88 выдает сигналы на выходные дискретные цепи управления и переходит в режим счета осей и вагонов, а также выдает модулю ММК команды на переход в режим контроля поезда. Модуль ММК, получив команду, формирует и передаёт по линии связи данные о заходе поезда.

В процессе прохода поезда по участку контроля сигналы от датчиков счёта осей поступают на входы формирователей модуля МФДО, преобразуются в дискретные сигналы и через устройства гальванической развязки поступают на входы микропроцессора модуля МОДС88.

По сигналам от датчиков осей микропроцессор модуля МОДС88 формирует и выдает модулю ММК команды на начало и окончание обработки тепловых сигналов, тип, порядковый номер, скорость движения каждой подвижной единицы. Кроме того, при сбоях в счёте осей (ложный сигнал или потеря сигнала от датчика), микропроцессор модуля МОДС88 исправляет ошибки (если сбой не глобального характера) и устанавливает признак сбоя в командах, передаваемых модулю ММК на подвижные единицы, при проходе которых был зафиксирован сбой.

Модуль ММК по командам начала и окончания обработки тепловых сигналов, поступающих от модуля МОДС88, осуществляет считывание значений тепловых сигналов из модулей МОТС, обрабатывает и передает полученные данные в линию связи и выводит результаты контроля на видеотерминал.

После прохода поездом участка контроля (освобождение РЦН) микропроцессор модуля МОДС88 передает модулю ММК команду о начале кон-

трольной программы (КП), данные о количестве осей и вагонов в проконтролированном поезде, а также производит проверку напольного оборудования путем имитации прохода контрольного вагона. По окончании имитации микропроцессор модуля МОДС88 передает модулю ММК команду об окончании КП и переходит в режим выполнения основного программного цикла. Модуль ММК по результатам КП формирует и передаёт по линии связи данные о поезде и результаты КП.

Модуль МРУ обеспечивает согласование цепей блока с напольным и силовым оборудованием аппаратуры ДИСК-Б, а также гальваническую развязку цепей управления (первый контур гальванической развязки).

Сигналы контроля положения заслонок с датчиков положения через устройства гальванической развязки подаются от основных напольных камер на входы микропроцессора модуля МОДС88, от вспомогательных напольных камер – на входы микропроцессора модуля МГР.

Регуляторами уровня тепловых сигналов модуля МРУ устанавливается амплитуда тепловых сигналов на входах модулей МОТС основного и вспомогательного трактов.

Модуль ММК-DS51. Является центральным устройством программного управления в микропроцессорной системе сбора, обработки и передачи данных комплекса КТСМ-01Д.

Технические характеристики:

- тактовая частота – 16 МГц;
- объем постоянного запоминающего устройства – не менее 32 Кбайт;
- объем оперативного запоминающего устройства – 128 Кбайт;
- объем энергонезависимого перепрограммируемого запоминающего устройства (NVRAM) – 32 кбайт;
- шина данных – восьмиразрядная;
- шина адреса – 16-разрядная;
- количество линий прерываний от подключаемых устройств – 6;
- количество подключаемых внешних устройств – 6×16 .

В качестве центрального процессора (ЦП) модуля ММК используется микроконтроллер семейства MCS-51 DALLAS DS80C320 (DD1). ЦП является основным управляющим элементом модуля. Им осуществляется чтение команд из памяти, выполнение соответствующих операций, а также производятся запись и чтение данных из памяти или от различных устройств ввода-вывода.

Основные компоненты модуля объединены системой шин и сигналов микропроцессора.

Модуль УПСТ-М2. Предназначен для обеспечения информационного обмена между модулем ММК и последовательной физической линией связи или телеграфным каналом. Связь модуля УПСТ с модулем ММК осуществляется сигналами системной шины.

УПСТ содержит приемопередатчик последовательного кода и узлы преобразования сигналов для сопряжения методом «Токовая петля 20 мА» и «стык С2» в соответствии с ГОСТ 23675–79.

Технические характеристики:

УПСТ обеспечивает передачу информации в последовательную линию связи в полудуплексном стартстопном асинхронном режиме двоичными посылками в формате:

- 1 стартовый бит;
- 8 бит данных;
- 1 бит контроля четности;
- 1 или 2 «стоп-бита».

Наличие или отсутствие бита контроля, а также количество стоповых битов должно устанавливаться программным способом.

УПСТ обеспечивает следующие скорости передачи данных в линию связи: 50; 75; 100; 200; 600; 1200; 2400; 4800; 9600 бит/с.

УПСТ обеспечивает сопряжение с оконечным оборудованием данных (ООД) стыка С2 в соответствии с ГОСТ 18145–81, ГОСТ 23675–79.

УПСТ обеспечивает сопряжение с ООД по четырехпроводной физической линии связи с полным сопротивлением не более 500 Ом методом «Токовая петля 20 мА». Обеспечиваются следующие значения величины тока:

- для логической «1» – плюс (20 ± 2) мА;
- логического «0» – минус (20 ± 2) мА.

Модуль УПСЧ-М2. Предназначен для сопряжения контроллера с выделенным каналом тональной частоты или аналогичным УПС по выделенной физической линии связи. Информационный обмен УПСЧ с модулем ММК осуществляется сигналами системной шины.

Модуль содержит приемопередатчик последовательного кода и устройство преобразования сигналов, обеспечивающее последовательную передачу данных в соответствии с ГОСТ 20855–83.

Технические характеристики:

УПСЧ обеспечивает передачу информации в последовательную линию связи в полудуплексном стартстопном асинхронном режиме двоичными посылками в формате:

- 1 стартовый бит;
- 8 бит данных;
- 1 бит контроля четности;
- 1 или 2 «стоп-бита».

Наличие или отсутствие бита контроля, а также количество стоповых битов должно устанавливаться программным способом.

Передача информации осуществляется по некоммутируемому каналу тональной частоты с 2- или 4-проводным окончанием или выделенной 2-проводной физической линии методом частотной манипуляции в соответ-

ствии с ГОСТ 50855–83 (рекомендация V.23 МККТТ) со скоростью передачи данных (1200 ± 3) бит/с;

Модуль МОТС. Предназначен для ввода аналоговых и ввода-вывода дискретных сигналов под управлением модуля ММК в составе микропроцессорных систем управления.

Технические характеристики:

- входное сопротивление тепловых каналов постоянному току не менее 200 кОм;

- рабочий диапазон входного сигнала тепловых каналов составляет от $-0,7$ до $+0,7$ В;

- компенсация постоянной составляющей (балансировка) в каналах теплового контроля:

- в ручном режиме в диапазоне от -9 до $+9$ В;

- в автоматическом режиме в диапазоне от -5 до $+5$ В;

- контроль температуры наружного воздуха выносным датчиком температуры в диапазоне от -50 до $+50$ °С;

- величина входного тока, соответствующего логическому значению «0» на входах дискретных линий ввода, – не более 0,5 мА;

- величина входного тока, соответствующего логическому значению «1» на входах дискретных линий ввода, – не менее 5 и не более 20 мА;

Модуль МОТС обеспечивает усиление и преобразование в цифровой код электрических сигналов, поступающих от предусилителей напольных камер и датчика температуры, ручную и автоматическую (под управлением ММК) компенсацию постоянной составляющей на входах каналов усиления, а также обеспечивает контроль шумов предусилителей.

Модуль МОТС также обеспечивает ввод состояния четырех токовых линий, а также коммутацию четырех выходных линий (уровни ТТЛ).

Модуль МОДС88. Предназначен для работы в составе микропроцессорных систем управления, сбора и обработки информации под управлением модуля ММК.

Технические характеристики:

- тактовая частота – 22 мГц;

- объем постоянного запоминающего устройства – 8 Кбайт;

- объем оперативного запоминающего устройства – 256 байт;

- количество линий ввода дискретной информации – 8;

- количество линий вывода дискретной информации – 8;

- величина тока, соответствующего логическому значению «0» в линиях ввода дискретной информации, – не более 0,5 мА;

- величина тока, соответствующего логическому значению «1» в линиях ввода дискретной информации, – не менее 5 и не более 40 мА;

- предельное значение тока в линиях вывода дискретной информации – не более 40 мА;

- предельное значение напряжения на линиях вывода дискретной информации – не более 50 В;
- дифференциальное выходное напряжение приемопередатчика интерфейса RS485 – не менее 1,5 и не более 5 В при сопротивлении нагрузки 27 Ом;
- ток короткого замыкания приемопередатчика интерфейса RS485 – не менее 35 и не более 250 мА;
- входное сопротивление приемопередатчика интерфейса RS485 – не менее 12 кОм;
- диапазон входного напряжения приемопередатчика интерфейса RS485 – от –14 до +14 В.

Модуль МОДС88 реализован на базе однокристалльного микроконтроллера, который обеспечивает гибкую логику работы устройства, благодаря чему становится возможной обработка модулем сигналов от датчиков внешних устройств и управления работой внешних устройств.

Модуль МРУ. Предназначен для работы в составе аппаратуры контроля подвижного состава совместно с напольными камерами аппаратур ДИСК-Б.

Технические характеристики:

- величина напряжения на входах контроля положения заслонок, соответствующего положению «заслонка закрыта», – не более 5 В;
- величина напряжения на входах контроля положения заслонок, соответствующего положению «заслонка открыта», – не менее 18 и не более 50 В;
- величина тока управления лампой типа СМ-37 – (100 ± 20) мА;
- величина тока управления лампой типа НСМ10-55-2 – (50 ± 10) мА;
- ток в цепи управления заслонками ДИСК-Б – не более 300 мА;
- напряжение питания исполнительных устройств и устройств контроля аппаратуры ДИСК-Б постоянное нестабилизированное – не менее 18 и не более 50 В;
- диапазон регулировки уровней сигналов в тепловых каналах – от 10 до 100 %.

Модуль МРУ обеспечивает управление и согласование напольного и силового оборудования аппаратуры ПОНАБ-3 или ДИСК-Б с аппаратурой контроля состояния подвижного состава.

6.6 Устройства контроля схода подвижного состава УКСПС

Устройство контроля схода и волочения деталей подвижного состава контролирует нижний габарит подвижного состава. Состоит из специальной металлической рамки, которая сбивается при нарушении габарита, и схемы, воспринимающей размыкание контура рамки (рисунок 6.19).

Устройства УКСПС являются дополнительными средствами, обеспечивающими безопасность движения поездов, и предназначены для автомати-

ческого обнаружения и остановки поезда перед станцией или искусственным сооружением при наличии в составе сошедших колесных пар или свисающих частей, выходящих за пределы габарита по низу и способных повредить стрелочные переводы [3].

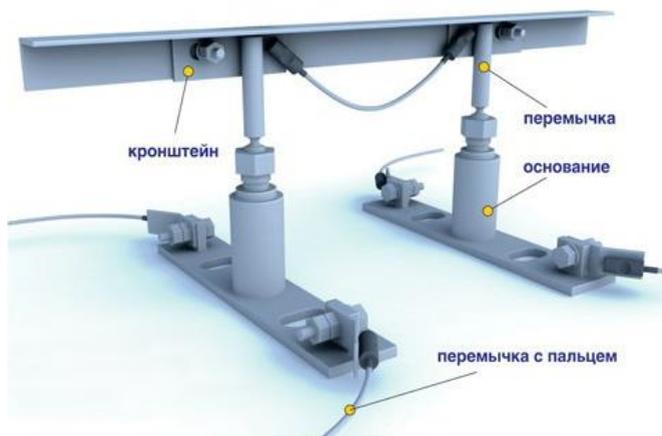


Рисунок 6.19 – Внешний вид датчика УКСПС

К устройствам контроля схода подвижного состава относятся датчики, токопроводящие планки и перемычки, контрольные приборы и кабели СЦБ. Датчики УКСПС (рисунок 6.20) устанавливаются перед станцией на расстоянии, обеспечивающем остановку поезда у входного светофора при нарушении их работы, как правило, служебным торможением.

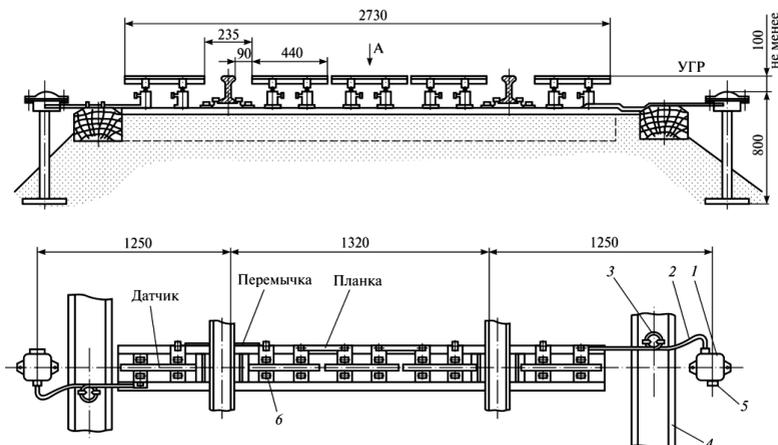


Рисунок 6.20 – Схема размещения датчиков УКСПС

На двухпутных линиях датчики УКСПС устанавливаются только для движения по правильному пути. Вариант места установки датчиков УКСПС определяется комиссией в зависимости от средств сигнализации и связи при движении поездов (автоматическая или полуавтоматическая блокировка), типа сигнализации (трехзначная или четырехзначная) и максимальной длины обращающихся поездов.

При автоматической блокировке с трехзначной сигнализацией датчики УКСПС должны устанавливаться на втором участке приближения к станции на расстоянии от предупредительного светофора, обеспечивающем восприятие машинистом изменения показания предупредительного светофора при нарушении датчика УКСПС последним скатом хвостового вагона или выступающими за пределы габарита подвижного состава понизу свисающими частями хвостового вагона.

Это расстояние должно быть не менее максимальной длины обращающегося на участке подвижного состава с добавлением 200 м с учетом времени переключения показания предупредительного светофора и времени его восприятия машинистом.

6.7 Автоматическая система контроля волочащихся и провисающих предметов на ходу поезда СКВП

Система контроля нарушений нижнего габарита подвижного состава в проходящих поездах точечного типа (СКВП-2) состоит из блока датчика, прикрепленного непосредственно к шпале через амортизаторы, блока управления, выполненного в конструктиве реле НМШ, и двух реле Р2 и Р3, которые формируют и фиксируют сигналы «волочение» и «система исправна» соответственно. Линия связи между блоком датчика и блоком управления, находящимся в помещении, выполнена четырехжильным кабелем.

Опорная пластина основания датчика прикрепляется к деревянной шпале путевыми шурупами. К ней через резиновые амортизаторы прикреплен выполненный в виде стального профиля прямоугольного сечения вибропровод, проходящий под подошвами рельсов перпендикулярно рельсовому пути. К нему жестко прикреплены наклонные отбойные стальные пластины. В центре вибропровода в герметичном корпусе жестко закреплен датчик для дискретного измерения горизонтальной составляющей ускорения.

СКВП-2 является электромеханическим устройством контактного действия. Его схема представлена на рисунке 6.21. Датчик сконструирован на базе контактора ТКД 133 ДОД (реле Р4). В качестве реле Р2 и Р3 используются НМШМ2-3000 и НМШМ1-180.

Негабаритность определяется при ударе негабаритного предмета по любой из отбойных пластин. Включенное состояние системы и исправность ее электропитания контролируется желтым светодиодом HL3 в блоке управления.

P1 под током реле P3 обесточивается, и светодиод HL2 не горит – система исправна.

После разряда конденсатора C2 до напряжения отпускания реле P1 контакты 2–3 размыкаются и на обмотку реле P4 датчика подается пониженное напряжение через обмотку реле P3 и стабилизатор тока, выполненный на микросхеме DA-1. При этом реле P3 срабатывает и формирует сигнал «исправность системы».

Контролируемая область наличия волочащихся и провисающих предметов по вертикали ниже 30 мм относительно уровня головки для рельсов P65 и ниже 42 мм для P75, а по горизонтали относительно оси пути – 1250 мм в обе стороны за исключением областей шириной 215 мм с центром около оси каждого рельса. Напряжение питания 24 В с частотой 50 Гц. Потребляемая мощность не более 5 В·А. Масса блока датчика – не более 70 кг, блока управления – не более 2 кг.

Система СКВП-2 не требует периодического обслуживания и сохраняет технические характеристики в интервале температур от –50 до +60 °С и относительной влажности до 100 %.

Напольное оборудование системы контроля волочащихся предметов СКВП-2, разработанное Нижегородским отделением ВНИИЖТа МПС РФ (рисунок 6.22), представляет собой сборно-разборную неразрушаемую конструкцию из 3-х элементов зацепления (по одному на концах шпал и один между рельсами) с общим акустическим каналом, снабженным пьезоэлектрическим акселерометром.



Рисунок 6.22 – Напольные устройства СКВП

Выход акселерометра через блок сопряжения подключен к одному из 28 входов расширения комплекса КТСМ-02БТ.

Это обеспечило адресную «привязку» показаний СКВП-2 к физическим единицам контролируемого подвижного состава, передачу данных по общему информационному каналу связи на станционное регистрирующее оборудование – автоматизированное рабочее место оператора линейного пункта контроля (АРМ ЛПК) и по групповому каналу связи через концентратор информации КИ-6М локальной сети СПД ЛП систем АСК ПС на центральный пункт контроля (АРМ ЦПК) отделения дороги.

При срабатывании СКВП-2 информация с указанием порядкового и бортового номера вагона передается на АРМ ЛПК, на АРМы АСК ПС и АРМ ДНЦ, при этом формируется сигнал «Тревога 2» для перекрытия входного светофора станции и речевое сообщение для дежурного персонала и поездной бригады.

Проверка работоспособности системы при имитации вагонов с волочащимися деталями осуществляется согласно инструкции по эксплуатации системы и заключается в ударах молотком по корпусам датчиков.

В отличие от УКС ПС производства ЗАО «Термотрон» СКВП-2 является неразрушаемым, при взаимодействии с волочащимися деталями (предметами) движущегося подвижного состава устройством. Оно не требует восстановления работоспособности с заменой элементов зацепления после каждого срабатывания. В СКВП-2 отсутствуют подвижные части, электроконтактные соединения, нарушения которых могут вызвать ложные срабатывания и необоснованные задержки поездов у входного сигнала станции.

На рисунке 6.23 показаны напольные устройства системы контроля нарушения габарита СКНГ (слева) и напольные камеры КНМ-05 комплекса КТСМ-02БТ. В качестве регистраторов виброускорения в устройстве СКНГ применены акустические датчики.



Рисунок 6.23 – Напольные устройства СКНГ и напольные камеры КНМ-05

6.8 Установка для автоматизированного контроля поверхности катания вагонных колес УКВК

Установка УКВК предназначена для автоматизированного выявления и регистрации неровностей поверхности катания вагонных колес в движущихся поездах, выявления разности в нагрузке правой и левой сторон колесных пар, передачи сообщений на печатающее устройство и сохранения итоговой информации в течение суток в памяти компьютера.

По назначению установка относится к диагностическому оборудованию ПТО и должна размещаться перед входными стрелками станции прибытия.

Установка выявляет следующие неровности поверхности катания вагонных колес:

- ползуны (выбоины) глубиной более 1 мм;
- раковины и выщербины на поверхности катания глубиной более 1 мм и длиной более 25 мм, попадающие в зону контакта с рельсом и вызывающие удар по рельсу;
- навары на поверхности катания колеса высотой более 0,5 мм, попадающие в зону контакта «колесо – рельс» и вызывающие удар или динамическое воздействие на рельс.

В состав изделия входят: комплекс напольных устройств, смонтированных на рельсах и соединенных с преобразователем сигналов интерфейсов, кабельные соединители, устройство обработки и передачи информации, регистрирующее устройство.

В таблице 6.1 приведены узлы и комплектующие установки.

Таблица 6.1 – Перечень узлов и основных комплектующих изделий установки автоматизированного контроля поверхности катания вагонных колес

Наименование и маркировка	Обозначение по конструкторской документации	Количество на одно изделие
1 Регистратор колесных пар оптический (РКПО-1803.803)	1803. 803 01.00.000	1
2 Датчик контроля состояния поверхности катания (ДКПК-1803.804.01)	1803.804-01.00.000	2
3 Датчик ДОБК-ЖТЗ	–	2
4 Устройство обработки и передачи информации (УОПИ -1803.804-02)	1803.804-02.00.000	1
5 Преобразователь сигналов интерфейсов (ПС-1803.804-03)	1803.804-03.00.000	1
6 Источник вторичного питания (ИВП-1803.804-04)	1803.804-03.00.000	1
7 Источник бесперебойного питания установки	–	1
8 Кабельный соединитель	–	
9 Ящик трансформаторный (ТЯ1)	–	1
10 Модем IDC2814 VXL+	–	2
11 Печатающее устройство	–	1 (на ПТО)
12 Персональный компьютер	–	1 (на ПТО)

Устройство и работа установки. Установка конструктивно исполнена следующим образом (рисунок 6.24). На участке пути, расположенном со стороны прибытия поезда на расстояниях 785 и 1285 мм от датчиков

контроля состояния поверхности катания (ДКПК) (поз. 2) на левом рельсе укреплены два оптических регистратора колесных пар (РКПО) (поз. 3). На правом рельсе со стороны убытия поезда на таких же расстояниях от датчиков ДКПК размещены еще два регистратора колесных пар РКПО. Регистраторы колесных пар и датчики контроля состояния поверхности катания соединены кабельными соединителями с преобразователем сигналов интерфейсов (ПС). Питание преобразователя сигналов интерфейсов осуществляется от источника вторичного питания ИП, который размещен в трансформаторном ящике. Информация от преобразователя сигналов интерфейсов по линии связи передается на устройство обработки и передачи информации (УОПИ), которое также находится в трансформаторном ящике.

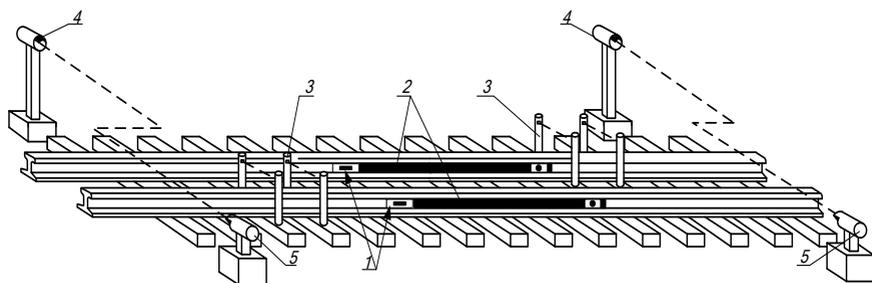


Рисунок 6.24 – Установка УКВК

При движении поезда с любого направления происходит перекрытие оптического канала датчика ДОБК-ЖТЗ (поз. 4 и 5) и включение системы в работу. Открытие оптического канала этого датчика подтверждает проход одной подвижной единицы.

Первая колесная пара первой подвижной единицы пересекает оптические каналы первого и второго по ходу движения датчиков оптического регистратора колесных пар РКПО. Вырабатываются сигналы, идентифицирующие появление первой колесной пары и направление движения поезда. После пересечения оптических осей датчиков РКПО колесная пара воздействует на датчики ДКПК, расположенные на обоих рельсах. Информация о динамическом воздействии колеса на рельс обрабатывается в датчиках ДКПК и передается по кабельным соединителям КС в преобразователь сигналов интерфейсов ПС. После преобразования сигналов информация поступает в устройство обработки и передачи информации УОПИ, где производится преобразование информации в форму, доступную для накопления и обработки компьютером, который находится на рабочем месте оператора, и сохранения.

После обработки и сохранения результатов контроля информация автоматически печатается принтером в виде сообщения оператору.

Величины дефекта поверхности катания приводятся в условных единицах, пропорциональных ударному воздействию колес на рельс. Нижний предел регистрации дефектов задается в процессе наладки и может изменяться в зависимости от изменения состояния пути и требуемого уровня браковки.

Функциональные возможности установки эффективно реализуются при соблюдении нижеприведенных требований к размещению установки и эксплуатационным режимам изделия.

Для снижения динамического воздействия от поперечных перемещений колесных пар оборудование монтируется на участке пути с длиной прямолинейной части не менее 75 м. В случае бесстыкового участка пути узлы установки размещаются на середине участка. При наличии стыков, рельс, на котором крепятся узлы установки, должен быть отделен от криволинейных участков пути с каждой стороны прямолинейными участками длиной не менее 25 м с каждой стороны. Зазоры в стыках, примыкающих к измерительному рельсу, должны быть не более 2 мм, разница по высоте рабочей поверхности головки рельса в данных стыках не допускается.

Для снижения влияния вертикальных неровностей пути на участке размещения оборудования не допускаются дефекты поверхности катания рельса.

Вертикальный износ рабочих поверхностей обоих рельсов должен соответствовать требованиям Инструкции по текущему содержанию железнодорожного пути ЦП-2913, вертикальный износ правого и левого рельса не должен отличаться более чем на 0,2 мм.

Боковой износ рельсов на измерительном участке не допускается.

На двух соседних шпалах, расположенных под датчиками контроля состояния поверхности катания, создается искусственная просадка 1–2 мм под обоими рельсами путем удаления одной из резиновых прокладок.

Содержание балластной призмы, шпальной решетки и рельсовых креплений на измерительном участке должно обеспечивать максимальную равноупругость подрельсового основания.

Для обеспечения эксплуатационных показателей установки необходим следующий скоростной режим движения поездов:

– скорость должна находиться в пределах от 50 до 5 км/ч, динамический диапазон изменения скорости $N_{\text{дин}} = (v_{\text{max}}/v_{\text{min}}) < 20$. При превышении верхнего порога скорости снижается выявляемость дефектов типа «ползун» и «краковина».

Трансформаторный ящик ТЯ1 размещается в непосредственной близости от верхнего строения пути с учетом требований габарита приближения строений и условий подвода кабельных силовой и сигнальной линий.

Монтаж датчиков контроля состояния поверхности катания ДКПК (поз. 2) осуществляется после предварительного сверления в каждом рельсе

в местах крепления ДКПК двух отверстий диаметром 22 мм на расстоянии 82,5 мм от основания рельса и 1330 мм между ними. В отверстия рельса вводятся оси так, чтобы крепление несущей балки находилось с внешней стороны колеи, и закрепляются с внутренней стороны колеи гайками М18. После чего, установив балку на опорные оси, закрепить ее гайками и затянуть стяжные болты. Закрепив узел крепления ДКПК, необходимо установить на место клеммы и укрепить их.

Проверка готовности изделия к работе осуществляется включением питания установки, контролем состояния светодиодных индикаторов наличия напряжения питания. Затем проверяется работоспособность элементов оптических каналов на основе датчиков ДОБК-ЖГЗ, которая подтверждается по свечению индикаторного диода при перекрытии канала. Перекрытие этого оптического канала приводит в рабочее состояние датчики устройства обработки и передачи информации (УОПИ), и программно-аппаратный комплекс на основе компьютера. Проверка работоспособности датчиков – регистраторов колесных пар осуществляется последовательным по направлению движения поезда перекрытием обоих оптических каналов непрозрачным предметом, имитирующим проход колесной пары. После выполнения данной процедуры контрольная программа должна показать проход одной колесной пары.

Проверка работоспособности датчика-регистратора неровностей поверхности катания проверяется приложением к рельсу ударной или весовой нагрузки (ударная нагрузка – массой 10 кг с высоты 0,2 м; весовая нагрузка – статическим приложением веса 60 кг и более). Приложение указанных силовых воздействий приводит к регистрации контрольной программой силового воздействия, эквивалентного 5–7 дискретам отсчета.

Опробование установки в работе и настройка уровня регистрации дефектов осуществляется путём пропуска нескольких (3–4) поездов и проверки соответствия результатов натурального осмотра результатам, регистрируемым компьютером. В случае расхождения в показаниях установки с данными натурального осмотра забракованных колесных пар производится настройка уровня регистрации дефектов.

Использование установки осуществляется в следующем порядке: с клавиатуры компьютера запускается контрольная программа. При выдаче в распечатке установки сообщения «готова к приёму», она остаётся работать в автоматическом режиме. Через 15–20 с., после прохода очередного поезда принтер печатает протокол, а установка автоматически устанавливается в режим приёма следующего поезда.

При срабатывании тревожной сигнализации компьютера, установленно у оператора ПТО, необходимо уточнить по компьютерной распечатке порядковый номер вагона и оси с дефектными колёсами, запросить у дежурного по станции информацию о времени прибытия поезда на данный путь и вместе с осмотрщиком вагонов заранее выйти к месту предполагаемой остановки вагона, зарегистрированного УКВК.

Подсчетом физических единиц прибывающего на станцию поезда определить, какой вагон зарегистрирован аппаратурой, запомнить последние цифры его инвентарного номера или другие специфические признаки. В момент прохождения «большого» вагона обратить внимание на наличие характерных периодических ударов колёс о рельсы зарегистрированной оси, колебания боковины тележки (подпрыгивание, галомирование), юз повреждённой колёсной пары, часто возникающий незадолго до остановки поезда.

После остановки поезда до отцепки локомотива необходимо найти «большой» вагон и тщательно осмотреть поверхности катания колёс, зарегистрированных установкой.

При отсутствии дефектов на доступных для осмотра частях поверхностей катания колёс необходимо, отпустив тормоз у этого вагона и соблюдая меры техники безопасности, ломиком отжать тормозную колодку и проверить наличие дефектов в зоне, закрытой тормозной колодкой. Если и здесь дефектов не обнаружено, необходимо мелом отметить на ободе колеса зону контакта колеса с рельсом и, связавшись по громкоговорящей связи или по радио (через оператора или дежурного по станции) с локомотивной бригадой, потребовать сдвинуть состав на 1,0–2,0 м, чтобы меловая метка оказалась в доступной для осмотра зоне.

После отыскания дефекта необходимо абсолютным шаблоном измерить глубину ползуна или высоту навара как разность двух измерений проката колеса посередине дефекта и за его пределами.

Если на поверхностях катания нет ползунов, наваров и выщербин, необходимо обратить внимание на внешние признаки неравномерного проката, колёс: раздавливание обода (местное уширение), наплывы металла на наружную фаску обода колеса; уширение дорожки качения, наличие закатавшихся ползунов или отслаивание наваров.

После завершения натурального осмотра и измерений необходимо занести в блокнот, а затем в журнал оператора следующие данные: инвентарный номер вагона, тип букс, вид и размер дефектов (в дополнение к порядковому номеру вагона и номеру оси, зарегистрированной установкой).

Примечания:

1 При отсутствии абсолютного шаблона допускается размеры измерять с помощью кронциркуля и (или) линейки с использованием следующих данных соответствия между длиной и глубиной (высотой) дефектов, приведенных в таблице 6.2.

2 Если протяжка состава не производится из-за отсутствия поездного локомотива, то глубина ползуна, находящегося в зоне контакта колеса с рельсом, определяется данными, измеренными с помощью кронциркуля и линейки.

3 Неравномерный прокат определяется как разность проката, измеренного абсолютным шаблоном в сечениях с максимальным и минимальным износами на расстоянии до 500 мм.

Таблица 6.2 – Соответствие между длинами площадок и глубинами дефектов ползунов

В миллиметрах

Глубина ползуна	0,7	1,0	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
Длина ползуна	50	60	75	85	100	120	135	150
Длина зоны контакта колеса с рельсом	75–80	100–105	110–115	120–125	130–135	140–150	150–155	160–165

6.9 Структурная схема перегонной аппаратуры LASCA

На железных дорогах Германии разработана и широко применяется диагностическая система LASCA, которая так же выполняет несоизмерительную функцию. На Белорусской железной дороге установлено, в порядке внедрения прогрессивных технологий, три комплекса этой аппаратуры. В качестве измерительных преобразователей в системе используются лазерные источники излучения и фоторезисторные приемники. Измерительный участок состоит из шести пар лазерных датчиков, установленных между шпалами. Схема измерения вертикальной наружки показана на рисунке 6.25. При расстоянии между центрами шпал 600 мм чувствительная длина измерительного участка составляет 3 600 мм.

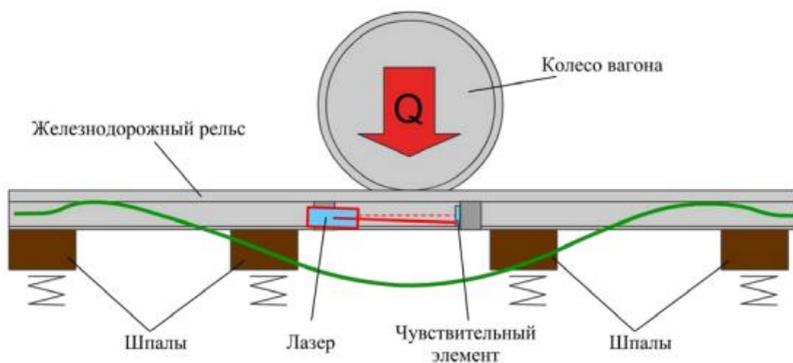


Рисунок 6.25 – Схема измерения вертикальной нагрузки системой LASCA

Для измерительного участка система обеспечивает возможность контроля полностью всей поверхности катания колес (длина поверхности катания составляет примерно 3 000 мм и зависит от износа обода колеса). В первичных сигналах системы содержится значительное количество информации, в том числе о месте прохождения поезда, дате и времени, номере поезда, скорости, направлении, общем количестве осей, длине поезда, его общей массе, состоянии узлов вагонов [44].

Информативной частью сигнала, характеризующей динамику взаимодействия колеса и рельса, является часть сигнала на интервале времени, когда колесо непосредственно проходит над датчиком.

На рисунке 6.26 представлены сигналы от проезда колеса над шестью датчиками с правого и левого рельсов. Длина чувствительной зоны (информативной зоны) составляет 0,9 м. Линия поз. 1 показывает сигналы с датчиков, расположенных на левом по ходу движения поезда рельсе, а красная линия (поз. 2) – на правом. Сигналы с датчиков левого колеса характерны для ситуации, в которой отсутствуют дефекты поверхности катания. На второй линии поз. 2 на рисунке 6.26 наблюдаются отклонения (позиции Defekt 1 и Defekt 2) от нормального качения колеса, связанные с прокатыванием по дефектам поверхности катания.

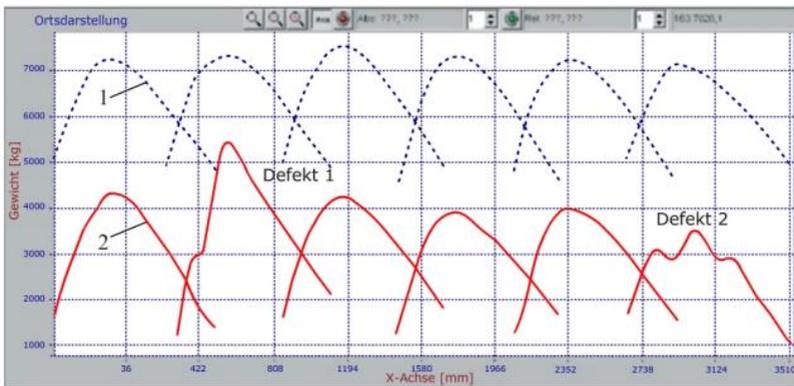


Рисунок 6.26 – Первичные сигналы системы LASCA

Двойные пики, которые зарегистрированы на втором и шестом датчиках, сигнализируют о нарушении округлости колеса, что свидетельствует о дефектах типов: ползун, выщербина, навар. Различные значения амплитуды пиков на датчике свидетельствуют об эксцентricности колеса. При обнаружении дефектных колес вагоны направляются в депо для проведения подтверждающего измерительного контроля, по результатам которого принимают решение о браковке колеса.

Система LASCA на основе первичной информации выдает четыре вида тревоги: зеленая, желтая, красная и фиолетовая. При сигнале «Фиолетовая тревога» колесо содержит предельно опасный дефект и поезд немедленно останавливается. Таким образом, система позволяет обнаруживать и классифицировать дефекты на четыре группы по степени опасности. Ограниченность системы связана с отсутствием количественных, метрологически обеспеченных измеряемых параметров динамических сил и/или размеров дефектов поверхности катания.

7 ИЕРАРХИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА АСК ПС БЕЛОРУССКОЙ ЖЕЛЕЗНОЙ ДОРОГИ

7.1 Назначение и принципы построения корпоративной территориальной сети для АСК ПС по станциям, отделениям и управлению дороги

Устройство и работа. Система АСК ПС имеет сетевую иерархическую топологию. В основу иерархии АСК ПС положен наименьший участок – диспетчерский круг управления движением поездов. Несколько участков (диспетчерских кругов) объединяются на уровне отделения дороги или региона управления дорожным центром управления перевозками (ДЦУП). Отделения и регионы управления объединяются на уровне дорог, а централизация дорог осуществляется на уровне ЦУП. Таким образом, структура распределенной АСК ПС, строится с выделением следующих уровней (рисунок 7.1):

- 1-й – линейный (измерительный: подсистема установок теплового контроля на перегоне и подсистема концентрации данных от установок);
- 2-й – региональный, или отделенческий;
- 3-й – дорожный.

Назначение и состав технических и программных средств каждого уровня распределенной системы АСК ПС.

1-й уровень (линейный) включает в себя концентраторы информации (КИ-6М), которые являются узлами сети передачи данных с линейных пунктов (СПД ЛП). К КИ-6М могут подключаться:

- средства теплового контроля КТСМ-01Д, КТСМ-02 и др. (обеспечивается подключение до четырех устройств);
- периферийный контроллер ПК-06: осуществляет ввод информации, полученной от системы автоматической идентификации подвижных единиц САИД «ПАЛЬМА».

Данные от измерительной подсистемы (установок КТСМ или периферийных контроллеров) поступают в СПД, которая предназначена для организации информационного обмена между территориально рассредоточенными источниками и потребителями информации с максимально эффективным использованием каналов и волоконно-оптических линий связи (ВОЛС).

2-й уровень (региональный, или отделенческий) представляет собой локальную вычислительную сеть (ЛВС), содержащую:

- центральный концентратор информации (ЦКИ), обеспечивающий информационный обмен между системой передачи данных и сервером баз данных отделения дороги;

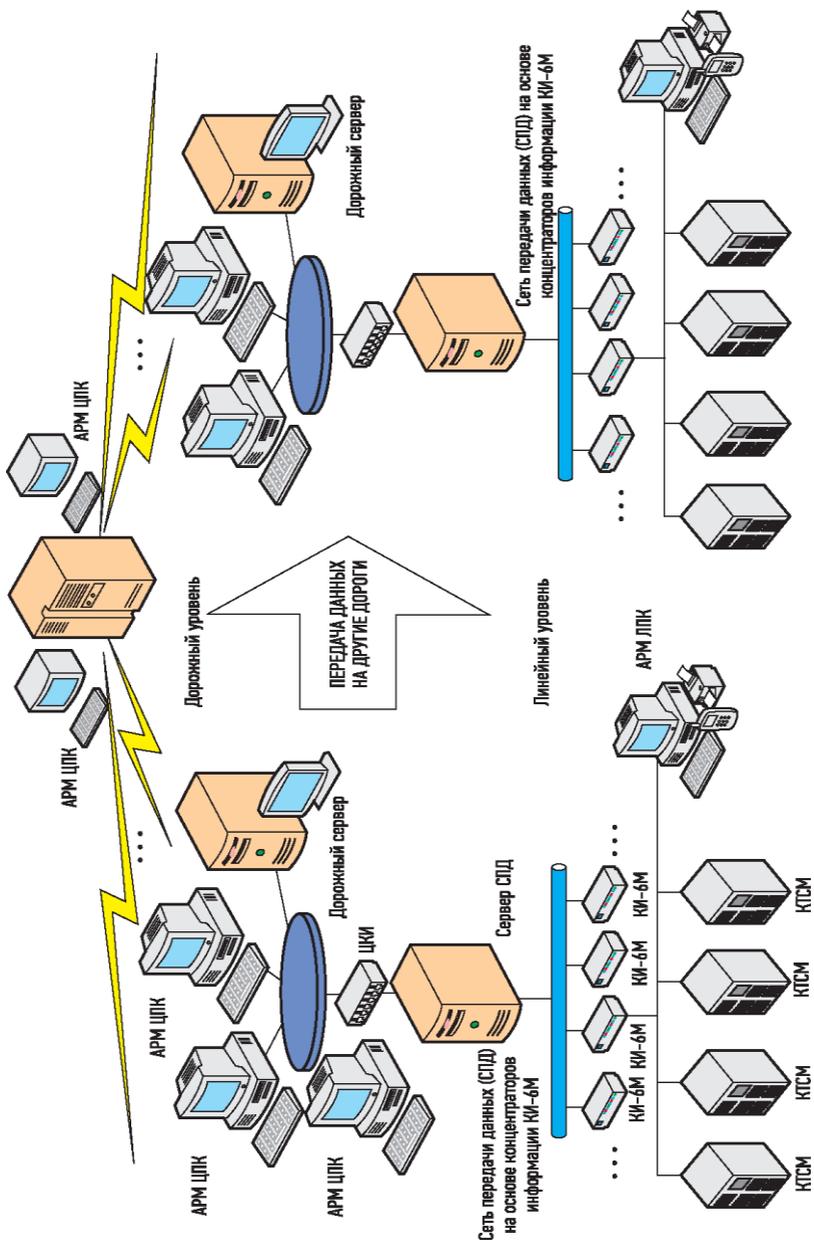


Рисунок 7.1 – Иерархическая структурная схема автоматизированной системы контроля подвижного состава (АСК ПС)

– АРМ «Администратор СПД ЛП», который осуществляет непрерывную диагностику (мониторинг) всех устройств, включенных в СПД ЛП отделения дороги, а также каналов связи;

– АРМы Центрального пункта контроля (ЦПК), использующие информацию с сервера; их максимальное число и размещение определяется возможностями ЛВС.

3-й уровень (дорожный) также представляет собой ЛВС, содержащую:

– сервер баз данных АСК ПС, обеспечивающий обработку и накопление информации с серверов всех шести отделений дороги;

– АРМы ЦПК, использующие информацию с сервера.

В общем случае иерархический комплекс технических средств АСК ПС представляет собой распределенную структуру специализированных аппаратно-программных комплексов, объединенных единой сетью передачи данных. АСК ПС обладает широкими эксплуатационными возможностями и может использоваться в различных режимах:

– автономно;

– совместно с другими системами контроля, например, с автоматизированной системой контроля устройств СЦБ (АСК СЦБ) с использованием общей СПД;

– в качестве подсистемы в составе автоматизированной системы диспетчерского контроля (АСДК).

Использование АСК ПС обеспечивает создание условий перехода от системы критической диагностики перегретых букс, т. е. регистрации необходимости экстренного принятия решения (отцепки вагона), к организации мониторинга нагрева букс.

АСК ПС может быть адаптирована для систем подобного назначения, созданных другими производителями, а также иных систем диагностики подвижного состава.

АРМ оператора ЦПК и АРМ оператора ЛПК основаны на прикладном программном обеспечении АСК ПС. По реализуемым функциям АРМы аналогичны и обеспечивают решение следующих задач:

– автоматический прием информации от средств контроля (СК) подвижного состава типа КТСМ-01, КТСМ-01Д; КТСМ-02 и др.;

– автоматическое формирование сигналов тревог и оповещения при перегреве букс (информация от средств теплового контроля) или дефектов подвижного состава (информация от средств контроля неисправностей);

– просмотр и анализ архивов сохраненной информации в интерактивном режиме;

– контроль и учет выполнения регламентных работ по обслуживанию диагностических операций КТСМ;

– выдачу архивных и статистических данных о работе технических средств контроля подвижного состава;

– автодиагностику оборудования перегона, станции и каналов связи;

– изменение параметров настройки пороговых значений «Тревог».

7.2 Архиватор базы данных АСК ПС

Программное средство «Архиватор АСК ПС» предназначено для обработки информации о поездах, проконтролированных устройствами АСК ПС (КТСМ-01, КТСМ-01Д, КТСМ-02) и информации о локомотивах, прошедших через Систему автоматической идентификации САИПС. Целью работы программного средства является архивирование информации в базы данных АСК ПС.

Основными функциями программного средства являются:

- циклическое считывание информации, поступающей от устройств АСК ПС, из промежуточного буфера хранения информации, организуемого либо сервером сети передачи данных (СПД), либо центральным концентратором информации (ЦКИ);

- обнаружение событий прохода поезда через пункт контроля АСК ПС и автоматический поиск графического номера и индекса проконтролированного поезда по прибытию поезда на станцию информирование ДНЦ или по совершению операции ДСП;

- автоматическое формирование запроса ввода номера поезда на пульт дежурного по станции и прием введенного номера (в случае необходимости);

- обнаружение событий прохода «больного вагона» (вагона с нагретой буксой) через пункт контроля АСК ПС, автоматический поиск инвентарного номера в натурном листе на поезд и формирование «пометки» для графика ДНЦ;

- обнаружение неисправности аппаратуры контроля и запись об этом в базу данных АСК ПС.

Требования к техническим средствам

Программное средство «Архиватор АСК ПС» предназначено для функционирования на компьютере, включенном в локальную вычислительную сеть (ЛВС) в качестве сервера или рабочей станции. Технические требования к компьютеру при этом в основном определяются видом применяемой операционной системы.

Операционная система

Программное средство «Архиватор АСК ПС» представляет собой 32-разрядное приложение Windows, предназначенное для работы в среде следующих операционных систем фирмы Microsoft.

Используемая система управления базами данных СУБД

Программное средство «Архиватор АСК ПС» использует СУБД «Vtrieve» (версия не ниже 6.15.445) для доступа к различным базам данных с использованием технологии «клиент – сервер».

Перечень программных компонентов

В состав рабочей программы входят следующие файлы:

- 1) crk_arc.exe – исполняемый файл программы;
- 2) crk_arc.ini – пример конфигурационного файла;
- 3) lg_arc.ini – файл конфигурации отладочных данных.

Для нормального функционирования программного средства «Архиватор АСК ПС» необходим доступ программы к следующим файлам:

1) devices.ini – файл, содержащий настройки для устройств АСК ПС; доступ необходим в режиме «read-only»; файл создается программным средством «Настройка АРМ Центрального Поста Контроля»; доступ необходим в режиме «read-only»;

2) либо кольцевая база данных, либо «файловое кольцо» (набор пронумерованных файлов), создаваемые программными средствами «Сервер СПД» или ЦКИ (далее – «кольцевой буфер СПД»); доступ необходим в режиме «read-only».

Для связи с другими программными средствами может быть обеспечен доступ к следующим файлам:

1) box.btr – циклическая база данных Vtrieve, используемая в качестве «почтового ящика» (для обмена сообщениями между программными средствами «Сервер СПД», «ПОЦКИ» «ПО АРМ дежурного инженера»), доступ необходим в режиме «read/write»;

2) dgp.btr, s02.btr, s02_car.btr, 4110_42.btr – циклические базы данных Vtrieve, создаваемые программным средством «Конвертор АСОУП»; доступ необходим в режиме «read-only».

7.3 Администратор сети передачи данных

Программное средство «Администратор СПД» предназначено для администрирования устройств СПД (концентраторы информации и периферийные контроллеры).

Функции администрирования устройствами СПД заключаются в автоматической диагностике устройств и каналов связи, обнаружении неисправностей, предоставлении информации о неисправностях устройств дежурному персоналу и обновлении программного обеспечения на устройствах.

Нормальное функционирование программы обеспечивается на технических средствах компьютера, соответствующих требованиям, изложенным в «Программное средство «Администратор СПД». Руководство системного программиста».

Перед использованием программа должна быть установлена и сконфигурирована в соответствии с требованиями, изложенными в «Программное средство Администратор СПД. Руководство системного программиста».

Если при установке программного средства «Администратор СПД» ярлык программы был помещен в папку «Автозагрузка», то программа автоматически запускается при загрузке Windows.

После запуска программы на экране отображается основное окно программы, состоящее из основного и управляющего полей, при этом в левом верхнем углу основного поля отображается ход загрузки конфигурационных данных.

После загрузки конфигурационных данных на основном поле отображается схема СПД, заданная первой по порядку при конфигурации программы, после чего программа считывает информацию о состоянии устройств СПД, формируемую сервером СПД. При этом элементы схемы, для которых отсутствует текущая информация, отображаются серым цветом.

В программе различаются следующие типы устройств:

– ПК-01 – контроллер периферийный ПК-01, работающий под управлением программы «УСДИ-200» или концентратор информации КИ-6М, работающий под управлением программы «УСДИ-800»;

– ПИ – контроллер периферийный ПК-01, работающий под управлением программы «ПИ»;

– КТСМ – контроллер периферийный ПК-02;

– КИ – концентратор информации КИ-6М, работающий под управлением программы для поддержания информационного обмена в СПД с топологией «шина» или с ячеистой топологией.

В отображении схем приняты следующие условности:

1) черный цвет используется при отображении нормально работающих устройств;

2) серый цвет используется при отображении устройств, по которым отсутствует информация;

3) красный цвет используется для индикации отказавших устройств;

4) желтый цвет используется для индикации состояния устройств, в работе которых обнаружены неисправности.

Схема СПД, отображаемая в основном поле программы, состоит из упрощённых изображений устройств и схемы их включения в СПД; предназначена для предоставления информации дежурному персоналу о функционировании устройств, включенных в СПД, и отображения топологии СПД. Пример фрагмента схемы СПД приведен на рисунке 7.2.

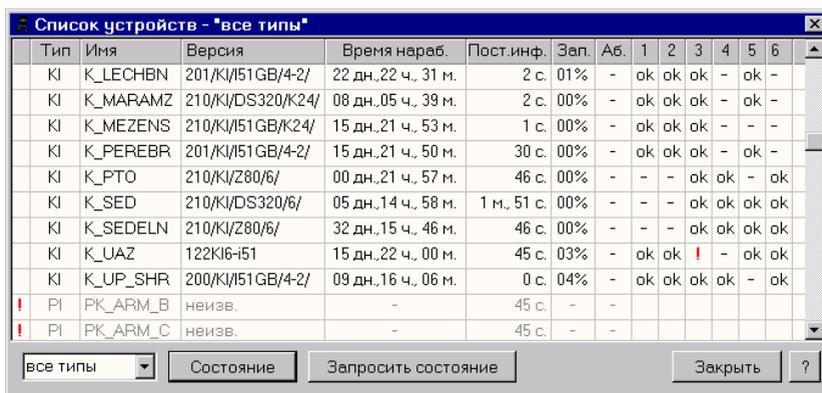
В верхней части изображений указана степень заполнения буфера устройств, при достижении критического значения этот параметр выделяется красным цветом. В нижней части изображений устройств КИ и ПИ присутствуют индикаторы заполнения буферов каналов. Цифры по периметру КИ обозначают номера каналов и служат для отображения связей КИ с другими устройствами. Буквы «Д» и «К» в изображении ПИ показывают, какие устройства подключены к соответствующим каналам ПИ («ДИСК» и «КТСМ»). Цифры «12» и «8» в изображении УСДИ показывают, сколько модулей УДВ-16 (Устройство дискретного



Рисунок 7.2 – Фрагмент схемы СПД

ввода) подключено к соответствующим каналам УСДИ. Буквы «ЧД» показывают, что к соответствующим каналам УСДИ подключены модули съема информации с ЧДК. Цифра «8», изображенная красным цветом на УСДИ, обозначает неисправность в работе данного канала устройства (например, несоответствии конфигурации, обнаруженной самим устройством, с конфигурацией, указанной при проектировании схемы СПД).

Для просмотра состояния всех контролируемых устройств в виде таблицы нажмите кнопку , расположенную на управляющем поле рабочего окна программы. При этом на экран выводится окно (рисунок 7.3), содержащее список устройств, заданных при конфигурации сети СПД, и состояние этих устройств.



Тип	Имя	Версия	Время нараб.	Пост. инф.	Зап.	Аб.	1	2	3	4	5	6
KI	K_LECHBN	201/KI/I51GB/4-2/	22 дн., 22 ч., 31 м.	2 с.	01%	-	ok	ok	ok	-	ok	-
KI	K_MARAMZ	210/KI/DS320/K24/	08 дн., 05 ч., 39 м.	2 с.	00%	-	ok	ok	ok	-	ok	-
KI	K_MEZENS	210/KI/I51GB/K24/	15 дн., 21 ч., 53 м.	1 с.	00%	-	ok	ok	ok	-	-	-
KI	K_PEREBR	201/KI/I51GB/4-2/	15 дн., 21 ч., 50 м.	30 с.	00%	-	ok	ok	ok	-	ok	-
KI	K_PTO	210/KI/Z80/6/	00 дн., 21 ч., 57 м.	46 с.	00%	-	-	-	ok	ok	-	ok
KI	K_SED	210/KI/DS320/6/	05 дн., 14 ч., 58 м.	1 м., 51 с.	00%	-	-	-	ok	ok	ok	ok
KI	K_SEDELN	210/KI/Z80/6/	32 дн., 15 ч., 46 м.	46 с.	00%	-	-	-	ok	ok	ok	ok
KI	K_UAZ	122KI6-51	15 дн., 22 ч., 00 м.	45 с.	03%	-	ok	ok	!	-	ok	ok
KI	K_UP_SHR	200/KI/I51GB/4-2/	09 дн., 16 ч., 06 м.	0 с.	04%	-	ok	ok	ok	ok	-	ok
!	PI	PK_ARM_B	неизв.	-	45 с.	-	-	-	-	-	-	-
!	PI	PK_ARM_C	неизв.	-	45 с.	-	-	-	-	-	-	-

Рисунок 7.3 – Список устройств при заданной конфигурации сети СПД

В окне состояния устройств отображается следующая информация:

- 1) «Тип» – тип устройства (список используемых типов приведен в п. 0);
- 2) «Имя» – имя устройства (уникальный идентификатор, используется для обмена информацией с устройствами);
- 3) «Версия» – версия программного обеспечения, используемого в устройстве;
- 4) «Время нараб.» – время наработки (время работы устройства без перезагрузки);
- 5) «Пост. инф.» – время, прошедшее с момента поступления последней информации от устройства;
- 6) «Зап.» – степень заполнения буфера устройства;
- 7) «Аб.» – количество абонентов, подключенных к устройству;
- 8) «1–6» – состояние каналов 1–6;

При просмотре устройств можно отфильтровать их по типу при помощи выпадающего списка с типами устройств. Нажатие кнопки «Состояние» приводит к появлению на экране окна с подробной информацией о состоя-

нии устройства. Нажатие кнопки «Запросить состояние» приводит к отправке запроса в выбранное устройство с целью получения обновленной информации о его состоянии. Нажатие кнопки «Закрыть» приводит к закрытию окна списка устройств.

Получение подробной информации о состоянии устройств. Окна с подробной информацией о состоянии устройств можно вызвать на экран, как из списка устройств, так и нажатием левой кнопки мыши на схематическое изображение объекта. Для каждого типа устройств определено окно со своим набором параметров.

Вид окна с подробной информацией о состоянии устройств типа «УСДИ» представлен на рисунке 7.4. В группу «Информация» собраны параметры, относящиеся к устройству в целом. В группе «Диагностика» отображается информация об ошибках в работе устройства (например, ошибки ОЗУ). В группе «Тип и состояние модулей» собрана информация о конфигурации устройства (номер канала; тип модуля, указанного при конфигурации; тип модуля, опознанного устройством; состояние канала). При нажатии кнопки «Запросить состояние» в устройство посылаются команды запроса состояния и версии. При нажатии кнопки «Инициализация» посылается команда в ЦКИ перечитать конфигурацию устройства (обычно данная команда посылается после изменения каких-либо параметров устройства с помощью программного средства «Конструктор схем СПД»). При нажатии кнопки «Сбросить» в устройство посылается команда сброса. Кнопка «Отключить» служит для исключения устройства из контроля. При ее нажатии посылается команда в ЦКИ, и на данное устройство перестают передаваться команды инициализации.

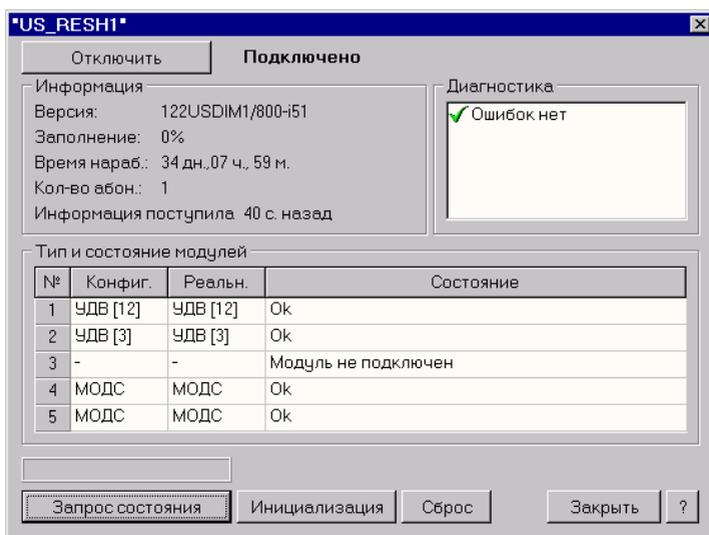


Рисунок 7.4 – Набор параметров для устройства «US_RESH1»

7.4 Центральный концентратор информации ЦКИ

Программное средство «Центральный концентратор информации» (далее ЦКИ) предназначено для управления устройствами СПД до пяти отдельных направлений и поддержания информационной взаимосвязи между источниками первичной информации СПД (периферийными контроллерами) и ее потребителями (автоматизированными рабочими местами) прикладных систем, функционирующих на базе данной СПД.

Функции управления устройствами СПД заключаются в автоматической диагностике устройств и каналов связи, обнаружении неисправностей и автоматической переконфигурации маршрутов передачи данных.

Функции информационной взаимосвязи заключаются в централизованном приеме информации от различных источников СПД и передаче ее в локальную вычислительную сеть для сохранения в файлах баз данных (БД) общего доступа.

Требования к техническим средствам

Функционирование ЦКИ обеспечивается на технических средствах персональном компьютере класса IBM PC, оснащенной встроенными модемами типа МД1200-2 ИН7.160.000. Связь с линейными концентраторами информации осуществляется по групповым каналам тональной частоты аппаратуры К24-Т.

В состав компьютера должны входить следующие устройства:

- 1) системный блок;
- 2) цветной видеомонитор с размером экрана 14 или более дюймов;
- 3) стандартная клавиатура на 101 или 102 клавиши;
- 5) сетевая плата (тип определяется видом применяемой ЛВС).

Системный блок компьютера должен обладать следующими характеристиками:

- 1) процессор – i486DX2 с тактовой частотой 80 МГц или более производительный;
- 2) оперативная память (RAM) – не менее 4 Мбайт;
- 3) накопитель на жестких магнитных дисках («винчестер») или энергонезависимый электронный диск емкостью не менее 8 Мбайт;
- 4) «материнская» плата должна иметь свободные разъемы («слоты») типа ISA для установки встроенных модемов по числу отдельных направлений (сегментов) СПД.

Операционная система

Работа ЦКИ обеспечивается в среде операционной системы MS-DOS фирмы «Microsoft» версии 5.0 или более поздней.

Дополнительно к операционной системе должен быть установлен клиент ЛВС (драйвер сетевой платы, поддержка протокола NetBIOS и сетевая оболочка операционной системы) - в зависимости от применяемой сетевой операционной системы сервера ЛВС прикладной системы.

Перечень программных компонентов

В состав поставляемого программного средства входят следующие файлы:

- 1) start.bat – пакетный файл для запуска программы;
- 2) cci.exe – выполняемый файл программы;
- 3) spd_cfg.cc – файл конфигурации оборудования ЦКИ;
- 4) spd_cfg.dev – файл конфигурации устройств СПД.

Взаимодействие компонентов

Пакетный файл запускает выполняемый файл программы. Команды условного перехода пакетного файла обеспечивают перезапуск выполняемого файла в случае возвращения программой кода равного 4.

После запуска выполняемая программа автоматически считывает информацию из файла конфигурации устройств СПД. В этой информации содержится список устройств СПД. Для каждого устройства считывается:

- 1) логическое имя устройства;
- 2) номер канала связи (сегмент СПД);
- 3) маршрут доступа к устройству;
- 4) протокол обмена с устройством;
- 5) строка параметров инициализации устройства.

Затем выполняемая программа автоматически считывает из файла конфигурации оборудования параметры встроенных модемов, NetBios имена и список групп потребителей информации.

Взаимодействие с другими программами

Программа ЦКИ взаимодействует с программой «Конвертер NetBios-Btrieve» и «Администратор СПД». Взаимодействие осуществляется по протоколу NetBios.

Взаимодействие с «Конвертером NetBios-Btrieve» заключается в передаче ему пакетов информации, принимаемых из СПД, и получении подтверждений. Для связи с Конвертером программа использует NetBios-имя, загружаемое из файла конфигурации оборудования ЦКИ.

Взаимодействие с «Администратором СПД» заключается в приеме от него пакетов с командами и передаче подтверждений.

8 ЛОКАЛЬНЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ АСК ПС

8.1 Конфигурирование локальной компьютерной сети железной дороги с учетом линейных предприятий

В последнее время особое внимание уделяется комплексным системам автоматизации и контроля с созданием единых диспетчерских центров управления движением. Новые требования к техническим средствам, обеспечивающим весь комплекс задач автоматизации, информатики и связи, обусловили переход к мощным, высоконадежным вычислительным системам, позволяющим обеспечить реализацию нескольких задач управления и контроля в единой аппаратно-программной среде и организовать передачу между линейными пунктами и центром значительного объема информации в режиме реального времени для многих пользователей разных служб железной дороги.

Одной из таких систем является автоматизированная система контроля подвижного состава (АСК ПС) с многоуровневой структурой построения. АСК ПС предназначена для автоматизации и централизации процесса сбора, передачи и обработки показаний аппаратуры диагностики и контроля.

На нижней ступени многоуровневой системы контроля информация о техническом состоянии подвижного состава снимается с перегонных пунктов контроля от устройств КТСМ и по линиям связи через концентратор информации КИ-6М поступает на автоматизированное рабочее место операторов линейных пунктов контроля АРМ ЛПК, расположенных у дежурных по станции. Одновременно информация с КИ-6М эстафетным методом, через файловый сервер АСК ПС поступает на ЛВС отделения дороги.

В целом ЛКС дороги состоит из комплекта устройств, обеспечивающих работу ЛКС (серверы, коммутаторы, маршрутизаторы), комплекса устройств накопления и распределения информации и списка автоматизированных рабочих мест АРМ пользователей сети.

Основное назначение ЛКС-О (локальная компьютерная сеть отделения дороги) заключается в сборе и обработке информации с периферийных устройств контроля, распределении информации по базам данных, предоставлении необходимой информации пользователям железной дороги, передаче необходимой информации в отделение дороги и получении дополнительной информации о поезде и подвижных единицах из справочного банка АСОУП. Эта ЛКС работает под управлением сервера АСК ПС и центрального концентратора информации ЦКИ. Накопление результатов контроля с

промежуточных пунктов производится с помощью системы передачи данных линейных пунктов СПД ЛП под управлением СУБД (система управления базами данных) с глубиной архива до одного года.

Сервер СПД предназначен для централизованного контроля работы средств СПД и каналов связи, управления потоками данных в СПД и локальной компьютерной сетью отделений железной дороги и Управления дороги. Сервер СПД должен быть включен в ЛКС центрального поста контроля в качестве рабочей станции.

Для передачи данных из региональных систем в центральный узел используется единая сеть передачи данных Белорусской ж. д. (ЕСПД).

В ЛКС отделения дороги предусмотрены соединительные линии с линейно-аппаратными залами (домами связи дистанций сигнализации и связи). Для ЛКС НОД-1 это дом связи ШЧ-1 ст. Минск, ШЧ-2 ст. Молодечно, ШЧ-13 ст. Орша; для ЛКС НОД-2 дома связи ШЧ-3 ст. Барановичи, ШЧ-8 ст. Лида; для ЛКС НОД-3 дом связи ШЧ-6 ст. Брест; для ЛКС НОД-4 дома связи ШЧ-9 ст. Гомель, ШЧ-12 ст. Жлобин, ШЧ-11 ст. Калинковичи; для ЛКС НОД-5 дома связи ШЧ-10 ст. Могилев, ШЧ-4 ст. Осиповичи; для ЛКС НОД-6 дома связи ШЧ-14 ст. Витебск, ШЧ-15 ст. Полоцк.

Технические решения алгоритмов АСК ПС основаны на устройствах высокоскоростной передачи данных. Для стыкования линий связи между локальными компьютерными сетями отделений дороги ЛКС НОД и управления дороги, а также с удаленными пользователями используются маршрутизаторы и коммутаторы. Они обеспечивают связь между собой с помощью модемов.

Коммутаторы обеспечивают высокоскоростную коммутацию и ретрансляцию пакетов информации из серверов баз данных и АРМов ЛКС НОД. Коммутаторы поддерживают режим записи, передачи и фильтрации ошибочных пакетов информации. Для организации сети ЛКС Белорусской железной дороги используют коммутаторы модели Cisco Catalyst 3750 и AT-FS716. Внутренняя пропускная способность составляет до 10 Гбит/с.

Маршрутизаторы обеспечивают стыкование коммутаторов с модемами, а также применяются для организации и управления доступом в ЛКС со стороны низовой сети. В качестве маршрутизаторов сети используют модели Cisco 3725, приведенные на рисунке 8.1.



Рисунок 8.1 – Мультисервисный маршрутизатор доступа Cisco 3725

Модемы представляют собой приемо-передатчики, служащие мостом между кабельной сетью и маршрутизаторами локальной компьютерной сети. В качестве модемов *DSL*-связи используют модемы модели Tinet-T336Cx, ZyXEL Prestige 791REE и ZyXEL U-336S. Внешний вид модема ZyXEL U-336S приведен на рисунке 8.2.



Рисунок 8.2 – Модем ZyXEL U-336S

Применение системы управления Cisco Prime на транспортной сетевой инфраструктуре Белорусской железной дороги способствует повышению надежности и ускорению реализации проектов цифровизации технического контроля и диагностики подвижного состава, а также снижению рисков и минимизации влияния человеческого фактора на безопасность перевозочного процесса. Дефекты в подвижном составе выявляются как непосредственно измерительными системами, так и в процессе обработки результатов измерений. Такие ситуации классифицируются по трем признакам: требующие немедленной остановки поезда, допускающие следование поезда до ближайшей станции и допускающие следование в ремонтное депо [3,4]. Информация по первым двум категориям передается машинисту локомотива, дежурному по станции и оператору ПТО.

Отправлять вагон в ремонт по предупреждению, относящемуся к одному или двум его дефектам, экономически невыгодно. Накопление результатов измерений параметров технического состояния вагона позволит применить многоуровневую оценку перед принятием решения о выводе его из эксплуатации. Перечень единиц подвижного состава, подлежащих направлению в ремонт, формируется и отправляется в автоматическом режиме. По результатам обработки данных могут формироваться различные отчеты, например, по износу колесных пар в конкретном вагонном депо. Такие возможности создают благоприятные условия для организации технического обслуживания подвижного состава в соответствии с его фактическим состоянием.

Важным этапом контроля является слежение за перемещением подвижного состава на пунктах технического обслуживания ПТО железнодорожных узлов и сортировочных станций. Здесь важную роль выполняет система автоматической идентификации подвижного состава САИПС. Она обеспечивает присвоение вагонам инвентарных номеров, поступивших из системы АС-КИН, дополнительное уточнение инвентарных номеров посредством системы АСКО ПВ, либо телевизионной системы считывания. Возможно присвоение условных номеров для вагонов, не оборудованных кодовыми бортовыми датчиками; определение вагонов с дефектами, показанными новыми комплексами технических средств КТСМ-03, либо системами обнаружения дефектов колес по поверхности катания LASCA, КТСМ-К и Комплекс-2 при движении поезда по перегону [44].

8.2 Пользователи локальных компьютерных сетей ЛКС

Пользователями ЛКС являются ведущие специалисты отделения дороги, связанные с обеспечением безопасности перевозочного процесса:

1 АРМ ДНЦ – автоматизированное рабочее место поездного диспетчера. Предусматривается по одному для каждого диспетчерского участка железной дороги.

2 АРМ НОД-В – автоматизированное рабочее место ведущего специалиста отделения дороги по вагонному хозяйству, необходимое для совершенствования форм управления вагонными предприятиями, входящим в состав отделения дороги. Ведущему специалисту предоставляется архив АСК ПС с глубиной поиска до одного года, чем и обусловлена установка данного терминала (АРМ НОД-В Минского отделения, АРМ НОД-В Барановичского отделения, АРМ НОД-В Брестского отделения, АРМ НОД-В Гомельского отделения, АРМ НОД-В Могилевского отделения, АРМ НОД-В Витебского отделения);

3 АРМ ВЧД – автоматизированное рабочее место дежурного по вагонному депо, необходимое для оперативной обработки информации о состоянии вагонного парка на прилегающих к узлу железнодорожных участках. Вагонное депо имеются в каждом крупном железнодорожном узле (АРМ ВЧД-1 ст. Минск, АРМ ВЧД-2 ст. Молодечно, АРМ ВЧД-9 ст. Гомель, АРМ ВЧД-10 ст. Брест, АРМ ВЧД-11 ст. Полоцк и т. д.);

4 АРМ ПТО предусматривается для всех узловых станций и крупных промежуточных станций проектируемого участка (АРМ ПТО ст. Молодечно, АРМ ПТО ст. Орша, АРМ ПТО ст. Барановичи, АРМ ПТО ст. Брест, АРМ ПТО ст. Жлобин, АРМ ПТО ст. Осиповичи и т. д.);

5 АРМ НОД-Т – автоматизированное рабочее место ведущего специалиста отделения дороги по локомотивному хозяйству, необходимое для совершенствования форм управления локомотивным предприятием, входящим в состав отделения дороги (АРМ НОД-Т Минского отделения, АРМ НОД-Т Барановичского отделения, АРМ НОД-Т Брестского отделения, АРМ НОД-Т Гомельского отделения, АРМ НОД-Т Могилевского отделения, АРМ НОД-Т Витебского отделения);

6 АРМ ТЧД – автоматизированное рабочее место дежурного по локомотивному депо. Предусматривается по всем локомотивным депо (АРМ ТЧД ст. Витебск, АРМ ТЧД ст. Орша, АРМ ТЧД ст. Волковыск, АРМ ТЧД ст. Лунинец, АРМ ТЧД ст. Кричев и т. д.);

7 АРМ НОД-Д – автоматизированное рабочее место ведущего специалиста отделения дороги по службе движения, необходимое для организации осуществления погрузочно-выгрузочных работ, подхода грузовых поездов, движения поездов и т. д. (АРМ НОД-Д Минского отделения, АРМ НОД-Д Барановичского отделения, АРМ НОД-Д Брестского отделения, АРМ НОД-Д Гомельского отделения, АРМ НОД-Д Могилевского отделения, АРМ НОД-Д Витебского отделения);

8 АРМ НОД-Ш – автоматизированное рабочее место ведущего специалиста отделения дороги по хозяйству сигнализации и связи, осуществляющее контроль сигналов работы и автоматического приема информации от средств контроля подвижного состава следующих типов: КТСМ-01Д, КТСМ-02 (АРМ НОД-Ш Минского отделения, АРМ НОД-Ш Барановичского отделения, АРМ НОД-Ш Брестского отделения, АРМ НОД-Ш Гомельского отделения, АРМ НОД-Ш Могилевского отделения, АРМ НОД-Ш Витебского отделения);

9 АРМ ШЧД – автоматизированное рабочее место диспетчера дистанции сигнализации и связи, осуществляющее контроль приема и передачи всех сигналов АСК ПС, а также обеспечивающее контроль исправного состояния всех приборов и аппаратов автоматики, телемеханики и связи в пределах дистанции сигнализации и связи (дом связи ШЧ-1 ст. Минск, дом связи ШЧ-2 ст. Молодечно, дом связи ШЧ-3 ст. Барановичи, дом связи ШЧ-6 ст. Брест, дом связи ШЧ-11 ст. Калинковичи и т. д.);

10 АРМ НОД РБ – автоматизированное рабочее место ведущего специалиста отделения дороги по безопасности движения (ревизора по безопасности движения), осуществляющее контроль безопасности движения подвижного состава (АРМ НОД-РБ Минского отделения, АРМ НОД-РБ Барановичского отделения, АРМ НОД-РБ Брестского отделения, АРМ НОД-РБ Гомельского отделения, АРМ НОД-РБ Могилевского отделения, АРМ НОД-РБ Витебского отделения);

11 АРМ АДМ-О – автоматизированное рабочее место администратора ЛКС отделения дороги. Осуществляет следующие функции: централизованный сбор информации от аппаратуры контроля подвижного состава на всём отделении дороги; передача информации о «тревожных» показаниях поезвному диспетчеру для отметки на графике движения поездов; отслеживание поезда с показаниями на длинном участке пути и принятие решения о необходимости остановки поезда для осмотра подвижного состава при повторяющихся подозрительных показаниях и получения дополнительной информации о поезде и подвижных единицах из справочного банка АСО-УП. Доступ к архивным данным за любой промежуток времени до одного года (АРМ АДМ-О Минского отделения, АРМ АДМ-О Барановичского отделения, АРМ АДМ-О Брестского отделения, АРМ АДМ-О Гомельского отделения, АРМ АДМ-О Могилевского отделения, АРМ АДМ-О Витебского отделения).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Автоматический контроль технического состояния подвижного состава на ходу поезда – последняя и в ряде случаев единственно возможная технологическая операция, позволяющая выявить недопустимые дефекты в подвижных единицах и тем самым предотвращать возникновение чрезвычайных ситуаций на железнодорожном транспорте.

Применение современных компьютерных технологий технического диагностирования и контроля позволяет систематизировать теорию и аппаратное построение комплексных систем проверки подвижного состава на ходу поезда, что способствует более качественной диагностической оценке вагонов и локомотивов «по состоянию».

Сведения по системам АСК ПС, СПД, КТСМ-02 и перспективным системам КТСМ-03 представляют собой необходимый материал для практической работы специалистов, инженерно-технических работников, операторов автоматизированных рабочих мест АРМ ЛПК и АРМ ЦПК для контроля технического состояния подвижного состава

Представлена многоуровневая структура организации АСК ПС Белорусской железной дороги, приведена методика совершенствования технологии использования КТСМ и АСК ПС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 **Розенберг, Е. Н.** О направлениях развития цифровой железной дороги / Е. Н. Розенберг, Ю. Н. Дзюба, В. В. Батраев // Автоматика, связь, информатика. – 2018. – № 1. – С. 9–12.
- 2 Тепловая диагностика подшипников кассетного типа грузовых вагонов / А. А. Миронов [и др.] // Автоматика, связь, информатика. – 2007. – № 9. – С. 12–14.
- 3 **Бурченков, В. В.** Автоматизация контроля технического состояния подвижного состава / В. В. Бурченков. – Гомель : БелГУТ, 2008. – 235 с.
- 4 Современные системы мониторинга состояния подвижного состава и инфраструктуры // Железные дороги мира. – 2013. – № 2. – С. 56–63.
- 5 **Венедиктов, А. З.** Бесконтактный контроль параметров колесных пар / А. З. Венедиктов // Железные дороги мира. – 2004. – № 10. – С. 61–65.
- 6 **Хаушилд, Г.** Автоматическая система диагностики колесных пар с помощью системы ARGUS / Г. Хаушилд // Железные дороги мира. – 2001. – № 12. – С. 36–42.
- 7 **Hintze, H.** Nondestructive testing of train wheels at the German Bahn AG / H. Hintze // NTDnet. – 1997. – No. 6. – Vol. 2.
- 8 **Davis, K.** Matrox imaging helps keep trains on the right track / K. Davis // Industrial Focus. – May / June 2001. – P. 194–195.
- 9 **Харрис, У. Дж.** Обобщение передового опыта тяжеловесного движения: вопросы взаимодействия колеса и рельса : пер. с англ. / У. Дж. Харрис. – М. : Интекст, 2002. – С. 5–101.
- 10 Wheelscan: real-time in-track inspection of wheels // Rail Engineering International. – 1998. – № 4. – P. 10.
- 11 **Бурченков, В. В.** Техническая диагностика состояния подвижного состава и перспективы ее развития в Западной Европе и США / В. В. Бурченков, О. В. Холодилов // Вестник БелГУТа : Наука и транспорт. – 2017. – № 1(34). – С. 5–9.
- 12 **Мишин, И. М.** Техническое обслуживание и ремонт вагонов за рубежом / И. М. Мишин // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2018. – № 1. – С. 44–45.
- 13 Оценка пороговых значений в задаче диагностики букс подвижного состава по тепловым признакам / А. А. Миронов [и др.] // Транспорт Урала. – 2007. – № 3 (14). – С. 69–73.
- 14 **Шобель, А.** Дистанционный мониторинг технического состояния подвижного состава / А. Шобель // Железные дороги мира. – 2013. – № 6. – С. 54–59.
- 15 Инновационные решения Frauscher Tracking Solutions FTS / Ultimate Rail, 09.2016.
- 16 **Розенбергер, М.** Распределенное акустическое зондирование как основа для железнодорожных приложений / М. Розенбергер, А. Халл // Железные дороги мира. – 2016. – № 12. – С. 57–65.

17 **Бахтиярова, Е. А.** Технология будущего: распределенное акустическое зондирование DAS в режиме реального времени / Е. А. Бахтиярова, Т. О. Чигамбаев, К. М. Сансызбай // Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика : материалы XLI Междунар. науч.-практ. конф. – КазАТК им. М. Тынышпаева, 2017. – С. 49–54.

18 **Дмитриев, С. А.** Инновационные волоконные технологии для железнодорожного транспорта / С. А. Дмитриев // Транспорт Российской Федерации. – 2016. – № 1 (62). – С. 26–27.

19 **Yaо, J. P.** Microwave photonics for high-resolution and high-speed interrogation of fiber Bragg grating sensors // J. P. Yao // Fiber and Integrated Optics. – 2015. – Vol. 34. – P. 230–242.

20 **Миронов, А. А.** Актуальные проблемы теплового контроля буксовых узлов вагонов / А. А. Миронов, В. С. Митюшев, Д. Н. Салтыков // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2018. – № 2 (54). – С. 24–26.

21 **Рогозин, А. Ф.** Повышать надежность работы буксового узла / А. Ф. Рогозин // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2018. – № 2 (54). – С. 30–31.

22 **Рудь, А. А.** Появление дефектов на поверхности катания колесных пар: что показывает мониторинг / А. А. Рудь // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2018. – № 3 (55). – С. 26–27

23 **Наговицын, В. С.** Системы диагностики железнодорожного подвижного состава на основе информационных технологий / В. С. Наговицын. – М. : ВНИИТИ РАН, 2004 – 248 с.

24 Диагностирование устройств железнодорожной автоматики и агрегатов подвижных единиц / А. Б. Бойник [и др.]. – Харьков : Новое слово, 2008. – 302 с.

25 **Криворудченко, В. Ф.** Современные методы технической диагностики и неразрушающего контроля деталей и узлов подвижного состава железнодорожного транспорта / В. Ф. Криворудченко, Р. А. Ахмеджанов. – М. : Маршрут, 2005. – 436 с.

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

27 **Бурченко, В. В.** Оперативная информация о состоянии подвижного состава Белорусской железной дороги / В. В. Бурченко // Проблемы безопасности на транспорте : материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. – Гомель : БелГУТ, 2012. – С 72–73.

28 **Поборцев, П. Н.** Порядок пользования автоматизированной системой контроля подвижного состава (АСК ПС) от устройств ДИСК, КТСМ Белорусской железной дороги / П. Н. Поборцев, З. А. Стаховская. – Минск : Белорусская ж. д., 2008. – 76 с.

29 **Иванова, Т. В.** Оценка предотказных состояний буксового узла грузового вагона / Т. В. Иванова, Д. Г. Налабордин // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2017. – № 1(49). – С. 46–47.

30 **Черепов, О. В.** Информационные технологии и системы комплексного контроля технического состояния вагонов : учеб. пособие. В 2 ч. / О. В. Черепов, М. А. Козарезова. – Екатеринбург : УрГУПС, 2017. – Ч. 2. Системы комплексного контроля технического состояния вагонов – 108 с.

31 **Гондоров, В. А.** Современные средства диагностики подвижного состава на ходу поезда / В. А. Гондоров // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2017. – № 4. – С. 36–37.

32 Руководящий документ по ремонту и техническому обслуживанию колесных пар с буксовыми узлами грузовых вагонов магистральных железных дорог колеи 1520 (1524) мм. «Технический контроль колесных пар и их элементов», РД ВНИИЖТ 27.05.01 – 2017.

33 **Миронов, А. А.** Перспективные направления совершенствования средств контроля КТСМ-02 и АСК ПС / А. А. Миронов // Автоматика, связь, информатика. – 2009. – № 1. – С. 38–41.

34 **Лозинский, С. Н.** Аппаратура автоматического обнаружения перегретых букс в поездах / С. Н. Лозинский, А. Г. Алексеев, П. Н. Карпенко. – М. : Транспорт, 1978. – 160 с.

35 **Трестман, Е. Е.** Автоматизация контроля буксовых узлов в поездах / Е. Е. Трестман, С. Н. Лозинский, В. Л. Образцов. – М. : Транспорт, 1983. – 352 с.

36 **Шобель, А.** Напольные системы мониторинга подвижного состава / А. Шобель // Железные дороги мира. – 2014. – № 3. – С.51–59.

37 **Бурченков, В. В.** Централизация систем и устройств технической диагностики подвижного состава / В. В. Бурченков, А. Г. Стречень // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы междунар. науч.-техн. конф. – Могилев : Беларус.-Рос. ун-т, 2017. – С. 302–303.

38 **Миронов, А. А.** Создание отраслевой системы мониторинга безопасности железнодорожного подвижного состава в пути следования / А. А. Миронов // Транспорт Урала. – 2006. – № 2 (9). – С. 42–47.

39 **Миронов, А. А.** Имитационная модель функционирования аппаратуры теплового контроля буксовых узлов подвижного состава / А. А. Миронов // Транспорт, наука, техника, управление. – 2009. – № 5. – С. 8–14.

40 **Бурченков, В. В.** Конфигурирование информационной системы для комплексных измерений и диагностики подвижного состава / В. В. Бурченков, О. В. Холодилов // Информационные системы и технологии : тр. междунар. науч.-техн. интернет-конф. – Орел, 2015. – С. 1–5.

41 **Миронов, А. А.** Температурный режим буксового узла при нарушении торцевого крепления и тепловой контроль / А. А. Миронов, В. Л. Образцов, А. Э. Павлюков // Железнодорожный транспорт. – 2005. – № 6. – С. 60–61.

42 **СТП БЧ 19.314 – 2015.** Средства теплового контроля технического состояния подвижного состава на ходу поезда. Размещение, установка и эксплуатация. – Минск : Белорусская ж. д., 2015. – 37 с.

43 **Бурченков, В. В.** Информационное обеспечение мониторинга технического состояния подвижного состава : лаб. практик. по дисциплине «Автоматический контроль технического состояния подвижного состава» / В. В. Бурченков, О. В. Холодилов. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 70 с.

44 Die mobile Laserwaage LASCA® im Einsatz bei der DB Netz AG.

45 **Гондоров, В. А.** Новый этап развития аппаратуры КТСМ / В. А. Гондоров // Вагоны и вагонное хозяйство. – 2016. – № 1. – С. 30–31.

46 **Панкратов, Л. В.** Мониторинг нагрева букс / Л. В. Панкратов, С. Н. Чистяков // Автоматика, телемеханика, связь. – 2008. – № 6. – С 19–21.

47 **Зорин, В. И.** Микропроцессорные локомотивные системы обеспечения безопасности движения поездов нового поколения / В. И. Зорин, Е. Е. Шухина, П. В. Титов // Железные дороги мира. – 2003. – № 7. – С. 25–30.

48 Vibration and Thermal diagnostics for identification of locomotives defects / A. V. Lukiyarov [et al] // Journal of East China Jiaotong University – Nanchang, China, 2009. – No. 26. – P. 269–274.

49 **Волков, А. М.** Оценка надежности локомотивных устройств безопасности / А. М. Волков, М. Ю. Дутов // Локомотив. – 2018. – № 4. – С. 17–18.

50 **Аболмасов, А. А.** Универсальная программа диагностирования локомотивов по данным бортовых микропроцессорных систем управления / А. А. Аболмасов, И. И. Лакин // Локомотив. – 2018. – № 2. – С. 37–40.

51 Микропроцессорная система управления нового поколения для локомотивов / Ю. И. Клименко [и др.] // Локомотив. – 2018. – № 4. – С. 40–41.

52 **Автоматизированная система контроля подвижного состава АСК ПС.** Центральный пост АСК ПС. Программное обеспечение ПО ЦП АСК ПС Руководство системного программиста. – Екатеринбург, 2006. – 25 с.

53 **Система передачи данных на базе концентраторов КИ-6М.** Автоматизированное рабочее место «Администратор» СПД. Программное обеспечение ПО АРМ «Администратор» СПД. Руководство пользователя. – Екатеринбург : НПЦ «Инфотекс», 2005. – 42 с.

54 **Автоматизированная система контроля подвижного состава «АСК ПС».** Автоматизированное рабочее место оператора центрального поста контроля. Программное обеспечение ПО АРМ ЦПК типовое. Руководство пользователя. – Екатеринбург : НПЦ «Инфотекс», 2006. – 62 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1 Основные направления развития и системы технического контроля и диагностики подвижного состава	5
1.1 Методические основы технического контроля подвижного состава	5
1.2 Разработки ведущих железнодорожных компаний США и Западной Европы для контроля подвижного состава в движении	8
1.2.1 Сравнительные характеристики систем технического контроля параметров колесных пар	8
1.2.2 Измерительная система параметров вагонов Argus	10
1.2.3 Комплексная система контроля подвижного состава компании Thales	11
1.2.4 Автоматическая система контроля геометрических параметров колесных пар Sensorline	13
1.2.5 Система контроля поверхности катания колес Multirail WheelScan	14
1.2.6 Система обнаружения дефектов колесных пар WILD	15
1.3 Контроль технического состояния подвижного состава на российских железных дорогах	16
1.3.1 Автоматизированный диагностический комплекс для контроля колесных пар вагонов Комплекс-2	16
1.3.2 Дистанционная акустическая система для контроля подвижного состава ..	18
1.3.3 Системы автоматической идентификации инвентарных номеров подвижного состава	26
1.3.4 Приборы акустического контроля ПАК	29
1.3.5 Автоматизированная система коммерческого осмотра поездов и вагонов АСКО ПВ	31
1.3.6 Автоматизированная система контроля инвентарных номеров вагонов АСКИН	33
1.4 Бортовые технические устройства обеспечения безопасности и диагностики подвижного состава	35
1.4.1 Применение системы Waggon Tracker для мониторинга вагонов	35
1.4.2 Технические устройства обеспечения безопасности для пассажирских вагонов САУД, СБД-12 и МЛ-520	40
1.4.3 Локомотивный обобщенный комплекс безопасности БЛОК	43
1.4.4 Микропроцессорные системы диагностики локомотивов	50
1.5 Автоматизированная система для стационарного контроля геометрических параметров колесных пар Геопар	55
2 Организация технического контроля и диагностики подвижного состава	57
2.1 Организационно-технологические методы контроля технического состояния подвижного состава	57
2.2 Техническая характеристика Белорусской железной дороги	58
2.3 Линейные предприятия дороги, непосредственно обеспечивающие безопасность перевозочного процесса	63
2.4 Технические устройства для контроля ходовой части подвижного состава и анализ деградационных процессов	64

3 Диагностика буксовых узлов вагонов	71
3.1 Конструкция буксовых узлов вагонов	71
3.2 Основные неисправности букс	73
3.3 Выбор элементов контроля технического состояния буксовых узлов	79
3.4 Статистическая характеристика нагрева букс	80
3.5 Измерение энергии инфракрасного излучения буксовых узлов	83
3.6 Аппаратная реализация контроля инфракрасного излучения буксовых узлов ..	84
3.7 Напольное оборудование контроля: приемная капсула и напольная камера.	86
4 Автоматизированная система контроля подвижного состава АСК ПС.....	93
4.1 Структурная схема АСК ПС.....	93
4.2 Методика размещения и настройки комплексов КТСМ.....	95
4.3 Создание виртуальных автоматизированных рабочих мест АРМ ЛПК.....	97
4.4 Организация системы учета и анализа работы КТСМ по данным АСК ПС ..	98
4.5 Топологические схемы для организации системы передачи данных линейных пунктов контроля СПД ЛП.....	99
4.6 Расстановка периферийной аппаратуры КТСМ и контрольно-габаритных устройств КГУ для защиты мостов	102
4.7 Разработка требований к информационной структуре СПД ЛП и АСК ПС. Варианты размещения КТСМ на подходах к станциям.....	107
4.8 Схемы включения концентраторов информации КИ-6М с определением строки доступа	111
4.9 Расчет нагрузки каналов сети СПД ЛП.....	114
4.10 Планы помещений на перегоне и станции для аппаратуры АСК ПС	116
5 Информационное обеспечение АСК ПС.....	118
5.1 Назначение и функции программы АСК ПС. Условия применения.....	118
5.2 Запуск программного обеспечения АРМ ЦПК. Панель управления АРМ ЦПК ...	119
5.3 Открытие меню АСК ПС. Рабочий экран АРМ ЦПК	120
5.4 Мнемоническая информация средств контроля	123
5.5 Информационные окна «Список поездов», «Информация о поезде» и «Карта подвижной единицы».....	124
5.6 Информационные окна «График уровней (отношений) по станциям слежения» и «График отношений»	135
5.7 Информационные окна «Список событий» для КТСМ-01Д и КТСМ-02.....	137
5.8 Информационные поисковые окна	143
5.9 Окно «Список пунктов контроля»	150
5.10 Работа с архивами и параметры устройства	150
5.11 Команды имитации для КТСМ	151
5.12 Информационные окна «Динамика (превышение среднего по стороне)» и «Рост уровней по станциям слежения»	153
5.13 Информационные окна «Справка о работе АСК ПС» и «Пороги, реле, сигнализация»	156
5.14 Визуальная цветовая и звуковая сигнализация в АРМ ЦПК.....	158
5.15 Статистические данные о работе устройств контроля	159
6 Подсистемы контроля подвижного состава в структуре АСК ПС.....	162
6.1 Комплекс технических средств контроля колес КТСМ-К.....	162
6.2 Устройства напольного оборудования средств контроля	164

6.3	Конструктивное оформление аппаратуры КТСМ-02.....	167
6.4	Комплекс инновационных технических средств КТСМ-03.....	179
6.5	Периферийный контроллер ПК-02ПД.....	183
6.6	Устройства контроля схода подвижного состава УКСПС.....	191
6.7	Автоматическая система контроля волочащихся и провисающих предметов на ходу поезда СКВП.....	193
6.8	Установка для автоматизированного контроля поверхности катания вагонных колес УКВК.....	196
6.9	Структурная схема перегонной аппаратуры LASCA.....	202
7	Иерархическая структура АСК ПС Белорусской железной дороги.....	204
7.1	Назначение и принципы построения корпоративной территориальной сети для АСК ПС по станциям, отделениям и управлению дороги.....	204
7.2	Архиватор базы данных АСК ПС.....	207
7.3	Администратор сети передачи данных.....	208
7.4	Центральный концентратор информации ЦКИ.....	212
8	Локальные компьютерные сети АСК ПС.....	214
8.1	Конфигурирование локальной компьютерной сети железной дороги с учетом линейных предприятий.....	214
8.2	Пользователи локальных компьютерных сетей ЛКС.....	217
	Заключение.....	219
	Список литературы.....	220