



А.В. ДВОЕГЛАЗОВ,
старший электромеханик
Свердловск-Сортировочной
дистанции Свердловской дороги



В.И. ХОПЕРСКИЙ,
старший электромеханик
Свердловск-Сортировочной
дистанции Свердловской дороги

С 2006 года согласно программе повышения безопасности движения поездов на железных дорогах активно внедряются микропроцессорные многофункциональные комплексы автоматического контроля состояния подвижного состава типа КТСМ-02. Сейчас на сети дорог работает уже более полутора тысяч комплектов такой техники. Авторы, обобщив и систематизировав предоставленную разработчиком документацию и накопленный опыт технического обслуживания КТСМ-02, предлагают читателям в качестве дополнительного обучающего материала наглядные и простые схемы построения с описанием принципа работы составных частей комплекса.

НАГЛЯДНО О СТРУКТУРЕ КТСМ-02

■ Начинать изучение КТСМ-02 целесообразно со структурной схемы базового комплекса технических средств (рис. 1). 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 БСК-1, предназначенного для резервирования электропитания переменного тока напряжением 220 В, 50 Гц. При замене аппаратуры КТСМ-01, КТСМ-01Д и ДИСК на КТСМ-02 в качестве блока БСК используются силовые стойки аппаратуры ПОНАБ-3 или ДИСК, выполняющие аналогичные функции. С их работой электромеханики ПОНАБ хорошо знакомы, 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).

Согласующее устройство СУ содержит модули гальванической развязки (МГР-М), датчиков формирования сигналов счета 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 счета осей

типа ДМ-95 в дискретные сигналы напряжения, обеспечивает гальваническую развязку между электрическими цепями датчиков и цепями ввода–вывода.

С помощью модуля МГР-М 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-6 посредством стыка С1-ТЧ 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 (ВУ-ПК). В настоящее время по нему работает калибратор тракта теплового комплекса КТП-01.

Устройство контроля питания УКП-220М 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 ДТНВ-2А, 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-АСК-ПС 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 рис. 1 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: контрольная подсистема 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 КНМ-05 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 систе-

му, 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 ПКСБ-01(БТ), представлена на рис. 2.

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-232С. Имеется возможность тестирования и изменения программного обеспечения модуля МУС.

Силовой модуль коммутации и контроля МКК (розовый фон) включает и отключает внутренний (ВО) и наружный (НО) обогрев камеры по

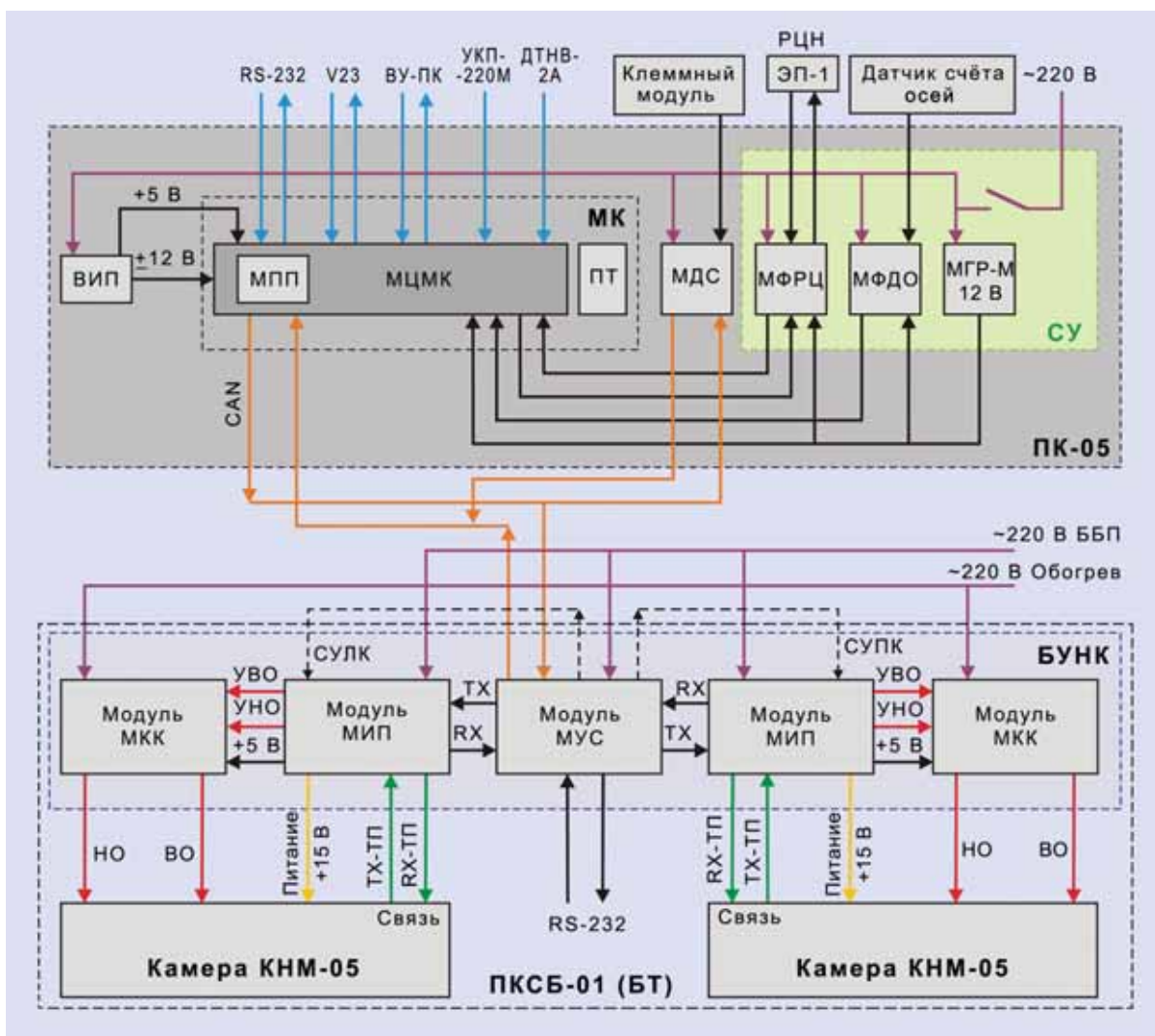


РИС. 1

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 рис. 3 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 меха-

низм с приводом от шагового электродвигателя ШД.

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°C 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

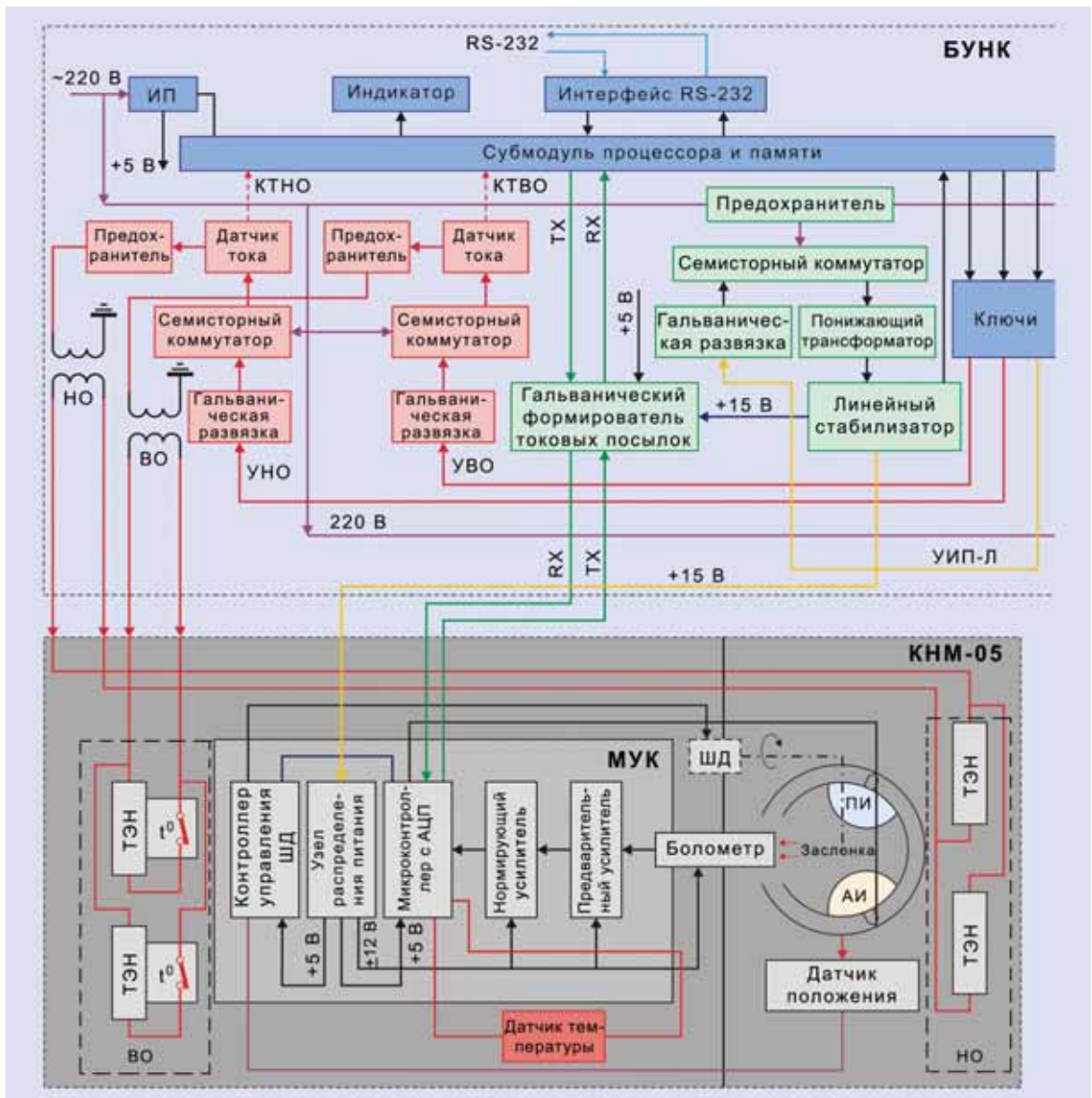


РИС. 2

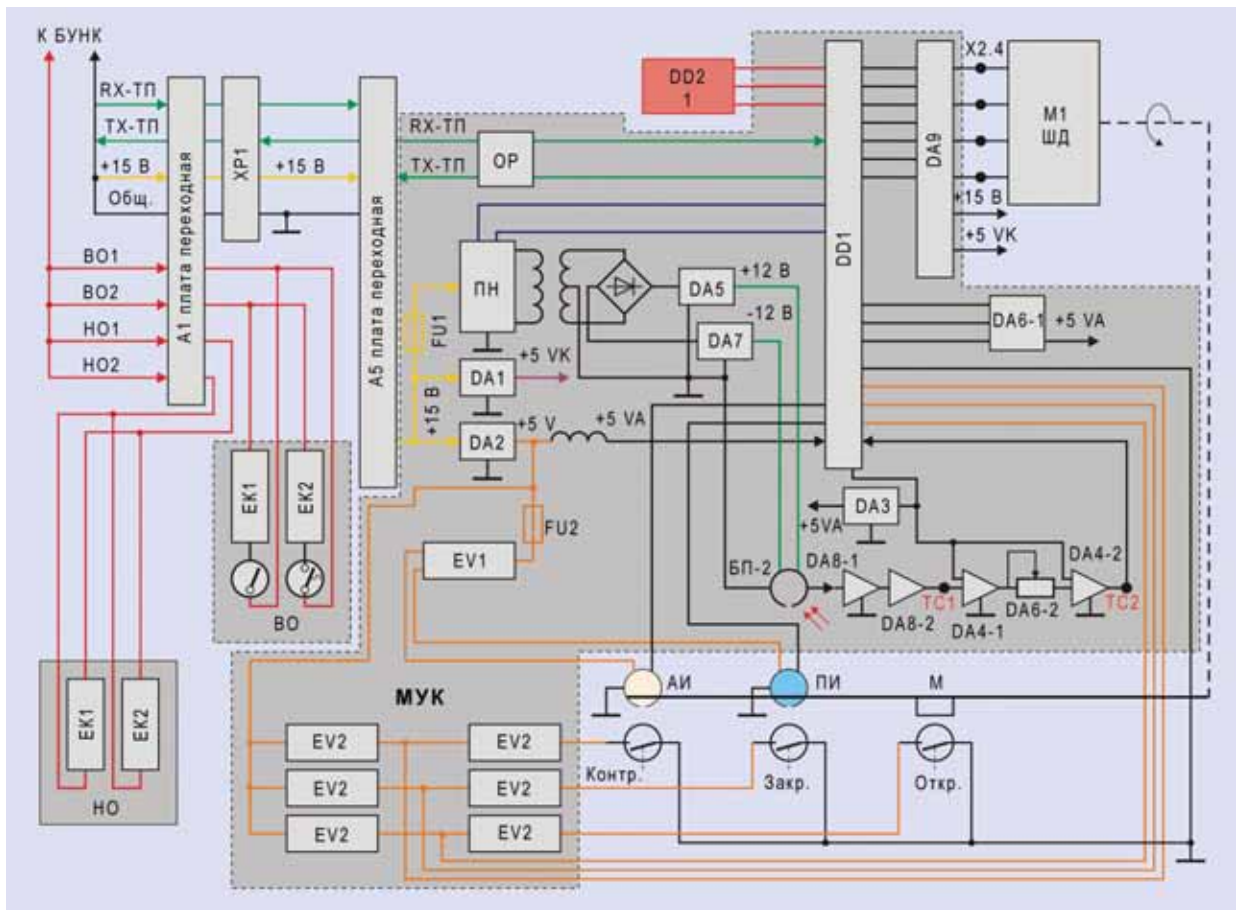


РИС. 3

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 БП-2) 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 приемопередатчика, который преобразует сигналы в токовыесылки. 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°C . 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 $+5^\circ\text{C}$ 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 пассив-

ного 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.

Регулироваться коэффициент усиления приемно-усилительного тракта камеры может как в режиме автокоррекции усиления, так и путем калировки цифровым потенциометром DA6, сопротивление которого меняется посредством микроконтроллера DD1.

Представленные схемы, их описание дают возможность глубже ознакомиться с принципами строения и особенностями работы составных частей комплекса КТСМ-02. Они также могут использоваться в качестве дополнительного материала при проведении технической учебы электромехаников.