

Техническая диагностика и прогнозирование

УДК 681.518.5+656.25

**А. А. Иванов,
А. К. Легоньков**

ООО «Компьютерные информационные технологии»

В. П. Молодцов, канд. техн. наук

Кафедра «Автоматика и телемеханика на железных дорогах»,
Петербургский государственный университет путей сообщения Императора Александра I

НОВЫЕ ПРИБОРЫ РЕГИСТРАЦИИ ПАРАМЕТРОВ УСТРОЙСТВ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОЙ АВТОМАТИКИ В СИСТЕМЕ АПК-ДК (СТДМ)

В статье рассмотрены принципы построения и технические решения автоматов АДСУ-24/16, с использованием которых обеспечивается регистрация и сбор данных диагностирования, измерение параметров устройств железнодорожной автоматики, а также контроллеров ИНС-10.1, которые применяются в системе диспетчерского контроля АПК-ДК (СТДМ) в качестве приборов, обеспечивающих измерения напряжений, сопротивлений изоляции и разности (угла сдвига) фаз в рельсовых цепях, цепях питания устройств СЦБ. Показаны функциональные возможности контроллеров ИНС-10.1, приведены описание аппаратных средств, структурная схема и технические характеристики устройства. Приборы ИНС-10.1 широко внедряются, в том числе для замены контроллеров ПИК-10.

автомат диагностики; концентратор информации; амплитудная манипуляция; модульный принцип; циклический код; фазовый сдвиг; гальваническая развязка; измерение напряжений; сопротивление изоляции; угол сдвига фаз

Введение

С целью совершенствования технического обслуживания устройств железнодорожной автоматики и телемеханики (ЖАТ) в дистанциях сигнализации, централизации и блокировки (СЦБ) внедряются системы диспетчерского контроля и технического диагностирования [1–3]. Наиболее распространенной на железных дорогах России такой системой является аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля (АПК-ДК) [4, 5].

В системе диспетчерского контроля и диагностирования устройств железнодорожной автоматики и телемеханики АПК-ДК для контроля функционирования устройств автоматической блокировки (АБ) и автоматической переездной сигнализации (АПС) широко применяются автоматы контроля сигнальной точки частотные АКСТ-Ч-16/3 [2, 6, 7]. С 2013 г. для сбора данных и измерения параметров устройств АБ и АПС проектируются автоматы диагностики сигнальных установок (АДСУ-24/16). Их использование обеспечивает получение, кодирование и передачу информации о текущем состоянии устройств АБ и АПС в концентратор линейного пункта (станционный концентратор) для последующей обработки в составе иерархических или автономных систем контроля и измерения. В качестве физической среды передачи данных может быть использована линия двойного снижения напряжения (линия ДСН).

Измерители напряжения и сопротивления (ИНС-10.1) предназначены для расширения функций автоматизации систем диспетчерского контроля и систем диагностирования технического состояния устройств ЭЦ для замены программируемых промышленных контроллеров ПИК-10, не отвечающих современным требованиям, а также выработавших свой ресурс [2, 6, 7].

Измеряются напряжения станционных рельсовых цепей частотой 75/50/25 Гц, напряжения электропитания устройств ЭЦ с одновременной регистрацией значений сопротивлений изоляции между токоведущими линиями и землёй, а также сдвигов фаз напряжений в каналах относительно фазы напряжения, поданного на одиннадцатый канал. Измерители ИНС-10.1 обеспечивают измерение, обработку и передачу оперативной информации по последовательному интерфейсу RS-485 в концентратор ЛПД АПК-ДК для последующей обработки в составе систем диспетчерского контроля АПК-ДК (СТДМ).

1 Назначение, состав и функции автомата диагностики сигнальных установок

1.1 Функции автомата АДСУ-24/16

Автомат диагностики сигнальных установок АДСУ-24/16 обеспечивает:

- регистрацию информации с «сухих» одиночных контактов шестнадцати реле релейного шкафа АБ (АПС);
- измерение величины постоянного или действующего значения переменного напряжения синусоидальной формы в шестнадцати контрольных точках в системах кодовой АБ (АПС);
- измерение величины действующего значения импульсов напряжения, полученных в результате амплитудной манипуляции постоянного или переменного напряжения частотой (25 ± 1) Гц, (50 ± 1) Гц или (75 ± 1) Гц кодовой последовательностью, формируемой кодовыми путевыми трансмиттерами КПТШ-5, КПТШ-7,

КПТШ-10 и их модификациями, определение её кода («З», «Ж», «КЖ», «А1») и типа путевого трансмиттера, её сформировавшего;

- измерение временных параметров элементов цикла манипулирующей последовательности при обнаружении импульсов переменного или постоянного напряжения;

- опрос автономных устройств измерения среднеквадратичного значения постоянного, переменного или импульсов переменного тока в собственной сети, организованной на последовательном интерфейсе RS-485;

- формирование информационной посылки в виде циклического последовательного кода;

- передачу информации на станцию по цепи ДСН способом фазовой манипуляции на номинальных частотах $384 \div 4224$ Гц, используемых для уплотнения цепи двойного снижения напряжения (ДСН) в системе АПК-ДК (СТДМ).

1.2 Конструктивное построение АДСУ

Конструкция АДСУ-24/16 построена по модульному принципу и состоит из основного объединяющего устройства – контроллера АДСУ-24/16 и восьми автономных модулей измерителей тока ИТДК. Питание АДСУ-24/16 и модулей ИТДК осуществляется постоянным напряжением от 10 до 19 или переменным напряжением от 8 до 13,5 В частотой $50 \pm 0,5$ Гц.

С помощью АДСУ-24/16 на клеммах линии передачи данных формируется синусоидальный сигнал, фазоманипулируемый посылками последовательного циклического кода в соответствии с текущим состоянием контактных и измерительных входов. АДСУ-24/16 содержит:

- шестнадцать гальванически развязанных каналов измерения среднеквадратичного значения напряжения постоянного или переменного тока;

- шестнадцать каналов контроля целостности цепи типа «сухой контакт реле» (далее – контактные датчики);

- восемь автономных модулей измерения среднеквадратичного значения тока;

- гальванически развязанный интерфейс стандарта RS-485 для организации сети автономных устройств измерения;

- гальванически развязанный интерфейс согласования с линией передачи данных (линией ДСН).

1.3 Структура управляющей посылки

Автомат АДСУ-24/16 размещается в корпусе релейного шкафа. Автомат постоянно опрашивает контактные датчики, получая информацию об их состоя-

нии и уровне напряжений на входе собственных и автономных измерительных модулей (измерительных датчиках). На основе этой информации формируется сигнал в виде последовательного циклического кода, представляющего собой широтно-импульсную манипуляцию.

Один цикл этого кода называется посылкой. Посылка состоит из N элементов, совокупность которых несёт бинарную информацию о структуре посылки, состоянии контактных и измерительных датчиков. Длительность элемента посылки может быть равна одному или двум базовым тактам в зависимости от логического состояния бинарной информации. Посылки разделяются паузами, длительность которых равна трём базовым тактам.

Длительность элемента посылки равна одному такту, если соответствующий контактный датчик находится в состоянии «норма», и двум тактам, если датчик находится в состоянии «ненорма». Состоянию «норма» соответствует замкнутое состояние внешних контактов датчиков. Длительность элементов посылки, соответствующих измерительным датчикам и служебной информации, равна одному такту, если соответствующий разряд двоичного кода имеет значение логического нуля, и двум тактам в случае логической единицы.

Полная управляющая посылка АДСУ-24/16 представляет собой последовательность следующих друг за другом фазовых сдвигов между парами смежных базовых тактов на $\pm k\pi/4$, где $k = 1, 3$ (относительная квадратурная фазовая модуляция с фазовым сдвигом $\pi/4$). Управляющая посылка состоит из трёх полей (рис. 1).

Первое поле состоит из двух элементов и отображает состояние контактного датчика с номерами 1 (реле «З») и 2 (реле «Ж»).

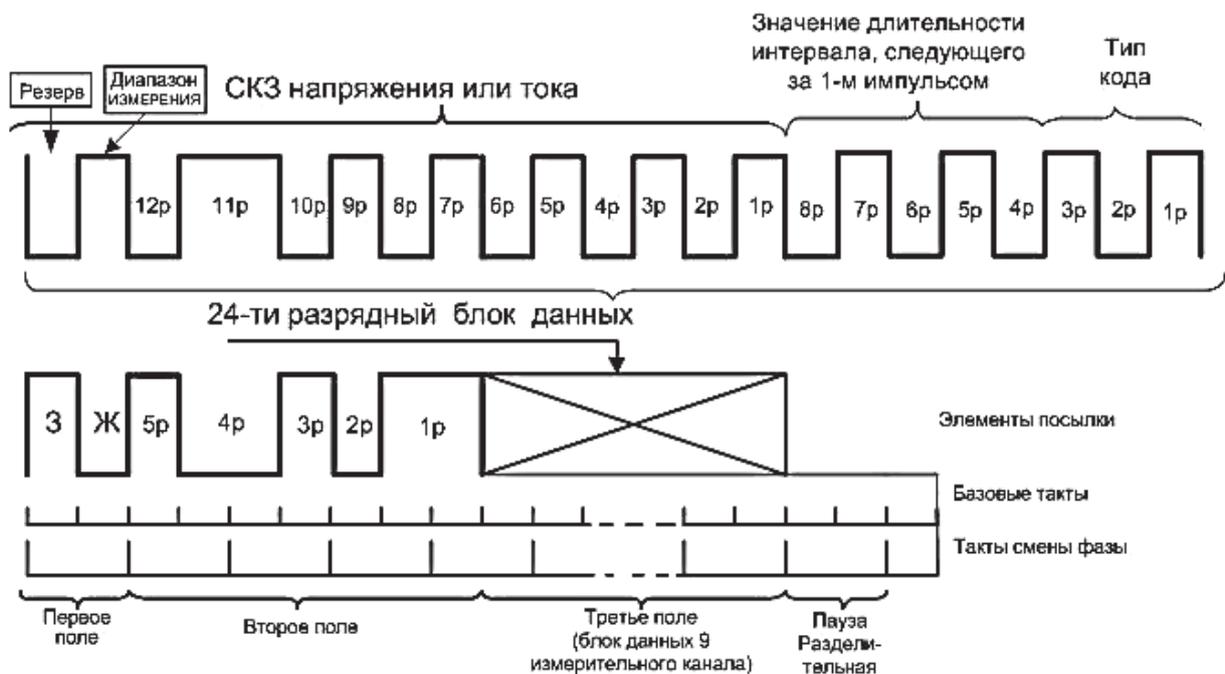


Рис. 1. Управляющая посылка

Второе поле – служебная информация – состоит из пяти элементов двоичного кода и несёт информацию о номере датчика в третьем поле данных.

Третье поле – измерительных данных – имеет переменную длительность. Измерительный канал (датчик) присутствует в поле данных в виде 14- или 24-разрядного кода (блока данных). Каждый измерительный канал, в том числе 25-й канал состояния контактных датчиков, последовательно циклически включается в третье поле управляющей посылки.

Состояние четырнадцати контактных датчиков (Д3÷Д16) кодируется 14-разрядным блоком данных и передаётся в структуре управляющей посылки.

Четырнадцатиразрядный блок измерительных данных формируется, если измеряемый ток или напряжение имеют форму непрерывного сигнала, а 24-разрядный блок измерительных данных формируется, если измеряемые токи или напряжения имеют форму импульсного сигнала (см. рис. 1).

1.4 Структурная схема модулей измерения и обработки токов и напряжений

Структурная схема АДСУ-24/16, приведённая на рис. 2, состоит из двух модулей измерения напряжений, восьми идентичных модулей измерения токов, модуля цифровой обработки и автономного модуля измерения тока и длительности кодов АЛС (ИТДК).

В модуле измерения напряжения предусмотрено восемь гальванически развязанных каналов с общим источником питания. Каждый измерительный канал содержит измеритель напряжения, связанный с линией через дифференциальный вход, аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) и узел гальванической развязки.

В состав модуля цифровой обработки входят процессор (9); энергонезависимая конфигурационная память (EEPROM); преобразователи напряжений 12 В в 5, 3,3 и 1,2 В, обеспечивающие гальваническую развязку АДСУ-24/16 от внешнего источника питания; узел коммутационного интерфейса RS-485 с собственным гальванически развязанным преобразователем напряжения 5 В в 5 В, узел ввода дискретных данных (сигналов контактных датчиков) и коммутатор, обеспечивающий опрос модулей и каналов измерения напряжения.

1.5 Построение автономного модуля измерения тока

Автономный модуль измерения тока ИТДК состоит из измерителя тока на основе датчика Холла, процессора обработки и вычисления результатов измерения, преобразователя напряжения 12 В в 5 В, обеспечивающего гальваниче-

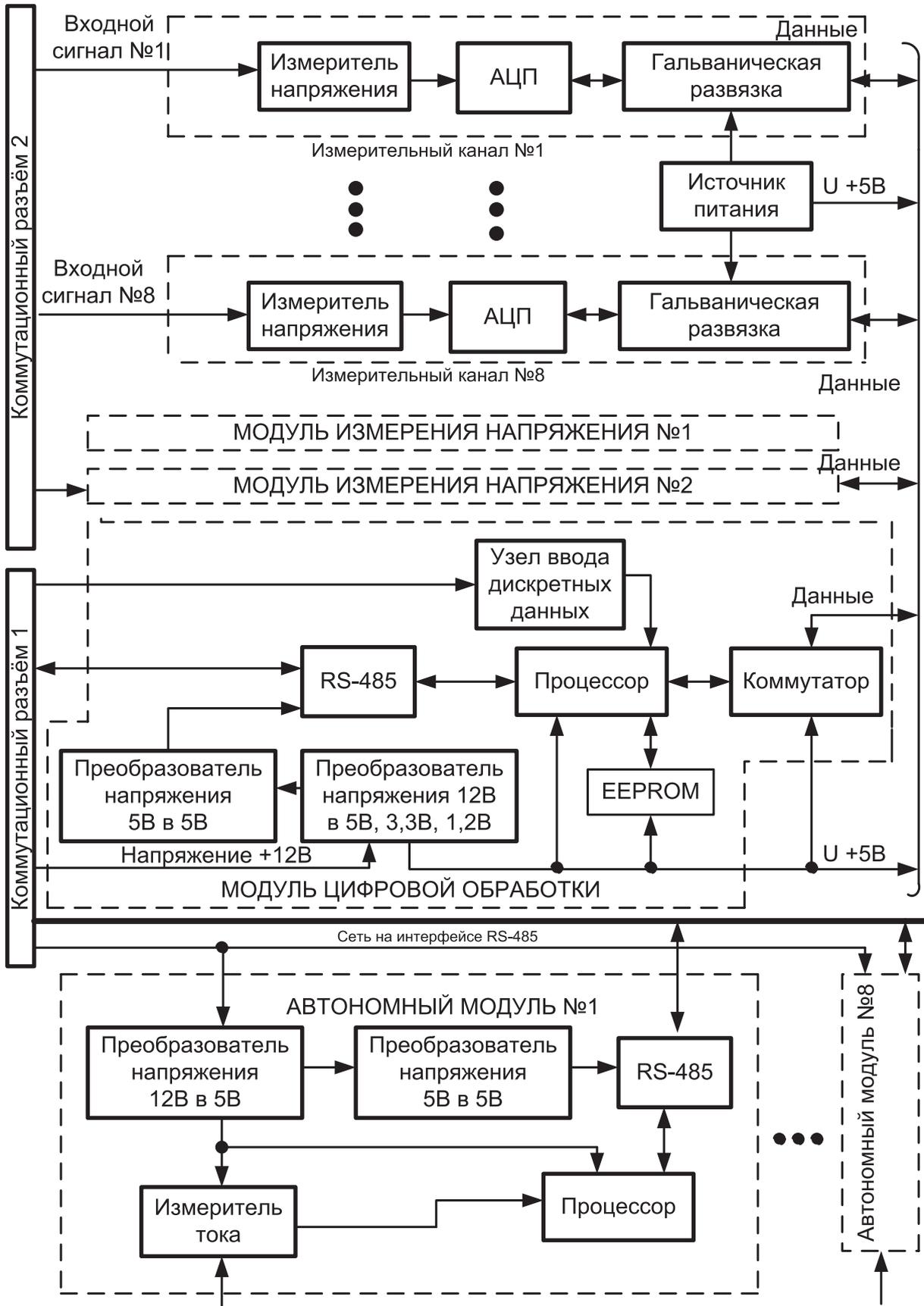


Рис. 2. Структурная схема АДСУ-24/16

скую развязку ИТДК от внешнего источника питания, узла коммутационного интерфейса RS-485 с гальванически развязанным преобразователем напряжения 5 В в 5 В.

При включении питания контроллера АДСУ-24/16 выполняется процедура самодиагностирования исправности составных частей и целостности данных в EEPROM. Результаты самодиагностирования и режимы работы АДСУ-24/16 отображаются с помощью индикаторов на передней панели. По окончании самодиагностирования контроллер АДСУ-24/16 производит опрос измерителей тока, установленных в сети.

1.6 Схемы подключения и снятие данных с сигнальной установки

При проектировании системы диспетчерского контроля определяется перечень напряжений, токов и состояний реле на каждой сигнальной установке и переездах [8]. Упрощенный пример схемы включения АДСУ-24/16 приводится на рис. 3.

При передаче информации с сигнальных установок формируется выходной сигнал последовательного циклического кода в соответствии с текущим содержанием состояния контактных объектов и измерительных данных. Функционирование объектов сигнальных установок и измеренные параметры устройств АПК-ДК (СТДМ) отображаются на АРМ ШН электромеханика СЦБ (рис. 4).

2 Измерители напряжения и сопротивления

2.1 Технические характеристики

В качестве канала обмена данными между ИНС-10.1 и концентратором информации (КИ) используется гальванически развязанный интерфейс RS-485 с параметрами: скорость передачи – 38 400 бит/с, формат данных – 8 бит, 1 стоповый бит, без контроля четности, режим – полудуплексный.

По десяти гальванически изолированным каналам измеряются в том числе [9]:

- напряжения на путевых реле рельсовых цепей переменного тока с непрерывным питанием;
- переменное напряжение в цепях питания устройств СЦБ;
- сопротивление изоляции жил кабеля на релейных концах рельсовых цепей переменного тока с непрерывным питанием по отношению к земле;
- разность (угла сдвига) фаз между напряжением, воздействующим на одиннадцатый канал и напряжениями, воздействующими на 1–10-й каналы.

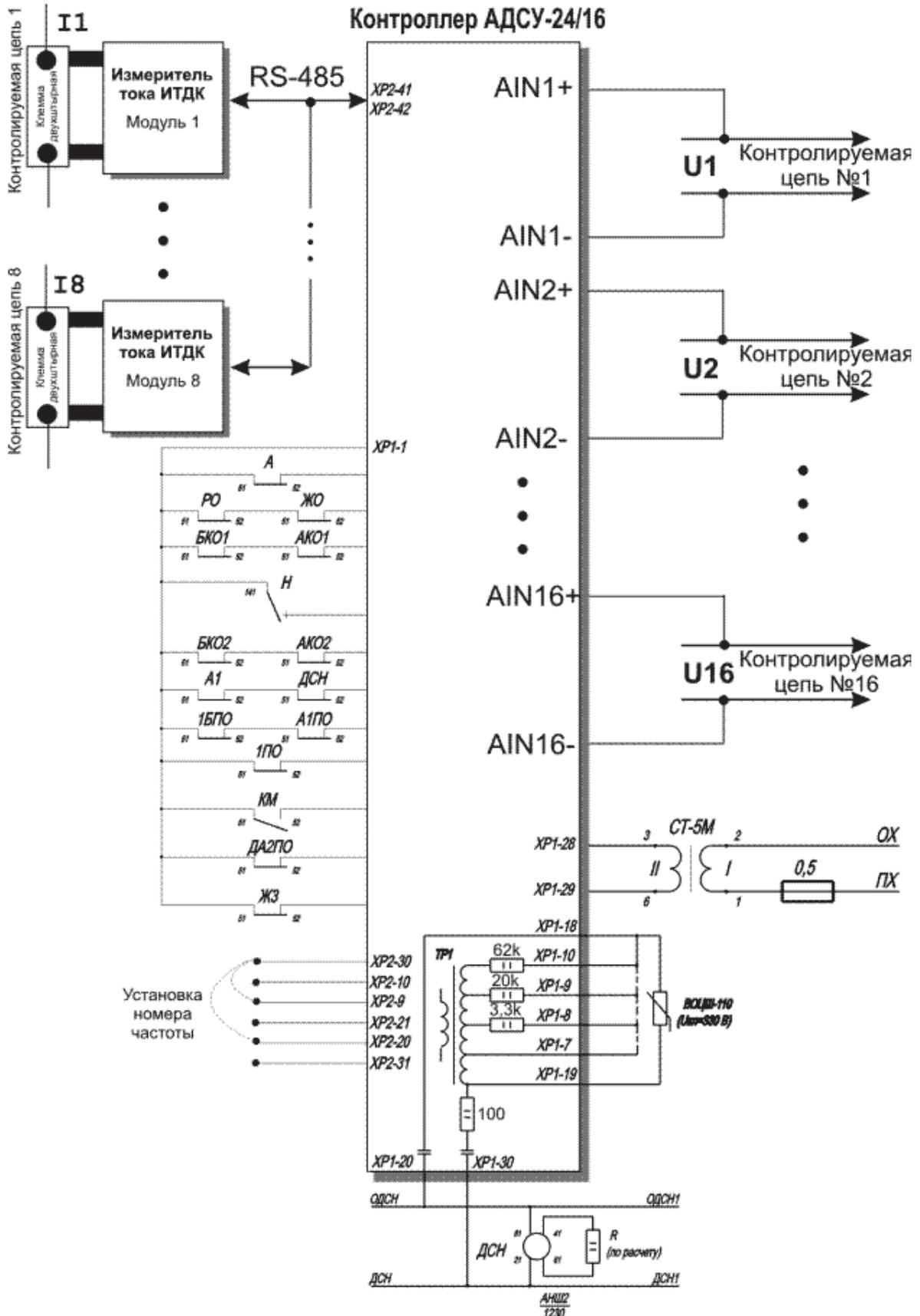


Рис. 3. Схема включения АДСУ-24/16

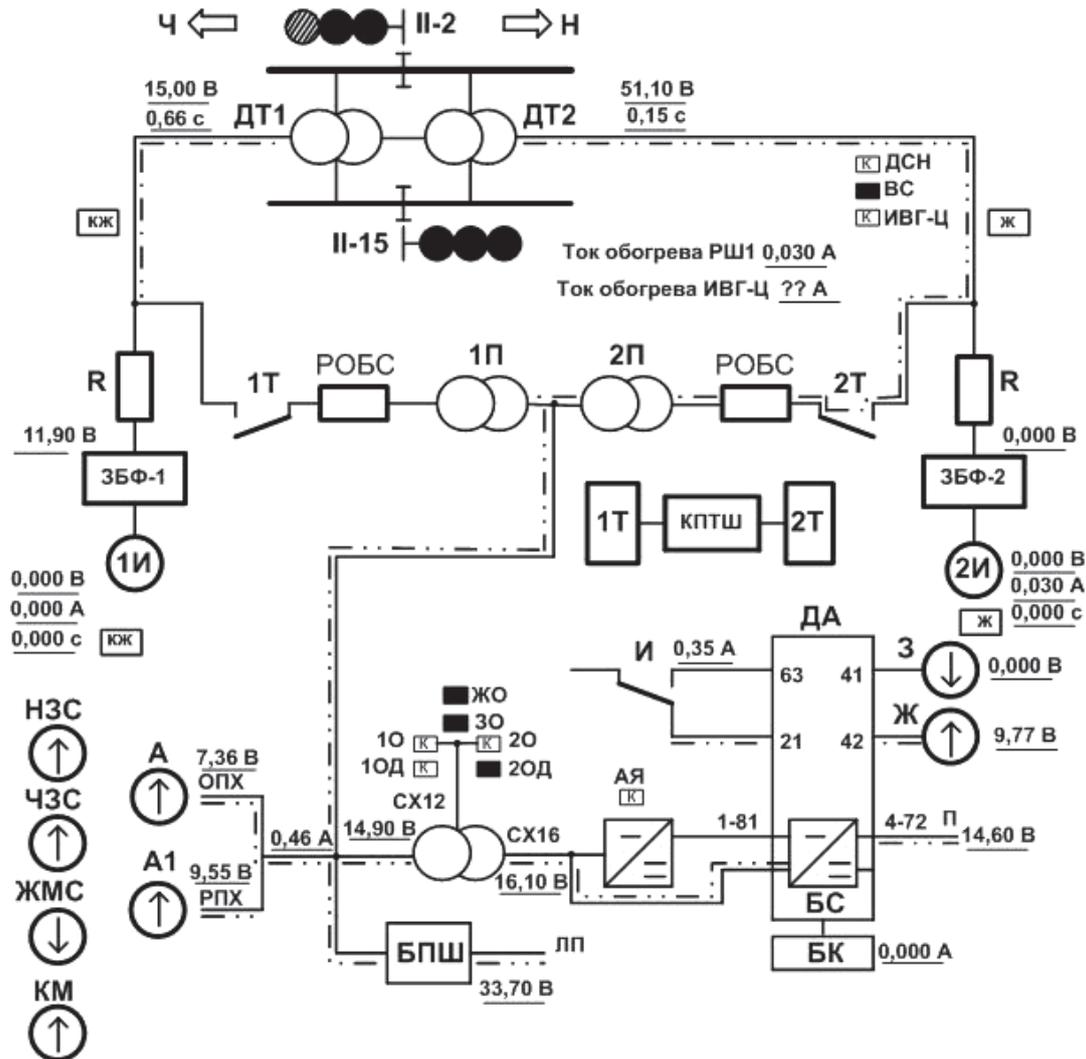


Рис. 4. Регистрация данных контроля и измеряемых параметров устройств сигнальной установки

Характеристики ИНС-10.1:

Питание ИНС-10.1 осуществляется переменным напряжением в диапазоне 198–242 В, частотой $50 \pm 0,5$ Гц

Диапазон измерения переменного (среднеквадратического значения) напряжения от 1,5 до 70

Полоса пропускания канала в широкополосном режиме, Гц, от 10 до 200

Предел допустимой основной относительной погрешности измерения напряжения в нормальных условиях применения, %, не более ± 2

Диапазон измерения сопротивления изоляции, Мом, от 0,05 до 500

Предел допустимой основной относительной погрешности измерения сопротивления изоляции в нормальных условиях применения в диапазоне, %, не более:

от 0,05 до 0,3 Мом	$\pm 15,0$
от 0,3 до 150 Мом	$\pm 5,0$

от 150 до 500 Мом $\pm 10,0$

Период (время) измерения сопротивления изоляции для одного канала, мин, не более 5

Напряжение внутреннего источника питания, используемого для измерения сопротивления изоляции, не более, В 100

Входное сопротивление измерительных каналов, кОм, не менее 600

Диапазон значений измерения угла сдвига фаз, град, от 0 до 360

Предел абсолютной погрешности измерения углов сдвига фаз для всех каналов, град, не более $\pm 1,0$

Период измерения напряжений и углов сдвига фаз для всех десяти каналов, с, не более 1,0

Потребляемая мощность, ВА, не более 3,5

Габаритные размеры, не более 230×110×86 мм

Масса, кг, не более 1,5

2.2 Структурная схема ИНС-10.1

Устройство ИНС-10.1 содержит два модуля измерения аналоговых сигналов и модуль цифровой обработки (рис. 5).

Каждый аналоговый модуль включает по пять идентичных, гальванически развязанных каналов измерения напряжения в рельсовых цепях и сопротивления изоляции. В состав одного из аналоговых модулей дополнительно входит канал опорного сигнала фазовых измерений. Питание измерительных каналов осуществляется индивидуальными, гальванически развязанными вторичными источниками напряжения. Измерительный канал состоит из узла гальванической развязки, измерителя напряжения на входных линиях и измерителя тока утечки между входными линиями и входными линиями и землёй. Результат измерения тока используется модулем цифровой обработки для вычисления сопротивления изоляции.

Модуль цифровой обработки включает сигнальный контроллер и первичный источник питания контроллера ИНС-10.1 от переменного напряжения 220 В. Модуль цифровой обработки обеспечивает вычисление результатов измерения, прием команд от ведущего контроллера и выдачу результатов измерения в линию связи. Связь с ведущим контроллером осуществляется по гальванически развязанному интерфейсу RS 485.

Для связи с контроллером каждое устройство имеет свой уникальный адрес, который задается путем установки переключателей на ответной части разъема ХР1. При перезапуске ИНС-10.1 считывается установленный им адрес, который в дальнейшем используется в протоколе обмена.

При включении питания или при получении команды «перезапуск» ИНС-10.1 проводится самодиагностирование исправности составных частей и целостности данных в энергонезависимой конфигурационной памяти. Результаты са-

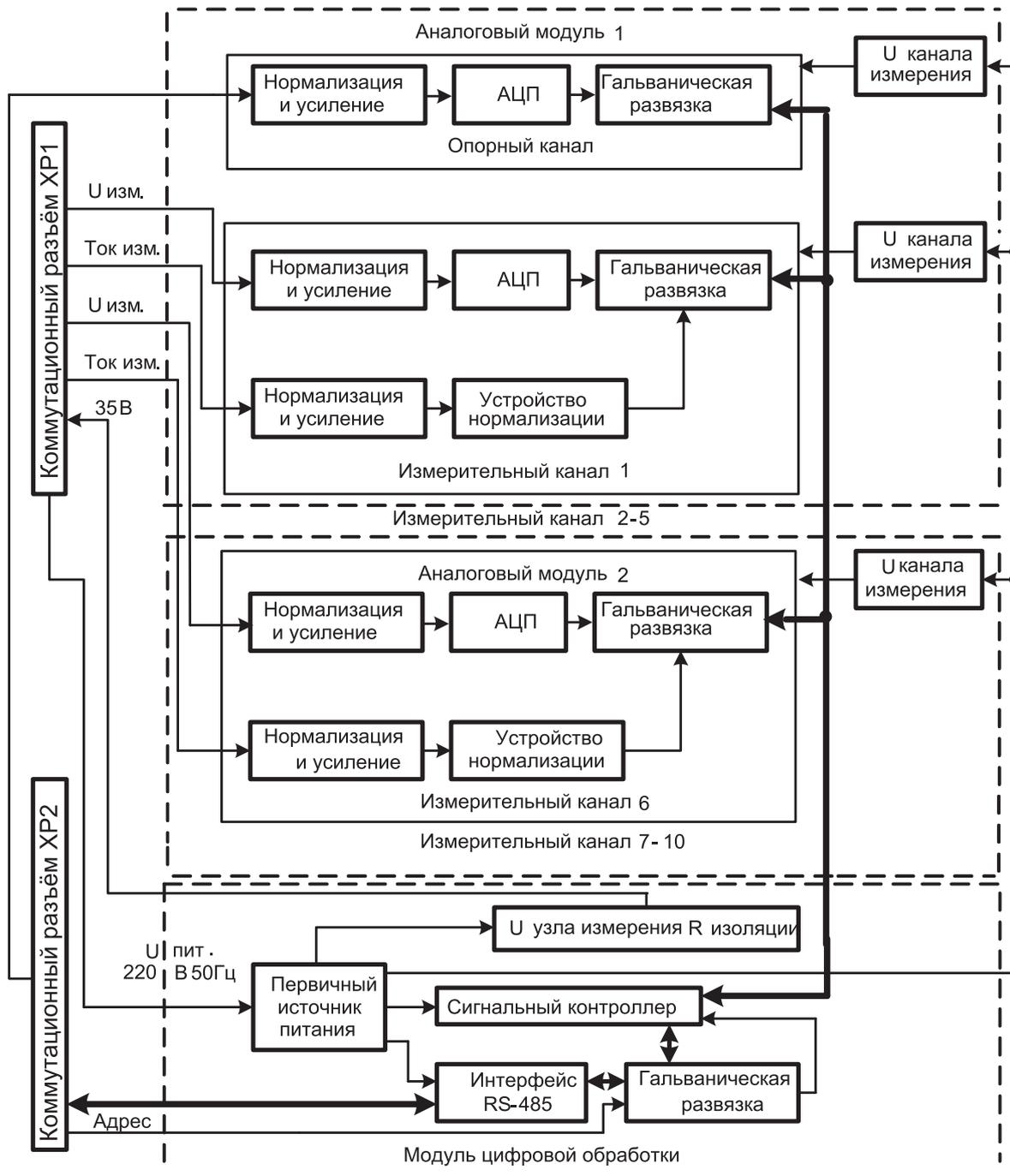


Рис. 5. Структурная схема ИНС-10.1

модиагностирования и режимы работы ИНС-10.1 отображаются с помощью светодиодных индикаторов на передней панели. Соответствие показаний индикаторов текущему состоянию ИНС-10.1 показано в таблице.

Затем ИНС-10.1 переходит в режим измерения напряжения и сопротивления изоляции, обновляя результаты измерений с периодичностью не менее одной секунды. Для считывания результатов измерений используется программное обеспечение, входящее в состав КИ линейного пункта АПК-ДК (СТДМ).

Соответствие показаний индикатора текущему состоянию ИНС-10.1

Состояние индикатора			Состояние ИНС-10.1
«Работа» (зелёный)	«Ошибка» (красный)	«Связь» (желтый)	
Горит	Погашен	Погашен	ИНС-10.1 исправен, режим «измерение», нет обмена с концентратором
Горит	Погашен	Кратковременно мигает	ИНС-10.1 исправен, режим «измерение», обмен данными с концентратором
Горит	Мигает с интервалом 0,5 с	Безразлично	ИНС-10.1 исправен, режим «настройка»
Горит в течение 1 с	Горит в течение 1 с	Горит в течение 1 с	ИНС-10.1 исправен, тест при подаче питания
Безразлично	Горит	Безразлично	ИНС-10.1 неисправен

Измерительные каналы настроены при изготовлении ИНС-10.1 и в дополнительной настройке не нуждаются. Измеритель ИНС-10.1 не имеет органов управления, требующих вмешательства оператора при эксплуатации.

2.3 Конструкция устройства и использование

Устройство ИНС-10.1 размещается в корпусе, идентичном по габаритным размерам и посадочным местам реле НМШ. На основании корпуса размещаются два блочных разъёма ХР1 и ХР2 типа РП 14/30 (штыри) с направляющими. Разъёмы предназначены для подключения к контролируемым цепям, интерфейсным линиям и внешнему источнику питания. ИНС-10.1 крепится при помощи установочной панели с розетками РП14/30 (гнезда) на свободных местах релейных статов. Конструктивное исполнение устройства обеспечивает также распределённый вариант построения подсистемы измерения напряжения и сопротивления изоляции, с размещением ИНС-10.1 в непосредственной близости от места прохождения контролируемых аналоговых сигналов.

Для обеспечения безопасного подключения ИНС-10.1 к контролируемым цепям используются защитные резисторы на входах каналов измерения [10].

Схема подключения устройства к контролируемым цепям приведена на рис. 6. Подключение ИНС-10.1 к линии связи последовательного интерфейса производится «в разрез» линии, без отводов, что обеспечивает отсутствие помех и отражений в сегменте. При монтаже также необходимо соблюдать полярность сигналов, соединяя одноимённые сигналы линии связи витой парой.

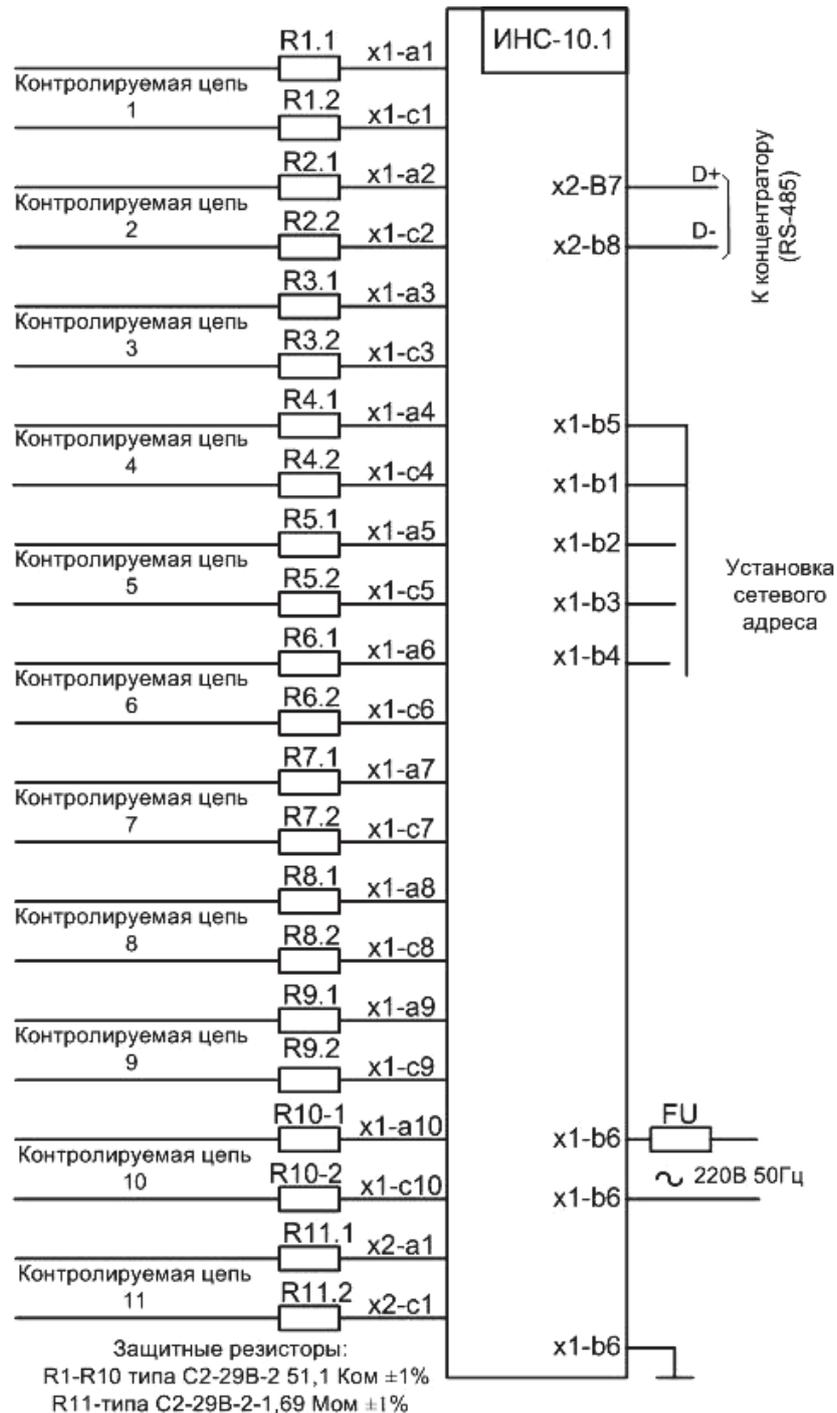


Рис. 6. Схема подключения ИНС-10.1 к контролируемым цепям

Заключение

Автоматы АДСУ-24/16 в системах аппаратно-программного контроля АПК-ДК, технического диагностирования и мониторинга АПК-ДК (СТДМ) внедрены на Октябрьской, Московской, Куйбышевской и Забайкальской железных дорогах.

Устройства ИНС-10.1 широко внедряются на сети железных дорог России взамен релейных контроллеров ПИК-10. Они рассчитаны на круглосуточную эксплуатацию при продолжительности работы 15 лет. Обладают более высокой надёжностью по сравнению с контроллерами ПИК-10. При возникновении сбоев работоспособное состояние приборов ИНС-10.1 обеспечивается после их аппаратурной перезагрузки.

Использование новых измерительных приборов в системе АПК-ДК (СТДМ) позволяет повысить надёжность систем железнодорожной автоматики и телемеханики как на станциях, так и на перегонах [11, 12].

Библиографический список

1. Системы управления движением поездов на перегонах : учебник для вузов ж.-д. транспорта : в 3 ч. Ч. 1 : Функциональные схемы систем / В.М. Лисенков, П.Ф. Бестемьянов, В.Б. Леушин, Н.Е. Федоров, Л.Б. Смирнова ; под ред. В.М. Лисенкова. – М. : ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 160 с.
2. Молодцов В.П. Системы диспетчерского контроля и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики : учеб. пособие / В.П. Молодцов, А.А. Иванов // СПб. : ПГУПС, 2010. – 140 с.
3. Лыков А.А. Техническое диагностирование и мониторинг состояния устройств ЖАТ / А.А. Лыков, Д.В. Ефанов, С.В. Власенко // Транспорт Российской Федерации. – 2012. – № 5. – С. 67–72.
4. Ефанов Д.В. Мониторинг параметров рельсовых цепей тональной частоты / Д.В. Ефанов, Н.А. Богданов // Транспорт Урала. – 2013. – № 1. – С. 36–42.
5. Ефанов Д.В. Обеспечение безопасности движения за счет технического диагностирования и мониторинга устройств железнодорожной автоматики и телемеханики / Д.В. Ефанов, П.А. Плеханов // Транспорт Урала. – 2011. – № 3. – С. 44–48.
6. Горбунов Б.Л. Аппаратные средства диспетчерского комплекса АПК-ДК / Б.Л. Горбунов // Автоматика, связь, информатика. – 2000. – № 9. – С. 19–21.
7. Сепетый А.А. Развитие средств автоматизации в системе АДК-СЦБ / А.А. Сепетый, И.А. Фарапонов // Автоматика, связь, информатика. – 2006. – № 11. – С. 32–35.
8. Технические решения по подключению автомата сигнальной установки АДСУ-24 / 1639499777-1003 : утв. Департаментом ЦШ 29.06.2010. – [СПб.], [2010].
9. Измеритель напряжения и сопротивления ИНС-10.1 : руководство по эксплуатации АФЦТ. 467444.003 РЭ. – СПб., 2012. – 19 с.
10. ТМП-39499777-11. Аппаратно-программный комплекс диспетчерского контроля. Система технического диагностирования и мониторинга АПК-ДК (СТДМ). – СПб. : АПК-ДК – ООО «КИТ», 2012.
11. Системы железнодорожной автоматики и телемеханики : учебник для вузов / Ю.А. Кравцов, В.Л. Нестеров, Г.Ф. Лекута, И.М. Кокурин, В.А. Кононов, Л.И. Борисенко, П.Ф. Бестемьянов, И.В. Беляков, И.Д. Долгий, Л.В. Пальчик ; под ред. Ю.А. Кравцова. – М. : Транспорт, 1996. – 400 с.

12. Автоматика и телемеханика на железнодорожном транспорте : учеб. пособие / Вал. В. Сапожников, Л. И. Борисенко, В. В. Лыков, В. П. Молодцов ; под. ред. Вал. В. Сапожникова. – ФГБОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2011. – 288 с.

*Ivanov Alexander A.,
Legon'kov Andrey K.*

Limited liability company «Komp'uternye informatsionnye tekhnologii»

Molodtsov Vitaly P.

Petersburg State Transport University
«Automation and Remote Control on Railways» department

New devices for registration of parameters of railway automation hardware within APK-DK (STDM) system

The article describes the principles of building and technical solutions for ADSU-24/16 automation, which provides the registration and collection of test data, measurements of the parameters of railway automation devices, as well as INS-10.1 controllers, which are used in the system of dispatching control of APK-DK (STDM), as devices for voltage, insulation resistance and the difference (shift angle) of phases measurements in track circuits and power circuits of railway automation devices. The article also shows the functionality of INS-10.1 controllers, provides the description of the hardware, structure diagram and the specifications. INS-10.1 devices are widely implemented, including for replacement of PIK-10 controllers.

test automation; data hub; amplitude shift keying; modular principle; cyclic code; phase shift; galvanic isolation; measurement of voltage; insulation resistance; phase difference

References

1. Control systems for block train traffic : textbook for railway transport universities : in 3 parts. Part 1 : Systems functional charts / V. M. Lisenkov, P. F. Bestem'yanov, V. B. Leushin, N. E. Fedorov, L. B. Smirnova ; under the editorship V. M. Lisenkov. – M. : GOU «Training center for railway transport education», 2009. – 160 p.
2. Molodtsov V. P. Dispatching control and railway automation and remote control monitoring systems : manual / V. P. Molodtsov, A. A. Ivanov // St. Petersburg : PGUPS, 2010. – 140 p.
3. Lykov A. A. Technical diagnosis and monitoring of ZhAT devices state / A. A. Lykov, D. V. Efanov, S. V. Vlasenko // Transport of the Russian Federation (Transport Rossiiskoi Federatsii). – 2012. – Issue 5. – Pp. 67–72.
4. Efanov D. V. Monitoring of audio-frequency track circuits parameters / D. V. Efanov, N. A. Bogdanov // Ural Transport (Transport Urala). – 2013. – Issue 1. – Pp. 36–42.

5. Efanov D. V. Safety control of traffic by technical diagnosis and monitoring of railway automation and remote control devices / D. V. Efanov, P. A. Plekhanov // Ural Transport (Transport Urala). – 2011. – Issue 3. – Pp. 44–48.
6. Gorbunov B. L. Hardware of APK-DK dispatching complex / B. L. Gorbunov // Automation, communication, information science (Avtomatika, svyaz', informatika). – 2000. – Issue 9. – Pp. 19–21.
7. Sepety A. A. Development of automation facilities in ADK-SCB system / A. A. Sepety, I. A. Faraponov // Automation, communication, information science (Avtomatika, svyaz', informatika). – 2006. – Issue 11. – Pp. 32–35.
8. Technical solutions for connecting ADSU-24 / 16 39499777-1003 signaling unit machine : approved by CSh department 29.06.2010.
9. Voltage and resistance meter, INS-10.1 : operating manual ACT.467444.003RE. – St. Petersburg, 2012. – 19 p.
10. TMP-39499777-11. Hardware and software system of dispatching control. Diagnosis and monitoring system of APK-DK (STDM). – St. Petersburg : APK-DK – «KIT» Ltd., 2012.
11. Railway automation and remote control systems : textbook for universities / Yu. A. Kravtsov, V. L. Nesterov, G. F. Lekuta, I. M. Kokurin, V. A. Kononov, L. I. Borisenko, P. F. Bestem'yanov, I. V. Belyakov, I. D. Dolgy, L. V. Pal'chik ; under the editorship Yu. A. Kravtsov. – M. : Transport (Transport), 1996. – 400 p.
12. Automation and remote control for railway transport : manual / Val. V. Sapozhnikov, L. I. Borisenko, V. V. Lykov, V. P. Molodtsov ; under the editorship Val. V. Sapozhnikov. – M. : FGBOU «Training center for railway transport education», 2011. – 288 p.

*Статья представлена к публикации членом редколлегии Д. В. Ефановым
Поступила в редакцию 29.10.2014*

ИВАНОВ Александр Алексеевич – главный инженер ООО «Компьютерные информационные технологии».
e-mail: fdum@inbox.ru

ЛЕГОНЬКОВ Андрей Кириллович – начальник технического отдела ООО «Компьютерные информационные технологии».
e-mail: fdum@inbox.ru

МОЛОДЦОВ Виталий Прокопьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика и телемеханика на железных дорогах» Петербургского государственного университета путей сообщения Императора Александра I.
e-mail: moviemlu@rambler.ru

© Иванов А. А., Легоньков А. К., Молодцов В. П., 2015