

ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ДИАГНОСТИКИ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НА БАЗЕ ЦИФРОВОЙ МИКРОПРОЦЕССОРНОЙ СИСТЕМЫ ТЕЛЕМЕХАНИКИ АМТ

Представил д.т.н., доцент Сыченко В. Г.

Комплекс технических средств автоматики, защиты, диагностики и телемеханики является неотъемлемой частью процесса оперативного управления системой электроснабжения железнодорожного транспорта. Главная тенденция при создании новых систем управления – значительное расширение функциональности. Кроме реализованных в существующих системах функций телеуправления и телесигнализации необходимо значительное увеличение объемов телеизмерений, создание и интеграция в единую систему управления подсистем диагностики, защит и автоматики. Такой подход позволяет осуществлять непрерывный мониторинг как состояния системы электроснабжения в целом, так и ее отдельных составляющих. Это в свою очередь позволяет осуществлять эффективное управление режимами работы системы по критериям максимальной надежности и снижения потерь электроэнергии, обеспечивает переход от планового технического обслуживания к обслуживанию по состоянию.

Основным сдерживающим фактором при расширении функциональности систем управления устройствами электроснабжения являются низкоскоростные каналы связи, которые не обеспечивают передачу значительно возросших объемов информации. Наиболее перспективным является использование высокоскоростных сетей передачи данных на базе протоколов TCP/IP. В соответствии с вышеизложенным, по заданию Департамента Электрификации и Электроснабжения ОАО «РЖД» специалистами завода совместно с МИИТ разработана новая система управления системой электроснабжения ж.д. транспорта.

Система АМТ предназначена для управления объектами системы электроснабжения железнодорожного транспорта, расположенными на тяговых подстанциях, постах секционирования, пунктах параллельного соединения и с возможностью передачи информации диагностики устройств электроснабжения

Основными преимуществами системы являются:

- Увеличенный объем и скорость передаваемой информации
- Возможность подключения неограниченного количества КП

- Передача информации диагностики с контролируемых пунктов не имеющих выхода в СПД
- Самодиагностика блоков и модулей входящих в состав стойки КП
- Мониторинг состояния линии связи

Для обмена информацией между ДП и несколькими КП система телемеханики АМТ использует протокол IP поверх Ethernet 10/100 Base-T. Между ДП и несколькими КП организуется канал передачи данных для обмена цифровой информацией. Система позволяет подключать до 250-ти различных устройств измерения и диагностики состояния оборудования, оснащенных интерфейсом RS-485 (датчики телеизмерения постоянного и переменного тока микропроцессорные защиты и т.п.), на один контролируемый пункт.

Диспетчерский полукомплект основан на базе промышленных компьютеров (основной и резервный) с многофункциональным программно-аппаратным комплексом АРМ ЭЦЦ. Программное обеспечение компьютеров обеспечивает отображение информации о состоянии объектов телесигнализации, формирует оперативные журналы и архивы событий, а также выполняет другие функции, в соответствии со служебными обязанностями энергодиспетчера. Комплекс АРМ Энергодиспетчера «Контакт», являющийся основой диспетчерского полукомплекта АМТ, и его основные модули разработаны на современной программной платформе, использует в своей работе высоконадежные, защищенные модули и протоколы. Комплекс построен на базе высоконадежных промышленных компьютеров с функцией «горячего резерва», программное обеспечение обладает интуитивно понятным и легким в освоении пользовательским интерфейсом. Развитая система звукового, а также речевого сопровождения событий помогает диспетчеру оперативно реагировать на события и быстро принимать нужное решение. Данное программное обеспечение является универсальным вне зависимости от типа системы телеуправления (Лисна, МСТ-95, АТСП, АМТ), что существенно упрощает обслуживание со стороны эксплуатационного персонала. В программе предусмотрена полностью автоматическая регистрация всех производимых диспетчером действий, таких

как создание приказов на переключение, установка предупреждающих плакатов на объекты и т.д. Прием смены и сдача смены фиксируется в оперативном журнале, а также в суточной ведомости установленного образца. Также в состав диспетчерского полукомплекта входит автоматизированный комплекс «АРМ телемеханика» позволяющий проводить мониторинг состояния устройств связи линейного полукомплекта и самодиагностику стойки телемеханики контролируемого пункта. Функция самодиагностики позволяет обслуживающему персоналу удаленно с диспетчерского пункта

- определить номер вышедшего из строя модуля стойки КП вплоть до определения неисправного элемента (микросхемы, транзистора и т.п.)
- производить контроль состояния каждого из элементов связевого оборудования связевого оборудования стойки КП

Работа над программой ведется постоянно. АРМ дополняется новыми функциями по мере его внедрения в соответствии с пожеланиями пользователей.

Линейный полукомплект КП предусматривает установку программного обеспечения, выполняющего обмен информацией с ДП, сбор информации с объектов ТС и датчиков ТИ, выполнение команд ТУ. Сообщения передаются, упакованные двухступенчатым алгоритмом формирования информационных посылок. Каждая стойка КП имеет уникальный статический IP-адрес и единственный порт, открытый на прослушивание. Скорость передачи информации меняется в зависимости от режима работы АРМ, не превышая среднего значения в 1 кбайт/с. При передаче информации ТИ и диагностики величина информационного потока может достигать пикового значения в 10 кбайт/с. Опрос аппаратуры каждого контролируемого пункта производится с интервалом, равным одной секунде циклически, причём одновременно производится опрос сразу всех КП, то есть происходит параллельно и независимо друг от друга.

В качестве аппаратуры передачи данных (АПД) применяются устройства связи – Ethernet-коммутаторы и модемы G.SHDSL. В качестве Ethernet-коммутатора используется Интеллектуальный управляемый промышленный коммутатор MOXA EDS-505A-T (5-портовый коммутатор Fast Ethernet, адаптированный для работы в расширенном температурном диапазоне $-40 \sim +75$ °C), который поддерживает:

- лимит трафика на каждый порт, обеспечивающий стабильность работы сети передачи данных в непредвиденных ситуациях;
- фильтрацию трафика по MAC-адресу сетевого устройства, благодаря которой коммута-

тор обеспечивает доступ к передаваемой информации только авторизованным в сети устройствам.

- резервирование Ethernet-сети с использованием технологий Spanning Tree и MOXA Turbo Ring (обеспечивая переключение на резервный канал за время не более 300 мс).

В качестве G.SHDSL модема используется модель ASMi-52.

Основные характеристики:

- Скорость от 64 кбит/сек до 2304 кбит/сек.
- Дальность связи до 15 км на скорости 64 кбит/сек по паре диаметром 0,5 мм.
- Температурный диапазон $-40 \sim +60$ °C

Телемеханика АМТ имеет защиту от случайного или преднамеренного вмешательства в функционирование телемеханики неавторизованных лиц.

Аппаратура КП телемеханики АМТ допускает создание не более одного одновременного подключения по протоколу TCP/IP. Это постоянно активное подключение используется для связи АРМ ЭЦЦ со стойкой КП. При попытке создания несанкционированного дополнительного подключения к стойке КП, это подключение отвергается как неавторизованное. Вся информация, передающаяся между АРМ ЭЦЦ и стойками КП, кодируется в соответствии с закрытым протоколом информационного обмена. Без доступа к описанию протокола обмена невозможно его имитировать или подделать. Кроме того, несанкционированная команда будет проигнорирована на КП, если несанкционированный пользователь не имеет точной информации о конфигурации системы телемеханики: IP-адресах и портах стоек КП, системных номерах КП, номерах плат МКТУ, порядковых номерах используемых клемм МКТУ, вида операции и типа подключённого оборудования. Данная информация является служебной, а круг лиц, имеющих к ней доступ, ограничен. Случайное (непреднамеренное) искажение информации при передаче между АРМ ЭЦЦ и стойками КП не приводит к исполнению ложной команды, так как протоколами информационного обмена разных уровней предусмотрена проверка целостности передаваемых данных.

Линии связи Серийное производство и внедрение аппаратуры АМТ наиболее остро обозначило вопрос организации линий связи. С технической точки зрения для организации передачи данных необходимо наличие цифровой сети передачи данных независимо от применяемого типа сети: СПД общего пользования или выделенная цифровая сеть.

В настоящее время для организации передачи информации между контролируемыми и энергодиспетчерскими пунктами предлагается две схемы организации передачи информации:

- «лучевая» схема (рис. 1) предусматривает подключение к выделенной цифровой IP-сети передачи данных максимально возможного количества контролируемых пунктов энергодиспетчерского круга (тяговых подстанций, ж.д. станций). Организация лучевой схемы подключения предусматривает разделение действующего энергодиспетчерского круга по линиям связи на отдельные участки. Пропадание связи на одном из участков не влияет на работу оставшихся контролируемых пунктов.

Организация лучевой схемы подключения предусматривает использование оборудования представленного в предыдущем разделе.

Связь между контролируемыми пунктами и узлами связи на ж.д. станциях осуществляется по физическим линиям с помощью G.SHDSL-модемов. Связь между узлами связи ж.д. станций и узлом связи отделения дороги выполняется по выделенной сети передачи данных ОТН (поток E1). Передача информации из узла связи отделения дороги на энергодиспетчерский пункт осуществляется по организованной локально-вычислительной сети (ЛВС). Для подключения G.SHDSL-модемов в узле связи отделения дороги используется сетевой коммутатор.

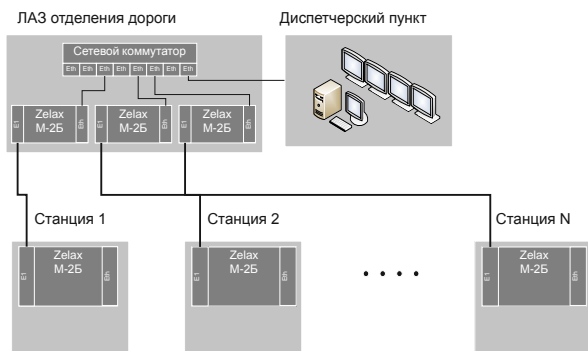


Рис. 1. Лучевая схема организации связи

- «кольцевая» схема (рис. 2) предусматривает подключение выделенной цифровой IP-сети передачи данных на двух конечных контролируемых пунктах (КП), имеющих физический канал связи с железнодорожной станцией. Организация кольцевой схемы обеспечивает резерв линии связи в случае пропадания (разрыва) на одном из участков линии связи и предусматривает установку дополнительного оборудования на контролируемых пунктах и узлах связи ж.д. станций. В качестве оборудования связи возможно применение управляемых маршрутизаторов типа CISCO, или специальных модемов типа Зелахс для приема/передачи потоков E1 ОТН.

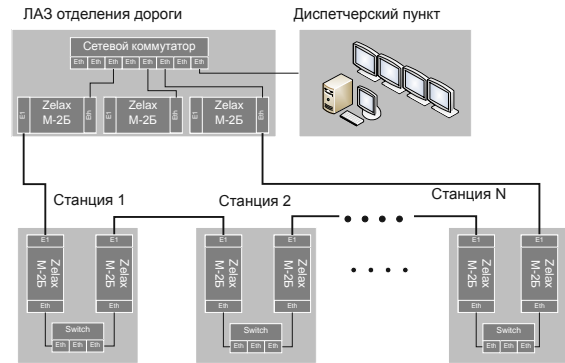


Рис. 2. Кольцевая схема организации связи

Для передачи информации с тяговой подстанции до узла связи ж.д. станции (последняя миля) используются модемы типа ASMi-52. Данная схема организации линии связи успешно реализована на 11 –ми участках Московской, Южно-Уральской, Западно-Сибирской, Юго-Восточной ж.д. Пример реорганизации действующих участков представлен на рис. 3.

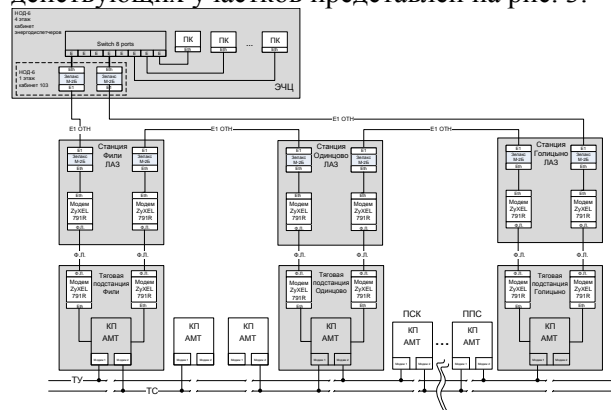


Рис. 3. Схема реорганизации действующих участков

Программно-аппаратные средства АМТ позволили организовать внутреннюю независимую сеть передачи информации для мониторинга и управления объектами электроснабжения в многопользовательском режиме и обеспечить двойное резервирование линии связи с автоматическим переходом на исправный канал, по аналогии с системой диспетчерской централизации (в имеющихся на сегодняшний день схемах построения линий ТУ-ТС резерв линий связи отсутствует). Основным преимуществом системы является возможность организации цифровой системы передачи данных посредством программно-аппаратных средств ТМ АМТ

Одной из приоритетных задач в дальнейшем развитии АМТ является развитие транзитного потенциала системы в части обеспечения передачи своевременной достоверной информации о состоянии объектов электроснабжения, создания модернизационного альянса с другими различными диагностическими системами, в том числе информационными системами инфраструктуры компании. Уже сегодня система имеет возможность передачи любой информации по диагностике

устройств электроснабжения, в том числе с контролируемых пунктов необорудованных СПД ОТН (ПСК, ППС, РТП, ЦРП) и фактически является многофункциональным комплексом мониторинга и управления объектами электроснабжения.

Функции диагностирования и мониторинга В 2011г. заводом выполнены работы по разработке программного комплекса системы телеблокировки фидеров постоянного тока в составе АРМ АМТ-М, предназначенного для выдачи команды аварийного принудительного отключения сблокированного фидерного выключателя фидерной зоны «тяговая подстанция – тяговая подстанция» «тяговая подстанция – пост секционирования» при аварийном отключении на этой зоне любого из двух фидерных выключателей. В состав АРМ энергодиспетчера включен программно-аппаратный комплекс телеблокировки позволяющих энергодиспетчеру на основании приказа самостоятельно принимать решения о необходимости «сблокирования» тех или иных объектов электроснабжения. Данная функция реализуется посредством контекстного меню АРМ ЭЦД для объектов электроснабжения. Все действия энергодиспетчера регистрируется и сохраняется в архиве событий программного комплекса.

Как отмечалось ранее, в настоящее время наиболее остро стоит вопрос передачи информации с контролируемых пунктов (посты секционирования, пункты параллельного соединения не имеющих общетехнологических сетей передачи данных (СПД ОТН).

При этом, принимая во внимание удаленность данных КП, отсутствие постоянного обслуживающего персонала, передача различных диагностируемых данных является наиболее актуальной. Учитывая вышеизложенное, заводом в текущем году были выполнены работы по передаче видеоизображений с данных контролируемых пунктов. Передача видеосигнала была выбрана не случайно. В связи с тем, что передача видеосигнала предъявляет повышенные требования к скорости и качеству канала передачи цифрового сигнала. Программно-аппаратными средствами системы АМТ была организована передача информации по существующим медным каналам ТУ-ТС со скоростью от 64 кб/с до 2048 кб/с.

Эксплуатационные испытания проводились на ПСК М.-Белорусская участка Москва-Кубинка Московской ж.д. Наблюдения проводились за состоянием подвижных контактов мачтовых разъединителей. На опоре контактной сети была установлена камера типа AXIS P1343-E. Данная камера передает потоковый видеосигнал по IP-протоколу, имеет функцию автоматической фокусировки изображения. Камера предназначена для наружной установки и для получения питания использует технологию PoE (Power over Ethernet) позволяющая передавать удалённому

устройству вместе с данными электрическую энергию через стандартную витую пару. Передача информации от камеры до стойки КП осуществлялась на скорости от 64 кб/с до 2048 кб/с.. На диспетчерском пункте в АРМ ЭЦД был установлен модуль работы с потоковым видеосигналом позволяющий просматривать видеоизображение по запросу энергодиспетчера с любой установленной видеокамеры.

Передача видеосигнала программно-аппаратными средствами АМТ позволит осуществлять контроль за состоянием электротехнического оборудования, реализовать видеонаблюдение за ПСК, ППС исключив дополнительные затраты на организацию связи. Успешное проведение эксплуатационных испытаний подтвердило возможность применения АМТ в самом широком спектре в качестве основной передающей аппаратуры для систем диагностики и мониторинга. В настоящее время подсистема видео наблюдения в составе АМТ в состав участка телемеханизации Вязьма – Смоленск Московской ж.д.

Как было отмечено ранее, благодаря использованию в АМТ унифицированного протокола TCP IP система позволяет передавать любую телеметрическую информацию с различных устройств, оборудованных интерфейсом RS-485 работающих в протоколе MODBUS. В настоящее время система АМТ успешно применяется для передачи информации по выделенной автономной сети передачи данных на верхний уровень с цифровых терминалов ЦЗА,ЦЗАФ производства ООО НИИЭФА ЭНЕРГО и с интеллектуальных терминалов других ведущих мировых производителей. При этом, благодаря структурированной сети образованной аппаратными средствами АМТ, диагностика устройств электроснабжения осуществляется не только с тяговых подстанций, но и постов секционирования и пунктов параллельного соединения.

Выводы

Применение системы телемеханики АМТ позволяет организовать автономную выделенную цифровую сеть передачи по существующим линиям ТУ-ТС данных, без выделения дополнительных затрат на прокладку ВОЛС и установку дорогостоящего связевого оборудования, что обеспечивает возможность использования системы в качестве средства передачи любой диагностической информации для нужд хозяйства электроснабжения железных дорог.

Ключевые слова: мониторинг, диагностика, устройства электроснабжения, телемеханика, система.

Ключові слова: моніторинг, діагностика, пристрої електропостачання, телемеханіка, система.

Keywords: monitoring, diagnostics, power supply, remote control, microprocessor system.