

# Системы телемеханики с распределенной архитектурой



инженерный центр  
**энергосервис**

В статье проведен анализ вариантов построения систем телемеханики, рассмотрены системы телемеханики с распределенной архитектурой, построенные с применением протоколов обмена МЭК 60870-5-101, МЭК 60870-5-104, МЭК 61850.

ЗАО «Инженерный центр «Энергосервис», г. Архангельск

Системы телемеханики электрических подстанций и электростанций являются основным источником информации для автоматизированных систем диспетчерского управления и обеспечивают наблюдение и управляемость электрической сети. Внедрение систем телемеханики является обязательным при новом строительстве и реконструкции существующих объектов электроэнергетики.

По архитектуре построения системы телемеханики можно условно разделить на три типа: централизованные, смешанные и распределенные.

В системах телемеханики с **централизованной архитектурой** (рис. 1)

контроль состояния объекта и управление осуществляются одним устройством — контролируемым пунктом телемеханики (КП ТМ). Он представляет собой шкаф с центральным процессорным модулем, а также модулями ввода/вывода дискретных и аналоговых сигналов. Измерения выполняются с помощью аналоговых измерительных преобразователей (ИП).

Кроме основного шкафа могут использоваться дополнительные шкафы с клеммными зажимами, которые являются своего рода рубежом разделения ответственности между специалистами служб средств диспетчерского и технологического управления (СДТУ) и РЗА. При без-

условном достоинстве данного подхода, связанном с удобством обслуживания, есть и очевидные недостатки: большое количество контрольных кабелей (что влечет за собой существенные затраты на их приобретение, прокладку, подключение) и потенциальные трудности с соблюдением норм электромагнитной совместимости (ЭМС). Данные об измеренных параметрах электрической сети проходят несколько этапов преобразования (в аналоговых ИП, в модулях аналогового ввода КП ТМ), а значит, метрологические характеристики зависят от целого ряда факторов и не могут быть высокими. Также проблемы возникают при расширении таких систем, что связано с необходимостью установки дополнительных модулей ввода/вывода, клеммных зажимов, шкафов и выделением места под них.

С внедрением цифровых измерительных преобразователей появились системы телемеханики со **смешанной архитектурой** (рис. 2). В части сбора телесигнализации и выдачи команд телеуправления в них сохранилась централизованная архитектура, но вместе с этим изменился метод сбора телеизмерений — данные от измерительных преобразователей собираются по цифровым интерфейсам. При такой архитектуре уменьшается объем кабельной продукции, меньшее количество трактов преобразования измеряемых параметров повышает метрологические характеристики сис-

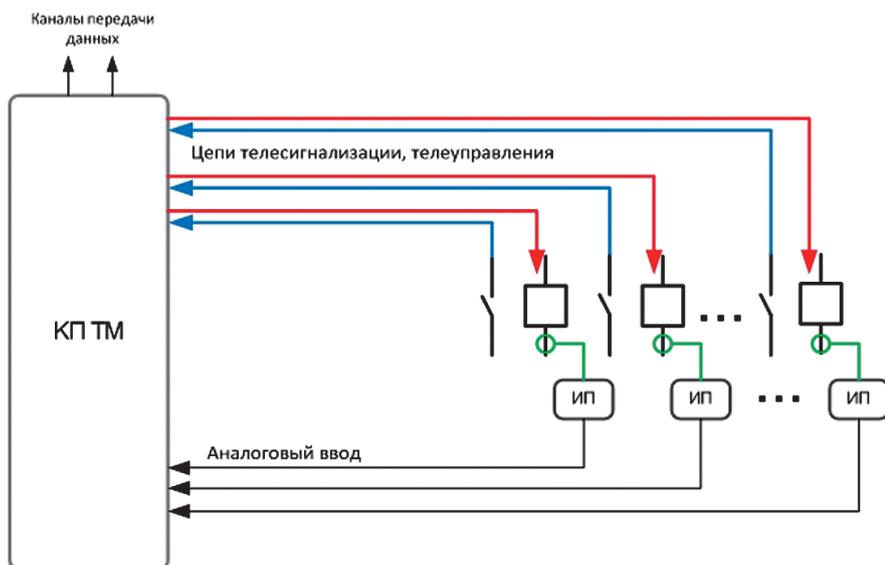


Рис. 1. Схема системы телемеханики с централизованной архитектурой

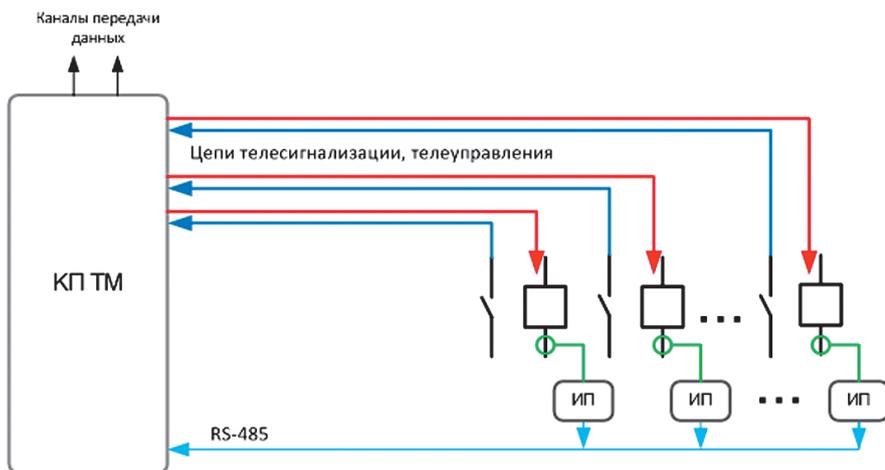


Рис. 2. Схема системы телемеханики со смешанной архитектурой

темы телемеханики — метрология оканчивается на интерфейсе цифрового ИП. Один цифровой измерительный преобразователь может измерять и выдавать несколько параметров.

Системы телемеханики со смешанной архитектурой получили распространение в связи с фактором преемственности. На реконструируемых подстанциях легко заменить шкаф устаревшего контролируемого пункта телемеханики на новый, а измерения организовать с помощью цифровых измерительных преобразователей. Сбор данных с ИП чаще всего осуществляется по протоколу Modbus со всеми вытекающими отсюда ограничениями: количество ИП на магистраль жестко ограничивается из-за требований по времени обновления измерений.

Уход от централизации функций обработки, стремление минимизировать расходы на кабельную продукцию и применение современных микропроцессорных устройств приводят к созданию систем телемеханики с **распределенной архитектурой** (рис. 3).

Инженерный центр «Энерго-сервис» одним из первых в России

стал внедрять такие системы телемеханики на базе многофункциональных измерительных преобразователей, которые относятся к ряду интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ). С помощью многофункциональных измерительных преобразователей непосредственно в месте установки осуществляется обработка дискретных сигналов, выдача команд управления и полный объем измерений и вычислений необходимых параметров сети. При подобном подходе головное устройство выполняет функции, связанные только с объединением потоков данных от интеллектуальных электронных устройств и передачей требуемых объемов информации на вышестоящий уровень систем диспетчерского управления. Связь между ИЭУ и головным устройством обеспечивается по интерфейсам RS-485, RS-232 или сети Ethernet.

Первое устройство сбора данных ЭНКС-2 (головное устройство) с поддержкой передачи по протоколу МЭК 60870-5-101 было разработано и внедрено в 2002 году. За прошедшие годы был накоплен опыт внедрения устройств серии ЭНКС с интеграцией

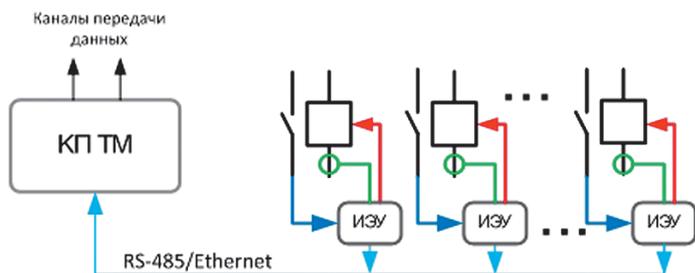


Рис. 3. Схема системы телемеханики с распределенной архитектурой

с системами телемеханики различных ИЭУ. С 2008 года производится и эксплуатируется многофункциональный измерительный преобразователь ЭНИП-2. Он обеспечивает выполнение всех функций телемеханики (измерение, телесигнализацию и телеуправление), выполняет технический учет электроэнергетики, обеспечивает замещение щитовых приборов при использовании модулей индикации ЭНМИ, а также мониторинг качества электроэнергии. Для дополнения функций ЭНИП-2 в части дискретного и аналогового ввода/вывода выпускается серия модулей ЭНМВ.

В качестве головных устройств применяются ЭНКМ-3 и ЭНКС-3м. ЭНКМ-3 — устройство, ориентированное на создание систем телемеханики небольших объектов с количеством ИЭУ до 64 и применением сети GSM. Новый ЭНКС-3м обладает широчайшими возможностями, позволяет строить системы телемеханики распределительных сетей ТП и РП, системы сбора и передачи информации подстанций и системы обмена технологической информацией электростанций. Количество интеллектуальных электронных устройств, опрашиваемых ЭНКС-3м, достигает 240 штук, а общий объем параметров, передаваемых ЭНКС-3м по 16 независимым каналам передачи данных, — 8192 телеизмерения и 4096 телесигнализаций. ЭНКС-3м поддерживает передачу телеметрии по RS-485, RS-232, двум каналам Ethernet и через сеть GSM.

Рассмотрим различные варианты реализации систем телемеханики с распределенной архитектурой.

#### Системы телемеханики распределительных сетей 6–20 кВ

Назначение: сбор и передача на вышестоящий уровень диспетчерского управления телемеханической информации, организация каналов доступа к счетчикам электроэнергии.

На контролируемые присоединения устанавливаются ЭНИП-2 и панели индикации ЭНМИ. Для телеуправления применяется ЭНИП-2 со встроенными релейными выходами или модули ЭНМВ.

ЭНИП-2 обеспечивает обмен ЭНКМ-3 по магистралям RS-485

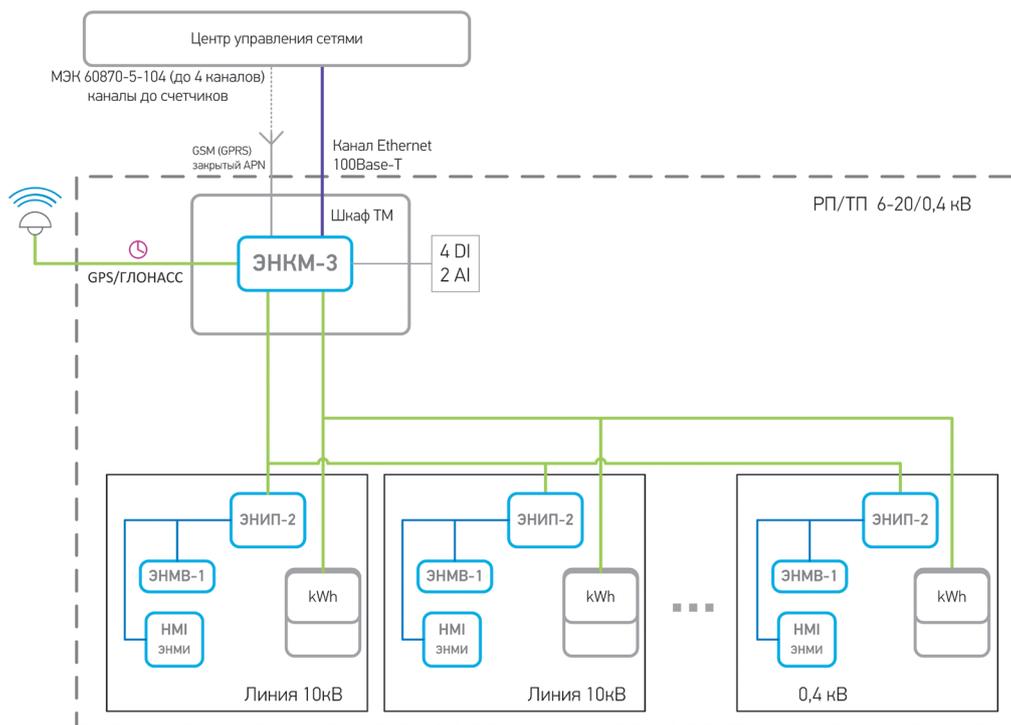


Рис. 4. Схема системы телемеханики распределительной сети 6–20 кВ

по протоколу МЭК 60870-5-101. Присвоение меток времени и срабатывание апертур происходит в ЭНИП-2 и других опрашиваемых устройствах. ЭНКМ-3 ретранслирует информацию на вышестоящий уровень диспетчерского управления с независимой настройкой объема

передаваемых данных для каждого из четырех направлений передачи. Протокол передачи данных – МЭК 60870-5-104, каналы передачи – GSM (GPRS) и Ethernet. Встроенный приемник GPS/ГЛОНАСС синхронизирует время ЭНКМ-3 и ЭНИП-2. ЭНКМ-3 можно исполь-

зовать для организации прозрачного канала доступа к счетчикам электроэнергии для систем АСКУЭ.

**Системы телемеханики необслуживаемых подстанций**

Назначение: сбор и передача на вышестоящий уровень диспет-

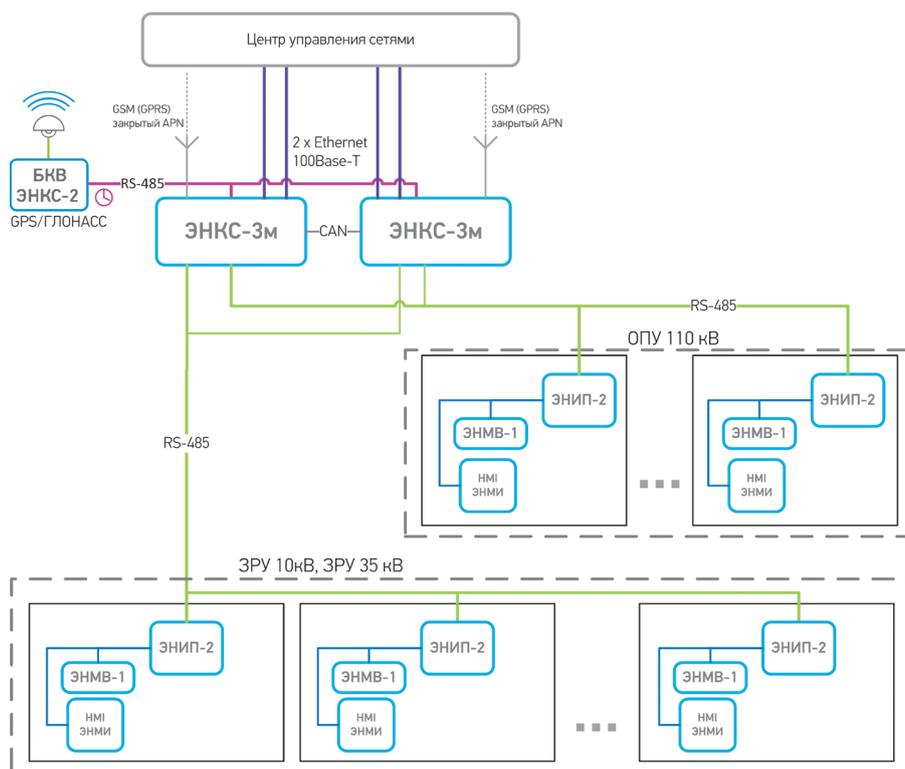


Рис. 5. Схема системы телемеханики необслуживаемой подстанции

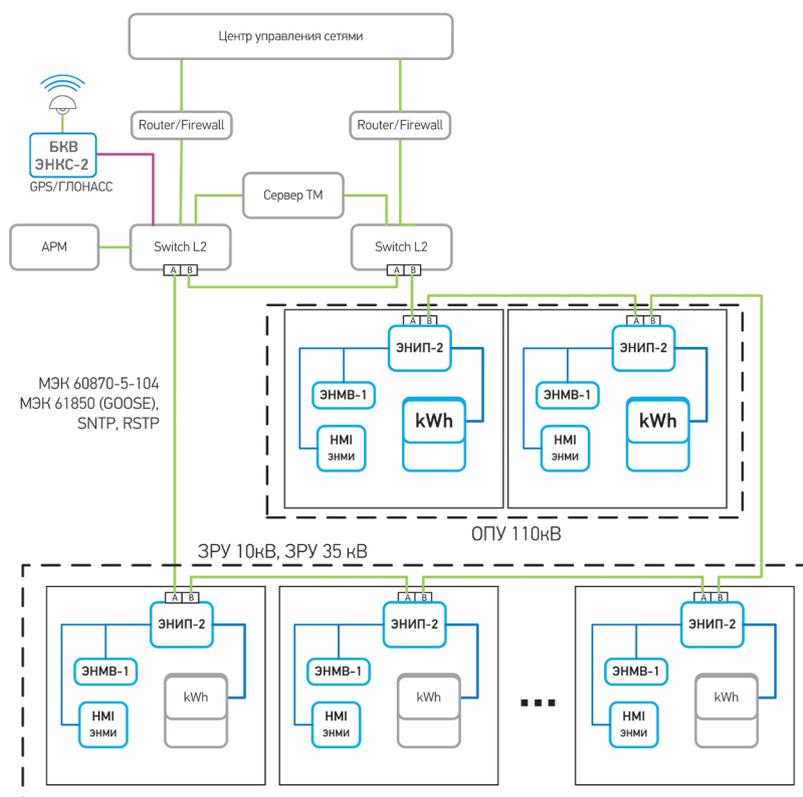


Рис. 6. Схема системы телемеханики обслуживаемой подстанции

черского управления телемеханической информацией.

В отличие от первого варианта здесь в качестве головного устройства применяется ЭНКС-3м (один или два взаиморезервирующих). ЭНКС-3м поддерживает резервирование интерфейсов обмена с ЭНИП-2. Источник точного времени на базе БКВ ЭНКС-2 синхронизирует ЭНКС-3м, а тот, в свою очередь, – ЭНИП-2 и ЭНМВ. Возможно использование встроенного в ЭНКС-3м приемника GPS/ГЛОНАСС.

#### Системы телемеханики обслуживаемых подстанций

Назначение: сбор и передача на вышестоящий уровень диспетчерского управления телемеханической информации, реализация алгоритмов оперативных блокировок, отображение состояния объекта на АРМ диспетчера, организация прозрачных каналов доступа

к счетчикам электроэнергии и терминалам РЗА.

На контролируемые присоединения устанавливаются ЭНИП-2 с двумя портами Ethernet, обеспечивающие сбор информации с контролируемых присоединений по кольцевой схеме (поддержка RSTP). Замыкают кольцо два коммутатора, к которым подключен сервер телемеханики и источник точного времени БКВ ЭНКС-2. Сервер телемеханики обеспечивает сбор по МЭК 60870-5-104, хранение и ретрансляцию информации на вышестоящий уровень диспетчерского управления. Возможен непосредственный обмен верхнего уровня с каждым ЭНИП-2 по МЭК 60870-5-104. На базе сервера телемеханики функционирует АРМ диспетчера. БКВ ЭНКС-2 синхронизирует ЭНИП-2 и сервер телемеханики. ЭНИП-2 предоставляет свои интерфейсы RS-485 как удаленные СОМ-порты (сервер асинхронного

порта) для систем АИИС КУЭ (опрос через ЭНИП-2 счетчиков электроэнергии) или служб РЗА (удаленный доступ инженеров РЗА к терминалам через ЭНИП-2). Протокол обмена МЭК 61850 в ЭНИП-2 и ЭНМВ-1 обеспечивает публикацию и подписку на GOOSE-сообщения, что в сочетании с программируемой логикой позволяет реализовать программные алгоритмы оперативных блокировок.

Применение распределенной архитектуры при создании систем телемеханики на базе оборудования ЗАО «Инженерный центр «Энергосервис» обеспечивает эффективное и экономически выгодное решение по повышению наблюдаемости и управляемости подстанций и электростанций.

#### Литература

1. Бovyкин В. Н., Мокеев А. В., Ульянов Д. Н. Телемеханика «последней мили» распределительных электрических сетей // Энергоэксперт. 2012. № 5.

В. Н. Бovyкин, зам. директора энергетического департамента, ЗАО «Инженерный центр «Энергосервис», г. Архангельск, тел.: (8182) 64-6000, e-mail: ed@ens.ru, www.ens.ru