

Универсальное решение для цифровизации подстанций и распределительных сетей

В 2018 году компания «Россети» утвердила концепцию «Цифровая трансформация 2030». Одной из основных задач данной концепции является повышение эффективности электросетей. Для этого необходимо использовать новые программно-технические решения, обеспечивающие снижение полной стоимости владения по сравнению с традиционными, а также простоту эксплуатации, повышение функциональности, надежности и безопасности.



Рис. 1. Контроллер многофункциональный «ИНБРЭС»

В соответствии с данными требованиями, нормативными документами и общим вектором цифровизации электрических сетей, нашей компанией был разработан и аттестован программно-технический комплекс (ПТК) АСУ ТП/ССПИ/ТМ «ИНБРЭС».

ПТК «ИНБРЭС» предназначен для построения систем автоматизированного управления технологическими процессами, систем сбора и передачи информации электрических подстанций 35-750 кВ, телемеханики подстанций 6-35 кВ, трансформаторных и распределительных пунктов 6-20 кВ, с поддержкой различных архитектур цифровой подстанции (ЦПС).

В состав ПТК входят следующие основные компоненты:

- контроллеры многофункциональной серии «ИНБРЭС» (преобразователь дискретных сигналов (ПДС), контроллер присоединения (КП), устройство сопряжения с объектом (УСО));
- шкаф серверного оборудования ИНБРЭС-ШСО, в том числе:
 - SCADA «ИНБРЭС»;
 - Контроллер телемеханики ИНБРЭС-КТМ;
 - шкаф телемеханики ИНБРЭС-ШТМ;
 - шкаф сетевых коммутаторов ИНБРЭС-ШСК.
- Основные применяемые конфигурации ПТК в зависимости от класса напряжения и типа системы:
 - АСУ ТП ПС 220-750 кВ;
 - ССПИ ПС 220-750 кВ;
 - АСУ ТП ПС 35-110 кВ;
 - ССПИ ПС 35-110 кВ;
 - ССПИ/ТМ ПС 6-35 кВ;
 - ТМ РП/РТП 6-20 кВ;
 - ТМ ТП 6-20 кВ;
 - Прочие: оперативная блокировка разъединителей (ОБР), система мониторинга РЗА (СМ РЗА), ССПИ ОМП/РАС, и др.
- В зависимости от типа системы (АСУ ТП/ССПИ/ТМ) и класса напряжения ПТК может включать в себя:

- Полевой уровень – все устройства, которые непосредственно связаны с объектом управления:
 - Элементы ПТК «ИНБРЭС»:
 - Полевые преобразователи для дискретных сигналов ИНБРЭС-ПП-Д (с обменом по МЭК 61850-8-1), устанавливаемые в шкафах наружного исполнения (на ОРУ) в непосредственной близости от первичного оборудования;
 - Внешние элементы:
 - Датчики (первичные преобразователи) для сбора информации о ходе технологического процесса, не входящие в комплект основного оборудования ПТК;
 - Сетевые средства шины процесса;
 - Уровень присоединения включает в себя:
 - Элементы ПТК «ИНБРЭС»:
 - Контроллеры одного, двух и более присоединений: ИНБРЭС-КПх-СВН, ИНБРЭС-КПх-ВН (см. рис. 1);
 - Контроллеры многофункциональные: ИНБРЭС-КМ-В, ИНБРЭС-КМ-ВБ, ИНБРЭС-КМ-Б;
 - Контроллеры/УСО для сбора общеподстанционных сигналов: ИНБРЭС-КПГ-ПС;
 - Контроллеры ячеек РУ 6-35 кВ: ИНБРЭС-КПх-СН;
 - Внешние элементы:
 - Контроллеры/УСО для сбора общеподстанционных сигналов: ИНБРЭС-КПГ-ПС;
 - Контроллеры ячеек РУ 6-35 кВ: ИНБРЭС-КПх-СН;
 - Внешние элементы:
 - терминалы с функциями АУВ и КП 110-220кВ Бреслер-0107.603;
 - терминалы с функциями РЗА и КП 6-35кВ, Бреслер-0107.200.К;
 - Цифровые измерительные преобразователи;
 - Интегрируемые, на информационном уровне, устройства смежных систем (РЗА, ПА, РАС, ОМП и др.)
 - Подстанционный уровень образуют устройства сбора концентратии, обработки, передачи и централизованного хранения информации, синхронизации компонентов системы, в который входят:
 - Элементы ПТК «ИНБРЭС»:
 - Устройства сбора и централизованного хранения информации – шкафы серверов системы ИНБРЭС-ШСО с лицензионным ПО «ИНБРЭС» (см. пример мнемосхемы на рис. 2);
 - Средства представления, контроля информации и оперативного управления – АРМ оперативного персонала, АРМ инженера РЗА/АСУТП с лицензионным ПО «ИНБРЭС» (клиент);
 - Сетевое оборудование (станционная шина) и оборудования связи – шкаф сетевых коммутаторов ИНБРЭС-ШСК;
 - Оборудование, обеспечивающее передачу информации в диспетчерские центры – станционные контроллеры телемеханики: ИНБРЭС-КТМ; КМ-Б;
 - Внешние элементы:
 - Преобразователи интерфейсов и среды передачи данных, концентраторы протоколов;
 - Оборудование системы единого времени, обеспечивающее синхронизацию компонентов ПТК – приемники GPS/ГЛОНАСС, сервер точного времени;
 - Системы гарантированного питания ПТК;
 - Лазерный принтер для распечатки ведомостей, отчетов, осциллограмм, графиков, схем.
 - ПТК «ИНБРЭС» обладает рядом расширяемых функций, выгодно отличающих его от аналогичных комплексов, таких, как:

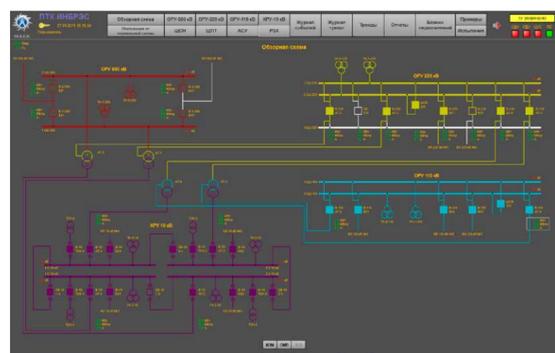


Рис. 2. Интерфейс ПТК «ИНБРЭС»

- тированных сообщений с использованием стандартного протокола МЭК 61850-8-1 GOOSE;
- передача аналоговых сигналов от измерительных устройств выполняется по контрольному кабелю;
- информационный обмен с верхним уровнем ПС осуществляется цифровыми сигналами с использованием стандартного протокола МЭК 61850-8-1 MMS;
- Архитектура ЦПС III типа:
 - обмен дискретными сигналами между ИЭУ осуществляется при помощи объектно-ориентированных сообщений с использованием стандартного протокола МЭК 61850-8-1 GOOSE;
 - передача аналоговых сигналов от измерительных устройств выполняется в цифровом виде с использованием стандартного протокола МЭК 61850-9-2 SV;
 - информационный обмен с верхним уровнем ПС осуществляется цифровыми сигналами с использованием стандартного протокола МЭК 61850-8-1 MMS.

Для наглядности рассмотрим специфику функционирования основных элементов ПТК АСУ ТП во всех трех упомянутых архитектурах.

I архитектура обобщенно представлена на рис. 3. В данной архитектуре контроллеры присоединения собирают сигналы ТС с первичного оборудования (выключатели, заземляющие ножи, разъединители) и передают на них управляющие воздействия ТУ, ОБР (для разрешения управления коммутационными аппаратами) с помощью медных электрических цепей. Применяется цифровой обмен сигналами положения коммутационных аппаратов между контроллерами присоединения (КП) по протоколу МЭК 61850-8-1 GOOSE в целях реализации горизонтальных связей позволяет упростить монтаж цепей и организовать диагностику цифровых связей между КП в реальном времени.

II архитектура построения ПТК АСУ ТП «ИНБРЭС» отражена на рис. 4. Обмен дискретными сигналами между КП (горизонтальные связи), как и в архитектуре I, осуществляется по цифровому протоколу МЭК 61850-8-1 GOOSE. Особенностью II архитектуры является сбор сигналов ТС с первичного оборудования и передача на него управляющих воздействий ТУ и ОБР с помощью преобразователей дискретных сигналов (ПДС) ИНБРЭС-ПП-Д, устанавливаемых на полевом уровне, вблизи первичного оборудо-

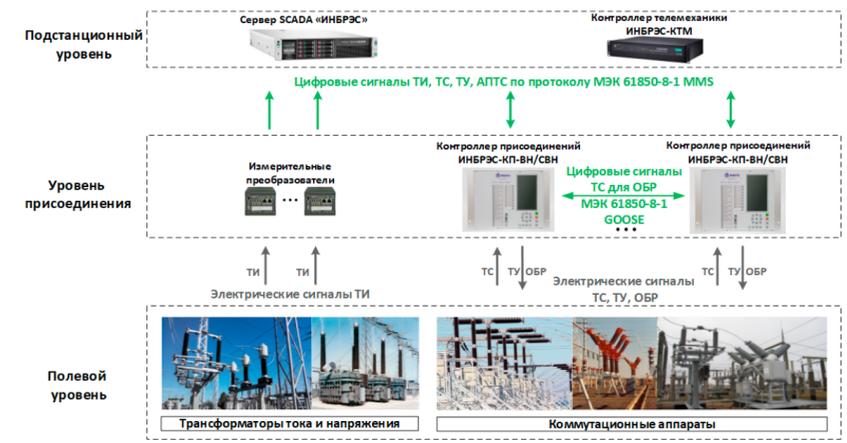


Рис. 3. Реализация архитектуры I на базе ПТК АСУ ТП «ИНБРЭС»

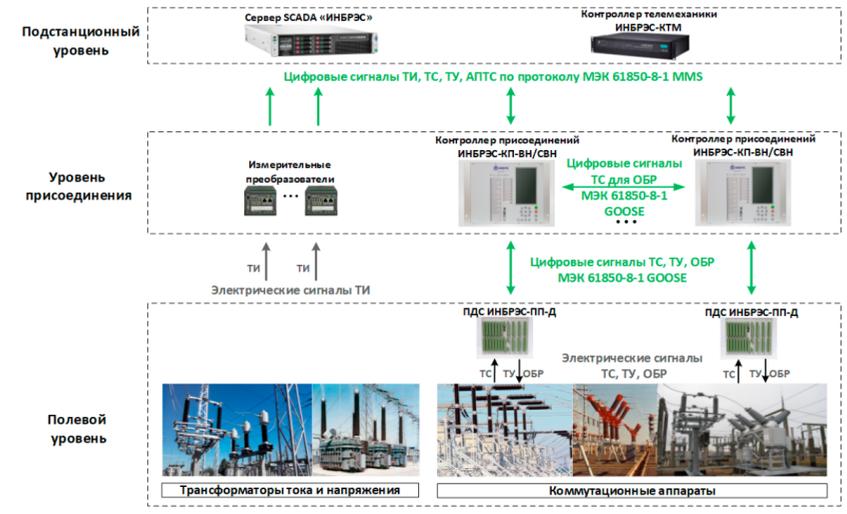


Рис. 4. Реализация архитектуры II на базе ПТК АСУ ТП «ИНБРЭС»

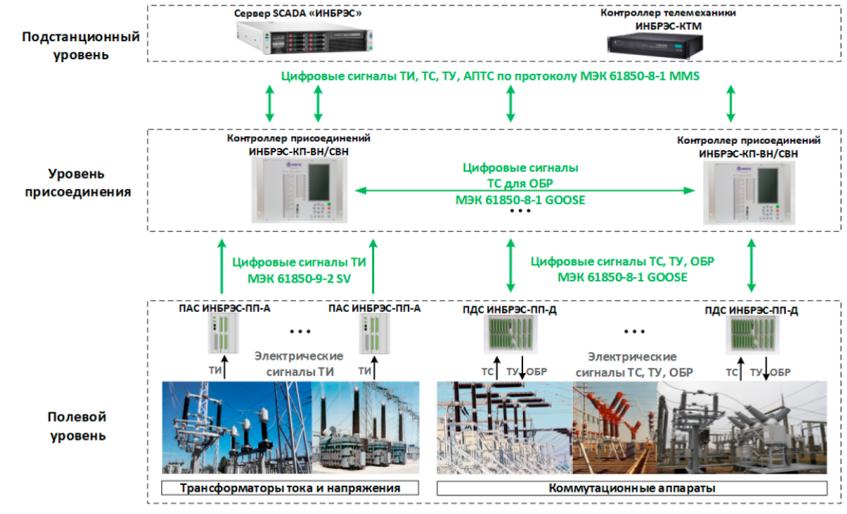


Рис. 5. Реализация архитектуры III на базе ПТК АСУ ТП «ИНБРЭС»

вания. Контрольные электрические цепи подключаются к ПДС, далее ПДС передает дискретные сигналы в цифровой виде по протоколу МЭК 61850-8-1 GOOSE в КП.

Наконец, III архитектура построения ПТК АСУ ТП «ИНБРЭС», представленная на рис. 5, предназначена для энергообъектов с макси-

мальным уровнем цифровизации, что позволяет наиболее полно реализовать задачи, поставленные в концепции «Цифровая трансформация 2030».

Важнейшим отличием данной архитектуры от описанных выше является обработка аналоговых сигналов телеизмерений с транс-

форматоров тока (ТТ) и напряжения (ТН) в формате цифрового потока МЭК 61850-9-2. Для преобразования электрических сигналов в цифровой вид применяются преобразователи аналоговых сигналов (ПАС) ИНБРЭС-ПП-А, устанавливаемые на полевом уровне вблизи ТТ и ТН. Таким образом в данной

архитектуре и сигналы телеизмерений, и сигналы телесигнализации поступают в АСУ ТП и внешние подсистемы в цифровом виде. Аналогично, в цифровом виде, передаются и сигналы телеуправления.

Выбор применяемой архитектуры цифровой ПС и ПТК АСУ ТП зависит от следующих факторов:

- класс напряжения подстанции;
- тип проекта по внедрению АСУ ТП (новый объект/реконструкция/расширение);
- тип распреедурстройства (ОРУ, КРУЭ);
- принадлежность объекта (ПАО «Россети»/ПАО «ФСК ЕЭС»/другие энергокомпании);
- индивидуальные требования заказчика в рамках конкретного проекта.

Для применения на объектах ДЗО ПАО «Россети» требуется прохождение процедуры аттестации. В целях проведения аттестационных испытаний на площадке ООО «ИНБРЭС» был создан масштабный испытательный полигон – цифровой двойник ПС 500/220/110/10 кВ, и в июне 2019 г. ПТК «ИНБРЭС» успешно прошел аттестационные испытания.

ПТК был одновременно представлен в форматах I и II архитектур с частичным использованием многофункциональных устройств защиты и управления для присоединений 110 кВ и 10 кВ, что вызвало дополнительный интересу аттестационной комиссии.

В ходе аттестационных испытаний ПТК были проведены функциональные и штормовые испытания в полном соответствии с утвержденными ПАО «Россети» техническими требованиями.

Полигон ПТК «ИНБРЭС» состоит из более чем 80 микропроцессорных устройств, более 30 эмуляторов, резервированных серверов и контроллеров телемеханики, локальных АРМ, имитаторов трех



Рис. 6. Полигон ПТК «ИНБРЭС»

вышестоящих уровней управления (ЦУС, РДУ, ОДУ). Обмен информацией в ПТК обеспечивается по протоколу цифровой подстанции МЭК 61850.

На рис. 6 представлен внешний вид полигона ПТК «ИНБРЭС».

Наиболее сложными испытаниями в аттестации ПТК АСУ ТП в соответствии со стандартом организации ПАО «ФСК ЕЭС», несомненно, являются штормовые испытания. ПТК «ИНБРЭС» достойно выдержал режимы повышенной информационной нагрузки с результатами, превосходящими требования методики испытаний:

- Режим информационного всплеска: 10 818 спорадических сигналов (738 шт. АС, 504 шт. ПС1, 1680 шт. ПС2, 7896 шт. ОС);

- Длительный штормовой режим (аналоговые события): 514 800 спорадических аналоговых сигналов за 30 минут;
- Длительный штормовой режим (дискретные события): 384 000 спорадических дискретных сигналов, из них 24 000 – аварийных, 360 000 – оперативных;
- Проверка отсутствия потерь в передаче информации с помощью сухого контакта: общее количество переданных сигналов – 1377 шт. от 81 устройства;
- Полное время передачи GOOSE-сигналов между 64 устройствами: 288...315 мс;
- Проверка отсутствия потерь в передаче GOOSE-сообщений: без потерь передано 3005 GOOSE-пакетов.

Аттестационная комиссия, в которую входили представители ПАО «Россети», ПАО «ФИЦ», ПАО «ФСК ЕЭС», АО «Институт Энергосеть» отметила высокий уровень подготовки стенда и подтвердила соответствие ПТК действующим отраслевым требованиям.

В настоящее время ПТК «ИНБРЭС» внесен в реестр оборудования, материалов и систем, допущенных к применению на объектах ПАО «Россети».

Помимо аттестации в ПАО «Россети», компоненты ПТК «ИНБРЭС» имеют сертификаты Таможенного союза, протоколы испытаний на ЭМС, климатические и механические воздействия, сейсмостойкость. Контроллер многофункциональной серии «ИНБРЭС» внесен в федеральный реестр средств измерения.

На текущий момент успешно завершено более 30 проектов по внедрению ПТК «ИНБРЭС» на объектах предприятий энергетики и нефтегазового комплекса. Установлены комплексы АСУ ТП, АСУДУ, ССПИ и телемеханики на объектах с классом напряжения от 6 до 220 кВ.

ПТК «ИНБРЭС» – это полностью отечественное решение, которое разработано и произведено в России. Применение ПТК позволяет качественно выполнить задачи, сформулированные в концепции «Цифровая трансформация 2030», обеспечивая при этом экономическую и информационную безопасность компании-заказчика и в целом энергосистемы страны.

ИНБРЭС

ООО «ИНБРЭС»
Тел./ факс: (8352) 45-94-88, 45-95-96
info@inbres.ru
www.inbres.ru