



ЭКРА

СОХРАНЯЯ ЭНЕРГИЮ

Опыт разработки
проектной
документации
высокоавтоматизированной
подстанции (ВАПС)

Терентьев Валерий
Директор департамента
технического маркетинга

Высокоавтоматизированная ПС (ВАПС)

является очередным этапом развития электроэнергетической отрасли и представляет собой комплекс организационных и технических мероприятий, направленных на оптимизацию и повышение эффективности производственных процессов распределения энергетических ресурсов и контроля за ними за счет применения новой технологии управления энергообъектом, построенной с учетом требований международного стандарта *МЭК 61850*.

Опытная эксплуатация комплексов РЗА НПП ЭКРА работающие на принципах, предусмотренных стандартом *МЭК 61850* **началась в 2014 году**. Поставке оборудования предшествовала разработка проектной документации силами Проектного центра ЭКРА (ПЦ «ЭКРА»). Таким образом, был получен первый опыт в выполнении проектов, наладки и эксплуатации, велась статистика надежности работы оборудования.

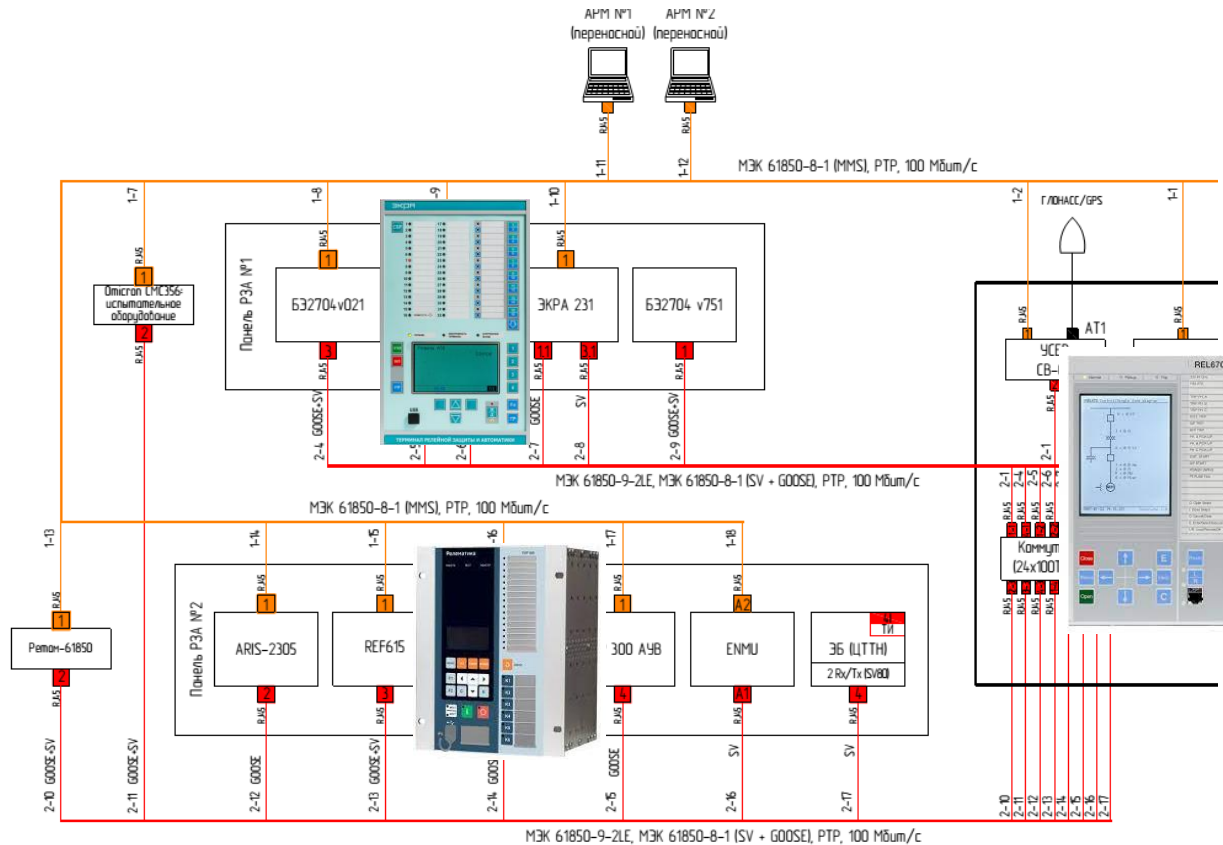
На начальных этапах внедрения осуществлялась опытная эксплуатация оборудования ВАПС в пределах одной ячейки, как правило, линейной, выделенной для испытаний.

В ВАПС передача сигналов осуществляется посредством локально-вычислительной сети (ЛВС). ЛВС является элементом более понятным для инженеров-проектировщиков автоматизированных систем управления. Отсюда возникает **первая сложность** при проектировании: требования к компетенции инженера-проектировщика систем РЗА, специалистам технических служб РЗА заказчика в области ЛВС АСУ.

Для решения этой проблемы на базе образовательного центра НПП "ЭКРА" были организованы курсы повышения квалификации по программе «программно-аппаратный комплекс «Цифровая подстанция» для проектировщиков и технических представителей заказчиков, где преподаватели образовательного центра и ведущие технические специалисты НПП "ЭКРА" в теоретической и практических формах объясняли принципы работы оборудования ПАК ВАПС.

В ходе выполнения проектно-изыскательских, НИОКР выявлена **вторая сложность**, возникающая при проектировании – выбор оборудования для построения ЛВС. Требования к оборудованию для построения ЛВС РЗА отличаются от требований к оборудованию ЛВС АСУ. Указанное оборудование должно бесперебойно работать круглосуточно в течение длительного времени. Кроме того, к нему предъявляются более жесткие требования по следующим техническим параметрам:

- возможность работы с пакетами синхронизации времени по протоколу PTPv2 (precision time protocol version 2.0) (задержки не более 50 нс);
- гибкости настроек – возможность выделения виртуальных сетей, фильтрации пакетов и т.п.;
- работа в резервированных сетях с применением протоколов параллельного резервирования PRP (Parallel Redundancy Protocol – протокол параллельного резервирования), HSR (High-availability Seamless Redundancy – протокол бесшовного резервирования высокой доступности), RSTP (Rapid Spanning Tree Protocol - «быстрый» протокол связующего дерева);



1. При разработке проектной документации и выборе оборудования РЗА необходима проработка вопросов по стыковке основных защит ВЛ (КВЛ, КЛ) с основными защитами смежных подстанций, функционирующих по классическому принципу.

2. Стыковка оборудования различных производителей.

Решения:

проведение предварительных проверок и испытаний на совместимость.

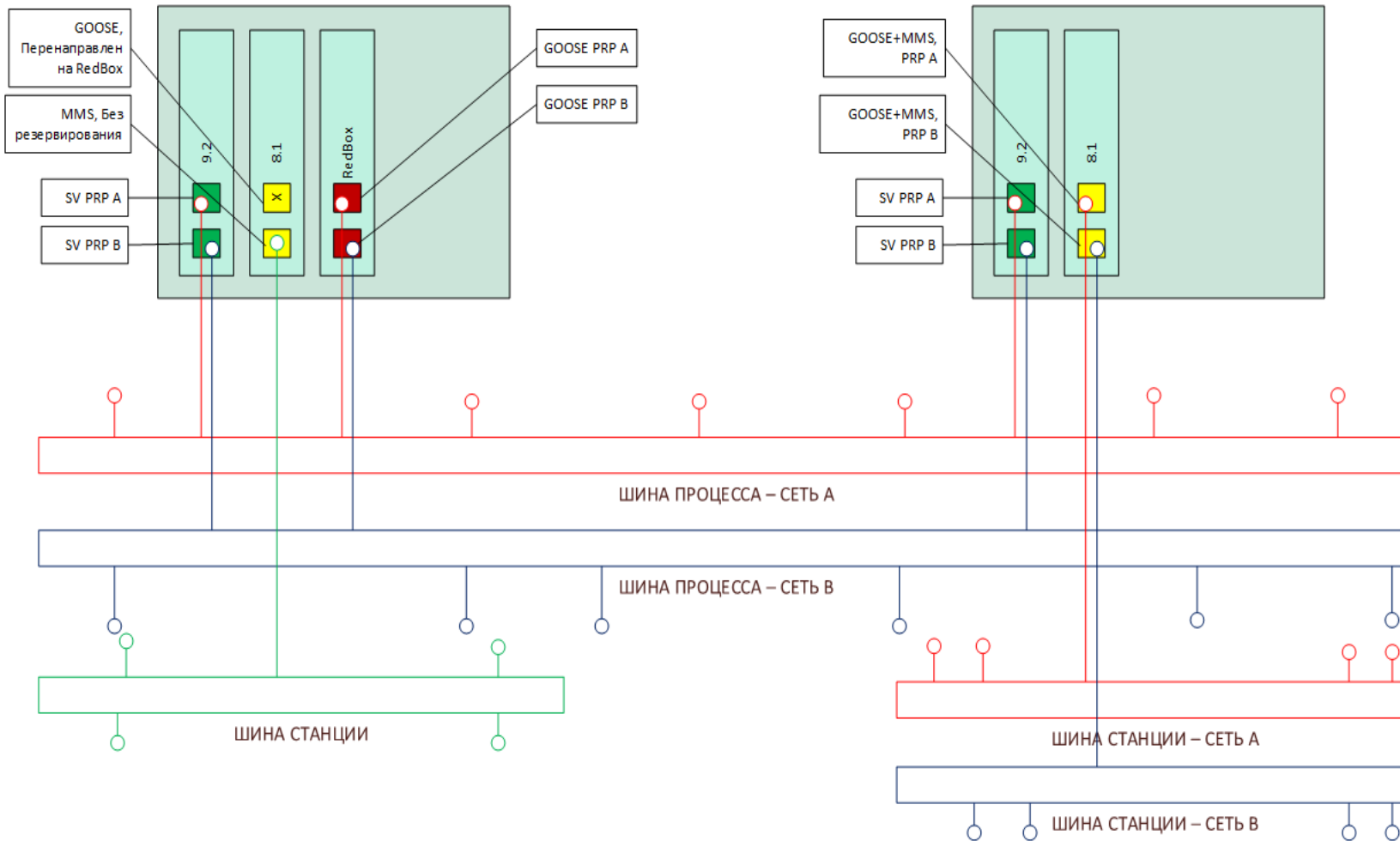
Требуется проработка выбора топологии ЛВС, способов управления информационными потоками данных. При этом должны быть рассмотрены несколько вариантов реализации архитектуры цифровой шины передачи данных с учетом расчетной загрузки ЛВС.

Основными протоколами передачи данных, согласно стандарту *МЭК 61850*, являются:

- а) протокол передачи выборочных значений - *Sampled Values (SV)*;
- б) протокол передачи обобщенного объектно-ориентированного события на подстанции - *generic object-oriented substation event (GOOSE)* – для обмена данными между интеллектуальными электронными устройствами;
- в) протокол передачи спецификации промышленных сообщений - *manufacturing message specification (MMS)* – для передачи и приема данных между интеллектуальными электронными устройствам и устройствами АСУ.

Вариант 1:
GOOSE в шине процесса

Вариант 2:
GOOSE в шине станции



Согласно действующей НТД, существует множество вариантов реализации шины процесса/станции.

Специалисты НПП ЭКРА имеют практический опыт реализации объектов, на которых передача данных SV осуществляется по шине процесса, а GOOSE и MMS по шине станции, на объектах с небольшим количеством устройств.

Такой подход показал хороший практический результат.

Принимая во внимание уровни важности и требования к скорости передачи трафика SV, GOOSE и MMS, архитектуру терминалов РЗА, исходя из требований к отказоустойчивости топологии локальной сети подстанции, можно сделать следующие выводы:

- при проектировании ЛВС целесообразно выполнять расчет загрузки сети;
- на практике встречаются различные варианты реализации шины процесса и шины станции, корректно работающие при правильной настройке и реализации;
- для резервирования шины процесса и шины станции, а также шины процесса автоматизированной информационно-измерительной системы коммерческого учета электроэнергии (АИИС КУЭ) должен использоваться протокол PRP совместно с протоколами кольцевого резервирования, для увеличения надежности.

Архитектура I типа

- для ПС на которых уже установлены микропроцессорные устройства РЗА;

Архитектура II типа

- для вновь строящихся и реконструируемых ПС;

Архитектура III типа

- для элементов ВАПС и перспективных ВАПС которые будут внедряться в дальнейшем.

Шкафы РЗА типа **ШЭТ (шкаф электротехнический типовой)**, предназначены для установки в ОПУ для классов напряжения:

1 - ШЭТ РЗА 6-35;

2 - ШЭТ РЗА 110-220;

3 - ШЭТ РЗА 330-750;

4 - ШЭТ РЗА общего назначения (не регламентируется).



ВАПС «Медведевская» ПАО «МОЭСК», питание инновационного центра «Сколково».

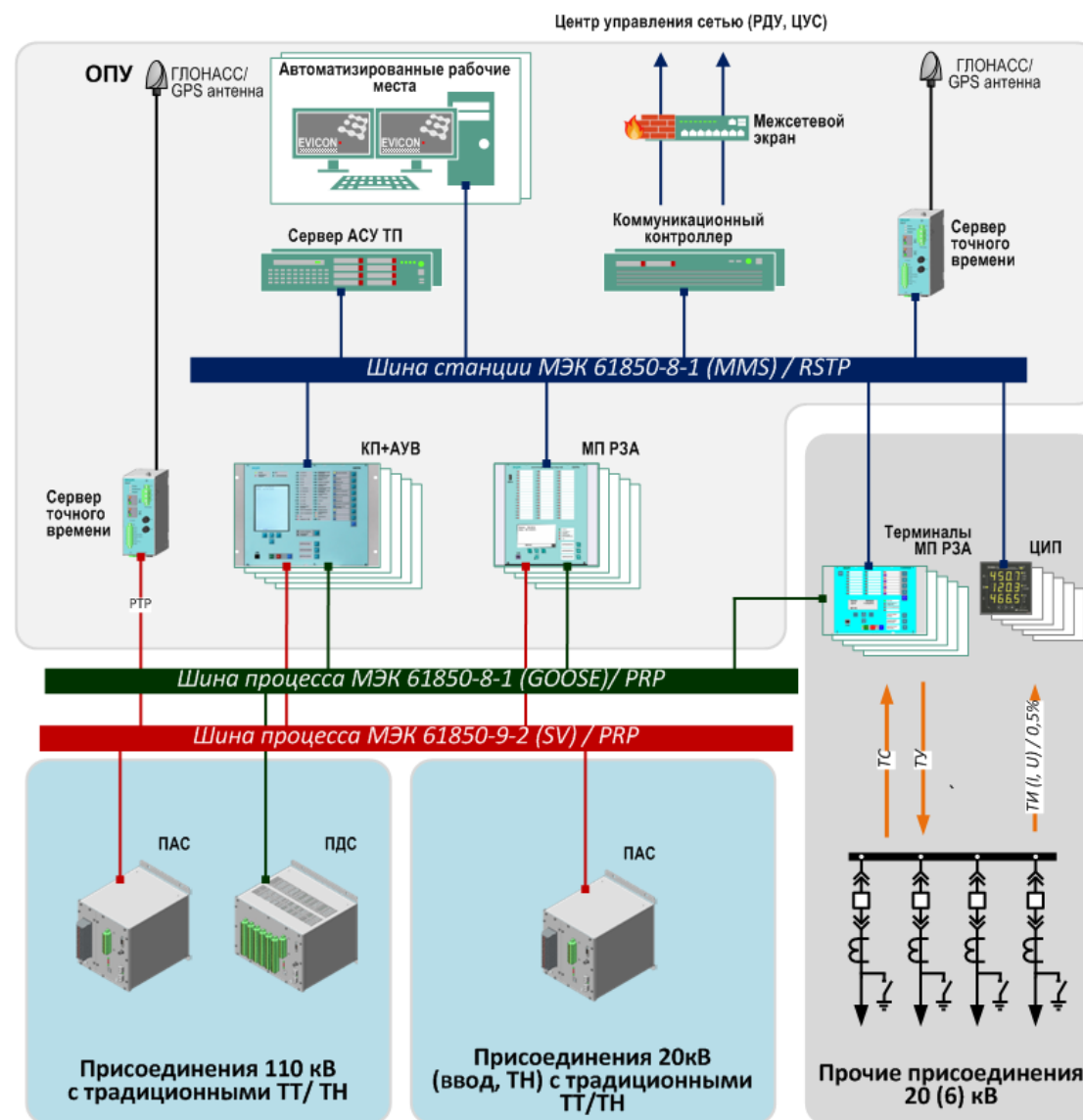
Первая в России по МЭК 61850 ВАПС по 3-ей архитектуре (введена в опытно-промышленную эксплуатацию в 2017 г., в промышленную эксплуатацию – в 2018 г.):

- Оборудование АСУ ТП, ТМ, РЗА, СОПТ, ЩСН – от НПП ЭКРА:
- подсистема РЗА и ПА;
 - подсистема АСУ ТП и синхронизации времени;
 - подсистема преобразования аналоговых и дискретных сигналов;
 - подсистема регистрации аварийных событий.

Представленный вариант удовлетворяет требованиям Заказчика по зонам эксплуатационной ответственности оборудования ВАПС.

Каждая служба обслуживает и несет ответственность за работу своей ЛВС: шину процесса (ЛВС уровня процесса) служба РЗА, шина станции с передачей команд и сигналов MMS-сообщений (ЛВС уровня подстанции и присоединения) служба АСУ.

Данная структура защищает от внешних угроз (киберугроз) на работу оборудования ПАК ВАПС, поскольку достигается максимально возможная изоляция самого важного сегмента сети терминалов РЗА.





Отсутствие требований, предъявляемых к содержанию документации ВАПС Стандарт МЭК 61850-4 «Управление системой и проектированием» не описывает содержание проектной документации. Описывает структуру жизненного цикла ВАПС от разработки до утилизации энергообъекта.

Решения:

применение разработанного ФСК ЕЭС стандарта СТО 56947007- 29.240.10.299-2020 «Цифровая подстанция. Методические указания по проектированию ВАПС»



GOOSE(вх):
16ДС (1..16 вх. сообщений)
GOOSE(исх):
16ДС (1 сообщение)

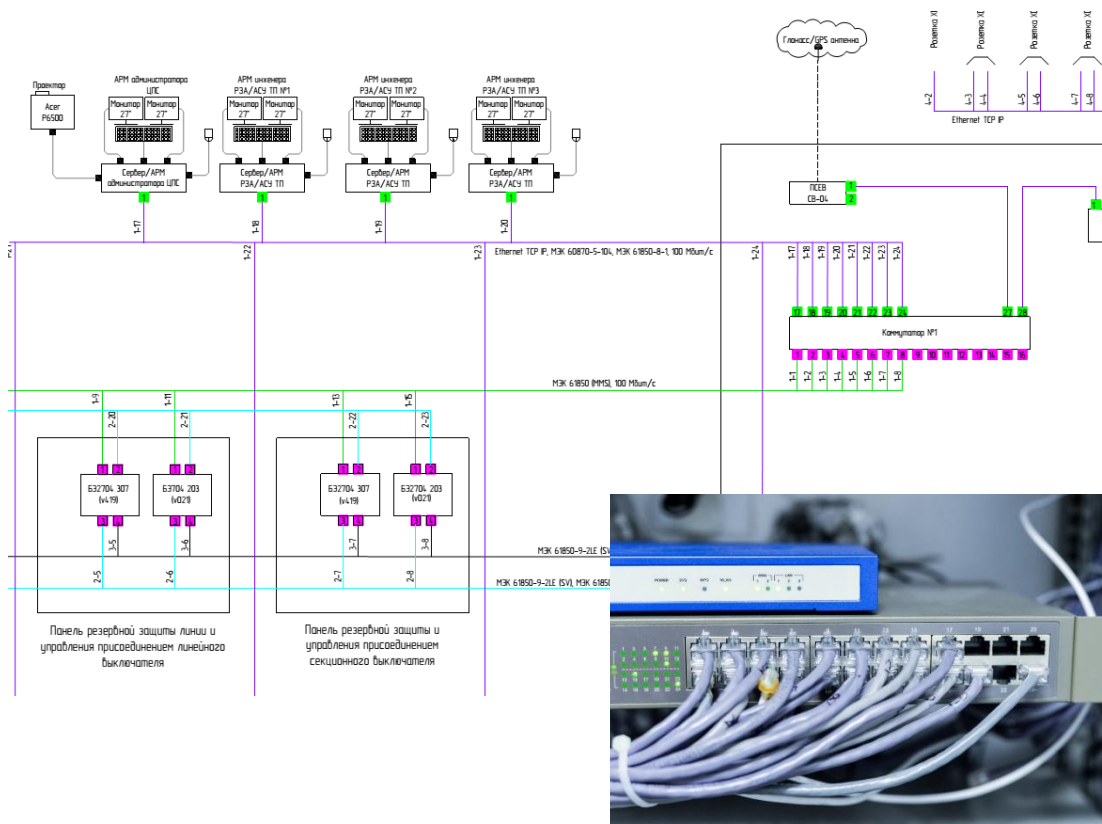
4 небуфферизированных отчета
2 буфферизированных отчета

Несогласованность проектных решений с характеристиками применяемого оборудования

Разработка проектов ВАПС без учета особенностей характеристик и параметров применяемого оборудования.

Решения:

1. изучение заводской документации
2. консультации с предприятием-изготовителем
3. применение специализированных САПР



Разработка проектных решений без учета особенностей ВАПС: по архитектуре, структуре ЛВС, объему трафика и т.п.

Отсутствие в проектах расчетов информационной нагрузки, мероприятий по снижению и ограничению трафика, разделению трафика разнотипных сигналов (GOOSE, SV, MMS, SNTP, RTP и т.п.).

Структурные схемы ЛВС без учета особенностей взаимодействия IED-устройств, их характеристик, принадлежности к классам напряжения и т.д.





НОУ НОЦ «ЭКРА»

Требования к квалификации проектировщиков

- необходимо наличие компетенций в области РЗА(ПА) и IT.

Решения:

1. повышение квалификации проектировщиков на специализированных курсах;
2. разработка стендов ЦПС (II-III арх.);
3. изучение технических характеристик применяемого оборудования, новинок области ЦПС и IT.



Место проведения «цифрового»* монтажа оборудования ВАПС

Требования Заказчика по уровню готовности оборудования ВАПС, включающие в себя настройку коммуникационных параметров вторичных устройств и последующую проверку.

Отсутствие на момент изготовления, проверки и выпуска оборудования проектных решений по указанным параметрам.

* «Цифровой» монтаж – формирование и проверки связи между IED-устройствами, а также настройка коммуникационного оборудования.



НОУ НОЦ «ЭКРА»

Проверка «цифрового» монтажа, объем и требуемый инструментарий, а также требования к квалификации наладчика

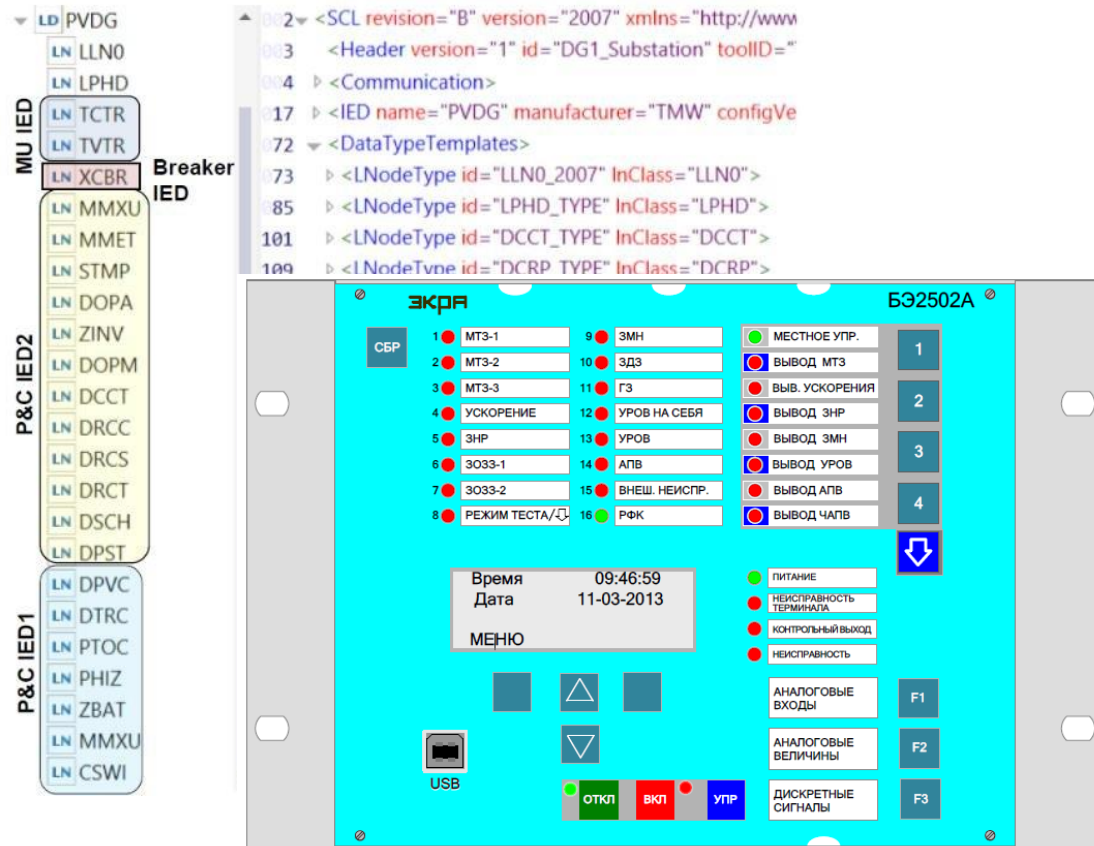
Проведение работ по настройке и проверке вторичных IED-устройств требует специализированное испытательное оборудование, ПТК анализа информационных потоков, навыки работы с IED-устройствами.



Формирования связи внутри IED-устройств – взаимодействие ФЛС и дискретных сигналов GOOSE-сообщений.

Необходимость проведения дополнительных работ по формированию и настройке коммуникационных параметров IED-устройств ВАПС.

Необходимость наличия у наладчиков специализированного ПО(конфигуратор) для загрузки проектных настроек (CID-файлы) в IED-устройства



Полная или частичная несовместимость IED-устройств с файлами конфигурации из SCL-проекта

Несовместимость модели данных файлов конфигурации SCL-проекта объектной модели IED-устройства.

Решения

1. предварительные проверки на совместимость.
2. ручное конфигурирование IED-устройств.

Проектирование ВАПС отличается от проектирования традиционной ПС отсутствием требований к оформлению документации в части схемы взаимодействия устройств ИЭУ.

В каждом конкретном случае проектирования ВАПС для определения архитектуры технологических ЛВС необходимо проводить расчетный анализ загрузки трафика оборудования ЛВС. Уровень загрузки, зависит от степени сложности главной схемы и объема автоматизации энергообъекта.

Разработаны требования к содержанию и оформлению ПД и РД для ВАПС, наличие файла электронного проекта в формате SCL – обязательно.

Проектирование энергообъектов ВАПС упростилось за счет уменьшения количества схем. Документация представляется структурными схемами ЛВС и таблицей сигналов взаимодействия ИЭУ.

Отсутствует ПО для разработки проекта в SCL-формате.

Технические консультации, предварительная проработка проекта и состава:

Кугушев Дмитрий Вячеславович – руководитель группы

e-mail: kugushev_dv@ekra.ru

тел.: (8352) 220-130 доб. 1132

Технические консультации и поддержка:

Кошельков Иван Александрович - заведующий отделом

e-mail: koshelkov_ia@ekra.ru

тел.: (8352) 220-130 доб. 9033





ЭКРА

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ