



СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

ФИЛИАЛ АО «СО ЕЭС» ОДУ УРАЛА

ПРИМЕНЕНИЕ ПРОТОКОЛОВ МЭК-61850 ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РЗА В ОЭС УРАЛА

XVI научно-практическая конференция «Планирование и управление
электроэнергетическими системами» имени В.Н. Ясникова
Новосибирск, 2025

Инкин Дмитрий Анатольевич
Главный эксперт СРЗА



ОБЪЕДИНЕННАЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УРАЛА

СХЕМА ОЭС УРАЛА



ОЭС Урала располагается на территории **Уральского и Приволжского Федеральных округов**.

В состав ОЭС Урала входят девять региональных энергетических систем, управление которыми осуществляют шесть РДУ.

Режимом работы ОЭС Урала управляет **Филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Урала**.

Электроэнергетический комплекс образуют:

- 235 электростанций суммарной мощностью порядка **53650 МВт**;
- 2044 электрических подстанций 110-500 кВ;
- 2784 линий электропередачи 110-500 кВ, общей протяженностью более 130 тыс. км.

Потребление ОЭС Урала порядка **34700 МВт**.





ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИИ О ПС 500 КВ ЮЖНАЯ В ОЭС УРАЛА

Введена в эксплуатацию в 1954 г.

Узловая подстанция Свердловской энергосистемы.

Соединена с энергосистемой **четырьмя воздушными линиями 500 кВ.**

Является одним из главных энергообъектов на транзитных связях Урал – Запад.

Начиная с 1973 г. на ПС 500 кВ Южная в эксплуатации находились устройства ПА для защиты статической устойчивости ОЭС Урала (релейная ЦПА, ТА-100, ЕС-1011).

Начиная с 2005 г. на ПС 500 кВ Южная в эксплуатации низовые устройства **ЦСПА ОЭС Урала.**





ПРЕДПОСЫЛКИ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ «ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ» В ОЭС УРАЛА

Предпосылки к замене старого УКПА на ПС 500 кВ Южная:

- износ оборудования комплекса;
- отсутствие возможности расширения функционала УКПА в части входной аварийной информации.

В рамках титула «Модернизация ЦСПА ОЭС Урала с целью перехода на платформу ЦСПА нового поколения» требовалось не менее **91 пусковых органов** и не менее **52 управляющих воздействий**. Также должен был иметься **резерв** на перспективное развитие ОЭС Урала.

В 2018 г. АО «СО ЕЭС» и ПАО «Россети» было принято совместное решение:

- о замене существующего оборудования УКПА на ПС 500 кВ Южная на новое оборудование, отвечающее требованиям АО «СО ЕЭС» и ПАО «Россети»;
- о проработке варианта модернизации УКПА с применением цифровых протоколов приема и передачи информации, как наиболее перспективного с точки зрения развития технологии противоаварийного управления.

В результате рабочего взаимодействия представителей АО «СО ЕЭС» и ПАО «Россети», а также производителей оборудования ООО «Прософт-Системы» и ООО «Уралэнергосервис»:

- были проведены испытания на стенде в лаборатории ООО «Прософт-Системы» с устройствами РЗА, предполагаемыми для последующей реализации в комплексе нового УКПА;
- было проведено рабочее проектирование комплекса УКПА с использованием цифрового протокола приема и передачи информации **МЭК 61850-8-1 «GOOSE»**.





ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ «ЦИФРОВАЯ ПОДСТАНЦИЯ» В ОЭС УРАЛА

Преимущества:

- наглядность контроля состояния отдельных элементов комплекса;
- значительное сокращение проводных связей между шкафами;
- возможность полноценной опытной эксплуатации нового комплекса УКПА с находящимся в работе действующим УКПА.

Недостатки:

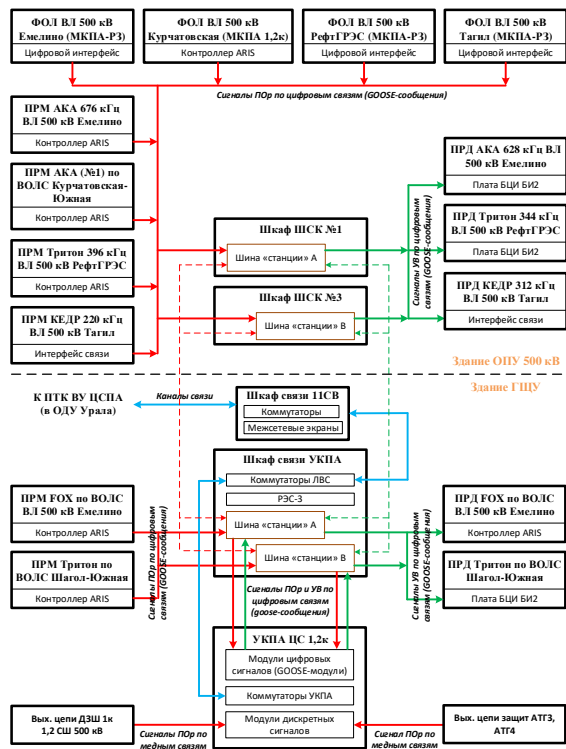
- отсутствие опыта эксплуатации подобных решений для столь ответственных систем противоаварийного управления;
- использование сетевой инфраструктуры содержит риск увеличения времени передачи аварийных сигналов в случае нарушения в работе сетевых протоколов;
- необходимость применения большого объема аппаратуры, не являющейся аппаратурой РЗА, что в целом приводит к увеличению стоимости и снижению надежности всего комплекса;
- необходимость реализации мер информационной безопасности при выполнении нового комплекса УКПА.





ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОТОКОЛОВ МЭК-61850 НА ПС 500 КВ ЮЖНАЯ В ОЭС УРАЛА

СТРУКТУРА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОМПЛЕКСА УКПА



К техническим средствам «шины станции» для целей РЗА относятся:

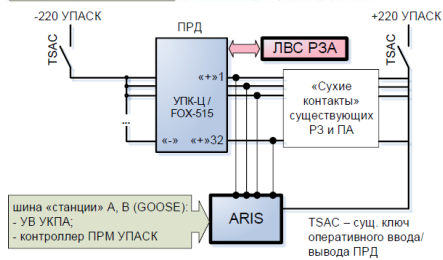
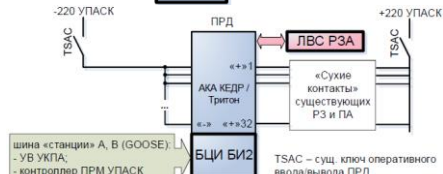
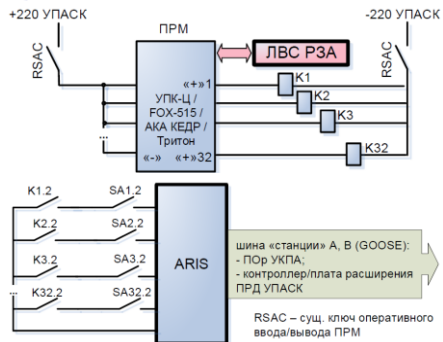
- коммутаторы для организации «шины станции» А и В;
- коммутатор ЛВС и оптический кросс для сбора информации от УКПА и подготовки их для передачи на верхний уровень ЦСПА ОЭС Урала;
- цифровой регистратор для анализатора сети и протоколирования всех GOOSE-сообщений в «шинах станции» А и В;
- NTP-сервер для синхронизации времени всех устройств РЗА;
- АРМ УКПА для контроля за всеми устройствами комплекса УКПА.

Посредством передачи GOOSE-сообщений осуществляется:

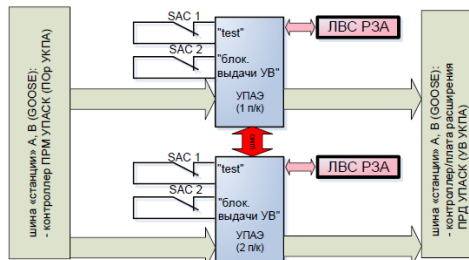
- взаимодействие УПАСК и УКПА в части передачи сигналов ПОР и выдачи УВ;
- ретрансляция между УПАСК;
- действие устройств ФОР на пуск УКПА и передатчиков УПАСК;
- взаимодействие УПАСК и устройств РЗА ЛЭП в части приема и передачи сигналов ТО и ТУ;
- информация из устройств АУВ о состоянии выключателей в устройства РЗ ЛЭП и ФОР;
- информация состоянии разъединителей (через шкафы ПДС) в устройства РЗ ЛЭП и ФОР;
- действие устройств РЗ ЛЭП на отключение выключателей и запрет АПВ через АУВ.



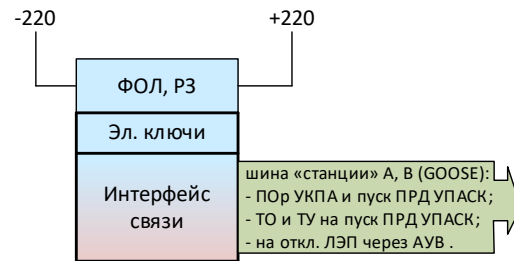
ОПЕРАТИВНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ РЗА НА ПС 500 КВ ЮЖНАЯ



Схемы выходных и входных цепей УПАСК



Схемы выходных цепей комплектов УКПА



Схемы выходных цепей устройств РЗА

Оперативный вывод УПАСК и УКПА осуществляется **штатными ключами** на соответствующих шкафах.

Оперативный вывод других устройств РЗА, имеющих специализированные блоки интерфейсов связи для интеграции в «шину станции» и АСУ ТП осуществляется **электронными ключами** на шкафах РЗА или посредством АРМ оперативного персонала.

Вывод для технического обслуживания дополнительно включает в себя операции по отключению **сетевых связей** от выводимых устройств РЗА.





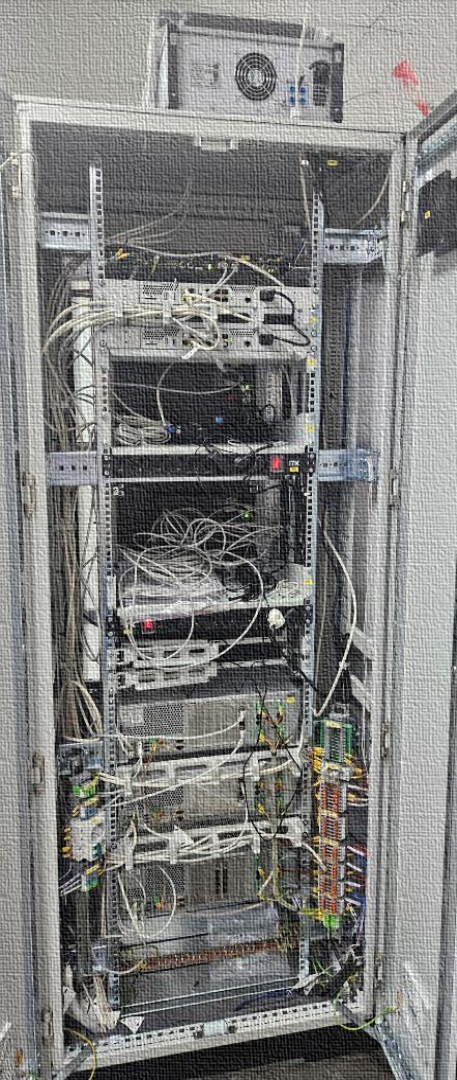
ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ РЗА НА ПС 500 КВ ЮЖНАЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОТОКОЛОВ МЭК-61850

Проблемы, выявленные в ходе текущей эксплуатации комплекса УКПА на ПС 500 кВ Южная:

- изначальное отсутствие сигнализации получения GOOSE-сообщений передатчиками УПАСК при различных сбоях источников данных GOOSE;
- некорректная работа комплекса при отсутствии получения точного времени вследствие потери спутниковой связи NTP-сервера;
- отсутствие опыта рабочего проектирования и наладки цифровых связей новых устройств РЗА, а также должного описания возможностей и настроек аппаратуры различных производителей.

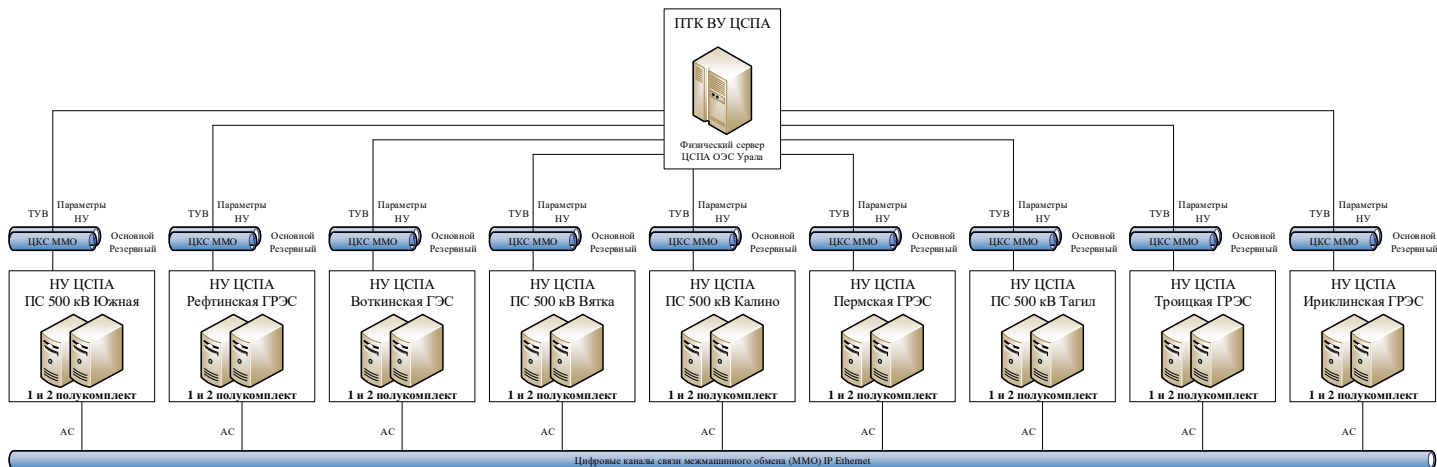
Положительные аспекты применения технологий «Цифровая подстанция»:

- стабильная и в достаточной степени надежная работа всего комплекса УКПА;
- возможность регулярного мониторинга сети и получаемых GOOSE-сообщений;
- возможность просмотра в том числе из диспетчерского центра изменений наборов данных GOOSE-сообщений и в понятной для персонала форме отображения их журнале событий.





ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОТОКОЛА R-GOOSE



Схемы взаимодействия компонентов ЦСПА ОЭС Урала по цифровым каналам связи

Верхний уровень ЦСПА ОЭС Урала будет передавать ТУВ с разным набором ПОр для отдельных УКПА, а УВ будут выдаваться только теми, которые **ближе к местам их реализации**.

Связь между отдельными УКПА и верхним уровнем ЦСПА, а также между собой организуется с использованием маршрутизируемого протокола **R-GOOSE** МЭК 61850, который позволяет с достаточным быстродействием передавать аварийную информацию между **отдельными объектами** электроэнергетики посредством существующих каналов связи.



ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Преимущества новой структуры комплекса УКПА на ПС 500 кВ Южная:

- отсутствие большого количества монтажных связей между шкафами РЗА;
- возможность мониторинга и осциллографирования всех компонентов системы;
- надежность за счет применения современных цифровых протоколов передачи данных;
- большой объем общего количество сигналов ПОр и УВ с возможностью его дальнейшего увеличения.

Недостатки новой структуры комплекса УКПА:

- некоторая сложность настройки;
- необходимость проверки всех цифровых связей после изменения цифровых параметров отдельных компонентов комплекса.





СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ
RUSSIAN POWER SYSTEM OPERATOR

ФИЛИАЛ АО «СО ЕЭС» ОДУ УРАЛА

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

www.so-ups.ru
Официальный
сайт



https://t.me/so_ups_official
Официальный
Телеграм-канал



Инкин Дмитрий Анатольевич
Главный эксперт СРЗА