



ПОДКОМИТЕТ РНК СИГРЭ ПО ТЕМАТИЧЕСКОМУ НАПРАВЛЕНИЮ D2  
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ»

СЕМИНАР «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ  
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ С УЧЕТОМ ОПЫТА СИГРЭ В СОЗДАНИИ  
ЦИФРОВОЙ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ: ЦЕЛИ, ДРАЙВЕРЫ, РИСКИ  
И ВОЗМОЖНОСТИ»

Перспективы внедрения обмена дискретными  
сигналами с использованием GOOSE сообщений

26 ИЮНЯ 2018 г., МОСКВА

Цифровая подстанция (**ЦПС**) – объект электроэнергетики, на котором обмен аналоговыми и дискретными сигналами между устройствами, обеспечивающими технологический процесс, осуществляется с использованием цифровых сообщений



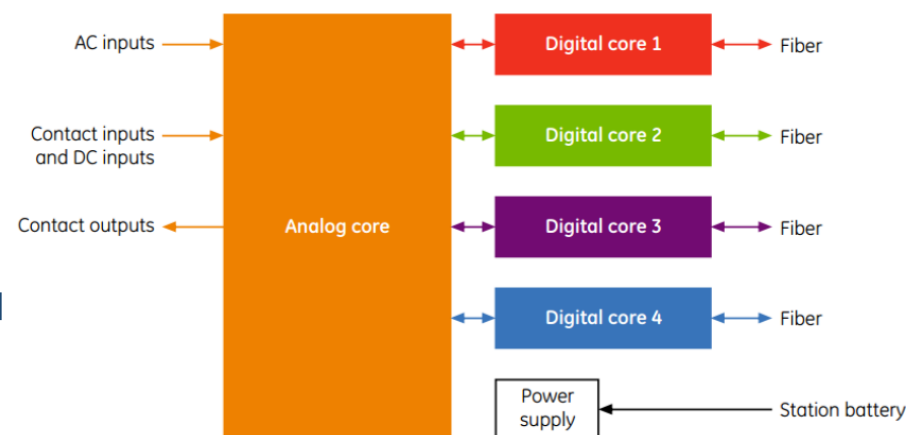
Внедрение систем сбора, хранения и обработки информации, систем автоматизации, контроля и управления технологическими процессами возможно не только на **ЦПС**, но и на оснащенных микропроцессорными устройствами **ПС** на базе традиционных решений по обмену аналоговыми и дискретными сигналами

Один из вариантов построения **ЦПС** реализуется на базе стандартов **МЭК 61850** с использованием в качестве коммуникационной среды сети **Ethernet**

Иногда объекты электроэнергетики, где согласно **МЭК 61850** организован только обмен между устройствами **РЗА** и **АСУ ТП**, называют **ЦПС**, что не верно, т.к. интеграция устройств **РЗА** в **АСУ ТП** на всех современных **ПС** осуществляется с использованием цифровых сообщений независимо от используемого протокола, например, **MMS** согласно **МЭК 61850**, **ГОСТ Р МЭК 60870-5-101**, **ГОСТ Р МЭК 60870-5-104** и т.д.

Существуют различные варианты исполнения ЦПС, отличающиеся от МЭК 61850, например

- ЦПС на симбиозе протоколов FlexRay и МЭК-61850-9-2 (ПС 35 кВ, ПАО «ТРК»)
- ЦПС с шиной процесса Hard Fiber компании GE «точка-точка» без ЛВС (ПС 110 кВ «Приречная», РУП «Гомельэнерго»)



Альтернативные варианты обладают техническими и экономическими преимуществами

Их крайне существенный недостаток перед ЦПС на базе МЭК 61850 – использование оборудования только одного производителя → преимущество ЦПС на базе МЭК 61850, и соответственно обмена GOOSE сообщениями, – потенциальная совместимость устройств различных производителей

Кроме того, построение ЦПС на базе МЭК 61850 позволит при проектировании, наладке и эксплуатации

- уменьшить расходы за счет использования стандартных инструментов
- снизить затраты на подготовку специалистов

По сравнению с использованием дискретных входов и выходов для передачи дискретных сигналов внутри объекта обмен **GOOSE** сообщениями позволяет

- Обеспечить практически непрерывный контроль наличия соединения между устройствами, что является его основным преимуществом
- Уменьшить объем кабельной продукции и число клеммных соединений, сократить время прокладки кабелей между устройствами и объем работ по их проверке
- Модифицировать и масштабировать сеть передачи дискретных сигналов между устройствами внутри объекта довольно часто без прокладки дополнительных кабелей
- Значительно сократить размеры сети опертока и оптимизировать ее структуру
  - снижение емкости сети оперативного тока относительно земли
  - уменьшение вероятности замыканий во вторичных цепях
  - упрощение поиска замыканий в сети оперативного тока
- Исключить недостатки передачи технологической информации по контрольным кабелям, связанные с формированием ложных дискретных сигналов из-за
  - влияния электромагнитных помех большого уровня
  - замыканий на землю в цепях оперативного постоянного тока
  - снижения сопротивления изоляции сигнальных кабелей

Необходимо выполнить ряд мероприятий:

- Создать национальную нормативно-техническую базу, без которой возможна реализация только пилотных проектов
- Разработать типовые технические решения для ЦПС, которые должны обеспечить взаимозаменяемость устройств различных производителей, уменьшить стоимость внедрения и упростить эксплуатацию
- Обеспечить функциональную совместимость с существующими традиционными решениями, использующими для передачи дискретных сигналов дискретные входы и выходы, соединенные электрическими сигнальными кабелями
- Повысить квалификацию персонала проектных организации и энергопредприятий для работы с новым оборудованием и инструментами
- Провести оценку надежности новых решений, в том числе в аспекте информационной безопасности, которая может быть подтверждена с определенным доверительным интервалом только опытом эксплуатации на большом числе объектов (предлагаемые теоретические оценки вызывают ряд вопросов)

**НИОКР ПАО «ФСК ЕЭС»** «Разработка электронного каталога типовых проектных решений для проектирования и конфигурирования оборудования системы защиты, управления ПС, включая решения по Цифровым ПС с применением наилучших доступных технологий» (далее **НИОКР**)

В **НИОКР** с точки зрения передачи дискретных сигналов представлено следующее:

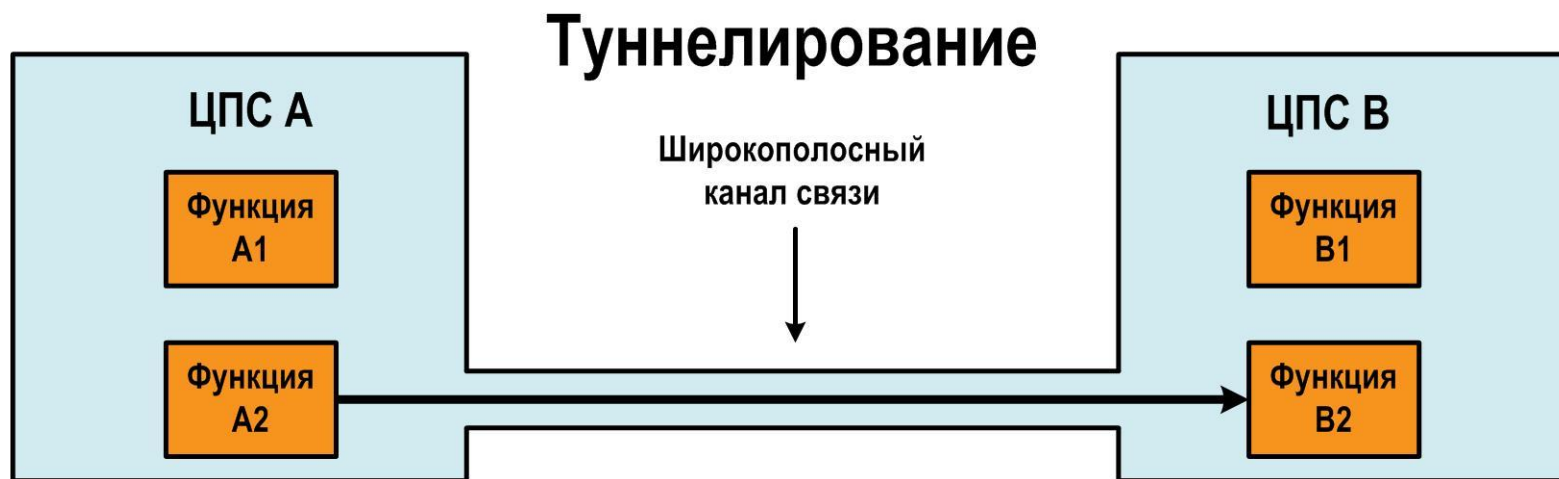
- описан типизированный обмен дискретными сигналами в рамках традиционных **ПС** через дискретные входы и выходы по контрольным кабелям
- описан типизированный обмен **GOOSE** сообщениями для **ЦПС**, соответствующих **МЭК 61850** (как для **РЗ**, так и для **ПА**), сформирован перечень сигналов и логических узлов с обозначениями по **МЭК 61850** взамен обезличенных **GGIO**)
- приведены типовые решения по обмену командами **РЗ** и **ПА** между существующими **ПС** и **ЦПС**, реализуемыми в соответствии с **МЭК 61850**
- приведены типовые решения по обмену дискретными сигналами на **ПС** с одновременной реализацией традиционных решений и концепции **ЦПС**
- сформирован перечень типовых информационных сигналов с обозначениями согласно **МЭК 61850**, выдаваемый в **АСУ ТП** и в формате **COMTRADE**, и типовых управляющих сигналов от **АСУ ТП** с обозначениями согласно **МЭК 61850**
- разработаны типовые структурные схемы взаимодействия функций **РЗА** и требования к типовым шкафам с оборудованием как для традиционных **ПС**, так и для **ЦПС**

В конце 2017 года была создана проблемная рабочая группа **В5.5 «Развитие технологии «Цифровая подстанция»**

В состав **ПРГ В5.5** вошли специалисты разных компаний, в том числе принимавших участие в работе над **НИОКР**

**Задачи:**

- Анализ текущего уровня развития **РЗА** при применении технологии **ЦПС** в мировой электроэнергетике
- Разработка концептуальных вопросов развития **РЗА** при внедрении технологии **ЦПС** на объектах электроэнергетики **ЕЭС России**
- Разработка Российского профиля **МЭК 61850**
- Рассмотрение вопросов обеспечения надежности функционирования комплексов **РЗА ЦПС**
- Подготовка предложений по типизации технических решений при создании комплексов **РЗА ЦПС**
- Подготовка предложений по развитию нормативно-технической базы **РЗА** при внедрении технологии **ЦПС** на объектах электроэнергетики **ЕЭС России**
- Экспертиза пилотных проектов по **РЗА ЦПС**



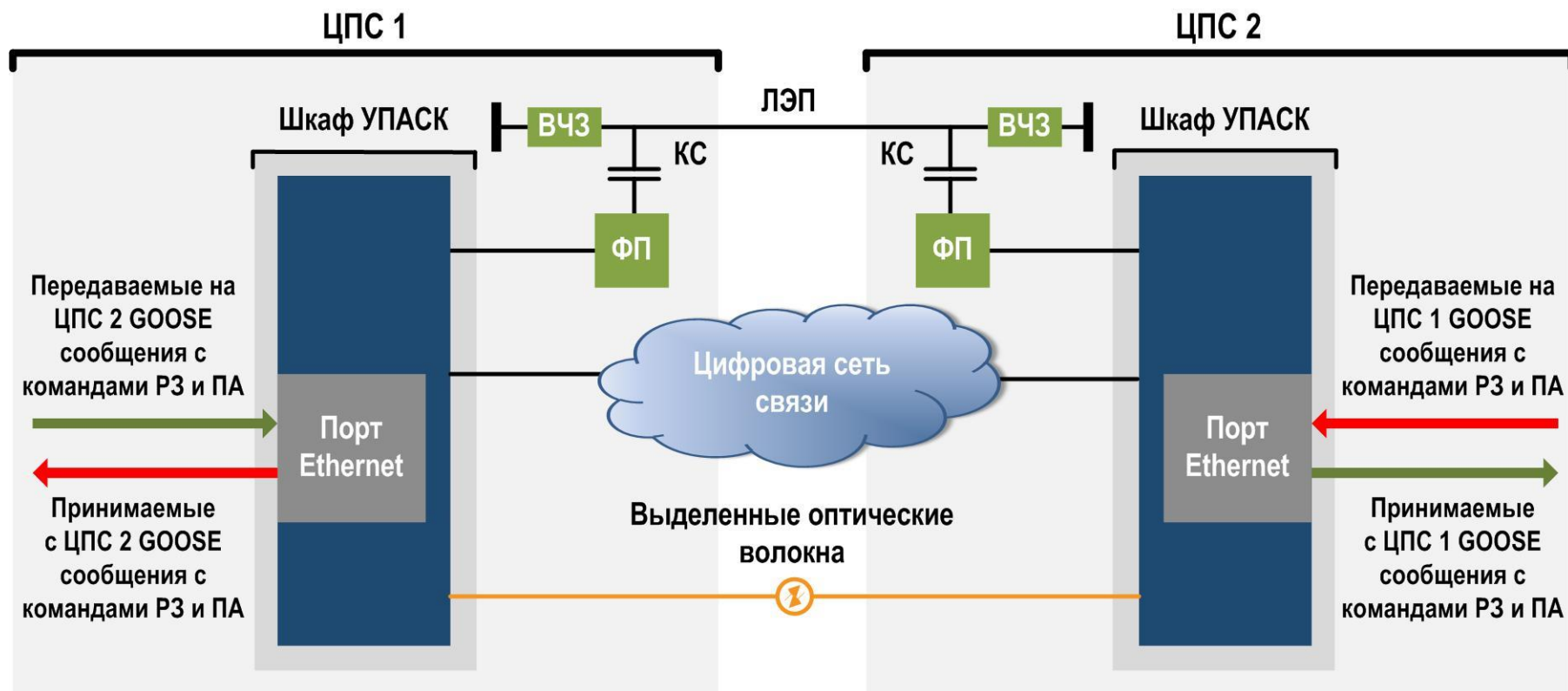
- Передача команд **РЗ** и **ПА** только между **ЦПС**
- Отказ от использования **ВЧ** каналов связи, т.к. организовать высокоскоростные и высоконадежные цифровые **ВЧ** каналы не возможно (особенно при **КЗ** на **ЛЭП**)
- На маршрутизаторах не возможно организовать визуальную сигнализацию прохождения отдельных команд **РЗ** и **ПА** по каналу и обеспечить управление вводом и выводом приема отдельных команд ключами (изменение режима устройства с применением местного управления требует концепция развития **РЗА**)
- Сложности при наладке, т.к. в отличие от команд **РЗ**, которые передаются между двумя или небольшим числом **ПС** в случае наличия у **ЛЭП** ответвлений, команды **ПА** передаются в пределах всей энергосистемы



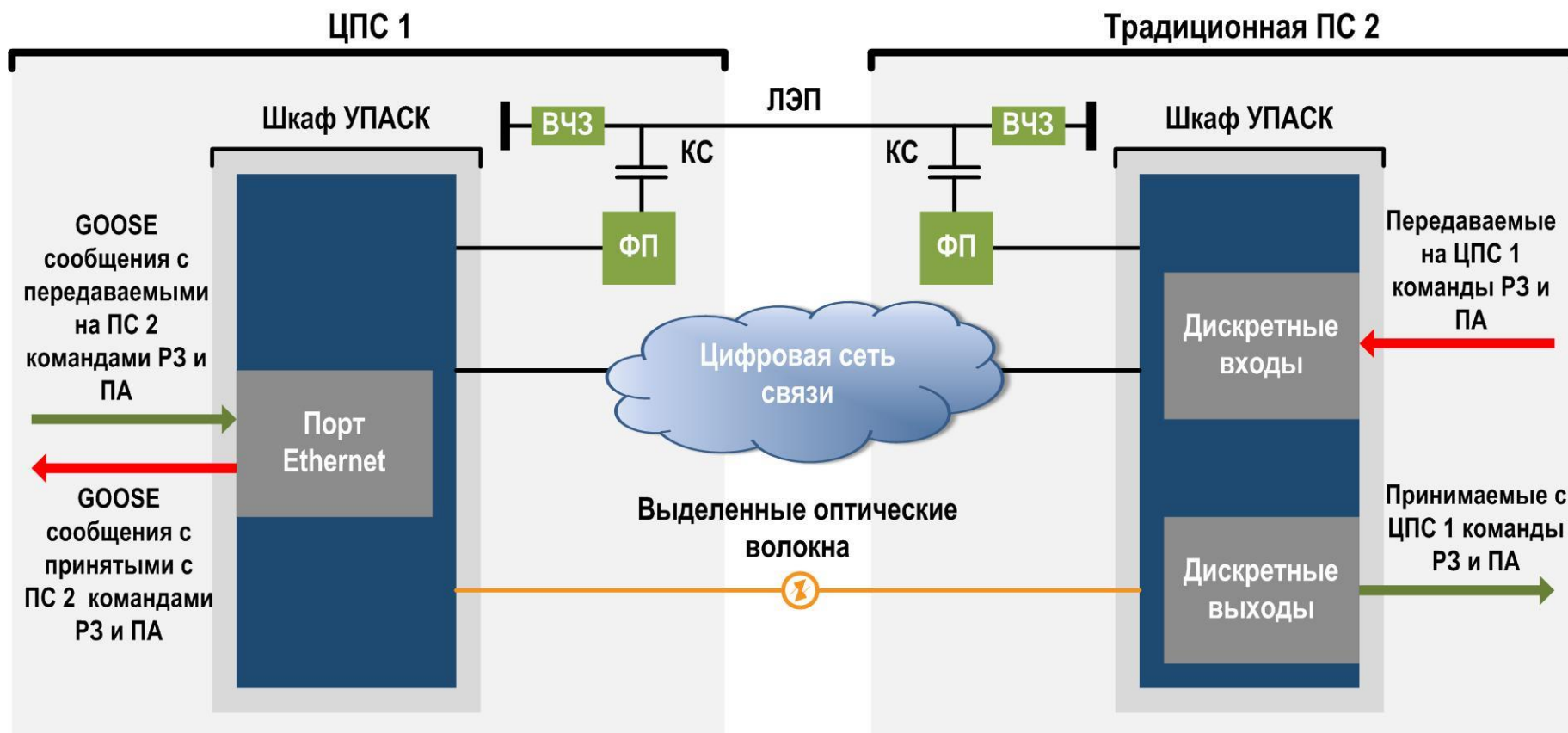
## Шлюз / Прокси



- Возможна передача команд **РЗ** и **ПА** не только между **ЦПС**, но и между **ЦПС** и традиционными **ПС**
- Допустимо использование как широкополосных, так узкополосных (в том числе **ВЧ**) каналов связи
- Возможность реализации на **УПАСК** индикации передачи и приема команд **РЗ** и **ПА** и ввода/вывода их по приему виртуальными ключами как всех вместе, так и по отдельности
- **ЛВС** на объектах физически изолированы друг от друга, что упрощает обеспечение их информационной безопасности



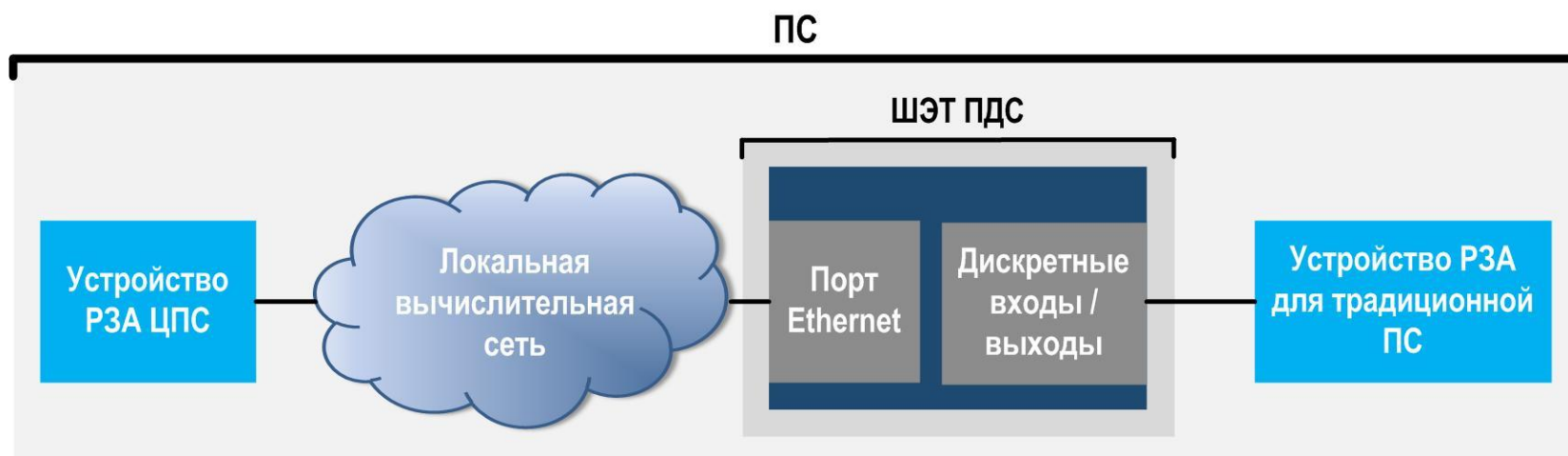
- Сигнализация о прохождении команд **РЗ** и **ПА** на светодиодах в шкафах **УПАСК**
- Ввод/вывод функции приема команд **РЗ** и **ПА** виртуальными ключами как локально с помощью функциональных клавиш в шкафах **УПАСК**, так и из **АСУ ТП** и **ЦУС/ДЦ**  
 Виртуальный ключ – логический ключ, положение которого сохраняется в энергонезависимой памяти и для изменения положения которого предусматривается функциональная клавиша с индикацией его состояния на двух светодиодах «Работа» и «Вывод»



- Устанавливаемые на традиционных ПС и ЦПС УПАСК должны быть совместимы на канальном уровне, т.е. использовать одни и те же кодированные ВЧ сигналы при работе по ВЧ трактам или одни и те же кодированные цифровые сообщения при работе по цифровым сетям связи (**SDH/PDH, IP/MPLS, MPLS-TP** и т.д.) или выделенным оптическим волокнам

Возможны два подхода:

- Реализация шкафов **РЗА**, в которых есть как **GOOSE** интерфейсы, так и дискретные входы и выходы
- Установка шкафов преобразователей дискретных сигналов, которые осуществляют преобразование «**GOOSE** сообщение – дискретный выход» и «дискретный вход – **GOOSE** сообщение», между **ЛВС** объекта и традиционными устройствами **РЗА**



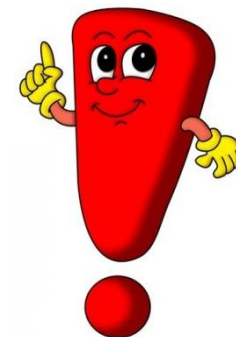
- В **НИОКР** предложены шкафы преобразователей дискретных сигналов (**ШЭТ ПДС**)
- При замене традиционных устройств **РЗА** на новые с поддержкой обмена **GOOSE** сообщениями **ШЭТ ПДС** демонтируются без внесения каких-либо изменений в уже установленные шкафы с устройствами **РЗА** для **ЦПС**

Для устройств **РЗА** на традиционных **ПС** действует **ГОСТ Р 55438-2013 п.2.1.47:**

«Устройство РЗА считается:

- введенным в работу, если все входные и выходные цепи, в том числе контакты выходных реле этого устройства, с помощью переключающих устройств подключены к цепям управления включающих или отключающих электромагнитов управления коммутационных аппаратов и/или взаимодействия с другими устройствами РЗА;
- оперативно выведенным, если все выходные цепи отключены переключающими устройствами;
- выведенным для технического обслуживания, если все входные и выходные цепи, необходимые по условиям производства работ, отключены с помощью переключающих устройств или отсоединены на клеммах.»
- Данный подход не применим к устройствам **РЗА**, формирующим **GOOSE** сообщения
- Виртуальными ключами можно только функции устройства, но не само устройство
- Если устройство «зависнет», то его работа может быть непредсказуемой, и его гарантированный оперативный вывод возможен только снятием напряжения питания
- При снятом напряжении питания положение виртуальных ключей не возможно ни определить, ни изменить
- Необходима **НТД**, регламентирующая ввод / вывод как функций устройств, так и самих устройств, формирующих **GOOSE** сообщения

- В **НИОКР** предусмотрено, что устройства **РЗА** на **ЦПС** могут быть переведены в режим **«Тест»**
- Доступ к активизации режима **«Тест»** должен быть ограничен наличием учетной записи и пароля
- Согласно **МЭК 61850** в данном режиме устройство **РЗА** выдает **GOOSE** сообщения, у которых установлен флаг **«test»**
- Данный флаг не позволяет принимающим их устройствам **РЗА**, которые не переведены в режим **«Тест»**, осуществлять воздействия на устройства управления (технологический процесс)
- Потенциальная опасность: Если устройство **РЗА** находится в режиме **«Тест»** и принимает **GOOSE** сообщения с флагом **«test»**, то оно выдает управляющие воздействия, т.е. воздействует на технологический процесс → несанкционированное включение данного режима может привести к технологическим нарушениям
- Необходима **НТД**, четко и однозначно регламентирующая использование режима **«Тест»** при наладке и тестировании оборудования на **ЦПС**



- Реализация **ЦПС** на базе стандарта **МЭК 61850** имеет основное преимущество перед альтернативными вариантами исполнения – обеспечение потенциальной функциональной совместимости устройств различных производителей
- Результаты **НИОКР ПАО «ФСК ЕЭС»** по типизации решений могут быть использованы при разработке российского национального профиля **МЭК 61850**, без которого внедрение обмена дискретными сигналами с использованием **GOOSE** сообщений в электроэнергетике России несет много потенциальных рисков (различия в корпоративных профилях могут привести к непредсказуемым последствиям)
- Необходимы **НТД**, определяющие правила технической эксплуатации и технического обслуживания устройств **РЗА** на **ЦПС**
- Требуется подготовка персонала проектных организации и энергопредприятий для работы с новыми технологиями
- Без реализации большого числа пилотных проектов (а не одного-двух) с использованием на **ПС** обмена **GOOSE** сообщениями не представляется возможным увидеть все его преимущества и выявить все его недостатки и, следовательно, сделать достаточно обоснованный вывод о технической и экономической эффективности широкого внедрения данного решения

# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

## **Офис:**

111024, Москва, ул. 2-ая Кабельная д.2 стр.1,  
Территория завода МКМ  
Телефон: +7 (495) 651-99-98  
E-mail: [info@uni-eng.ru](mailto:info@uni-eng.ru)

## **Производство:**

111024, Москва, ул. 2-ая Кабельная д.2 стр.1,  
Территория завода МКМ  
Телефон: +7 (495) 651-99-98  
E-mail: [info@uni-eng.ru](mailto:info@uni-eng.ru)