



Москва, 29 сентября - 1 октября

ИНЖИНИРИНГ  
**ЮНИТЕЛ**

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА

РЕЛЕЙНАЯ ЗАЩИТА И АВТОМАТИКА ЭНЕРГОСИСТЕМ 2021

## СПОСОБЫ ПЕРЕДАЧИ GOOSE СООБЩЕНИЙ МЕЖДУ ПОДСТАНЦИЯМИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РЗ И ПА

В.А. Харламов, С.Е. Романов, А.Х. Хасанов

ООО «Юнител Инжиниринг»

Россия

к.т.н. **В.А. Харламов**



АРХИТЕКТУРЫ ПОСТРОЕНИЯ ПС В ПАО «РОССЕТИ»

ИНЖИНИРИНГ  
**ЮНИТЕЛ**

- Архитектура I типа (традиционная ПС): передача дискретных и аналоговых электрических сигналов между устройствами РЗА по контрольным кабелям, а обмен с АСУ ТП по MMS
- Архитектура II типа (ЦПС): передача аналоговых электрических сигналов по контрольным кабелям, дискретных сигналов по GOOSE сообщениям, а обмен с АСУ ТП по MMS
- Архитектура III типа (ЦПС): передача отсчетов аналоговых сигналов по SV, дискретных сигналов по GOOSE сообщениям, а обмен с АСУ ТП по MMS

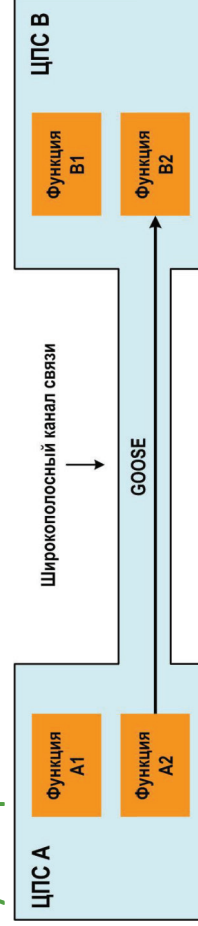
Для упрощения проектирования, эксплуатации и технического обслуживания систем РЗА необходима типизация обмена GOOSE сообщениями как внутри ПС, так и между ПС

Типовые решения должны обеспечивать передачу команд РЗ и ПА как между ЦПС, так и между традиционными ПС с архитектурой I-го типа и ЦПС с архитектурами II-го и III-го типов



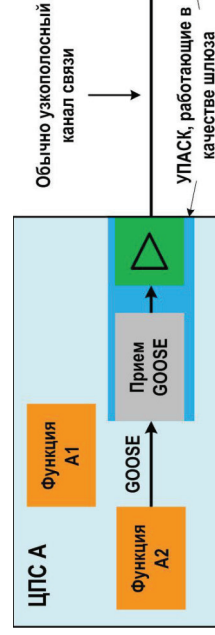
## ВАРИАНТЫ ПЕРЕДАЧИ GOOSE СООБЩЕНИЙ МЕЖДУ ПС

### Туннелирование



Необходимы  
высоконадежные  
широкополосные цифровые  
каналы → невозможно  
использование ВЧ каналов

### Шлюз



Возможно  
использование ВЧ  
каналов с  
передачей по ним  
кодированных  
сигналов команд



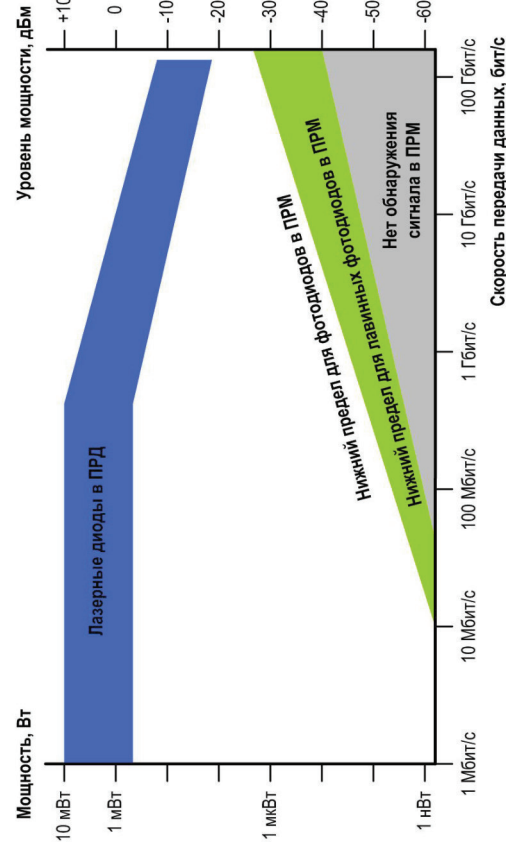
## ТРЕБУЕМАЯ СКОРОСТЬ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Требуемая скорость для передачи 8 команд РЗ и ПА:

- шлюз/УПАСК – 64 кбит/с
- туннелирование – не менее 1 Мбит/с

Существующее иногда мнение о неограниченной пропускной способности (за разумные деньги) цифровых сетей связи (ЦСС) ничем не обосновано

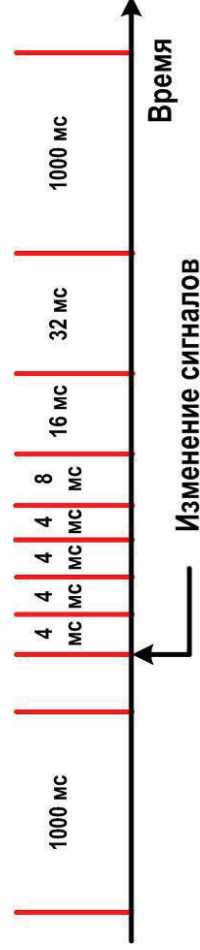
Увеличение скорости передачи данных в ЦСС накладывает физические ограничения на протяженность оптических волокон (ОВ)





## ИНТЕРВАЛЫ ПЕРЕДАЧИ GOOSE СООБЩЕНИЙ

Передача GOOSE сообщений по каналу между ПС в случае туннелирования

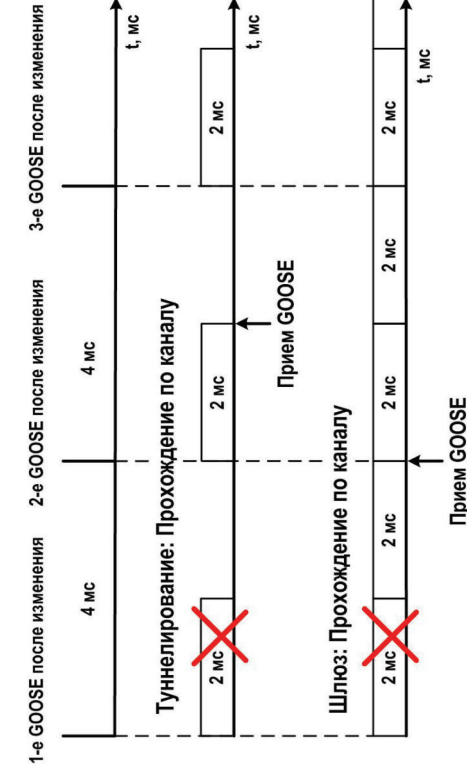


При отсутствии изменений в состоянии передаваемых сигналов GOOSE сообщения повторяются с интервалом 1 секунда, а при наличии изменений производится повтор передачи с меньшими интервалами

Шлюз/УПАСК преобразует GOOSE сообщения в сигнал, который передается по каналу между ПС практически непрерывно



## НАДЕЖНОСТЬ ПЕРЕДАЧИ GOOSE СООБЩЕНИЙ



Ошибки в канале приводят к потере передаваемых данных → GOOSE сообщение будет принято только при повторной его передаче по каналу

Шлюз/УПАСК непрерывно передает сигналы по каналу → в случае ошибок в канале время передачи GOOSE сообщений и вероятность их потери шлюзом/УПАСК будет меньше, чем при туннелировании

Увеличение скорости передачи данных в туннеле между ПС не приведет к увеличению надежности передачи GOOSE сообщений



## МОНИТОРИНГ КАНАЛА МЕЖДУ ПС

### УПАСК/шлюз

- Непрерывно передает сигналы по каналу → возможность обеспечения непрерывного мониторинга состояния (наличие ошибок и прерываний) и пропускной способности каналов
- Возможность петлевого тестирования канала между ПС

### Туннелирование

- При интервале передачи GOOSE сообщений 1 секунда непрерывный мониторинг состояния и пропускной способности каналов между ПС невозможно обеспечить в принципе
- Стандартный обмен GOOSE сообщениями не предусматривает петлевого тестирования каналов

Следствие: отсутствие при туннелировании достоверного мониторинга каналов передачи команд РЗ и ПА уменьшит надежность работы систем РЗА на ЦПС по сравнению с существующими ПС. *При туннелировании невозможно ответить на вопрос: А сейчас система способна передать команды РЗ и ПА за требуемое время и с требуемой надежностью?*



## ОПЕРАТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИЕМОМ КОМАНД

Требование концепции развития РЗА: оперативный персонал ПС или оперативно-выездной

бригады должен иметь возможность изменить режим работы устройства с применением местного управления, т.е. вводить и выводить функцию приема команды РЗ и ПА ключами

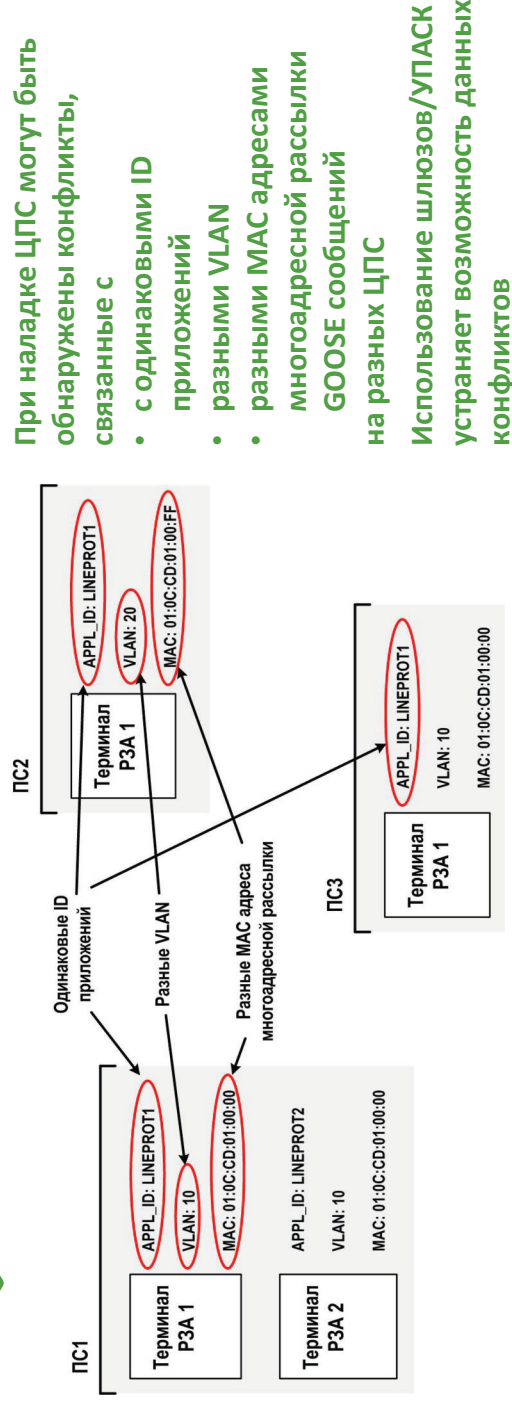
Туннелирование: в коммутаторах/маршрутизаторах не возможно обеспечить управление вводом и выводом приема отдельных команд РЗ и ПА ключами, а также организовать визуальную сигнализацию прохождения отдельных команд по каналу

Шлюз/УПАСК: возможно реализовать функцию ввода/вывода приема команд программными логическими ключами (кнопка со светодиодами для индикации положения) как всех вместе, так и по отдельности, а также индикацию передачи и приема команд РЗ и ПА

Следствие: усложнение при туннелировании наладки и эксплуатации, особенно систем ПА, где команды передаются в пределах всей энергосистемы



## ВОЗМОЖНЫЕ КОНФЛИКТЫ ПРИ ТУННЕЛИРОВАНИИ



## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ (ИБ)

Туннелирование:

- Физическая изоляция между собой ЛВС на разных ЦПС отсутствует → проблемы обеспечения ИБ системы РЗА в целом, особенно когда ЦПС принадлежат разным собственникам (стандартное использование межсетевых экранов для изоляции ЛВС здесь проблематично)
- Отсутствие достоверного мониторинга каналов → преднамеренное или непреднамеренное поражение канала (например, снижение его пропускной способности или снижение его приоритета) не будет обнаружено сразу → остро стоит вопрос обеспечения ИБ не только ЛВС на разных ЦПС, но и самих каналов между ЦПС

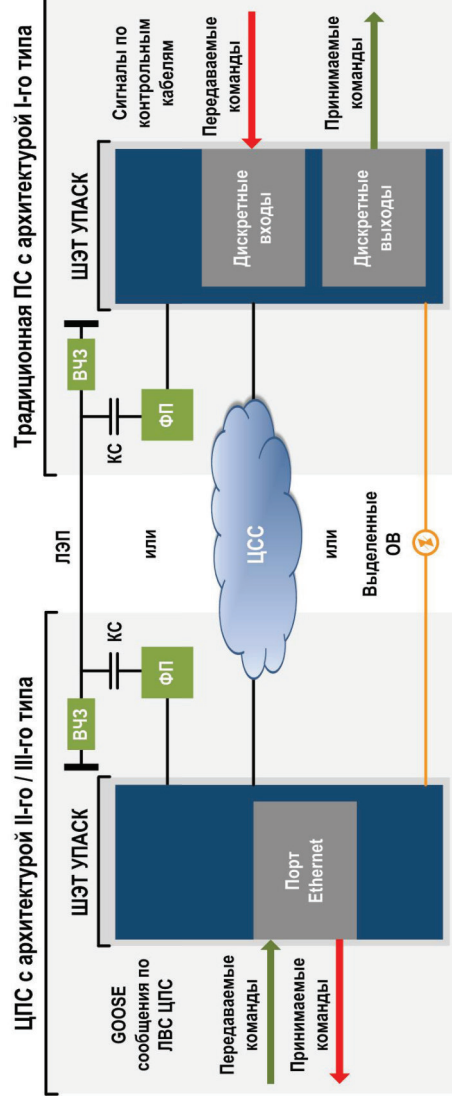
Шлюз/УПАСК:

- Обеспечивается полная физическая изоляция ЛВС на разных ЦПС (через шлюз/УПАСК передаются только GOOSE сообщения) → упрощение обеспечения ИБ системы РЗА в целом (по сути дела, УПАСК - идеальный межсетевой экран между ЛВС на ЦПС)
- Постоянный мониторинг каналов → возможное поражение канала будет обнаружено сразу





## ПЕРЕДАЧА КОМАНД МЕЖДУ ЦПС И ТРАДИЦИОННЫМИ ПС



## СРАВНЕНИЕ ТУННЕЛИРОВАНИЯ И ШЛЮЗУПАСК (1)

Характеристика	Туннелирование		Шлюз/УПАСК	
	+	Обеспечивается	-	В настоящее время не обеспечивается
Совместимость устройств разных производителей на канальном уровне	+	Обеспечивается	-	Обеспечивается
Возможность широковещательной передачи команд по ЦСС без переприема их устройствами РЗА на промежуточных ПС	+	Обеспечивается	+	Обеспечивается
Использование ВЧ каналов	-	Невозможно	+	Возможно
Требования к пропускной способности каналов по ЦСС	-	Требуются широкополосные каналы	+	Могут быть использованы узкополосные каналы
Надежность передачи GOOSE сообщений по ЦСС	-	Более низкая	+	Более высокая
Достоверный мониторинг состояния и пропускной способности канала по ЦСС	-	Невозможен	+	Возможен



## СРАВНЕНИЕ ТУННЕЛИРОВАНИЯ И ШЛЮЗУПАСКА (2)

Характеристика	Туннелирование		Шлюз/УПАСК	
	-	+	-	+
Визуальное отображение передачи и приема команд	Не обеспечивается	+	Обеспечивается	+
Оперативный ввод и вывод команд РЗ и ПА программными логическими ключами	Невозможен	+	Возможен	+
Наладка и эксплуатация	Крайне сложная	+	Более простая	+
Конфликты из-за одинаковых ID приложенний, разных VLAN и разных адресов многоадресной рассылки GOOSE сообщений на разных ЦПС	Возможны	+	Невозможны	+
Обеспечение информационной безопасности	Сложное	+	Более простое	+
Передача команд РЗ и ПА между ЦПС и ПС с традиционной архитектурой	Невозможна	+	Возможна	+



## МАРШРУТИЗИРУЕМЫЕ GOOSE СООБЩЕНИЯ (R-GOOSE)

- GOOSE сообщения могут передаваться между ПС только по Ethernet каналам (уровень L2)
  - GOOSE сообщения не могут передаваться по IP каналам (уровень L3)
- Формирование R-GOOSE сообщений:** к GOOSE сообщениям добавляется заголовок UDP/IP, что позволяет широкораспространенно передавать их по IP сетям



**Следствие:** R-GOOSE присущи большинство выше указанных выше недостатков «обыкновенных» GOOSE сообщений (кроме конфликтов из-за разных VLAN и разных MAC адресов многоадресной рассылки GOOSE сообщений на разных ЦПС) → для надежной и безопасной передачи R-GOOSE между объектами требуется использование шлюзов/УПАСК



## ТИПОВЫЕ РЕШЕНИЯ ПАО «РОССЕТИ»

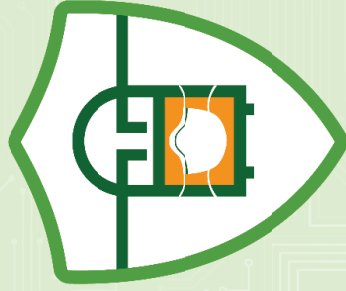
- В типовых решениях ПАО «Россети» принят вариант передачи GOOSE сообщений между ПС с использованием шлюзов/УПАСК
- Туннелирование для передачи GOOSE сообщений между ПС использовать не предполагается
- Описаны типовые решения с использованием шлюзов/УПАСК, работающих по ВЧ трактам (УПАСК ВЧ), ЦСС (УПАСК ЦС) и выделенным ОВ (УПАСК ОВ)
- Описан типизированный обмен GOOSE сообщениями между ПС (сформирован перечень сигналов и логических узлов с обозначениями по МЭК 61850 взамен обезличенных GGIO как для сигналов и команд РЗ, так и ПА)
- Сформирован перечень типовых информационных сигналов шлюзов/УПАСК с обозначениями согласно МЭК 61850, выдаваемый в АСУ ТП и в формате COMTRADE
- Сформирован типовой перечень управляющих сигналов шлюзами/УПАСК от АСУ ТП с обозначениями согласно МЭК 61850



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

- Принятая в ПАО «Россети» типизация передачи GOOSE сообщений между ПС с использованием УПАСК, выполняющих функцию шлюза, не является тормозом развития систем РЗА
- Наоборот, она позволяет упростить внедрение новых технологий, исключая многие потенциальные риски
- При этом упрощаются проектирование, эксплуатация и техническое обслуживание систем РЗА, использующих передачу GOOSE сообщений между ПС





**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

---

Контакты: [info@uni-eng.ru](mailto:info@uni-eng.ru)