



ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ПАКЕТНОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ РЗА МЕЖДУ ПС НА БАЗЕ ПРОТОКОЛА МЭК 61850 R- GOOSE

Е.Л. Кокорин
Главный специалист
Управления цифровых технологий
распределительного сетевого комплекса
Департамента интеллектуальных систем
технологий АО «НТЦ ФСК ЕЭС»,
К.Т.Н.

1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НИОКР

2

СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ РЕШЕНИЯ

3

УПАСК-М

4

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

5

ПОДГОТОВКА К ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

6

ИСПЫТАНИЯ В ОПЫТНОЙ ЗОНЕ

7

ВЫВОДЫ

1

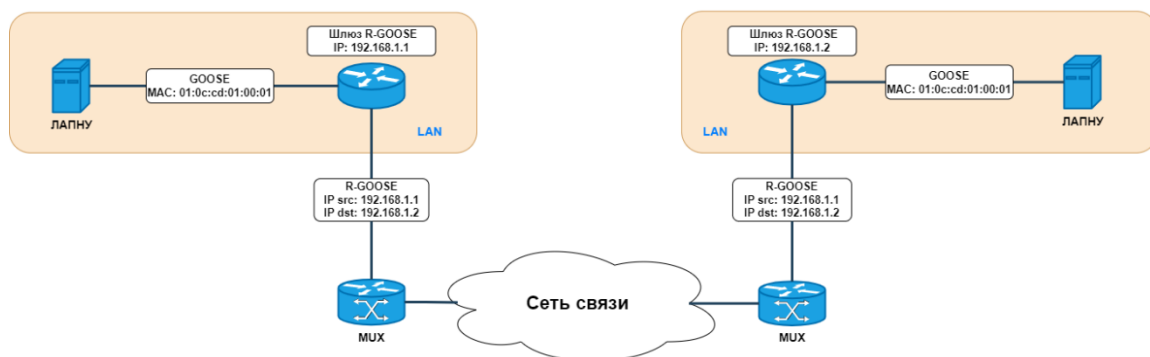
ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НИОКР

- Разработка универсальных технических решений, обеспечивающих передачу по цифровым каналам с пакетной передачей данных информации между ПС для целей РЗА и АСУТП.

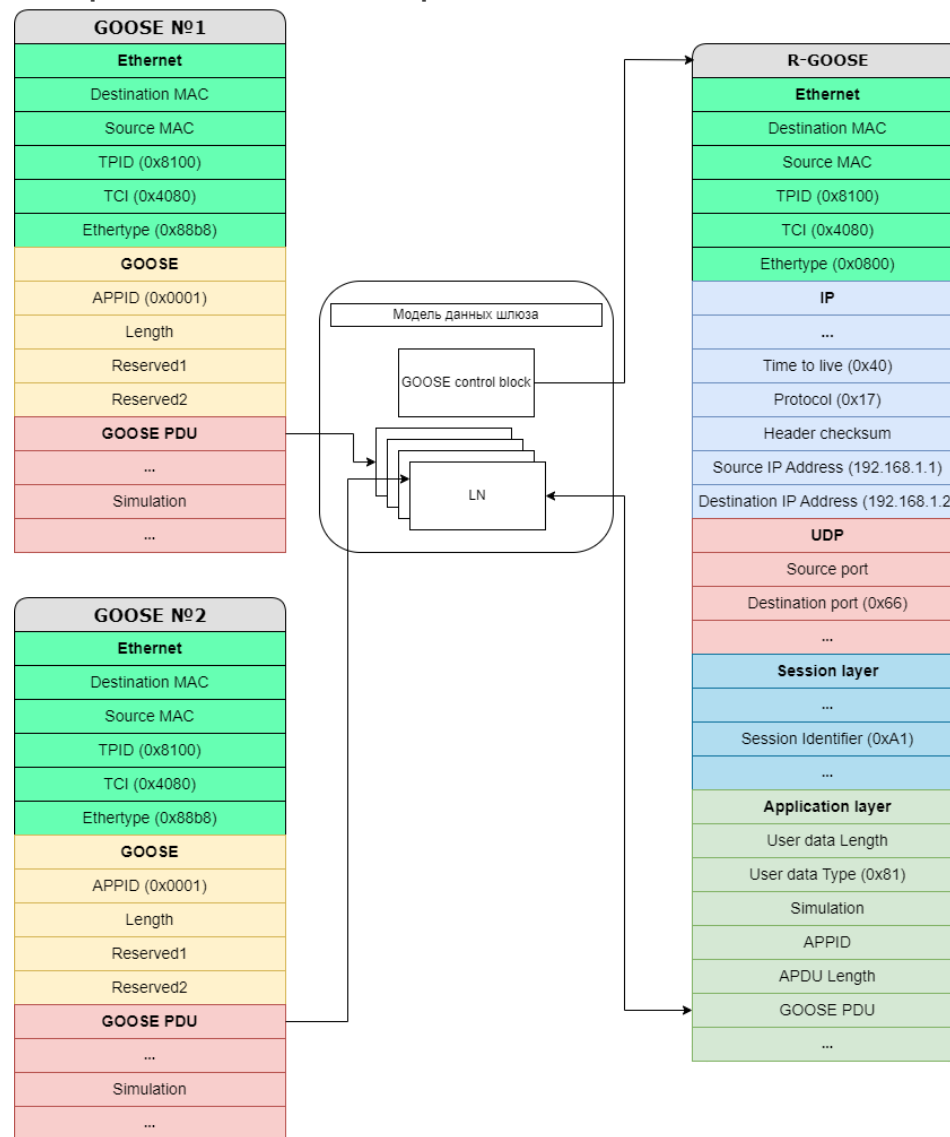
2

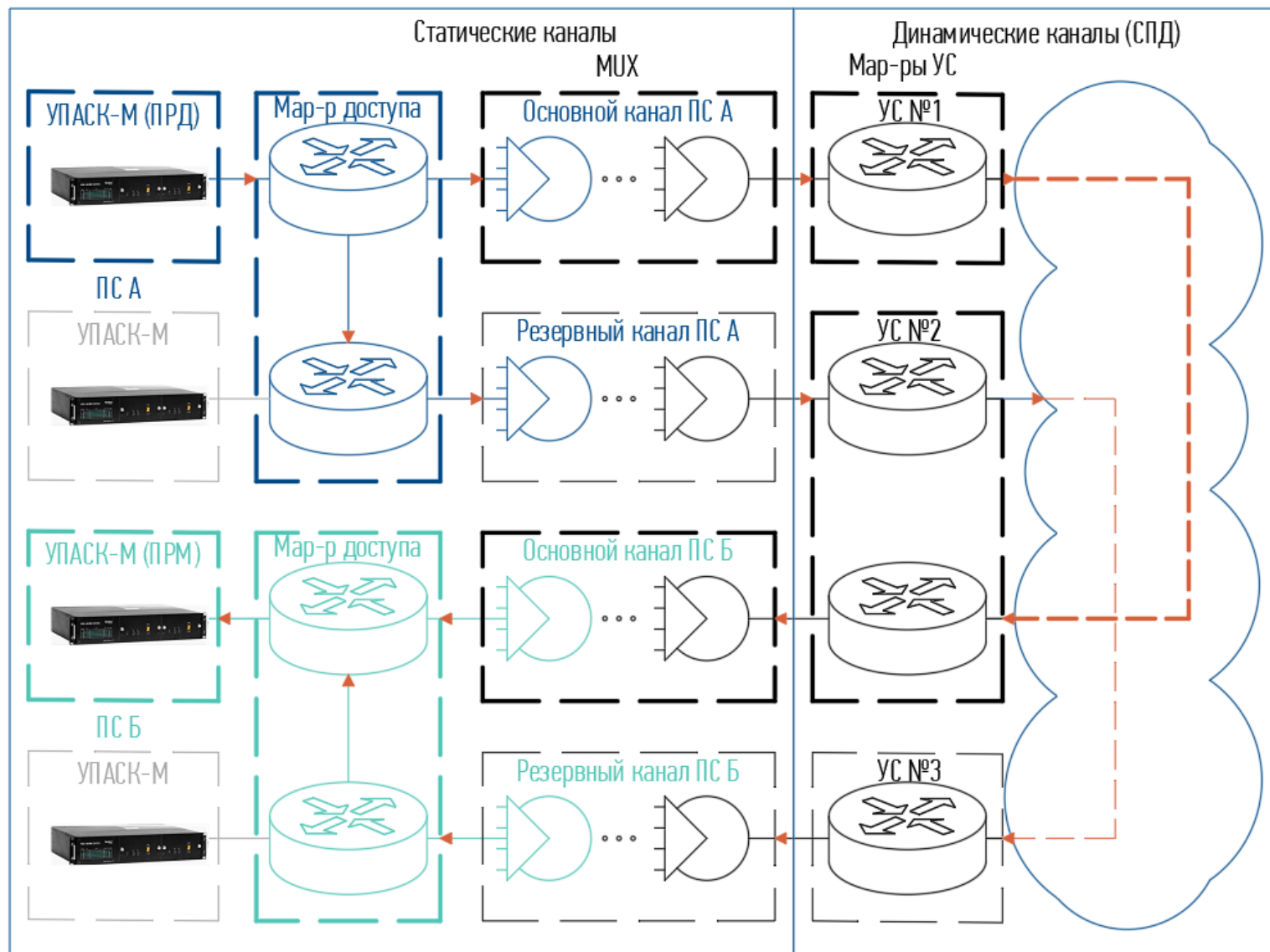
СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ РЕШЕНИЯ








IEC 61850-90-1: Использование IEC 61850 для организации информационного взаимодействия между ПС.



Реорганизация наборов данных





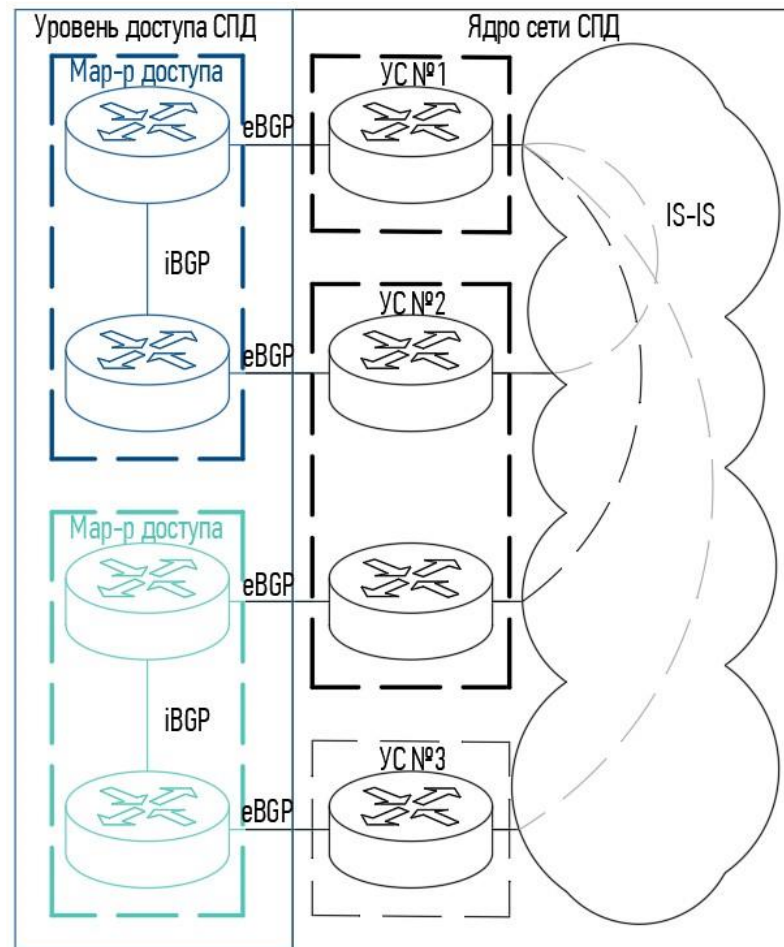
	- Маршрутизатор
	- Мультиплексор
	- Направление передачи R-GOOSE
	- ПС А
	- ПС Б
	- Оборудование связи (не на ПС А и Б)
	- УПАСК-М (Разработан в ходе настоящей НИОКР)

Примечание: направление передачи показано условно для отдельного R-GOOSE

СПД:

- ядро сети (маршрутизация IS-IS)
- уровень доступа (Обмен маршрутной информацией между BGP)

Схема маршрутизации

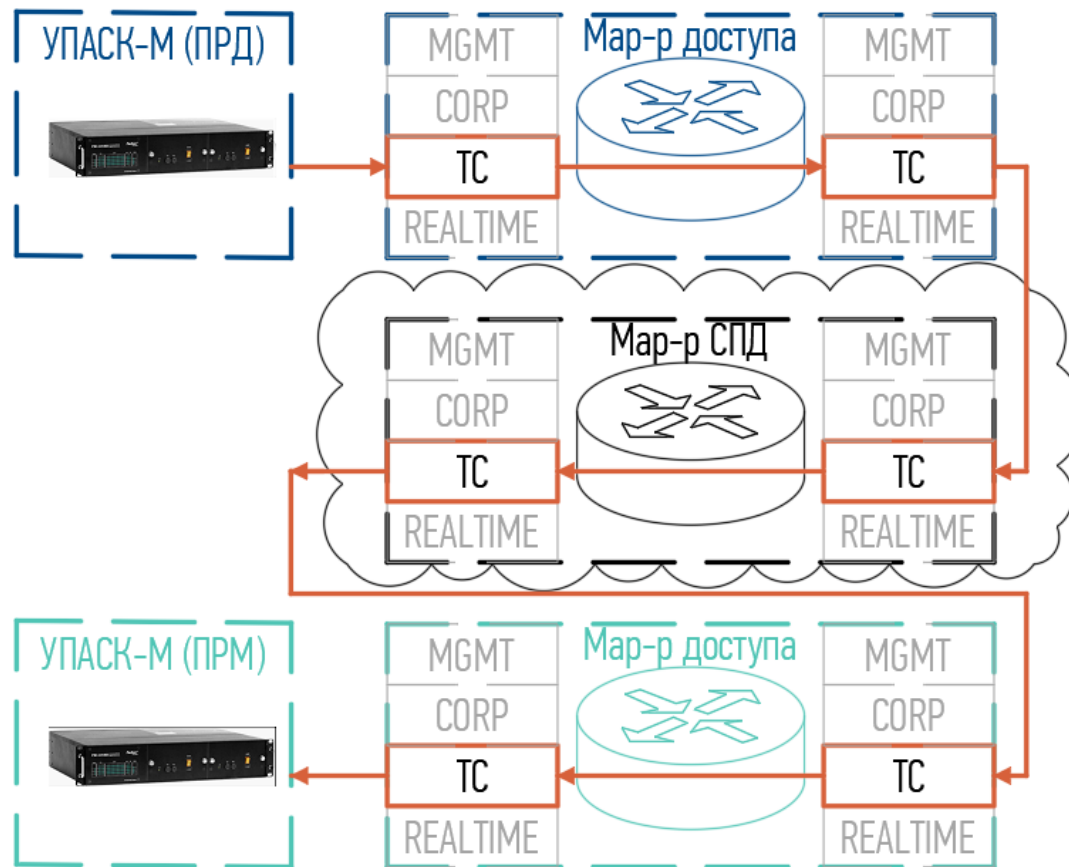


Типы трафика СПД (выделенные для них сегменты VRF):

- MGMT – сегмент управления оборудованием подключаемых объектов для централизованных сервисов (VoIP, ВКС)
- CORP – корпоративный сегмент
- TC – технологический сегмент
- REALTIME – сегмент мультимедиа (корпоративной IP-телефонии и ВКС)

Для передачи R-GOOSE планируется использовать VRF TC.

Схема использования виртуальных каналов связи



3

УПАСК-М

Функционал

- Сбор сигналов РЗА (в формате GOOSE) и формирование сообщений R-GOOSE для передачи на другие объекты энергосистемы
- Распаковка принятых R-GOOSE и формирование GOOSE сообщений РЗА

Фото опытного образца УПАСК-М



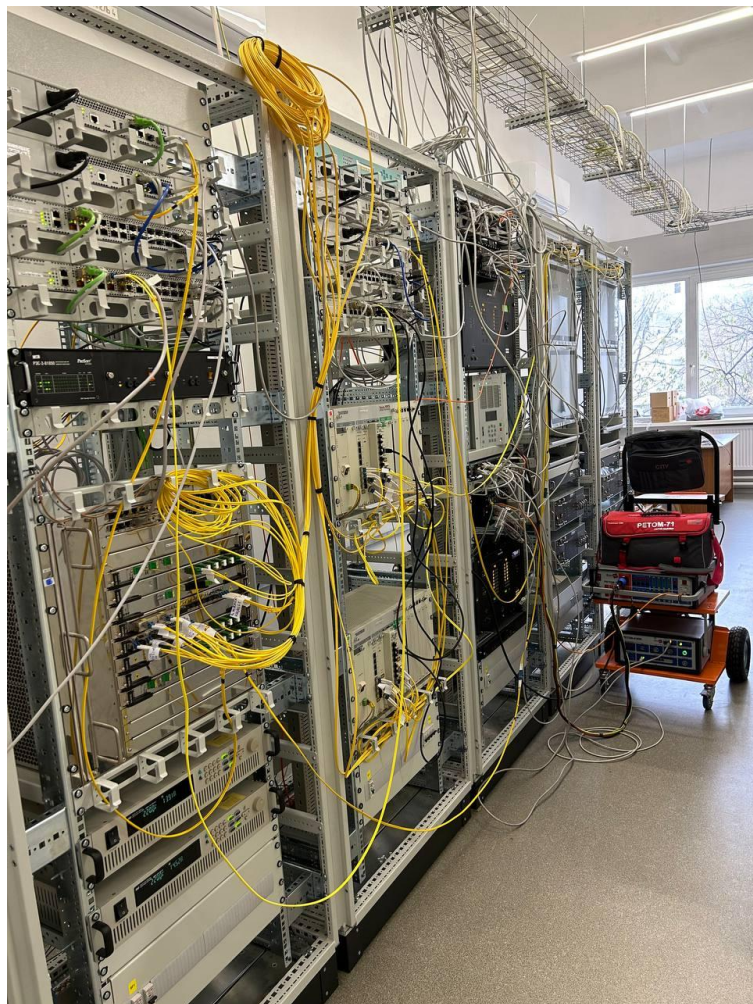
Скриншот дампа R-GOOSE в Wireshark

```
> Frame 12: 340 bytes on wire (2720 bits), 336 bytes captured (2688 bits) on interface e8eb1b38f207_A, id 3
> Ethernet II, Src: Prosoft_00:32:a8 (c0:35:c5:00:32:a8), Dst: IETF-VRRP-VRID_04 (00:00:5e:00:01:04)
> Internet Protocol Version 4, Src: 10.2.4.10, Dst: 10.1.4.10
> User Datagram Protocol, Src Port: 52604, Dst Port: 102
> ISO 8602/X.234 CLTP ConnectionLess Transport Protocol
▼ R-GOOSE
  > Session header
  ▼ Session user information
    ▼ Payload
      Payload length: 261
      Payload type tag: GOOSE (0x81)
      Simulation flag: 0x00 (0)
      APPID: 0x4008 (16392)
      APDU length: 0x00ff (255)
      ▼ goosePdu
        gocbRef: RET6
        timeAllowedtoLive: 2000
        datSet: DataSet_RET6
        goID: GOID6
        t: Apr 12, 2024 11:26:26.762999951 UTC
        stNum: 4047
        sqNum: 0
        simulation: False
        confRev: 1
        ndsCom: False
        numDatSetEntries: 30
      ▼ allData: 30 items
        > Data: boolean (3)
        > Data: bit-string (4)
        > Data: utc-time (17)
```

4

ЛАБОРАТОРНЫЕ ИСПЫТАНИЯ

Оборудование связи



Имитация ПС

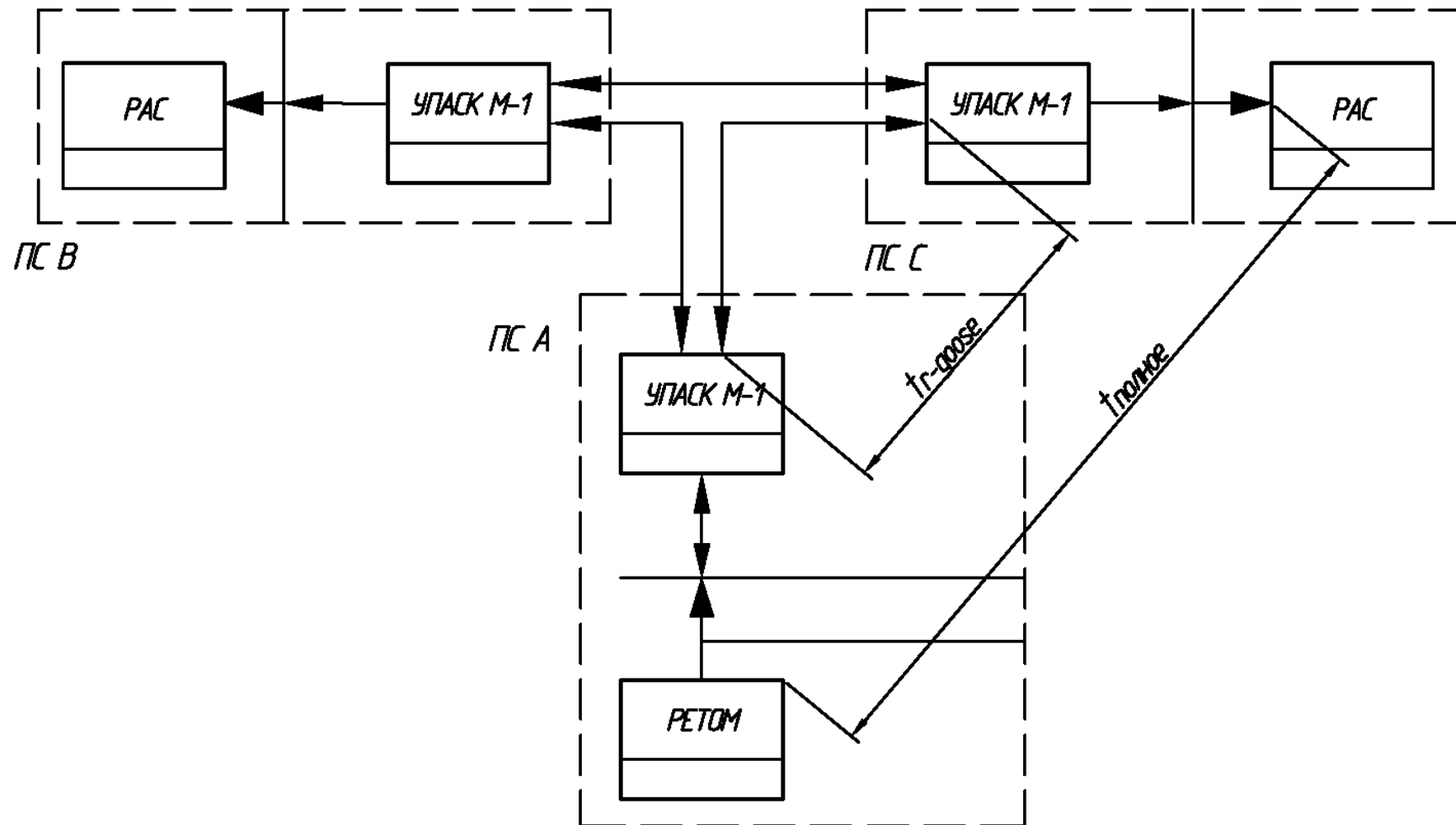


5

ПОДГОТОВКА К ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Оборудование на ПС 500 кВ





6

ИСПЫТАНИЯ ОПЭ

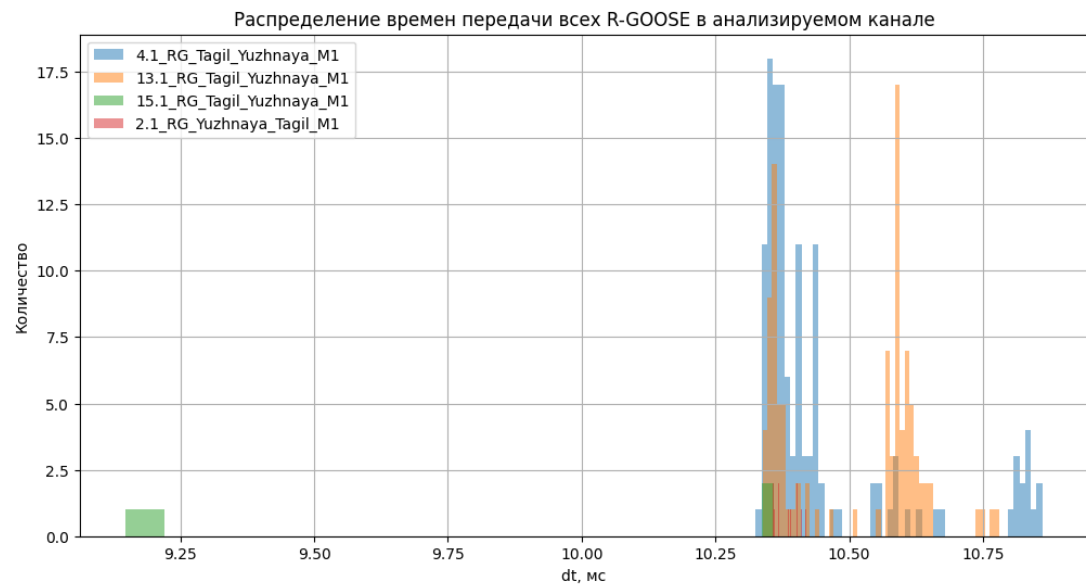
Время передачи R-GOOSE

Среднее время передачи R-GOOSE **9,9мс**

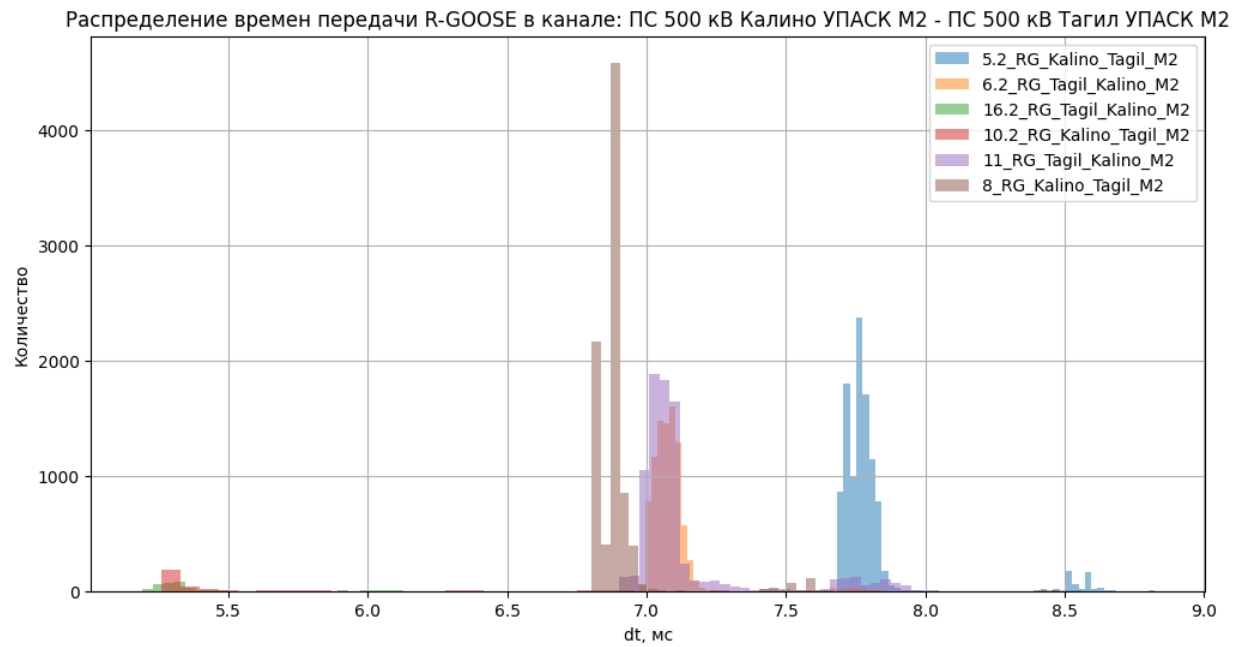
Канал			t, мс
Ю-	Т	1	10.543
Ю-	Т	2	10.892
К-	Т	1	6.972
К-	Т	2	15.824
Ю-	К	1	7.765
Ю-	К	2	7.498

Время передачи Южная1 – Тагил1 (медианное 9-10 мс)
 (медианное время 2 – 10 мс)

Время передачи Южная2 – Тагил2



Время передачи Тагил2 – Калино2 (на большом периоде времени - неделя)



Время передачи Южная1 – Тагил1 (медианное 9-10 мс)

Использование каналов

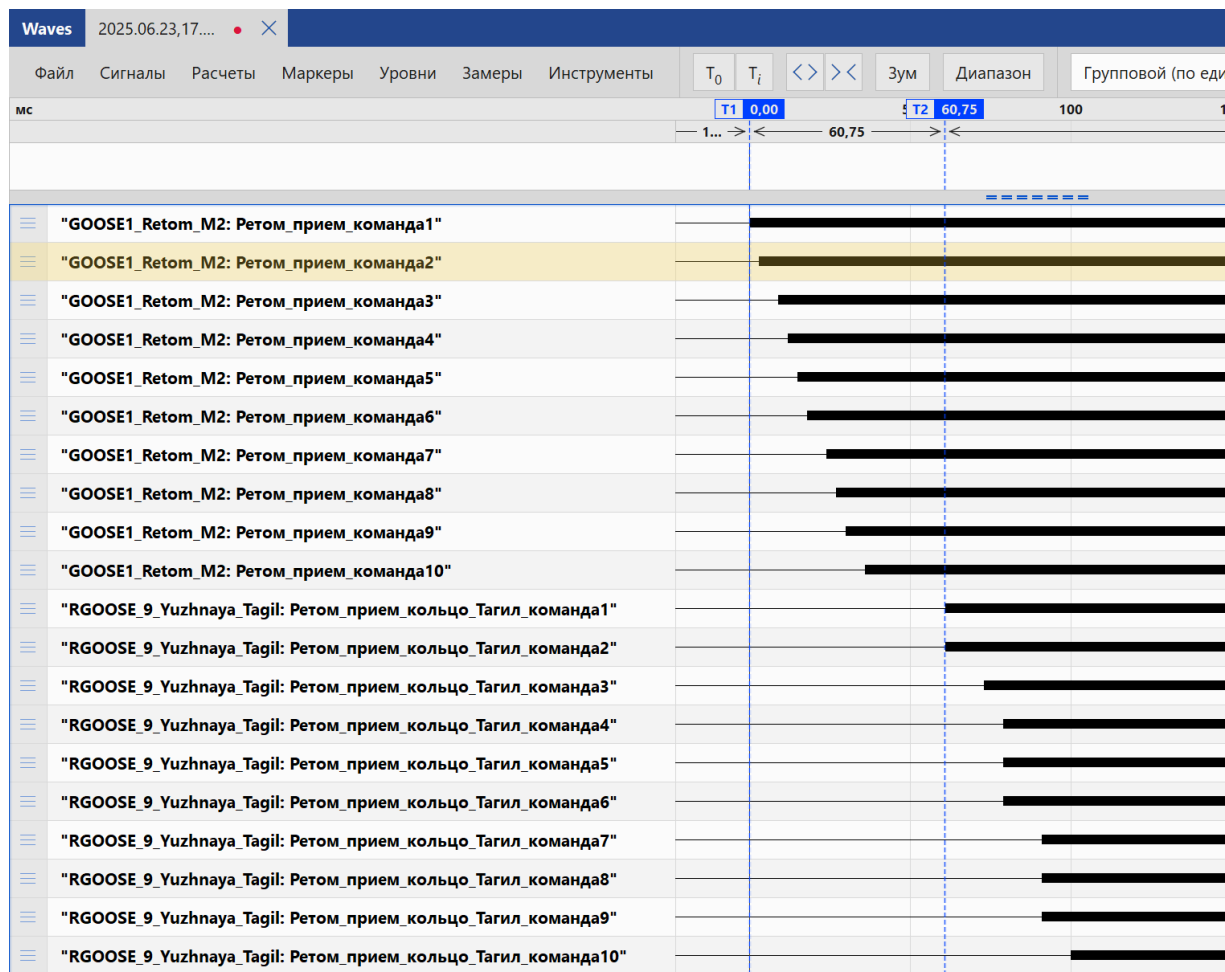
Средний процент использования пропускной способности каналов зоны ОПЭ

12, 92%

	№	Пропускная способность канала связи(зеленое), Мбит/с Используемая ширина какнала связи максимальная, Мбит/с (расчит. На интервале 1с)						
		о узла связ	Калино		Тагил		Южная	
			1	2	1	2	1	2
Калино	1	6,84	-	-	6,84	-	6,84	-
	2	3,84	-	-	-	3,84	-	3,84
Тагил	1	13,89	0.697	-	-	-	13,89	-
	2	6,39	-	0.927	-	-	-	6,39
Южная	1	1000	0.521	-	0.707	-	-	-
	2	8,87	-	0.642	-	0.883	-	-

Передача (лесенка ретом)

Прием (лесенка УПАСК Тагил)



Время передачи по кольцу (три последовательных канала связи с переприемом)

60,75 мс

7

ВЫВОДЫ

- Сформировано техническое решение по использованию систем пакетной передачи данных РЗА между ПС на базе протокола МЭК 61850 (MMS, R-GOOSE)»
- Проведены испытания на объектах опытной зоны
- Рассчитаны численные характеристики каналов связи
- Диапазон времен передачи между объектами опытной зоны составил [6.972, 15.824] мс.
- Полное время передачи отличается от времени передачи R-GOOSE в большую сторону на порядка 5 мс.
- Время передачи R-GOOSE по некоторым каналам в составе зоны ОПЭ меньше 10 мс, требуемых НТД.
- Приведенные выводы – предварительные, итоговые результаты будут опубликованы по окончании НИОКР на основании исследования больших временных интервалов и большого количества УПАСК.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!