



Научно-исследовательская и опытно-конструкторская работа «Разработка типовых решений и опытно-промышленная эксплуатация систем пакетной передачи данных РЗА между ПС на базе протокола МЭК 61850 (MMS, R-GOOSE)»

Е.Л. Кокорин

Главный специалист
Управления цифровых технологий распределительного сетевого комплекса Департамента интеллектуальных систем управления и технологий АО «НТЦ ФСК ЕЭС», к.т.н.

апрель 2024 Москва

1

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НИОКР

2

СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ РЕШЕНИЯ

3

УПАСК-М

4

ИСПЫТАНИЯ

5

ПОДГОТОВКА К ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

6

ВЫВОДЫ

1**ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О НИОКР**

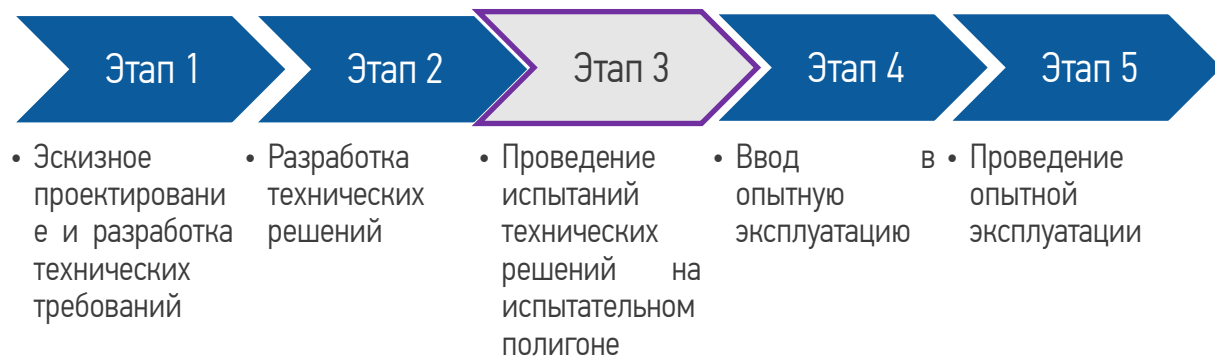
- Разработка универсальных технических решений, обеспечивающих передачу по цифровым каналам с пакетной передачей данных информации между ПС для целей РЗА и АСУТП.

Договор № И-1-2201 от 26.10.2022 на выполнение научно-исследовательских, опытно-конструкторских и технологических работ «Разработка типовых решений и опытно-промышленная эксплуатация систем пакетной передачи данных РЗА между ПС на базе протокола МЭК 61850 (MMS, R-GOOSE)»

Цель этапа № 3 НИОКР – Закупка и поставка оборудования для полигона. Полигонные испытания технических решений по пакетной передаче данных для целей РЗА, ПА и АСУ ТП

Задачи этапа:

- Акт готовности полигона к проведению испытаний
- Протокол полигонных испытаний технических решений по пакетной передаче данных
- Корректировка технических решений по результатам испытаний (при необходимости)

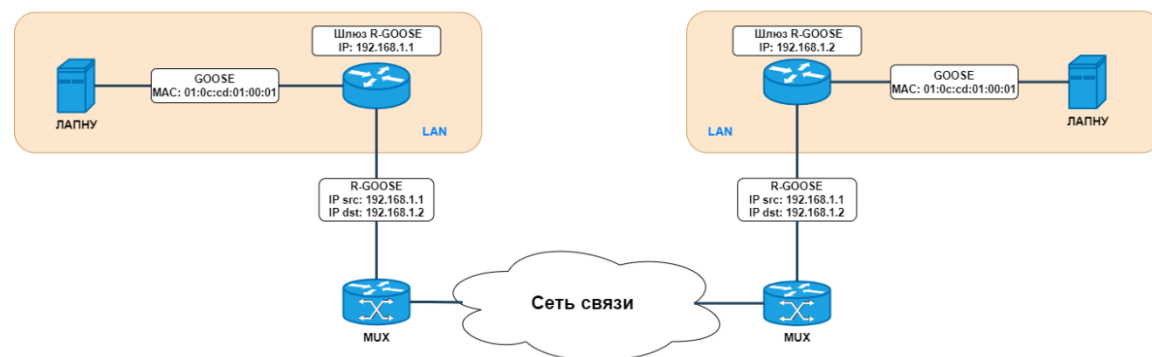


2

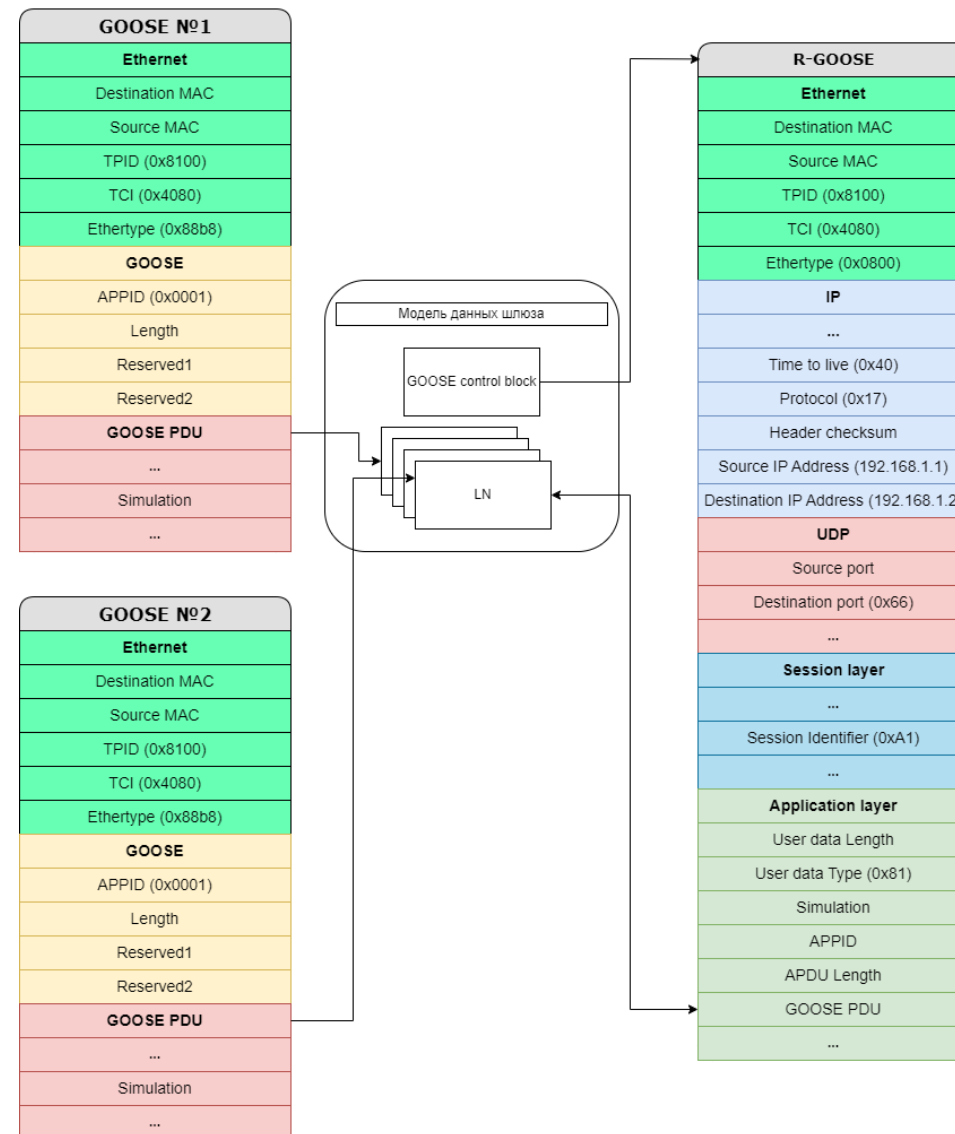
СТРУКТУРНЫЕ СХЕМЫ РЕШЕНИЯ

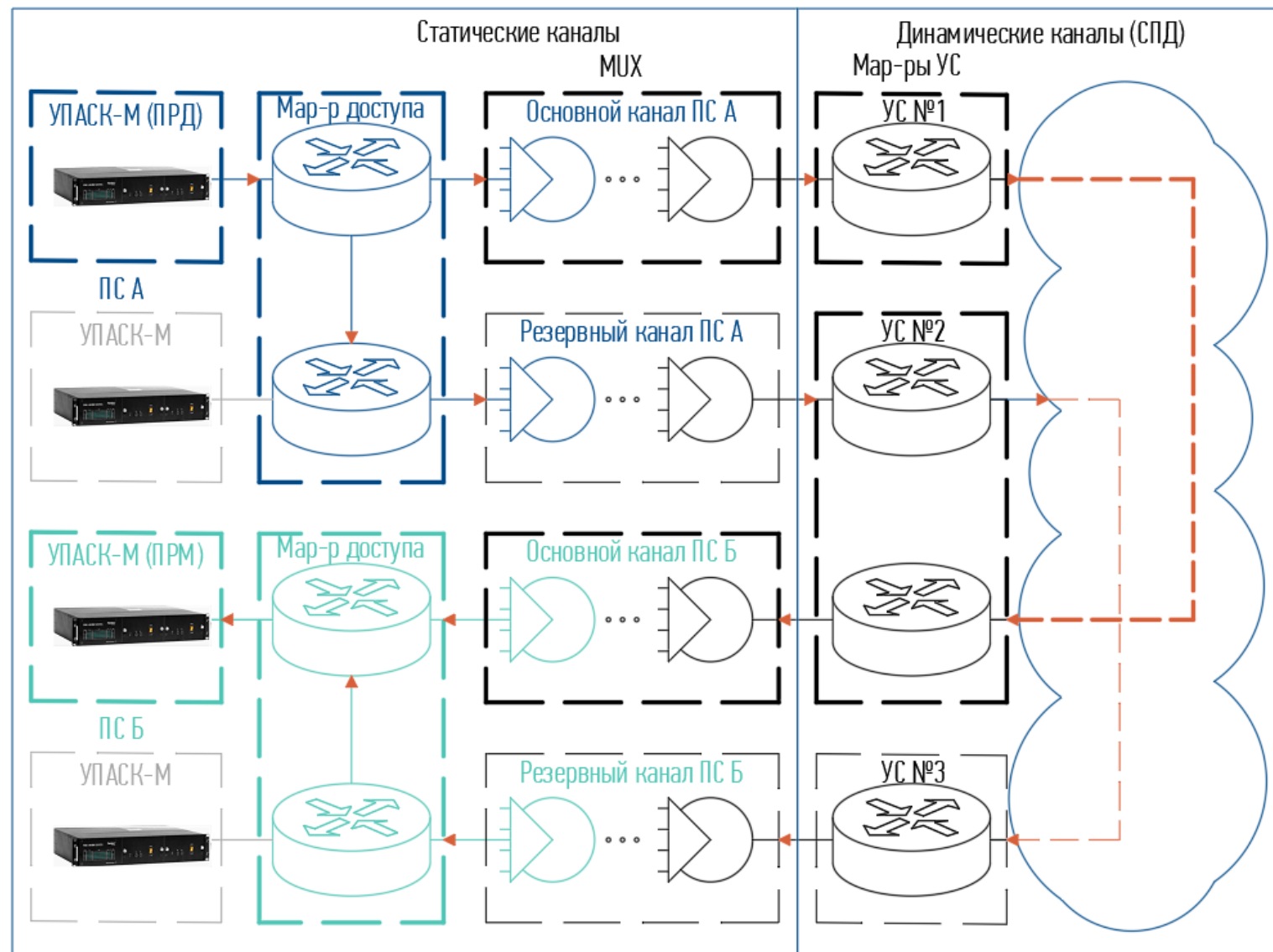









IEC 61850-90-1: Использование IEC 61850 для организации информационного взаимодействия между ПС.



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)

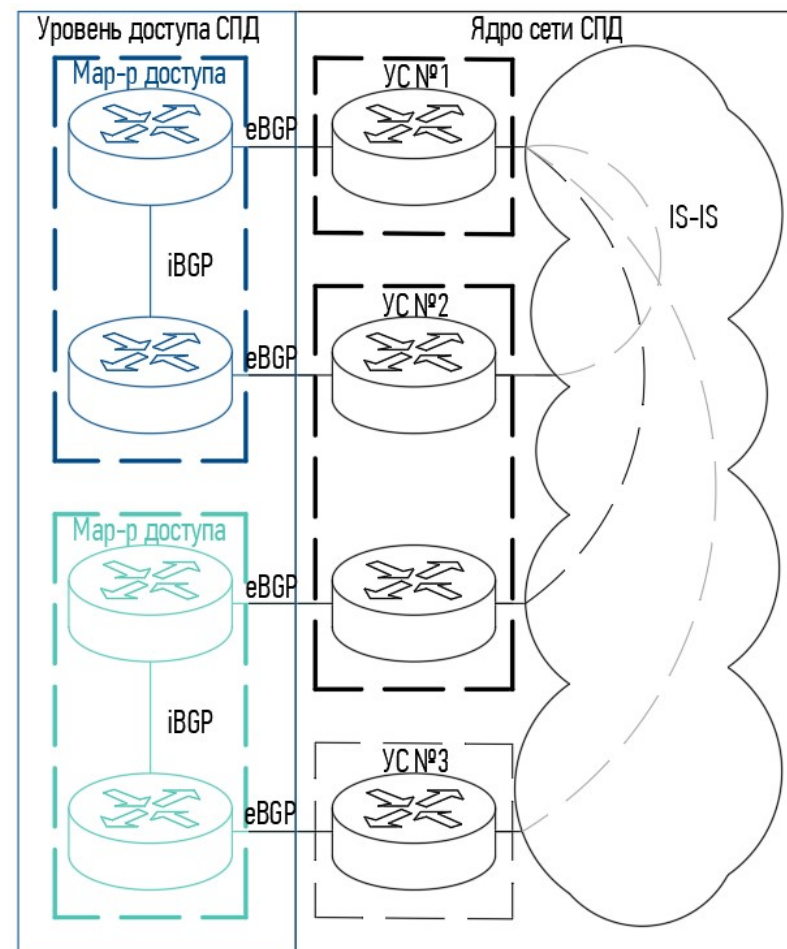
Примечание: направление передачи показано условно для отдельного R-GOOSE



СПД:

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

Схема маршрутизации

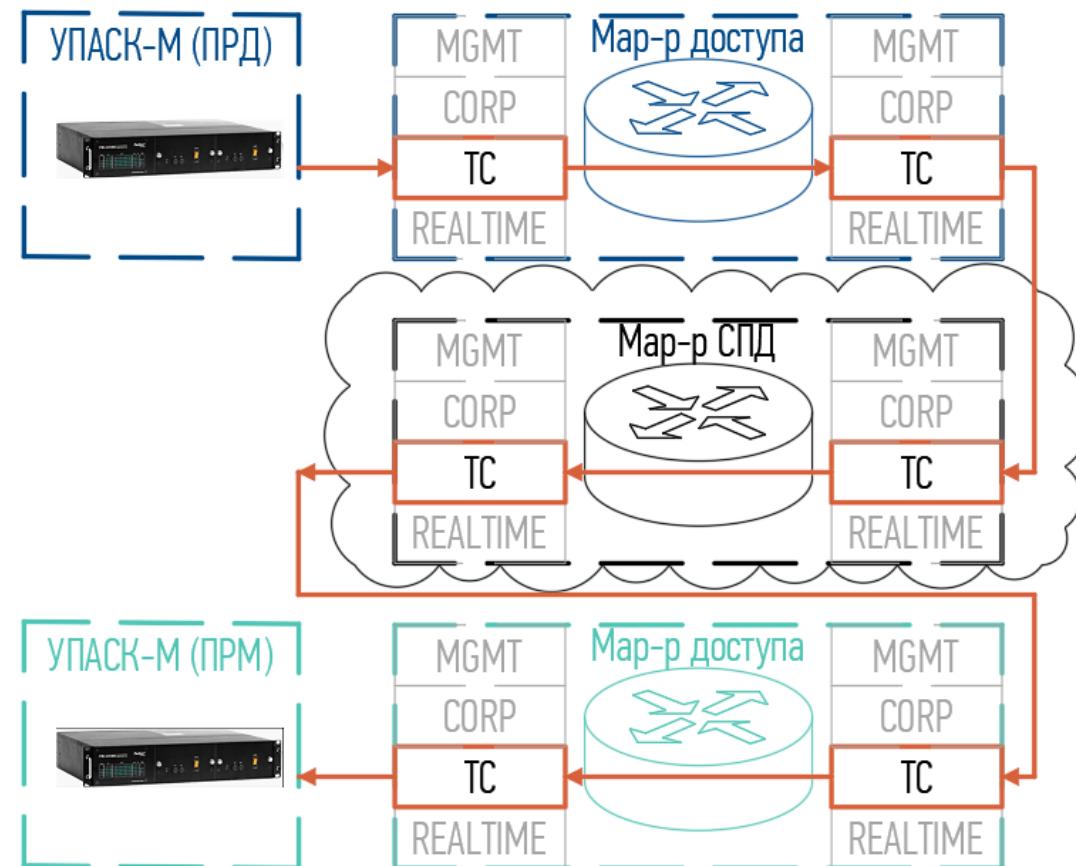


Типы трафика СПД (выделенные для них сегменты VRF):

- 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

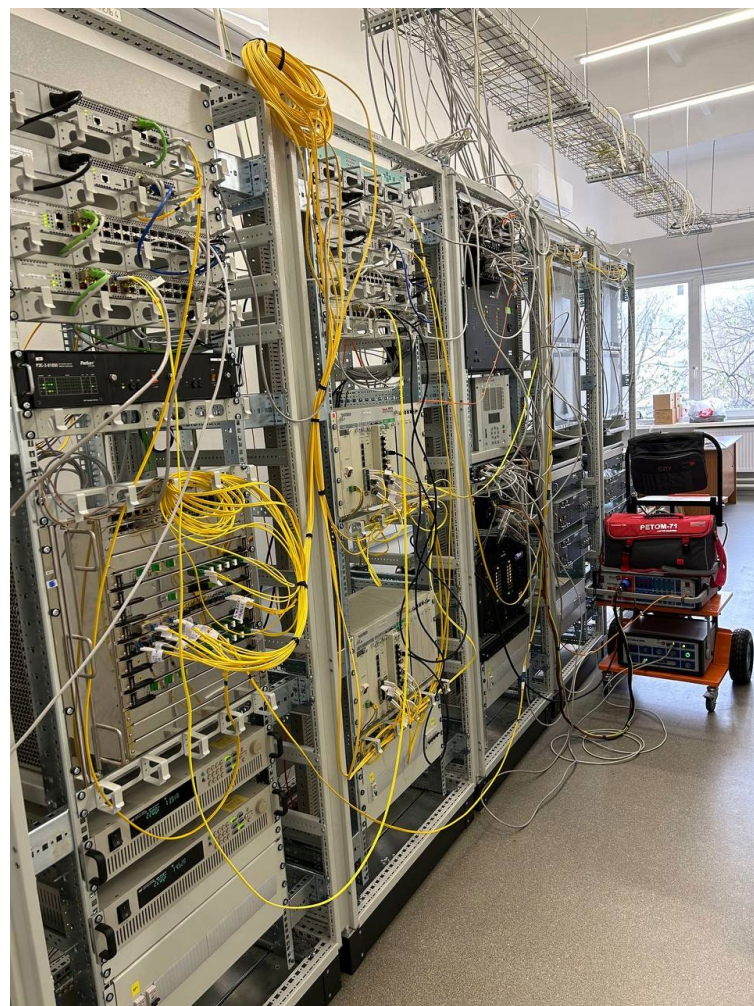


4

ИСПЫТАНИЯ



Оборудование связи



Имитация ПС





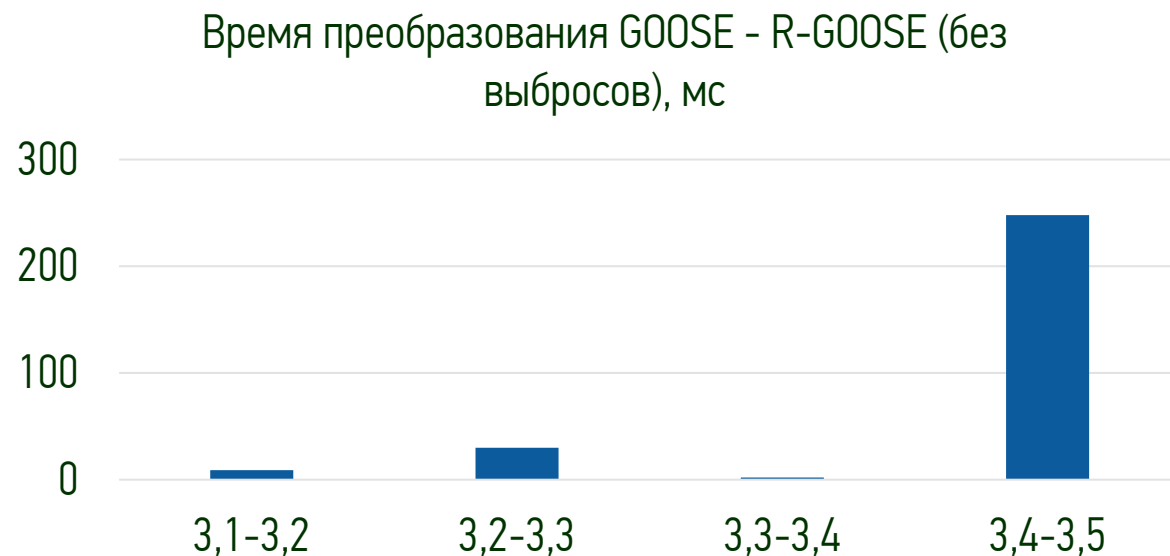
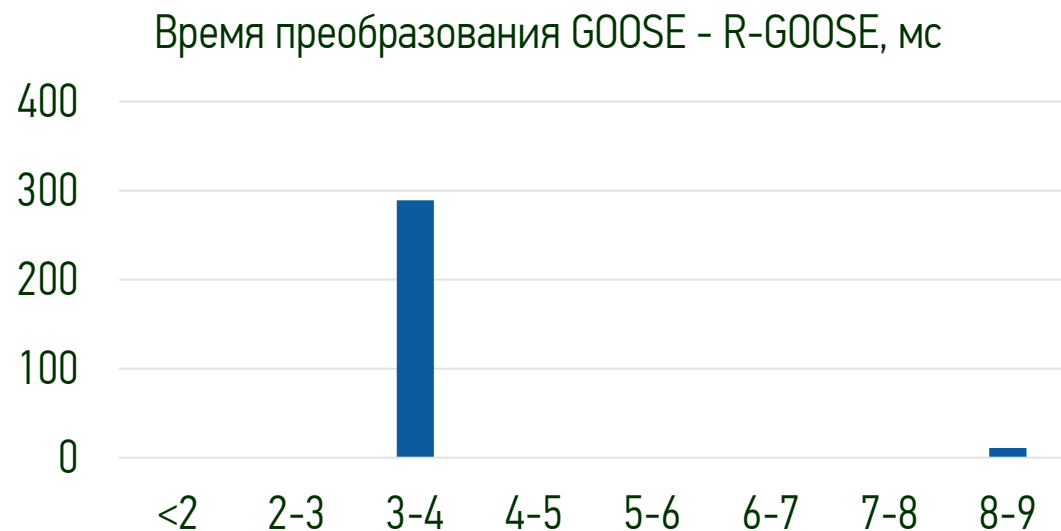
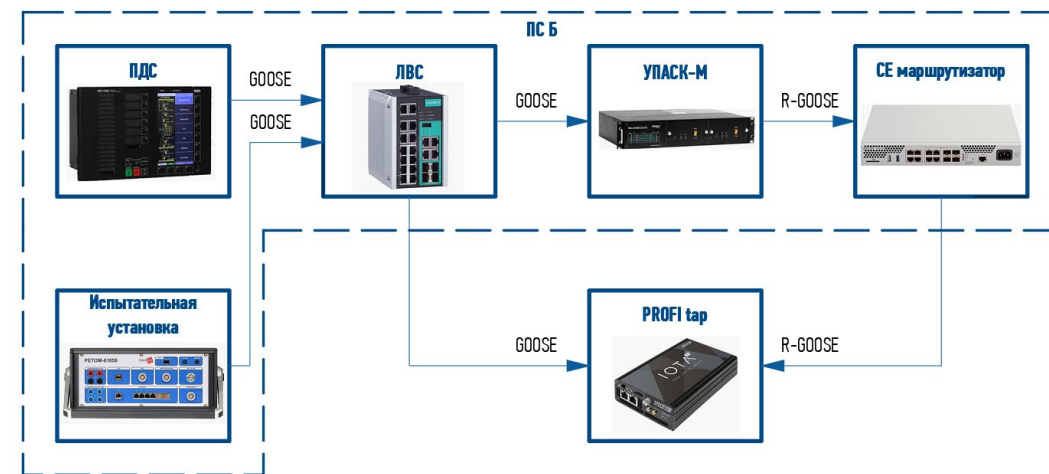
Тестирование производилось автоматизированным изменением значений в исходном GOOSE каждые 10мс.

Среднее время преобразования составило – 3,61 мс.

Медианное время преобразования – 3,47 мс

Результаты для 300 испытаний на интервале 30 секунд отображены на гистограмме.

Схема опыта, полученные графические зависимости





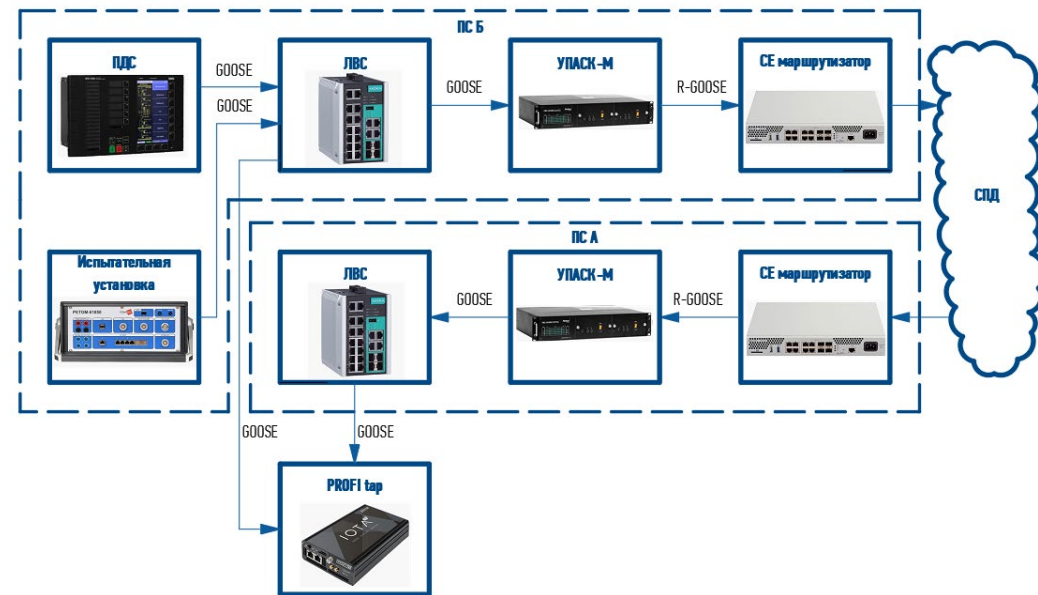
Тестирование производилось автоматизированным изменением значений в исходном GOOSE каждые 10мс.

Среднее время передачи составило – 10,7 мс.

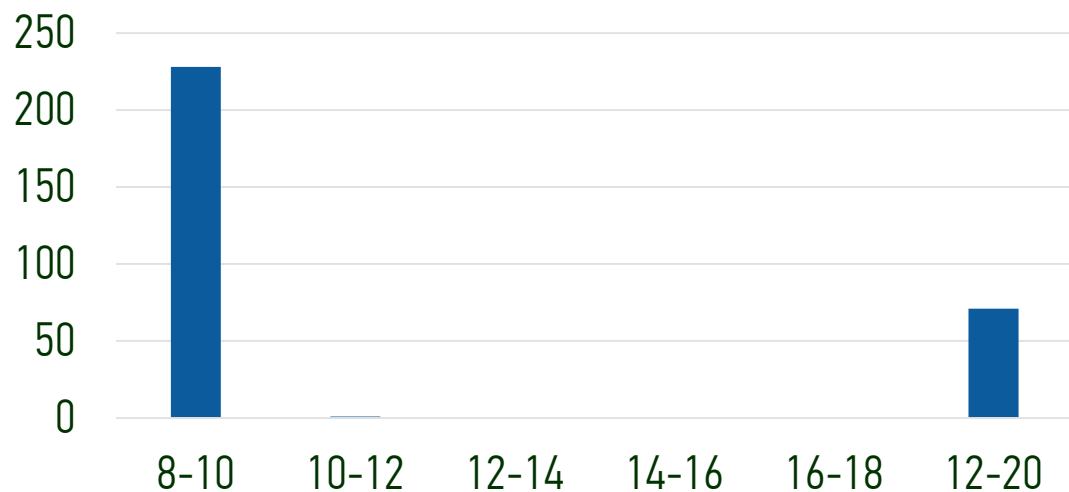
Медианное время передачи – 8,48 мс

Результаты для 300 испытаний на интервале 30 секунд отображены на гистограмме.

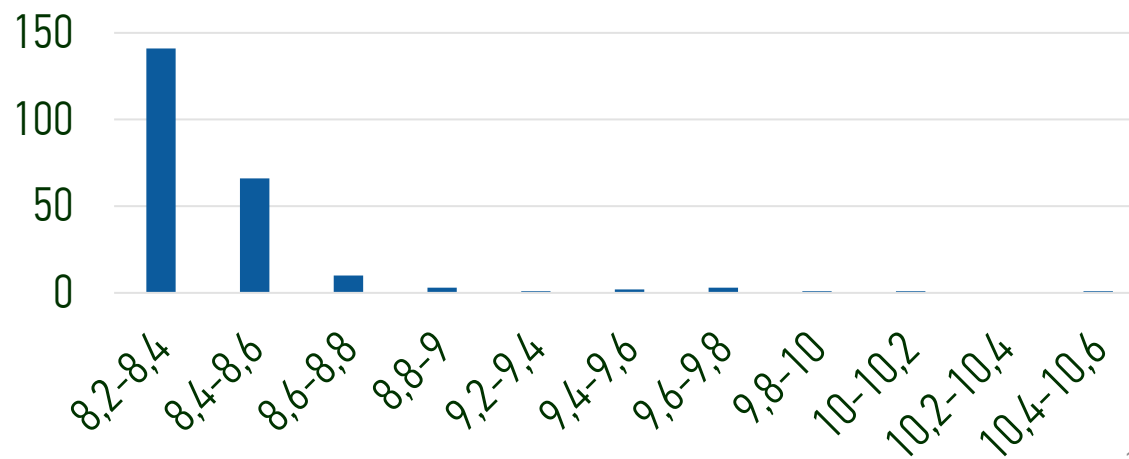
Схема опыта, полученные графические зависимости



Полное время передачи R-GOOSE, мс



Полное время передачи R-GOOSE (без выбросов), мс



На этапе 2.1 НИОКР определено, что целевой формат кадра R-GOOSE должен включать помимо данных качество передаваемых сигналов и метки времени.

10 объектов данных (30 вместе с q и t) – 340 байт, что соответствует

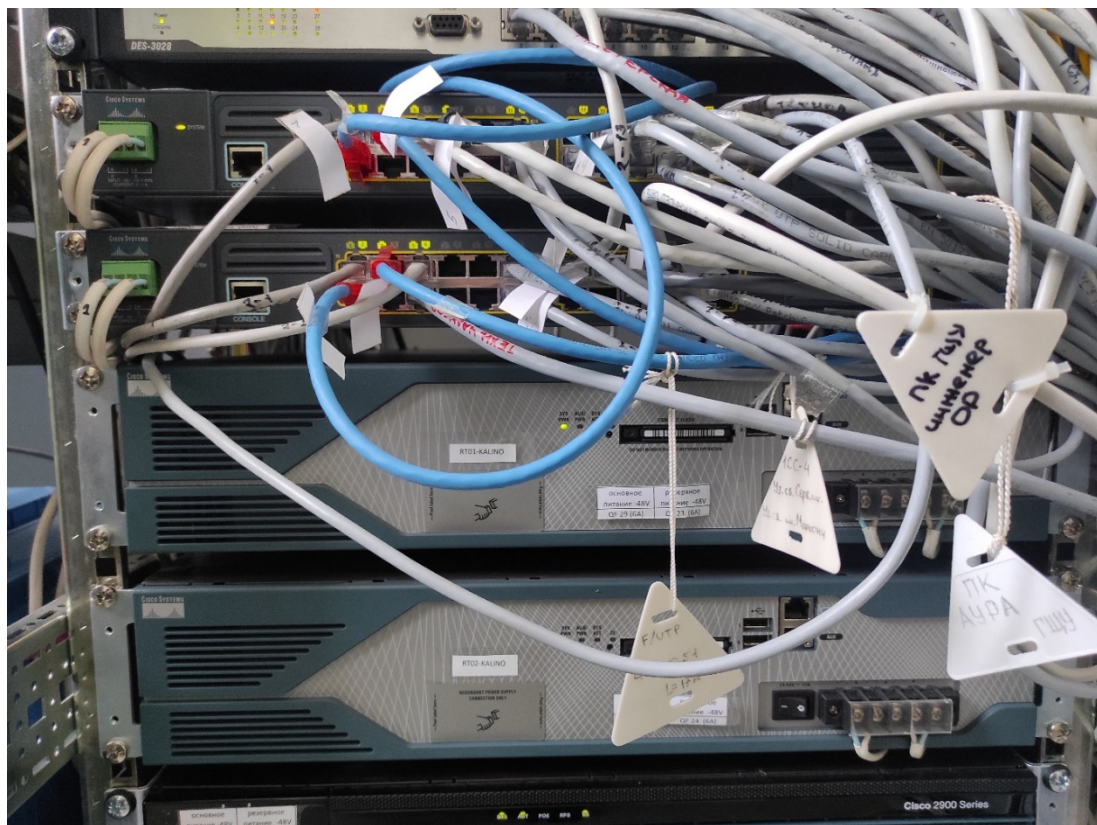
Скриншот дампа R-GOOSE в Wireshark

```
> 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)
```

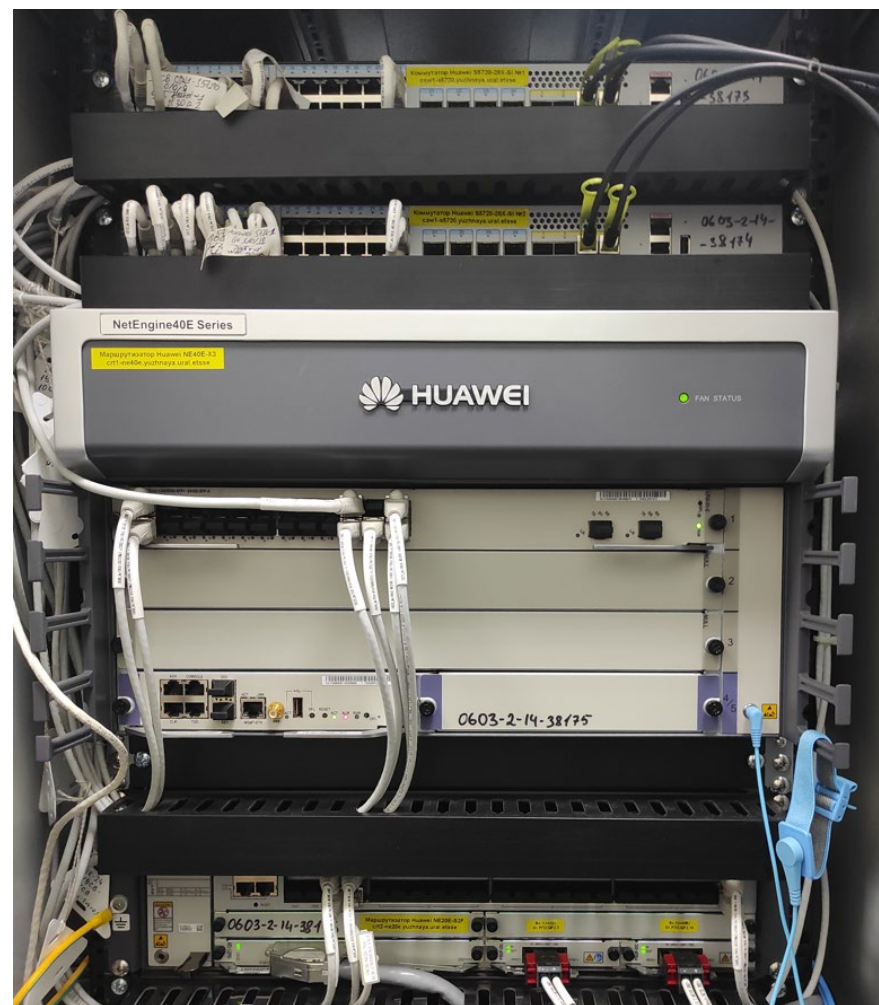
5

ПОДГОТОВКА К ОПЫТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Маршрутизатор доступа ПС Калино



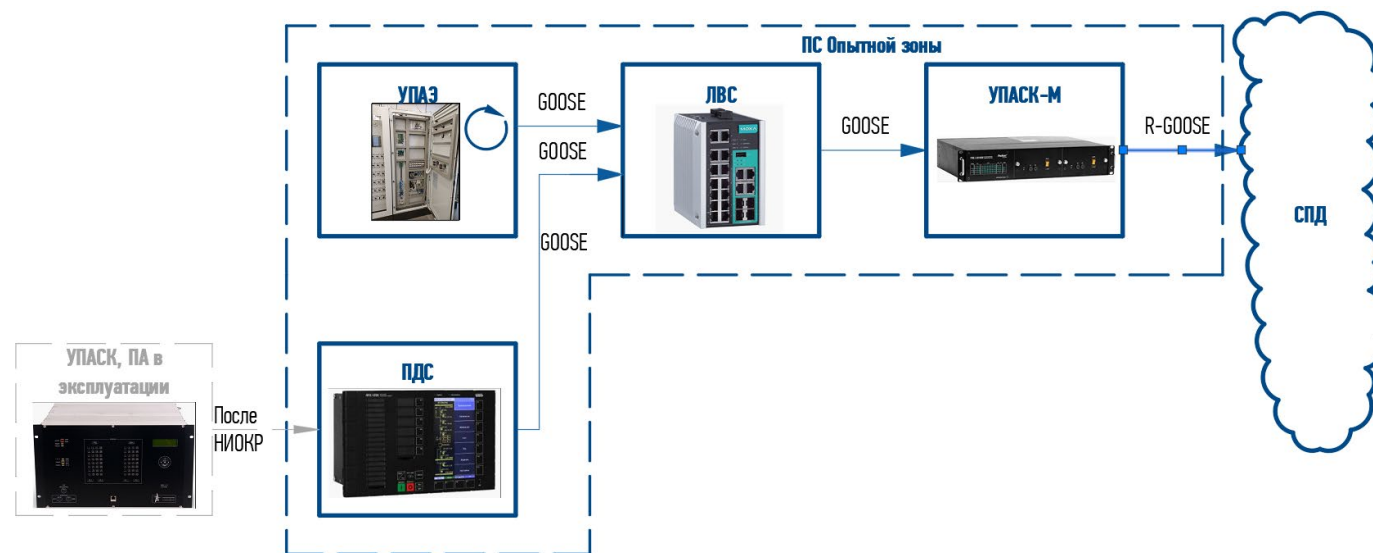
Узел связи СПД ПС Южная

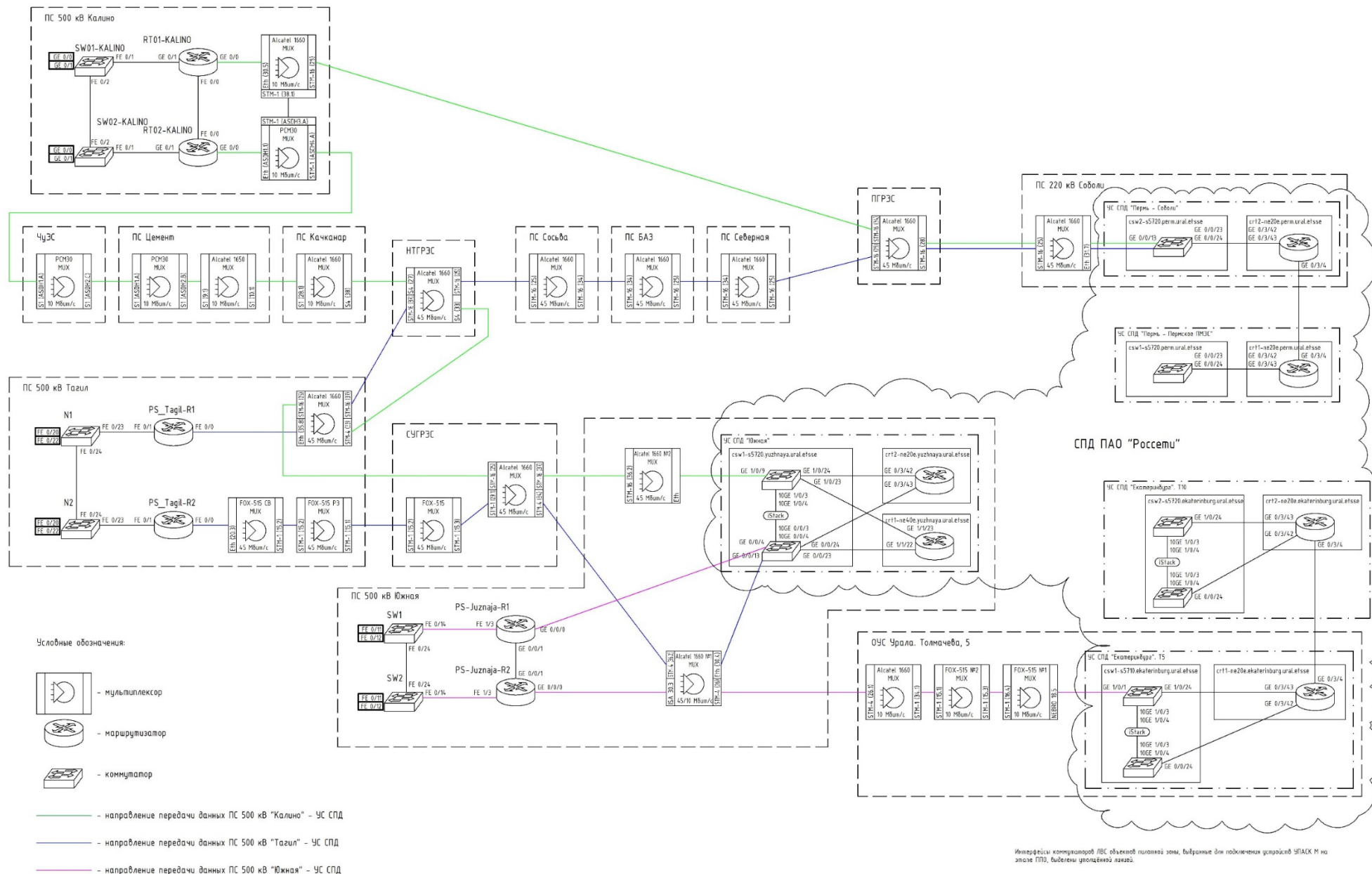


На объектах опытной зоны будут установлены:

- Полукомплект УПАСК-М
- Цифровое УПАЭ (для генерации GOOSE идентичных действующим в ПА)
- ШЭТ ПДС для возможности передачи сигналов действующей ПА в случае успешного заверения НИОКР

Устанавливаемое оборудование на объектах пилотной зоны





Интерфейсы коммутаторов ЛВС объектов питаемой зоны, выделены для подключения устройств ИТ-ПАК М на этапе ППО, выделены условными линиями.



6

ВЫВОДЫ



- Сформировано техническое решение по использованию систем пакетной передачи данных РЗА между ПС на базе протокола МЭК 61850 (MMS, R-GOOSE)»
- На базе НТЦ ФСК создан испытательный полигон
- Проведена первая стадия испытаний технического решения
- Выполнено предпроектное обследование объектов опытной зоны



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

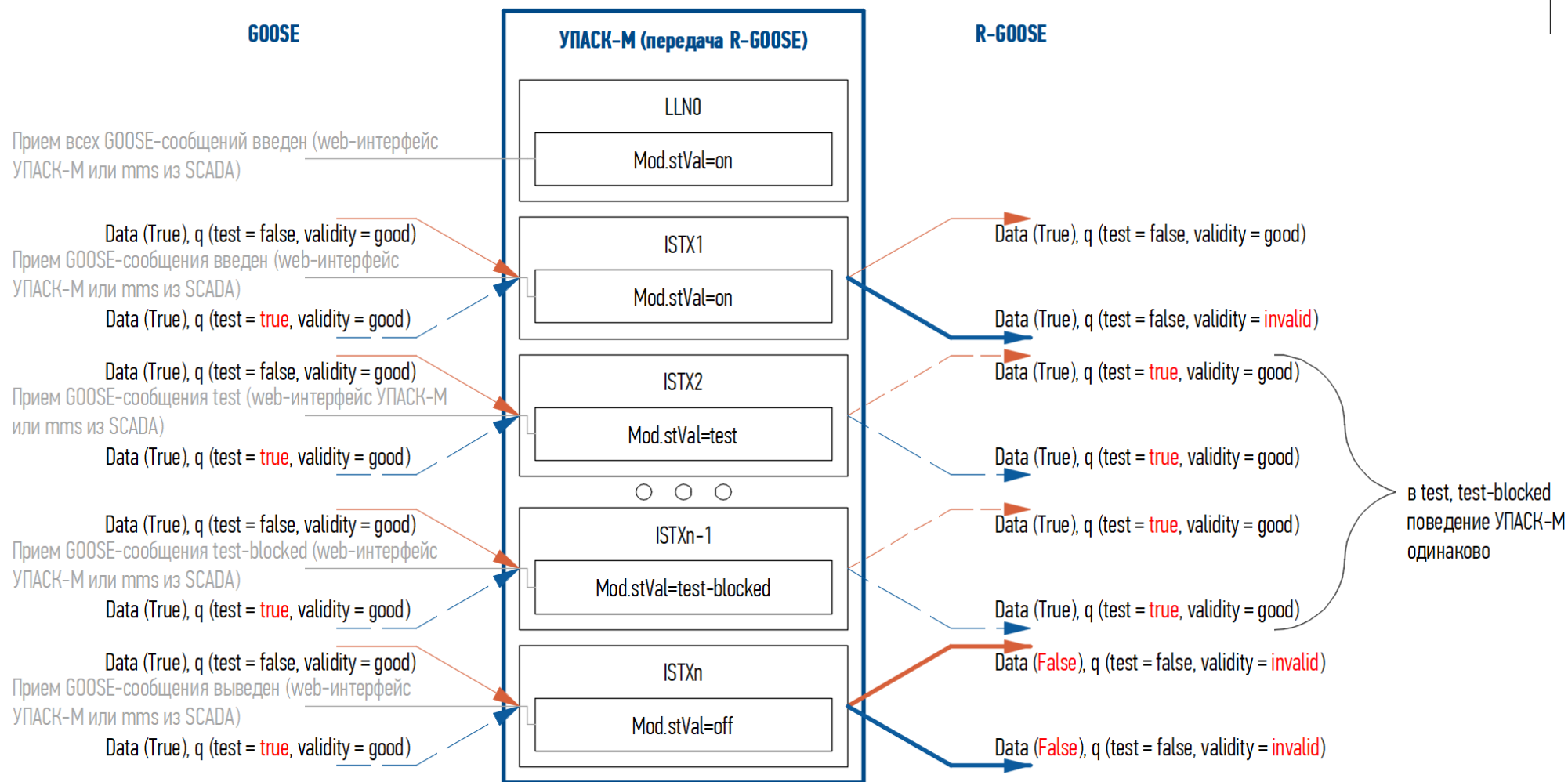


Рисунок 1 – Обработка GOOSE в зависимости от качества сигнала и параметра mod. Примечание: Вывод отдельных команд на передаче R-GOOSE не предусматривается

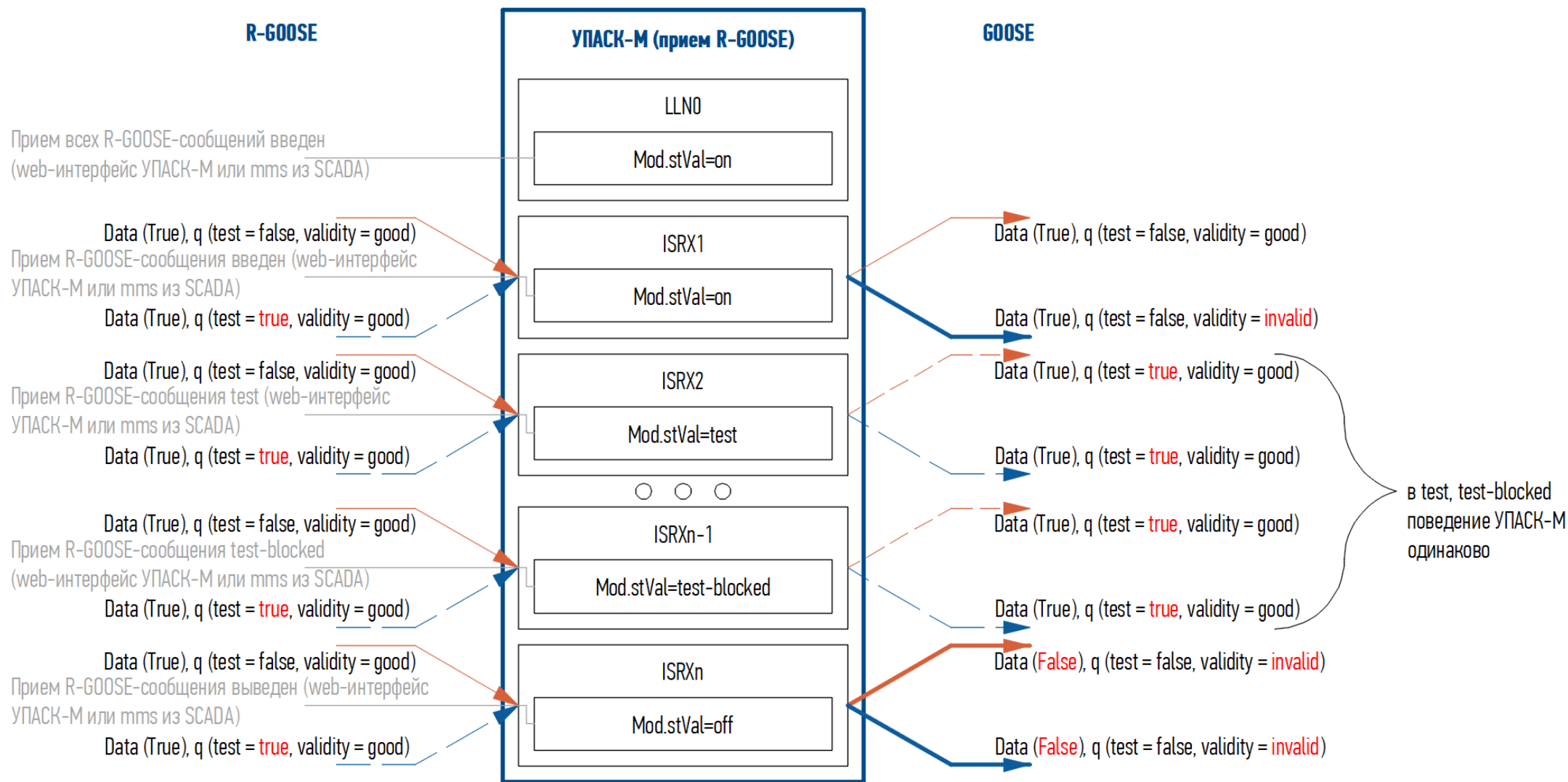


Рисунок 2.а - Обработка R-GOOSE в зависимости от качества сигнала и параметра mod. Примечание: Предусмотрен вывод отдельных команд на приеме R-GOOSE с использованием CmdRx (пояснение на рисунке 2.6)

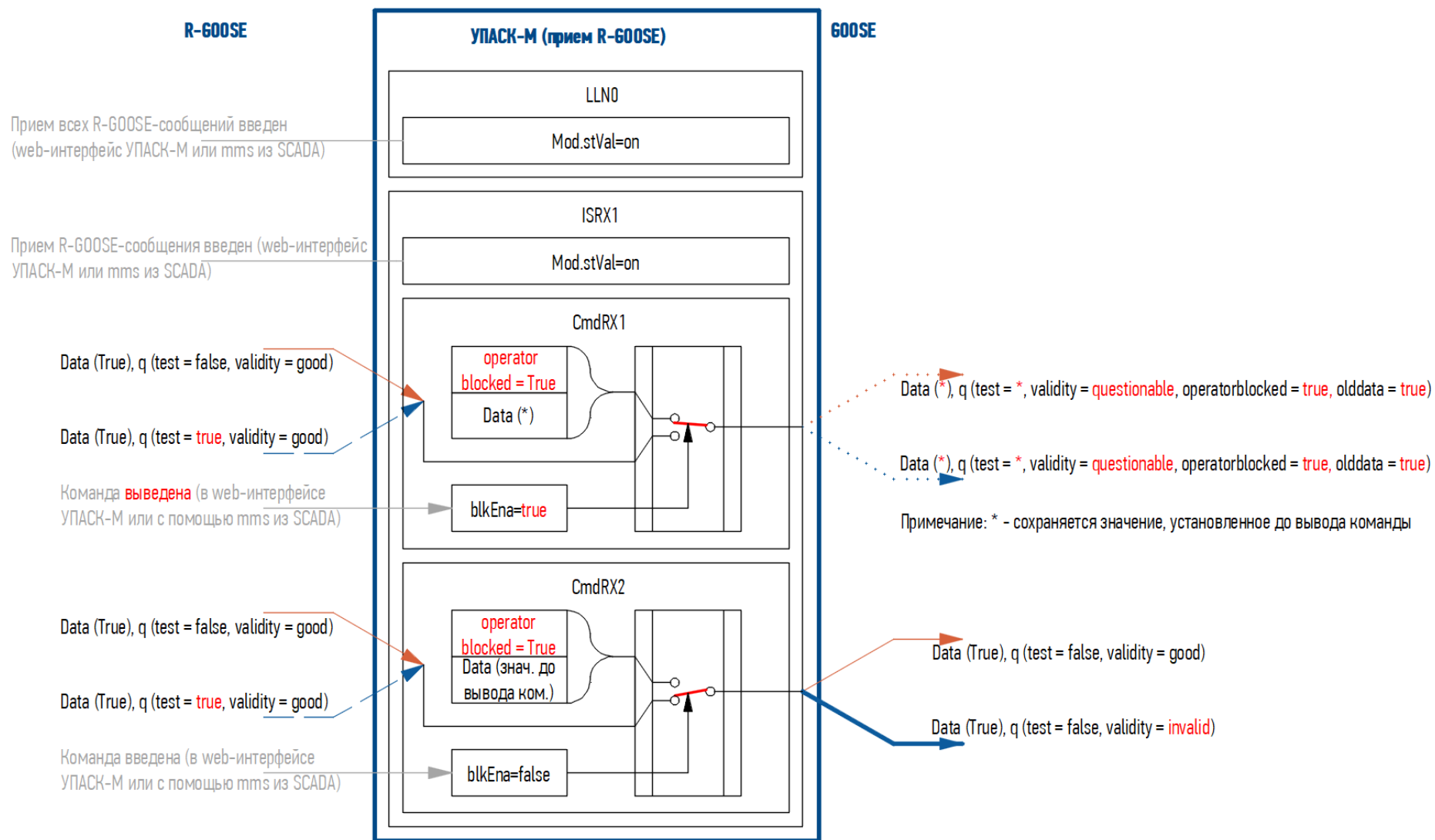


Рисунок 2.6 – Обработка R-GOOSE с учетом использования CmdRx.blkEna для вывода отдельных команд