



БУДУЩЕЕ
В НАШИХ
РУКАХ

**Как мы тестируем передачу
абонента от одной базовой
станции к другой в сетях 4G**



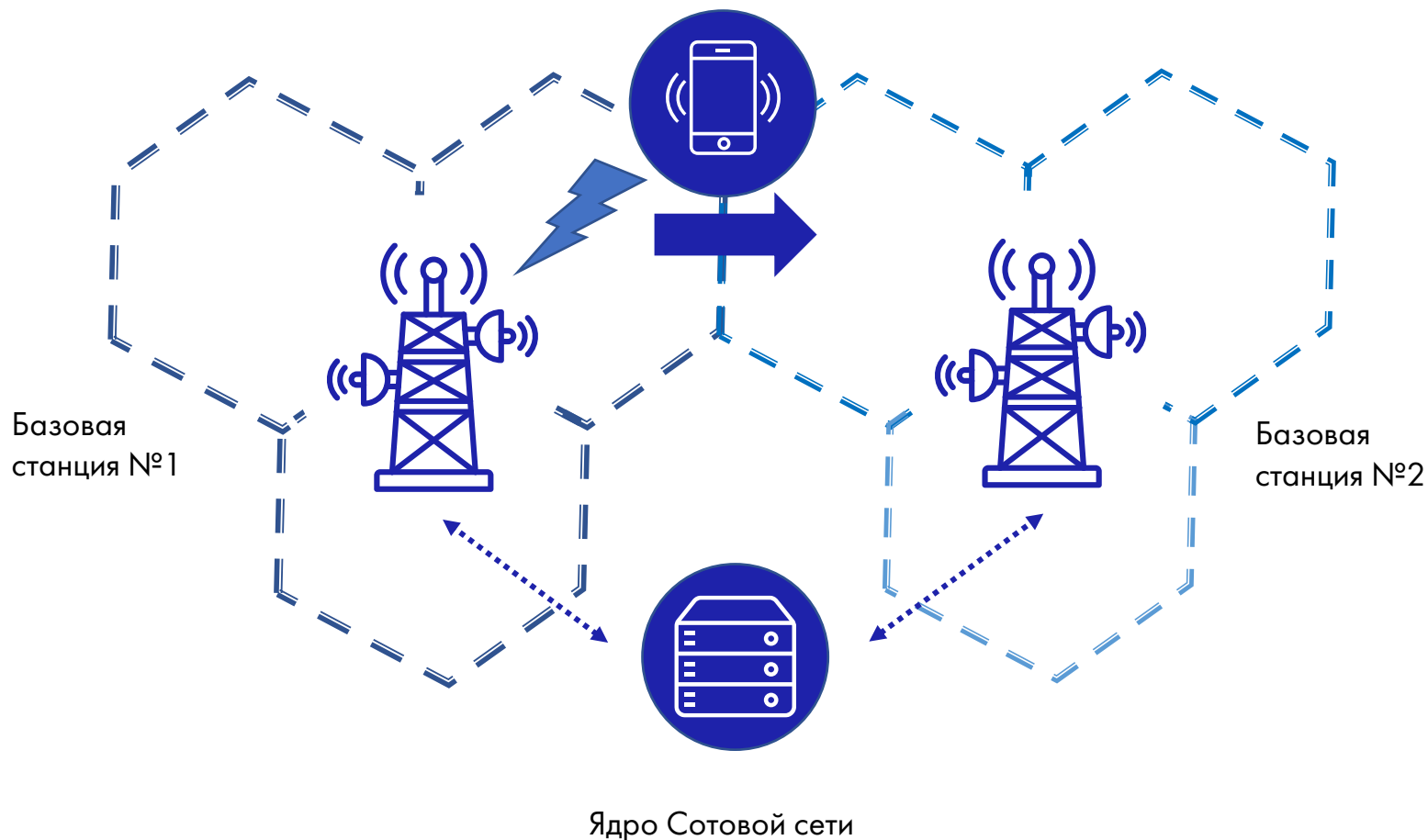
Анастасия Беднова

Инженер по тестированию

- В тестировании телеком с 2005 года
- Тестирование считаю образом жизни



Что такое и как работает Handover

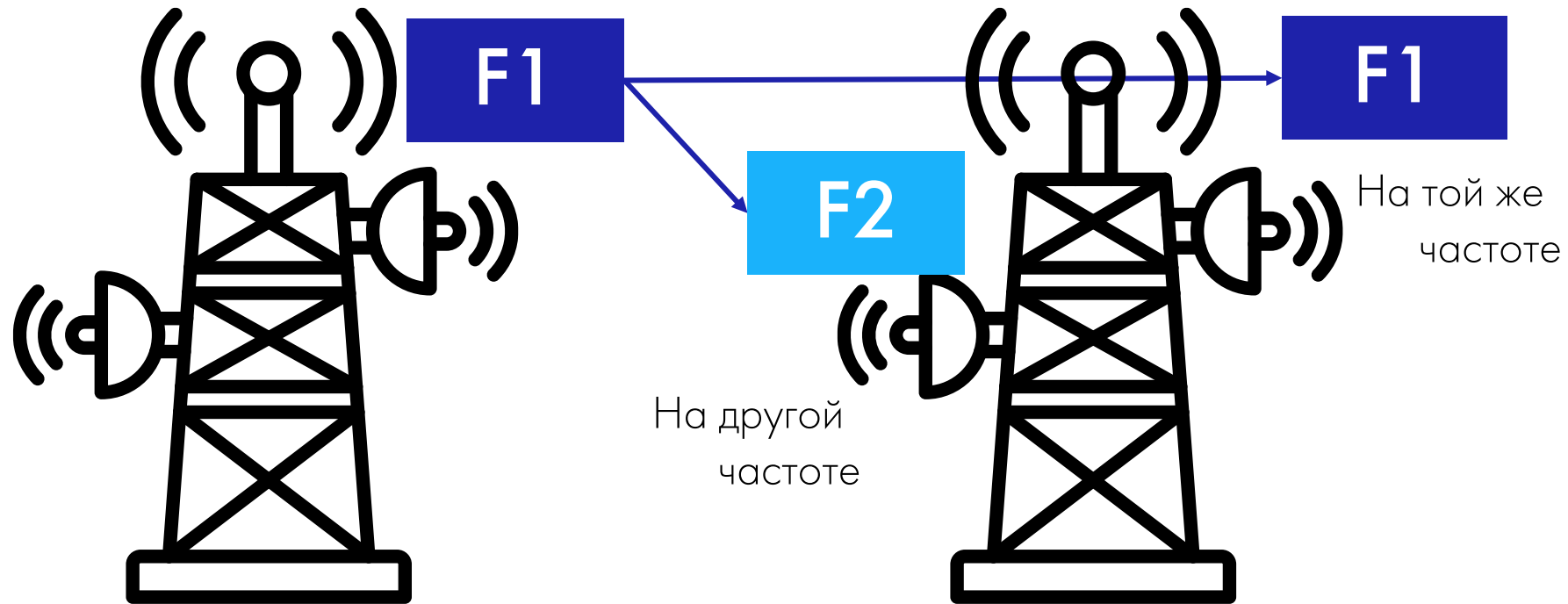


Handover

– это переключение пользовательского устройства с одной соты (антенны) на другую без перерыва в обслуживании



Между разными базовыми станциями

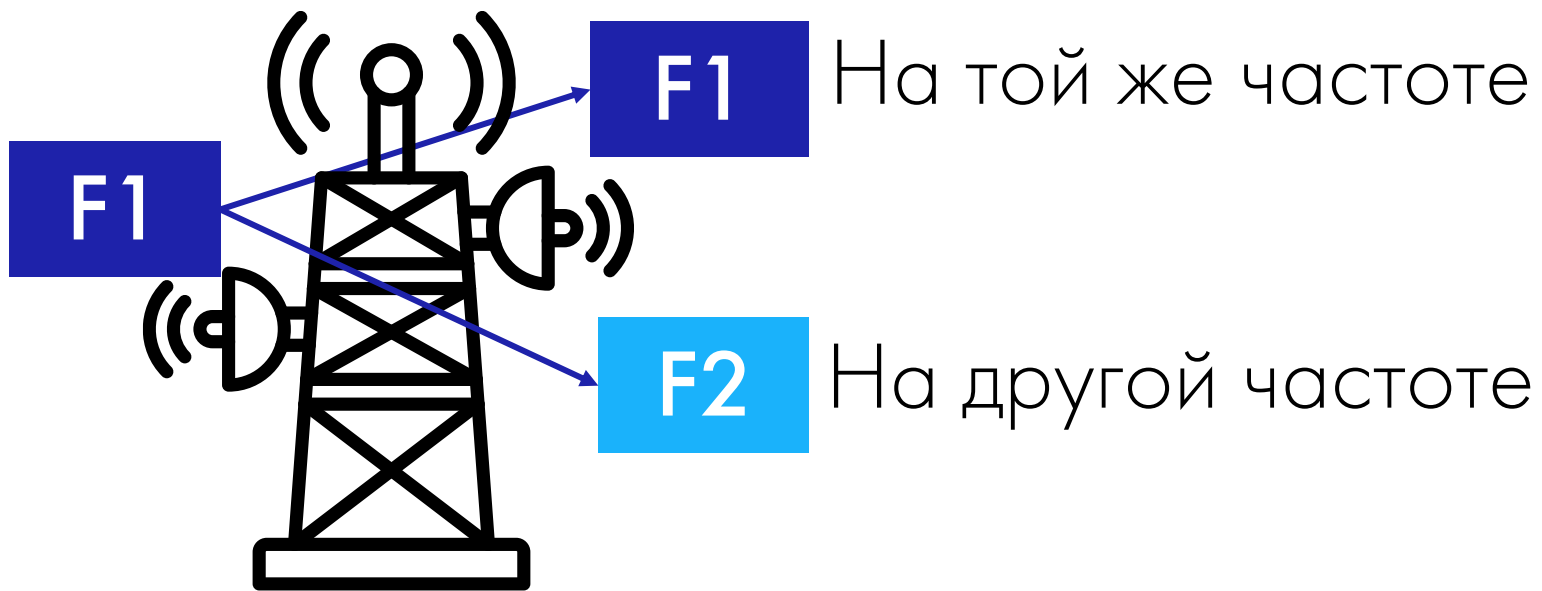


F1 Частота обслуживаемой соты

F2 Другая поддерживаемая частота



Внутри базовой станции

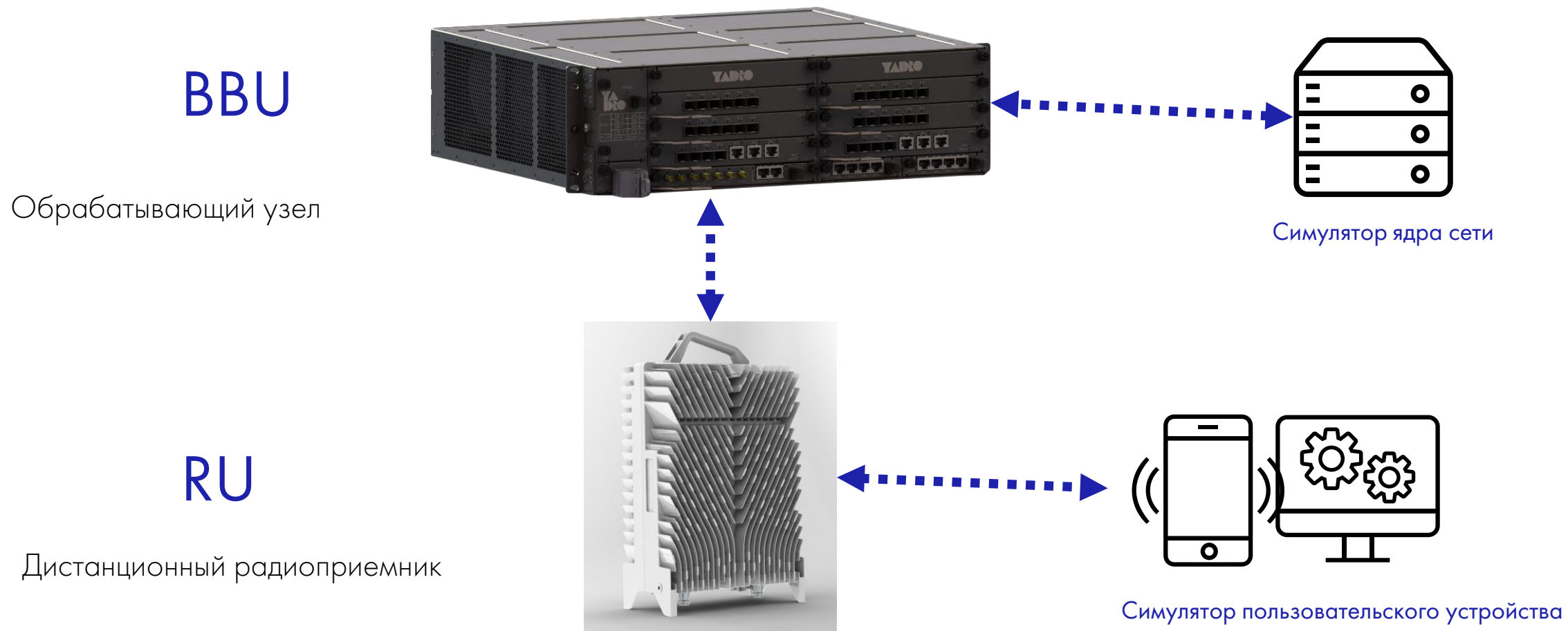


F1 Частота обслуживаемой соты

F2 Другая поддерживаемая частота



Базовая схема тестового стенда



Почему не реальные устройства

Упрощённая схема стенда для тестирования handover

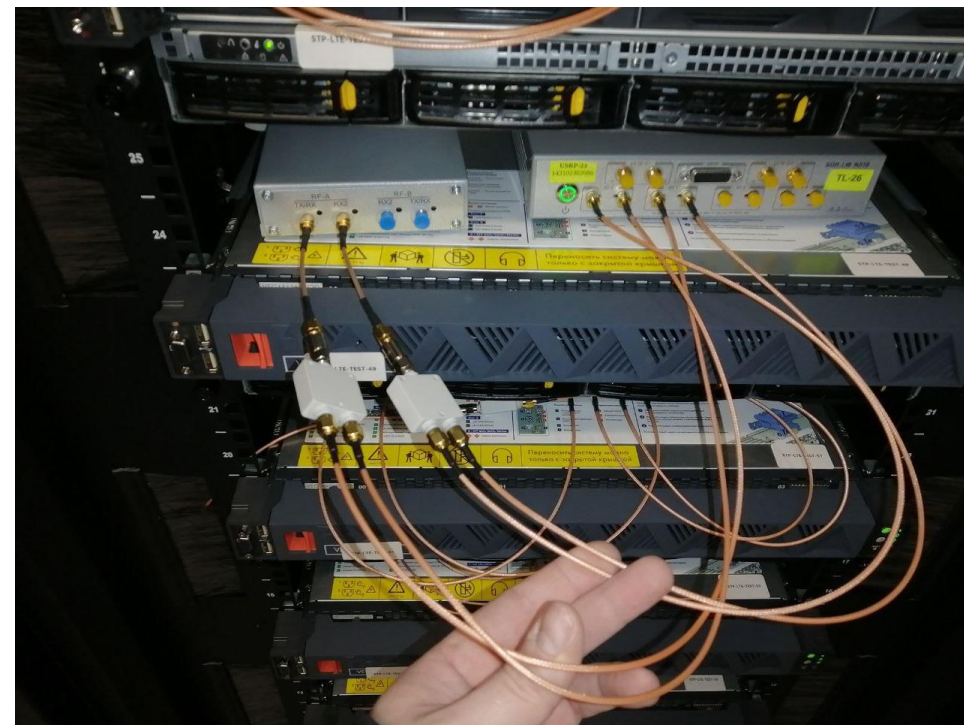
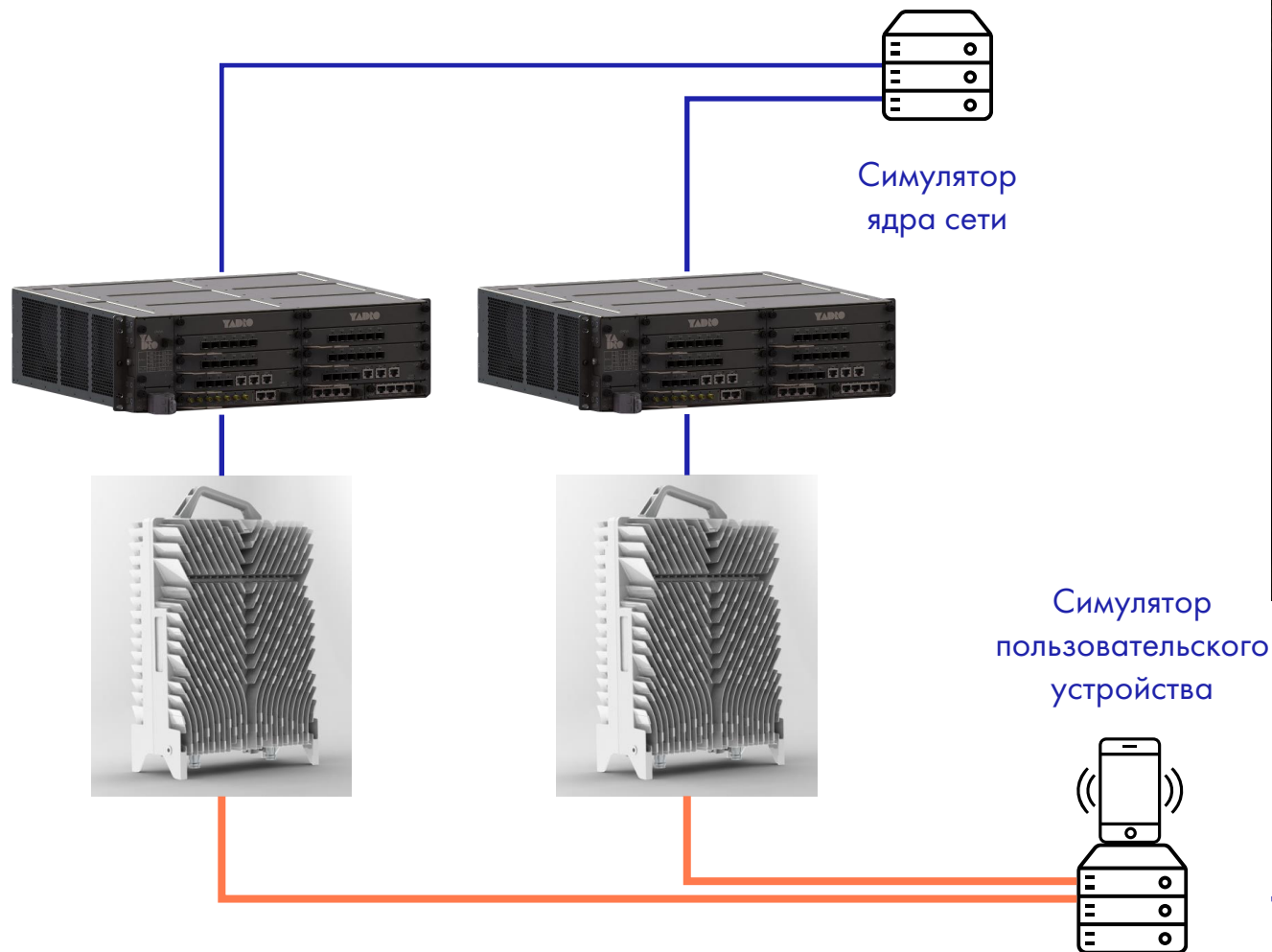






Схема тестового стенда для разных типов handover

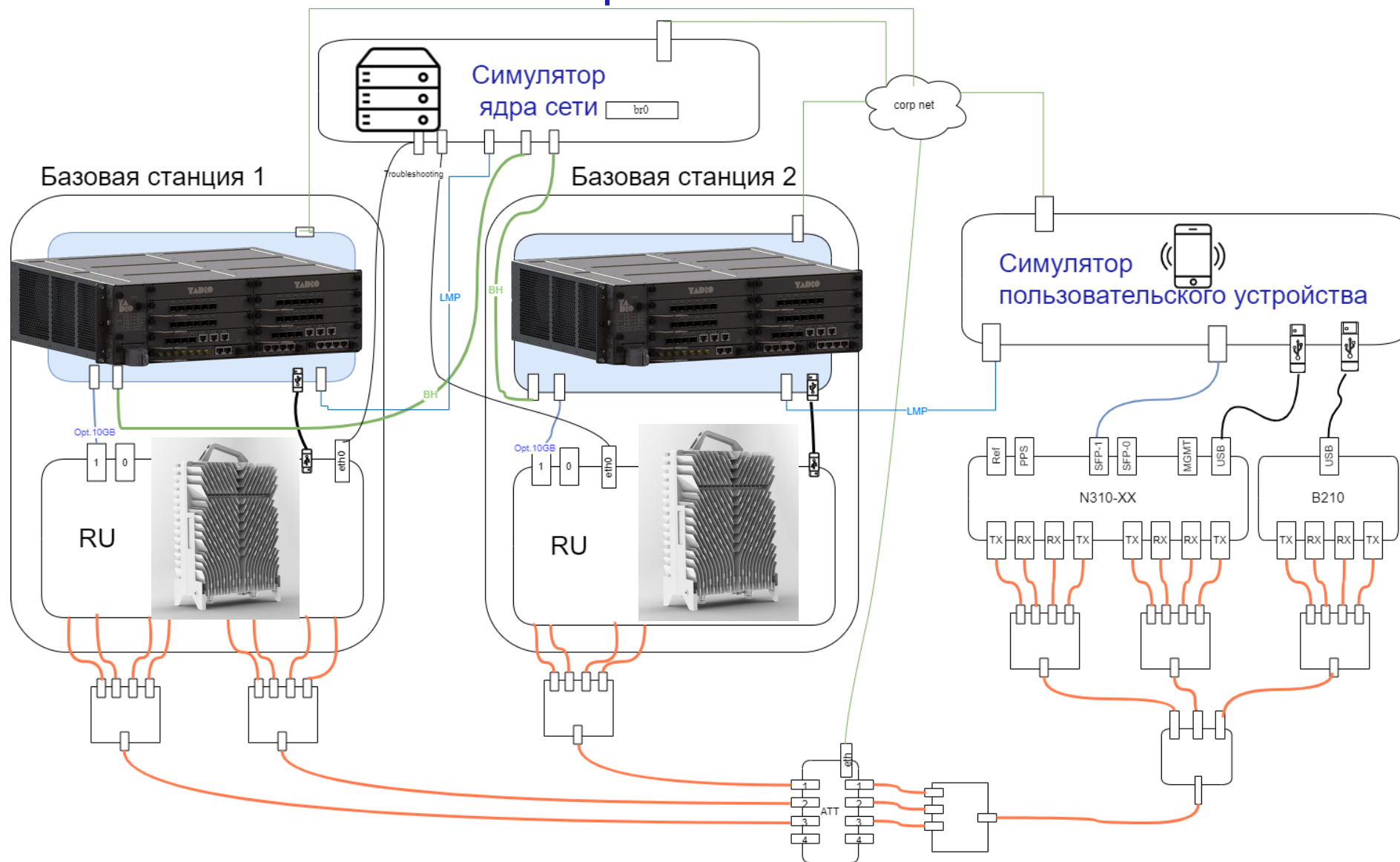




Схема тестового стенда для разных типов handover

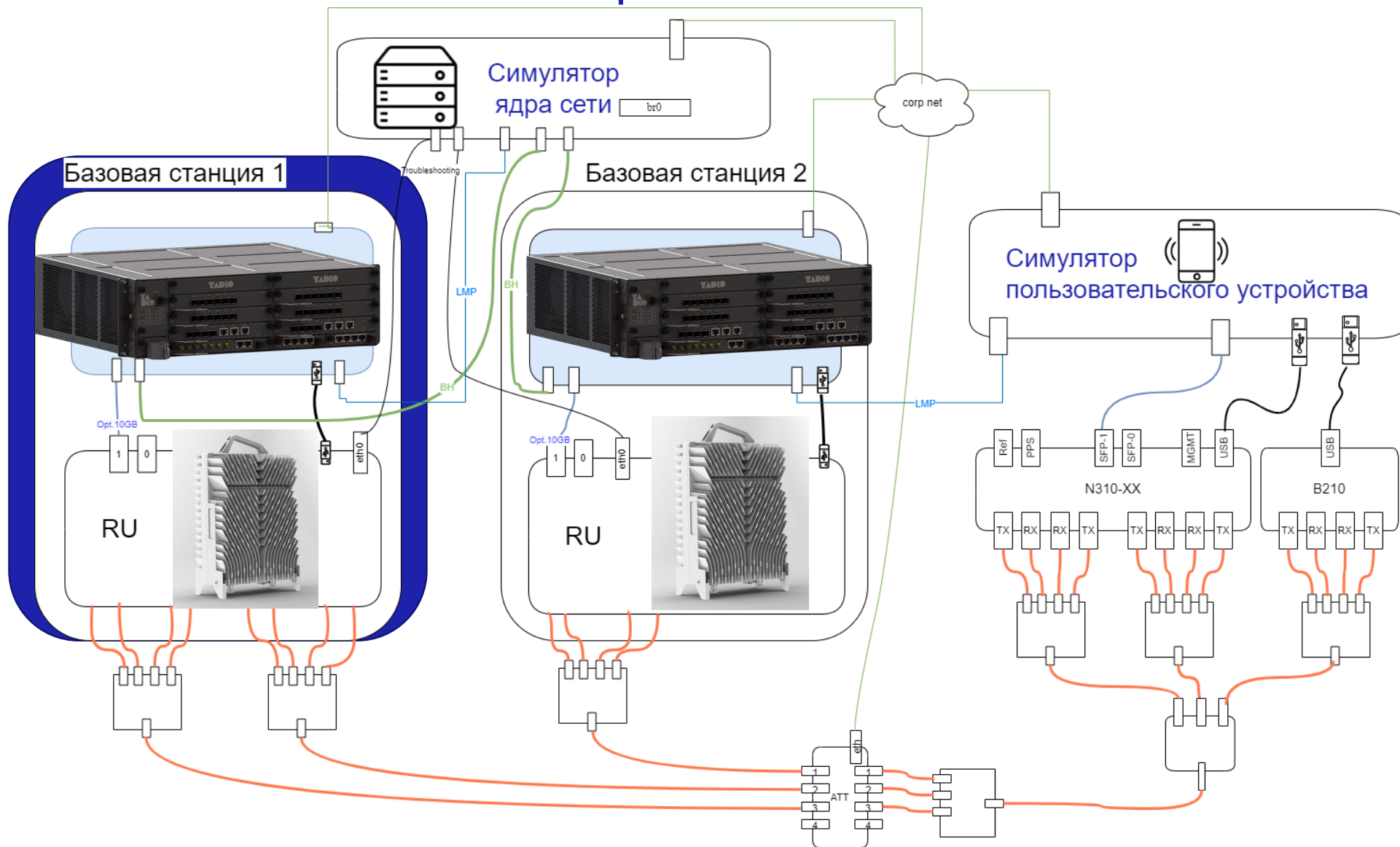




Схема тестового стенда для разных типов handover

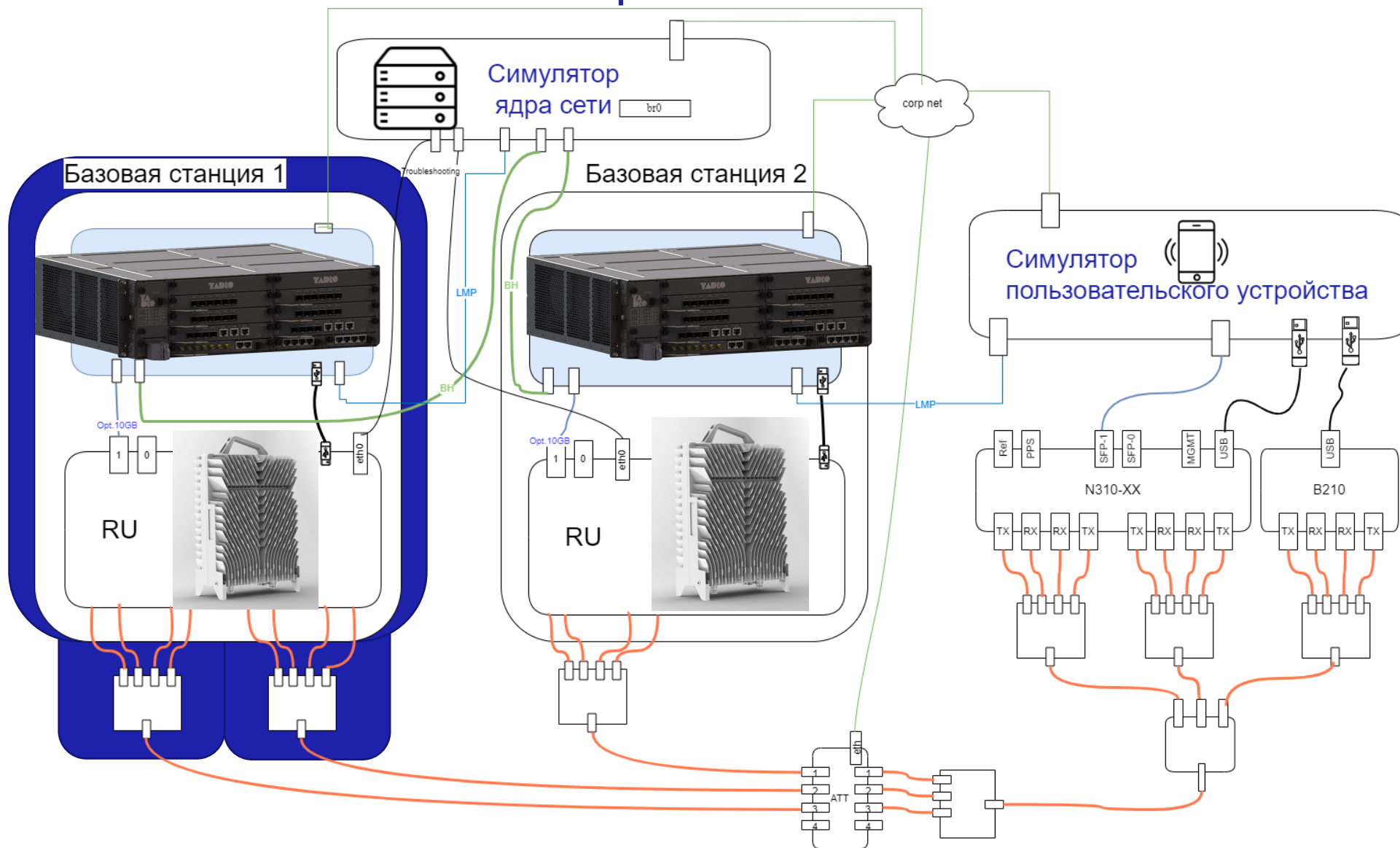




Схема тестового стенда для разных типов handover

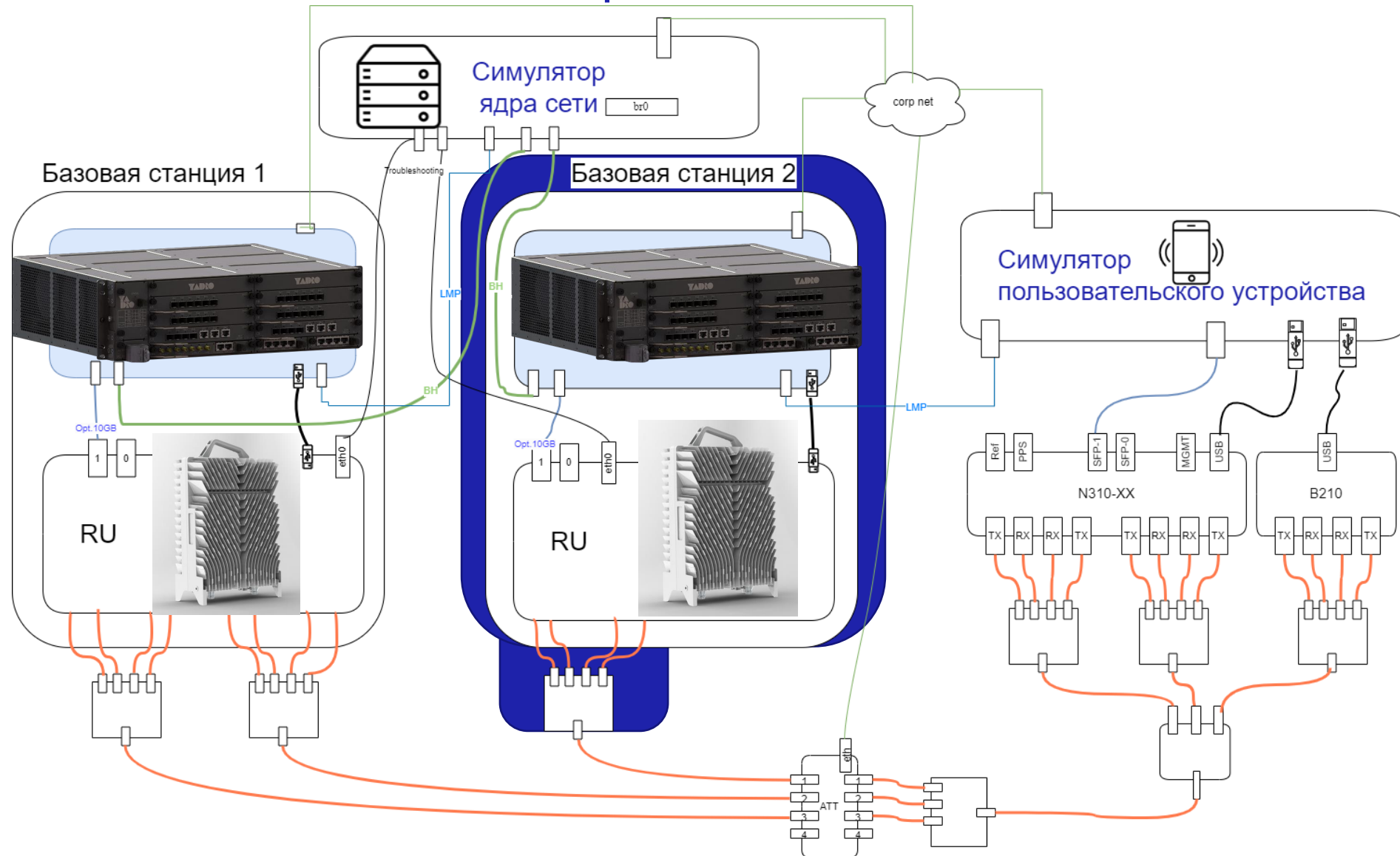
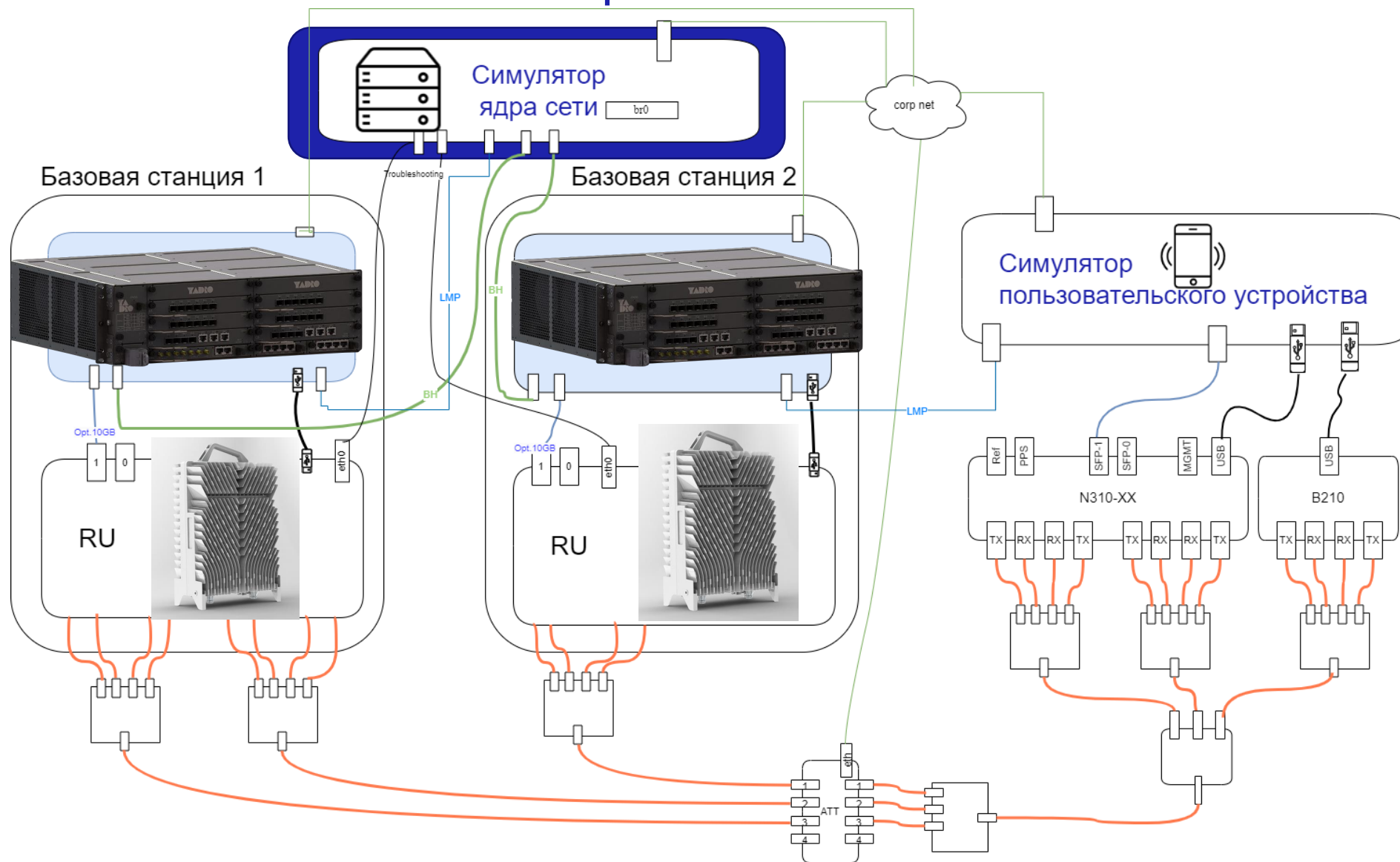




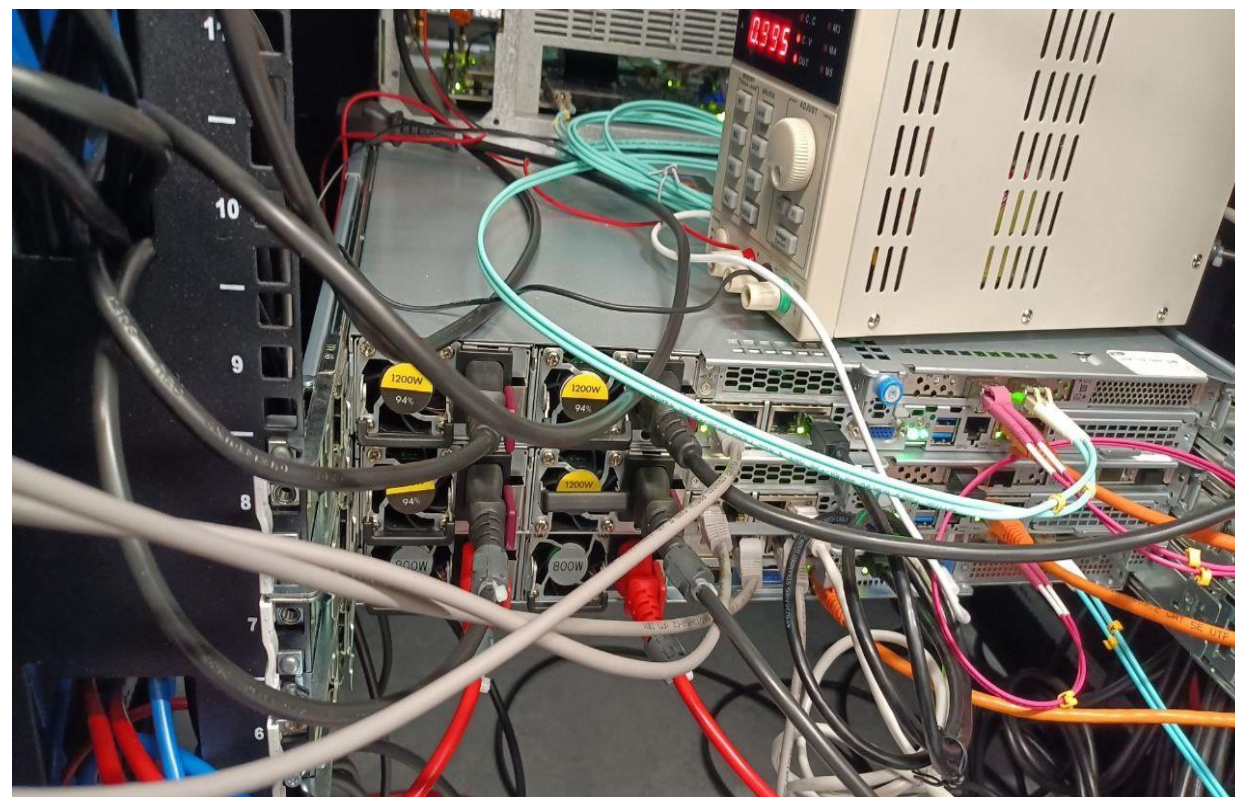
Схема тестового стенда для разных типов handover



Проблема стабильности тестов



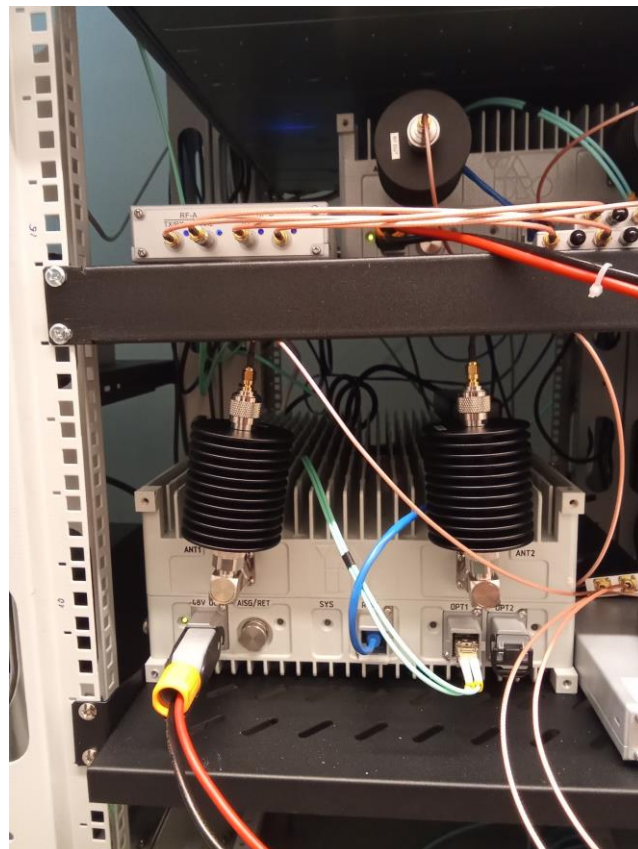
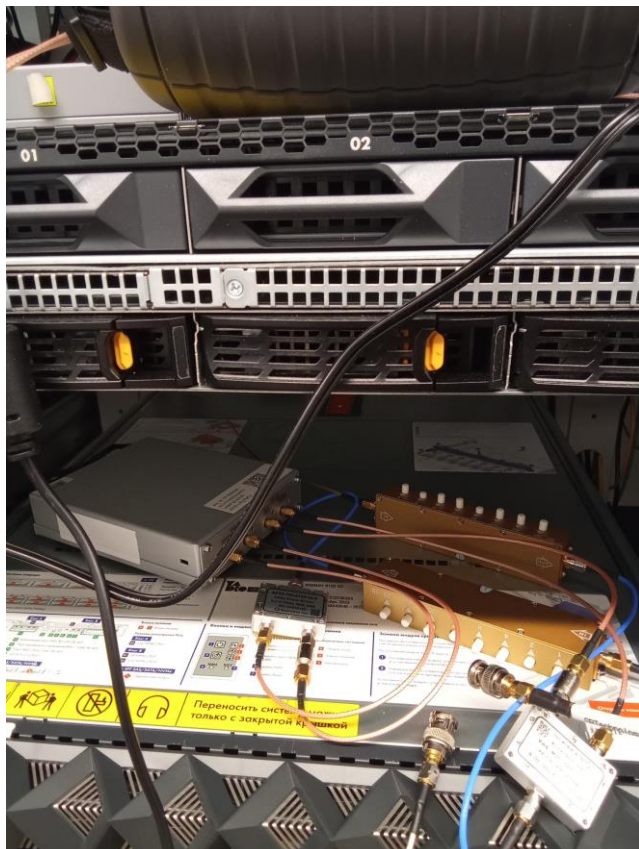
- Влияние физической среды на стенды
- Однопользовательский режим





Собрать стенд, подключить все провода согласно схеме

- Примеры тестового стенда





Настроить базовую станцию в соответствии со сценарием

- Пример интерфейса настройки

The screenshot shows the configuration page for a base station. The main configuration area is titled 'LTECELLFDD-1' and shows a comparison between 'Actual' and 'Planned' values for several parameters:

Parameter	Actual	Planned
Cellular mode	UNLOCKED	UNLOCKED
Cellular mode	ENABLED	ENABLED
Cellular mode	false	false
Cellular mode	1.0	1.0
Cellular mode	320	320
Cellular mode	-95	-95
Cellular mode	-105	-105



Настроить симулятор ядра сети с необходимыми модификациями

- Пример интерфейса настройки соединения с ядром сети со стороны базовой станции

The screenshot shows the configuration page for a base station named 'YBTS-1'. The 'Configuration' tab is selected, and the 'S1MMEIFACE-1' configuration is displayed. The interface includes a search bar, a navigation menu on the left, and a main configuration area. The 'S1MMEIFACE-1' configuration is shown in a table-like format with columns for the parameter name, its current value, and an input field for the desired value. A blue box highlights the 'S1-MNC' and 'S1-MNIP' fields, which are set to 36412 and 192.168.1.10, respectively.

Parameter	Actual Value	Input Field
S1-MNC	UNLOCKED	UNLOCKED
S1-MNCC	5	5
S1-MNCID	5	5
S1-MNIP	10	10
S1-MNIPID	100	100
S1-MNC	36412	36412
S1-MNIP	192.168.1.10	192.168.1.10
S1-MNIPID	36412	36412



Убедиться в соединении его с базовыми станциями стенда

- Пример интерфейса настройки соединения с ядром сети со стороны базовой станции

The screenshot shows a network management interface with the following elements:

- Navigation tabs: Topology, Configuration (selected), Alarms, Performance, Diagnostics, Software.
- Device identifier: /YBTS-1
- Radio technology selection: LTE (checked) and GSM (unchecked), circled in blue.
- Search bar: Search
- Configuration mode: Actual
- Section title: S1MMEIFACE-1 (YBTS-1/RAN-1/LTEAP-1/S1MMEIFACE-1)
- Configuration table:

Parameter	Value	Input Field
Radio Technology	UNLOCKED	UNLOCKED
Radio Bearer	5	5
Radio Bearer	5	5
Radio Bearer	10	10
Radio Bearer	100	100
Radio Bearer	36412	36412
Radio Bearer	192.168.1.10	192.168.1.10
Radio Bearer	36412	36412



Включить симулятор пользовательского устройства с необходимыми ключами-модификаторами

```

Attaching UE...
Setting manual TX/RX offset to 96 samples
SYNC: Searching for cell...
Found Cell with CFO=0.7 KHz:
- Type:          FDD
- PCI:           0
- Nof ports:     2
- CP:            Normal
- PRB:           50
- PHICH Length: Normal
- PHICH Resources: 1/6
- SFN:           0
SYNC: state=SEARCH, tti=222
Not need meas update
SYNC: state=IDLE, tti=223
Cell Select: Selecting new cell PCI=0
Setting manual TX/RX offset to 96 samples
SYNC: state=SYNC, tti=242
SYNC: state=CAMPING, tti=7182
Found PLMN: Id=25013, TAC=7, Reserved=False
Selecting Home PLMN Id=25013 by index 1
Random Access Transmission: seq=45, tti=7401, ra-rnti=0x2
Random Access Complete.      c-rnti=0x6c37, ta=3
RRC Connected
Network attach successful. IP: 3.8.3.1
t
Enter t to stop trace.
-----Signal-----|-Neighbour-|-----DL-----|-----UL-----
cc pci rsrp pl cfo | pci rsrp | mcs spr iter brate bler ta us | mcs buff brate bler

```



Запустить трафик для проверки непрерывности соединения

```

Random Access Complete.      c-rnti=0x4c74, ta=4
RRC Connected
Network attach successful. IP: 3.8.3.1
t
Enter t to stop trace.
-----Signal-----|-----Neighbour-----|-----DL-----|-----UL-----
cc  pci  rsrp  pl   cfo | pci  rsrp | mcs  snr  iter  brate  bler  ta_us | mcs  buff  brate  bler
0   0    -93   78   219 | 1    -87 | 0    7    0.0   0.0   0%   2.1 | 0    0.0   0.0   0%
0   0    -93   78   221 | 1    -87 | 0    7    0.0   0.0   0%   2.1 | 0    0.0   0.0   0%
0   0    -93   78   223 | 1    -87 | 7    7    1.0   348k  0%   2.1 | 19   5.9k  333k  0%
0   0    -93   78   222 | 1    -87 | 13   7    1.0   1.2M  0%   2.1 | 19   4.4k  849k  0%
0   0    -93   78   219 | 1    -87 | 20   7    1.9   1.3M  3%   2.1 | 19   1.2k  862k  0%
0   0    -93   78   216 | 1    -87 | 21   7    2.3   1.3M  9%   2.1 | 19   1.5k  878k  0%
Received HO command to target PCell=1, NCC=0
Need meas update (old pci:0, new pci:1)
Random Access Transmission: seq=54, tti=7861, ra-rnti=0x2
Random Access Complete.      c-rnti=0x9747, ta=3
HO successful
0   1    -92   77   216 | 0    -89 | 10   10   1.0   1.2M  0%   2.1 | 19   4.4k  1.0M  0%
0   1    -92   77   214 | 0    -88 | 19   9    1.5   1.3M  3%   2.1 | 19   1.1k  895k  0%
0   1    -92   77   225 | 0    -88 | 21   9    2.0   1.3M  8%   2.1 | 19   5.9k  785k  0%
0   1    -92   77   220 | 0    -88 | 21   9    2.0   1.3M  11%  2.1 | 19   1.2k  910k  0%
-----Signal-----|-----Neighbour-----|-----DL-----|-----UL-----
cc  pci  rsrp  pl   cfo | pci  rsrp | mcs  snr  iter  brate  bler  ta_us | mcs  buff  brate  bler
0   1    -92   77   225 | 0    -88 | 20   9    1.8   1.3M  7%   2.1 | 19   1.5k  840k  0%
0   1    -92   77   215 | 0    -88 | 20   9    1.8   1.3M  9%   2.1 | 19   4.4k  889k  0%
0   1    -92   77   219 | 0    -88 | 21   9    1.9   1.3M  9%   2.1 | 19   1.5k  917k  0%
0   1    -92   77   226 | 0    -88 | 20   9    1.9   1.3M  9%   2.1 | 19   1.2k  894k  0%
    
```




Развитие и увеличение сложности сценариев тестирования

- Сценарии когда handover не происходит :



Развитие и увеличение сложности сценариев тестирования

- Сценарии когда handover не происходит:
 - Недостаток ресурсов
 - Исчерпание лимита количества подключенных к базовой станции устройств
 - Недостаток радио ресурсов и другое
 - Несовпадение возможностей
 - Использование абонентом функций не поддерживаемых целевой сотой
 - Ограничения функциональности телефона
 - Влияние задержек, повреждения или потери пакетов



Развитие и увеличение сложности сценариев тестирования

- Сложные сценарии и развитие стандартов:



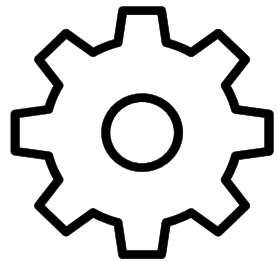
Развитие и увеличение сложности сценариев тестирования

- Сложные сценарии и развитие стандартов:
 - Одновременное наступление нескольких разных событий.
 - Экстренный вызов
 - Запрос переподключения
 - Изменение радиоусловий в процессе handover
 - Поддержка новых стандартов для существующей функциональности.
 - LTE to GSM
 - Carrier aggregation handover
 - Black list
 - Load balance handover

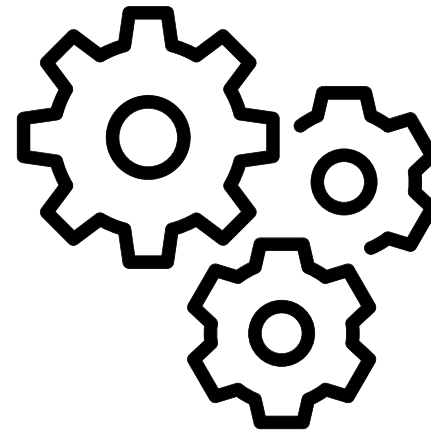


Развитие и увеличение сложности сценариев тестирования

- Поддержка стандартов разных поколений.
 - Совместимость с разными устройствами стандарта 4G.



3GPP v.10



3GPP v.17

Другие виды тестирования

- Нагрузочное тестирование
- Системное тестирование
 - Исследование взаимодействия с реальными пользовательскими устройствами (телефонами, модемами) и ядром сети в тестовых лабораториях.
- Полевое тестирование
 - Проведение испытаний с реальной антенной во внешней среде.





Вместо заключения. Разработка и тестирование продолжаются.

- Тестирование телеком оборудования – комплексная и интересная задача.
- Тестирование оборудования подходит инженерам с различной специализацией.
- Тестирование телеком оборудования перспективно, т.к. потребность в этом оборудовании и новых функциях будет только расти.

