



Дорога как лаборатория: полевое тестирование базовых станций на автомобиле

YADRO. Будущее в наших руках

Сергей Корнилов

Ведущий инженер по тестированию



- ▶ Образование: НГТУ им. Алексеева, «Радиотехника» (2006)
- ▶ Профессиональная деятельность:
 - В телекоме с 2005 года
 - Опыт оптимизации 2G/ 3G / 4G, 21 год
 - Работал у операторов Ростелеком, Мегафон, МТС и вендора Ericsson
 - Знаком с оборудованием NSN, Huawei, Ericsson и Yadro
 - Ведущий инженер по тестированию в команде исследований и поддержки эксплуатации Yadro

Цель и задачи встречи:



1. Узнать какие тесты можно провести только в полевом тестировании
2. Рассмотреть примеры дефектов, выявленных именно в полевом тестировании
3. Познакомится инструменты для сбора и анализа логов



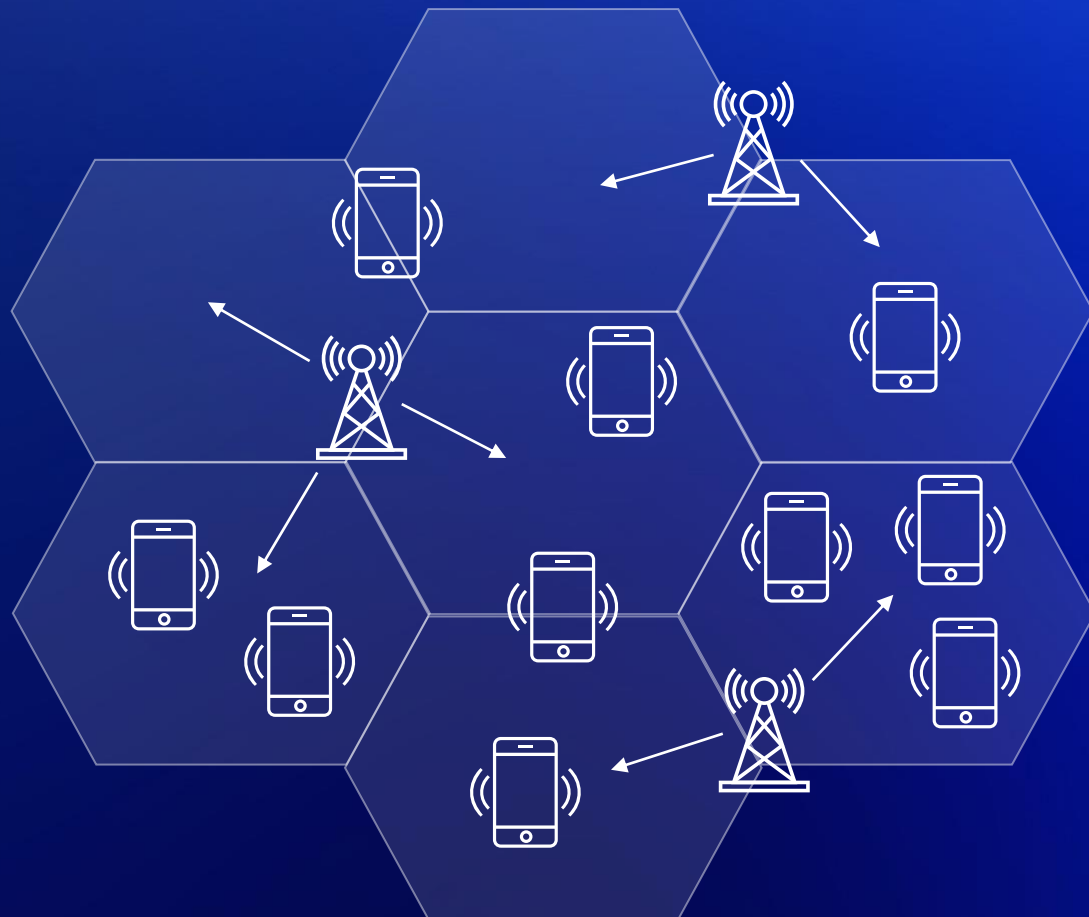
Составить представление о том, что такое полевое тестирование и почему без него полноценно не проверить базовую станцию

Содержание



1. Кто мы и где мы в пирамиде тестирования
2. Отличия полевого и лабораторного тестирования
3. Примеры дефектов и результаты их анализа
4. Процесс и инструменты полевого тестирования
5. Показатели качества связи
6. Что влияет на скорость и качество
7. Что влияет на результат

Почему связь – сотовая?

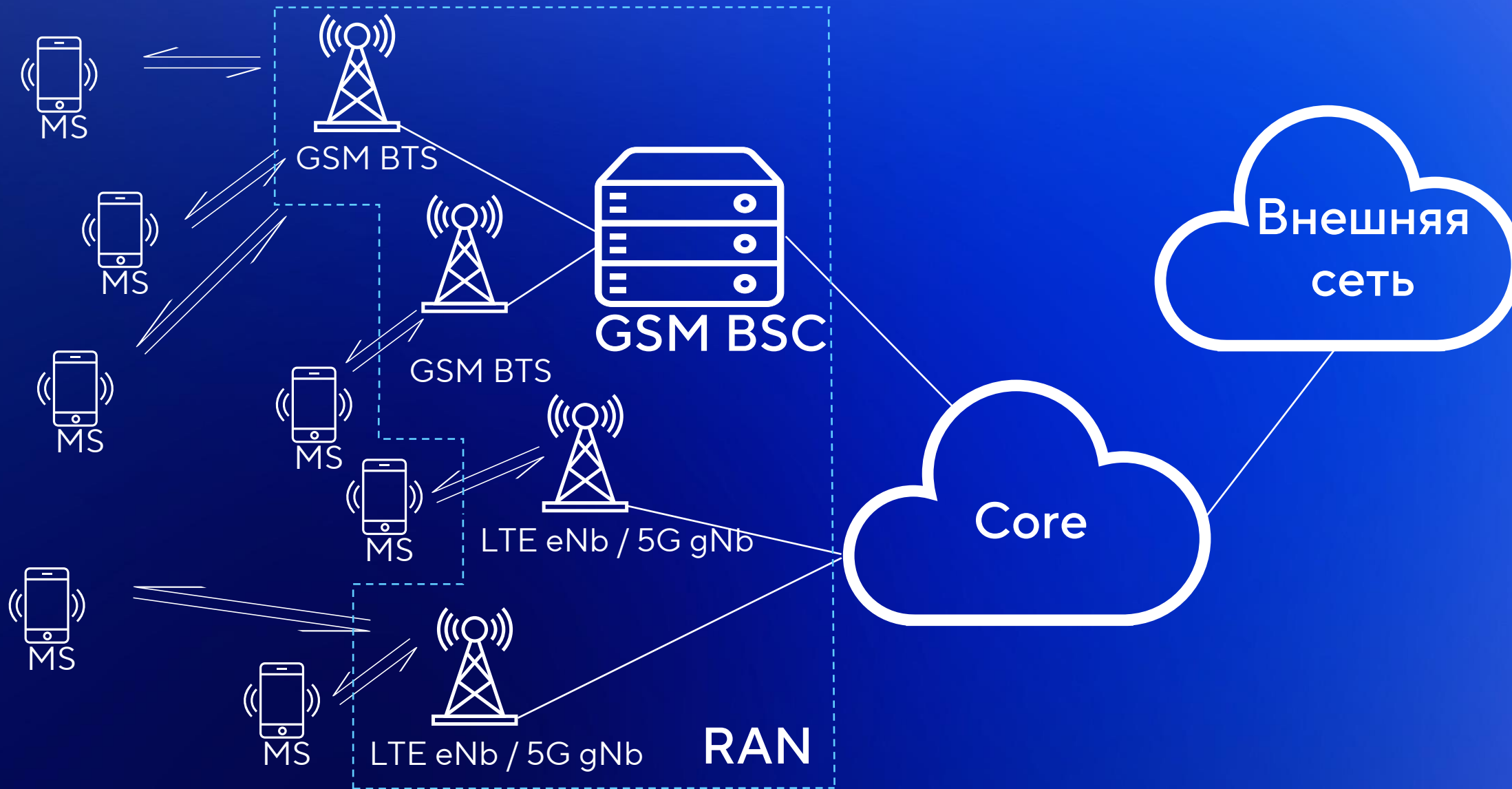


Сеть - зоны обслуживания отдельных секторов («сот»)

Сотовая = Мобильная сеть
Handover – передача абонента между сотами

Сектора работают на отдельных частотах в GSM
или разделяются по PCI/NCI в LTE/5G

Что мы тестируем



Кто мы и где мы в пирамиде тестирования



Содержание



1. Кто мы и где мы в пирамиде тестирования
2. Отличия полевого и лабораторного тестирования
3. Примеры дефектов и результаты их анализа
4. Процесс и инструменты полевого тестирования
5. Показатели качества связи
6. Что влияет на скорость и качество
7. Тестирование сложных систем

Сходства и отличия от лабораторного тестирования



Сходства

Тестирование функционала
имеющего радио специфику

Тесты с изменяющимися
радио условиями

Реальные
телефоны и базовые станции

Различия

Тестирование в движении

Тестирование в реальной среде
(внешний шум и рельеф)

Работа оборудования
в реальных
погодных условиях

Содержание



1. Кто мы и где мы в пирамиде тестирования
2. Отличия полевого и лабораторного тестирования
3. Примеры разбора логов и выявленные проблемы
4. Процесс и инструменты полевого тестирования
5. Показатели качества связи
6. Что влияет на скорость и качество
7. Что влияет на результат

Процедура Handover



Назначение

Обеспечение мобильности

Балансировка нагрузки

Минимизация влияния помех

На что влияет

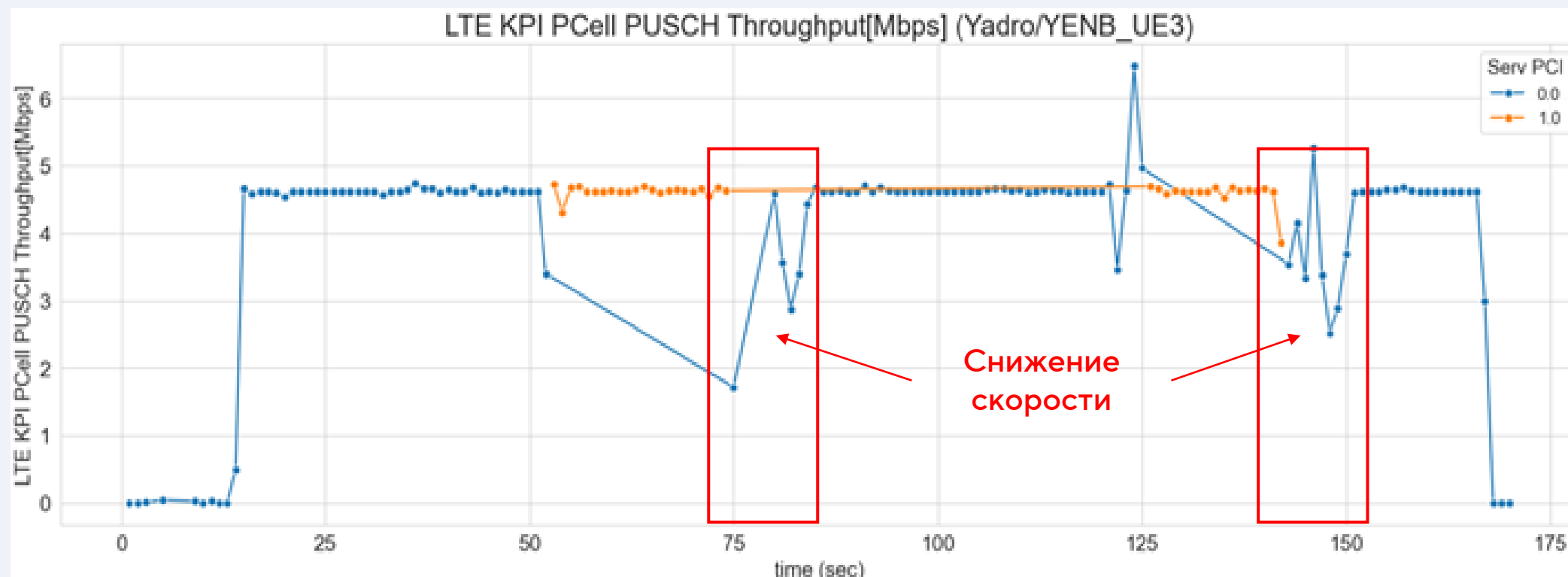
Снижает обрывы

Снижает время
прекращения передачи данных

Процедура Handover



Ожидание: Непрерывная передача данных

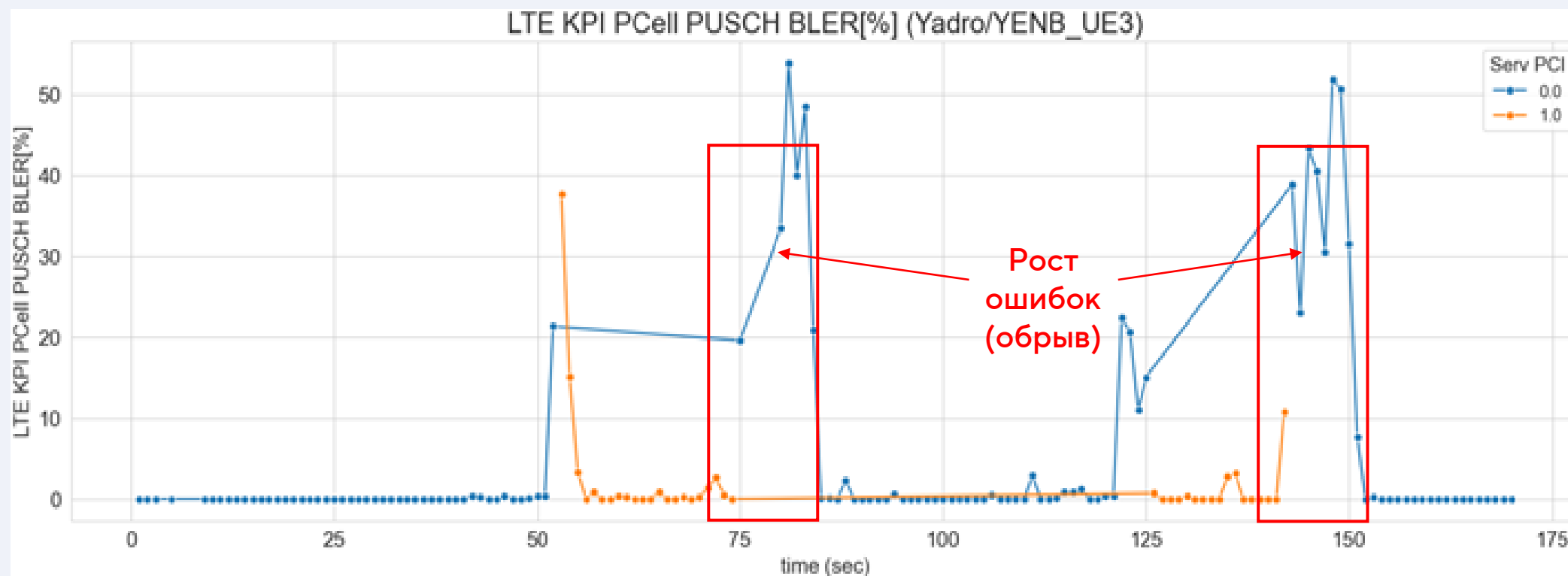


Процедура Handover

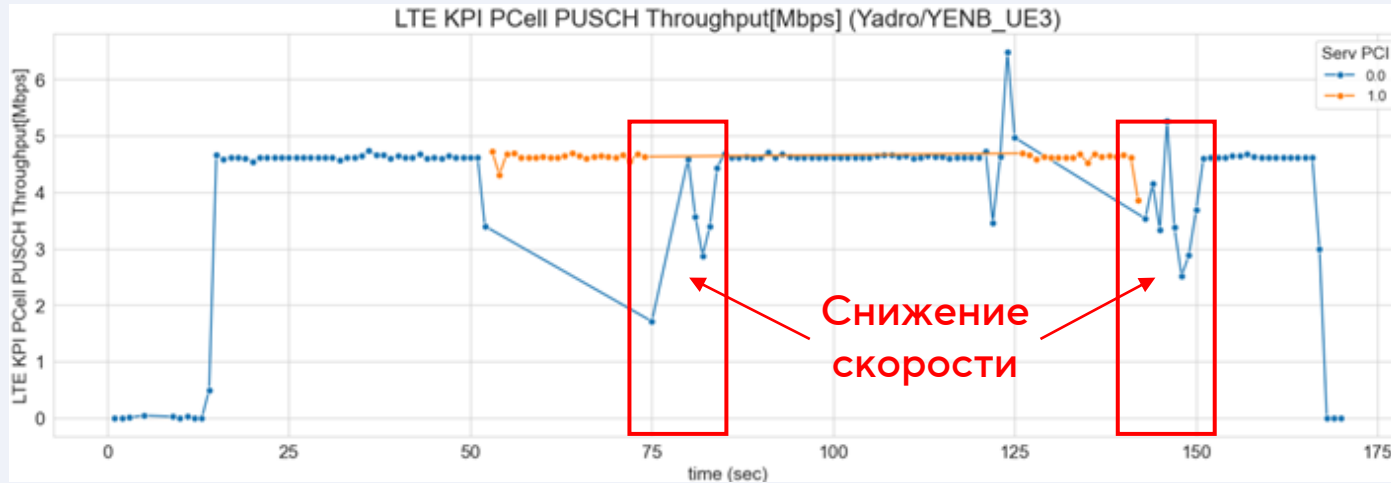


Ожидание:

Отсутствие ошибок и обрывов



Процедура Handover



После процедуры handover
было выявлено

- снижение скорости
- увеличение процента ошибок
- обрывы

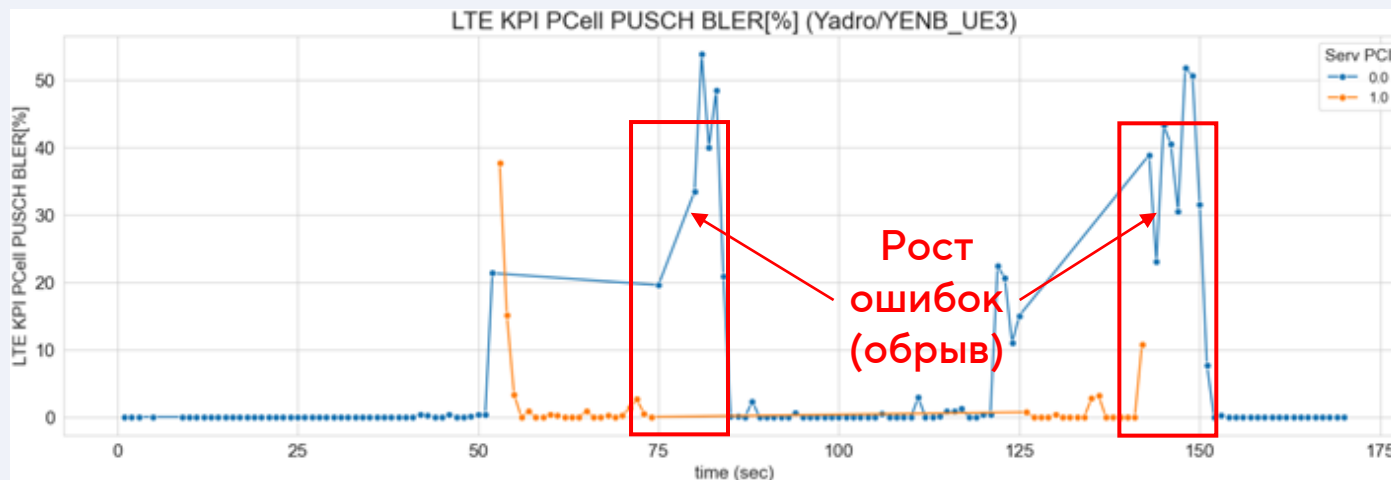


Анализ

- логов телефона
- логов eNB



Оптимизация работы
алгоритма Link Adaptation



Тесты в движении (эффект Доплера)



Изменение частоты волн
движущегося источника сигнала



Как влияет на связь

Частотное рассогласование



Нарушение ортогональности
поднесущих



Обрывы

Тесты в движении (эффект Доплера)



Изменение частоты волн
движущегося источника сигнала



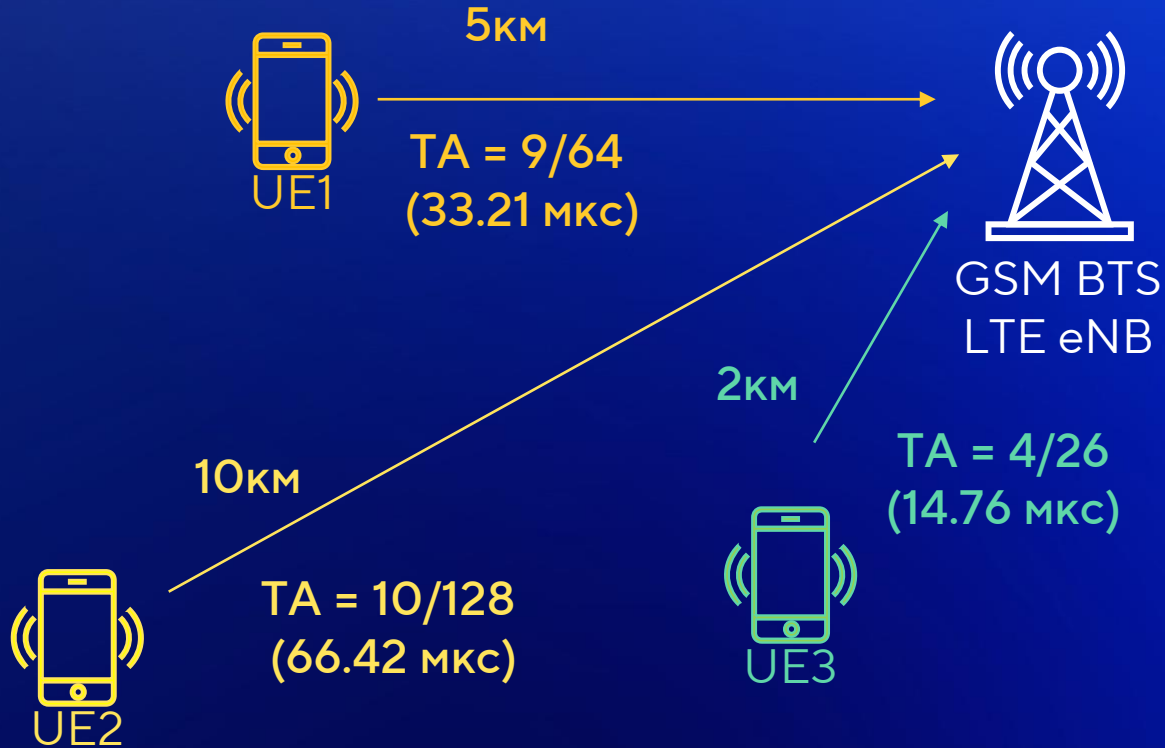
Как тестируем

Движение с разными
скоростями

Что ожидаем

Одинаковое качество связи
при любой скорости

Timing Advance



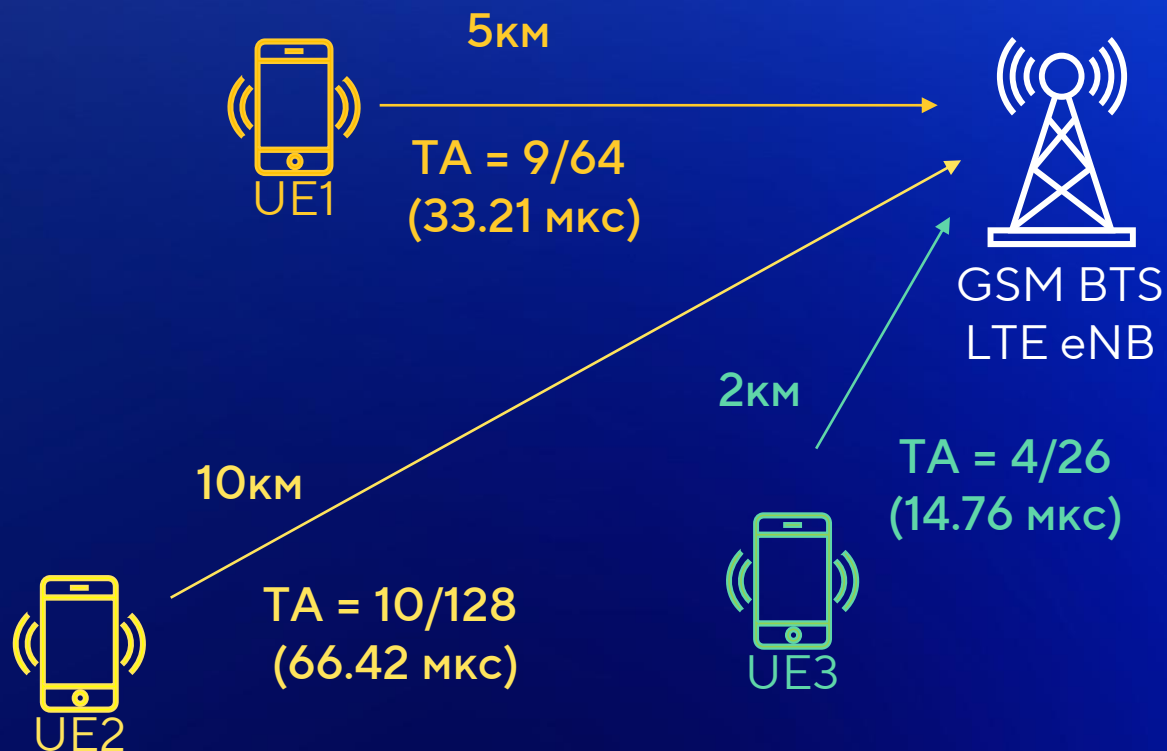
Timing Advance: GSM TA = 550м, LTE TA = 78м

Зачем нужен Timing Advance

Компенсация задержки
и
синхронный приход сигналов
от абонентов

Снижение помех и
улучшение качества

Timing Advance



Timing Advance: GSM TA = 550м, LTE TA = 78м

Как тестируем

С разным типом трафика

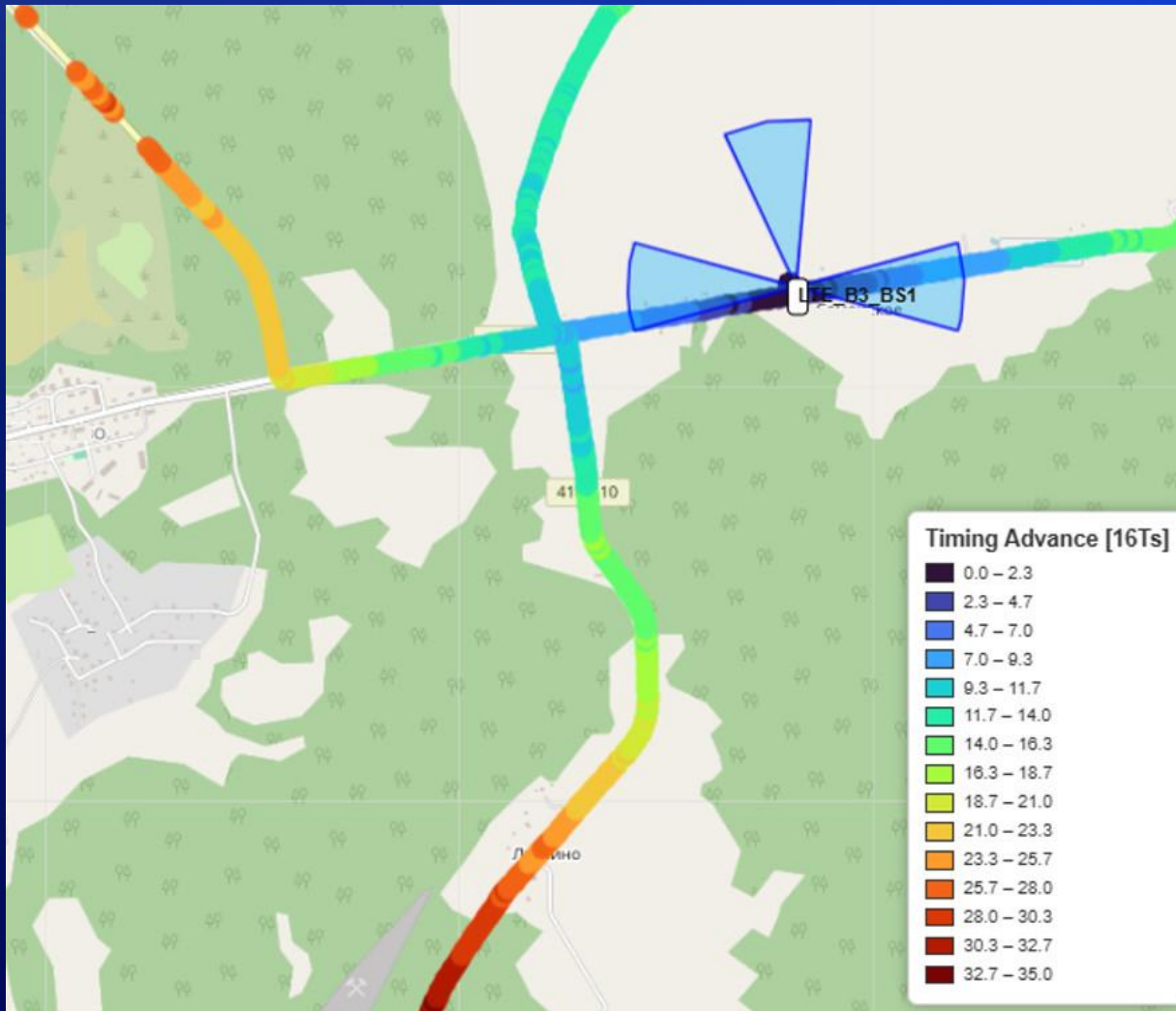
Стационарно

В движении
с разными скоростями

Важно

Терминалы находятся на
разном расстоянии до БС

Timing Advance



Как проверяем

Визуальный анализ наличия отклонений

Наглядная демонстрация работы функционала

Timing Advance



Как проверяем

Сравнение фактических значений с расчетными

Сравнение значений разных производителей

Процедура доступа в сеть



Реальный доступ

- UE отправляет preamble (Msg1)
- BTS корректно детектирует сигнал

Успешный доступ в сеть

Процедура доступа в сеть



Коллизии от других UE

- Несколько UE выбирают одну preamble
- Конфликт на этапе Msg3

Повторные попытки доступа в сеть

Процедура доступа в сеть



Внешний шум / GHOST

- Шум принимается за preamble
- Ложная детекция (GHOST RACH)

Повторные попытки доступа в сеть

Процедура доступа в сеть



$$\text{Random Access success rate} = \frac{C_{RaMsg4}}{C_{Ra}} * 100\% = \frac{\text{UE}}{\text{UE} + \text{UE} + \text{Внешний шум} + \text{UE}}$$

Реальный доступ

- UE отправляет preamble (Msg1)
- BTS корректно детектирует сигнал

Успешный доступ в сеть

Коллизии от других UE

- Несколько UE выбирают одну preamble
- Конфликт на этапе Msg3

Повторные попытки доступа в сеть

Внешний шум / GHOST

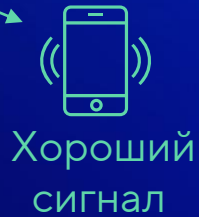
- Шум принимается за preamble
- Ложная детекция (GHOST RACH)

Повторные попытки доступа в сеть

Решения

- Правильное планирование
- Настройка отправки и детектирования preamble
- Фильтрация Ghost RACH на уровне BTS

Влияние рельефа и внешних помех на качество



- Идеальный вариант**
- Абонент рядом с БС
 - Нет влияния внешней помехи
- Высокие RxLev, RSRP, Rx Quality и SINR**
Хорошее качество и скорости

Влияние рельефа и внешних помех на качество



Зона плохого
приема



Зона плохого
приема

Влияние рельефа

- Холмы, горы, здания
- Многолучевое распространение

Снижение RxLev, RSRP

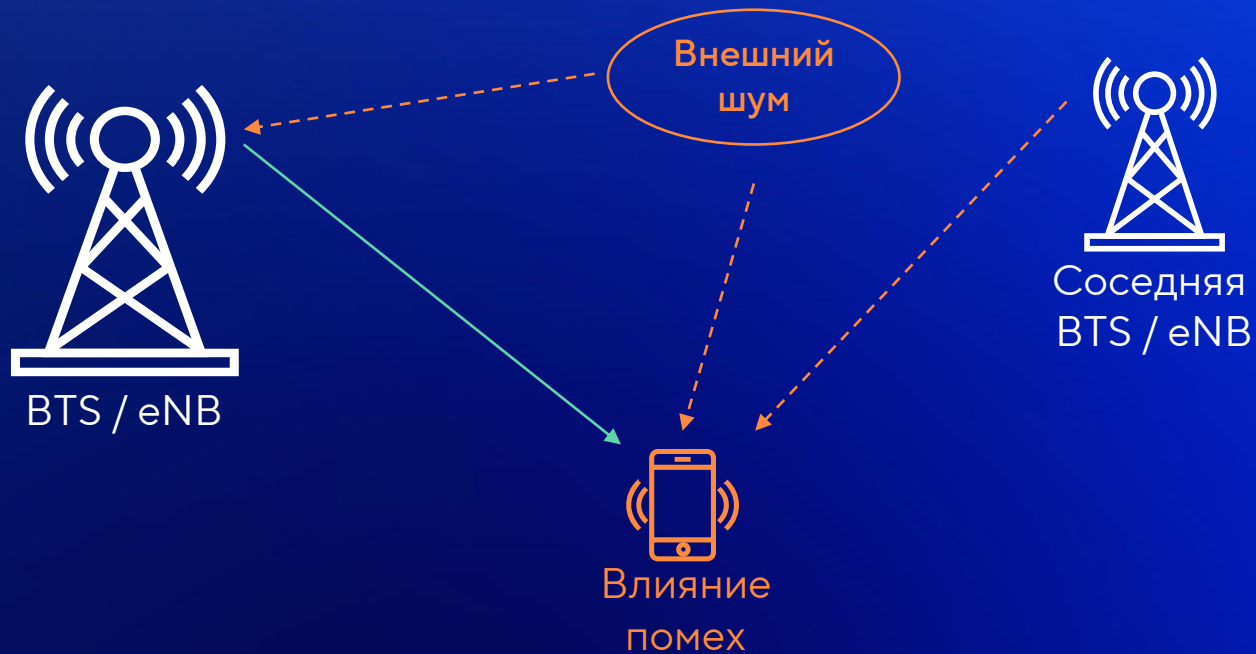
Снижение C/I, SINR, RxQual, RSRQ

Снижение скорости

Снижение качества голоса

Обрывы

Влияние рельефа и внешних помех на качество



Внешние помехи

- Интерференция от соседних БС
- Внешний шум

Снижение C/I, SINR, RxQual, RSRQ

Влияние рельефа и внешних помех на качество



Влияние рельефа

- Холмы, горы, здания
 - Многолучевое распространение
- Снижение RxLev, RSRP**
Снижение C/I, SINR, RxQual, RSRQ

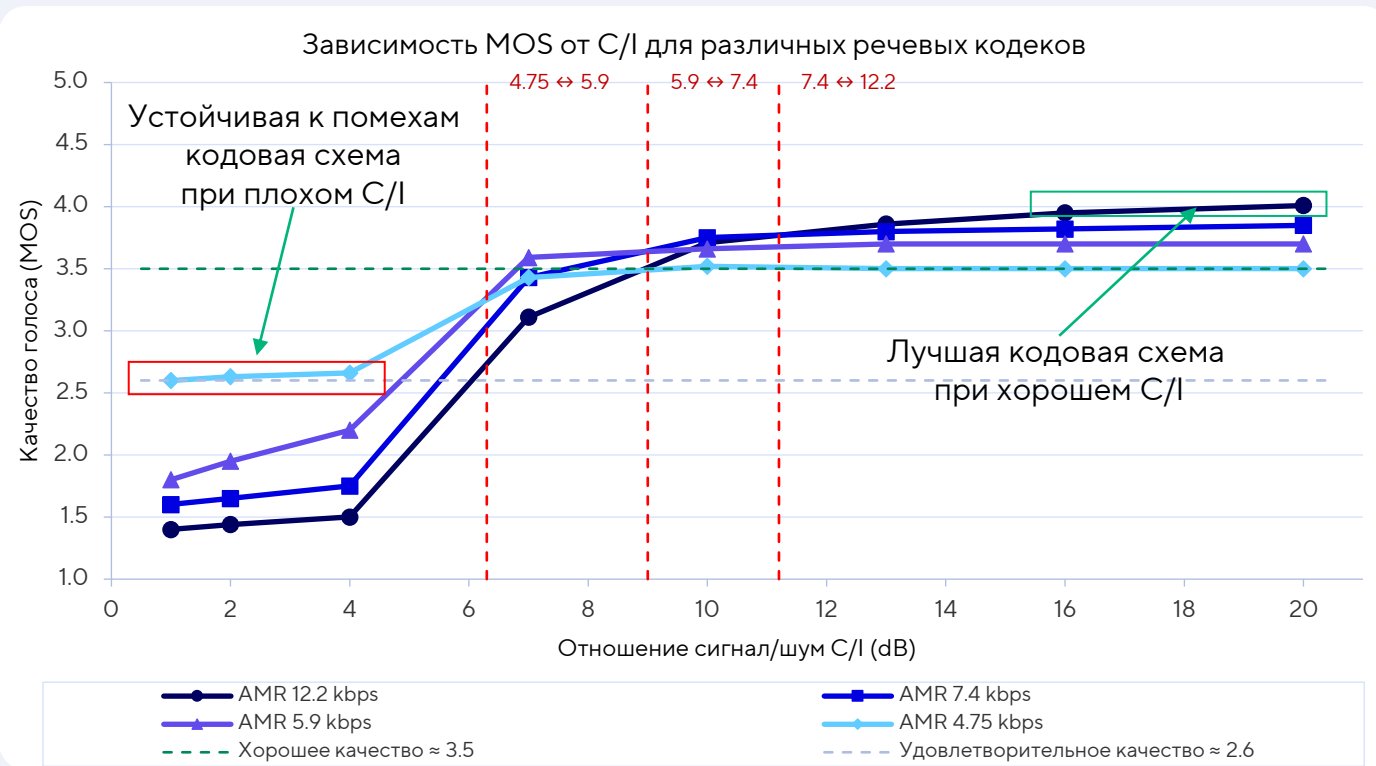
Внешние помехи

- Интерференция от соседних БС
 - Внешний шум
- Снижение C/I, SINR, RxQual, RSRQ**

Последствия

- Ухудшение покрытия
- Снижение скорости
- Ухудшение качества голоса
- Обрывы

Поддержание качества голоса (изменение кодека AMR)

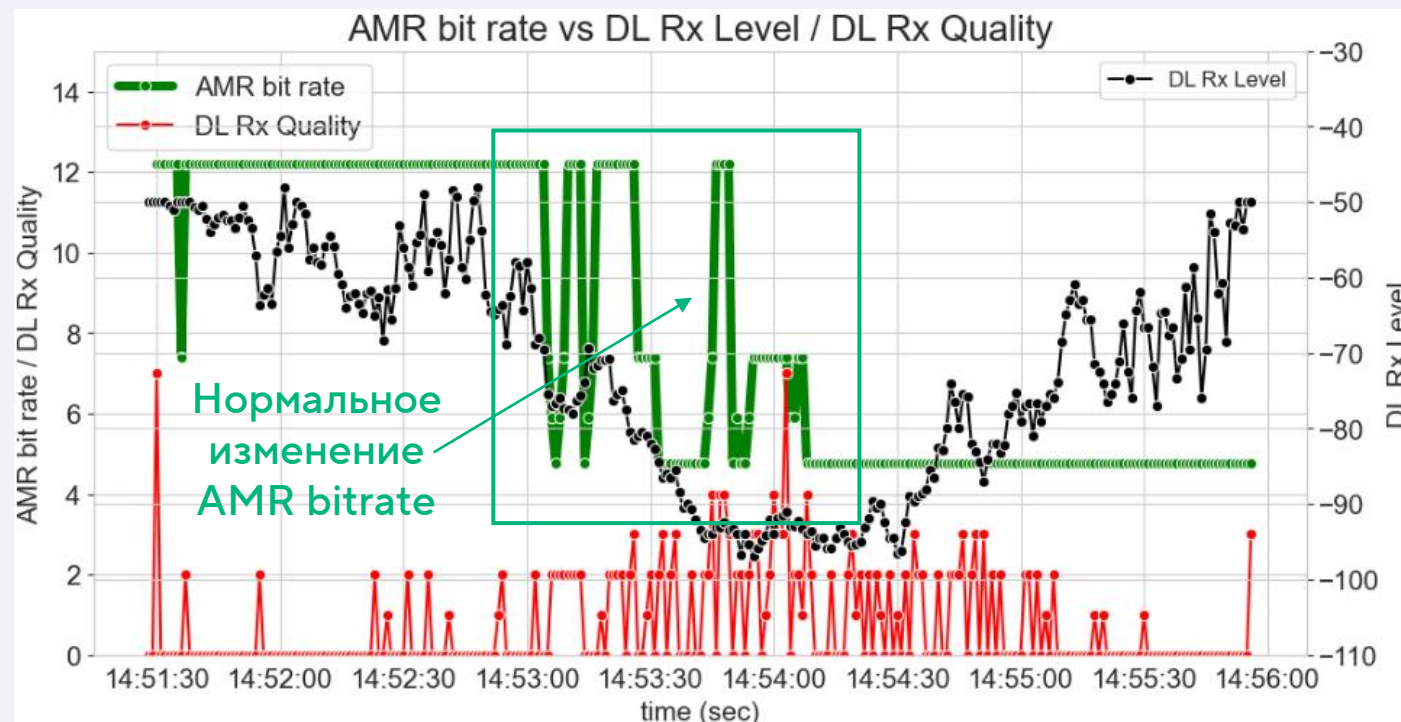


Цель

Поддержание качества голоса на приемлемом уровне

Минимизация обрывов

Поддержание качества голоса (изменение кодека AMR)



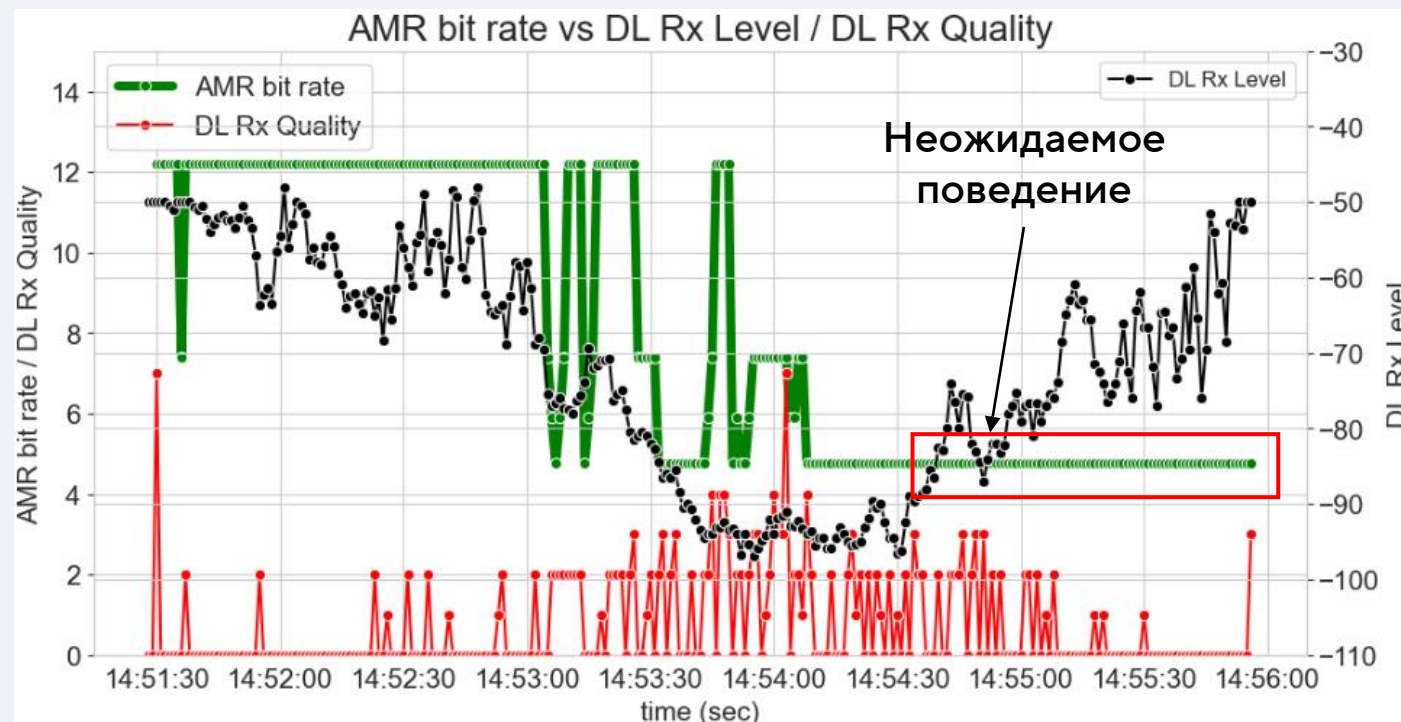
Ожидаемое поведение

Ухудшение отношения
сигнал / шум



Снижение AMR bitrate

Поддержание качества голоса (изменение кодека AMR)



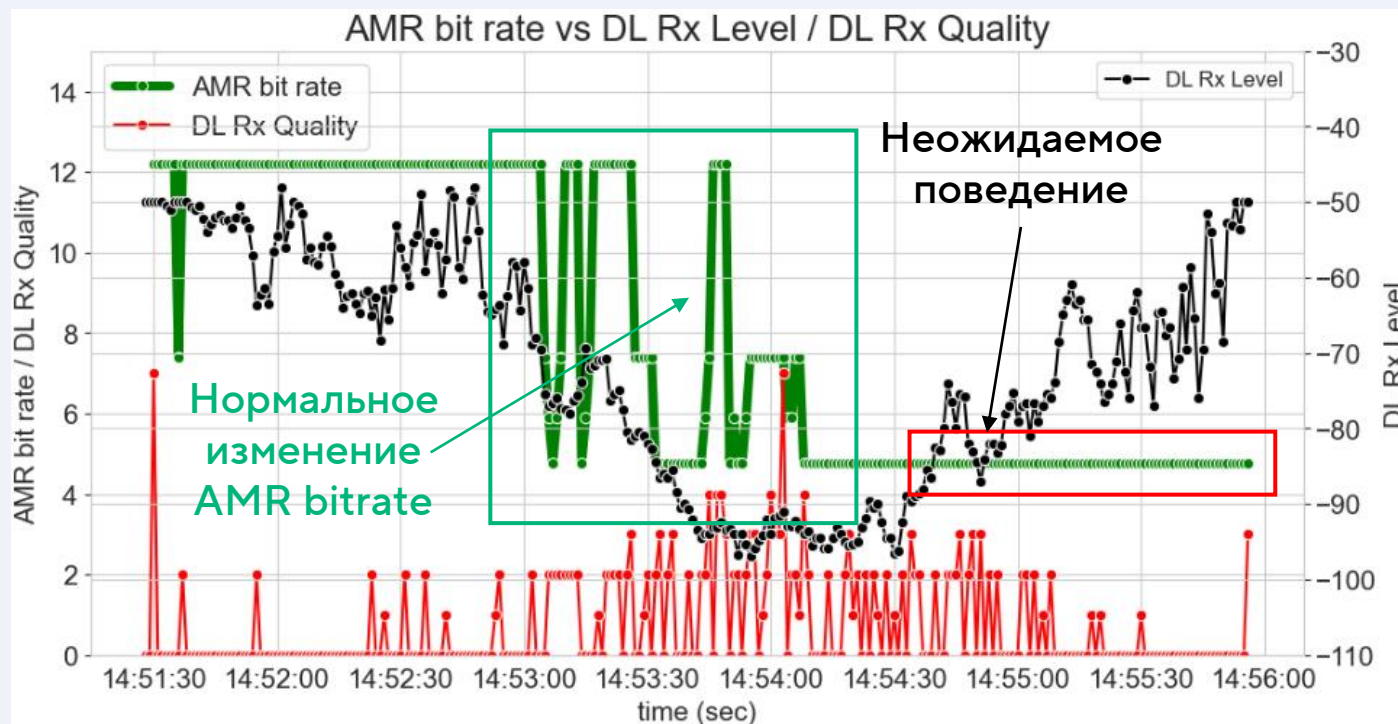
Ожидаемое поведение

Улучшение отношения
сигнал / шум



Повышение AMR bitrate

Поддержание качества голоса (изменение кодека AMR)



Как решали

При улучшении радио условий не было повышения AMR bitrate



Анализ логов
- телефона (DL/UL Rx Quality)
- BTS

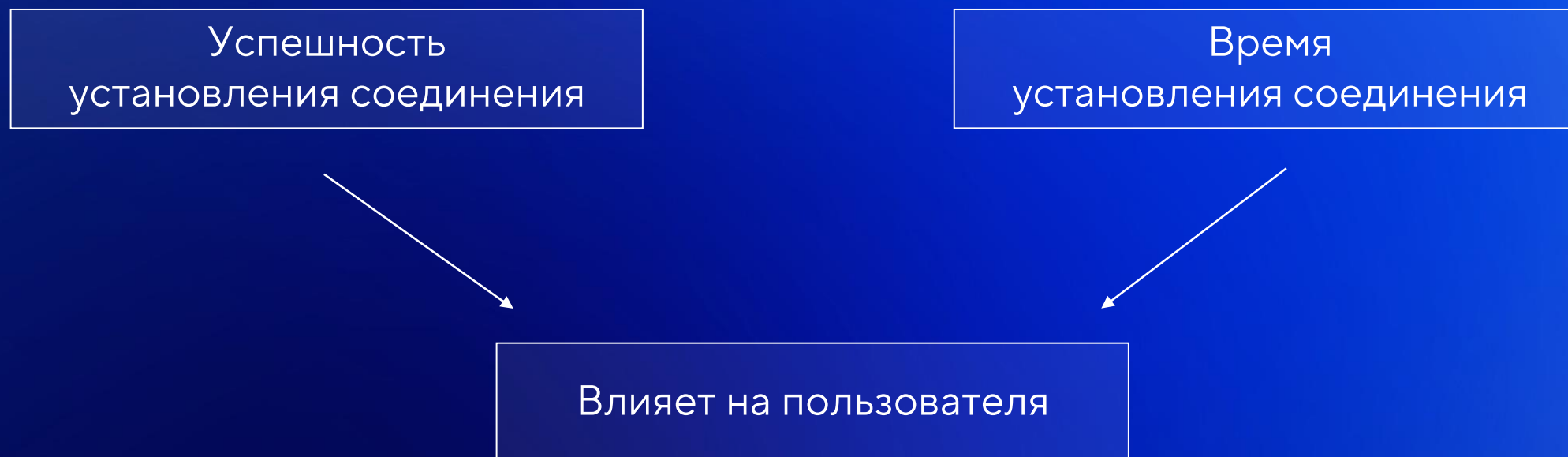


Оптимизация работы алгоритма
Adaptive Multi-Rate для
специфического сценария

Как проверить голосовой звонок



Что важно при тестировании голосовых звонков?



Как проверить голосовой звонок



Неуспешный звонок при процедуре CSFB

Time	UE-NET	Channel	ID	Message
11:35:14.957	<---	DL EPS MM	v950	Tracking area update accept
11:35:14.957	<---	DL DCCH	vG10	LTE securityModeCommand
11:35:14.957	--->	UL EPS MM	v950	Tracking area update complete
11:35:14.957	--->	UL EPS MM	v950	Security protected NAS message - Tracking area upd
11:35:14.957	--->	UL DCCH	vG10	LTE ullInformationTransfer - Security protected NAS m
11:35:14.957	--->	UL DCCH	vG10	LTE securityModeComplete
11:35:14.958	<---	DL DCCH	vG10	LTE rrcConnectionReconfiguration
11:35:14.958	--->	UL DCCH	vG10	LTE rrcConnectionReconfigurationComplete
11:35:48.694	<---	DL DCCH	vG10	LTE dllInformationTransfer - Security protected NAS message / CS Service notification
11:35:48.946	<---	DL EPS MM	v950	Security protected NAS message - CS Service notification
11:35:48.946	<---	DL EPS MM	v950	CS Service notification
11:35:48.947	--->	UL EPS MM	v950	Extended service request
11:35:48.947	--->	UL EPS MM	v950	Security protected NAS message - Extended service request
11:35:48.947	--->	UL DCCH	vG10	LTE ullInformationTransfer - Security protected NAS message / Extended service request
11:35:48.947	<---	DL DCCH	vG10	LTE rrcConnectionRelease
11:35:49.847	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 4
11:35:50.248	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 3
11:35:50.248	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 3
11:35:52.285	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 3
11:35:53.252	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 3
11:35:59.826	<---	BCCH:BCCH	4G	LTE MasterInformationBlock
11:35:59.826	<---	BCCH:DL SCH	vG10	LTE systemInformationBlockType1 - MCC : 250(Russian) / MNC : 95
11:35:59.827	<---	BCCH:DL SCH	vG10	LTE systemInformation - sib3
11:35:59.827	<---	BCCH:DL SCH	vG10	LTE systemInformation - sib7
11:35:59.827	<---	BCCH:DL SCH	vG10	LTE systemInformation - sib2

Определяем этап, на котором возникает проблема

0.001 сек

10сек

Как проверить голосовой звонок



Неуспешный звонок при процедуре CSFB

Time	UE-NET	Channel	ID	Message
11:35:14.957	<---	DL EPS MM	v950	Tracking area update accept
11:35:14.957	<---	DL DCCH	vG10	LTE securityModeCommand
11:35:14.957	--->	UL EPS MM	v950	Tracking area update complete
11:35:14.957	--->	UL EPS MM	v950	Security protected NAS message - Tracking area update complete
11:35:14.957	--->	UL DCCH	vG10	LTE ulInformationTransfer - Security protected NAS message
11:35:14.957	--->	UL DCCH	vG10	LTE securityModeComplete
11:35:14.958	<---	DL DCCH	vG10	LTE rrcConnectionReconfiguration
11:35:14.958	--->	UL DCCH	vG10	LTE rrcConnectionReconfigurationComplete
11:35:48.694	<---	DL DCCH	vG10	LTE dlInformationTransfer - Security protected NAS message / CS Service notification
11:35:48.946	<---	DL EPS MM	v950	Security protected NAS message - CS Service notification
11:35:48.946	<---	DL EPS MM	v950	CS Service notification
11:35:48.947	--->	UL EPS MM	v950	Extended service request
11:35:48.947	--->	UL EPS MM	v950	Security protected NAS message - Extended service request
11:35:48.947	--->	UL DCCH	vG10	LTE ulInformationTransfer - Security protected NAS message / Extended service request
11:35:48.947	<---	DL DCCH	vG10	LTE rrcConnectionRelease
11:35:49.847	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 4
11:35:50.248	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 3
11:35:50.248	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 3
11:35:52.285	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 3
11:35:53.252	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 3
11:35:59.826	<---	BCCH: BCH	4G	LTE MasterInformationBlock
11:35:59.826	<---	BCCH: DL SCH	vG10	LTE systemInformationBlockType1 - MCC : 250(Russian) / MNC : 95
11:35:59.827	<---	BCCH: DL SCH	vG10	LTE systemInformation - sib3
11:35:59.827	<---	BCCH: DL SCH	vG10	LTE systemInformation - sib7
11:35:59.827	<---	BCCH: DL SCH	vG10	LTE systemInformation - sib2

Анализируем
корректность перехода в GSM

```
PC Timestamp: [ 11:35:48.947 ]

Version_number : 27
RRC_VER_Major : 16
RRC_VER_Minor : 1.0
NR_RRC_VER_Major : 16
NR_RRC_VER_Minor : 9.0
RB_ID : 1
PHYSICAL_CELL_ID : 2
FREQ : 1414
Subframe_number : 5
System_frame_number : N/A
PDU_NUM : DL_DCCH Message
SIB_Mask_in_ST : 0x00000000
ENCODED_MSG_LEN : 5

DL_DCCH_Message
message
c1
  rrcConnectionRelease
  rrc_TransactionIdentifier = 0
  criticalExtensions
  c1
    rrcConnectionRelease-r8
    releaseCause = other
    redirectedCarrierInfo
    geran
      startingARFCN = 848
      bandIndicator = dcs1800
      followingARFCNs
```

Как проверить голосовой звонок



Неуспешный звонок при процедуре CSFB

Разбираем причину
неуспешной регистрации

Time	UE-NET	Channel	ID	Message
11:35:14.957	<---	DL EPS MM	v950	Tracking area update accept
11:35:14.957	<---	DL DCCH	vG10	LTE securityModeCommand
11:35:14.957	--->	UL EPS MM	v950	Tracking area update complete
11:35:14.957	--->	UL EPS MM	v950	Security protected NAS message - Tracking area update com
11:35:14.957	--->	UL DCCH	vG10	LTE ullInformationTransfer - Security protected NAS message
11:35:14.957	--->	UL DCCH	vG10	LTE securityModeComplete
11:35:14.958	<---	DL DCCH	vG10	LTE rrcConnectionReconfiguration
11:35:14.958	--->	UL DCCH	vG10	LTE rrcConnectionReconfigurationComplete
11:35:48.694	<---	DL DCCH	vG10	LTE dllInformationTransfer - Security protected NAS message / CS Service notification
11:35:48.946	<---	DL EPS MM	v950	Security protected NAS message - CS Service notification
11:35:48.946	<---	DL EPS MM	v950	CS Service notification
11:35:48.947	--->	UL EPS MM	v950	Extended service re
11:35:48.947	--->	UL EPS MM	v950	Security protected
11:35:48.947	--->	UL DCCH	vG10	LTE ullInformationT
11:35:48.947	<---	DL DCCH	vG10	LTE rrcConnection
11:35:49.847	<---	DL BCCH	-	System information
11:35:50.248	<---	DL BCCH	-	System information
11:35:50.248	<---	DL BCCH	-	System information

Time	Log Code	Log Name
11:35:48.948	0x8083	LTE RLC DL AM Control PDU
11:35:48.948	0x8097	LTE RLC UL Statistics
11:35:48.948	0x8084	LTE PDCP UL Statistics
11:35:48.948	0x8091	LTE RLC UL Config Log packet
11:35:49.145	0x81FF	LTE ML1 RFMGR MCPM SDR INFO
11:35:49.145	0x5B2C	Reserved
11:35:49.145	0x5A64	Reserved
11:35:49.145	0x5A75	Reserved
11:35:49.345	0x5A75	Reserved

PC Timestamp:
Chipset timestamp:
Sub_ID : 1
mode : (0) START
rank : 0
arfcn : 848
band : DCS
rx_pwr : -56.50 dBm

Телефон видит нужную
частоту

11:35:52.285	<---	DL BCCH	-	System information
11:35:53.252	<---	DL BCCH	-	System information
11:35:59.826	<---	BCCH:BCCH	4G	LTE MasterInforma
11:35:59.826	<---	BCCH:DL SCH	vG10	LTE systemInforma
11:35:59.827	<---	BCCH:DL SCH	vG10	LTE systemInforma
11:35:59.827	<---	BCCH:DL SCH	vG10	LTE systemInforma
11:35:59.827	<---	BCCH:DL SCH	vG10	LTE systemInforma

Time	Log Code	Log Name
11:35:48.948	0x8083	LTE RLC DL AM Control PDU
11:35:48.948	0x8097	LTE RLC UL Statistics
11:35:48.948	0x8084	LTE PDCP UL Statistics
11:35:48.948	0x8091	LTE RLC UL Config Log packet
11:35:49.145	0x81FF	LTE ML1 RFMGR MCPM SDR INFO
11:35:49.145	0x5B2C	Reserved
11:35:49.145	0x5A64	Reserved
11:35:49.145	0x5A75	Reserved
11:35:49.345	0x5A75	Reserved
11:35:49.345	0x5A75	Reserved

PC Timestamp:
Chipset timestamp:
Sub_ID : 1
mode : (3) FAIL_SCH
rank : 0
arfcn : 848
band : DCS
rx_pwr : -57.31 dBm

Телефон не может
синхронизироваться

Как проверить голосовой звонок



Неуспешный звонок при процедуре CSFB

Time	UE-NET	Channel	ID	Message	PC Timestamp: [:48.947]
11:35:14.957	<---	DL EPS MM	v950	Tracking area update accept	
11:35:14.957	<---	DL DCCH	vG10	LTE securityModeCommand	Version_number: 27 RRC_VER_Major: 16 RRC_VER_Minor: 1.0 NR_RRC_VER_Major: 16 NR_RRC_VER_Minor: 3.0 RB_ID: 1 PHYSICAL_CELL_ID: 2 FREQ: 1414
11:35:14.957	--->	UL EPS MM	v950	Tracking area update complete	
11:35:14.957	--->	UL DCCH	vG10	Security protected NAS message - Tracking area update complete	
11:35:14.957	--->	UL DCCH	vG10	LTE ulInformationTransfer - Security protected NAS message / Tracking	Subframe_number: 5 System_frame_number: N/A PDU_NUM: DL DCCH Message SIB_Mask_in_SI: 0x00000000 ENCODED_MSG_LEN: 5
11:35:14.958	<---	DL DCCH	vG10	LTE securityModeComplete	
11:35:14.958	--->	UL DCCH	vG10	LTE rrcConnectionReconfiguration	DL DCCH Message message c1 rrcConnectionRelease rrc_TransactionIdentifier = 0 criticalExtensions c1 rrcConnectionRelease8 releaseCause = other redirectedCarrierInfo geran startingARFCN = 848 bandIndicator = dcs1800 followingARFCNs
11:35:48.694	<---	DL DCCH	vG10	LTE dlInformationTransfer - Security protected NAS message / CS Serv	
11:35:48.946	<---	DL EPS MM	v950	Security protected NAS message - CS Service notification	
11:35:48.946	<---	DL EPS MM	v950	CS Service notification	
11:35:48.947	--->	UL EPS MM	v950	Extended service request	
11:35:48.947	--->	UL EPS MM	v950	Security protected NAS message - Extended service request	
11:35:48.947	--->	UL DCCH	vG10	LTE ulInformationTransfer - Security protected NAS message / Extended	
11:35:48.947	<---	DL DCCH	vG10	LTE rrcConnectionRelease	
11:35:49.847	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 4	
11:35:50.248	<---	DL BCCH	-	System information message TYPE 3	

Time	Log Code	Log Name	PC Timestamp:
11:35:48.948	0x8083	LTE RLC DL AM Control PDU	Chipset timestamp:
11:35:48.948	0x8097	LTE RLC UL Statistics	Sub_ID: 1
11:35:48.948	0x8084	LTE PDCP UL Statistics	mode: (0) START
11:35:48.948	0x8091	LTE RLC UL Config Log packet	rank: 0
11:35:49.145	0x81FF	LTE ML1 RFMGR MCPM SDR INFO	arfcn: 848
11:35:49.145	0x582C	Reserved	band: DCS
11:35:49.145	0x5A64	Reserved	rx_pwr: -56.50 dBm
11:35:49.145	0x5A75	Reserved	
11:35:49.345	0x5A75	Reserved	

Телефон видит нужную частоту

Time	Log Code	Log Name	PC Timestamp:
11:35:48.948	0x8083	LTE RLC DL AM Control PDU	Chipset timestamp:
11:35:48.948	0x8097	LTE RLC UL Statistics	Sub_ID: 1
11:35:48.948	0x8084	LTE PDCP UL Statistics	mode: (3) FAIL_SCH
11:35:48.948	0x8091	LTE RLC UL Config Log packet	rank: 0
11:35:49.145	0x81FF	LTE ML1 RFMGR MCPM SDR INFO	arfcn: 848
11:35:49.145	0x582C	Reserved	band: DCS
11:35:49.145	0x5A64	Reserved	rx_pwr: -57.31 dBm
11:35:49.145	0x5A75	Reserved	
11:35:49.345	0x5A75	Reserved	

Телефон не может синхронизироваться

Не устанавливается голосовой звонок по процедуре CSFB

Анализ внутренних логов телефона
Сбор дополнительных логов БС

Оптимизация алгоритма работы при процедуре CSFB

Неожидаемый результат – не всегда дефект



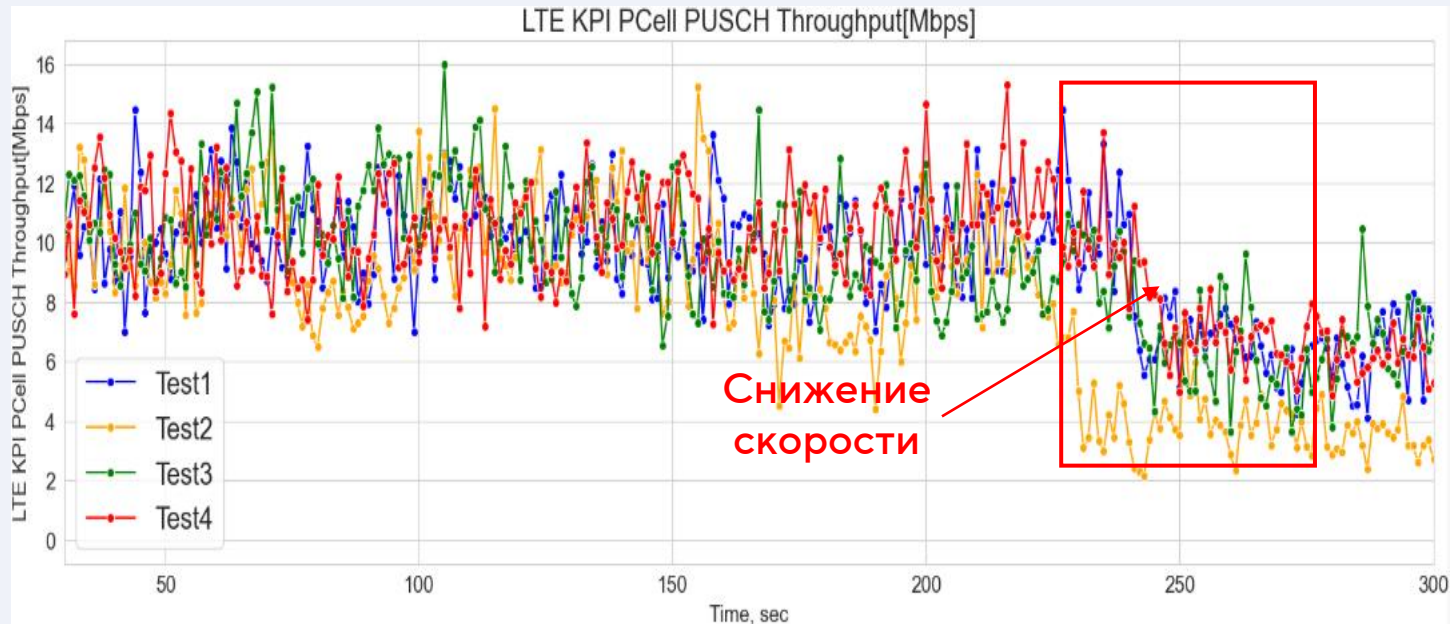
Что влияет на
результаты теста?

Ошибки в алгоритмах БС

Внешние факторы
(интерференция)

Алгоритмы телефонов

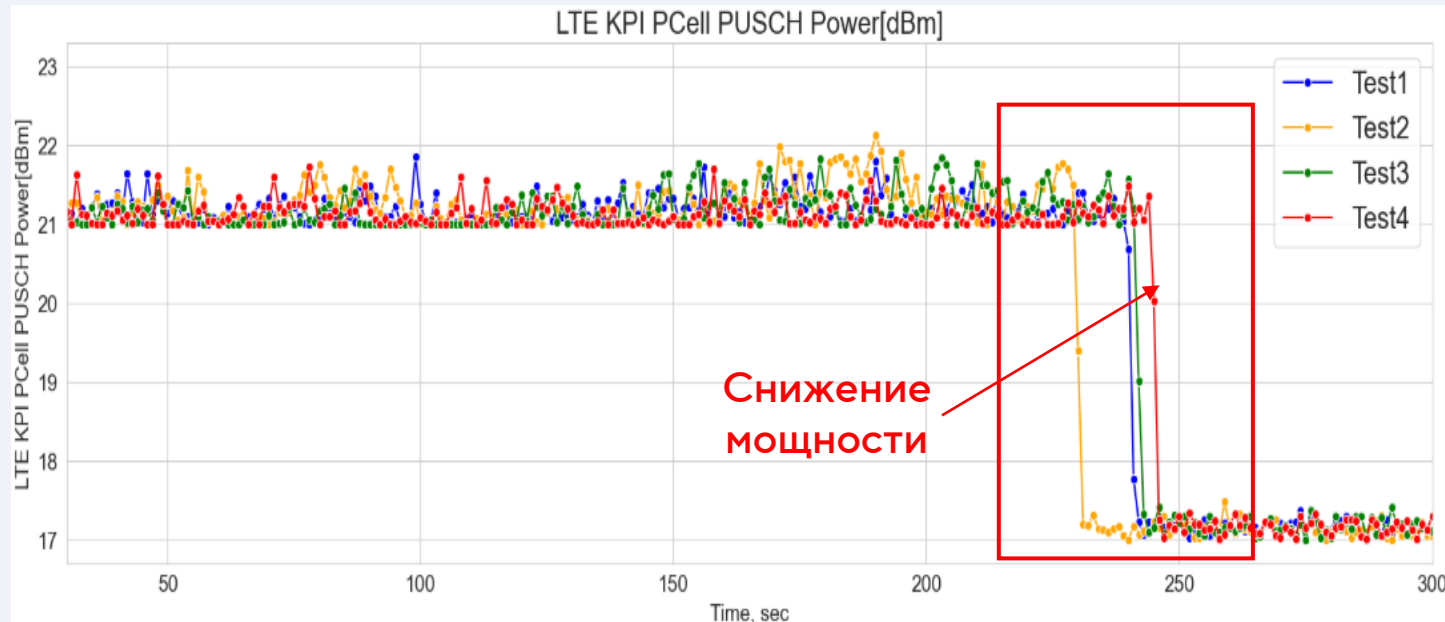
Влияние телефонов на результаты теста



Ожидаемое поведение

Скорость стабильна
в течении всего теста

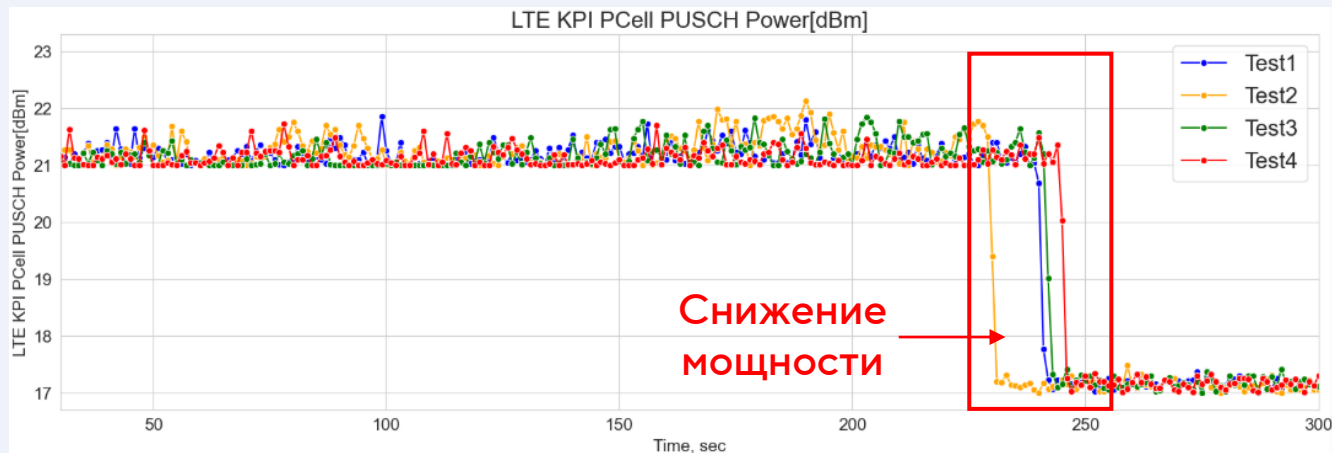
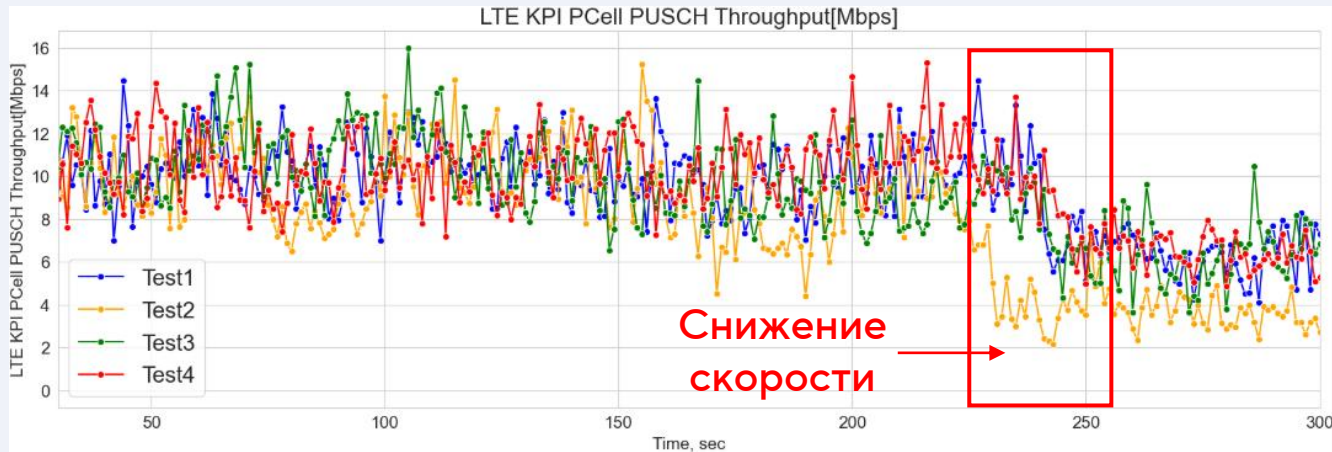
Влияние телефонов на результаты теста



Ожидаемое поведение

Мощность телефона
стабильна
при нахождении
в одних условиях

Влияние телефонов на результаты теста



Изменения KPI

- скорость
- мощность телефона



Сравнение поведения разных телефонов и разных БС



Оптимизация работы алгоритма под разные модели телефонов

Всегда ли проблема это дефект



Что влияет на
результаты теста?

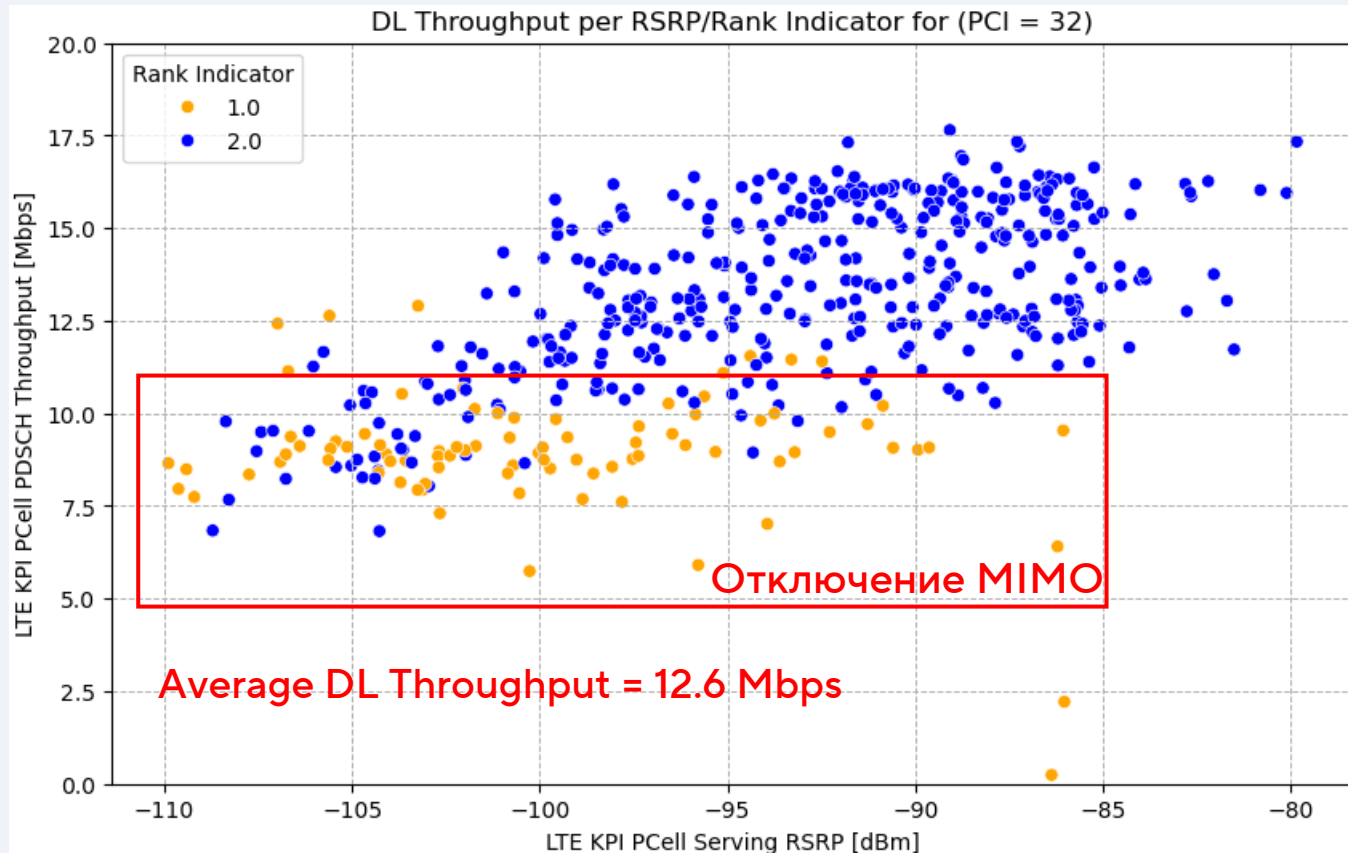
Ошибки в алгоритмах БС

Внешние факторы
(интерференция)

Алгоритмы телефонов

Некорректный монтаж

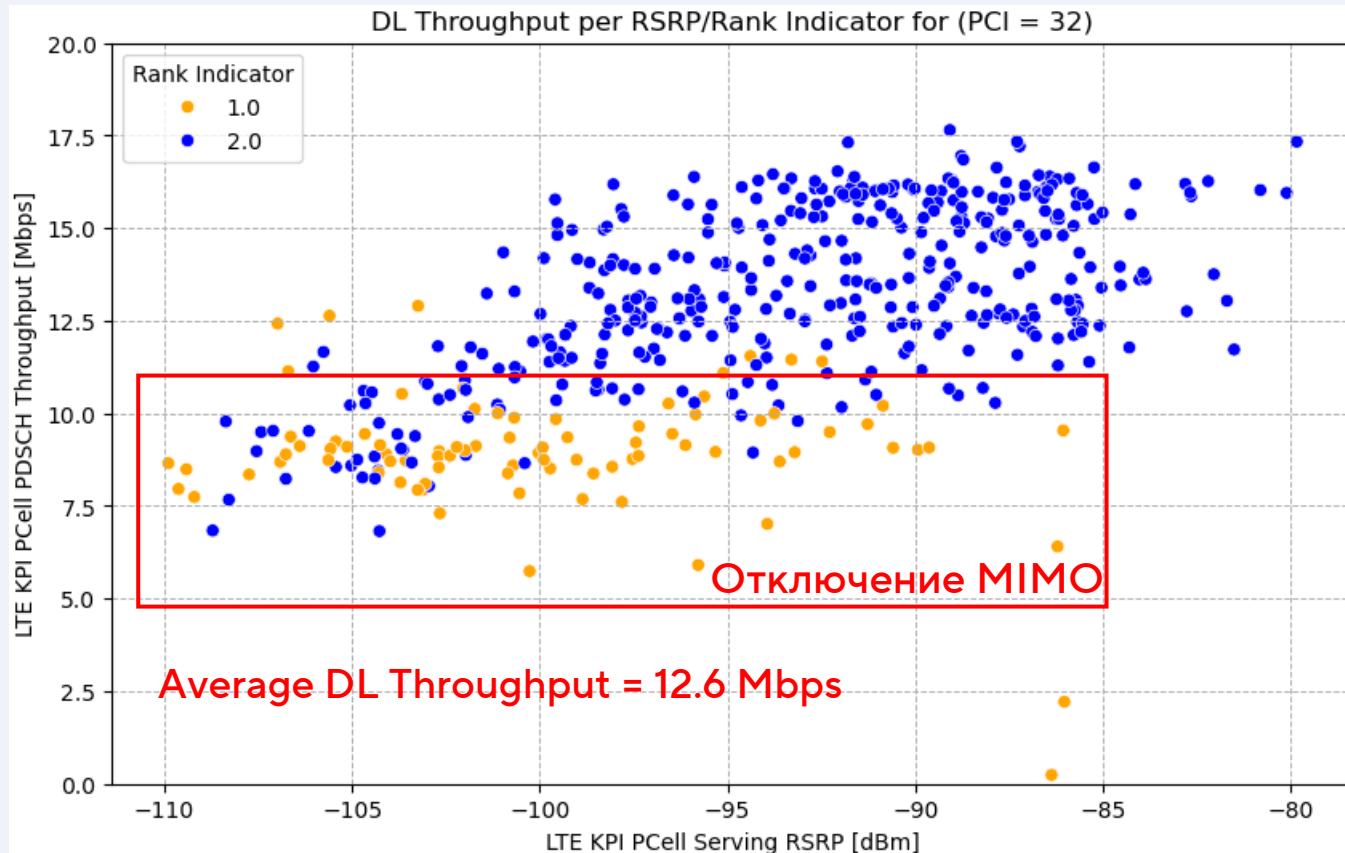
Как небольшая ошибка подключения антенны влияет на скорость передачи у абонентов



Ожидаемое поведение

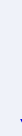
Телефон будет работать
в режиме MIMO
в течении всего теста

Как небольшая ошибка подключения антенны влияет на скорость передачи у абонентов



Что нашли

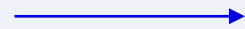
Порты RU подключены к портам антенны с одной поляризацией



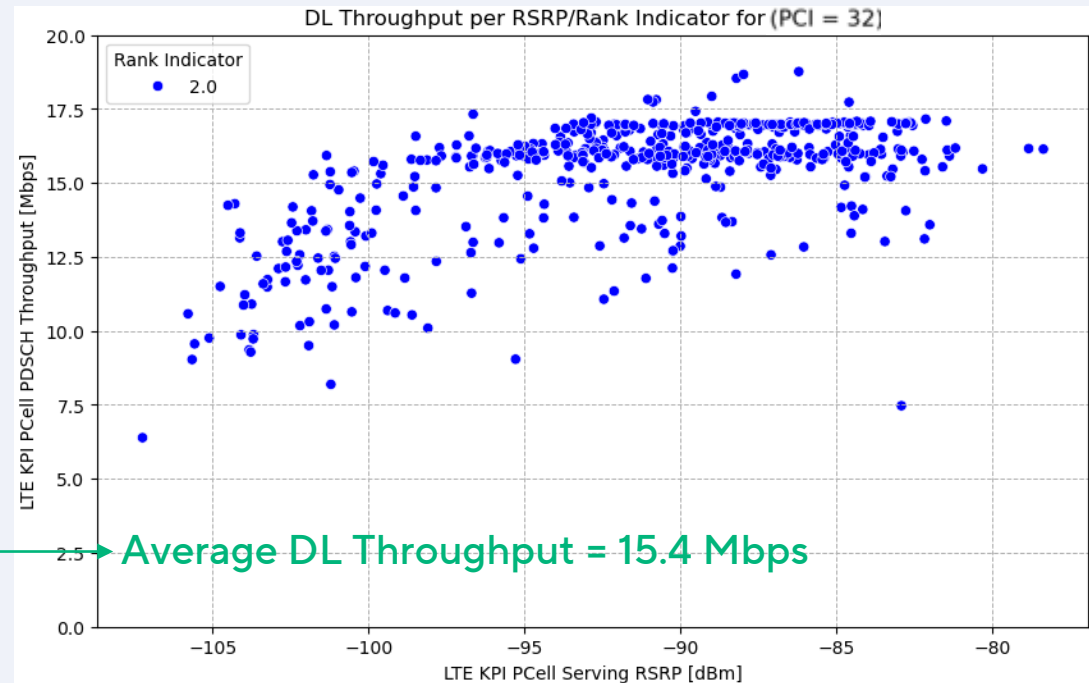
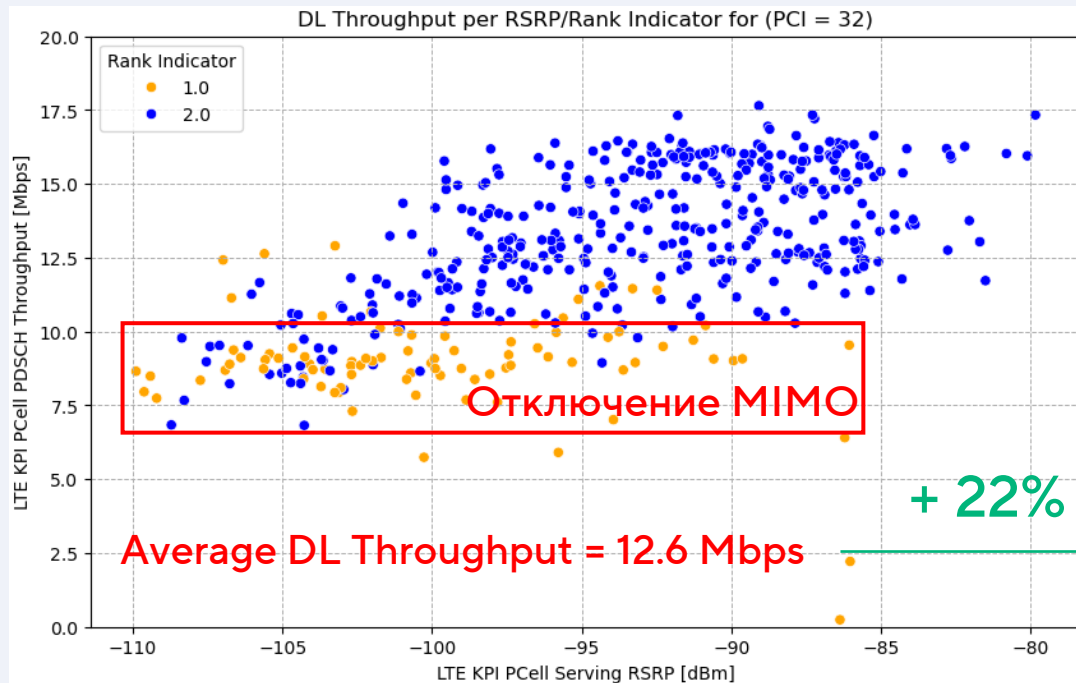
Снижение пропускной способности

Как небольшая ошибка подключения антенны влияет на скорость передачи у абонентов

Некорректный монтаж



Снижение пропускной способности



Содержание



1. Кто мы и где мы в пирамиде тестирования
2. Отличия полевого и лабораторного тестирования
3. Примеры дефектов и результаты их анализа
4. Процесс и инструменты полевого тестирования
5. Показатели качества связи
6. Что влияет на скорость и качество
7. Что влияет на результат

Виды полевого тестирования



Внутреннее функциональное
тестирование

Проверка работы
функционала

Проверка работы
оборудования

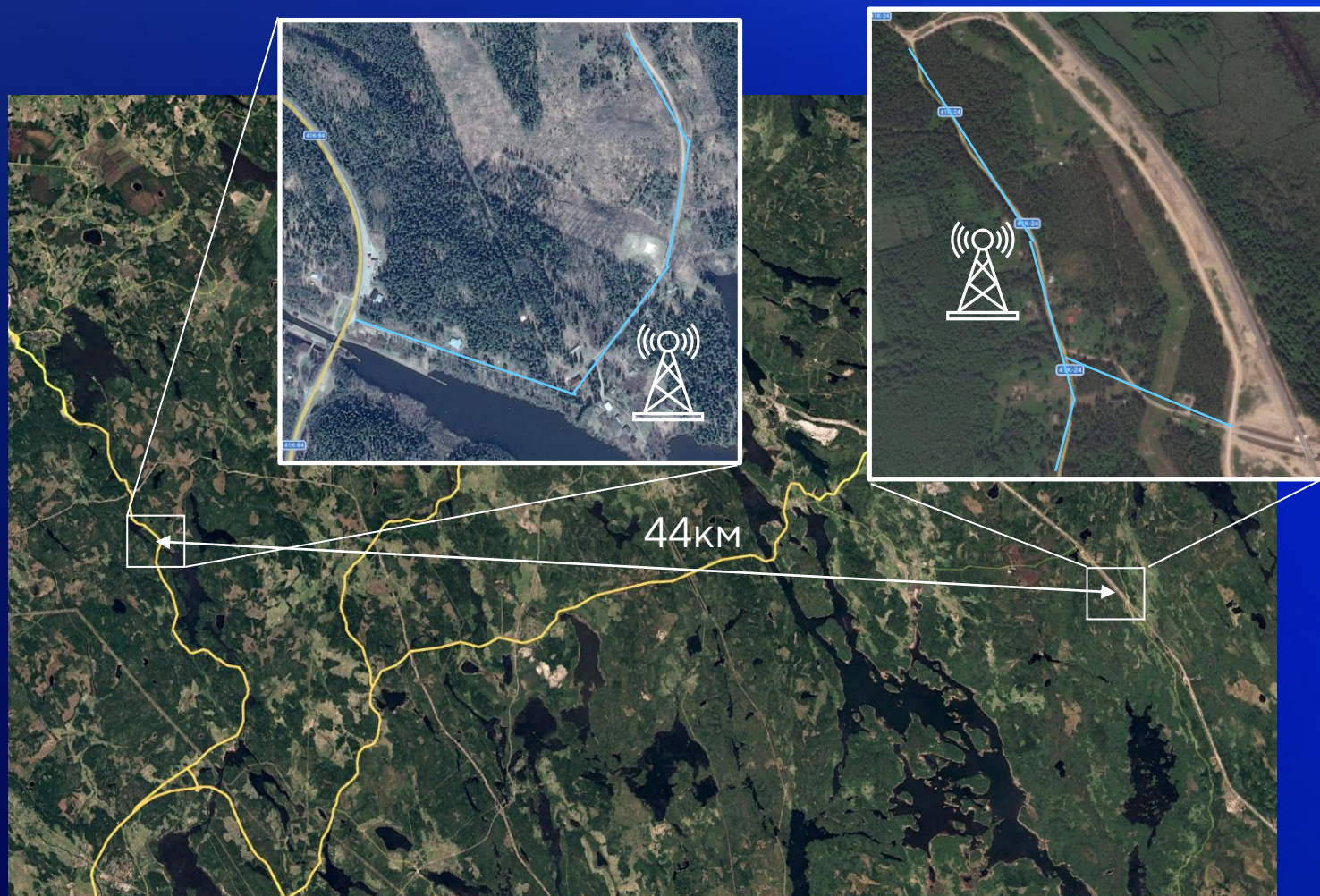
Внешнее коммерческое
тестирование

Подтверждение соответствия
требованиям оператора

Выбор площадки для тестирования



Внутреннее тестирование



Проверяем

Расстояние между
площадками

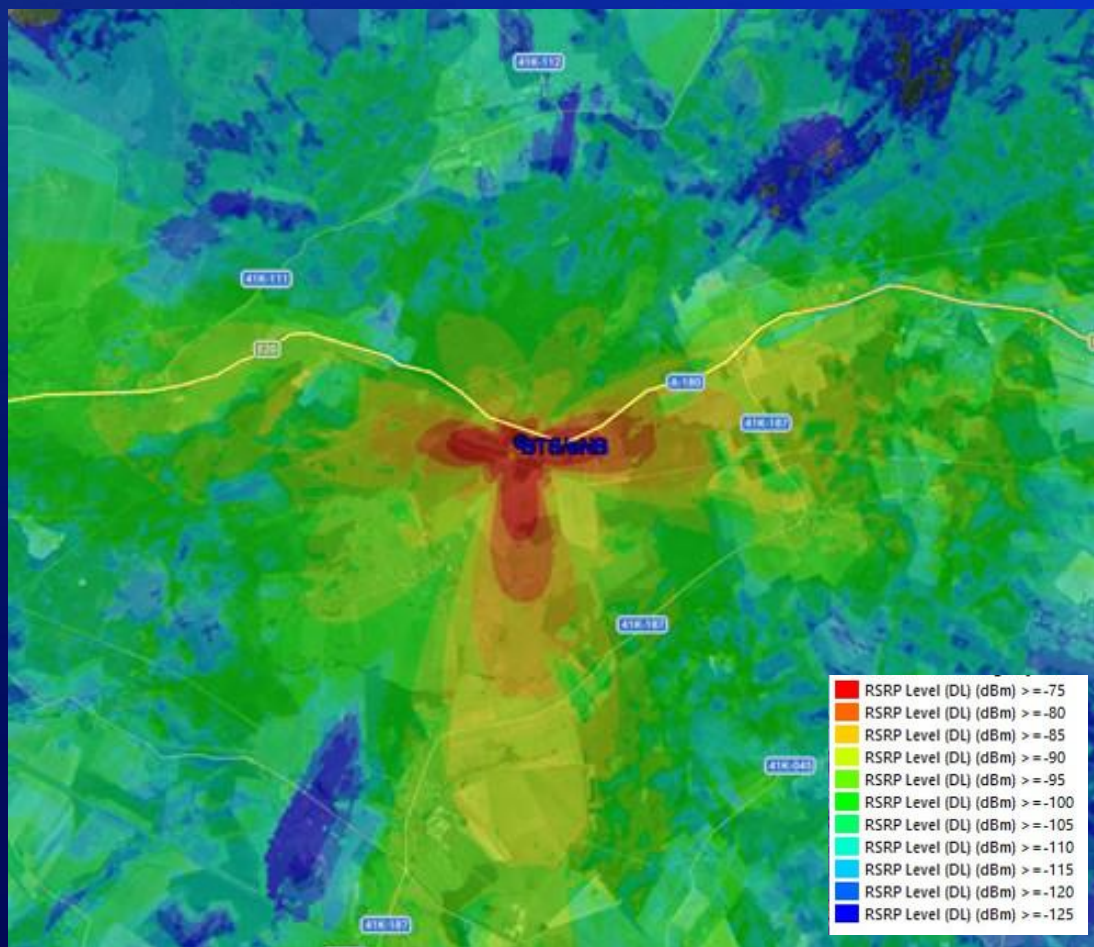
Рельеф и наличие лесов

Высоты объектов

Наличие дорог

Расчет покрытия

Внутреннее тестирование



Рассчитываем

Необходимые высоты
размещения

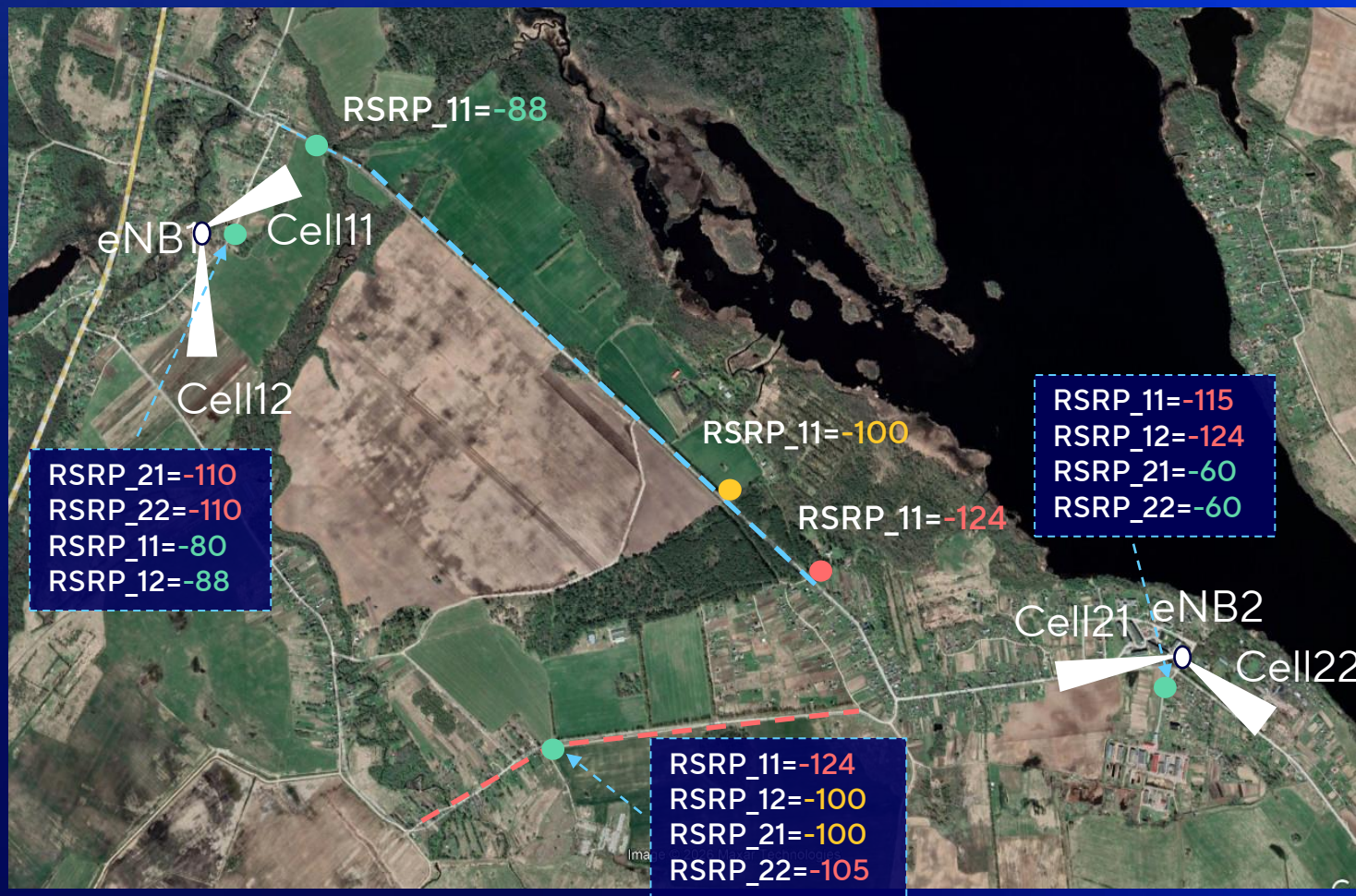
Количество секторов

Направление секторов

Планирование маршрутов тестов



Внутреннее тестирование



По списку тестов и
расчетному покрытию
выполняем

Планирование маршрутов по
списку тестов функционала

Планирование стационарных
тестов
функционала

Анализ места размещения



Внутреннее тестирование



YADRO. Будущее в наших руках

Выполняем

Расчет энерго-потребления

Планирование списка
оборудования

Планирование размещения
оборудования

Расчет несущей
способности

Проверка оборудования



Внутреннее тестирование



Выполняем

Сборка целевой
конфигурации

Первичные тесты
оборудования

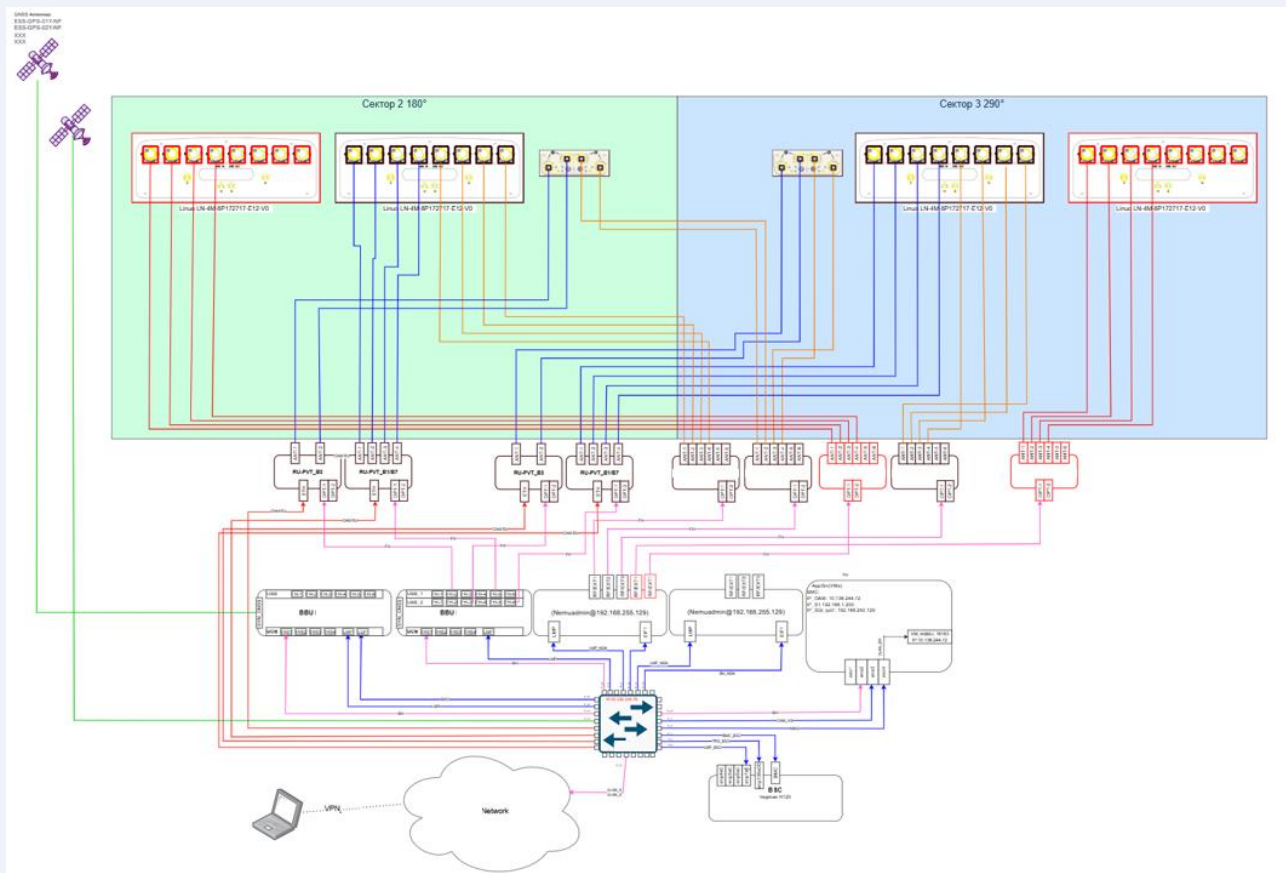
Проверка
конфигурационных файлов

Базовые тесты
функционала

Подготовка схемы подключения



Внутреннее тестирование



Выполняем

Планирование IP сети

Планирование схемы
подключения оборудования

Планирование маршрута



Коммерческое тестирование



Выполняем

Планирование маршрута
проведения измерений в
кластере

Автомобиль для измерений



Внутреннее тестирование



Автомобиль
оборудованный
для измерений

Цель использования

Удобство при длительном
тестировании

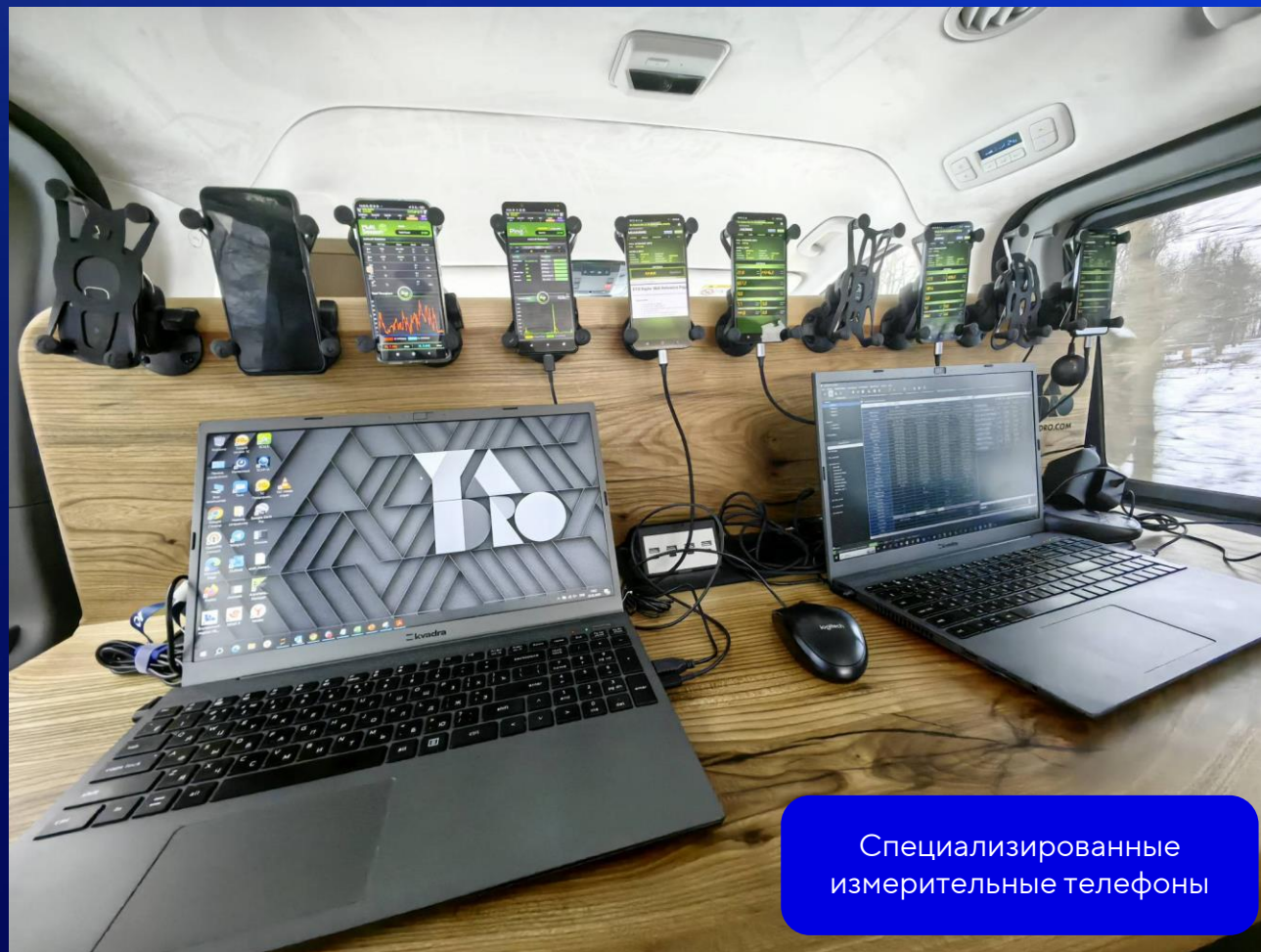
Возможность подключить
разное оборудование

Повторяемость результатов

Используемое измерительное оборудование



Внутреннее тестирование



Цель использования

Сбор логов телефонов
уровня L2/L3

Легкость подключения

Наличие глубоких настроек

Автомобиль для измерений



Коммерческое тестирование



Обычный
автомобиль

Цель использования

Проходимость

Используемое измерительное оборудование



Коммерческое тестирование



Специализированный
измерительный
комплекс

Цель использования

Компактность

Автономность

Удобство управления

[illegible]

Быстрая настройка

Измерительное ПО

Используемое программное обеспечение



Внутреннее тестирование

Данные для добавления YeNB/BSC

Имя хоста: IP хоста: Логин mng: Пароль mng: Пароль bbuadmin/ybscadmin:

Список хостов

App_SEM: 192.168.2.5
YeNB_SEM: 192.168.2.6
YeNB_ILM: 192.168.2.4
BSC_SEM: 192.168.2.7
BSC_chud: 10.136.244.78
YeNB_:

*имя будет использоваться так же для конфига BSC

Собрать логи с YeNB: Собрать логи с BSC:

Введите название логов:

Выбрать файл для шифрования:

Выберите файл для шифрования:

Зашифровать в архив:

Интерфейс: Имя pcap файла:

Старт Abis: enp139s0f0 FTC024_test2_UL

Стоп Abis:

Вывести n записей из Abis Online: 100

Вывести n записей из Abis Offline:

Старт S1 trace: ☐ SCTP Only

Стор S1 trace:

Cold_reset:

Warm_reset:

ColdReset with clear logsrepo:

Clear logs BTS:

FRAME_TIME	TS	CH_TYPE	UL_RXQUAL_F	UL_RXLEV_F	DL_RXLEV_F	DL_RXQUAL_F	BS_FW	MS_FW
2026-09-26 16:19:55.735	5	Bm + ACCH	0	-72	-55	0	0	3
2026-09-26 16:19:55.910	0	Bm + ACCH	0	-71	-75	0	5	5
2026-09-26 16:19:56.215	5	Bm + ACCH	0	-72	-55	0	0	3
2026-09-26 16:19:56.390	0	Bm + ACCH	0	-71	-75	0	5	5
2026-09-26 16:19:56.695	5	Bm + ACCH	0	-72	-55	0	0	3
2026-09-26 16:19:56.871	0	Bm + ACCH	0	-71	-76	0	5	5
2026-09-26 16:19:57.175	5	Bm + ACCH	0	-73	-54	0	0	3
2026-09-26 16:19:57.351	0	Bm + ACCH	0	-72	-75	0	5	5
2026-09-26 16:19:57.655	5	Bm + ACCH	0	-73	-54	0	0	3
2026-09-26 16:19:57.831	0	Bm + ACCH	0	-71	-74	0	5	5
2026-09-26 16:19:58.135	5	Bm + ACCH	0	-72	-55	0	0	3
2026-09-26 16:19:58.311	0	Bm + ACCH	0	-71	-77	0	5	5
2026-09-26 16:19:58.615	5	Bm + ACCH	0	-73	-56	0	0	3
2026-09-26 16:19:58.791	0	Bm + ACCH	0	-72	-75	0	5	5
2026-09-26 16:19:59.095	5	Bm + ACCH	0	-73	-56	0	0	3
2026-09-26 16:19:59.271	0	Bm + ACCH	0	-72	-75	0	5	5

Собственные инструменты сбора и шифрования логов Abis/S1/BTS/BSC и рестарт BTS

Цель использования

Ускорение анализа информации

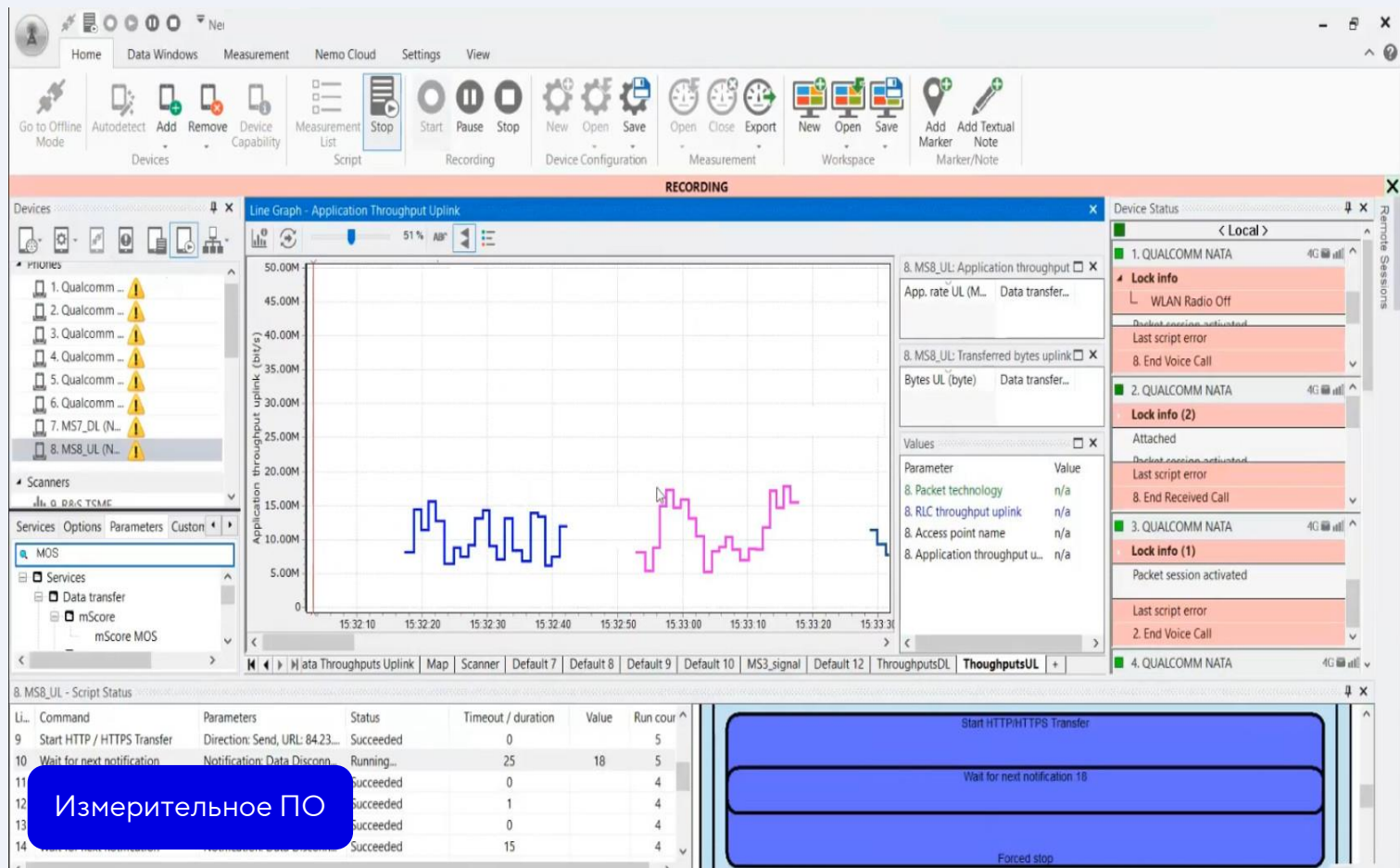
Возможность расширения функционала

Быстрая настройка

Используемое программное обеспечение



Коммерческое тестирование



Измерительное ПО

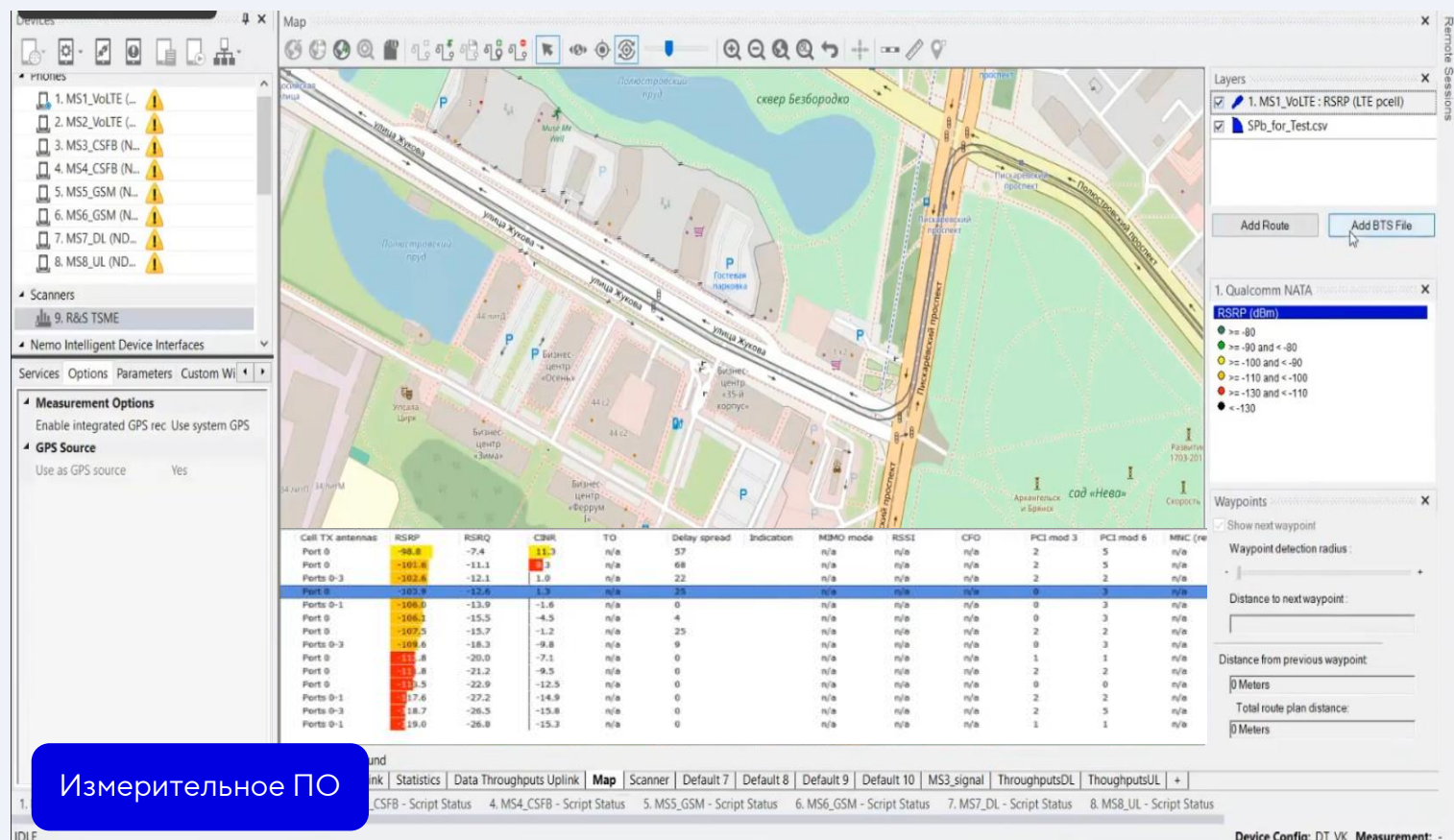
Цель использования

Индивидуальная настройка
шаблонов отчетов

Использование ПО
у оператора

Используемое программное обеспечение

Коммерческое тестирование



Измерительное ПО

Цель использования

Быстрая настройка

Визуальный анализ

Внутреннее тестирование

Измерения с телефонов L2/L3

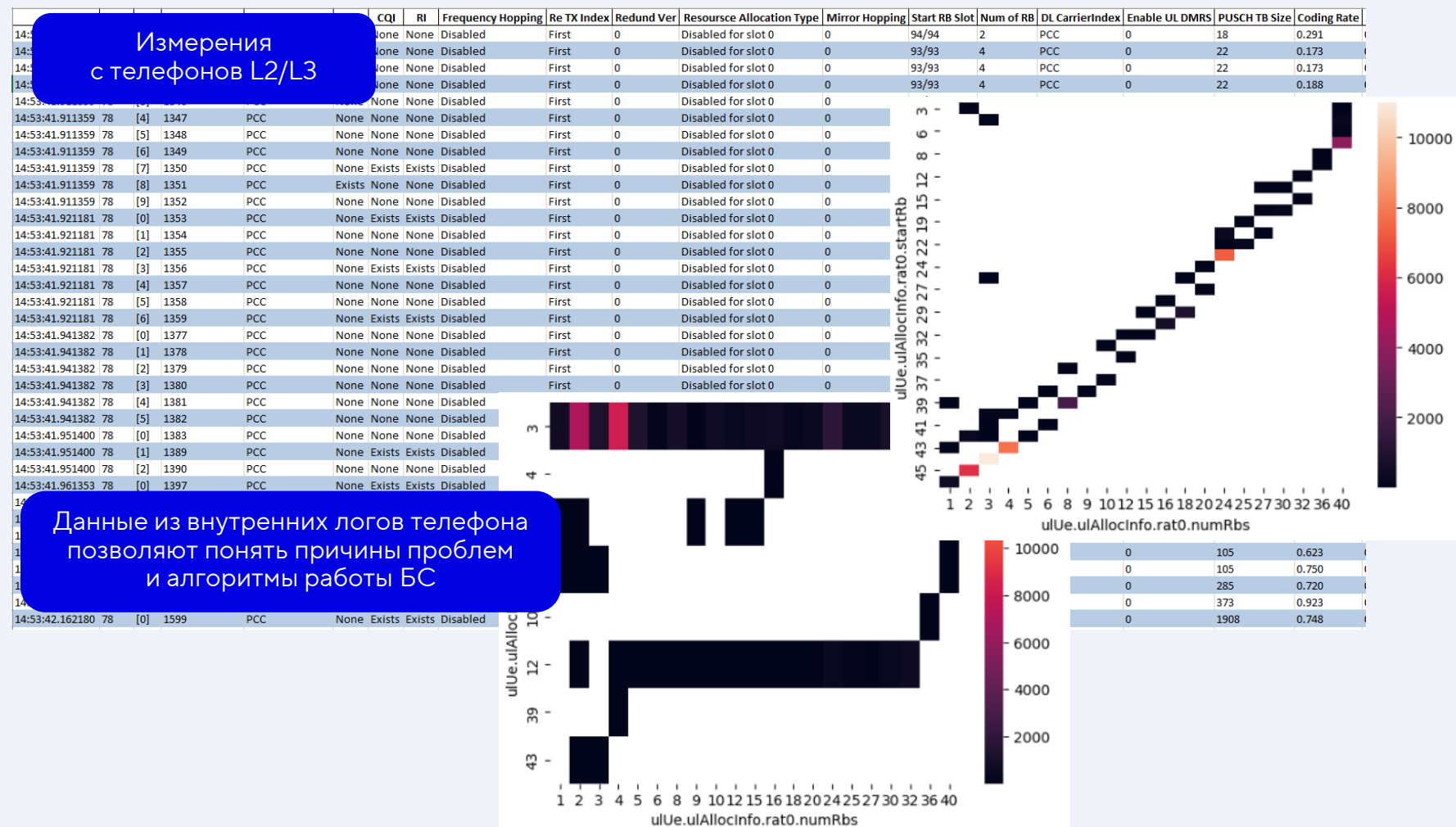
- ☐ WCDMA
- ☐ LTE
- ☐ Smart Phone
- ☐ Inbuilding
- ☐ MOS
- ☐ LCG
- ☐ Counterpart LCG/SCG
- ☐ ICG
- ☐ Qualcomm LCS
- ☐ Scanner
- ☐ TEMS WCDMA/GSM
- ☐ MBox Log
- ☐ Wi-Fi
- ☐ Youtube

Данные из внутренних логов телефона позволяют понять причины проблем и алгоритмы работы БС

Анализ результатов

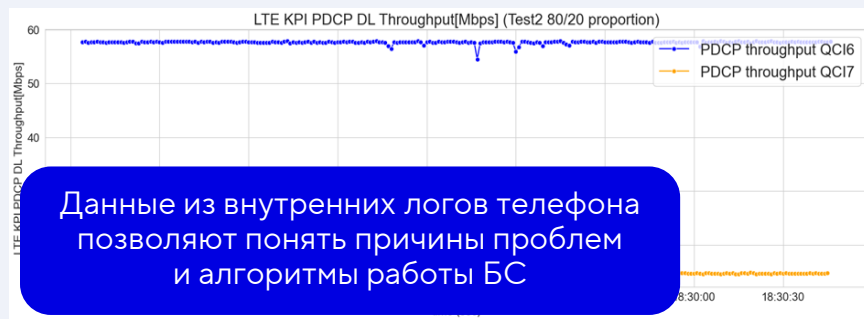
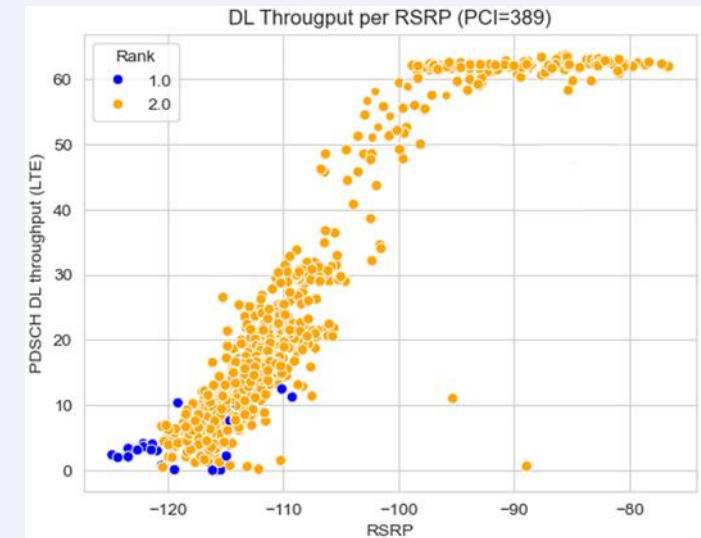
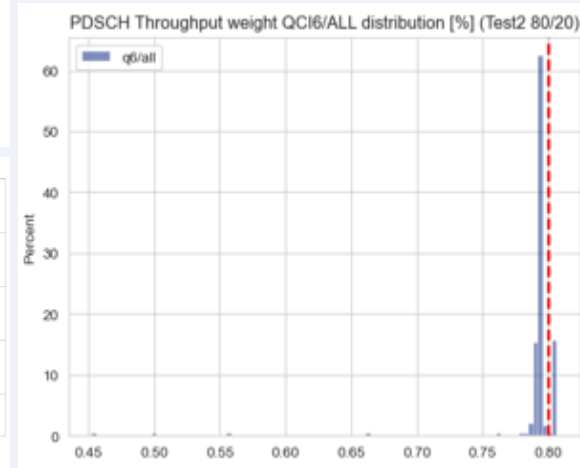
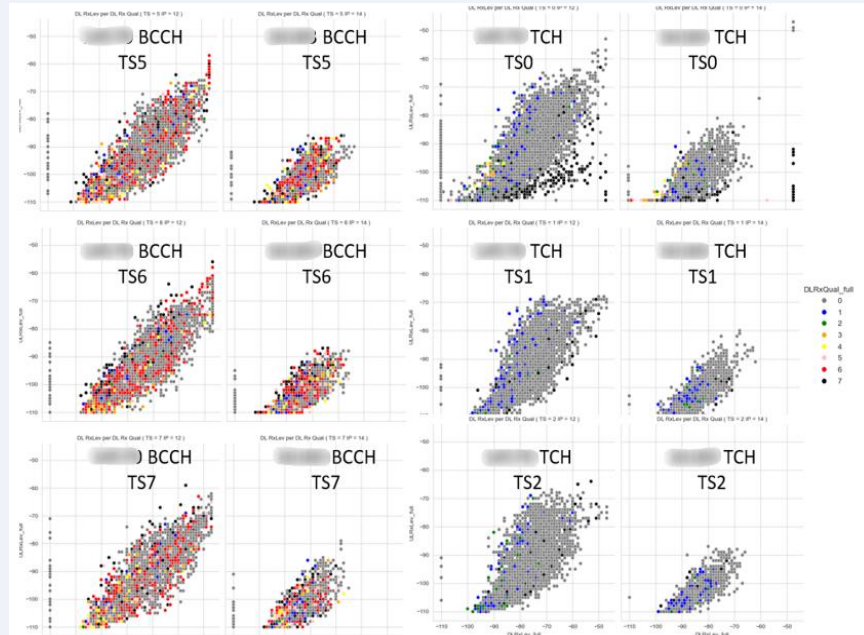


Внутреннее тестирование



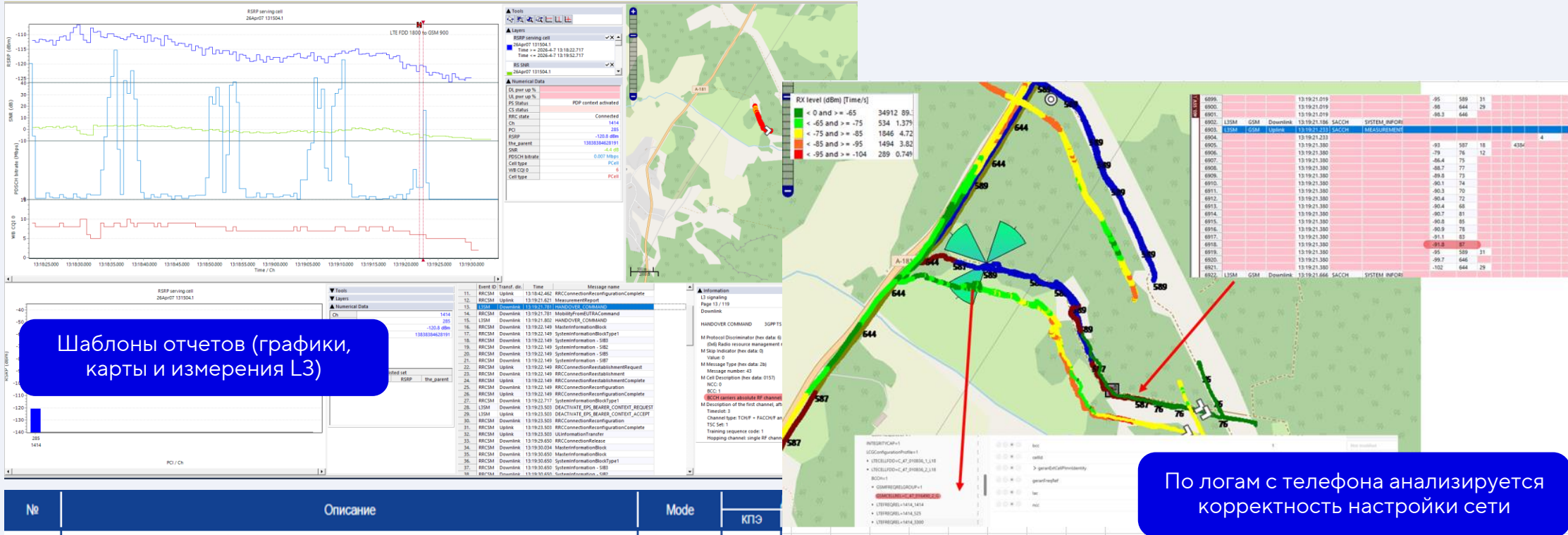
Анализ результатов

Внутреннее тестирование



Данные из внутренних логов телефона позволяют понять причины проблем и алгоритмы работы БС

Анализ результатов Коммерческое тестирование



Содержание



1. Кто мы и где мы в пирамиде тестирования
2. Отличия полевого и лабораторного тестирования
3. Примеры дефектов и результаты их анализа
4. Процесс и инструменты полевого тестирования
5. Показатели качества связи
6. Что влияет на скорость и качество
7. Что влияет на результат

Используемые метрики



Средние значения

- успешность установления и завершения процедур
- время установления соединений или handover
- скорости передачи данных DL/UL
- качество голоса (MOS) / передачи данных (Bler, Latency)

Доля

- использования технологии (LTE/GSM)
- использования функционала Carrier Aggregation / MIMO

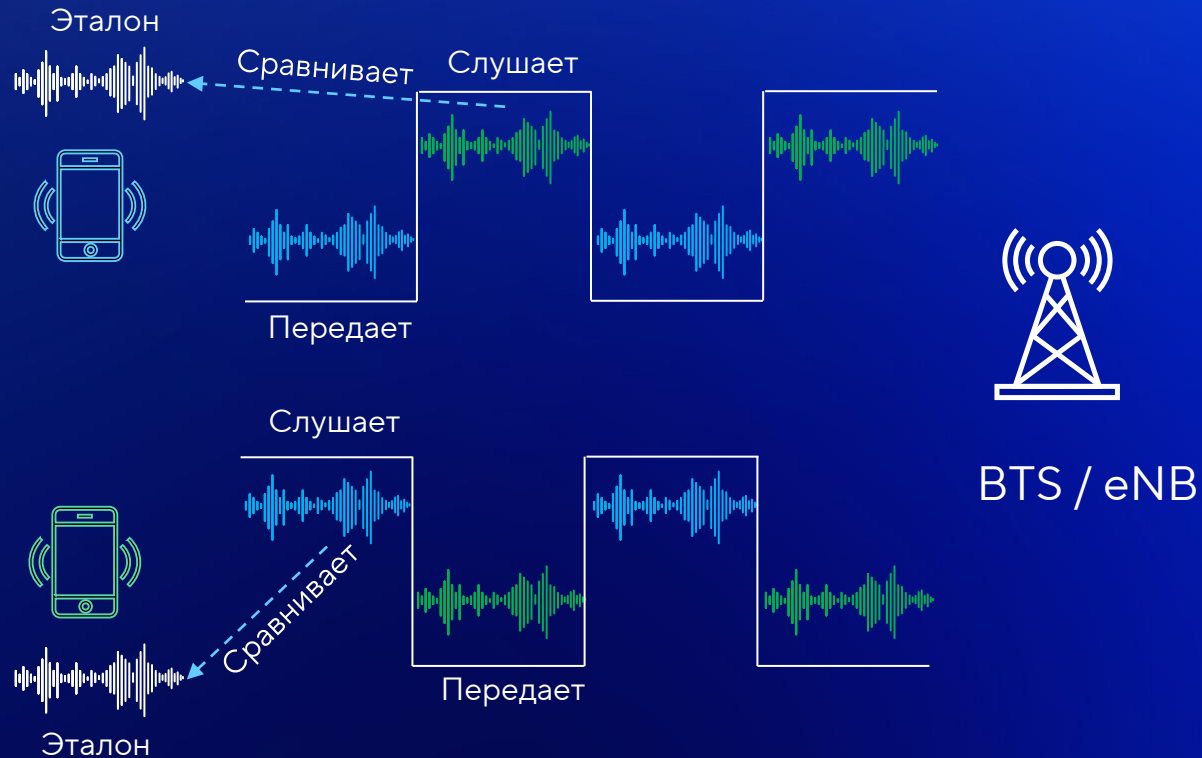
Перцентили

- время подключения к сети (Attach)
- время установления голосовых и пакетных соединений
- время handover
- скорости передачи данных DL/UL

Макс. и мин. значения

- время установления соединения
- скорость передачи данных DL/UL
- время handover

Невидимые показатели качества связи (MOS)



MOS (Mean Opinion Score)

Оценивается влияние ухудшения качества от помех или задержек

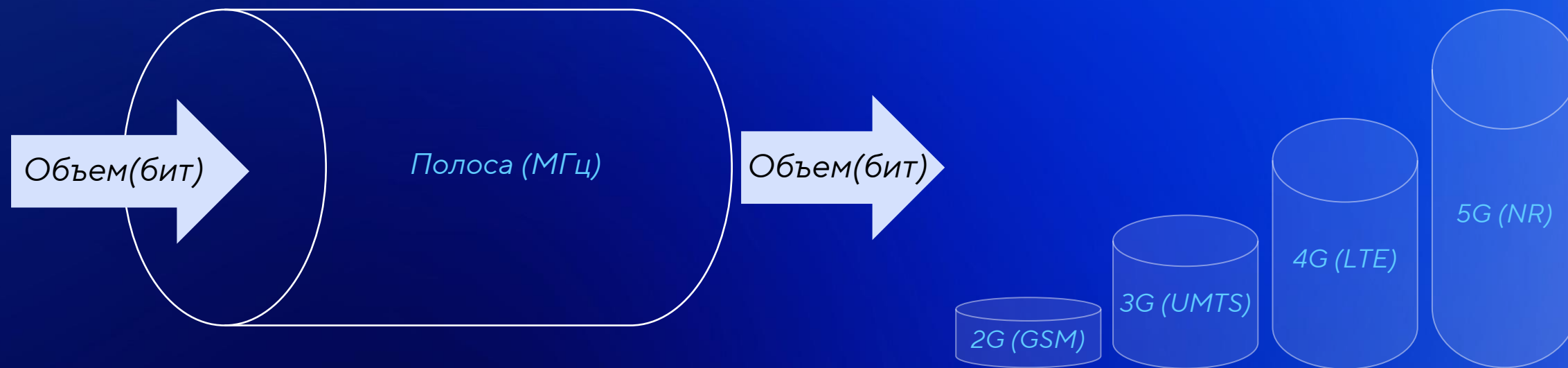
Телефон слушает полученный звуковой фрагмент

Телефон оценивает звуковой фрагмент сравнивая его с эталоном и оценивая по шкале 1...5

Невидимые показатели качества связи (Spectral efficiency)



Spectral efficiency - сколько полезной информации можно передать за ед. времени через канал



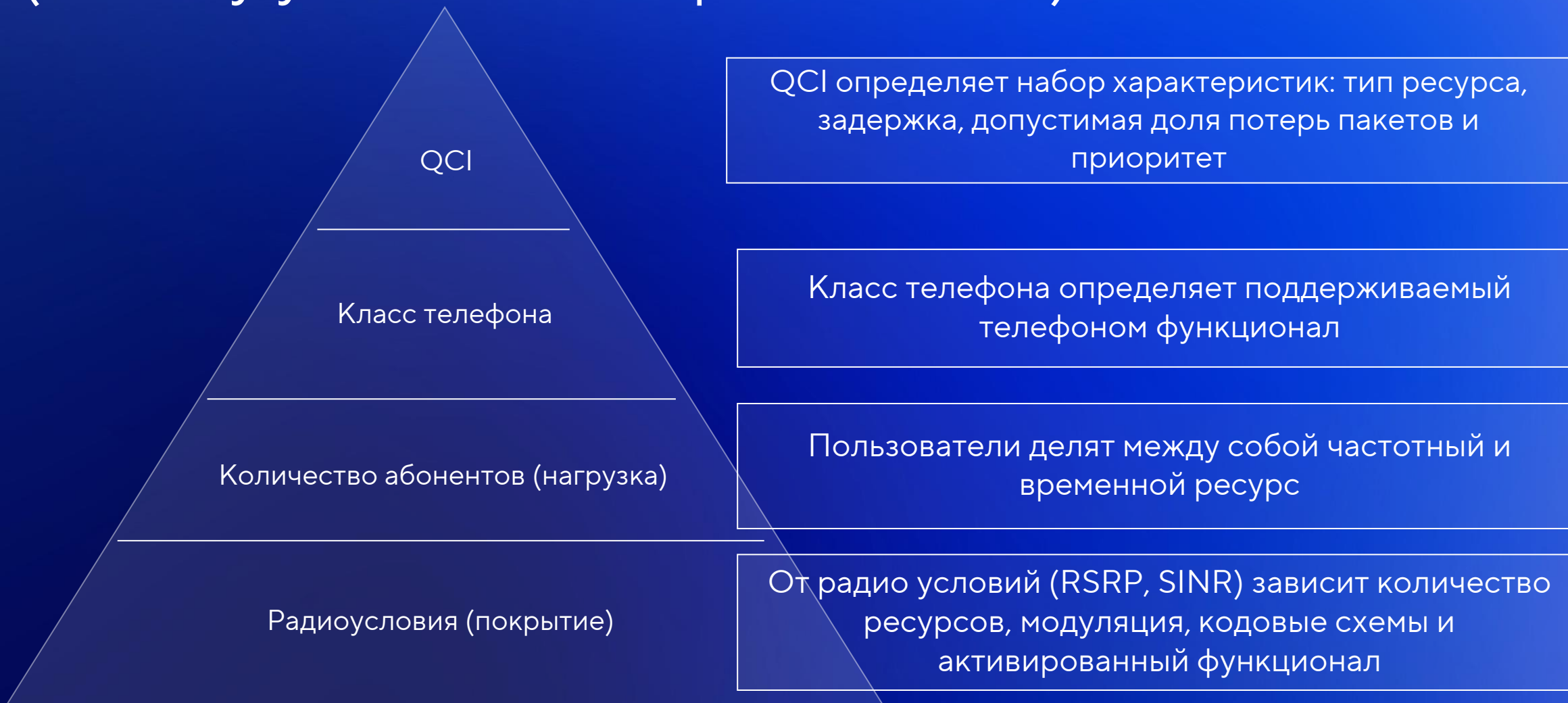
$$\text{Spectral Efficiency} = \frac{\text{Throughput}}{\text{Bandwidth}} \text{ (бит/с/Гц)}$$

Содержание

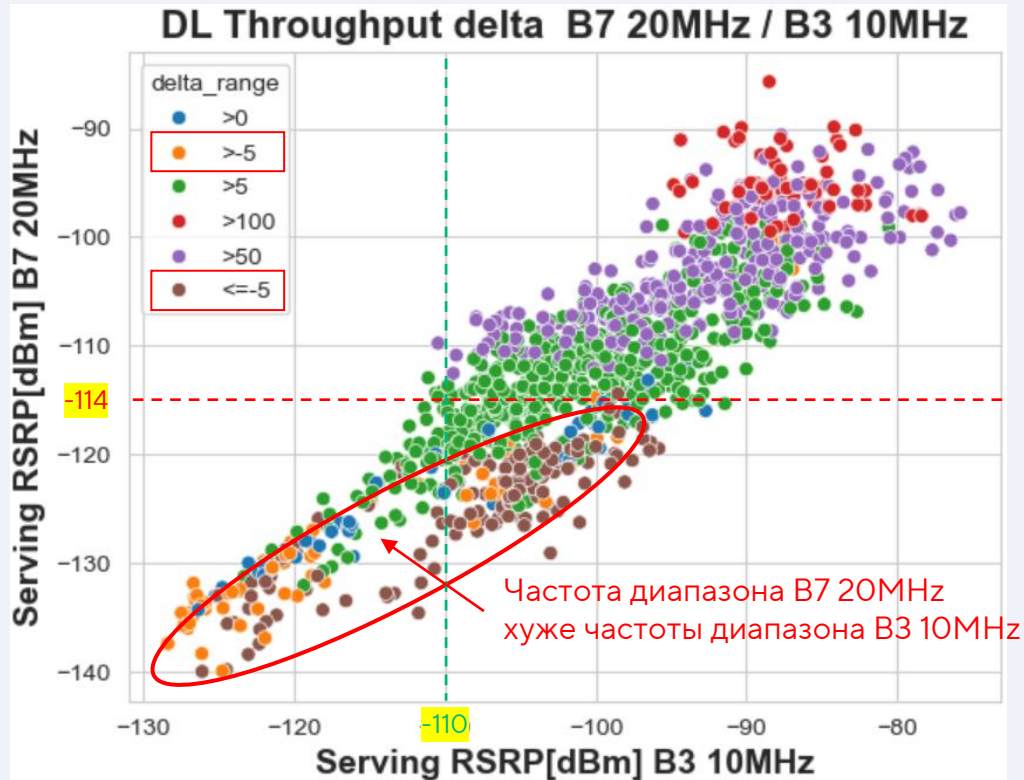


1. Кто мы и где мы в пирамиде тестирования
2. Отличия полевого и лабораторного тестирования
3. Примеры дефектов и результаты их анализа
4. Процесс и инструменты полевого тестирования
5. Показатели качества связи
6. Что влияет на скорость и качество
7. Что влияет на результат

От чего зависит скорость (почему у соседа быстрее качает?)



Настройки handover для решения проблемы низкой скорости



Что нужно настроить

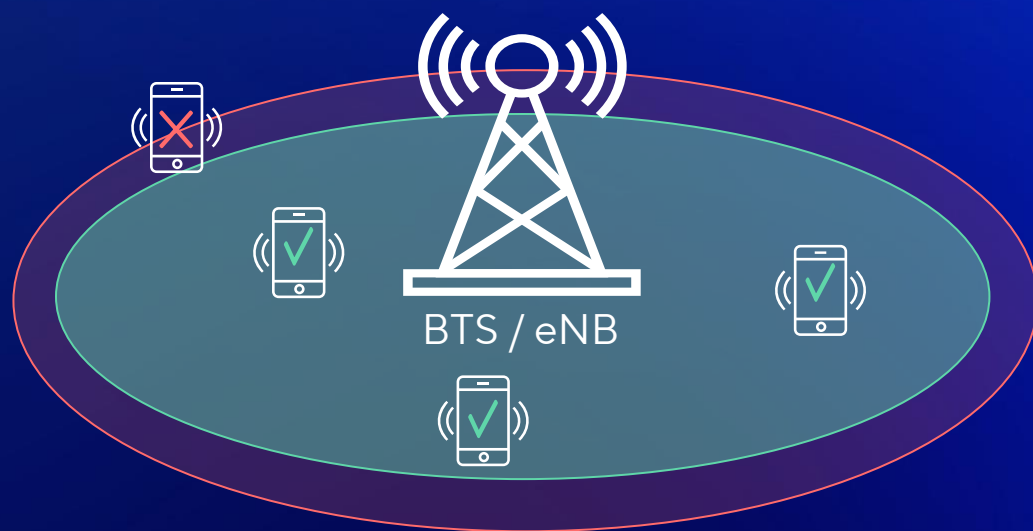
Уровни измерений

Уровни перехода

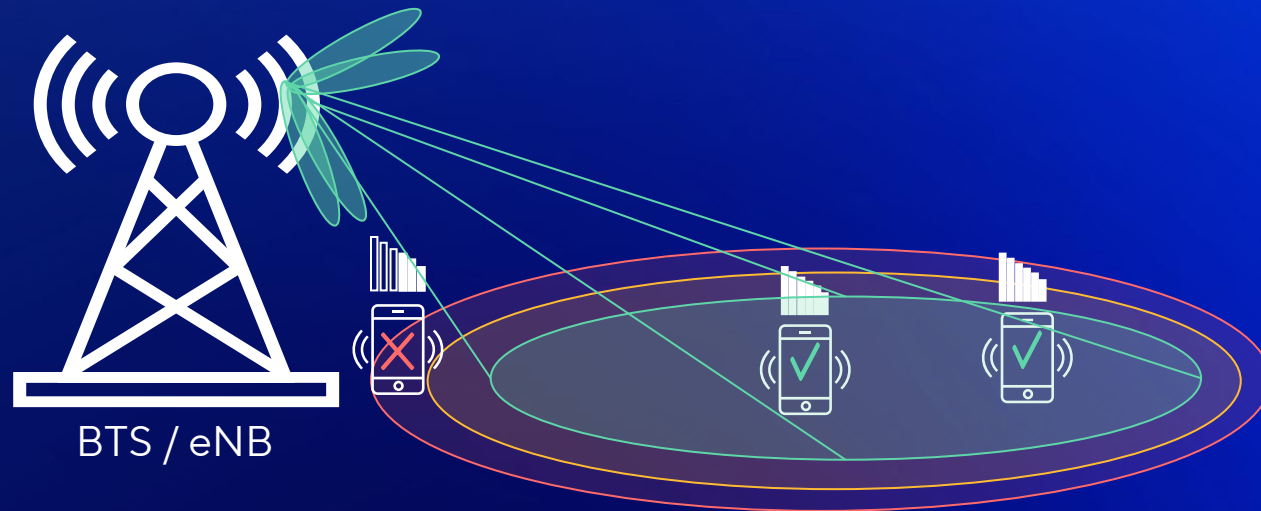
Гистерезис и таймеры

Возврат

Влияние настроек уровня доступа на качество абонента (GSM/LTE)



Почему рядом с БС не всегда хорошо



Особенности диаграммы
направленности антенн

Переотражение и
интерференция

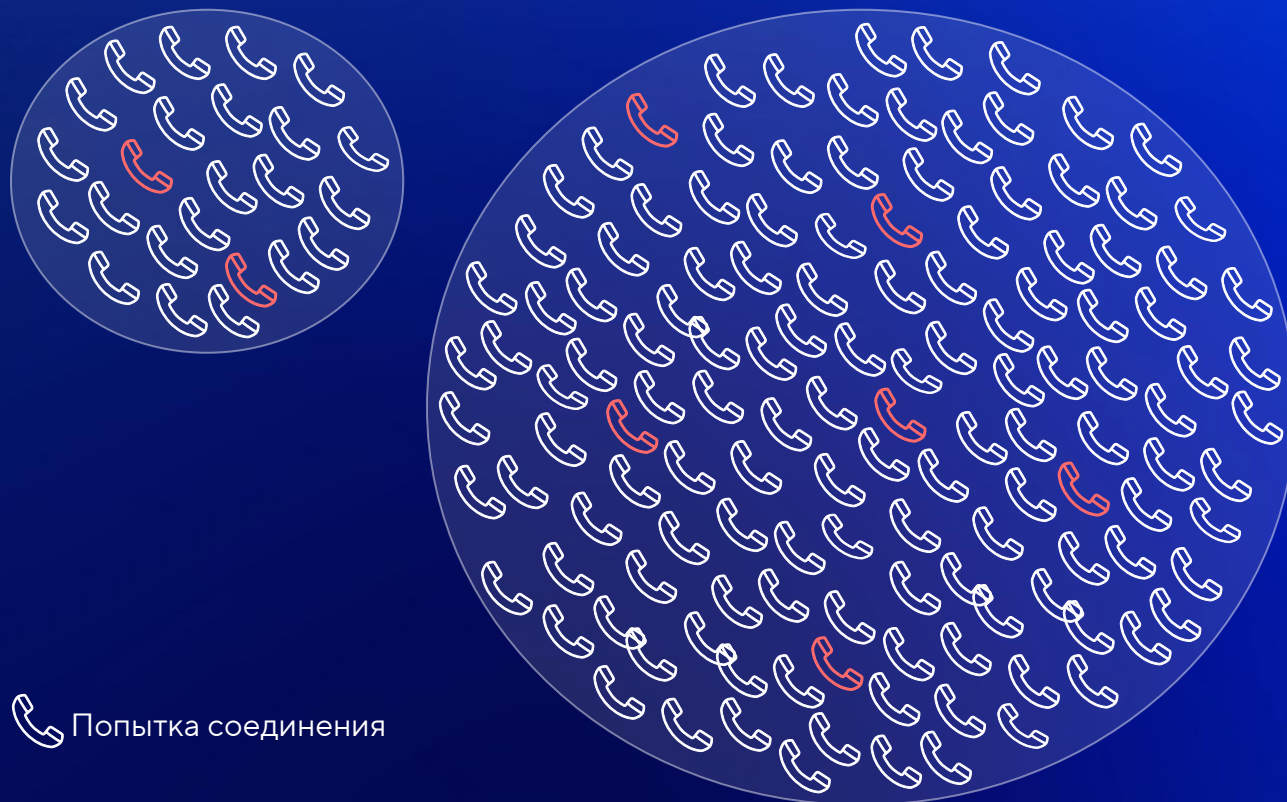
Затенение конструкцией здания

Содержание



1. Кто мы и где мы в пирамиде тестирования
2. Отличия полевого и лабораторного тестирования
3. Примеры дефектов и результаты их анализа
4. Процесс и инструменты полевого тестирования
5. Показатели качества связи
6. Что влияет на скорость и качество
7. Что влияет на результат

Что влияет на результат (Размер выборки)



 Попытка соединения

 Неуспешное соединение

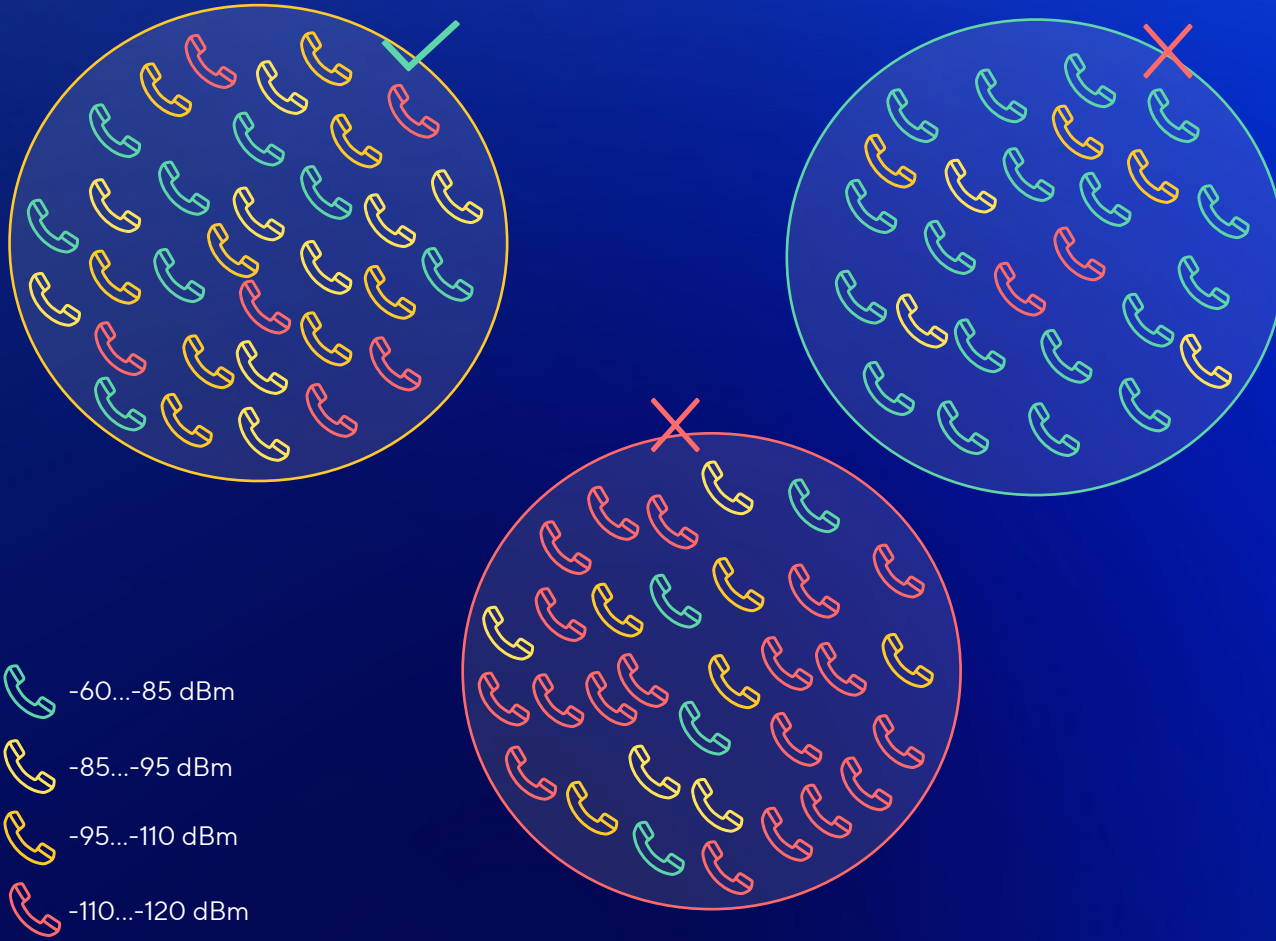
От чего зависит размер выборки

Время выполнения измерений

Длительность соединения

Длительность паузы

Что влияет на результат (Репрезентативность выборки)



Что влияет на репрезентативность выборки

Скорость движения

Наличие остановок на маршруте

Длительность соединений

Длительность паузы

Что влияет на результат (Повторяемость результатов)

Тест1



Тест2



Что влияет на повторяемость результатов

Скорость движения

Положение телефонов

Окружение (телефоны)

Настройки (скрипты)

Ключевые моменты



Полевое тестирование – тестирование сложных систем

Ценность теста – рекомендация разработчику, а не отчет

Результат: алгоритмы БС + окружение + ... + методика измерений



Спасибо!
Будем на связи

БУДУЩЕЕ
В НАШИХ РУКАХ

