

РОССИЙСКИЙ СЕМИНАР КОМПАНИИ R&S ПО ТЕХНОЛОГИИ 5G

Майкл Херчел (Michael Herchel),
руководитель по направлению Callbox-тестеров

ROHDE & SCHWARZ

Make ideas real



ПЛАН

- ▶ О компании R&S
- ▶ Обновление технологии 5G
 - Общий обзор технологии 5G
 - 5G FR1/FR2
 - 5G FR2 / OTA-испытания
- ▶ Ассортимент радиокommunikационных NR тестеров компании R&S
 - Аппаратное обеспечение тестера R&S CMX500
 - Программное обеспечение тестера R&S CMX500
 - Камеры компании R&S для OTA-испытаний
 - Дорожная карта по добавлению поддержки функций 5G NR для тестера R&S CMX500
- ▶ Демонстрация CMX
- ▶ Вопросы и ответы / Обсуждение

О КОМПАНИИ R&S

О компании R&S

История

Основана в 1933 г.
в Мюнхене,
Германия

Глобальное присутствие

Более чем в 70
странах,
более 60
дочерних
компаний

Размеры

>2,3 млрд. евро
ежегодно
>12000
сотрудников

Тип компании

Независимая
семейная **частная**
стабильная компания
с **долгосрочными**
планами

Приоритеты

Качество обслуживания
клиентов важнее прибы-
ли акционеров – поэтому
мы предпочитаем
инвестировать в НИОКР

Достижения

Самые инновационные
продукты высочайшего
качества с лучшей в
отрасли технической
поддержкой



ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА, ОБУЧЕНИЕ И МАТЕРИАЛЫ

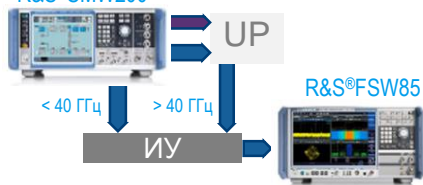


- ▶ R&S вкладывает огромные средства в техническую поддержку своих клиентов
- ▶ Стабильный коллектив лучших сервисных инженеров для удаленной и локальной поддержки
- ▶ Высокоэффективные технические тренинги и материалы (электронные книги, плакаты и т. д.), предоставляемые на месте

Лучший на рынке ассортимент продуктов R&S для беспроводных испытаний: единый поставщик

Тестирование приема/передачи широкополосных сигналов

R&S®SMW200



- Поставляется как законченное полнофункциональное решение: каждый раз одинаковые результаты
- Генерация сигналов до 40 ГГц; анализ сигналов до 90 ГГц (FSW: 5 ГГц с RTO2064 и B5000)
- Поддержка полосы 2 ГГц
- Совместимость с 5G NR R15 3GPP, планир. R16 PHY

Испытания беспроводных устройств

- Поддержка всех технологий (5G NR, LTE, WLAN n/ac/ax, BT, WCDMA, GSM, CDMA)
- НИОКР по ВЧ/протоколам
- Настольный модуль связи (ВЧ, Data Rx, аудио и т.д.)
- Испытания ВЧ, RRM, соответствия протоколу и работы в сети
- Производство
- Техническое обслуживание / ремонт

Тестирование устройств 5G NR в несигнальном режиме



R&S®CMW100 (Sub6)



R&S®CMP200 (mmW)

Тестирование устройств 5G NR в сигнальном (и несигнальном) режиме



R&S®CMW500

R&S®CMX500

Испытания мобильных сетей

Прототип ранцевого блока 5G



R&S®TSMA & TSME /w ROMES SW

- Портативный инструмент прогнозирования покрытия для диапазонов мм-волн и ниже 6 ГГц
- Отслеживание показателей эффективности 5G

Определение характеристик микросхем формирования ДН и антенн mMIMO



- Фазокогерентная генерация ВЧ (SMW+SGTs)
- 24-портовый векторный анализатор мм-диапазона с/без использ. внешних ВЧ-коммутаторов (ZNBT)

Эфирные (OTA) испытания

- Экранированные боксы, антенны мм-диапазона
- Камеры под любые требования: НИОКР, аттестация, СТИА
Прямая дальняя зона (DFF)
Непрямая дальняя зона (IFF)
Ближняя зона - дальняя зона
- Решения CATR, использующие высококачественный прецизионный рефлектор, рупорный облучатель, позиционер



R&S®CMQ200/500



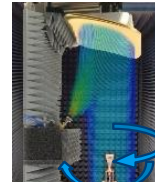
R&S®ATS1xxx



R&S®WPTC



R&S®ATS1000A



R&S®ATS1800C

Тестирование компонентов

R&S®ZVA

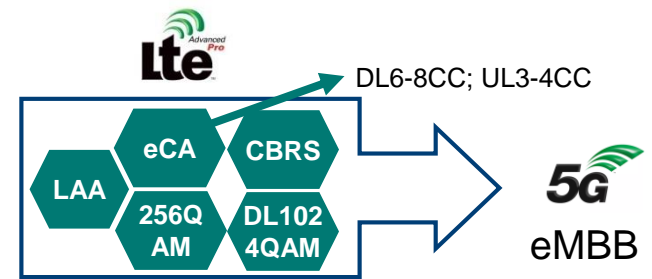


Анализатор цепей

- Прямые измерения до 110 ГГц
- 4 фазокогерентных источника, которые позволяют проводить линейные и нелинейные измерения

LTE – это важная составляющая 5G NR

- ▶ LTE используется в качестве высокоскоростной резервной технологии '4.9G', даже в автономных сетях (вариант 2)
 - LTE должна обеспечивать приемлемое качество взаимодействия с пользователем, если сеть 5G NR недоступна
 - Для LTE требуется агрегация несущих (6-8CC), MIMO (4x4/8x4) и модуляция (256/1024QAM) высоких порядков => 2 Гбит/с (CAT20)+
- ▶ LTE используется для максимизации скорости передачи данных неавтономных сетей 5G NR NSA (вариант 3)
 - LTE – это не просто SISO узел с одной несущей
 - Операторам уже требуется 3CC -> 5CC LTE для неавтономных сетей 5G NR, чтобы обеспечить дополнительную пропускную способность 1Гбит/с +
- ▶ Rohde & Schwarz не забрасывает LTE. R&S поддерживает обновления для LTE и 5G NR, одновременно добавляя ключевые обновления R14 и 15.



ГЛОБАЛЬНЫЕ ИНВЕСТИЦИИ ОПЕРАТОРОВ В 5G

КОММЕРЧЕСКИЕ СЕРВИСЫ УЖЕ ЗАПУЩЕНЫ

- ▶ **235** операторов в **93** странах, которые уже запустили (с ограниченной доступностью или сети не-3GPP), продемонстрировали, проводят испытания или получили лицензию на проведения полевых испытаний технологий с поддержкой 5G или кандидатов в 5G
- ▶ **17** операторов объявили об ограниченном запуске 5G сервисов, совместимых с 3GPP (мобильных или FWA).
 - AT&T, EE, Elisa (Финляндия и Эстония), Etisalat, KT, LG Uplus, Ooredoo, Optus, SK Telecom, Sprint, Sunrise, Swisscom, Telstra, Verizon, Vodacom и Vodafone



Источник: отчет GSA: эволюция от LTE до 5G: состояние мирового рынка, май 2019 г.

ДИАПАЗОНЫ ЧАСТОТ ДЛЯ 5G

Диапазон частот NR 2

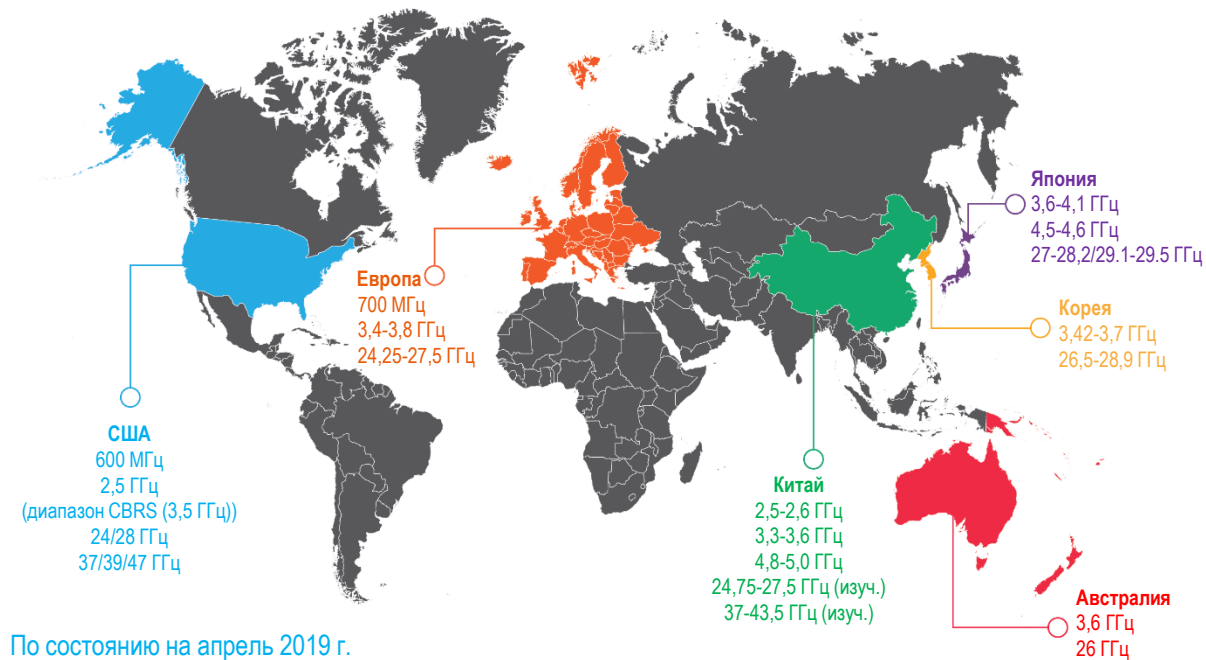
зарезервированные номера 257-512

	Нисходящий	Восходящий
n257	26,5 – 29,5 ГГц	26,5 – 29,5 ГГц
n258	24,25 – 27,5 ГГц	24,25 – 27,5 ГГц
n259	39,5-43,5 ГГц	39,5-43,5 ГГц
n260	37 – 40 ГГц	37 – 40 ГГц

Диапазон частот NR 1

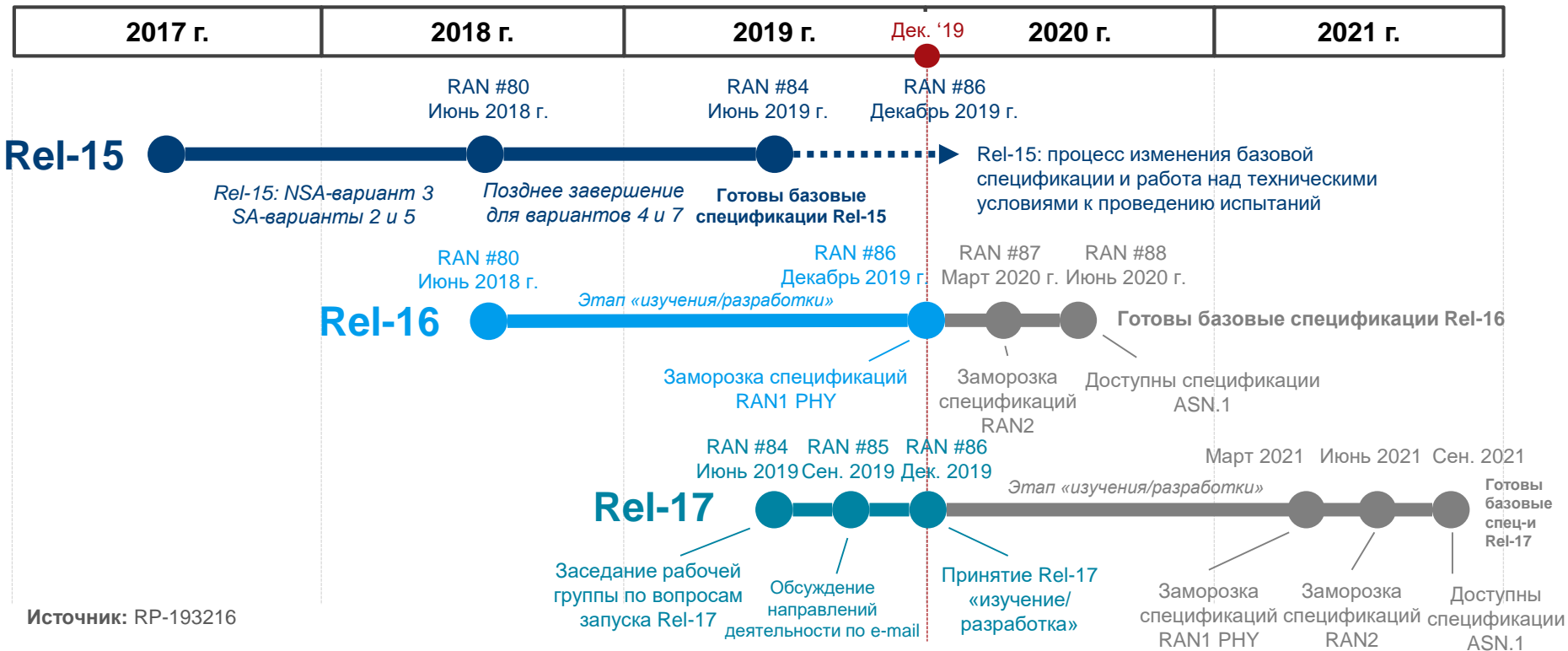
зарезервированные номера 65-256

	Нисходящий	Восходящий
...
n77	3,3 – 4,2 ГГц	3,3 – 4,2 ГГц
n78	3,3 – 3,8 ГГц	3,3 – 3,8 ГГц
n79	4,4 – 5,0 ГГц	4,4 – 5,0 ГГц
...



ОБЗОР СТАНДАРТОВ 3GPP RAN

ОБЩАЯ ХРОНОЛОГИЯ ВЕРСИЙ REL-15 ... REL-17



Источник: RP-193216

РЕШЕНИЯ R&S ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНОЛОГИИ 5G NR



РЕШЕНИЯ R&S ДЛЯ ЭФИРНЫХ (ОТА) ИСПЫТАНИЙ

WPTC



ATS1000



ATS800R



ATS1800C



CMQ200/500



ОБНОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 5G

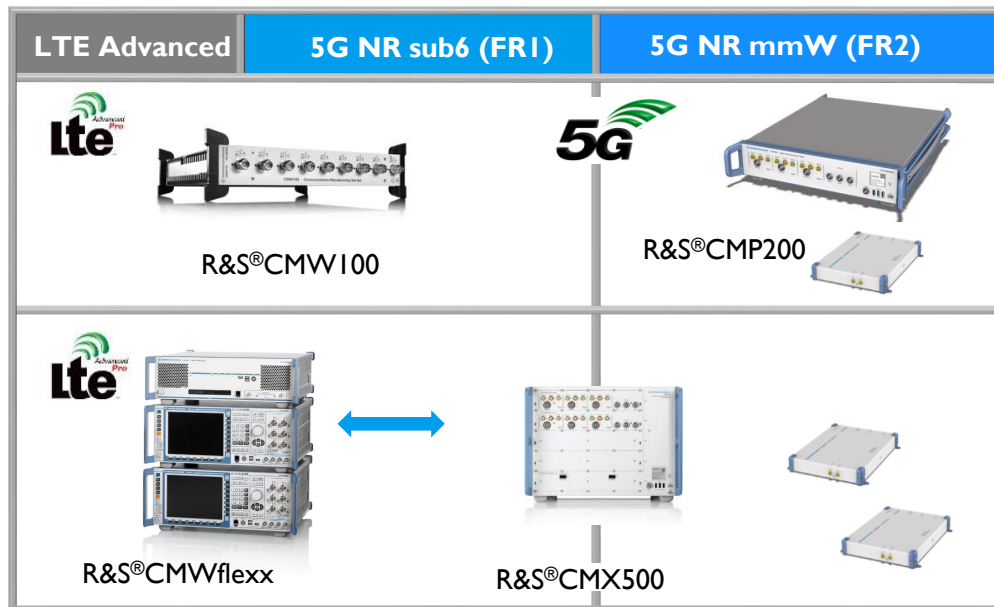
АССОРТИМЕНТ РАДИОКОММУНИКАЦИОННЫХ NR ТЕСТЕРОВ КОМПАНИИ R&S

РЕШЕНИЯ R&S ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНОЛОГИИ 5G NR



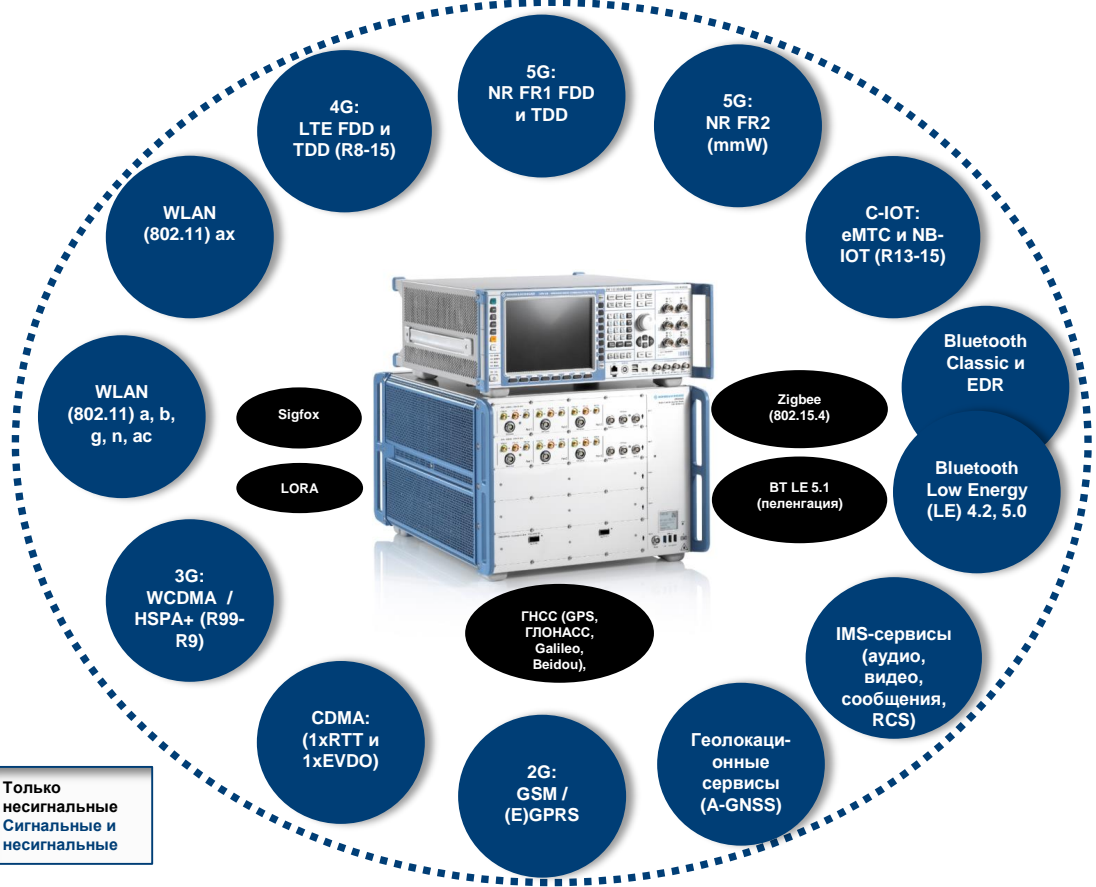
АССОРТИМЕНТ РАДИОКОММУНИКАЦИОННЫХ NR ТЕСТЕРОВ КОМПАНИИ R&S

Несигнальные
(ВЧ анализатор +
генератор)



Сигнальные
(Эмуляция сети)

CMW500 + CMX500: все технологии и все применения



НАСТОЛЬНЫЙ МОДУЛЬ СВЯЗИ (CALL-BOX)

ВЧ параметры (передача/прием), испытания на применение, пропускная способность (E2E), Inter-RAT, срок службы аккумулятора, качество звука и т.д.

РАЗРАБОТКА ПРОТОКОЛА

Ранние исследования, разработка стека протоколов, создание пользовательских повторяющихся сценариев

ПРИЕМОЧНЫЕ ИСПЫТАНИЯ, АТТЕСТАЦИЯ И СООТВЕТСТВИЕ НОРМАМ

3GPP, CTIA, IEEE, GCF, PTCRB, FCC, дополнительное оборудование сетевых операторов

ПРОИЗВОДСТВО В БОЛЬШИХ ОБЪЕМАХ

Низкая стоимость, быстрое параллельное тестирование нескольких ИУ

ОБСЛУЖИВАНИЕ И РЕМОНТ

Прямая и обратная логистика

Только несигналные
Сигналные и несигналные

ВСЕ ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ CMW500 + CMX500



КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРЕИМУЩЕСТВА ПЛАТФОРМЫ

Всего одна масштабируемая аппаратная платформа

- | Готовая к будущим задачам, модульная архитектура
- | Конфигурируемые ресурсы для обработки ВЧ и сигналов
- | Полностью автоматическая коррекция ВЧ тракта для максимальной точности измерений

Всего одна платформа для всех технологий

- | Технологии 3GPP и не 3GPP поддерживаются одной платформой
- | Последние функции 5G FR1 и FR2, LTE, WLAN и Bluetooth в сигнальном режиме
- | Сценарии передачи Inter RAT

Всего одна платформа для всех уровней (RF, PT, AT)

- | Несигнальный и сигнальный режим на одной платформе
- | Тестирования ВЧ, протокола, пригодности на одной платформе
- | Увеличенная глубина исследования

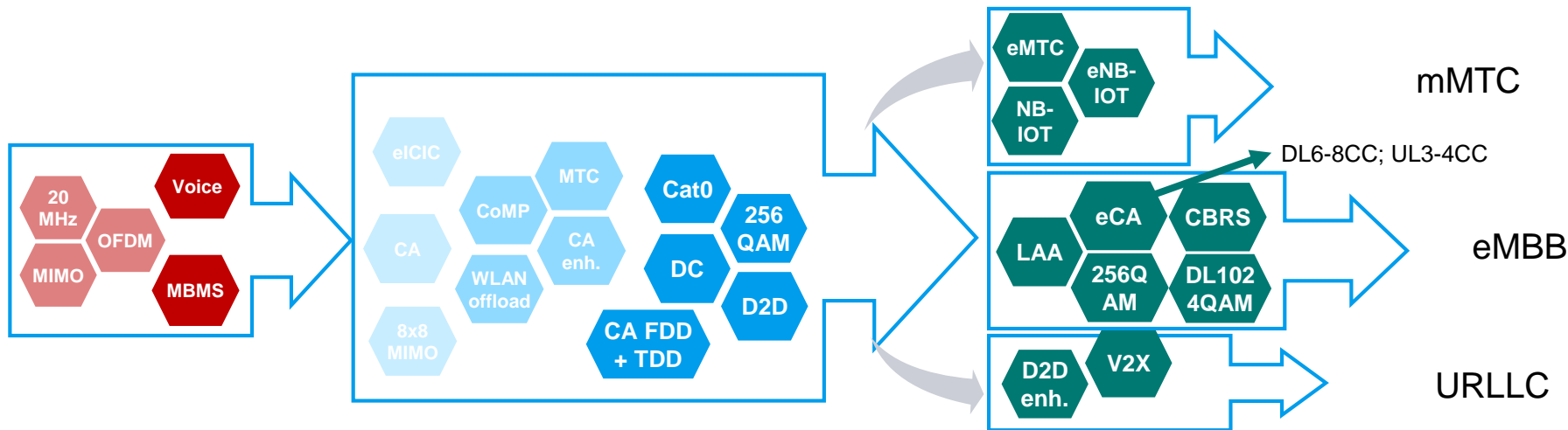
Всего одна платформа для всех этапов

- | Испытайте устройство от начала до конца
- | Непротиворечивые результаты во время разработки, аттестационных испытаний и на производстве
- | Гибкое использование всеми командами
- | Сокращение времени выхода на рынок из-за повторного использования ноу-хау

Эволюция тестирования LTE с использованием CMW



Сервис: Данные+Голос Мобильная Широкополосная Связь(MBB) eMBB / mMTC / URLLC



Rel8 Rel9
 Rel10 Rel11 Rel12
 Rel13 Rel14 Rel15

2009/10+

2013+

2016+

Коммерческая эксплуатация



АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕСТЕРА R&S CMX500

R&S CMX500



РАДИОКОММУНИКАЦИОННЫЙ ТЕСТЕР 5G NR



Сигнальный тестер 5G NR CMX500

Перспективная испытательная платформа 5G NR

Независимая операционная система (Linux)

Модульная и масштабируемая аппаратная архитектура

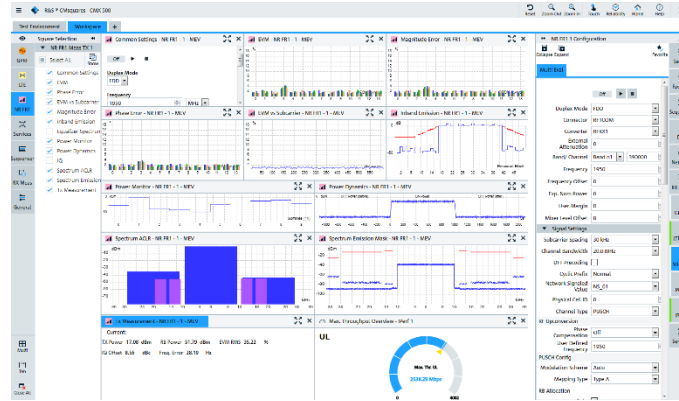
20 Гбит/с + сквозная производительность IP-данных

Поддержка FR2 Multiband Remote Radio (24 – 43,5 ГГц)

Единый веб-интерфейс для испытаний ВЧ, протокола и приложения

Поддержка LTE Anchor до 8CC LTE, 8x4 DL MIMO и 1024QAM (с использованием CMW500)

R&S CMX500 – НОВОЕ ПЕРСПЕКТИВНОЕ АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ПО CMSGUARES

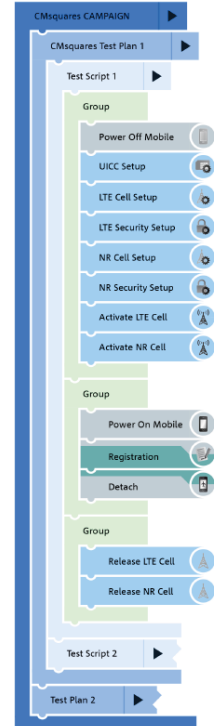


xLAPI

```
1)step1 - Create core network service
cns = client.getCoreNetworkService()
2)step2 - Create PLMN
myPlmn = cns.createPlmn(createPlmnReq(mcc="001", mnc="01"))
3)step3 - Create TA
myTa = myPlmn.createTrackingArea(createTrackingAreaReq(tac=1))
tac = myTa.tac()
4)step4 - Configure LTE cell
myLteCell = myTa.createLteCell()
5)step5 - Configure NR cell
myNrCell = myTa.createNrCell()
6)step6 - Start the cells
myLteCell.start()
myNrCell.start()
```

Интерактивный режим

Генератор последовательностей



СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR

Компактная установка



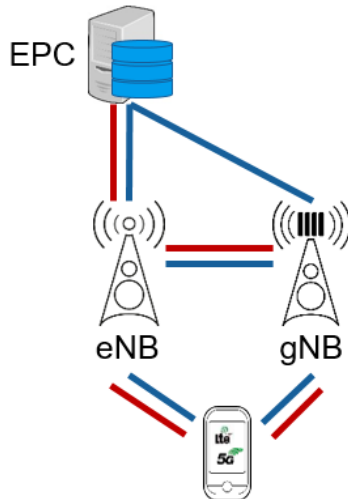
Расширенная установка



ЭВОЛЮЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ – ВАРИАНТЫ

— Данные
— Управление

Вариант 3
EN = E-UTRA-NR



R&S CMW500 – ВСЕГДА АКТУАЛЬНЫЙ



Цифровая модернизация сигнальный режим и поддержка e2e данных

- Продвинутый сигнальный модуль (SUA), 2 модуль обработки данных (DAU2), периферия (10 Гбит/с соединительная плата, источник питания, пр.)
- Поддержка LTE DL Xx4 MIMO, > 800 Mbps e2e, LTE UL64 QAM, LTE > 4CC, C-IOT, V2X
- Поддержка WLAN 802.11ac/ax

Аналоговая модернизация полоса пропускания 160 МГц

- Новый 160-МГц приемопередатчик (UL/DL) и усовершенствованный измерительный модуль (MUA)
- Более высокая производительность векторного анализа сигналов
- Поддержка сигнального режима NR Sub6 в сочетании с CMX500
- Поддержка несигнального режима NR Sub6
- Поддержка дополнительных сигнальных режимов LTE (расш. колокация...)
- Поддержка WLAN 802.11ac/ax

Полная модернизируемость! Стать частью решения для 5G NR!

CMWFLEXX С РАСШИРЕНИЕМ CMX500 - FR1 SUB6G NSA

Получите выгоду от надежной поддержки LTE

Неавтономному режиму (например, вариант 3) **всегда необходима якорная сота LTE.**

Сота NR является всего лишь расширением существующей LTE сети, как и CMX500 – это дополнение к существующим LTE установкам

Безопасные инвестиции

Повторное использование имеющегося тестера CMW500 – инвестиции защищены простым обновлением CMW500 до его последней аппаратной версии (приемопередатчик 160 МГц)

Полная обратная совместимость

Установка остается **работоспособной для всех включающих только LTE / устаревших тестовых сценариев**

Многостандартная платформа CMW500

Гибкое использование CMW500 в качестве **либо sub6-NR или LTE-соты** в рамках установки → охват сложных итераций между сценариями LTE CA и Sub6 CA в одной установке



CMX500. АППАРАТНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ FR1 И FR2

CMX500. Конфигурация FR1 и FR2



БО – Блок обработки

1й БУ – Блок ускорителя

1й блок интерфейсов

2й блок интерфейсов

2й БУ – Блок ускорителя

CMX500

1201.0002K70

CMX-PB70B Базовая сборка

Основной блок

CMX-B300A Блок обработки

Стек протоколов верхних уровней и U-плоскости (ядра ЦП)

CMX-B200A Блок ускорителя

Физический уровень (ПЛИС)

Всегда 2x

CMX-B500A Интерфейсная плата

Содержит интерфейсы для подключения RRH

1x или 2x

СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR – КОМПАКТНАЯ УСТАНОВКА

Пример использования

Особенности NR NSA/SA Sub6

- 100 МГц NR
- 30 кГц SCS
- 2x2 MIMO
- DL 256QAM
- Поддержка E2E
- Измерения UL TX

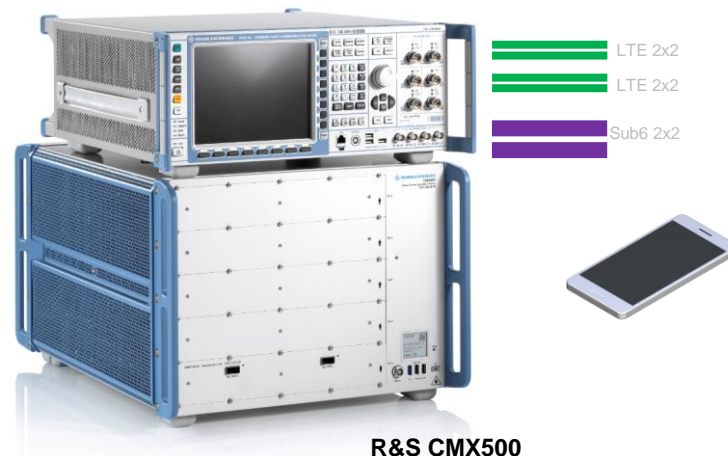
Свойства LTE-A

- 2CA MIMO 2x2 смежные в 1 диапазоне
- Измерения UL TX в одном UL
- Сценарии соседних сот LTE/Sub6 (SA)

Аппаратная установка / возможности

LTE Anchor
1B 2CA 2x2

5GNR Sub6 FR1
100 МГц 2x2



СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR – КОМПАКТНАЯ УСТАНОВКА

Пример использования

Особенности NR NSA/SA Sub6

- 100 МГц NR
- 30 кГц SCS
- 2x2 MIMO
- DL 256QAM
- Поддержка E2E
- Измерения UL TX в одном UL

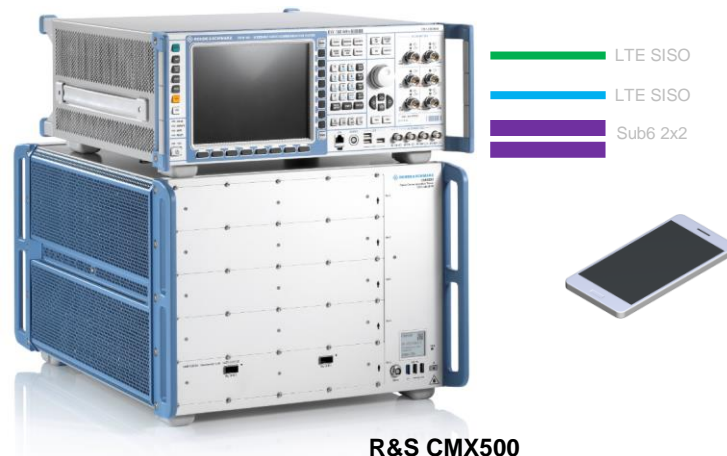
Свойства LTE-A

- 2 ячейки SISO в 2 диапазонах
- Измерения UL TX в одном UL
- Сценарии соседних ячеек LTE/Sub6 (SA)

Аппаратная установка / возможности

LTE Anchor
2B 2CA SISO

5G NR Sub6 FR1
100 МГц 2x2



СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR – КОМПАКТНАЯ УСТАНОВКА– SA

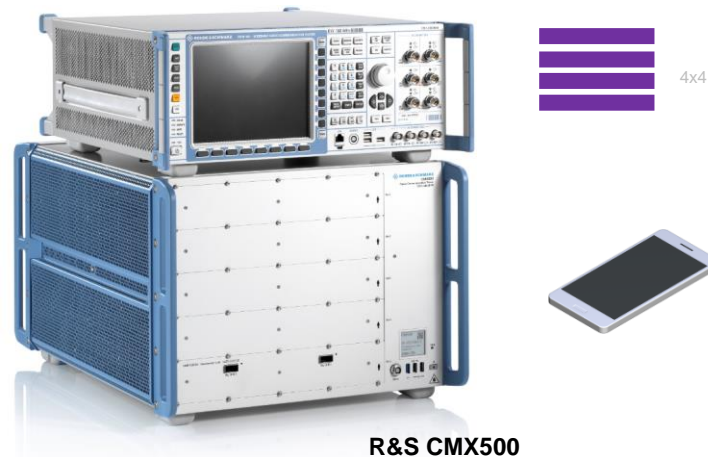
Пример использования

Особенности NR NSA/SA Sub6

- 100 МГц NR
- 30 кГц SCS
- 4x4 MIMO
- DL 256QAM
- Поддержка E2E
- Измерения UL TX в одном UL

Аппаратная установка / возможности

5G NR Sub6 FR1
100 МГц 4x4



ВОЗМОЖНОСТИ CMW500 С РАСШИРЕНИЕМ CMX500 (FR1+2)

Компактная установка

- Самая компактная настольная установка для LTE, FR1 и FR2
- Для LO/Power не требуется отдельный управляющий модуль
- Совместимость с камерами FR2 от компании R&S
- **24 уровня: (8 LTE и 16 FR2)** или (4 LTE и 2 FR1 и 14 FR2) или (**4 FR1 и 12 FR2**)

CMW500: LTE anchor

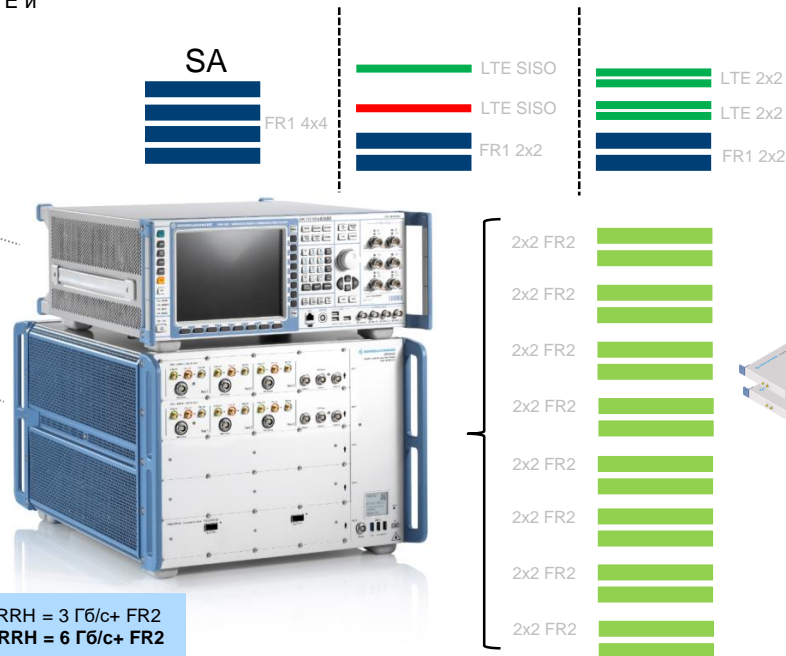
CMW500: sub6 RF для 5G NR
DAU f. uplane NR и LTE

CMX500

- 5GNR L1/Stack
- 5GNR mmW IF

1xCMW = 800 Мб/с LTE или 1,8 Гб/с FR1
2xCMW = 1,6 Гб/с LTE или 3,6 Гб/с FR1
3xCMW = 2,4 Гб/с LTE или 5,4 Гб/с FR1
4xCMW = 3,2 Гб/с LTE или 7,2 Гб/с FR1

1xIF+RRH = 3 Гб/с+ FR2
2xIF+RRH = 6 Гб/с+ FR2



CMQ500:

Протокольные и производственные испытания

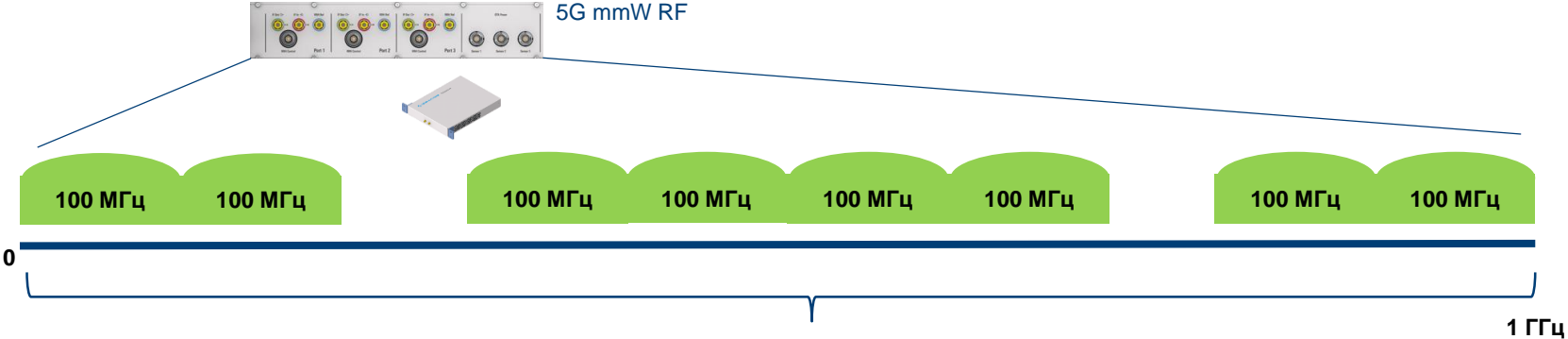
ATS800R:

Предварительные аттестационные испытания и тестирование производительности

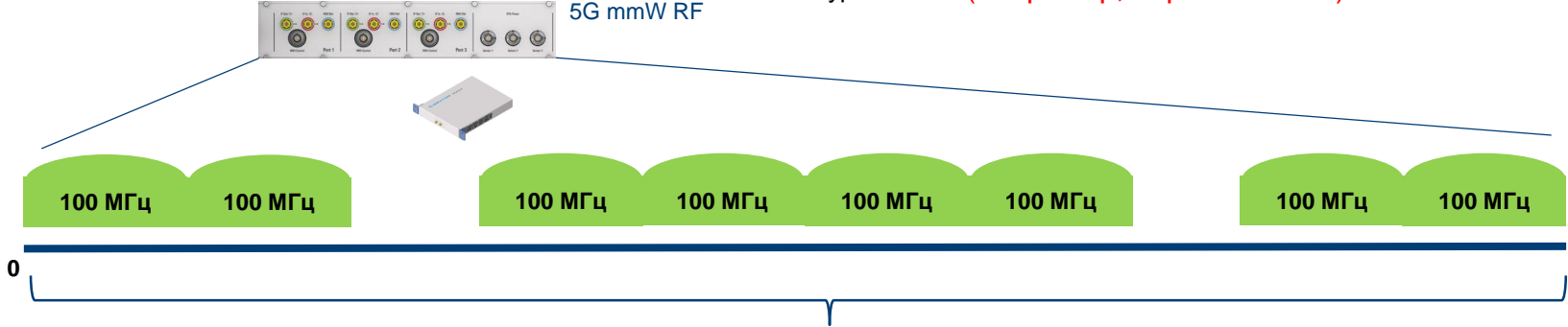
ATS1800C:

Все, включая полные испытания на соответствие

CMWFLEXX С РАСШИРЕНИЕМ CMX500 - FR2 MMW – ОСОБЕННОСТИ



МIMO уровень 1 (например, вертикальный)



МIMO уровень 2 (например, горизонтальный)

- 1
- 2
- 1
- 2
- 1
- 2
- 1
- 2
- 1
- 2
- 1
- 2

СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR

Компактная установка



Расширенная установка



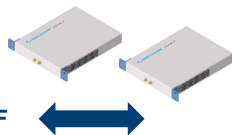
СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR – РАСШИРЕННАЯ УСТАНОВКА

CMX500

- 5GNR L1/Stack
- 5GNR mmW IF

R&S CMX500

5G NR mmW RF



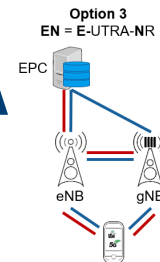
CMW500: sub6 RF для 5G NR
DAU f. uplane NR и LTE

CMW-Z24: ВЧ-сумматор/разветвитель

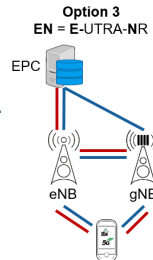
CMWC: управляющий модуль CMWflexx

←→ LTE RF

←→ 5G NR Sub6 RF



СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR – РАСШИРЕННАЯ УСТАНОВКА



Пример использования 1

Особенности NR NSA Sub6

- 100 МГц Intra/Inter-NR
- 30 кГц SCS
- 4x4 MIMO
- DL 256QAM
- Соседняя сота(ы)
- Поддержка E2E

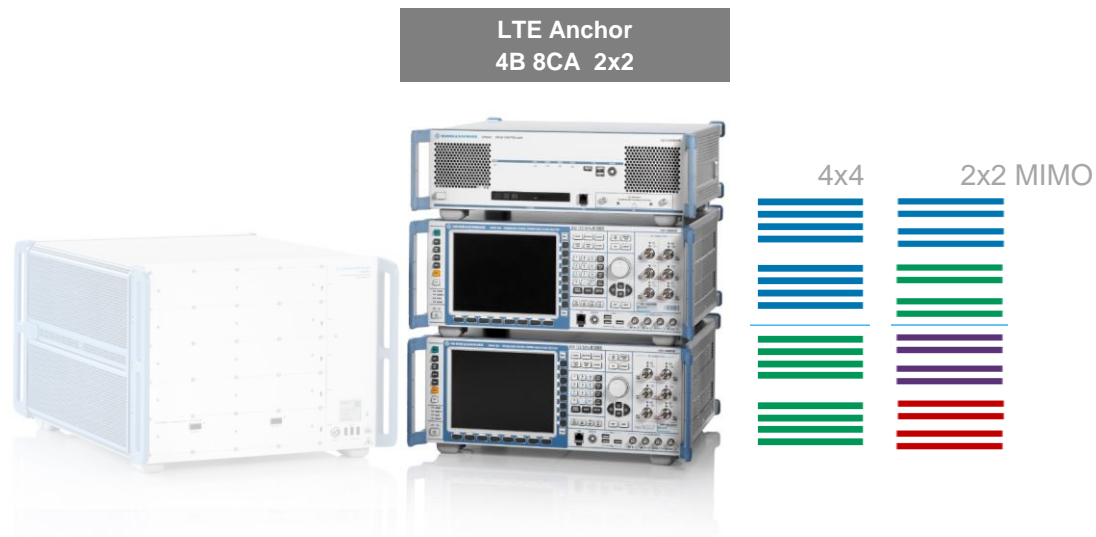
Свойства LTE-A

- 4CA MIMO 2x2 смежные в 2 диапазонах
- 2CA MIMO 4x4 смежные



СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR – РАСШИРЕННАЯ УСТАНОВКА

Пример использования
предыдущей LTE



Свойства LTE-A

- 8CA MIMO 2x2 смежные в 4 диапазонах
- 4CA MIMO 4x4 смежные в 2 диапазонах

CMX500 – СПОСОБ ОБНОВЛЕНИЯ АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДО 5G NR FR2

Аппаратное
обеспечение

CMX-PB70B Основной модуль



R&S CMX500



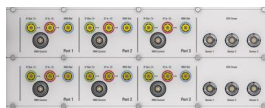
AU CMX-B200A



AU CMX-B200A

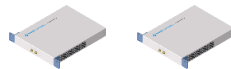


PU CMX-B300A



Интерфейсная плата CMX-U500A

Интерфейсная плата CMX-U500A



2x RRH CMXHEAD



CMX-PB70B Основной модуль

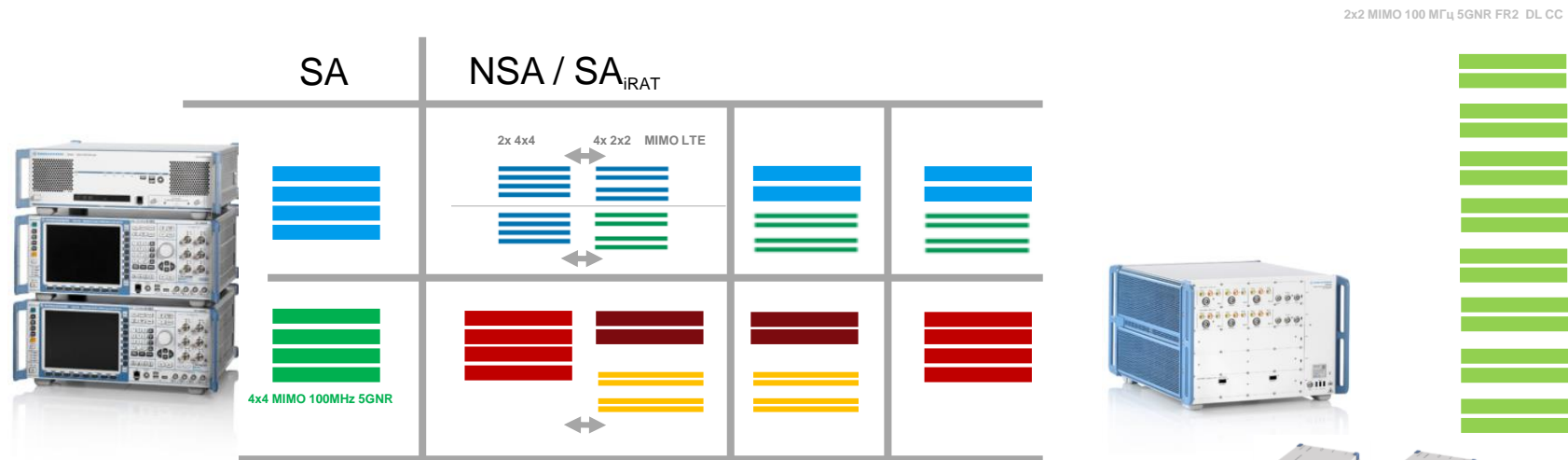


Функциональность

Нужна базовая конфигурация CMX500 для Sub6 FR1 4x4 MIMO и как основа для мм-волн

Две интерфейсные платы и RRH для мм-волн MIMO2x2

CMWFLEXX С РАСШИРЕНИЕМ CMX500 - FR1/FR2 SA/NSA

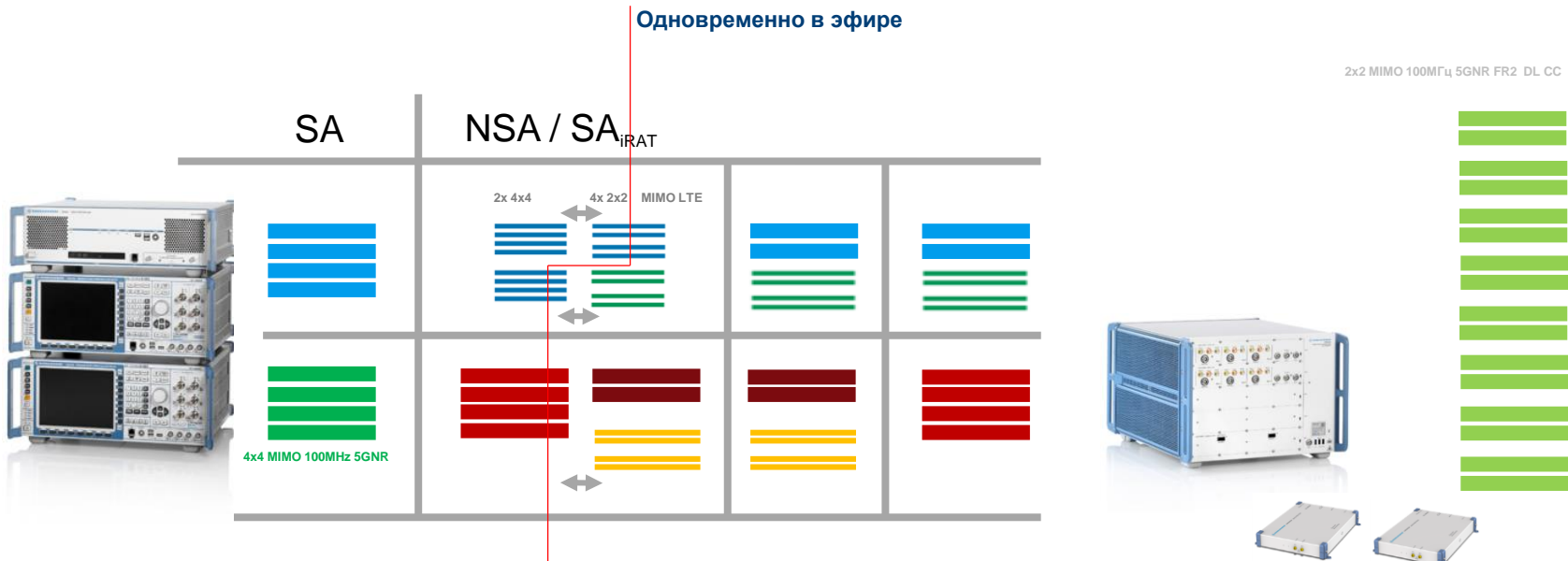


↔ взаимозаменяемый

■ Один цвет = 1 диапазон

- До 16 слоев NR. В режиме SA FR1 и FR2 должны быть сбалансированы во всех 16 слоях
- 16 слоев с преимущественно DL-ориентированными сценариями

CMWFLEXX С РАСШИРЕНИЕМ CMX500 - FR1/FR2 SA/NSA



↔ взаимозаменяемый ■ Один цвет = 1 диапазон

- До 16 слоев NR. В режиме SA FR1 и FR2 должны быть сбалансированы во всех 16 слоях
- 16 слоев с преимущественно DL-ориентированными сценариями

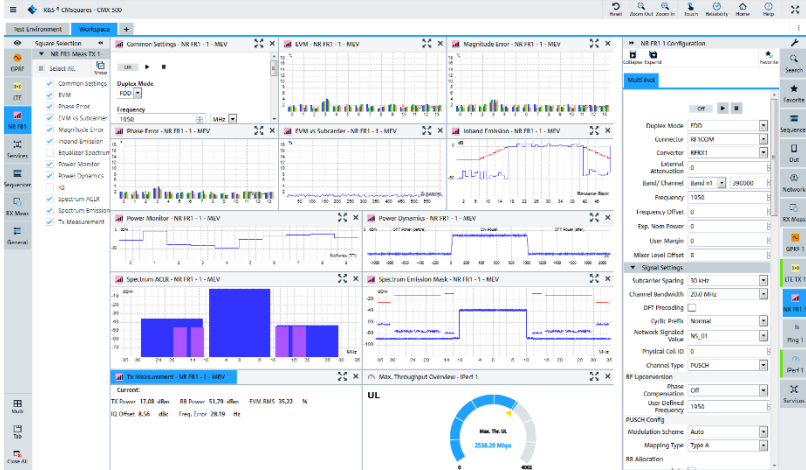
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕСТЕРА R&S CMX500



CMsquares

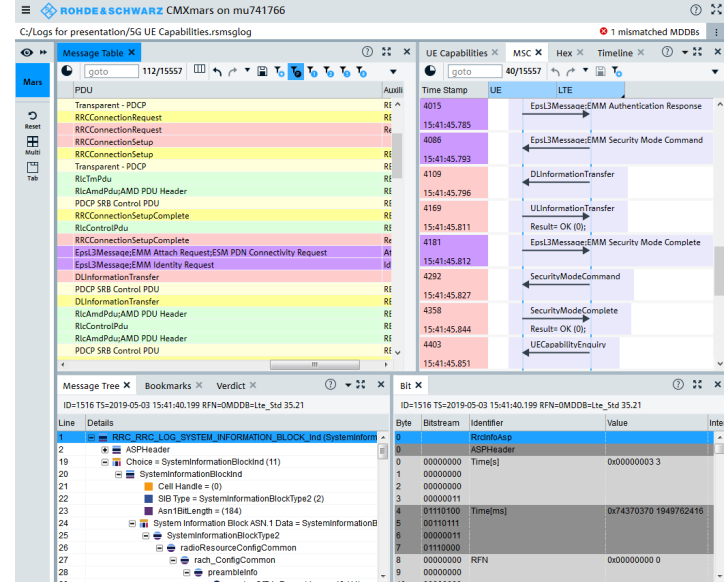
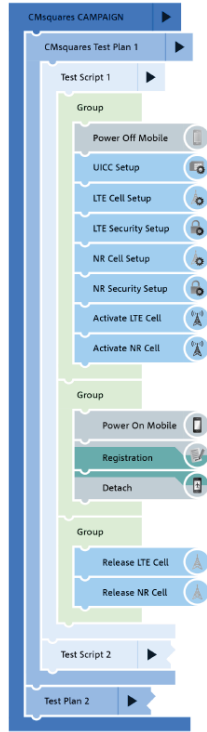
Здесь проводятся измерения

R&S CMX500 – CMsQUARES ИНСТРУМЕНТАРИЙ ДЛЯ НИОКР



Интерактивный режим
(Callbox)

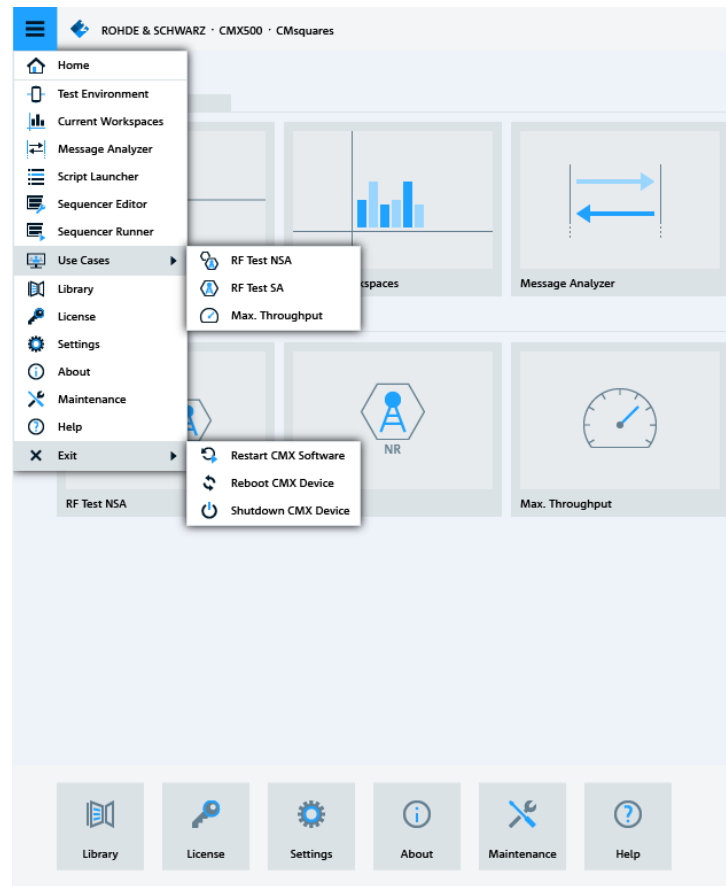
Генератор последовательностей



Анализатор протоколов

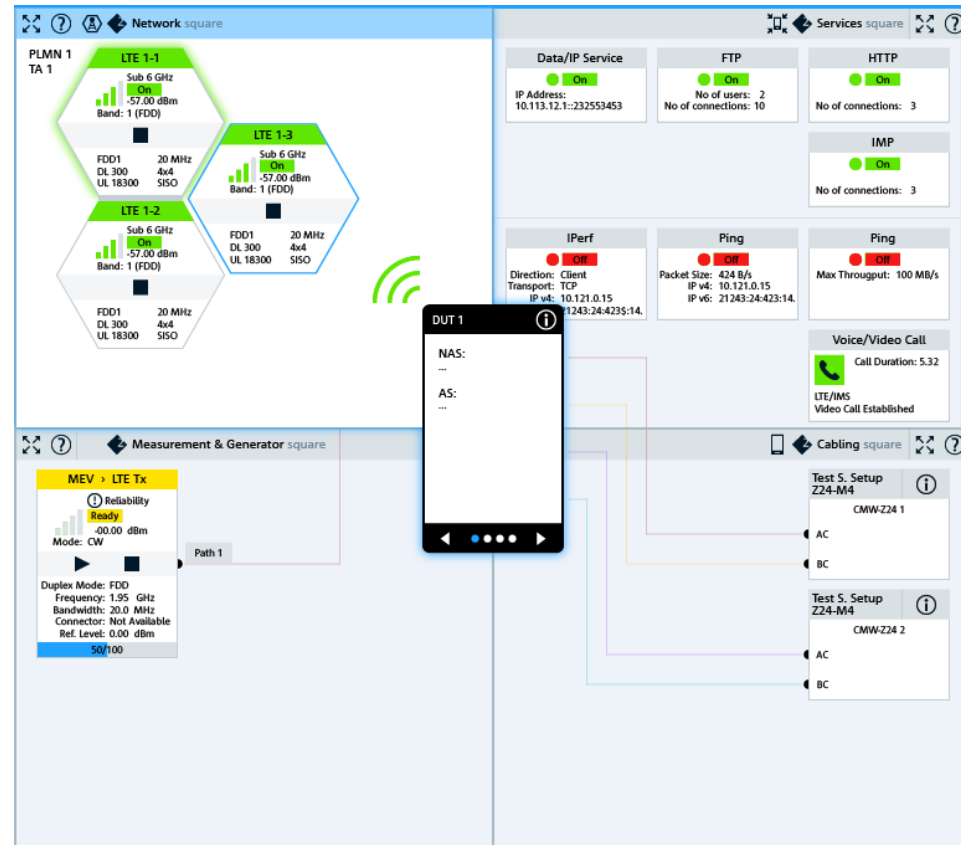
CMsQUARES – ГЛАВНОЕ МЕНЮ

- ▶ Стиль приборной панели
- ▶ Простая точка входа для всех пользователей
- ▶ Доступ ко всем типам приложений
 - Интерактивный режим
 - Генератор последовательностей
 - CMXmars
- ▶ Легкий доступ к Менеджеру установки
- ▶ Выбор варианта использования (например, режим NSA)
- ▶ Пользовательские панели
- ▶ Настройки, лицензии, библиотеки, самотестирование...



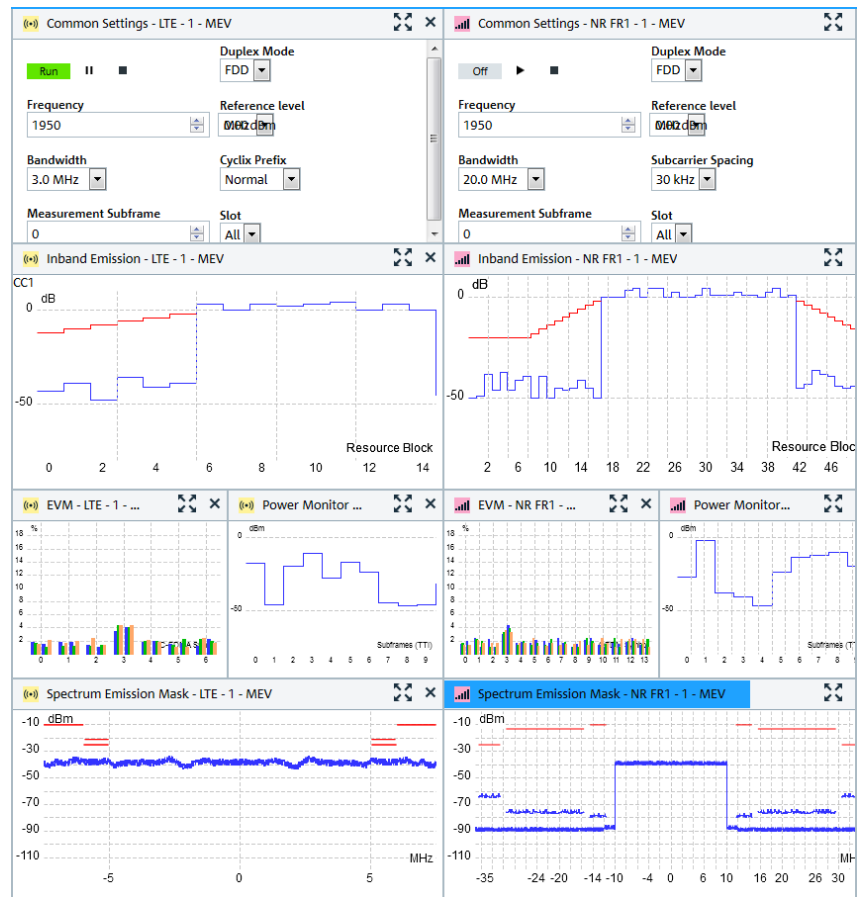
CM SQUARES – ТЕСТОВОЕ ОКРУЖЕНИЕ

- ▶ Расположение **настроек конфигурации**
- ▶ Быстрый доступ к сети, сервисам (например IP), измерениям и монтажным соединениям
- ▶ ИУ-ориентированный подход
- ▶ В центре располагается испытуемое устройство
- ▶ Исчерпывающее управление ИУ
 - Возможности пользовательского терминала
 - Монтажные соединения (с фотографией)
 - Автоматизация



CMSQUARES – РАБОЧИЕ ОБЛАСТИ

- ▶ Расположение **измерений**
- ▶ Простое смешивание любых типов измерений
- ▶ → единый пользовательский опыт
- ▶ Примеры:
 - Измерение параметров передатчика с IP
 - Измерения LTE с NR
 - Добавить управление работой генератора последовательностей
 - Добавить управление ИУ
 - Сохраняйте контроль над состоянием сети



CM SQUARES – CM XMARS

- ▶ Расположения **отслеживания сообщений**
- ▶ Развитие хорошо известного CMWmars
- ▶ Онлайн-режим и офлайн-анализ
- ▶ Хорошо известная цветовая схема CMWmars
- ▶ Работает одновременно во всех приложениях
 - Интерактивный (например, ВЧ-испытания)
 - Генератор последовательностей (GUI)
 - Генератор последовательностей (сценарий – XLAPI Python)

The screenshot displays the Rohde & Schwarz CMXmars interface. The top window shows a 'Message Table' with a list of protocol messages such as 'Transparent - PDCP', 'RRCConnectionRequest', and 'RRCConnectionSetup'. The middle window shows a 'UE Capabilities' timeline with messages like 'EpsL3Message:EMM Authentication Response' and 'EpsL3Message:EMM Security Mode Command'. The bottom window shows a 'Message Tree' for the selected message, detailing its structure with fields like 'ASPHHeader', 'Choice = SystemInformationBlockKind', and 'SystemInformationBlockKind'.

CMsQUARES – CMxMARS

► Дополнительные преимущества:

- Возможности NR UE уже здесь!!!!
- Просмотр истории для 5G
- Сравнение

► Будущие возможности

- Смешивание панелей CMxmars с любыми другими измерениями
- Непосредственный импорт кривых UE (TBD)

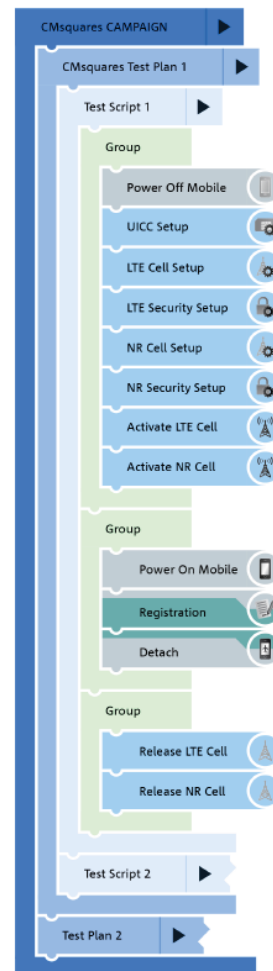
The image displays two screenshots of the CMxMARS software interface. The top screenshot shows the 'UE Capabilities' panel, which is organized into a tree view. It lists various capabilities for 5G NR (14 items) and LTE (249 items). Under the 5G NR category, 'collection_Bands (1)' is expanded to show 'bandNR_r15 = (78)'. Below that, 'collection_PDCP Parameters and ROHC Profiles (13)' is expanded, listing parameters like 'profile0x0001_r15 = false (0)', 'profile0x0002_r15 = false (0)', and others. The bottom screenshot shows the 'Message Tree' panel, which is split into two columns for comparison. The left column shows a message tree for 'DL_DCCH_Message' with a message ID of c1 (0). The right column shows the same message tree for a different UE, also with a message ID of c1 (0). The comparison highlights differences in the 'rrcConnectionReconfiguration' and 'radioResourceConfigDedicated' sections, such as the 'dedicatedInfoNASList' and 'value' fields.

CMsQUARES – ГЕНЕРАТОР ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

- ▶ Расположение редактора сценариев GUI
- ▶ Расположение редактора компаний

- ▶ Лучшее из CMWrun и CMWcards

- ▶ Набор графических тестовых сценариев для
 - Сигнальных испытаний
 - Испытаний приложения
 - ВЧ-испытаний НИОКР
 - Срок службы аккумулятора / аудио (позднее)



CMsQUARES – ГЕНЕРАТОР ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

▶ Редактор сценариев

- Создание сценариев с помощью блоков
- Цветовое кодирование как в картах
 - Одинаковые значки, одинаковые цветовые переходы
- Условное тестирование (циклы / If... / таймеры)
- Легкий доступ к параметрам BMX

▶ Менеджер кампании

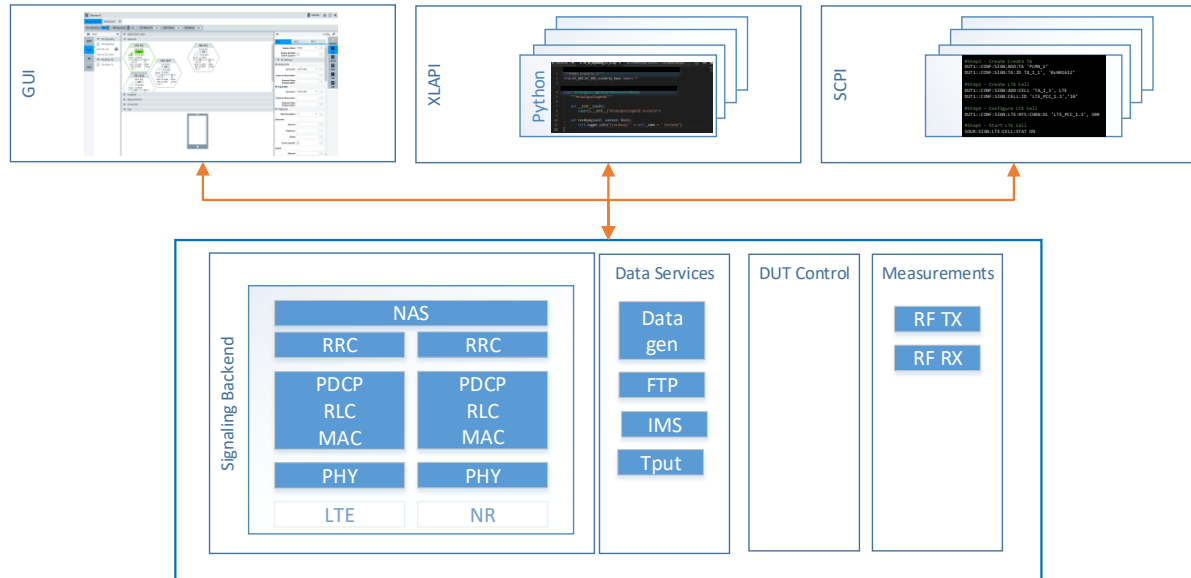
- Выполнение GUI сценариев НИОКР и XLAPI
- Выполнение предварительных аттестационных ВЧ-испытаний
- Выполнение планов/кампаний испытаний
- Передовое управление кампаниями
- Обработка результатов и создание отчетов (как в CMWrun)

The screenshot displays two windows from the CMsquares software. The top window, titled "[CM] Sequencer", shows a hierarchical tree on the left with "Load" expanded to "XLAPI" and "0.3.1", containing two test blocks: "cmx-kf600x" and "cmx-kf601x". The main area shows a sequence of three test blocks: "NR NSA Inter-Rat Measurement reporting", "NR NSA NR SCG addition", and "NR NSA EN-DC capability reporting test script". A "Test Plan" block is also visible, containing the same three test blocks. A pink arrow points to a "Play" button next to the first block in the sequence.

The bottom window, titled "[CM] Result Table", shows a table of test results. The "Live Sig" checkbox is checked. The table has columns for "Script", "Status", "Verdict", "Signaling Log", and "Support Log".

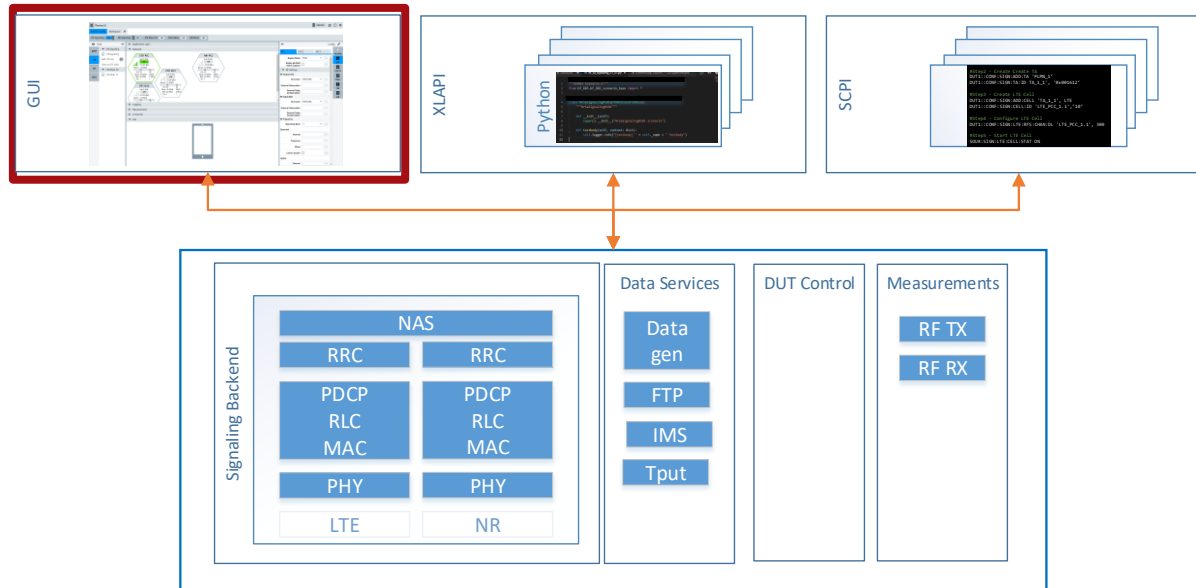
Script	Status	Verdict	Signaling Log	Support Log
CMX-KF600X: XLAPI Hello World (0.3.0+64.g2a04693)	Normal finished	NONE	Open Download	Download
exexecution_parameters List[str] []				
KF600 LTE Attach script	Finalizing		Open Download	Download
exec_params:[]				

СЦЕНАРИИ И ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС GUI СВЯЗАНЫ!



- Графический интерфейс GUI показывает, что настроено в сценарии
- Параметры GUI можно найти в интерфейсе сценариев
- Переходы между GUI и режимом сценариев

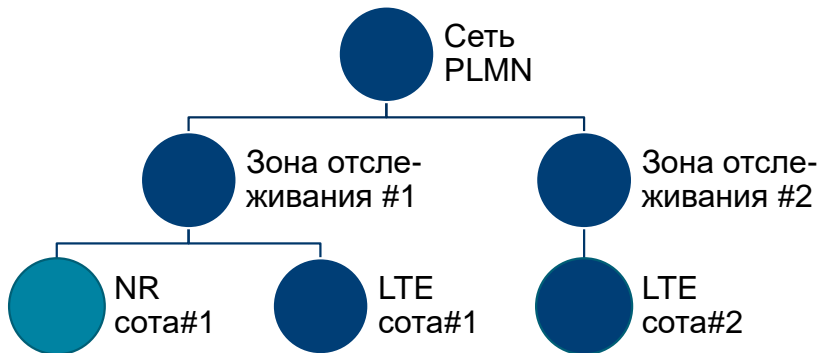
СЦЕНАРИИ И ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС GUI СВЯЗАНЫ!



- Графический интерфейс GUI показывает, что настроено в сценарии
- Параметры GUI можно найти в интерфейсе сценариев
- Переходы между GUI и режимом сценариев

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: НАСТРОЙКА СЕТИ – GUI

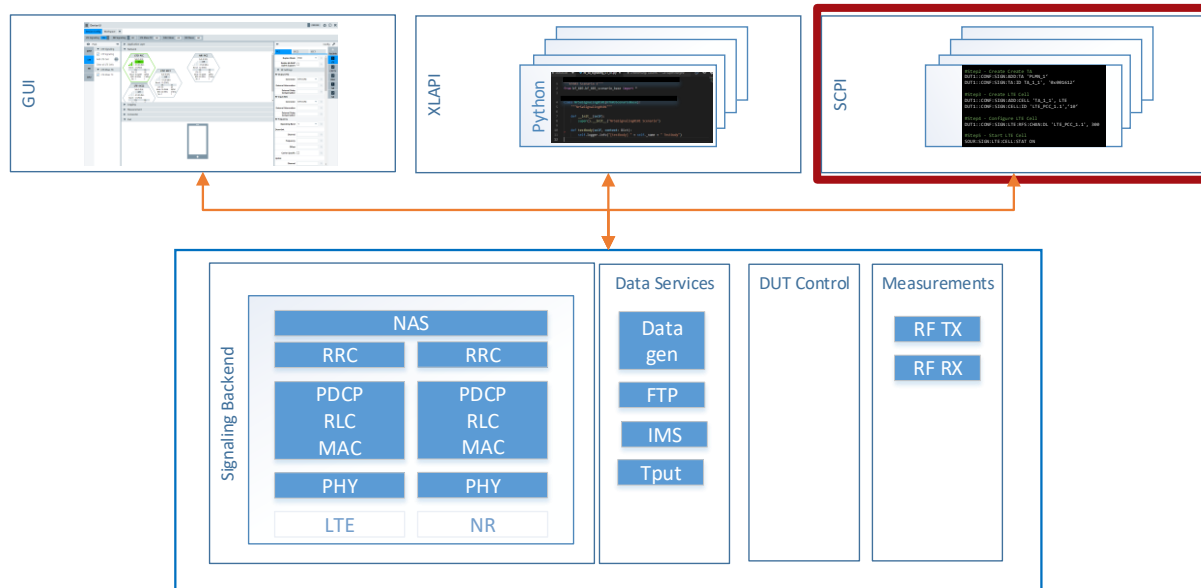
- ▶ Все элементы конфигурации доступны через гибкую топологию сети
- ▶ Доступны осмысленные значения по умолчанию



The screenshot displays the Network square GUI with several panels:

- Network square:** Shows a network topology with three LTE cells (LTE 1-1, LTE 1-2, LTE 1-3) under PLMN 1 TA 1. Each cell is configured with Sub 6 GHz, 20 MHz bandwidth, and 57.00 dBm power. Parameters include DL 300 4x4 SISO and UL 18300 SISO.
- Data/IP Service:** Shows IP Address: 10.113.12.1:232553453.
- FTP:** Shows No of users: 2, No of connections: 10.
- HTTP:** Shows No of connections: 3.
- IMP:** Shows No of connections: 3.
- IPerf:** Shows Direction: Client, Transport: TCP, IP v6: 10.121.0.15, IP v4: 1243.24.4235:14.
- Ping:** Shows Packet Size: 424 B/s, IP v6: 10.121.0.15, IP v4: 21243.24.423:14.
- Voice/Video Call:** Shows Call Duration: 5.32, LTE/IMS, Video Call Established.
- Measurement & Generator square:** Shows MEV + LTE Tx with Reliability Ready, Mode: CW, Duplex Mode: FDD, Frequency: 1.95 GHz, Bandwidth: 20.0 MHz, Connector: Not Available, Ref. Level: 0.00 dBm, and a 50/100 ratio.
- Cabling square:** Shows Test 5. Setup Z24-M4 with CMW-Z24 1 and CMW-Z24 2, and Test 5. Setup Z24-M4 with CMW-Z24 1 and CMW-Z24 2.

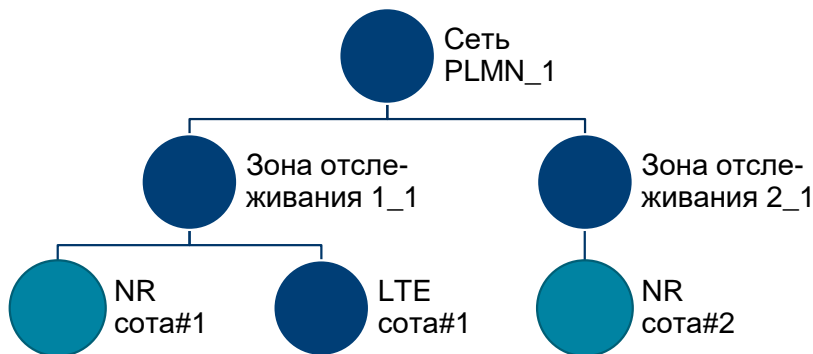
СЦЕНАРИИ И ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС GUI СВЯЗАНЫ!



- Графический интерфейс GUI показывает, что настроено в сценарии
- Параметры GUI можно найти в интерфейсе сценариев
- Переходы между GUI и режимом сценариев

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: НАСТРОЙКА СЕТИ – SCPI

- ▶ Новый набор команд для повышения удобства использования
- ▶ Набор команд с обратной совместимостью все еще будет присутствовать *(необходима некоторая адаптация сигнальных команд)*
- ▶ Абстрагирование от внутренних соединений и аппаратного обеспечения



```
#Шаг1 - создание сети PLMN
DUT1::CONF:SIGN:ADD:PLMN
DUT1::CONF:SIGN:PLMN:ID 'PLMN_1', '0x001326'

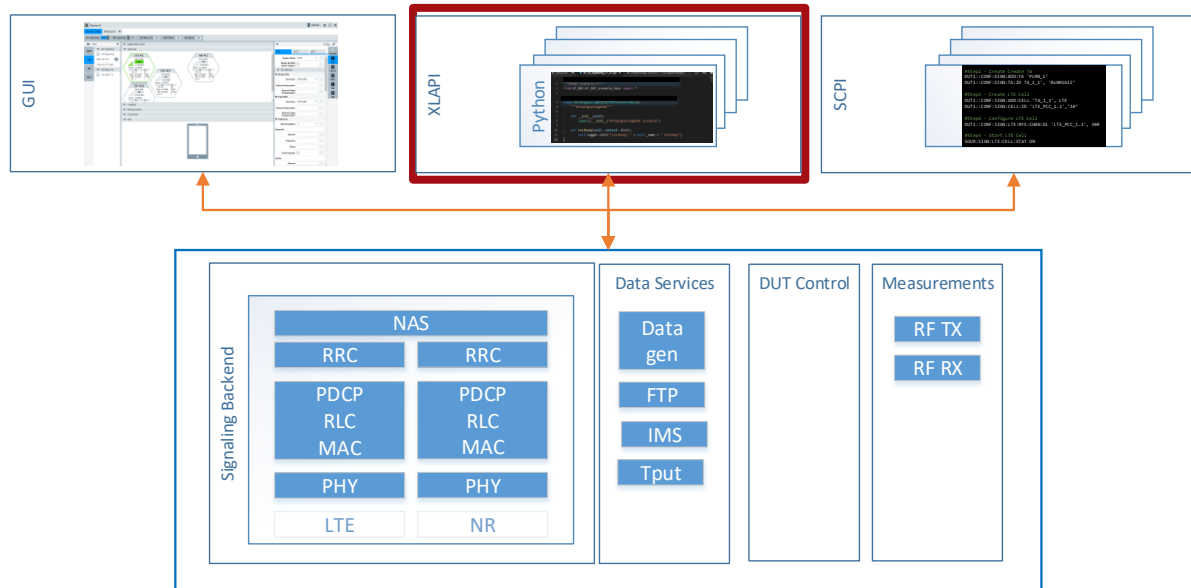
#Шаг2 - создание зоны отслеживания TA
DUT1::CONF:SIGN:ADD:TA 'PLMN_1'
DUT1::CONF:SIGN:TA:ID TA_1_1', '0x001612'

#Шаг3 - создание LTE соты
DUT1::CONF:SIGN:ADD:CELL 'TA_1_1', LTE
DUT1::CONF:SIGN:CELL:ID 'LTE_PCC_1.1', '10'

#Шаг4 - конфигурация LTE соты
DUT1::CONF:SIGN:LTE:RFS:CHAN:DL 'LTE_PCC_1.1', 300

#Шаг5 - запуск LTE соты
SOUR:SIGN:LTE:CELL:STAT ON
```

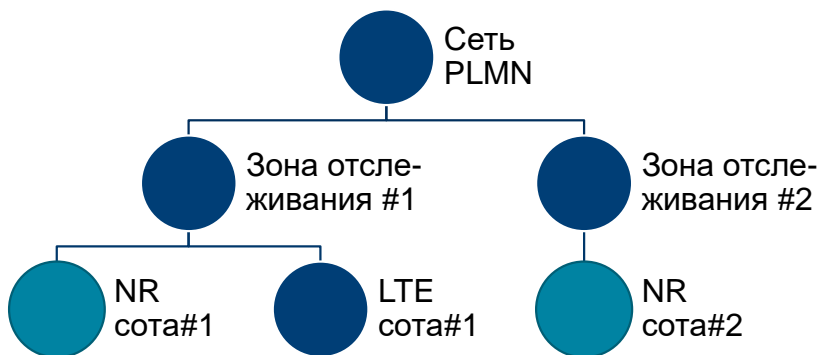
СЦЕНАРИИ И ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС GUI СВЯЗАНЫ!



- Графический интерфейс GUI показывает, что настроено в сценарии
- Параметры GUI можно найти в интерфейсе сценариев
- Переходы между GUI и режимом сценариев

ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: НАСТРОЙКА СЕТИ – XLARI

- ▶ Все элементы конфигурации доступны через иерархию
- ▶ Объекты конфигурации представляют собой классы в Python



- ▶ Объекты могут быть дополнительно инициализированы значениями из файла конфигурации
- ▶ Низкоуровневая конфигурация через тот же интерфейс

```
#Шаг1 - создание службы Core network service
cns = client.getCoreNetworkService()

#Шаг2 - создание сети PLMN
myPlmn = cns.createPlmn(createPlmnReq(mcc="001", mnc="01"))

#Шаг3 - создание зоны отслеживания TA
myTa =
myPlmn.createTrackingArea(createTrackingAreaReq(tac=1))
tac = myTa.tac()

#Шаг4 - конфигурация LTE соты
myLteCell = myTa.createLteCell()

#Шаг5 - конфигурация NR соты
myNrCell = myTa.createNrCell()

#Шаг6 - запуск сот
myLteCell.start()
myNrCell.start()
```


ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС ХЛАРИ

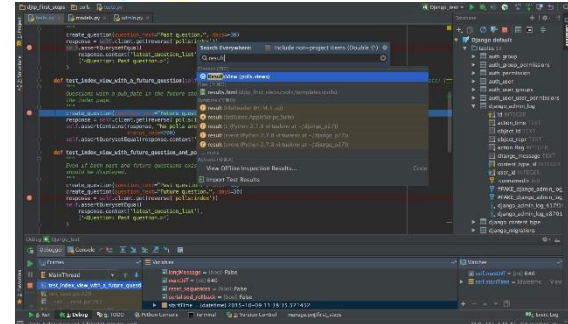


- Легко выучить, легко использовать
- Низкая вероятность ошибок
- Отсутствие сложных средств компиляции
- Доступны мощные бесплатные интегрированные среды разработки (IDE)
- Синтаксические анализаторы в IDE поддерживают автозаполнение и устраняют синтаксические ошибки
- Поддержка интерактивных сценариев
- Множество вспомогательных библиотек

IDE



PyCharm



ОСОБЕННОСТИ XLAPI

Объекты XLAPI повторяют реальную иерархию сетевых объектов

Легко понять

Стиль сценариев настрой \leftrightarrow подпишись и выполни

Структурированный, легко читаемый

Изменение пиринговых сообщений

Детальный пользовательский контроль

Процедуры имеют стандартное поведение

Меньше кода в тестовых сценариях

```
#Шаг1 - создание службы Core network service
cns = client.getCoreNetworkService()

#Шаг2 - создание сети PLMN
myPlmn = cns.createPlmn(createPlmnReq(mcc="001",
mnc="01"))

#Шаг3 - создание зоны отслеживания TA
myTa =
myPlmn.createTrackingArea(createTrackingAreaReq(tac=1))
tac = myTa.tac()

#Шаг4 - конфигурация LTE соты
myLteCell = myTa.createLteCell()

#Шаг4 - конфигурация NR соты
myNrCell = myTa.createNrCell()

#Шаг6 - запуск сот
myLteCell.start()
myNrCell.start()
```

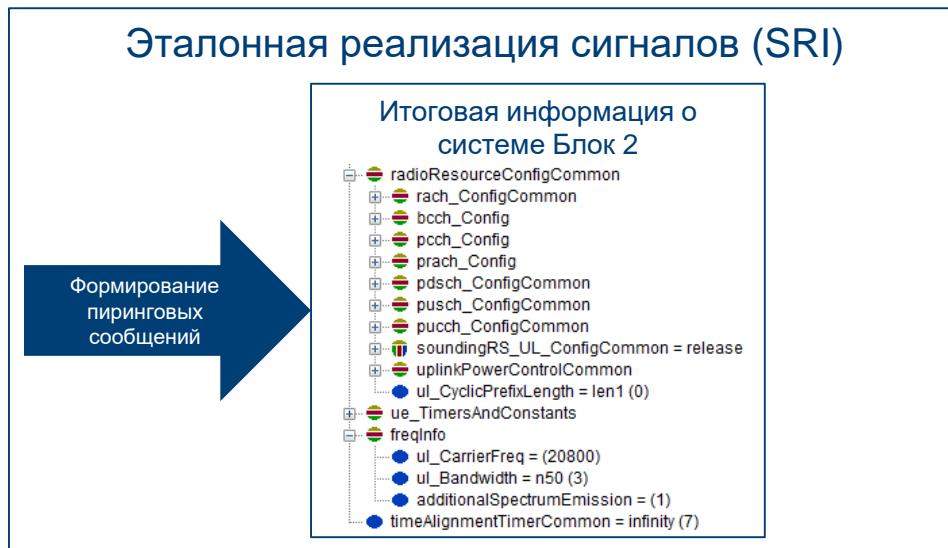
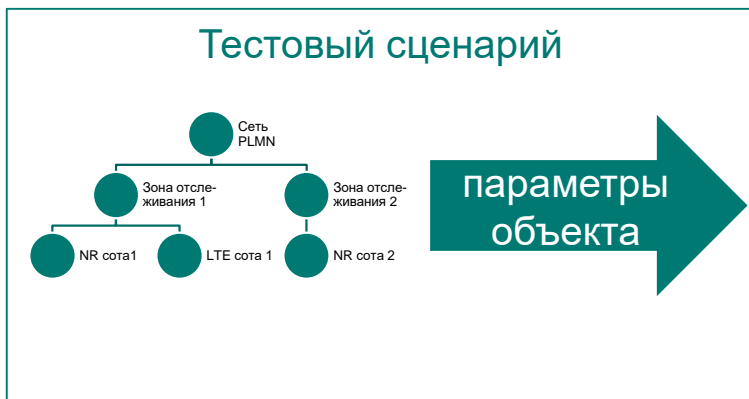
ПРИМЕР АВТОЗАПОЛНЕНИЯ

► XLRPI использует тип подсказок Python 3

```
37         = plmn.CreateTrackingArea(createTrackingAreaRequest(1))
38
39         #Step3 - Create LTE Cell
40         ta.
41         CreateLteCell
42         DeleteLteCell
43         GetLteCell
44         if __name__ GetResourceName
45         Scenari GetT3412
         GetTAC
         ListLteCells
         resource_name
         SetT3412
         SetTAC
         _rpc_client
         __class__
```

ПИРИНГОВЫЕ СООБЩЕНИЯ

- Сценарий конфигурирует параметры объекта, пиринговые сообщения формируются автоматически в сигнальном сервере



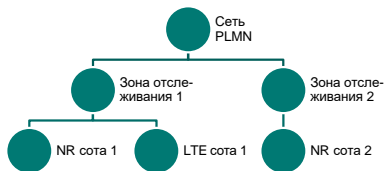
- Пример: сота LTE настраивается на полосу 10 МГц → в области SIB2 для IE freqInfo.ul_Bandwidth устанавливается значение 'n50'

ФУНКЦИЯ МОДИФИКАЦИИ ПИРИНГОВЫХ СООБЩЕНИЙ (MMF)

Для продвинутых пользователей

- Модификации пиринговых сообщений применяются в то время, когда сигнальный сервер отправляет сообщение

Тестовый сценарий



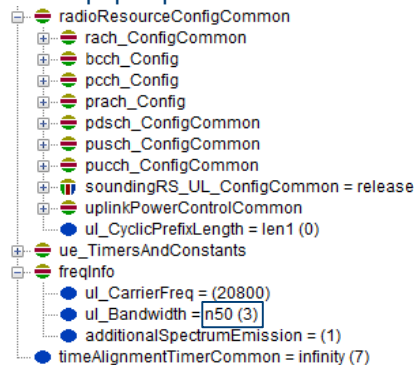
параметры объекта

правило модификации пирингового сообщения

`Sib2.freqInfo.ul_Bandwidth.value = n75`

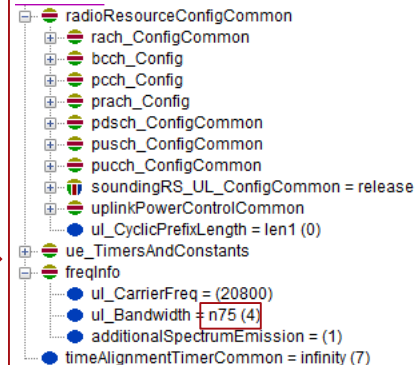
Эталонная реализация сигналов (SRI)

сформированное SIB 2



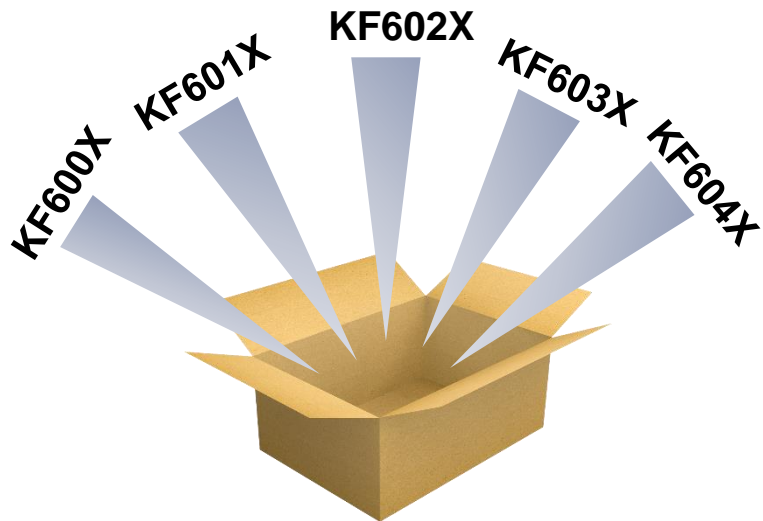
измен. сообщ.

результующее SIB 2 после модификации



- Пример: ячейка LTE настраивается на полосу 10 МГц → В области SIB2 для IE freqInfo.ul_Bandwidth будет установлено значение 'n50'. Пользователь переопределил настройку на 'n75'.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ xLAPI



Пакет

Примеры сценариев NR и примеры использования xLAPI

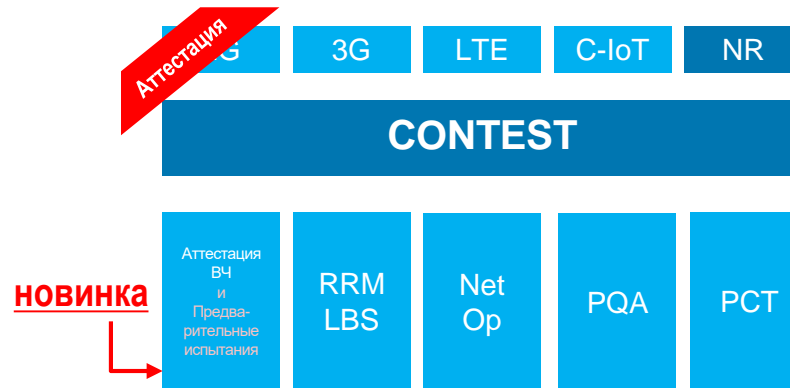
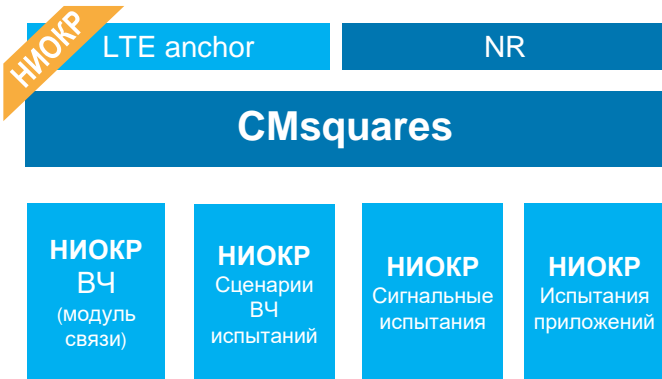
Сценарии верификации NR L3

Верификации PHY и L2

Сигнальные сценарии 5G NR SA

Мобильность 5G NR SA

CM SQUARES И CONTEST



CMSQUARES – VMX ОТОБРАЖЕНИЕ (ПРИМЕР: ГЕНЕРАТОР ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ)

The screenshot displays the CMX500 Sequencer interface for an LTE-00 Registration test. The main window is titled "NR-00 NSA Registration" and contains a sequence of test steps: Preamble, Power Off Mobile, UICC Setup, LTE Cell Setup, LTE Security Setup, NR Cell Setup, NR Security Setup, Activate LTE Cell, Activate NR Cell, Test (Power On Mobile, Registration, Detach), and Postamble (Release LTE Cell, Release NR Cell). The "Message Tree" pane shows a sequence of messages: 7 DL Information Transfer, 8 UL Information Transfer, 9 EMM Identity Response, 10 EMM Authentication Request, 11 DL Information Transfer, 12 UL Information Transfer, 13 EMM Authentication Response, 14 EMM Security Mode Command, and 15 DL Information Transfer. The "Details" pane shows the structure of the 14 EMM Security Mode Command message, including fields like "No Security Protected NAS Message", "Message Type = EMM Security Mode Command (S)", "Cause = EMMRegistrationModeCommand", "EMM Security Mode Command", "EPS NAS Security algorithm", "Spore half octet = (S)", "EPS NAS Key Set Identifier (KSI) (V)", "US Security Capability (U)", "Length = (L)", and "US Security Capability Octet 3". The right-hand pane shows configuration parameters for the LTE Cell, including "Additional TAC", "M-TMSI", "Security", "Attach Type", "Transmission Mode", "Frequency Band parameters", "Data radio bearer parameters", "RLC Mode", "Header Compression", "Access Point Naming", "User Defined APN", "Access Point Name", "Request IMEI", "RRC Connection Request Timeout", "Wait for RRC Connect Request", "Ignore Messages", and "Ignore RRC Connect Request".

Базовые сигналы

Сигналы среднего уровня

Экспертные сигналы

CMsQUARES - КАКАЯ ЛИЦЕНЗИЯ ПОДХОДИТ?

Соответствует текущему модулю связи базовых сигналов

- Основные ВЧ параметры (3GPP)
- CMWrun базовые сигналы
- Простые E2E испытания,
- GO/NO-GO

CMX-KS600B

Базовые сигналы
NR набор функций1

Базовые сигналы

Соответствует модулю связи расширенных сигналов или CMWcards

- Расширенный набор ВЧ параметров
- CMWrun расширенные сигналы + замирание
- Испытания E2E (KAA21, макс. TP, замирание TP)

CMX-KS600M

Сигналы среднего уровня
NR набор функций1

Сигналы среднего
уровня

Соответствует PT, актуальной расширенной версии CMWcards

- Проверка функций сигналов НИОКР, MLAPI, PCT, RCT

CMX-KS600X

Экспертные сигналы
NR набор функций1

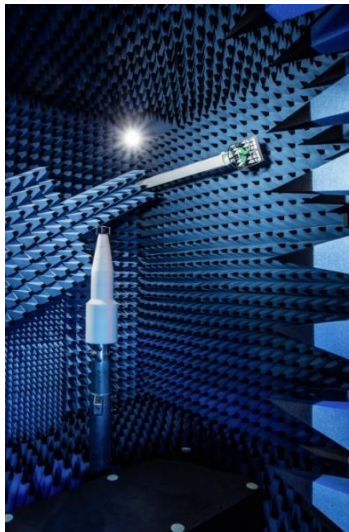
Экспертные сигналы

КАМЕРЫ КОМПАНИИ R&S ДЛЯ ОТА-ИСПЫТАНИЙ

РЕШЕНИЯ R&S ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ: ДИАПАЗОН 5G ОТА ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ UE

UE FR1 СТИА и НИОКР FR2

- Широчайшая полоса
- Максимальная гибкость



WPTC

Аттестация FR2 UE и СТИА

- Тихая зона 30 см
- RFCT, PCT, RRM



ATS1800C

НИОКР по микросхемам и антеннам FR2

- Быстрая, точная, компактная
- Тепловые 3-D испытания



ATS1000

НИОКР UE FR2

- Тихая зона 20 см
- Экономичная
- Монтируется в стойку



ATS800R

Производство и НИОКР FR2

- Гибкие возможности для испытаний
- Монтируется в стойку



CMQ200/500

ОБЗОР КАМЕР R&S ДЛЯ ОТА-ИСПЫТАНИЙ УСТРОЙСТВ

	ATS1800	ATS1000	ATS800R	ATS800B	CMQ200/500
					
Применение	Соответствие характеристик ДН при НИОКР	НИОКР / предварительные испытания	НИОКР	Настольное, НИОКР	НИОКР / регрессия предвар./ производств. испытания
Тип	IFF (непрямая ДЗ)	DFF (прямая ДЗ)	IFF (непрямая ДЗ)	IFF (непрямая ДЗ)	DFF (прямая ДЗ)
Диапазон частот	18 - 87 ГГц	18 - 87 ГГц	20 - 50 ГГц	20 - 50 ГГц	20 - 77 ГГц (ниже 6 ГГц – 77 ГГц)
Основные особенности	Тихая зона 30 см Подходит для крупногабаритных ИУ	Быстродействие Точность Тепловые 3-D испытания	Экономичность Тихая зона 20 см	Экономичность Тихая зона 20 см	Эффективное испытание большого числа устройств

ЭКРАНИРУЮЩИЙ БОКС R&S CMQ200, ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Готов к 5G и дополнительным технологиям → диапазон частот от 20 до 77 ГГц

Уменьшенная площадь основания → подходит для 19" стоек

Масштабируемость для нескольких ИУ → умные устройства, CPE, RFIC, прототипы

Гибкость для НИОКР и производства → ручная или автоматическая загрузка

Надежность на миллионы циклов → прочная, хорошо известная конструкция, концепция выдвигаемого ящика

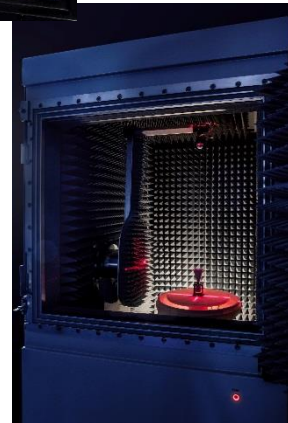
Интегрированное решение с радиокommunikационными тестерами для оптимальной точности + повторяемость + простота эксплуатации

Перспективность → безопасные инвестиции благодаря гибкой концепции платформы



РЕШЕНИЯ R&S ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ATS-TEMP

- ▶ Определение характеристик 5G антенн, включая температурные параметры
- ▶ Испытание на экстремальные температуры от -40°C до 85°C (EIRP) и от -20°C до 55°C (TRP)
- ▶ Быстрые и точные трехмерные измерения благодаря инновационной концепции позиционера
- ▶ Измерения в дальней зоне в компактной измерительной установке
- ▶ ВЧ параметры + температурные испытания в одной измерительной установке



ATS-TEMP



ATS1000 без температурного решения

R&S CMX500

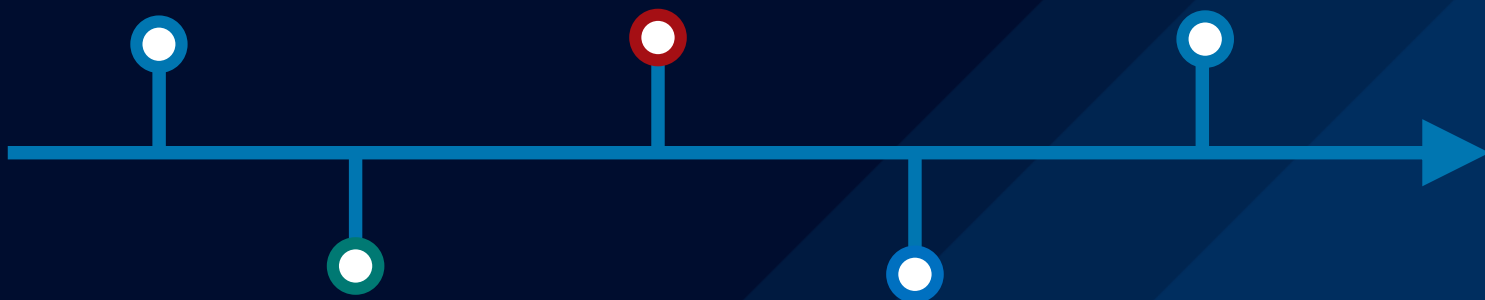
- ▶ Выставка MWC 2019
Установка для
сигнальных испытаний
5G NR FR1 (ниже 6 ГГц) и
FR2 (мм-волны)





R&S CMX500

- ▶ Выставка MWC 2019
Установка для сигнальных испытаний 5G NR FR1 (ниже 6 ГГц) и FR2 (мм-волны)



ДОРОЖНАЯ КАРТА ДОБАВЛЕНИЯ ПОДДЕРЖКИ ФУНКЦИЙ 5G NR ДЛЯ ТЕСТЕРА R&S CMX500

**LTE: официально
поддерживается
тестером CMW500**

Функция LTE модема	Описание
Агрегация несущих	8 DL CA / 4 UL CA, FDD+TDD CA
MIMO высокого порядка	MIMO 8x2, MIMO 8x4, MIMO 4x4
Модуляция высокого порядка	DL 256 QAM, UL 64 QAM, UL 256 QAM*, DL 1024 QAM
Скорости передачи данных	До 2 Гб/с DL (CA + DL MIMO4x4/DL 256 QAM)
HetNet	feICIC, DL CoMP (TM10), UL CoMP
LTE + WIFI	LTE/разгрузка WIFI, LTE-U (CSAT), LAA
C-IoT	UE Cat. 0/1, eMTC (Cat-M1), NB-IoT (Cat-NB1, Cat-NB2)
V2X, D2D	Обнаружение и связь D2D, V2X вне зоны покрытия TM4
Другое	eMBMS, ePDCCH, двойная взаимосвязь, Multi-SIM
Голос	VoiceWIFI, hVoLTE, кодек EVS

*) вплоть до MCS 25

СИГНАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ 5G FR1 - ДОСТУПНЫ



Sub6G FR1

NSA вариант 3

- Полоса несущей 100/20/40/60 МГц
- Отправная точка декабрь 2018 г.
- 30 кГц SCS
- DL MIMO 2x2



Измерения приемопередатчиков

- Основные измерения приемников
- MAC TP-измерения
- 3GPP п/п предв. EN_DC /
- Вариант 2
- Поддержка FDD /15 кГц



Аппаратное обеспечение FR2

- Интеграция интерфейсной платы в CMX
- Выносные радиоблоки
- CMQ



Измерения/UI

- xLAPI – сигнальные испытания
- Интерактивный режим / SCPI
- Измерения передатчиков
- Поддержка данных e2e 1 Гб/с
- Анализ сообщений



Дополнительные функции NR

- DL MIMO 4x4
- **e2e TP 1.8 Гб/с**
- Измерения передатчиков UL/DL TPC



Дополнительные ВЧ испытания

- OCNG
- Планирование изменения параметров во время соединения



SA вариант 2

- Регистрация SA



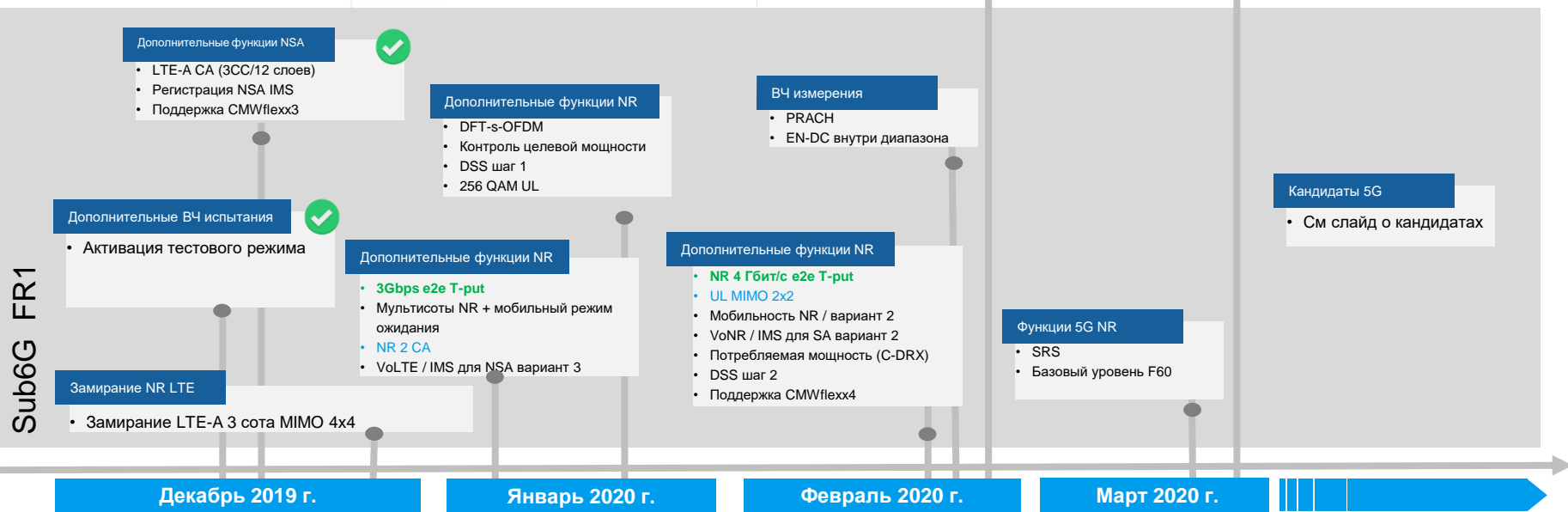
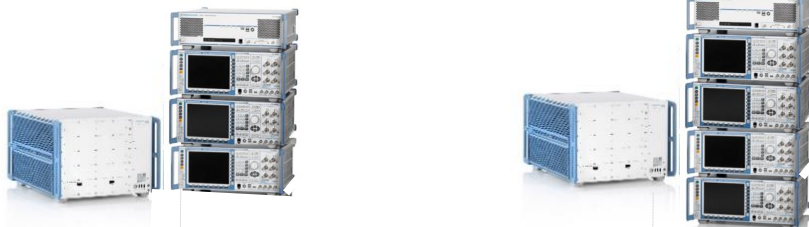
Замирание NR

- Замирание 1CC NR DL MIMO 4x4



доступно в 2019 г.

СИГНАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ 5G FR1



СИГНАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ 5G FR2 – ДОРОЖНАЯ КАРТА



Необходим новый активатор набора функций – CMX-KS610