

# 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 радиокоммуникационных 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

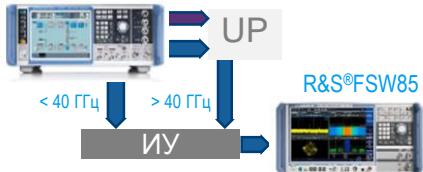


- ▶ R&S вкладывает огромные средства в техническую поддержку своих клиентов
  - ▶ Стабильный коллектив лучших сервисных инженеров для удаленной и локальной поддержки
  - ▶ Высокоэффективные технические тренинги и материалы (электронные книги, плакаты и т. д.), предоставляемые на месте

# 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: 5ГГц 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 Px, аудио и т.д.)
- Испытания ВЧ, RRM, соответствия протоколу и работы в сети

- Производство
- Техническое обслуживание / ремонт

Тестирование устройств 5G NR в несигнальном режиме



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

R&S®CMW500



## 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 (ZNB)

## Эфирные (OTA) испытания

- Экранированные боксы, антенны мм-диапазона

- Камеры под любые требования: НИОКР, аттестация, CTIA  
Прямая дальняя зона (DFZ)  
Непрямая дальняя зона (IFF)  
Ближняя зона - дальняя зона

- Решения CATR, использующие высококачественный прецизионный рефлектор, рупорный облучатель, позиционер



R&S®CMQ200/500



R&S®WPTC



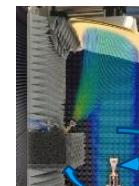
R&S®ATS800R



R&S®ATS1xxxx



R&S®ATS1000A



R&S®ATS1800C

## Тестирование компонентов

R&S®ZVA

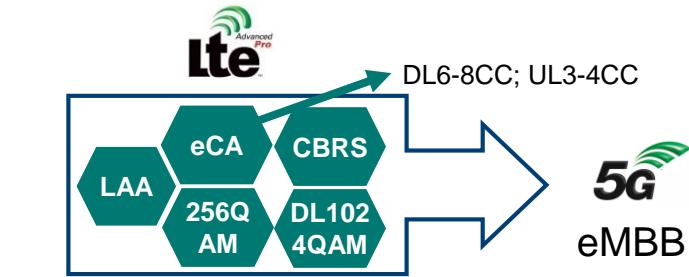


Анализатор цепей

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

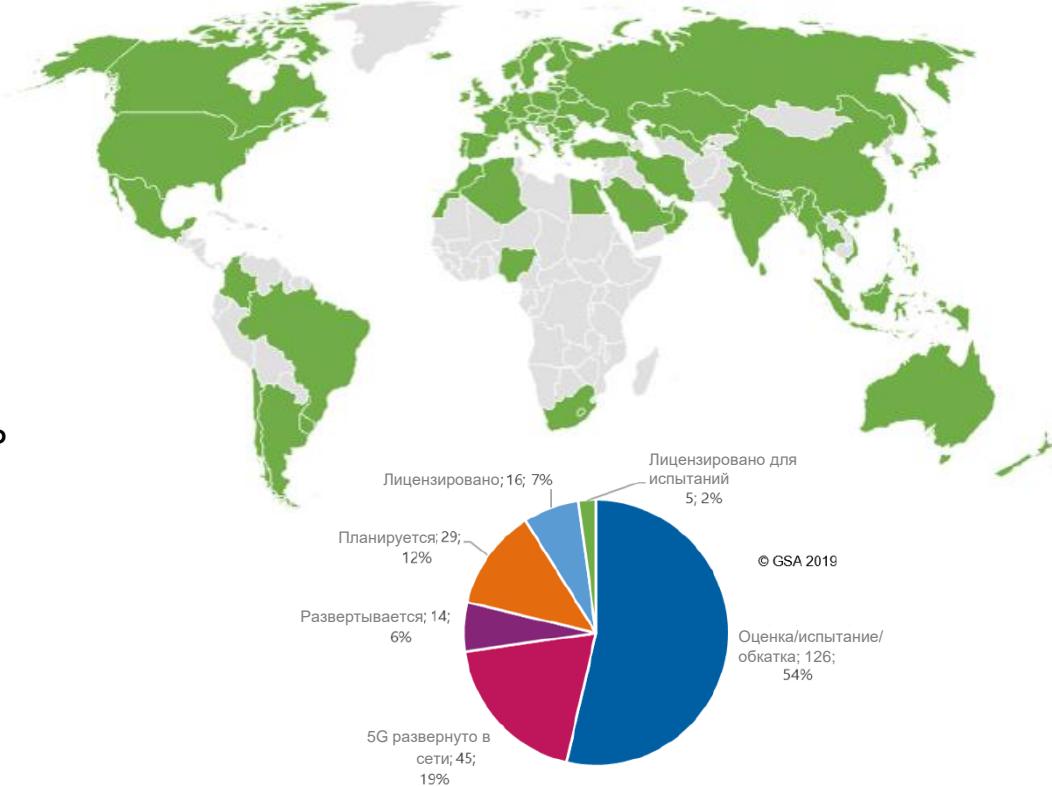
# LTE – это важная составляющая 5G NR

- ▶ 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 3СС -> 5СС 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

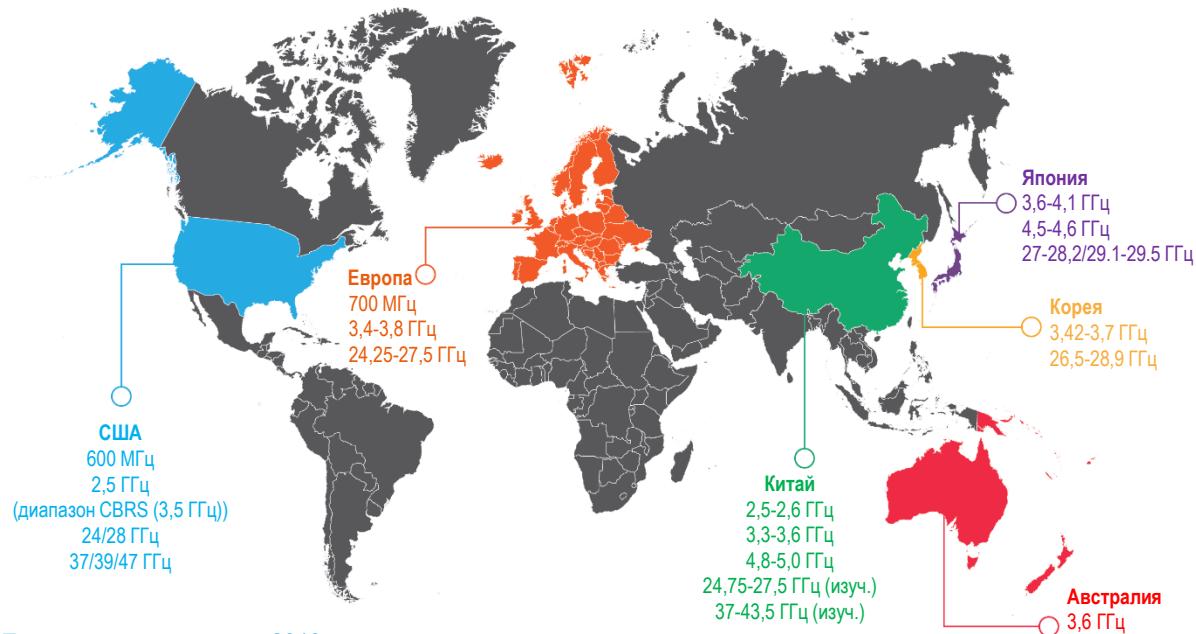
зарезервированные номера 257-512

	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

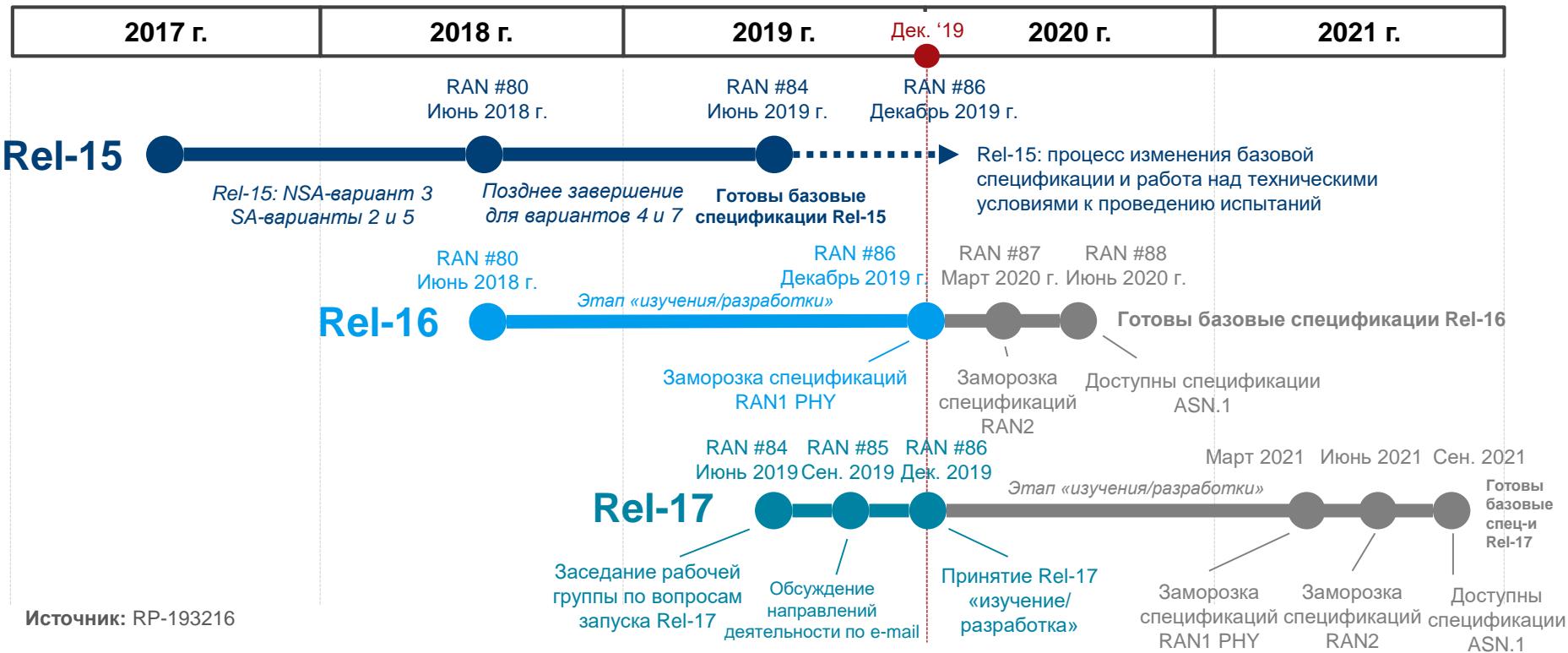
	Нисходящий	Восходящий
...	...	...
n77	3,3 – 4,2 ГГц	3,3 – 4,2 ГГц
n78	3,3 – 3,8 ГГц	3,3 – 3,8 ГГц
n79	4,4 – 5,0 ГГц	4,4 – 5,0 ГГц
...	...	...



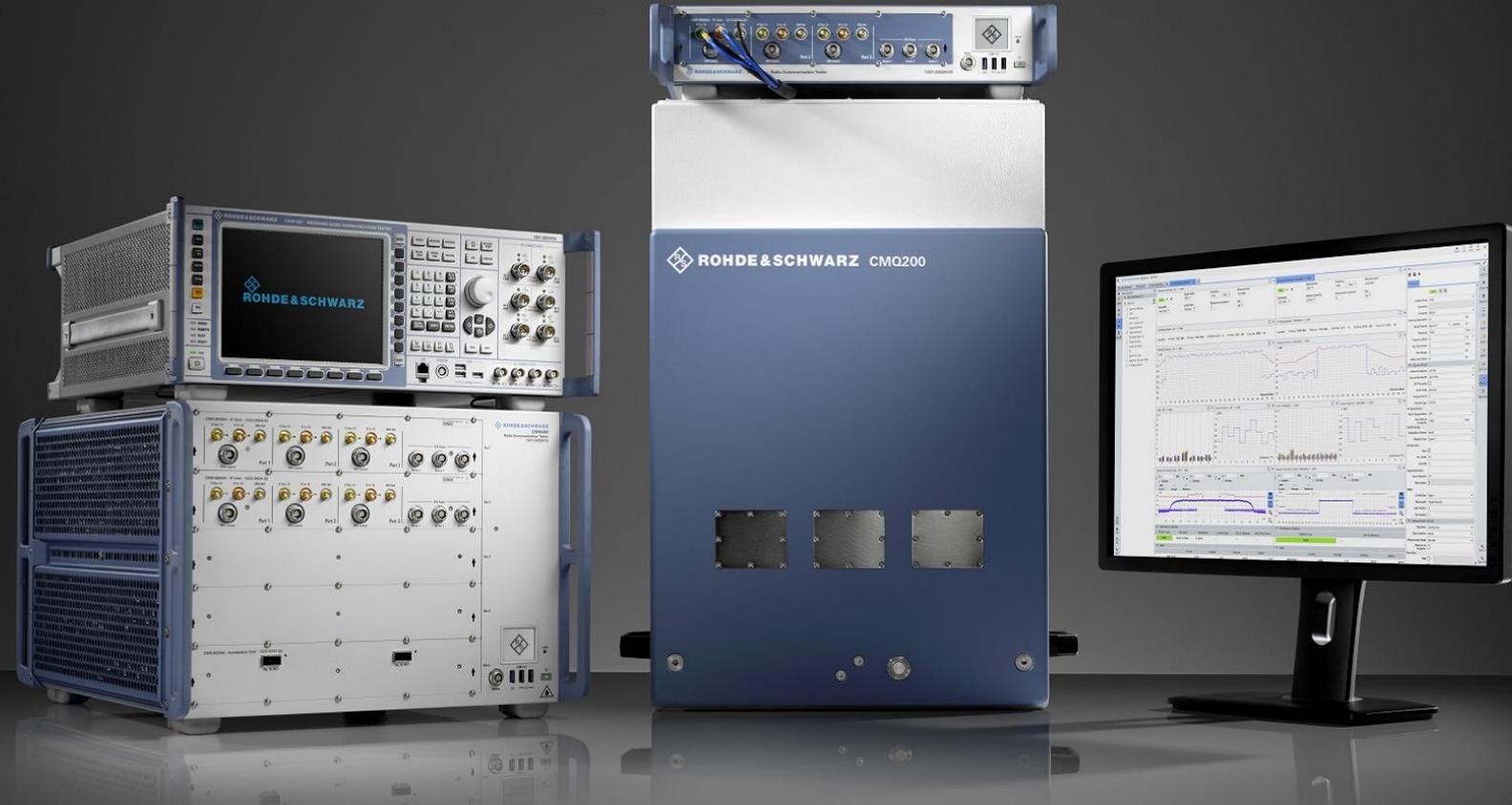
По состоянию на апрель 2019 г.

# ОБЗОР СТАНДАРТОВ 3GPP RAN

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



# РЕШЕНИЯ R&S ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНОЛОГИИ 5G NR



Сигнальные тесты 5G NR с помощью CMX500

# РЕШЕНИЯ R&S ДЛЯ ЭФИРНЫХ (OTA) ИСПЫТАНИЙ

WPTC



ATS1000



ATS800R



ATS1800C



CMQ200/500



# ОБНОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ 5G

# АССОРТИМЕНТ РАДИОКОММУНИКАЦИОННЫХ NR ТЕСТЕРОВ КОМПАНИИ R&S

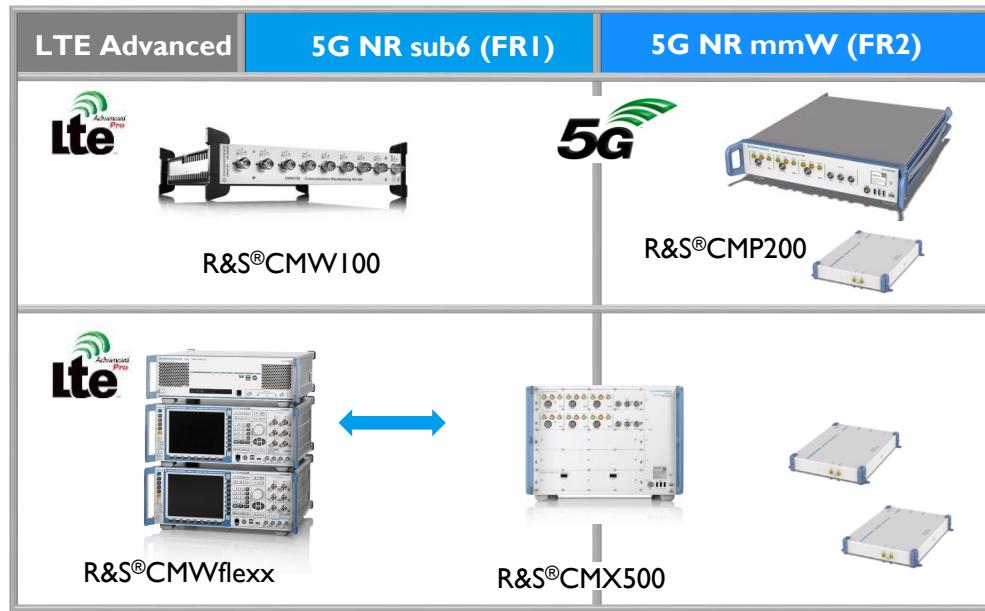
# РЕШЕНИЯ R&S ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ТЕХНОЛОГИИ 5G NR



Сигнальные тесты 5G NR с помощью CMX500

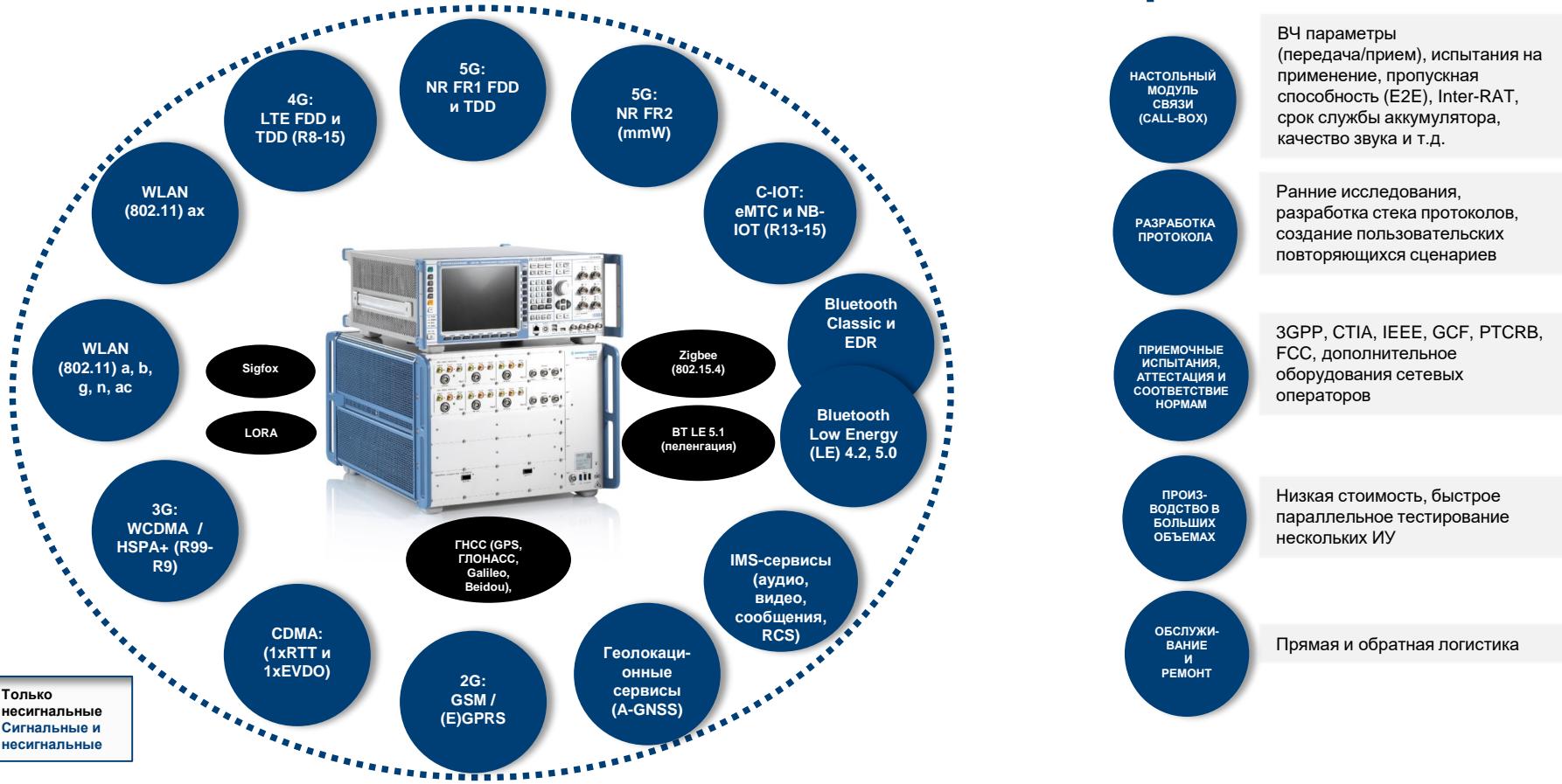
# АССОРТИМЕНТ РАДИОКОММУНИКАЦИОННЫХ NR ТЕСТЕРОВ КОМПАНИИ R&S

**Несигнальные**  
(ВЧ анализатор +  
генератор)



**Сигнальные**  
(Эмуляция сети)

# CMW500 + CMX500: все технологии и все применения



# 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 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 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 этапов

- | Испытывайте 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

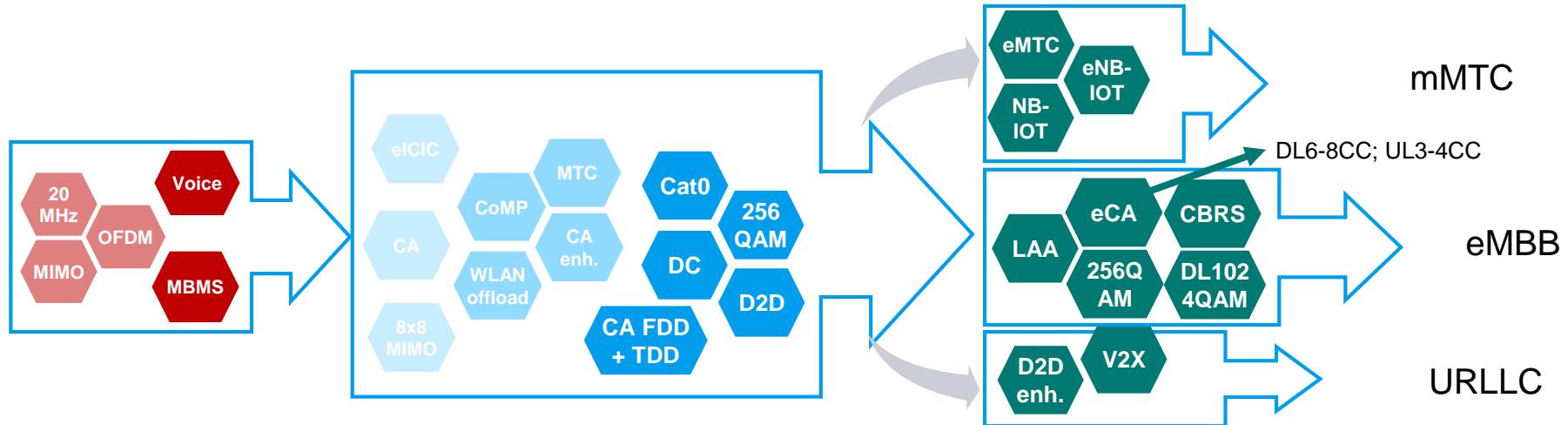
# Эволюция тестирования LTE с использованием CMW



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

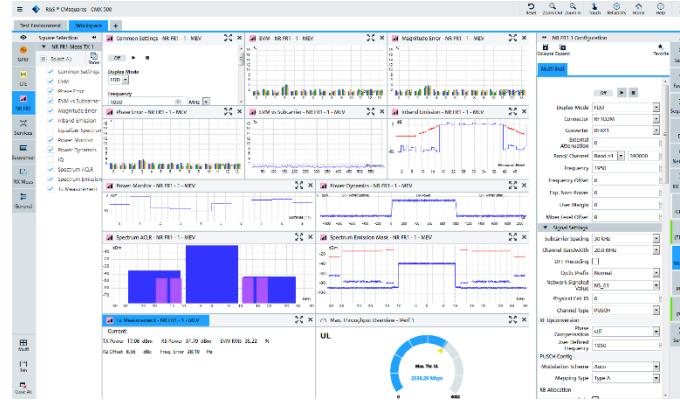
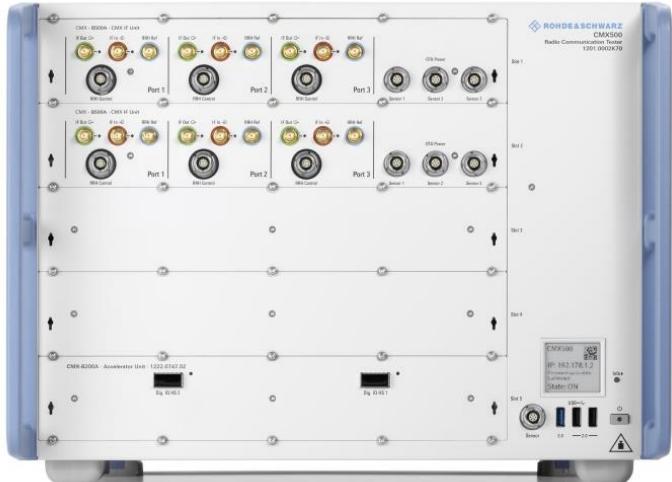
20 Гбит/с + сквозная производительность IP-данных

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 CMSQUARES



xLAPI

```
#Step1 - Create core network service
cns = client.getCoreNetworkService()

#Step2 - Create PLMN
myplmn = cmx.createPlmn(createPlmnReq(mcc="001", mnc="01"))

#Step3 - Create TA
myta = myplmn.createTrackingArea(createTrackingAreaReq(tac=1))

#Step4 - Configure LTE cell
myltecell = myta.createLteCell()

#Step5 - Configure NR Cell
mynrcell = myta.createNrCell()

#Step6 - Start the cells
myltecell.start()
mynrcell.start()
```

Интерактивный  
режим

Генератор после-  
довательностей



# СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR

Компактная установка



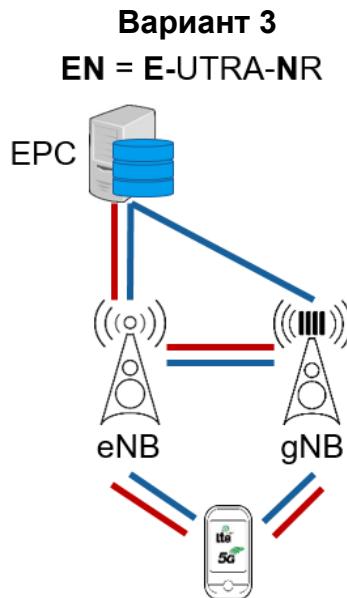
Расширенная установка



# ЭВОЛЮЦИЯ АРХИТЕКТУРЫ – ВАРИАНТЫ



R&S®CMW500 (CMWflexx2)



R&S®CMX500

# 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 5GNR!**

# CMWFLEXX С РАСШИРЕНИЕМ CMX500 - FR1 SUB6G NSA

## Получите выгоду от надежной поддержки LTE

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

Сотовая 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 **рабочеспособной для всех включающих только LTE / устаревших тестовых сценариев**

## Многостандартная платформа CMW500

Гибкое использование CMW500 в качестве **либо sub6-NR или LTE-сотовой** 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

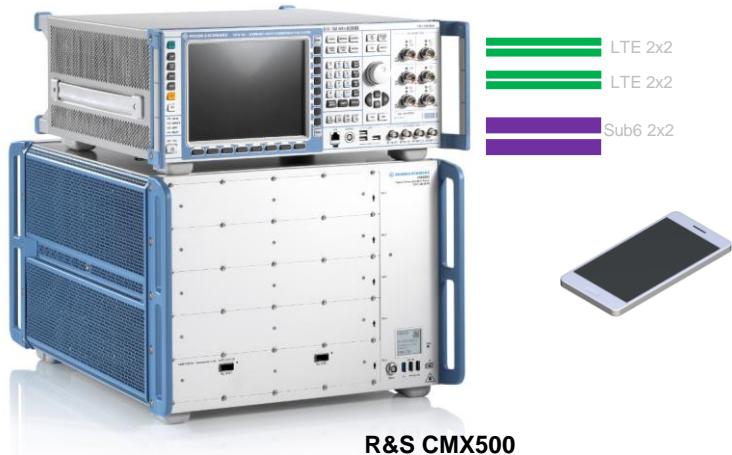
- 100 МГц NR
- 30 кГц SCS
- 2x2 MIMO
- DL 256QAM
- Поддержка E2E
- Измерения UL TX

### 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

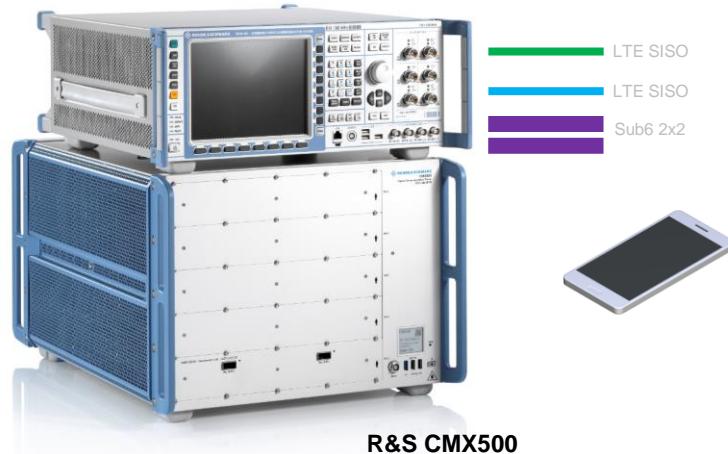
### Свойства LTE-A

- 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

5GNR Sub6 FR1  
100 МГц 2x2



R&S CMX500

# СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR – КОМПАКТНАЯ УСТАНОВКА – SA

## Пример использования

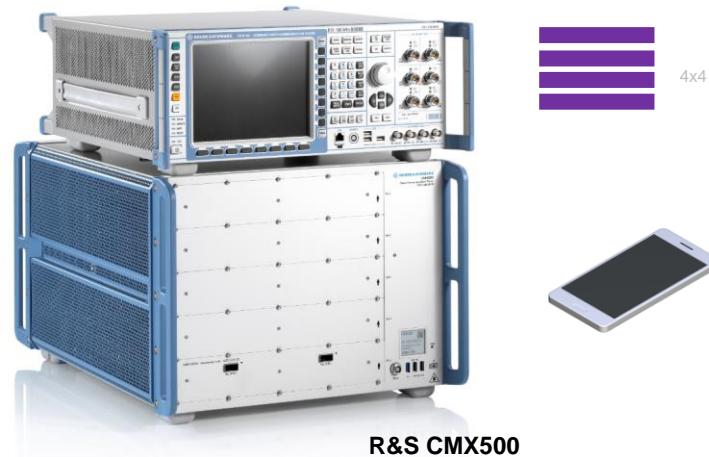
### Особенности NR NSA/SA Sub6

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

Аппаратная установка / возможности

5GNR Sub6 FR1

100 МГц 4x4



R&S CMX500

# ВОЗМОЖНОСТИ CMW500 С РАСШИРЕНИЕМ CMX500 (FR1+2)

## Компактная установка

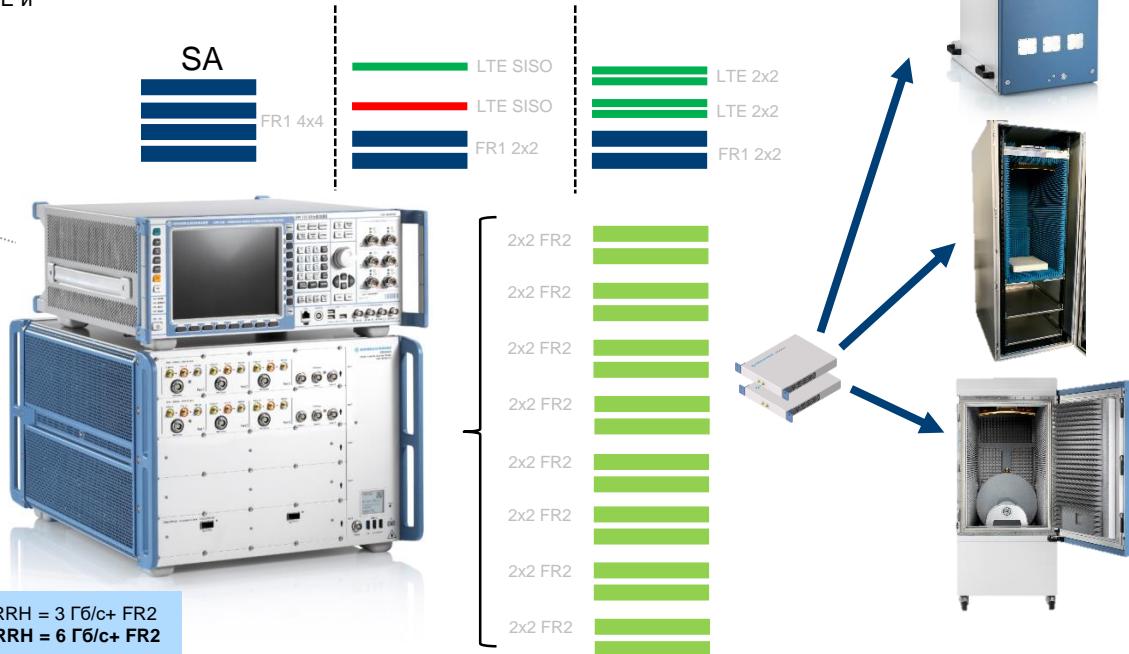
- Самая компактная настольная установка для LTE, FR1 и FR2
- Для LO/Power не требуется отдельный управляющий модуль
- Совместимость с камерами FR2 от компании R&S
- 24 уровня: (8 LTE и 16 FR2) или (4 LTE и 2 FR1 и 14 FR2) или (4 FR1 и 12 FR2)**

**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



## CMQ500:

Протокольные и производственные испытания

## ATS800R:

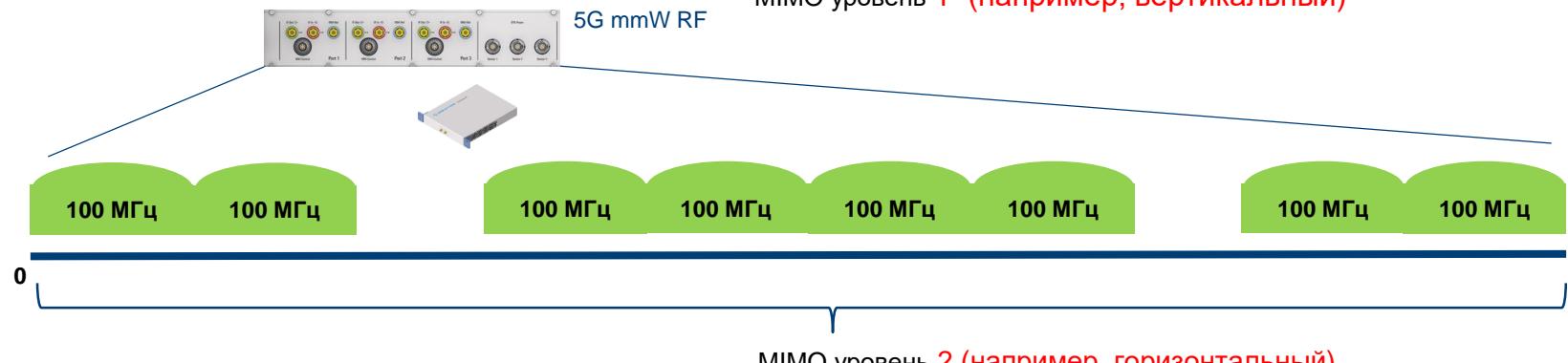
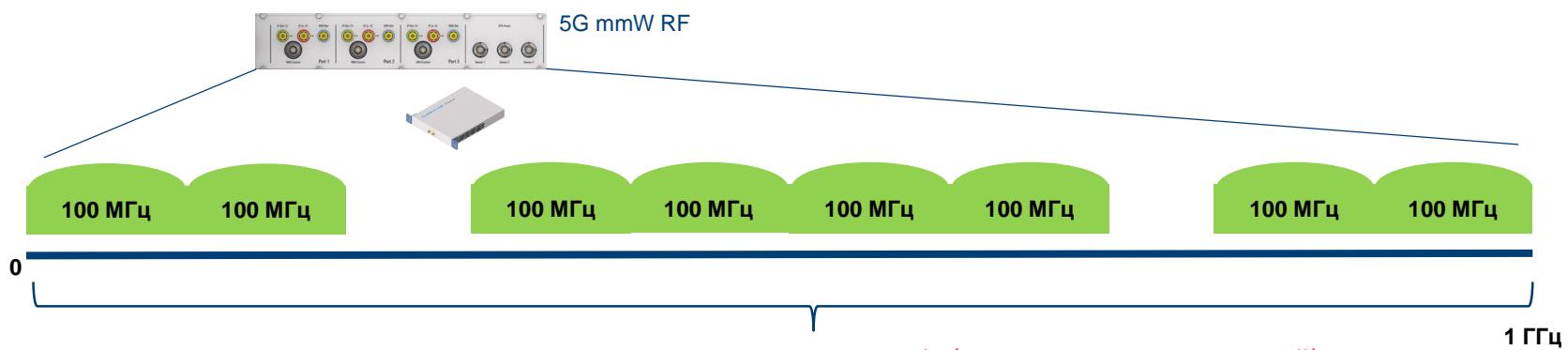
Предварительные аттестационные испытания и тестирование производительности

## ATS1800C:

Все, включая полные испытания на соответствие

# CMWFLEXX С РАСШИРЕНИЕМ CMX500 - FR2 MMW – ОСОБЕННОСТИ

1  
2  
1  
2  
1  
2  
1  
2  
1  
2  
1  
2  
1  
2  
1  
2  
1  
2  
1  
2



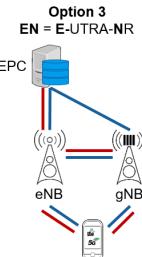
# СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR

Компактная установка



Расширенная установка





# СИГНАЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ 5G NR – РАСШИРЕННАЯ УСТАНОВКА

CMX500  
- 5GNR L1/Stack  
- 5GNR mmW IF

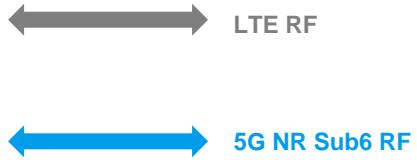
CMW500: sub6 RF для 5G NR  
DAU f. uplane NR и LTE

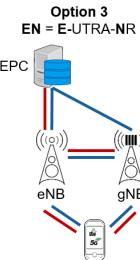
CMW-Z24: ВЧ-сумматор/разветвитель

CMWC: управляющий модуль CMWflexx



R&S CMX500





# 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

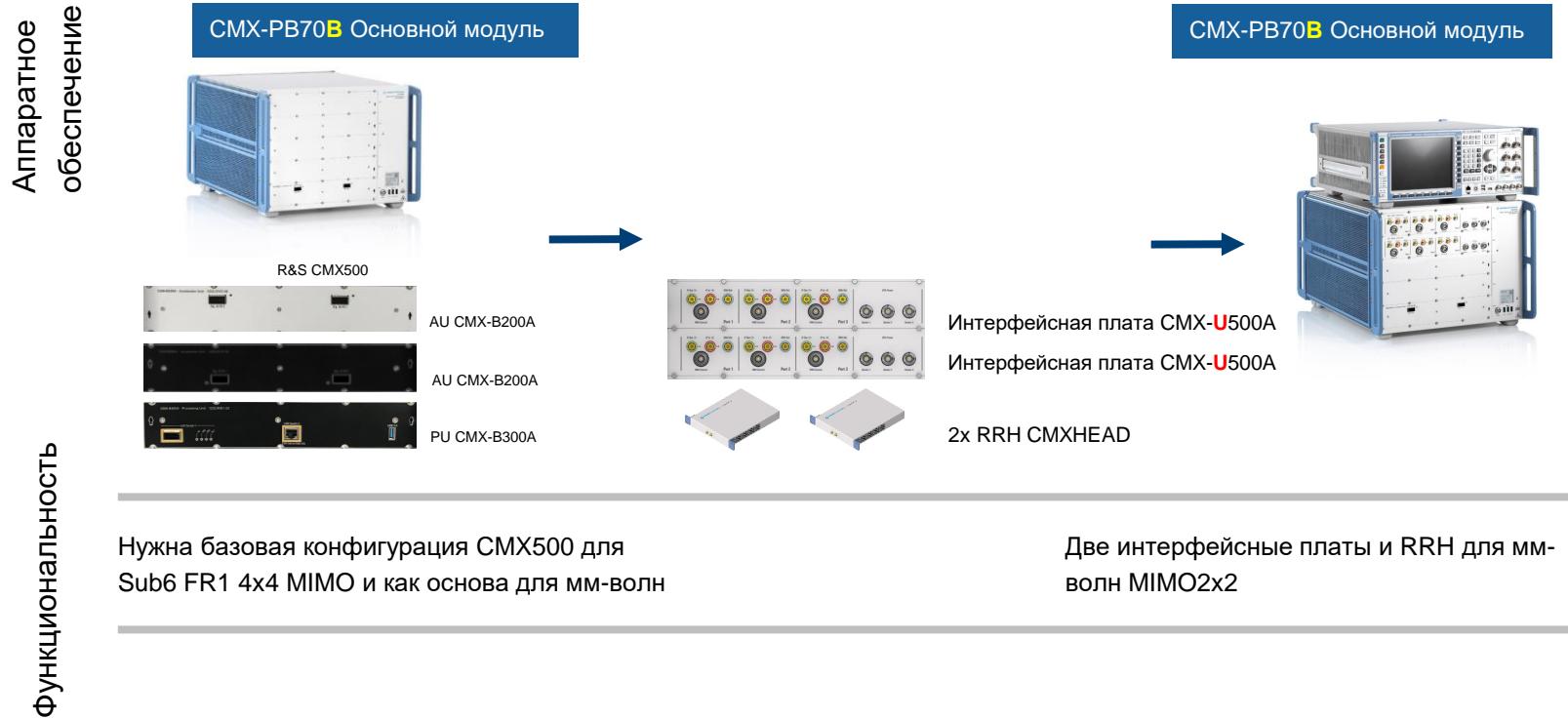
LTE Anchor  
4B 8CA 2x2



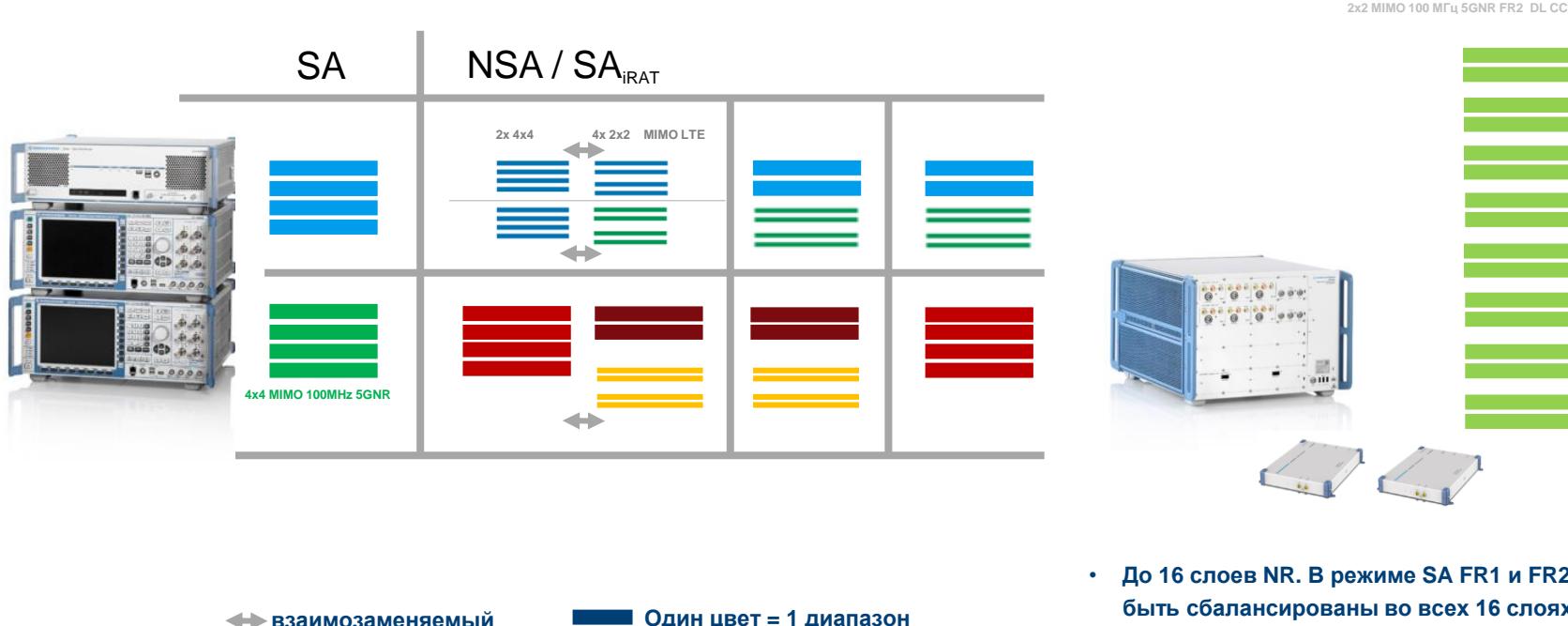
## Свойства LTE-A

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

# CMX500 – СПОСОБ ОБНОВЛЕНИЯ АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДО 5GNR FR2

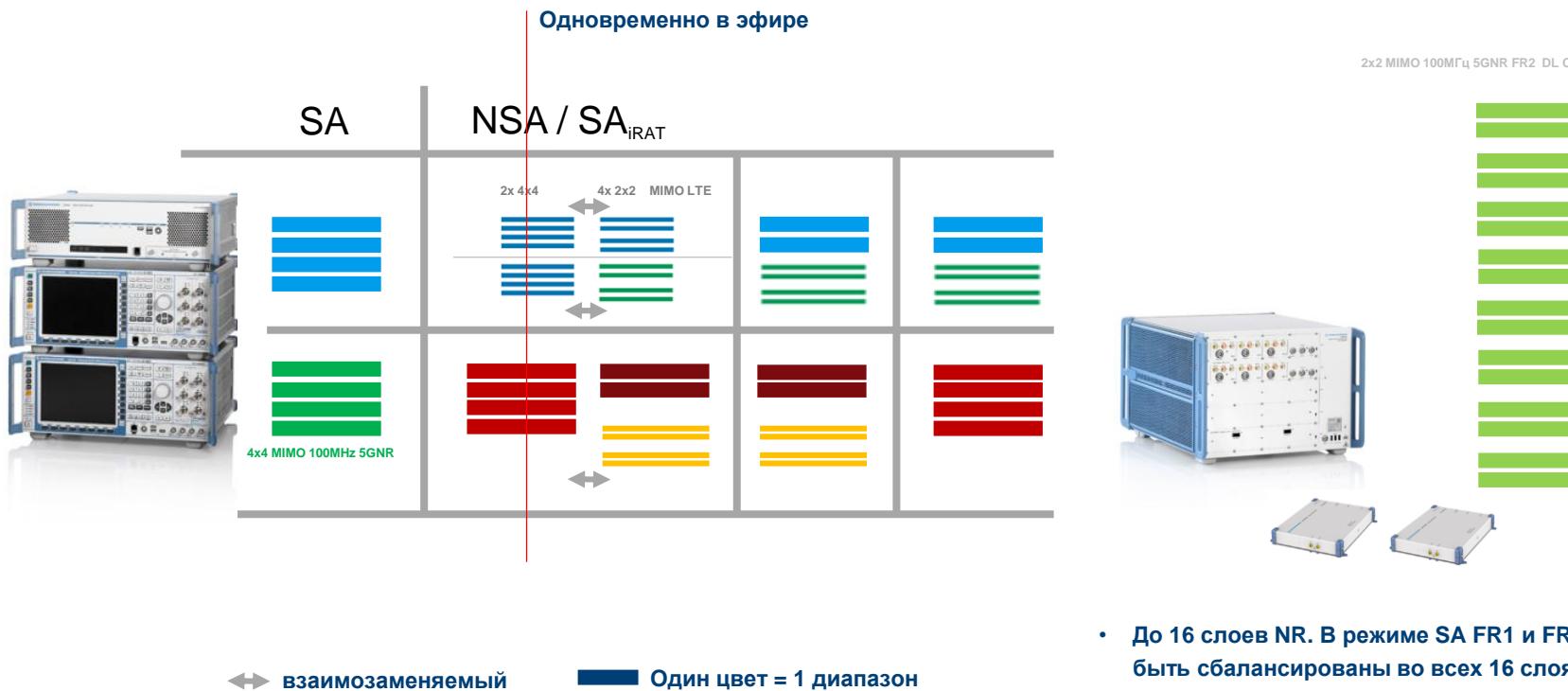


# CMWFLEXX С РАСШИРЕНИЕМ CMX500 - FR1/FR2 SA/NSA



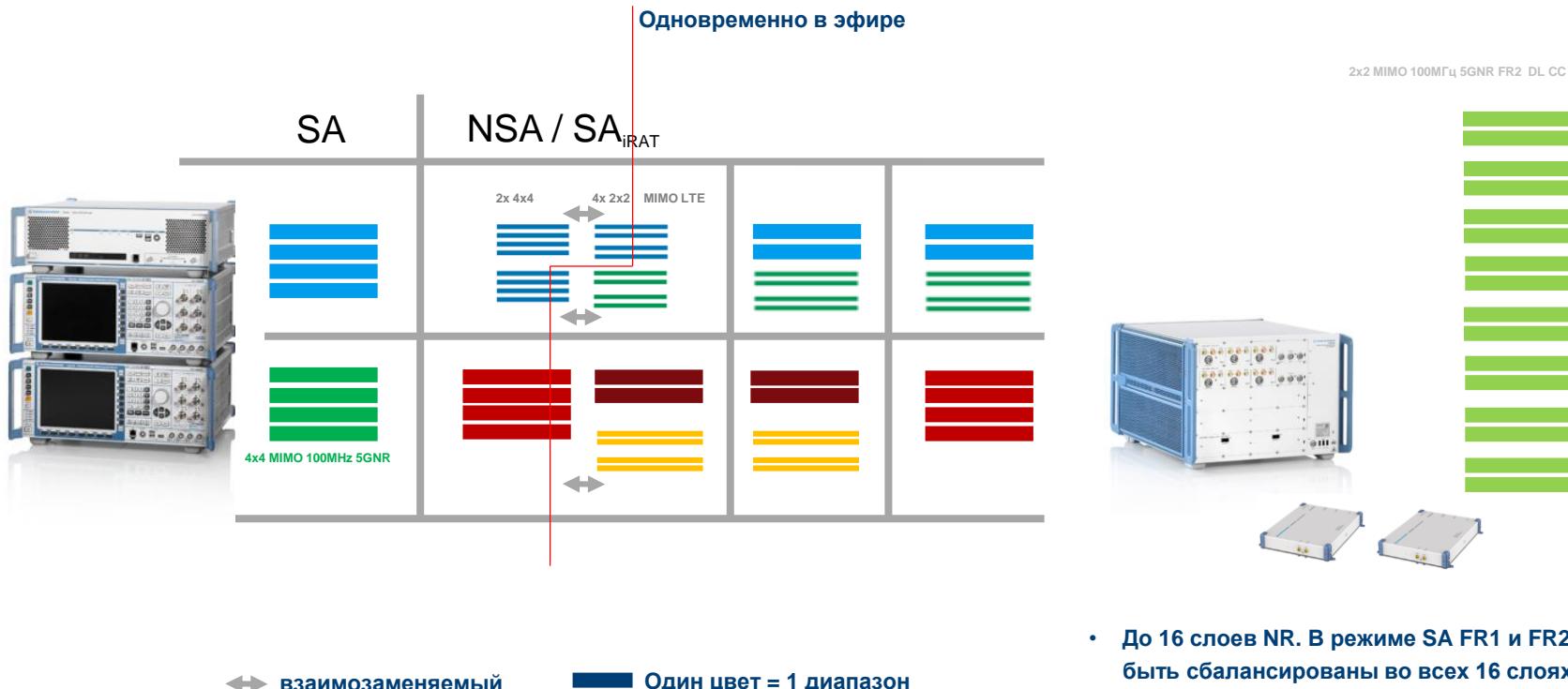
- До 16 слоев NR. В режиме SA FR1 и FR2 должны быть сбалансированы во всех 16 слоях
- 16 слоев с преимущественно DL-ориентированными сценариями

## **СМWFLEXX С РАСШИРЕНИЕМ СМХ500 - FR1/FR2 SA/NSA**



- 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



- 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

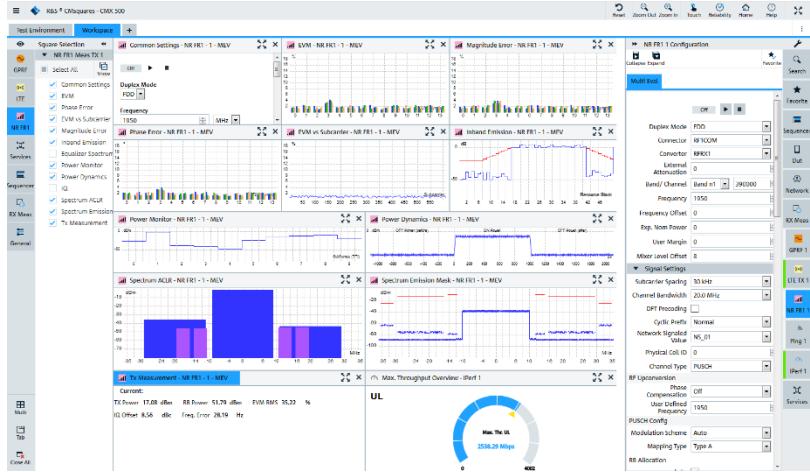


# CMsquares

---

Здесь проводятся измерения

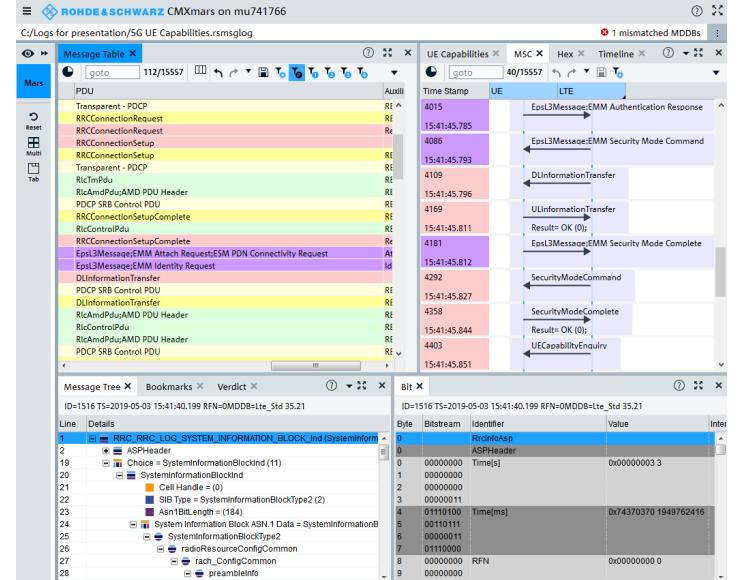
# R&S CMX500 – CMsquares инструментарий для НИОКР



## Интерактивный режим (Callbox)



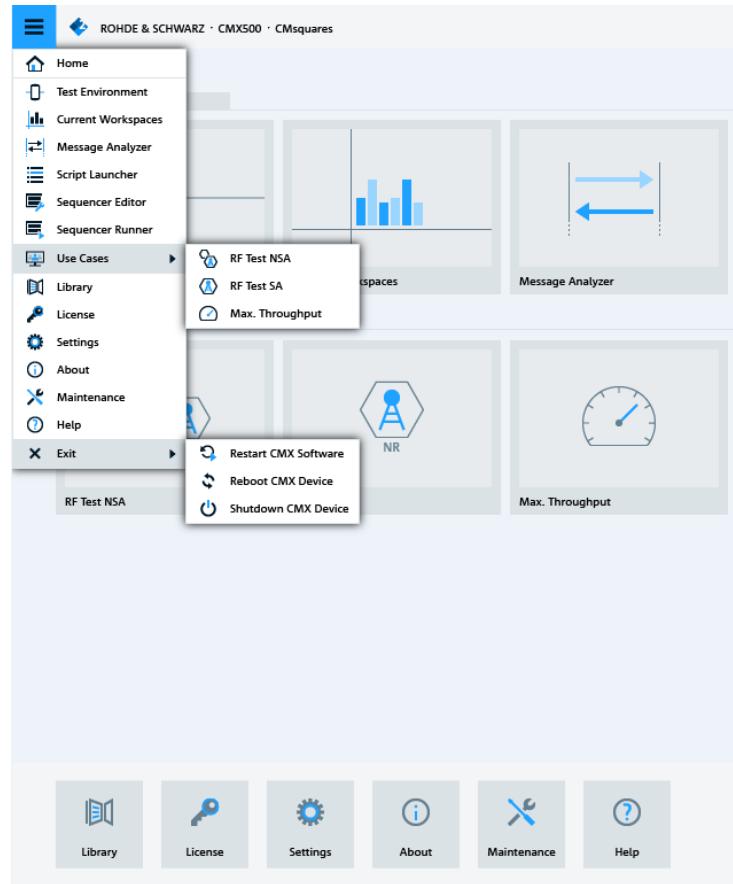
## Генератор последовательностей



## Анализатор протоколов

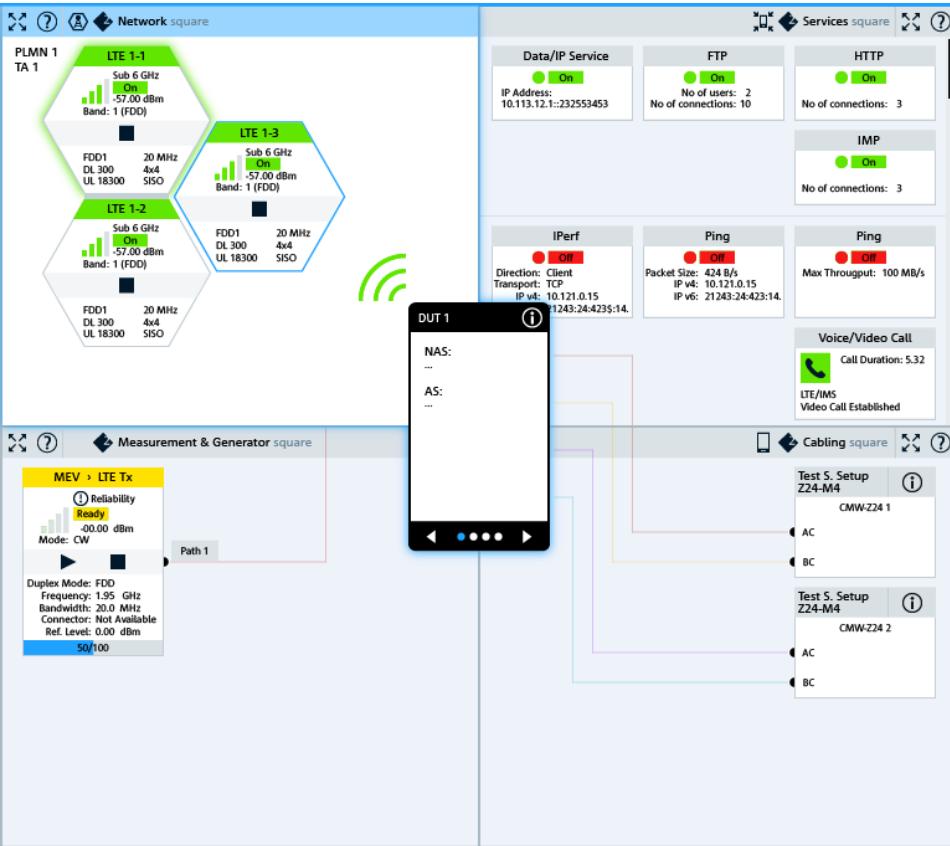
# CMsQUARES – ГЛАВНОЕ МЕНЮ

- ▶ 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...



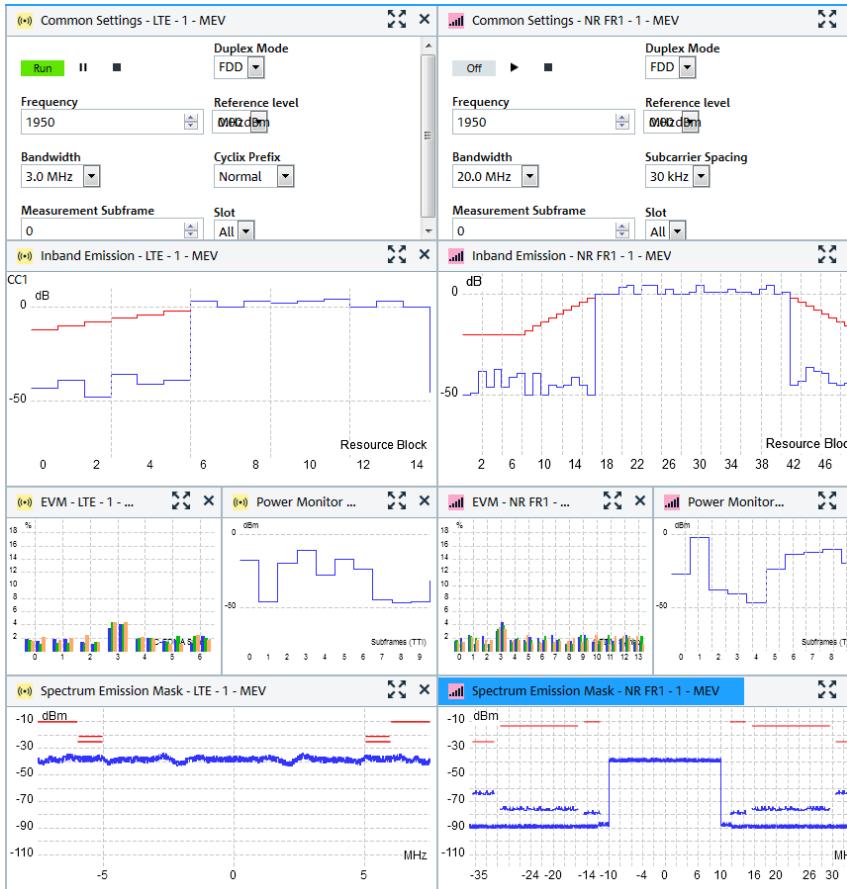
# CMsQUARES – ТЕСТОВОЕ ОКРУЖЕНИЕ

- ▶ 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



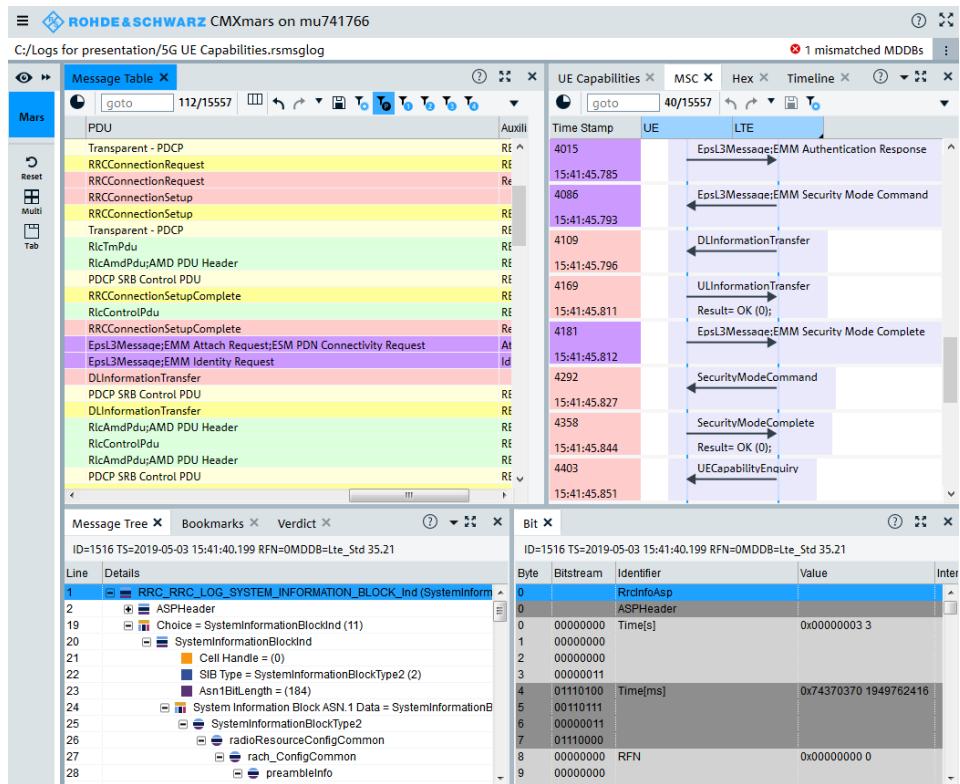
# CMSQUARES – РАБОЧИЕ ОБЛАСТИ

- ▶ 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



# CMsQUARES – CMXMARS

- ▶ 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 – XLA API Python)



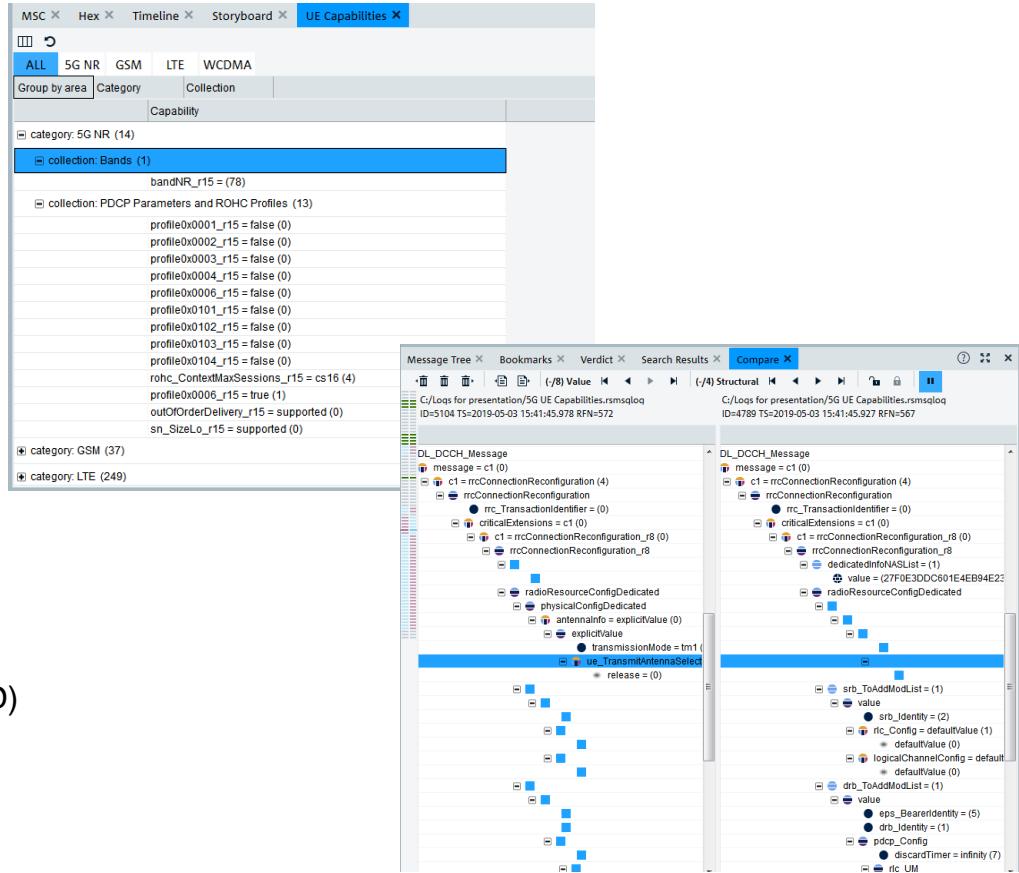
# CMsQUARES – CMXMARS

## ► Дополнительные преимущества:

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

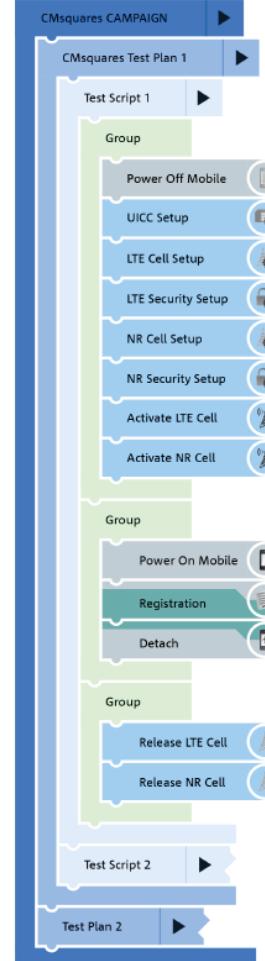
## ► Будущие возможности

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



# 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)



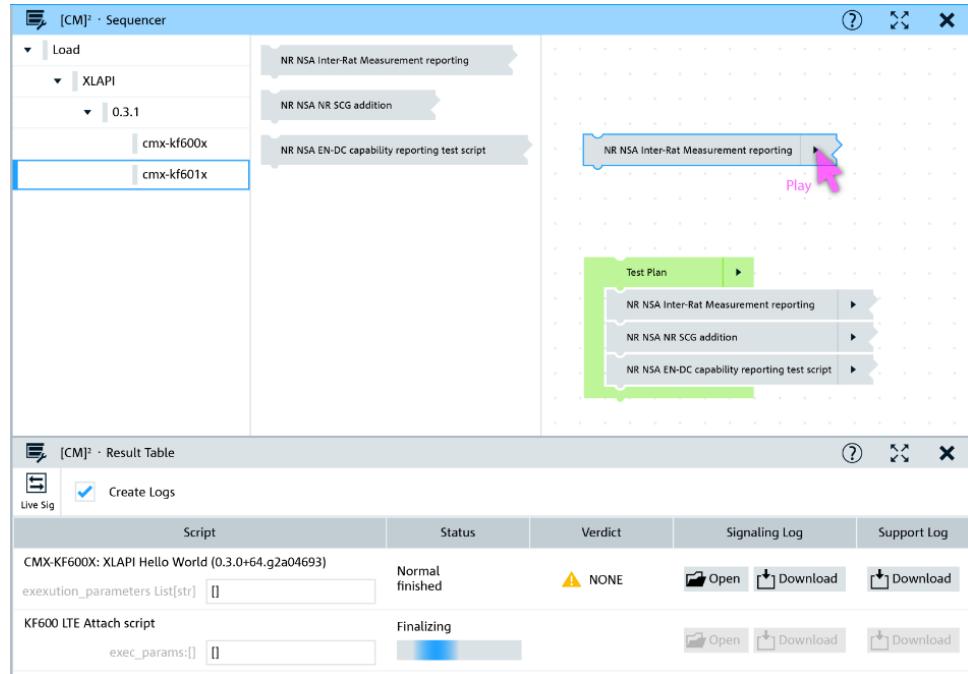
# CMsQUARES – ГЕНЕРАТОР ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

## ► Редактор сценариев

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

## ► Менеджер кампаний

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

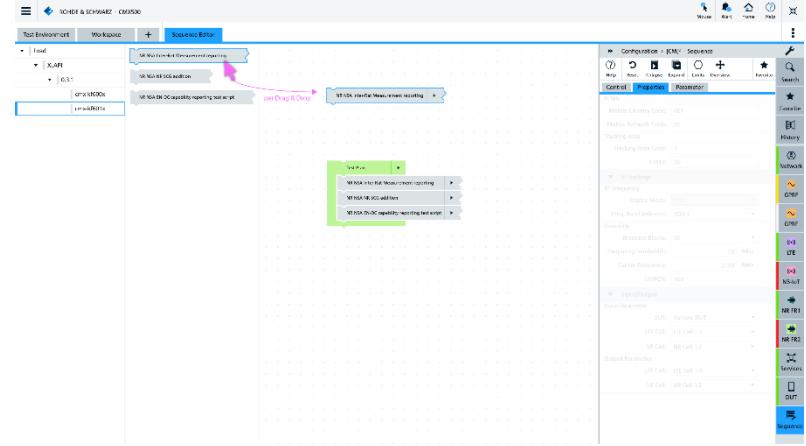


# CMsQUARES – ИНТЕРАКТИВНЫЙ РЕЖИМ И ГЕНЕРАТОР ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ

## Интерактивный режим



## Режим GUI сценариев



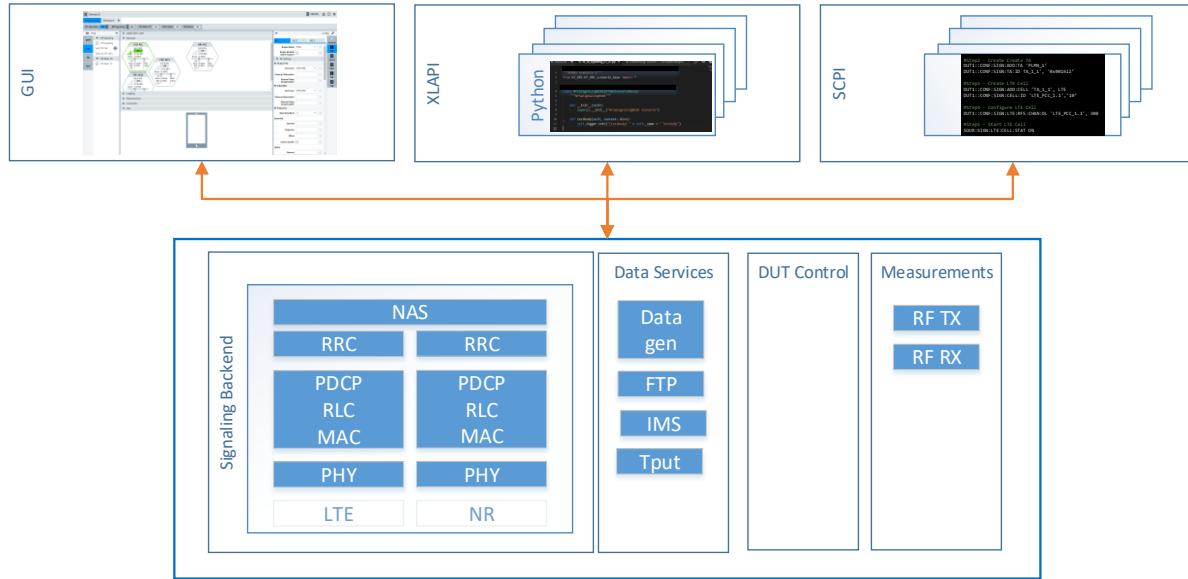
Запись сценариев в интерактивном режиме и редактирование в генераторе последовательностей



Повторное использование частей сценариев в интерактивном режиме (циклическое проектирование)

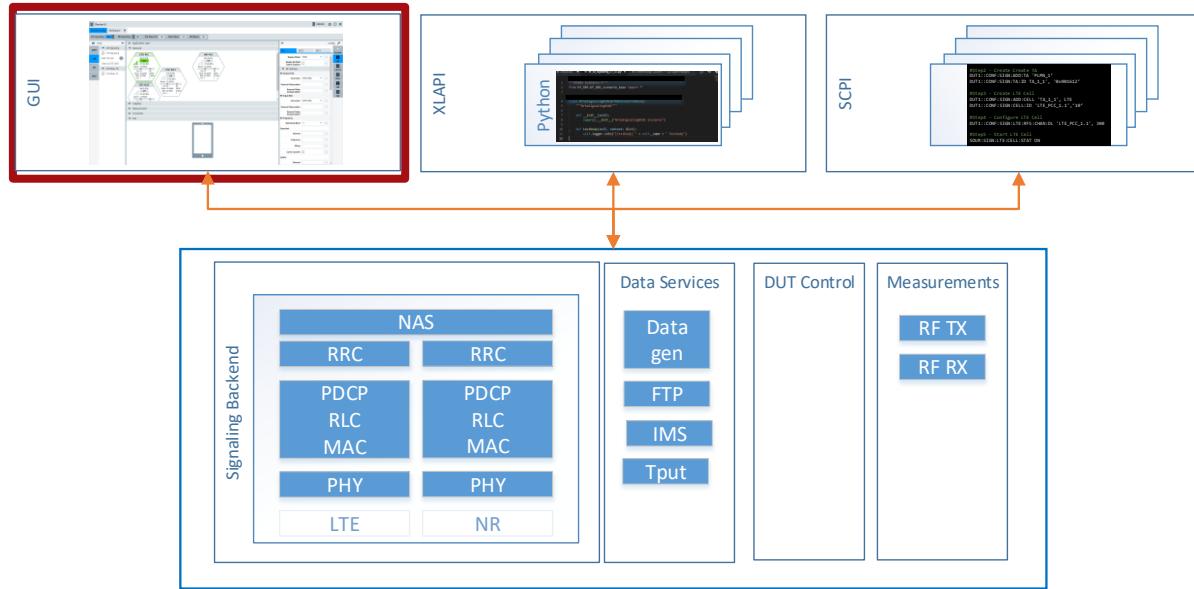


# СЦЕНАРИИ И ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС GUI СВЯЗАНЫ!



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

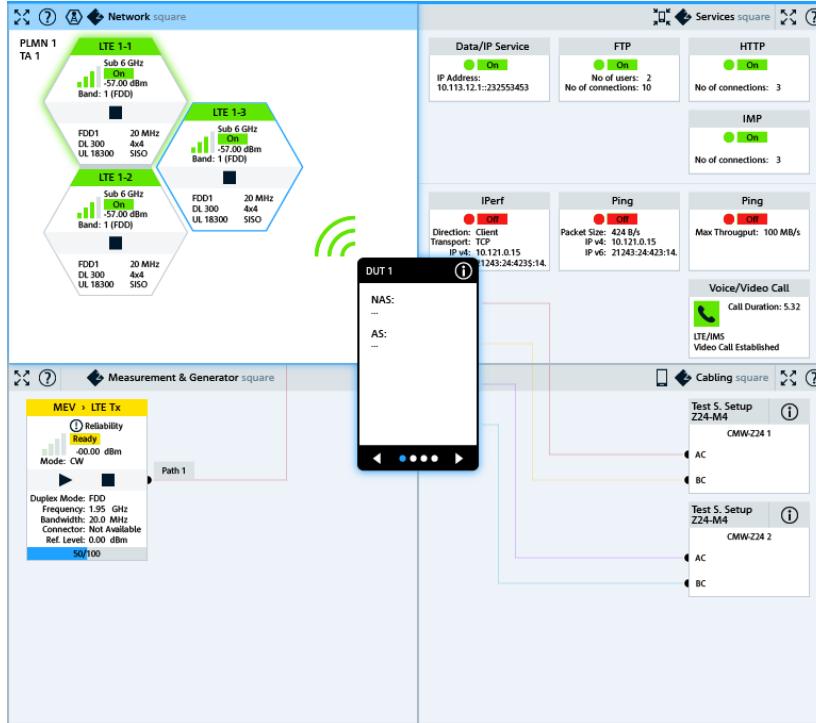
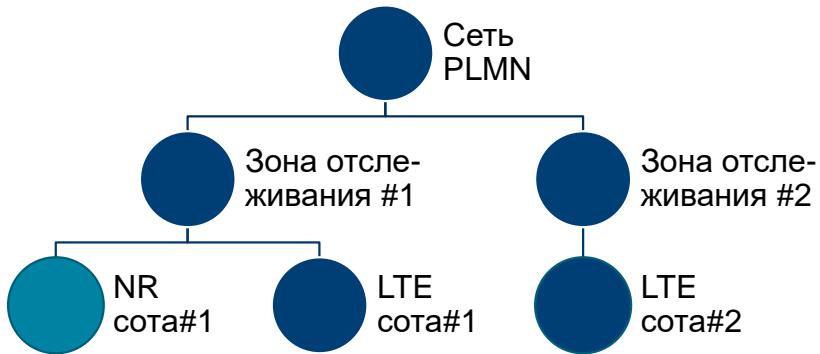
# СЦЕНАРИИ И ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС GUI СВЯЗАНЫ!



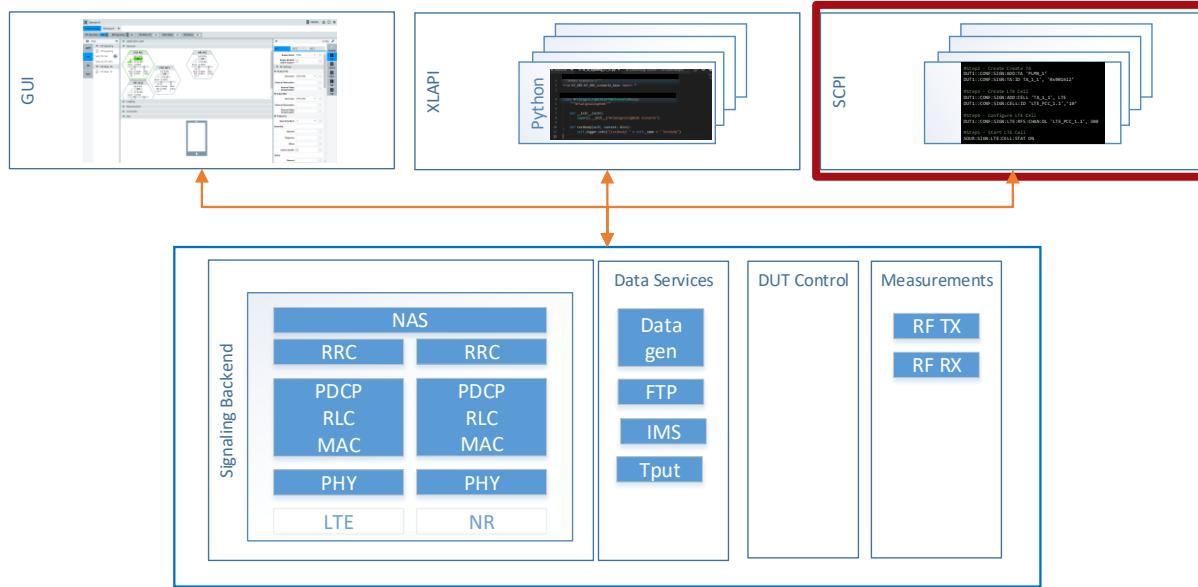
- Графический интерфейс GUI показывает, что настроено в сценарии
- Параметры GUI можно найти в интерфейсе сценариев
- Переходы между GUI и режимом сценариев

# ПРИМЕР ИСПОЛЬЗОВАНИЯ: НАСТРОЙКА СЕТИ – GUI

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



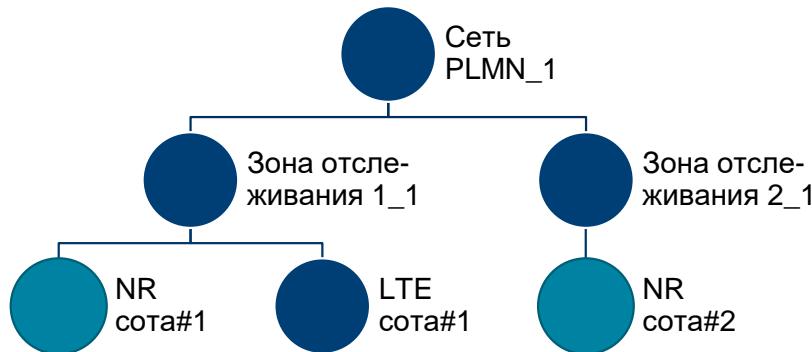
# СЦЕНАРИИ И ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС GUI СВЯЗАНЫ!



- 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'

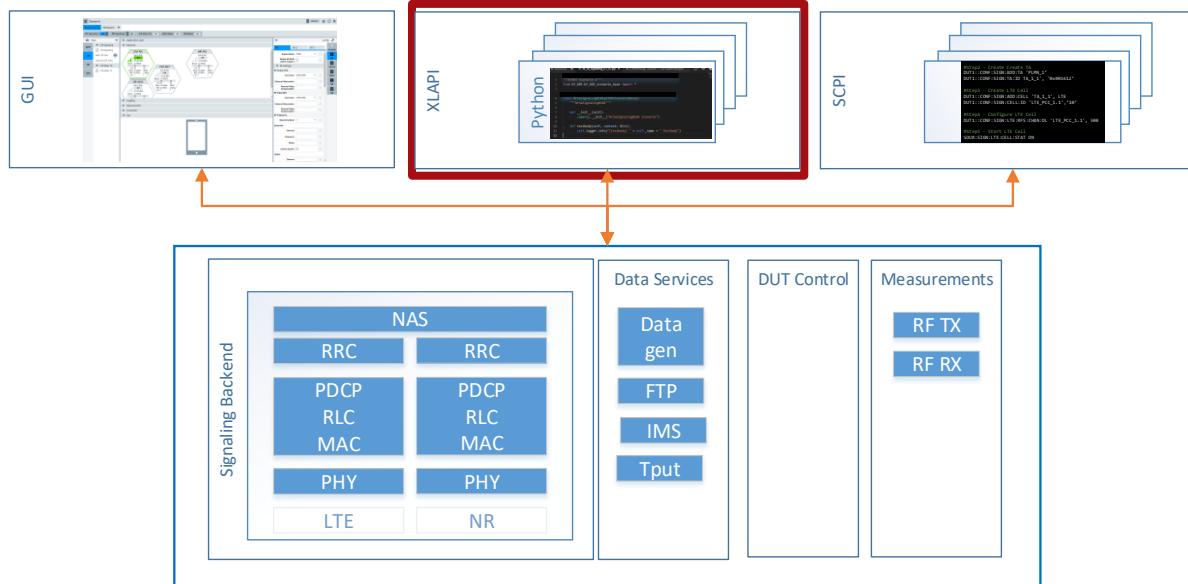
#Шаг2 - создание зоны отслеживания TA
DUT1::CONF:SIGN:ADD:TA 'PLMN_1'
DUT1::CONF:SIGN:TA:ID TA_1_1', '0x001612'

#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
```

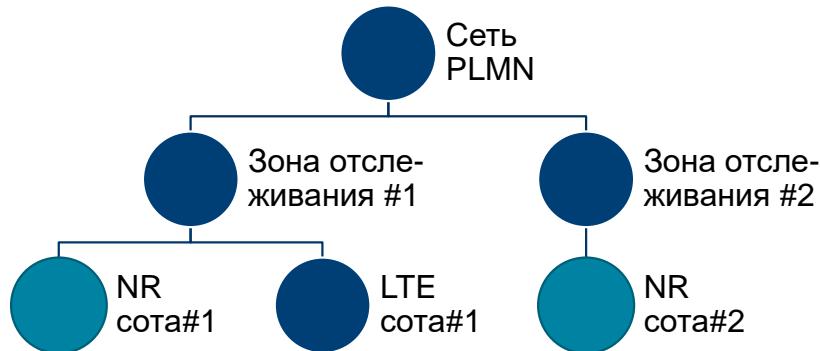
# СЦЕНАРИИ И ГРАФИЧЕСКИЙ ИНТЕРФЕЙС GUI СВЯЗАНЫ!



- 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 – XLAPI

- ▶ 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

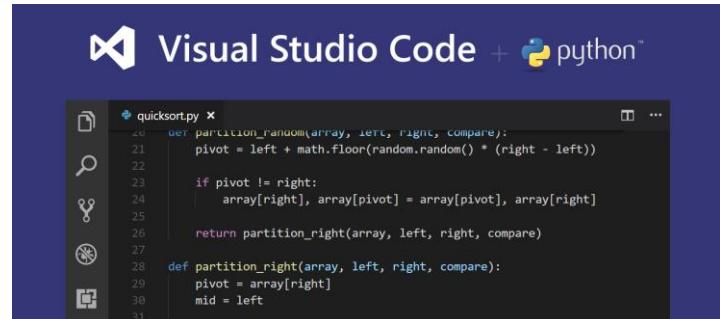
```
#Шаг1 - создание службы Core network service  
cns = client.getCoreNetworkService()  
  
#Шаг2 - создание сети PLMN  
myPlmn = cns.createPlmn(createPlmnReq(mcc="001", mnc="01"))  
  
#Шаг3 - создание зоны отслеживания TA  
myTa =  
myPlmn.createTrackingArea(createTrackingAreaReq(tac=1))  
tac = myTa.tac()  
  
#Шаг4 - конфигурация LTE соты  
myLteCell = myTa.createLteCell()  
  
#Шаг5 - конфигурация NR соты  
myNrCell = myTa.createNrCell()  
  
#Шаг6 - запуск сот  
myLteCell.start()  
myNrCell.start()
```

# ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС XLAPI



- 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



# ОСОБЕННОСТИ XLAPI

Объекты XLAPI повторяют реальную иерархию сетевых объектов

Легко понять

Стиль сценариев настрой  $\leftarrow \rightarrow$  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

- XLAPI использует тип подсказок Python 3

The screenshot shows a code editor with Python code. The code includes imports and definitions for a class named 'Scenario'. A specific method call is shown:

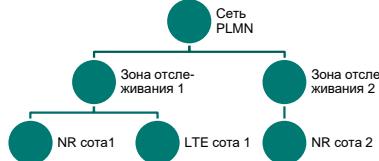
```
37     plmn.CreateTrackingArea(createTrackingAreaRequest(1))
38
39     #Step3 - Create LTE Cell
40     ta.
41         CreateLteCell
42         DeleteLteCell
43         GetLteCell
44     if __name__ == "__main__":
45         Scenario()
46             s": 1})
```

A tooltip window titled "CreateLteCell" is displayed over the method name "CreateLteCell". The tooltip lists several methods available for the "ta" object, including "CreateLteCell", "DeleteLteCell", "GetLteCell", "GetResourceName", "GetT3412", "GetTAC", "ListLteCells", "resource\_name", "SetT3412", "SetTAC", "\_rpc\_client", and "\_\_class\_\_".

# ПИРИНГОВЫЕ СООБЩЕНИЯ

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

## Тестовый сценарий



параметры  
объекта

## Эталонная реализация сигналов (SRI)

Формирование  
пикировых  
сообщений

### Итоговая информация о системе Блок 2

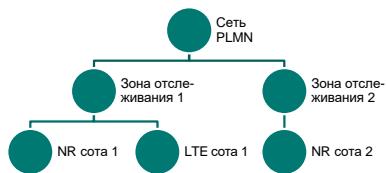
```
radioResourceConfigCommon
  rach_ConfigCommon
  bcch_Config
  pcch_Config
  prach_Config
  pdsch_ConfigCommon
  pusch_ConfigCommon
  pucch_ConfigCommon
  soundingRS_UL_ConfigCommon = release
  uplinkPowerControlCommon
    ul_CyclicPrefixLength = len1 (0)
  ue_TimersAndConstants
  freqInfo
    ul_CarrierFreq = (20800)
    ul_Bandwidth = n50 (3)
    additionalSpectrumEmission = (1)
    timeAlignmentTimerCommon = infinity (7)
```

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

# ФУНКЦИЯ МОДИФИКАЦИИ ПИРИНГОВЫХ СООБЩЕНИЙ (ММФ)

- 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

```

radioResourceConfigCommon
rach_ConfigCommon
bcch_Config
pcch_Config
prach_Config
pdsch_ConfigCommon
pusch_ConfigCommon
pucch_ConfigCommon
soundingRS_UL_ConfigCommon = release
uplinkPowerControlCommon
ul_CyclicPrefixLength = len1 (0)
ue_TimersAndConstants
freqInfo
  ul_CarrierFreq = (20800)
  ul_Bandwidth = n50 (3)
  additionalSpectrumEmission = (1)
  timeAlignmentTimerCommon = infinity (7)
  
```

измен.  
сообщ.

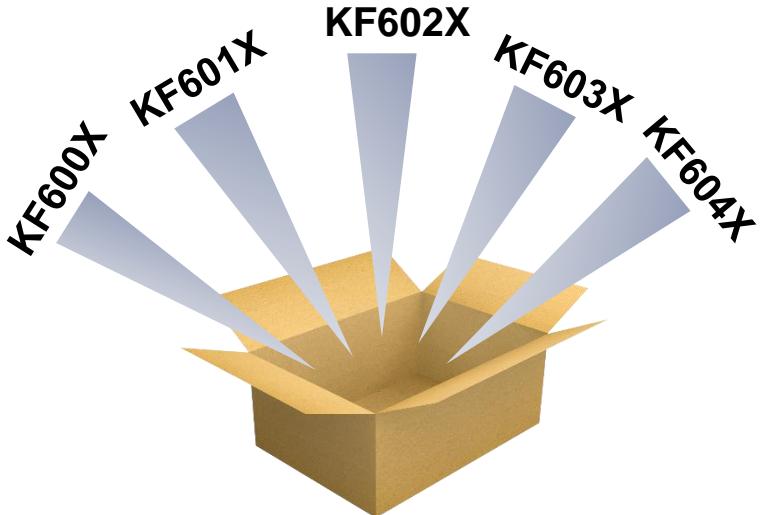
результатирующее SIB 2 после модификации

```

radioResourceConfigCommon
rach_ConfigCommon
bcch_Config
pcch_Config
prach_Config
pdsch_ConfigCommon
pusch_ConfigCommon
pucch_ConfigCommon
soundingRS_UL_ConfigCommon = release
uplinkPowerControlCommon
ul_CyclicPrefixLength = len1 (0)
ue_TimersAndConstants
freqInfo
  ul_CarrierFreq = (20800)
  ul_Bandwidth = n75 (4)
  additionalSpectrumEmission = (1)
  timeAlignmentTimerCommon = infinity (7)
  
```

- 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

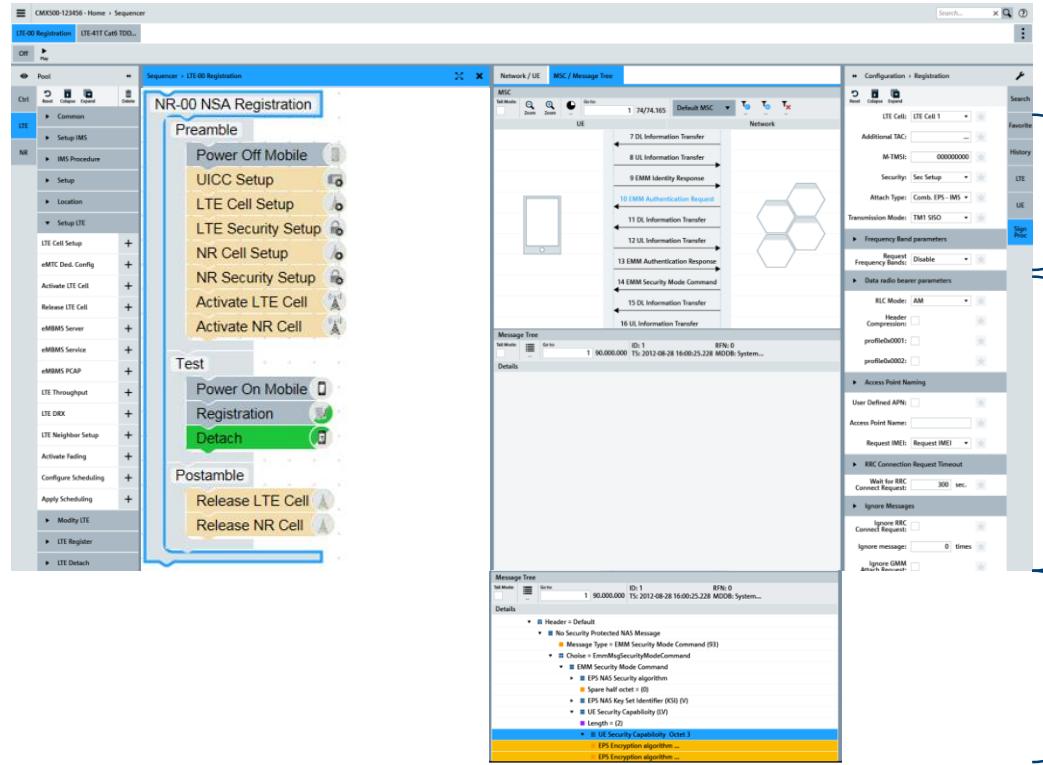
# CMsquares И CONTEST



**НОВИНКА**



# CMXQUARES – BMX ОТОБРАЖЕНИЕ (ПРИМЕР: ГЕНЕРАТОР ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ)



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. ТР, замирание ТР)

**CMX-KS600M**

Сигналы среднего уровня  
NR набор функций1

**Сигналы среднего  
уровня**

Соответствует РТ, актуальной расширенной версии CMWcards

- Проверка функций сигналов НИОКР, MLAPI, РСТ, РСТ

**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 CTIA и НИОКР FR2

- Широчайшая полоса
- Максимальная гибкость



WPTC

## Аттестация FR2 UE и CTIA

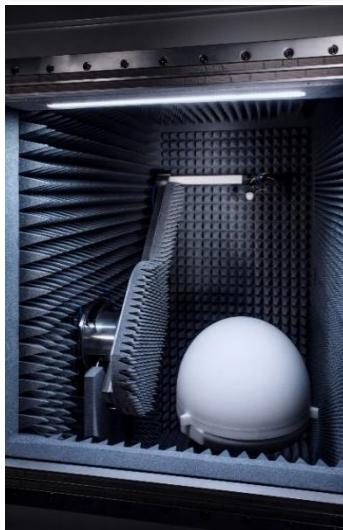
- Тихая зона 30 см
- RFCT, PCT, RRM



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

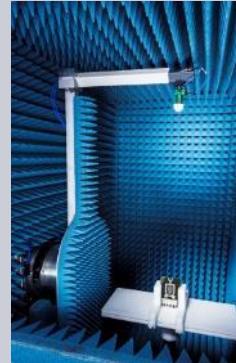
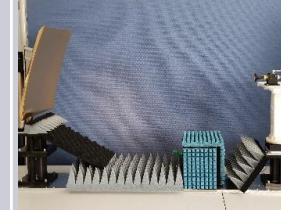
## Производство и НИОКР FR2

- Гибкие возможности для испытаний
- Монтируется в стойку



CMQ200/500

# ОБЗОР КАМЕР R&S ДЛЯ ОТА-ИСПЫТАНИЙ УСТРОЙСТВ

	<b>ATS1800</b>	<b>ATS1000</b>	<b>ATS800R</b>	<b>ATS800B</b>	<b>CMQ200/500</b>
					
<b>Применение</b>	Соответствие характеристик ДН при НИОКР	НИОКР / предварительные испытания	НИОКР	Настольное, НИОКР	НИОКР / регрессия предвар./ производств. испытания
<b>Тип</b>	IFF (непрямая ДЗ)	DFF (прямая ДЗ)	IFF (непрямая ДЗ)	IFF (непрямая ДЗ)	DFF (прямая ДЗ)
<b>Диапазон частот</b>	18 - 87 ГГц	18 - 87 ГГц	20 - 50 ГГц	20 - 50 ГГц	20 - 77 ГГц (ниже 6 ГГц – 77 ГГц)
<b>Основные особенности</b>	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, СРЕ, RFIC, прототипы

Гибкость для НИОКР и производства → ручная или автоматическая загрузка

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

Интегрированное решение с радиокоммуникационными 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

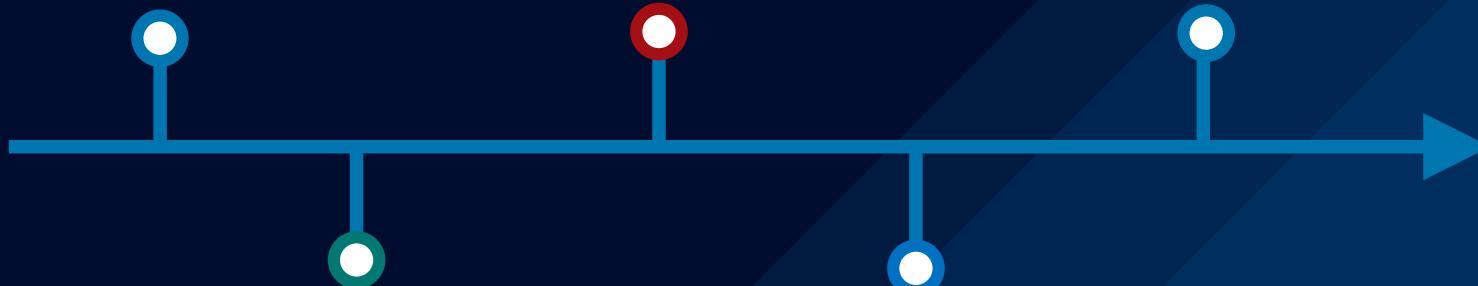
- ▶ Выставка MWC 2019  
Установка для  
сигнальных испытаний  
5G NR FR1 (ниже 6 ГГц) и  
FR2 (мм-волны)



# R&S CMX500



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



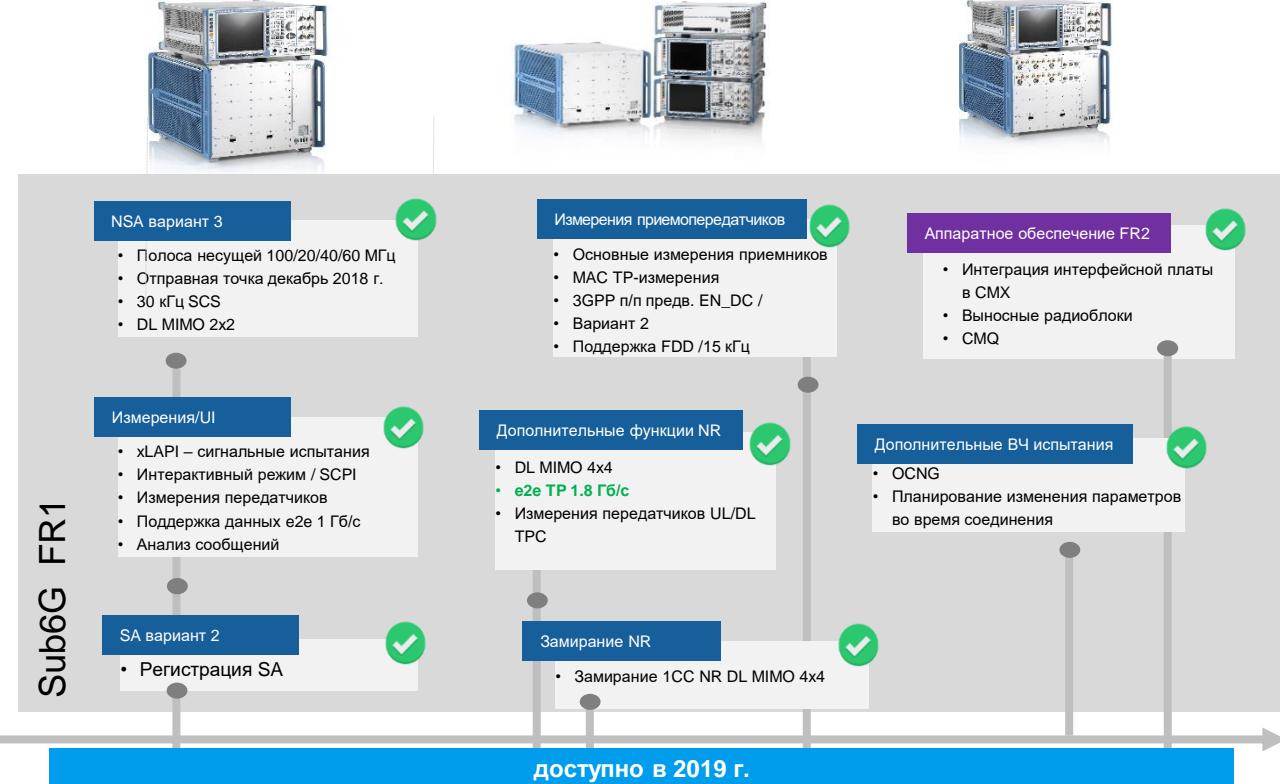
# ДОРОЖНАЯ КАРТА ДОБАВЛЕНИЯ ПОДДЕРЖКИ ФУНКЦИЙ 5G NR ДЛЯ ТЕСТЕРА R&S CMX500

**LTE: официально  
поддерживается  
тестером CMW500**

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

\*) вплоть до MCS 25

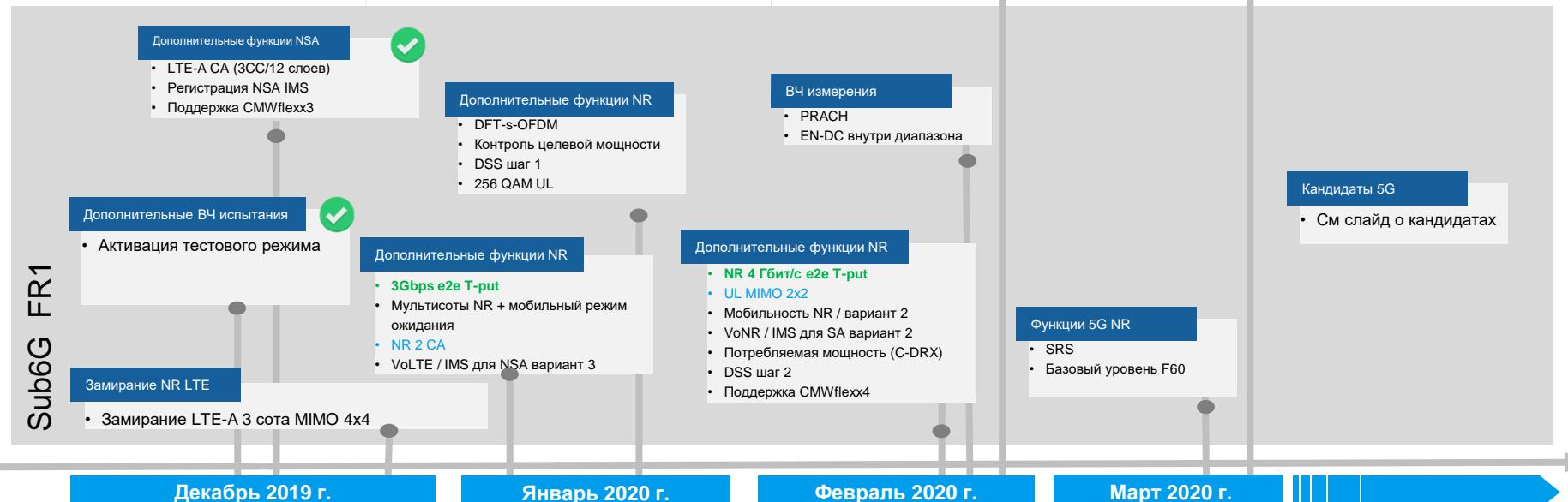
# СИГНАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ 5G FR1 - ДОСТУПНЫ



# СИГНАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ 5G FR1



mmW FR2



# СИГНАЛЬНЫЕ ФУНКЦИИ 5G FR2 – ДОРОЖНАЯ КАРТА

