

S8714A RF Application

Разработано для RF-тестирования

Партномер: S8714A

Упрощение RF-верификации устройств 5G NR и WLAN

Fifth-generation new radio (5G NR) является сложной технологией, как и 802.11bn, также известный как Wi-Fi 8, стандарт Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). Выполнение Radio Frequency (RF) измерений требует глубокого знания протоколов, а сложность продолжает расти с каждым новым выпуском стандартов. 3rd Generation Partnership Project (3GPP) и IEEE добавляют новые тесты и тестовые конфигурации в каждом релизе, повышая сложность корректного выполнения измерений в соответствии с заданными процедурами.

Устройства должны соответствовать спецификациям несмотря на давление сроков вывода на рынок, поэтому необходимы быстрое создание тестов и оперативная проверка производительности.

Keysight S8714A RF Application (RA) предназначено для решения этих задач. Разработанное специально для RF-тестирования, приложение обеспечивает быстрое создание и выполнение основных RF-тестов и комплексную функциональность, включая RF-тесты 5G NR, включая NR-NTN, Long Term Evolution (LTE), NB-IoT over Non-Terrestrial Networks (NB-NTN), RedCap и Wireless Local Area Network (WLAN), при низкой совокупной стоимости владения.



Содержание

- [Упрощение RF-верификации устройств 5G NR и WLAN](#)
- [Сокращение времени вывода устройств 5G NR на рынок](#)
- [Список встроенных тестов 3GPP](#)
- [Снижение стоимости владения RF-тестированием](#)
- [Эффективное тестирование RF-характеристик](#)

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

- [Тестирование 5G NR и смежных технологий](#)
- [Проверка производительности по всему workflow](#)
- [RF-, функциональное и throughput-тестирование WLAN](#)
- [Список встроенных тестов IEEE 802.11](#)
- [Функциональные тесты и тесты производительности](#)
- [Решения Keysight охватывают workflow устройства](#)

Сокращение времени вывода устройств 5G NR на рынок

Проверка RF-характеристик конструкции устройства является обязательной. Время, которое разработчики тратят на интерпретацию стандартов и изучение протоколов, уменьшает время, доступное для анализа и оптимизации RF-поведения конструкции. Для измерения RF-характеристик с помощью S8714A не требуется детальное знание стандартов и протоколов. RF-тестирование выполняется быстро и просто благодаря встроенным тестам 3GPP и автоматическим процедурам сигнализации.

Сократите время изучения стандартов благодаря встроенным тестам 3GPP

RF-характеристики устройств 5G NR Non-Standalone (NSA) и Standalone (SA) легко проверяются с помощью встроенных тестов 3GPP. Достаточно выбрать тест из выпадающего меню, после чего S8714A RA автоматически настраивает параметры в соответствии с 3GPP TS 38.521 и запускает измерение.

Это сокращает время разработки тестов, поскольку детальное понимание спецификации 3GPP для выполнения измерения не требуется.

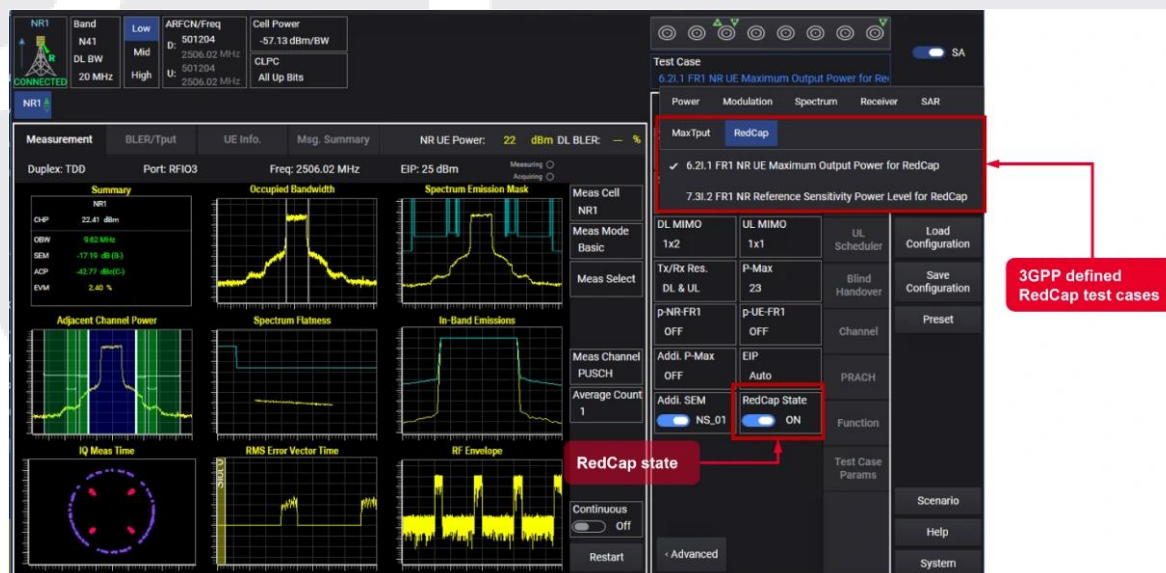


Рисунок 1. Меню выбора теста

Для быстрого поиска конкретных тестов предусмотрены группы выбора: power, modulation, spectrum, receiver, Specific Absorption Rate (SAR), Maximum Throughput, Uplink Multiple Input Multiple Output (UL MIMO), UL Carrier Aggregation (UL CA), Transmit Diversity (Tx Diversity), LTE, Supplementary Uplink (SUL), Narrow Band Non-Terrestrial Network (NB-NTN) и RedCap.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Поддерживаются in-band тесты передатчика и приёмника для frequency range 1 и 2 (FR1 и FR2), NSA, SA, 2UL CA, UL MIMO, Tx diversity, LTE, SUL, NB-NTN, NR-NTN и RedCap. Таблицы 1-13 содержат поддерживаемые встроенные тесты на основе 3GPP TS 36.521-1 (LTE), 38.521-1 (5G NR SA), 38.521-3 (5G NR NSA), 36.521-4 (Satellite Access), 38.521-5 (NR-NTN) и 38.521-1 (RedCap).

Список встроенных тестов 3GPP

Таблица 1. Встроенные тесты 3GPP LTE

TS 36.521-1	Тест LTE
6.2.2	Максимальная выходная мощность UE
6.2.3	Максимальное снижение выходной мощности (MPR)
6.2.5	Настроенная передаваемая выходная мощность UE
6.3.2	Минимальная выходная мощность
6.3.3	Мощность при выключенной передаче
6.3.4.1	Общая временная маска ON/OFF
6.3.4.2.1	Временная маска PRACH
6.3.4.2.2	Временная маска SRS
6.3.5.2	Относительный допуск управления мощностью
6.3.5.3	Суммарный допуск управления мощностью
6.5.1	Ошибка частоты
6.5.2.1	Error Vector Magnitude (EVM) для PUSCH, PUCCH, PRACH
6.5.2.2	Утечка несущей
6.5.2.3	Внутриполосные излучения для невыделенных RB (PUSCH, PUCCH)
6.5.2.4	Неравномерность спектра эквалайзера EVM
6.6.1	Занимаемая полоса (OBW)
6.6.2.1	Маска спектральных излучений (SEM)
6.6.2.3	Коэффициент утечки мощности в соседний канал
7.3	Уровень эталонной чувствительности
7.4	Максимальный входной уровень

Таблица 2. Встроенные тесты LTE 2UL CA

TS 36.521-1	Тест LTE 2UL CA
6.2.2A	Максимальная выходная мощность UE для CA
6.2.3A	Maximum Power Reduction (MPR) для CA
6.2.4A	Additional Maximum Power Reduction (MPR) для CA
6.2.5A	Настроенная передаваемая выходная мощность UE для CA

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

6.3.2A	Минимальная выходная мощность для CA
6.3.4A	Временная маска ON/OFF для CA
6.5.1A	Ошибка частоты для CA
6.5.2A.1	Error Vector Magnitude (EVM) для CA
6.5.2A.2	Утечка несущей для CA
6.5.2A.3	Внутриполосные излучения для невыделенных RB для CA
6.6.1A	Занимаемая полоса для CA
6.6.2.1A	Маска спектральных излучений для CA
6.6.2.3A	Adjacent Channel Leakage Power Ratio для CA
	Уровень эталонной чувствительности для CA

Таблица 3. Встроенные тесты 3GPP 5G NR FR1 SA

TS 38.521-1	Тест 5G NR FR1 SA
6.2.1	Максимальная выходная мощность UE
6.2.2	Максимальное снижение выходной мощности UE
6.2.4	Настроенная передаваемая мощность
6.3.1	Минимальная выходная мощность
6.3.3.2	Общая временная маска ON/OFF
6.3.3.6	Временная маска SRS - NEW
6.3.4.3	Относительный допуск управления мощностью
6.3.4.4	Суммарный допуск управления мощностью
6.4.1	Ошибка частоты
6.4.2.1	Error Vector Magnitude (EVM) для PUSCH, PUCCH, PRACH
6.4.2.2	Утечка несущей
6.4.2.3	Внутриполосные излучения (PUSCH, PUCCH)
6.4.2.5	Неравномерность спектра эквалайзера EVM для Pi/2 BPSK
6.5.1	Занимаемая полоса (OBW)
6.5.2.2	Маска спектральных излучений (SEM)
6.5.2.4	Adjacent Channel Leakage Ratio (ACLR)
7.3.2	Уровень мощности эталонной чувствительности
7.4	Максимальный входной уровень

Таблица 4. Встроенные тесты 3GPP 5G NR FR1 SA 2UL CA

TS 38.521-1	Тест 5G NR FR1 SA 2UL CA
-------------	--------------------------

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

6.2A.1.1	Максимальная выходная мощность UE для CA (2UL CA)
6.2A.2.1	Максимальное снижение выходной мощности UE для CA (2UL CA)
6.2A.4.1	Настроенная передаваемая мощность для CA (2UL CA)
6.3A.1.1	Минимальная выходная мощность для CA (2UL CA)
6.4A.1.1	Ошибка частоты для CA (2UL CA)
6.4A.2.1.1	Error Vector Magnitude (EVM) для CA (2UL CA), PUSCH
6.4A.2.2.1	Утечка несущей для CA (2UL CA)
6.4A.2.3.1	Внутриполосные излучения для CA (2UL CA), PUSCH
6.5A.1.1	Занимаемая полоса для CA (2UL CA)
6.5A.2.2.1	Маска спектральных излучений для CA (2UL CA)
6.5A.2.4.1.1	NR ACLR для CA (2UL CA)

Таблица 5. Встроенные тесты 3GPP 5G NR SUL

TS 38.521-1	Тест 5G NR SUL
6.2C.1	Настроенная передаваемая мощность
6.2C.3	Максимальная выходная мощность UE
6.2C.4	Максимальное снижение выходной мощности UE
6.3C.1	Минимальная выходная мощность
6.3C.3.1	Общая маска передачи ON/OFF
6.3C.4.2	Относительный допуск мощности
6.3C.4.3	Суммарный допуск мощности
6.4C.1	Ошибка частоты
6.4C.2.1	EVM для PUSCH, PUCCH, PRACH
6.4C.2.2	Утечка несущей
6.4C.2.3	Внутриполосные излучения для PUSCH, PUCCH
6.4C.2.4	Неравномерность спектра
6.5C.1	Занимаемая полоса
6.5C.2.2	Маска спектральных излучений
6.5C.2.4.1	Adjacent Channel Leakage Ratio
7.3C.2	Уровень мощности эталонной чувствительности

Таблица 6. Встроенные тесты 3GPP 5G NR FR1 SA UL MIMO

TS 38.521-1	Тест 5G NR FR1 SA UL MIMO
6.2D.1	Максимальная выходная мощность UE для UL MIMO

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

6.2D.1	Максимальная выходная мощность UE для UL MIMO (2 слоя)
6.2D.2	Максимальное снижение выходной мощности UE для UL MIMO
6.2D.4	Настроенная выходная мощность для UL MIMO
6.3D.1	Минимальная выходная мощность для UL MIMO
6.3D.3	Временная маска Tx ON/OFF для UL MIMO
6.3D.4.2	Относительный допуск управления мощностью для UL MIMO
6.3D.4.3	Суммарный допуск управления мощностью для UL MIMO
6.4D.1	Ошибка частоты для UL MIMO
6.4D.2.1	Error Vector Magnitude (EVM) для UL MIMO, PUSCH
6.4D.2.2	Утечка несущей для UL MIMO
6.4D.2.3	Внутриполосные излучения для UL MIMO, PUSCH
6.4D.2.4	Неравномерность эквалайзера EVM для UL MIMO
6.4D.3	Ошибка временного выравнивания для UL MIMO
6.5D.1	Занимаемая полоса для UL MIMO
6.5D.2.2	Маска спектральных излучений для UL MIMO
6.5D.2.4	Adjacent Channel Leakage Ratio для UL MIMO
7.3D.2	Уровень мощности эталонной чувствительности для UL MIMO
7.4D	Максимальный входной уровень для UL MIMO

Таблица 7. Встроенные тесты 3GPP 5G NR FR1 SA Tx diversity

TS 38.521-1	Тест 5G NR FR1 SA Tx diversity
6.2G.1	Максимальная выходная мощность UE для Tx diversity
6.2G.2	Максимальное снижение выходной мощности UE для Tx diversity
6.4G.2.1	EVM для Tx diversity (PUCCH, PUSCH, PRACH)
6.4G.2.3	Внутриполосные излучения для Tx diversity (PUSCH, PUCCH)
6.5G.2.3.1	NR ACLR для Tx diversity

Таблица 8. Встроенные тесты 3GPP 5G NR SA RedCap

TS 38.521-1	Тест 5G NR SA RedCap
6.2I.1	Максимальная выходная мощность UE для RedCap
7.3I.2	Уровень мощности эталонной чувствительности для RedCap

Таблица 9. Встроенные тесты 3GPP NR FR2 SA

TS 38.521-2	Тест 5G NR FR2 SA
6.2.1	Максимальная выходная мощность UE для SA FR2

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

6.2.2	Максимальное снижение выходной мощности UE для SA FR2
6.3.1	Минимальная выходная мощность для SA FR2
6.3.3.2	Общая маска передачи ON/OFF для SA FR2
6.4.1	Ошибка частоты для SA FR2
6.4.2.1	EVM PUSCH для SA FR2 (PUSCH, PUCCH, PRACH)
6.4.2.2	NR Carrier Leakage для SA FR2
6.4.2.3	Внутриполосные излучения PUSCH для SA FR2 (PUSCH, PUCCH)
6.4.2.5	Неравномерность спектра для SA FR2
6.5.1	Занимаемая полоса для SA FR2
6.5.2.1	SEM для SA FR2
6.5.2.3	ACLR для SA FR2

Таблица 10. Встроенные тесты 3GPP 5G NR FR1 NSA

TS 38.521-3	Тест 5G NR FR1 NSA
6.2B.1.3	Максимальная выходная мощность UE для inter-band E-UTRA-NR dual connectivity (EN-DC) в FR1
6.2B.1.4	Максимальная выходная мощность UE EN-DC FR2
6.2B.2.3	Максимальное снижение выходной мощности UE для inter-band EN-DC в FR1
6.2B.4.1.3	Настроенная выходная мощность для inter-band EN-DC в FR1
6.3B.1.3	Минимальная выходная мощность для inter-band EN-DC в FR1
6.3B.3.3	Временная маска Tx ON/OFF для inter-band EN-DC в FR1
6.3B.8.2.3	Относительный допуск управления мощностью для inter-band EN-DC в FR1
6.3B.8.3.3	Суммарный допуск управления мощностью для inter-band EN-DC в FR1
6.4B.1.3	Ошибка частоты для inter-band EN-DC в FR1
6.4B.2.3.1	Error Vector Magnitude (EVM) для inter-band EN-DC в FR1 (PUSCH, PUCCH, PRACH)
6.4B.2.3.2	Утечка несущей для inter-band EN-DC в FR1
6.4B.2.3.3	Внутриполосные излучения для inter-band EN-DC в FR1 (PUSCH, PUCCH)
6.4B.2.3.4	Неравномерность эквалайзера EVM для inter-band EN-DC в FR1
6.5B.1.3	Занимаемая полоса для inter-band EN-DC в FR1
6.5B.2.3.1	Маска спектральных излучений для inter-band EN-DC в FR1
6.5B.2.3.3	Adjacent Channel Leakage Ratio для inter-band EN-DC в FR1
7.3B.2.0.3	Эталонная чувствительность для inter-band EN-DC в FR1

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

7.4B.3	Максимальный входной уровень для inter-band EN-DC в FR1
--------	---

Таблица 11. Встроенные тесты NB-NTN

TS 36.521-4	Тест NB-NTN
6.2B.1	Максимальная выходная мощность UE
6.2B.2	Maximum Power Reduction (MPR)
6.2B.4	Настроенная передаваемая мощность
6.3B.1	Минимальная выходная мощность UE
6.3B.2	Мощность при выключенной передаче
6.3B.3.1	Общая маска передачи ON/OFF
6.3B.3.2	Временная маска PRACH
6.4B.1	Ошибка частоты с GSO ephemeris
6.4B.2.1	EVM для NPUSCH
6.4B.2.2	Утечка несущей
6.4B.2.3	Внутриполосные излучения
6.5B.2	Занимаемая полоса
6.5B.3.2	Маска спектральных излучений
6.5B.3.4	Утечка в соседний канал
7.3B	Уровень мощности эталонной чувствительности
7.4B	Максимальный входной уровень

Таблица 12. Встроенные тесты NR-NTN

TS 38.521-5	Тест 5G NR FR1 NTN
6.2.1	Максимальная выходная мощность UE для NTN
6.2.2	Максимальное снижение выходной мощности UE для NTN
6.2.4	Настроенная передаваемая мощность для NTN
6.3.1	Минимальная выходная мощность для NTN
6.3.3	Общая маска передачи ON/OFF для NTN
6.3.4	Относительный допуск мощности для NTN
6.3.4	Суммарный допуск мощности для NTN
6.4.1_1	Ошибка частоты NTN с GSO ephemeris
6.4.1_2	Ошибка частоты NTN с NGSO ephemeris
6.4.2.1	EVM для NTN (PUSCH, PUCCH)
6.4.2.2	Утечка несущей для NTN

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

6.4.2.3	Внутриполосные излучения для NTN (PUSCH, PUCCH)
6.4.2.5	Неравномерность спектра для NTN
6.5.1	Занимаемая полоса для NTN
6.5.2.1	Маска спектральных излучений для NTN
6.5.2.3	Adjacent Channel Leakage Ratio для NTN
7.3.2	Уровень мощности эталонной чувствительности для NTN
7.4	Максимальный входной уровень для NTN

Снижение стоимости владения RF-тестированием

Стоимость RF-тестирования сейчас важна как никогда: большое количество диапазонов, полос пропускания и типов модуляции создаёт огромное число тестовых конфигураций для верификации. S8714A RA помогает снизить стоимость владения благодаря специализированным функциональным лицензиям и подпискам поддержки, ориентированным на RF-тестирование.

Можно приобрести только те возможности, которые необходимы сейчас, а затем расширять функциональность по мере необходимости с помощью отдельных лицензий S8714A RA, например для RF-возможностей 3GPP Release 18 (R18). Software subscriptions предоставляют обновления функций и техническую поддержку в течение заданного срока для каждой лицензии. При первоначальной покупке любого ПО требуется support subscription. После окончания начального срока для продолжения получения обновлений RF-тестирования требуется продлевать только support subscription для S8714A RF Application.

Подписки поддержки core software необходимо продлевать для использования с другими решениями Network Emulation Solution (NES), например [S8711A Test Application \(TA\)](#).

Эффективное тестирование RF-характеристик

Давление сроков вывода на рынок неизбежно при проектировании устройств. S8714A RA помогает эффективно разрабатывать конструкции благодаря интуитивному GUI, возможности изменять параметры при активном соединении, одновременному отображению результатов нескольких измерений, поддержке нескольких аппаратных платформ и простой автоматизации. Можно характеризовать 5G NR и смежные технологии, включая LTE и WLAN.

Изменяйте параметры, необходимые для RF-тестирования

Количество тестовых условий для проверки RF-характеристик практически не ограничено. S8714A RA экономит время, позволяя изменять при активном соединении такие ключевые параметры, как channel, band и bandwidth. Несколько параметров можно изменить одновременно, настроив и выполнив blind handover. Необходимые процедуры, включая paging, Expected Input Power (EIP), Subscriber Identity Module (SIM) authentication и состояние соты, обрабатываются автоматически в фоновом режиме без вмешательства пользователя.

Желаемый канал можно указать как low, medium или high для автоматического выбора Absolute RF Channel Number (ARFCN) в соответствии со спецификациями 3GPP. Для тестирования за пределами спецификаций 3GPP можно вручную ввести frequency или ARFCN.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Просматривайте результаты нескольких измерений

RF-верификация устройств 5G NR ускоряется благодаря одновременному отображению результатов нескольких измерений. Набор отображаемых измерений настраивается на главном экране.

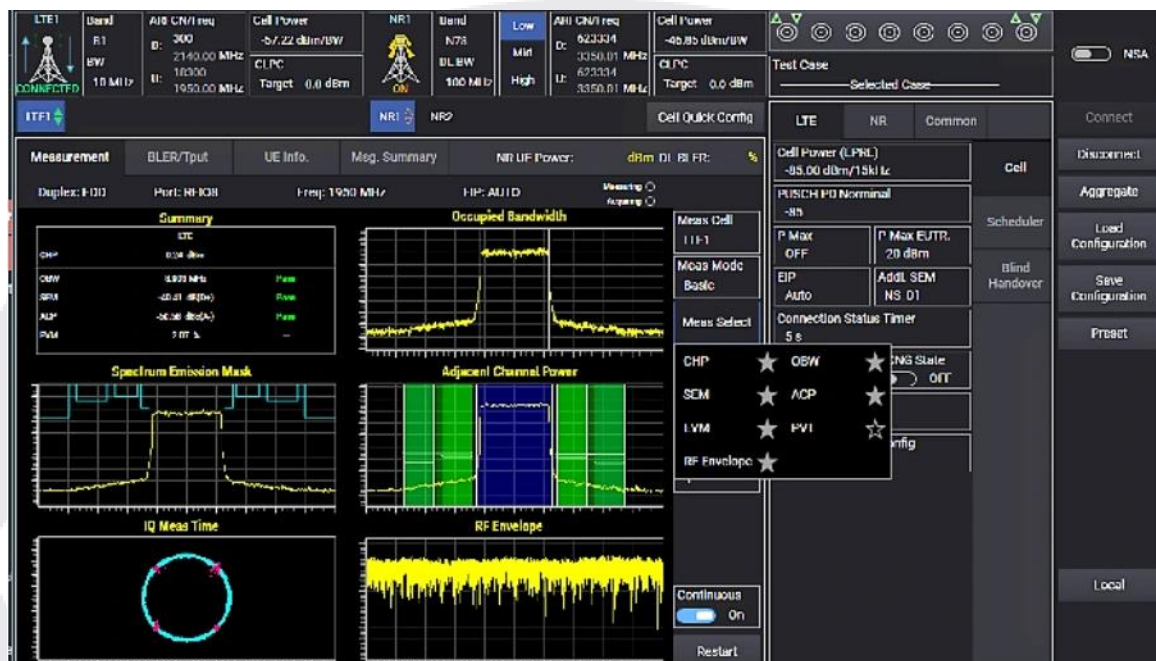


Рисунок 2. Пример результатов измерений LTE



Рисунок 3. Пример результатов измерений 5G NR

Выберите оптимальную платформу UXM Wireless Test Platform

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Keysight предлагает оптимальные аппаратные конфигурации для сценариев 5G NR вплоть до 3GPP Release 18 (R18) и для Wi-Fi вплоть до IEEE 802.11be. Можно выбрать платформу под текущие требования и добавить дополнительные возможности в будущем.

[Keysight E7515W Wireless Connectivity Test Platform](#) имеет оптимальный набор ресурсов для тестирования Wi-Fi, а также 5G NR NSA и SA с сигнализацией в одном приборе. Особенно полезная для устройств Customer-Premises Equipment (CPE), E7515W вместе с S8714A RA является оптимальным решением для RF-тестирования с Wi-Fi, включая Coexistence Tests.

[Keysight E7515P](#) является наиболее производительной платформой семейства UXM и содержит максимальный объём ресурсов для тестирования всех corner cases, диапазонов и конфигураций каналов LTE, 5G NR и Wi-Fi с эмуляцией сети.

S8714A RA также поддерживает платформу [E7515R](#) для RedCap. Это удобно для тестирования только RedCap: требуются всего две лицензии - core signaling RedCap и RF Application.

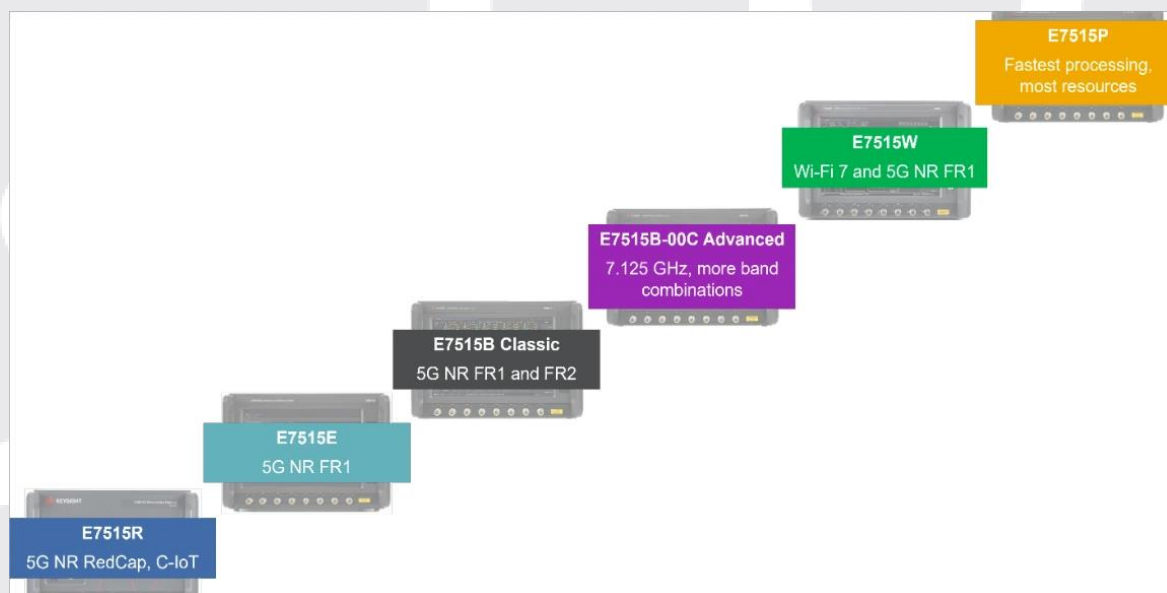


Рисунок 4. UXM wireless test platform

Дополнительная информация о платформах UXM Wireless:

- [5G Wireless Test Platforms](#)
- [E7515W Wireless Connectivity Test Platform](#)
- [E7515R UXM 5G Wireless Test Platform](#)

Тестирование 5G NR и смежных технологий

S8714A RA обеспечивает RF-тестирование не только устройств 5G NR. Можно проверять RF-характеристики устройств для 5G NR NSA и SA, LTE, NB-NTN и стандартов IEEE 802.11 (WLAN). SAR performance оценивается совместно с ключевыми сторонними решениями. Поддерживается проверка характеристик в диапазонах, определённых стандартами 3GPP и IEEE: 5G NR-U (unlicensed) и Wi-Fi 6E до 7,125 ГГц, а также 5G NR FR2. Все эти технологии и условия тестируются одним приложением на одной тестовой платформе.

Тестирование точек доступа и станций 802.11 (WLAN)

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

S8714A RA оптимально подходит для тестирования многотехнологичных устройств, например CPE. Благодаря гибкому RFIO на платформе UXM достаточно одного подключения, чтобы тестировать RF-характеристики 5G NR и Wi-Fi. Тестирование RF-характеристик новейших Wi-Fi 7 Access Point (AP) и client/station (STA) с сигнализацией максимально приближает поведение устройства к реальному. Помимо тестов передатчика и приёмника, связанных с power, modulation, bandwidth и BER, RA поддерживает также Range Vs Rate и Throughput tests. В настоящее время поддерживаются стандарты 802.11a/b/g/n/ac/ax/be.



Рисунок 5. Пример результатов измерений Wi-Fi 7 AP

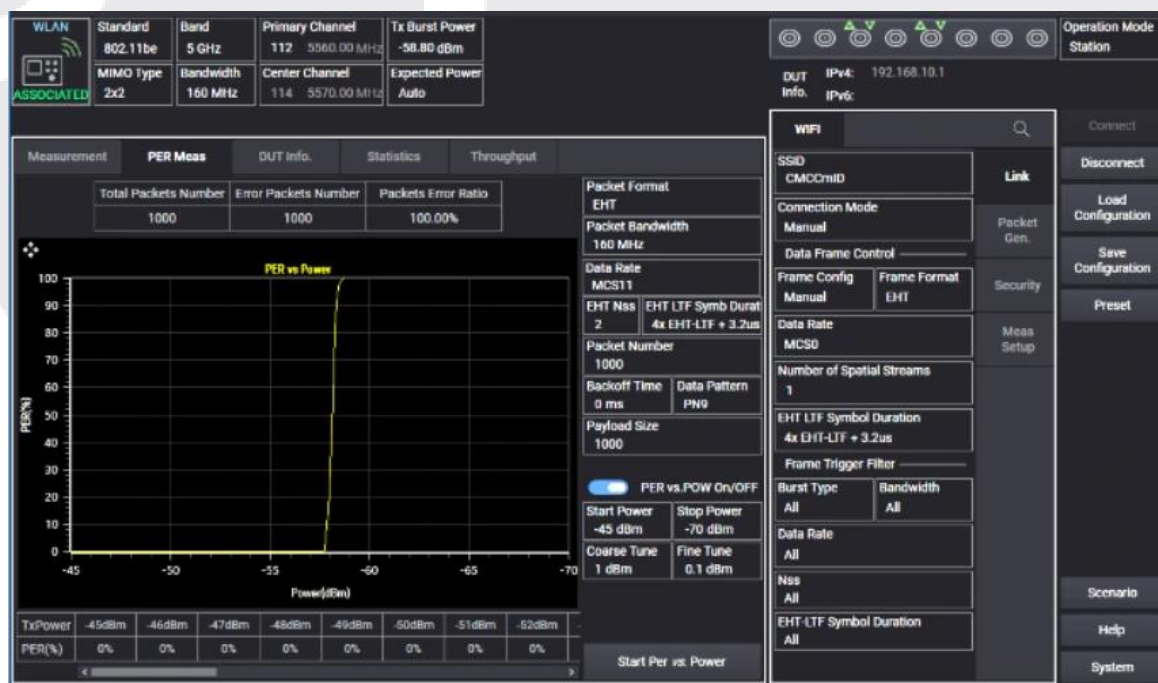


Рисунок 6. Пример измерения RF-чувствительности Wi-Fi

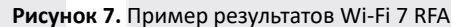
Быстрая разработка автоматизированных тестов

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Альтернативный вариант - [Keysight S8702A RF Automation Toolset \(RFA\)](#), позволяющий быстро автоматизировать RF-тесты. Поддерживаются test cases 3GPP 5G NR SA, включая UL MIMO, 2UL CA и Tx diversity, test cases 3GPP 5G NR NSA и test cases IEEE 802.11.



- S8702A RF Automation Toolset

Решения, которые можно повторно использовать на нескольких этапах workflow, востребованы, поскольку оптимизируют стоимость тестового оборудования. Ручное и автоматизированное тестирование быстро и просто разворачивается на этапах modem and RF bring-up, device integration, performance optimization и device repair с помощью ориентированного на RF пользовательского интерфейса S8714A RA.

Модемы формируют основу сигнализации и RF-характеристик беспроводных устройств. При первоначальном запуске аппаратной части модема необходимо тестировать RF-характеристики при изменении frequency, power и bandwidth во всём диапазоне. Модемы поддерживают множество комбинаций частот и полос пропускания, что позволяет использовать их в устройствах по всему миру.

Современные беспроводные устройства поддерживают множество частотных диапазонов для работы в различных регионах мира. Знание частот, поддерживаемых каждым модемом, упрощает

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

разработку test plans. То же относится и к комбинациям диапазонов, поскольку не каждый band может использоваться совместно с любым другим.

RA предоставляет GUI- и SCPI-доступ к диапазонам и комбинациям диапазонов, сообщаемым Device Under Test (DUT). Для отображения наиболее полезной информации GUI поддерживает фильтры.

RA можно использовать для мониторинга и анализа производительности при активном соединении с асимметричными полосами и в SDL (supplementary downlink) bands, определённых стандартами 3GPP.

NR Capability

Access Stratum Release : R16

PCell FR2: Supported

Long DRX Cycle: Supported

PDSCH 256QAM FR1: Supported

PDSCH Mapping Type A: Supported

SCS 60KHz: Not Supported

Short DRX Cycle: Supported

PUSCH Pi/2 BPSK: Supported

PDSCH Mapping Type B: Supported

NR Supported Bands

Counts: 60

Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band	Band
N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
N11	N12	N13	N14	N15	N16	N17	N18	N19	N20
N21	N22	N23	N24	N25	N26	N27	N28	N29	N30
N31	N32	N33	N34	N35	N41	N78	N79	N80	N81
N82	N83	N84	N85	N86	N87	N88	N89	N90	N91
N92	N93	N94	N95	N96	N97	N98	N99	N100	N255

Band	Power Class	DL Bandwidth		UL Bandwidth		Max Modulation	Pi/2 BPSK Power Boosting	Asymmetric Bandwidth CombSet
N41	PC1	SCS15K	10M,20M,30M,40M,50M	SCS 30K	—	DL: QAM256 UL: QAM256	True	0
N78	PC1.5	SCS 15K	10M, 15M, 20M, 25M, 30M, 40M, 50M,60M, 70M, 80M, 100M	SCS 15K	10M, 15M, 20M, 25M, 30M, 40M, 50M,60M, 70M, 80M, 100M	DL: QAM256 UL: QAM256	False	0
		SCS 30K	10M, 15M, 20M, 25M, 30M, 40M, 50M,60M, 70M, 80M, 100M	SCS 30K	10M, 15M, 20M, 25M, 30M, 40M, 50M,60M, 70M, 80M, 100M	DL: QAM256 UL: QAM256		
N79	PC1	SCS15K	10M,20M,30M,40M,50M	SCS 30K	—	DL: QAM256 UL: QAM256	True	0
N80	PC1	SCS15K	10M,20M,30M,40M,50M	SCS 30K	—	DL: QAM256 UL: QAM256	True	0
N81	PC1	SCS15K	10M,20M,30M,40M,50M	SCS 30K	—	DL: QAM256 UL: QAM256	True	0

Рисунок 8. Просмотр заявленных диапазонов 5G NR

Рисунок 9. Фильтрация требуемых комбинаций диапазонов

SA и MIMO требуют широкого тестирования уже на этапе первоначальной характеристики модема. 3GPP определяет множество комбинаций LTE и 5G NR Component Carriers (CC). S8714A RA упрощает их проверку: параметры агрегированных сот LTE и 5G NR настраиваются на одном экране. Параметры других сот можно копировать, упрощая повторное тестирование ранее использованных условий.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Throughput Test	LTE Cell 1 PCC	LTE Cell 2	LTE Cell 3	LTE Cell 4	LTE Cell 5	LTE Cell 6	NR Cell 1 PCC	NR Cell 2	NR Cell 3	NR Cell 4
Band	B1	B1	B1	B1	B1	B1	N78	N78	N78	N78
Bandwidth	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	10 MHz	100 MHz	100 MHz	100 MHz	100 MHz
SCS	15KHz	15KHz	15KHz	15KHz	15KHz	15KHz	30 KHz	30 KHz	30 KHz	30 KHz
DL ARFCN Freq.(MHz)	300 2140.00	300 2140.00	300 2140.00	300 2140.00	300 2140.00	300 2140.00	623334 3449.97	629998 3350.01	636666 3549.96	643330 3649.95
Cell Power dBm/SCS	-85.00	-85.00	-85.00	-85.00	-85.00	-85.00	-82.00	-82.00	-82.00	-82.00
TDD Pattern	2	2	3	2	3	2	3DSU 510:2:2	3DSU 3DSU 5 6:4:4	7DS2U 510:2:2	3DSU 510:2:2
Tx/Rx Resource	DL & UL	DL Only	DL Only	DL Only	DL Only	DL Only	DL & UL	DL & UL	DL Only	DL Only
DL MIMO	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	2x2	4x4@1,2,3,4	2x2@1,2	2x2@2,3	2x2@2,3
UL MIMO	1x1	1x1	1x1	1x1	1x1	1x1	1x1@1	1x1@1	1x1@1	1x1@1

Get Current Apply Cancel

Рисунок 10. Настройка параметров нескольких агрегированных сот

Оценка пропускной способности данных с NR-DC



Рисунок 11. Соединение NR-DC и измерение

Тестирование поведения устройства после интеграции аппаратного и программного обеспечения

Аппаратная конструкция устройства требует обширного RF-тестирования. Особенно важный этап наступает после завершения аппаратного запуска и начала интеграции с программным обеспечением. Для мобильных устройств интеграция с protocol stack является ключевой вехой.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Упрощение RF-тестирования по нескольким каналам и полосам

S8714A RA выводит часто используемые параметры и функции на главный экран:

- Изменение band, channel, UE power и modulation без разрыва соединения.
- Проверка характеристик с помощью RF-измерений, включая channel power, ACLR, SEM и EVM.
- Простое установление и поддержание соединений без детального знания протоколов.

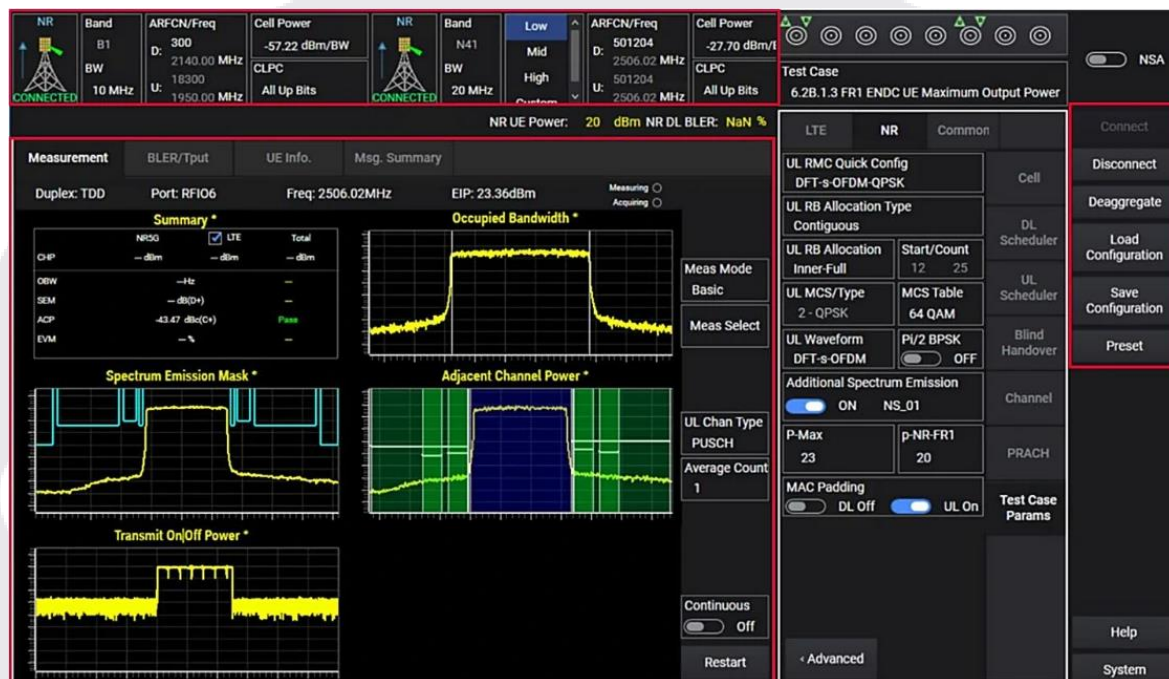


Рисунок 12. Часто используемые параметры и функции на главном экране

Анализ поведения на mmWave-частотах

FR2 добавляет новые сложности в RF-тестирование. S8714A RA упрощает первоначальную оценку RF-характеристик в FR2: можно установить соединение в FR2 band и одновременно просматривать результаты нескольких измерений. Добавление OTA software tools Keysight позволяет управлять всеми компонентами системы для дополнительных тестов, включая EIRP (Effective Isotropic Radiated Power), TRP (Total Radiated Power) и TIS (Total Isotropic Sensitivity), требуемых 3GPP.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

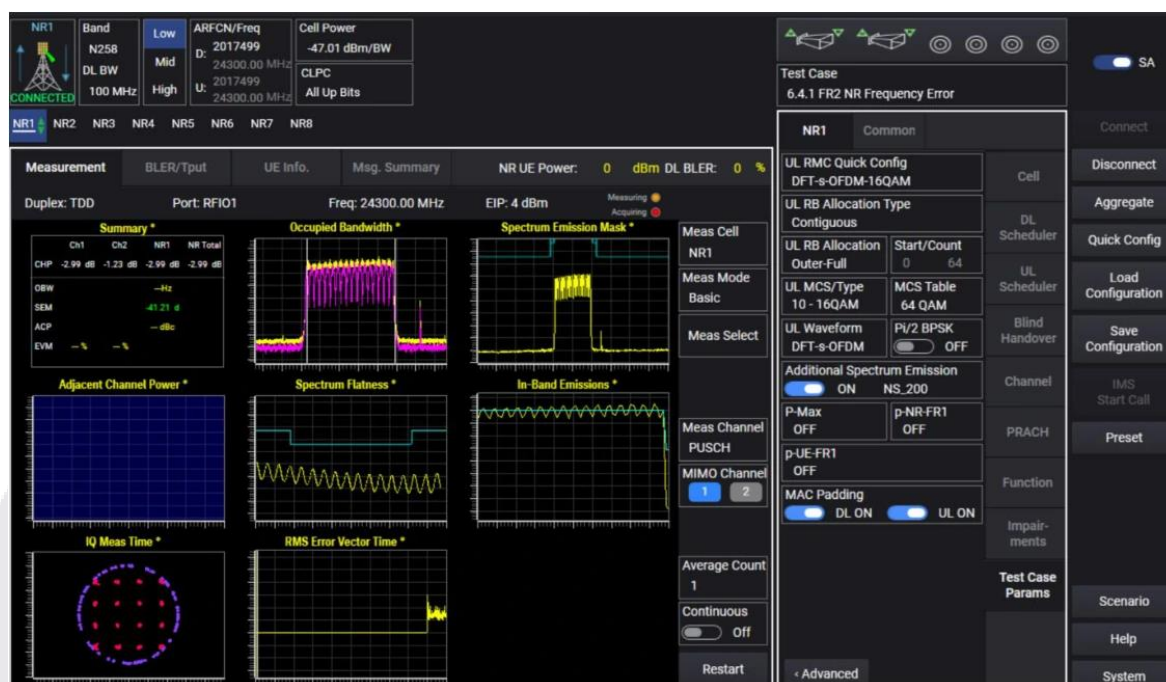


Рисунок 13. Пример результатов RF-измерений 5G NR FR2

Разработка тестов для проверки новых и изменённых конструкций

Design verification test - ещё одна область, где RF-тестирование играет важную роль. Конструкция проверяется относительно внутренних и внешних спецификаций. Regression testing, при котором RF-характеристики существующей конструкции проверяются после новых улучшений или модификаций, требует автоматизации, поскольку тесты обычно выполняются в течение многих часов или дней.

S8714A RA является быстрым и стабильным решением для ручного и автоматизированного RF-тестирования. Можно использовать встроенные предварительно настроенные тесты 3GPP или проверять общие RF-характеристики с помощью настраиваемых измерений channel power, ACLR, SEM и EVM. Автоматизация быстро создаётся через SCPI; для конкретных 3GPP RF test cases можно использовать [S8702A RFA](#), а для throughput tests - [S8703A FKPI](#).

Тестирование функций RedCap с использованием [E7515R UXM Platform](#)

RedCap означает Reduced Capability 5G NR devices. 3GPP утвердила этот новый тип устройств в Release 17, чтобы упростить использование 5G с IoT-устройствами. S8714A RA позволяет тестировать устройства 5G RedCap Rel.17 и Cellular Internet of Things (CIoT).

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.



Рисунок 14. Пример тестирования RedCap

Выполнение RF-тестов NTN

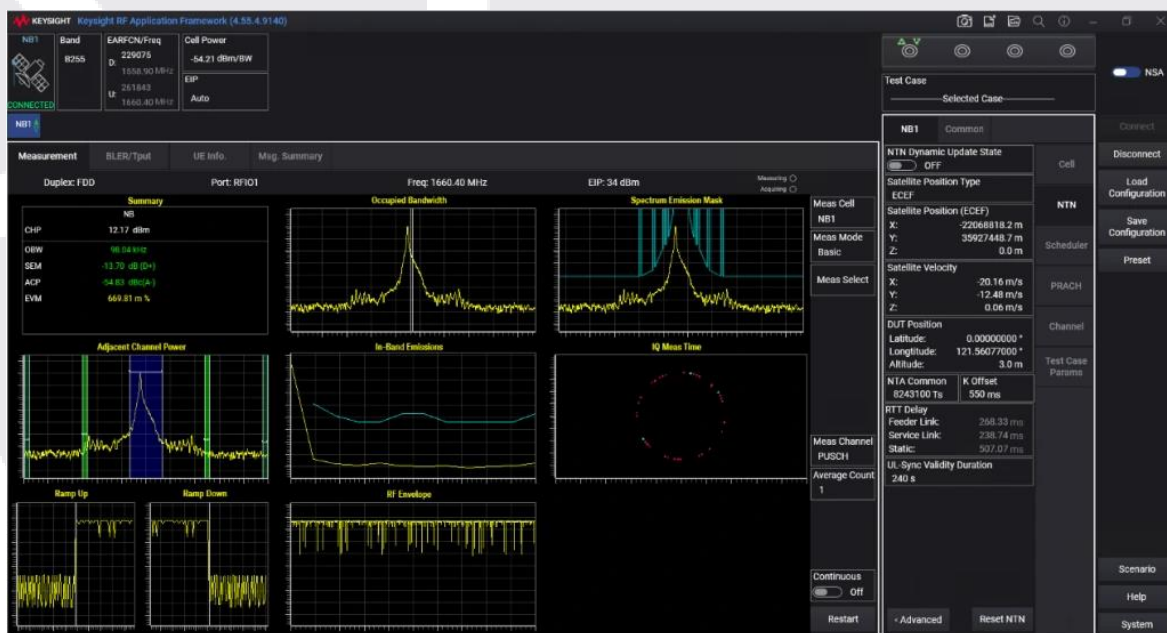


Рисунок 15. Тестирование NB-NTN

UXM можно настроить для эмуляции соты NB-NTN с задаваемыми положением спутника и DUT, после чего выполнять RF-тесты. Важная функция - настраиваемый статический GSO Doppler frequency shift в UL и DL, что позволяет тестировать UE с поддержкой как Non-Geostationary, так и Geostationary satellites.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

UXM можно также настроить для выполнения NR-NTN tests. Поддерживаются каналы n254, n255 и n256. После включения NR-NTN в UXM становятся доступны для настройки параметры, связанные со спутником.



Рисунок 16. Тестирование NR-NTN

UL- и DL-signaling можно проверять с помощью функции message decode приложения S8714A RA.

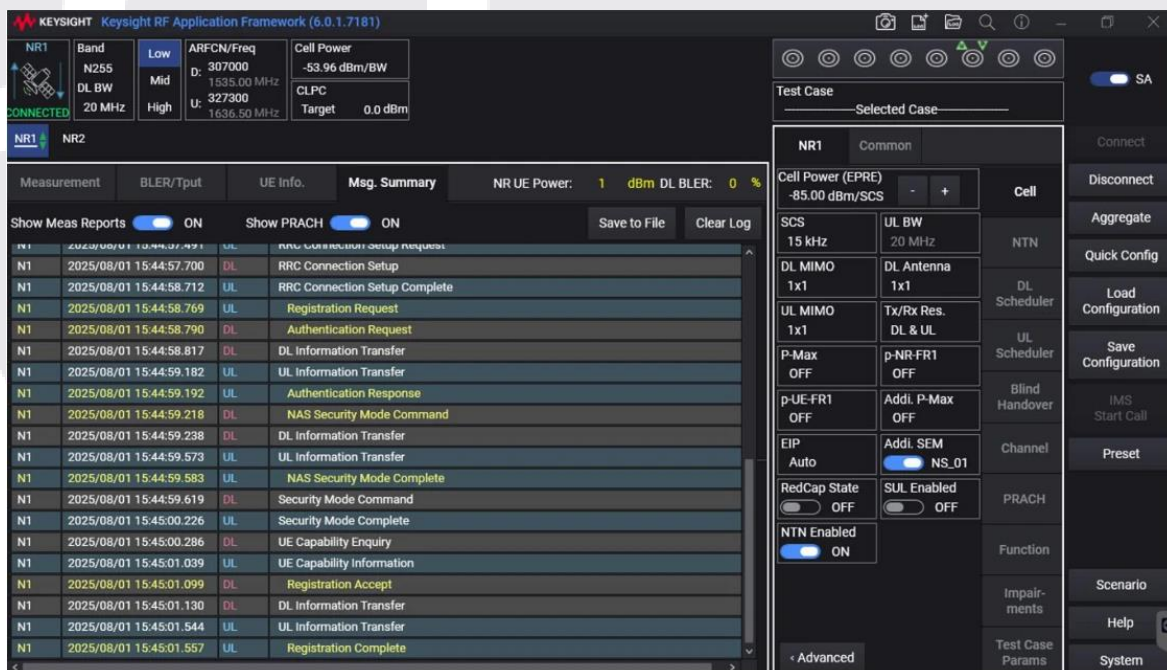


Рисунок 17. Функция декодирования сообщений

RF-, функциональное и throughput-тестирование WLAN

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

S8714A RA предоставляет RF-измерения WLAN на основе стандартов IEEE. Можно характеризовать в реальном времени поведение Access Point (AP) или client/station (STA), изменяя link parameters и одновременно наблюдая результаты нескольких измерений. UXM является единственной тестовой платформой, поддерживающей RF-верификацию WLAN и 5G NR SA/NSA с сигнализацией в одном приборе.



Рисунок 18. Пример результатов измерений WLAN AP



Рисунок 19. Пример результатов измерений WLAN STA



Рисунок 20. Пример тестирования 802.11be с полосой 320 МГц и MIMO 4x4

Для WLAN доступен новый Non-Signaling mode. Последний релиз поддерживает 802.11bn (Wi-Fi 8). Этот режим обеспечивает генерацию и анализ WLAN-сигнала для тестирования WLAN DUT без сигнализации и полезен при характеристике чипсета ещё до появления software stack верхних уровней.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.



Рисунок 21. Пример тестирования WLAN 802.11bn в Non-Signaling mode

Тестирование Voice over Wi-Fi

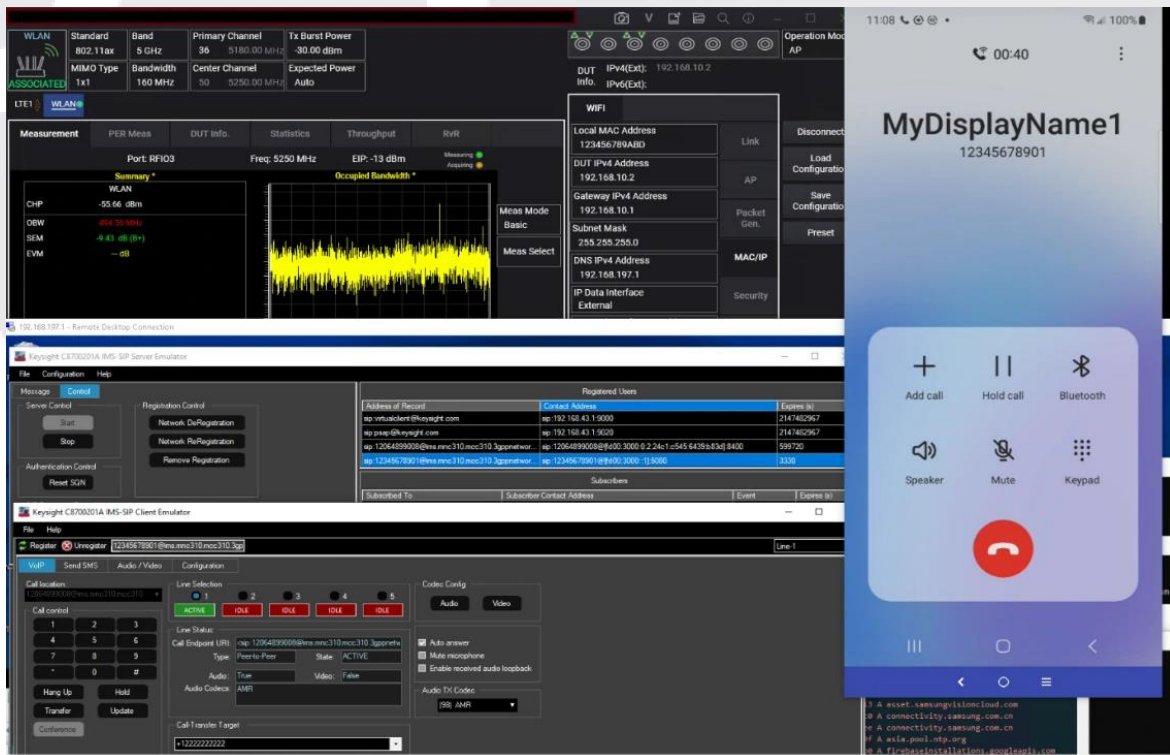


Рисунок 22. Пример тестирования VoWi-Fi

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Тестирование сосуществования WLAN - Cellular (5G NR и LTE)



Рисунок 23. Пример тестирования сосуществования WLAN - 5G

S8714A RA позволяет выполнять WLAN-Cellular coexistence tests. RA может одновременно эмулировать WLAN и 5G NR/LTE, обеспечивая сценарии coexistence.

UXM выступает в роли AP, взаимодействующего с DUT по Wi-Fi, и одновременно может создавать cellular interference, чтобы оценивать изменение характеристик Wi-Fi. Аналогично, если DUT является AP, UXM выступает как STA. Такой сценарий особенно полезен для тестирования CPE: UXM имитирует cellular signal для CPE/FWA устройства, перекрывающий Wi-Fi signal, и одновременно работает как Wi-Fi client, принимая Wi-Fi signal от FWA device.

Список встроенных тестов IEEE 802.11

RF-тесты для различных стандартов WLAN встроены в приложение для быстрого и простого тестирования.

Таблица 13. Список тестов IEEE 802.11

Стандарт	Раздел	RF-тест IEEE 802.11-2020 WLAN
802.11b	15.4.5.2	Уровни мощности передачи
	15.4.5.5	Маска спектра передачи
	15.4.5.6	Допуск центральной частоты передачи
	15.4.5.7	Допуск частоты chip clock
	15.4.5.8	Нарастание и спад мощности передачи
	15.4.5.9	Подавление RF-несущей
	15.4.5.10	Точность модуляции передатчика
	15.4.6.2	Минимальная входная чувствительность приёмника
	15.4.6.3	Минимальный входной уровень приёмника
802.11a/g	17.3.9.2	Уровни мощности передачи
	17.3.9.3	Маска спектра передачи
	17.3.9.5	Допуск центральной частоты передачи
	17.3.9.6	Допуск частоты symbol clock
	17.3.9.7.2	Утечка центральной частоты передатчика
	17.3.9.7.3	Неравномерность спектра передатчика

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

	17.3.9.7.4	Ошибка созвездия передатчика
	17.3.10.2	Минимальная входная чувствительность приёмника
	17.3.10.5	Максимальный входной уровень приёмника
	17.3.20.3	Подавление соседнего канала
	17.3.20.4	Подавление несоседнего канала
802.11ac	21.3.17.1	Маска спектра передачи
	21.3.17.2	Неравномерность спектра
	21.3.17.3	Допуск центральной частоты передачи и частоты symbol clock
	21.3.17.4.2	Утечка центральной частоты передачи
	21.3.17.4.3	Ошибка созвездия передатчика
	21.3.18.1	Минимальная входная чувствительность приёмника
	21.3.18.2	Подавление соседнего канала
	21.3.18.3	Подавление несоседнего канала
	21.3.18.4	Максимальный входной уровень приёмника
802.11ax	27.3.19.1	Маска спектра передачи
	27.3.19.2	Неравномерность спектра
	27.3.19.3	Допуск центральной частоты передачи и symbol clock
	27.3.19.4.2	Утечка центральной частоты передачи
	27.3.19.4.3	Ошибка созвездия передатчика
	27.3.20.2	Минимальная входная чувствительность приёмника
	27.3.20.3	Подавление соседнего канала
	27.3.20.4	Подавление несоседнего канала
	27.3.20.5	Максимальный входной уровень приёмника
802.11be	36.3.20.1	Маска спектра передачи
	36.3.20.2	Неравномерность спектра
	36.3.20.3	Допуск центральной частоты передачи и частоты symbol clock
	36.3.20.3	Подавление соседнего канала
	36.3.20.4	Подавление несоседнего канала
	36.3.20.4.2	Утечка центральной частоты передачи
	36.3.20.4.3	Ошибка созвездия передатчика
	36.3.21.2	Минимальная входная чувствительность приёмника
	36.3.21.5	Максимальный входной уровень приёмника

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

802.11bn	38.3.26.1	Маска спектра передачи
	38.3.26.2	Неравномерность спектра
	38.3.26.3	Допуск центральной частоты передачи и частоты symbol clock
	38.3.26.4.2	Утечка центральной частоты передачи
	38.3.26.4.3	Ошибка созвездия передатчика
	38.3.27.2	Минимальная входная чувствительность приёмника
	38.3.27.3	Подавление соседнего канала
	38.3.26.4	Подавление несоседнего канала
	38.3.26.5	Максимальный входной уровень приёмника

Функциональные тесты и тесты производительности

RF-тестирование двух устройств одновременно с одним UXM 5G

При тестировании двух устройств на одной платформе UXM 5G можно увеличить используемую ёмкость, сократить время и занимаемое пространство и уменьшить энергопотребление. Поддерживается проверка RF-характеристик LTE, 5G NR SA и 5G NR NSA и автоматизация тестирования с использованием двух экземпляров [S8702A RF Automation Toolset \(RFA\)](#).



Рисунок 24. Конфигурация тестирования двух устройств

Требуется только один комплект лицензий core signaling и UL RF measurement.

Оптимизация Throughput, Video и SAR Performance устройства

После интеграции protocol stack и аппаратной части с firmware и software начинается оптимизация дополнительных характеристик устройства, например throughput. Internet Protocol (IP) data throughput является показателем производительности устройства в реальном времени при загрузке видео или отправке фотографий. Измерение и сравнение throughput устройства с

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

теоретическим максимумом в различных условиях и во времени предоставляет данные для оптимизации характеристик в реальных сценариях.

В S8714A RA можно выбрать NR Maximum Throughput, после чего параметры 5G NR автоматически настраиваются для максимальной пропускной способности. Затем измеряются downlink (DL) и UL IP throughput для сравнения с теоретической производительностью.

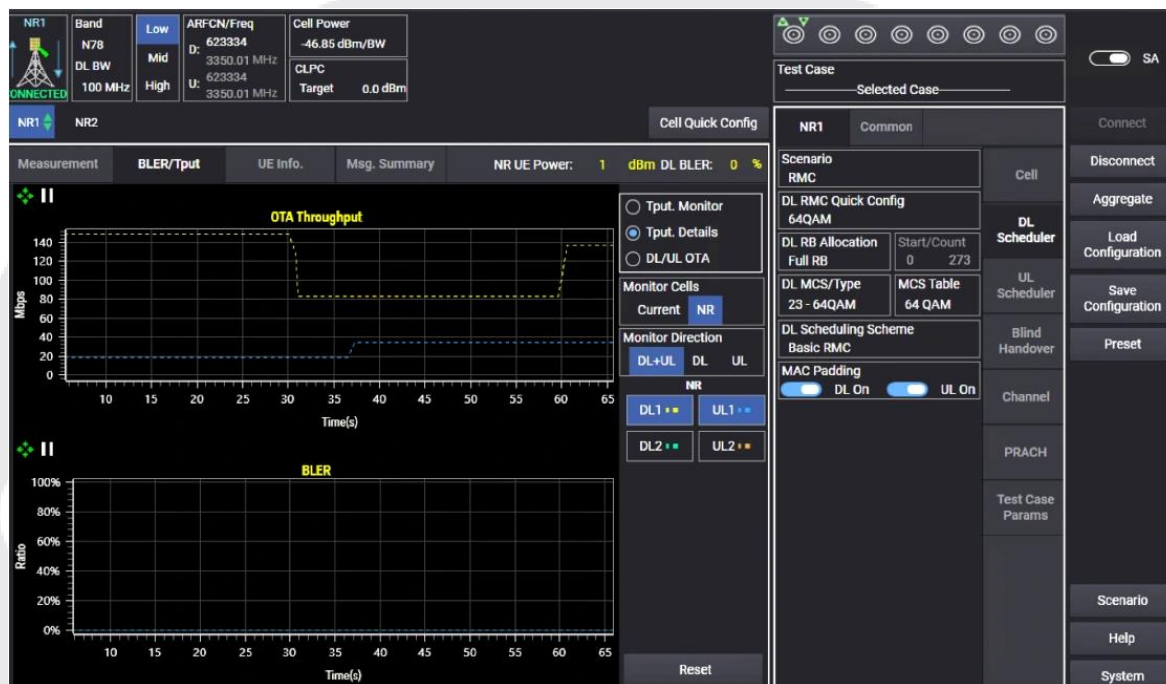


Рисунок 25. Пример графика throughput для 5G NR SA

Установление голосовых и видеосоединений

Голосовые и видеовызовы являются типичными сценариями использования беспроводного устройства. Для кодирования и декодирования голоса в данные используются различные алгоритмы codec. S8714A RA использует встроенный IMS server и client с выбираемыми codecs для эмуляции голосовых и видеовызовов с устройством.

Настройка параметров SAR testing

Анализ SAR performance устройства является ещё одной частью оптимизации. Условия SAR testing определяются регулирующими организациями каждой страны или региона. S8714A RA упрощает настройку SAR с помощью готовых вариантов для условий конкретного региона. Также предусмотрен предварительно настроенный вариант тестирования SAR performance при максимальном throughput.

Таблица 14. Встроенные варианты SAR-тестирования S8714A RA

Встроенный вариант SAR-теста	Страна и Duty Cycle
CN Duty Cycle 33% 2x2.5 ms	China 33%
CN Duty Cycle 63% 2.5 ms	China 63%
CN Duty Cycle 60% 2.5 ms	China 60%

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

CN Duty Cycle 10% 5 ms	China 10%
CN Duty Cycle 71% 2.5	China 71%
EU Duty Cycle 30% 2.5 ms	EU 30%
JP Duty Cycle 50% 2.5 ms	Japan 50%
KR Duty Cycle 23% 2.5 ms	Korea 23%
US Duty Cycle 25% 5 ms	USA 25%
Duty Cycle 23% 5 ms	23%
Maximum Duty Cycle	Maximum
Flexible Duty Cycle (FDD, TDD)	Flexible
User Defined	User Defined

Тестирование IMS Calls

Встроенный server UXM может работать как IMS server. Такая конфигурация используется для функционального тестирования Emergency Call с SIM или без SIM, MO/MT SMS, Audio или Video call и Voice over Wi-Fi (VoWi-Fi).

Поиск неисправностей и ремонт беспроводных устройств

Ремонт беспроводных устройств является важной частью workflow. S8714A RA помогает устранять проблемы RF, throughput, audio, video и SMS. Автоматизация важна для проверки характеристик устройства после ремонта. RFA и FKPI предоставляют быструю и простую автоматизацию RF- и throughput-тестирования с RA.

Решения Keysight охватывают workflow устройства

S8714A RA оптимизировано по скорости и предназначено для RF-тестирования с интеллектуальной сигнализацией и эффективным пользовательским интерфейсом. Это ключевое решение для сокращения времени вывода беспроводных устройств на рынок при RF-верификации.

Работая на UXM wireless test platform, первой в своём классе платформе этого типа, S8714A RA является важной частью портфеля Keysight для тестирования устройств.

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

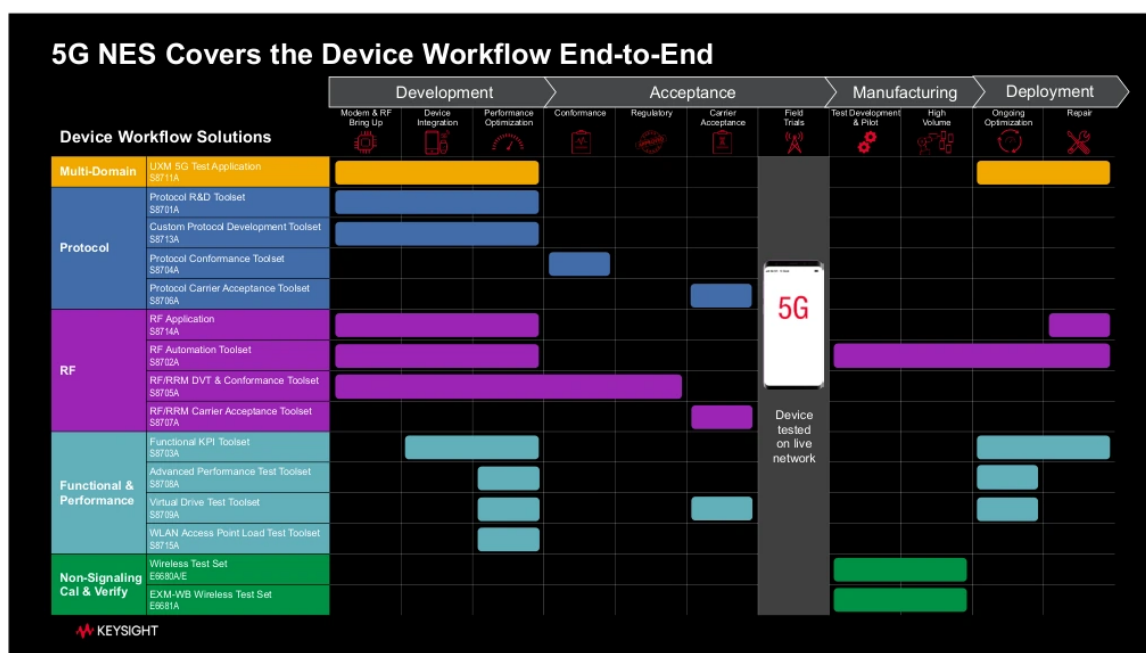


Рисунок 26. Решения Network Emulation

Дополнительная информация

- [S8702A RF Automation Toolset](#)
- [S8703A Functional KPI Toolset](#)
- [S8711A Test Application](#)
- [5G Device Test Solutions](#)
- [WLAN Testing](#)
- [Wireless Test Platforms](#)

Тел: +7 (495) 252-00-96

Email: info-site@akmetron.ru

Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.