Техническое описание (Data sheet) на русском языке

Keysight N7631APPC / E7631APPC PathWave Signal Generation for 5G NR / 5G-Advanced — встроенное приложение для создания сигналов 5G NR и 5G-Advanced на генераторах сигналов M9484C VXG и N5186A MXG

Содержание (Table of Contents)

- Основные возможности (Key features)
- Упрощение создания пользовательских сигналов (Simplify Custom Signal Creation)
- Применение сигналов в реальных испытаниях (Apply Your Signals in Real-World Testing)
- Испытания компонентов и передатчиков (Component and transmitter test)
- Испытания приёмников (Receiver test)
- Испытания производительности (Performance test)
- Лицензирование PWSG Desktop для 5G NR/5G-Advanced (PWSG Desktop for 5G NR/5G-Advanced Licensing)
- Лицензирование PWSG Embedded для 5G NR/5G-Advanced (PWSG Embedded for 5G NR/5G-Advanced Licensing)
- Сводка функций PWSG для 5G NR/5G-Advanced (PWSG for 5G NR/5G-Advanced Feature Summary)
- Поддерживаемые стандарты (Supported standards)
- Рабочие характеристики (Performance characteristics)
- Информация для заказа (Ordering Information)

Технический обзор (Technical Overview). PathWave Signal Generation (PWSG) для 5G NR/5G-Advanced.

Основные возможности (Key features)

- Генерация сигналов 5G NR, соответствующих стандартам 3GPP Rel 15, Rel 16, Rel 17 и Rel 18, для испытаний базовых станций и абонентского оборудования с канальным кодированием и поддержкой нескольких антенных портов
- Полная поддержка нисходящих каналов PBCH, PDSCH и PDCCH и восходящих каналов PUSCH, PUCCH и PRACH
- Поддержка нисходящих сигналов PSS/SSS, CSI-RS, PBCH-DMRS, PDSCH-DMRS, PDSCH-PTRS, PDCCH-DMRS, RIM-RS и восходящих сигналов SRS, PUSCH-DMRS, PUCCH-DMRS и PUCCH-PTRS

Тел.: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

- Поддержка 3GPP Rel 18: UL 8 Tx SU-MIMO, PUSCH с 2 кодовыми словами, 24 антенных порта и тестовая модель DL с полосой 3 МГц
- Поддержка предустановок тестовых моделей 3GPP Rel 17 для FR1 и FR2
- Поддержка конфигураций UL FRC 3GPP Rel 17 и DL FRC 3GPP Rel 15
- Поддержка тестовой конфигурации PUCCH 3GPP Rel 17
- Поддержка конфигурации PRACH 3GPP Rel 17 для испытаний на соответствие (conformance test)
- Поддержка обработки транспортного блока на нескольких слотах (TB processing over multi-slots, TBoMS) для PUSCH 3GPP Rel 17
- Поддержка функций 3GPP Rel 16 (NR-U, eMIMO, eDSS, NR Positioning)
- Поддержка нескольких BWP и смешанной нумерологии (mixed numerology) в одной несущей
- Поддержка генерации каналов для нескольких пользователей: PUSCH и PDSCH
- Поддержка конфигурации MU-MIMO
- Поддержка конфигурации нисходящей и восходящей линий с гибким распределением подкадров
- Гибкая настройка сигнала: поддерживаются одна несущая и несколько несущих
- Поддержка пользовательского прекодирования DL-SCH
- Поддержка сосуществования 5G NR с LTE через динамическое совместное использование спектра (DSS, dynamic spectrum sharing)
- Поддержка программирования командами SCPI
- HARQ/TA в реальном времени с M9484C для проверки производительности приёмника gNB

Упрощение создания пользовательских сигналов (Simplify Custom Signal Creation)

Приложение Keysight PathWave Signal Generation (PWSG) для 5G NR/5G-Advanced — гибкий инструмент создания сигналов, который сокращает время на моделирование сигналов. Он позволяет быстро и просто создавать сигналы 5G NR для испытаний компонентов, передатчиков и приёмников.

Приложение для 5G NR/5G-Advanced выпускается в двух вариантах:

- **PathWave Signal Generation Desktop для 5G NR/5G-Advanced** (PathWave Signal Generation Desktop for 5G NR/5G-Advanced) работает на ПК, как Signal Studio, создаёт сигналы и загружает их в разные аппаратные платформы Keysight, такие как генераторы сигналов, векторные приёмопередатчики и генераторы сигналов произвольной формы (AWG).

- **PathWave Signal Generation Embedded для 5G NR/5G-Advanced** (PathWave Signal Generation Embedded for 5G NR/5G-Advanced) работает как встроенное программное обеспечение (firmware) внутри генераторов сигналов Keysight, таких как M9384B, M9484C VXG и N5186A MXG, с графическим интерфейсом (GUI), оптимизированным для сенсорного управления.

PWSG Embedded использует ту же измерительную технологию, что и PWSG Desktop, а его графический интерфейс оптимизирован для сенсорного управления.



Рисунок 1. PathWave Signal Generation Desktop и Embedded (PathWave Signal Generation Desktop vs. Embedded)

Применение сигналов в реальных испытаниях (Apply Your Signals in Real-World Testing)

Настроив сигналы в PathWave Signal Generation Desktop, вы можете загрузить их в разные приборы Keysight. Это даёт гибкость при создании сигналов на разных несущих частотах с разной полосой для множества применений. ПО PathWave Signal Generation Desktop — экономичный способ подстроить испытательное оборудование под ваши измерения при проектировании и разработке.

PathWave Signal Generation Embedded работает внутри генератора сигналов как встроенное ПО; у него такой же графический интерфейс и те же параметры настройки, что у приложения PathWave Signal Generation Desktop. Подробности — в разделе со сводкой функций.

Таблица 1. Приборы, поддерживаемые PathWave Signal Generation Desktop и Embedded

PathWave Signal Generation Desktop (лицензия: N7631EMBC)	PathWave Signal Generation Embedded (лицензия: N7631APPC или E7631APPC)
Подключение в реальном времени (Live Connectivity) • Генераторы сигналов X-Series: N5182B MXG, N5172B EXG и N5166B CXG • Векторный генератор сигналов N5186A MXG • Векторные приёмопередатчики M9410A/M9411A/M9415A/M9416A VXT в формате PXI • Векторный генератор сигналов M9484C VXG • Векторный генератор сигналов M9484C VXG + VDI CCU • СВЧ-генератор сигналов M9384B VXG • Генератор сигналов произвольной формы M8190A • Генератор сигналов произвольной формы M8190A DUC	**Встроенное приложение (Embedded Application)** • Векторный генератор сигналов M9484C VXG • СВЧ-генератор сигналов M9384B VXG-m • Векторный генератор сигналов N5186A MXG

Тел.: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Воспроизведение сигналов (Waveform playback) • Генераторы сигналов X-Series: N5182B MXG, N5172B EXG и N5166B CXG • Векторный генератор сигналов N5186A MXG • Векторные приёмопередатчики M9421A/M9410A/M9411A/M9415A/M9416A VXT в формате PXI • Векторные генераторы сигналов M9381A/M9383A в формате PXI (PXI VSG) • Генератор сигналов произвольной формы I/Q M9336A в формате PXIe (PXIe I/Q AWG) • Генератор сигналов произвольной формы I/Q P9336A с интерфейсом USB (USB I/Q AWG) • Генераторы сигналов произвольной формы M8190A/M8195A в формате AXI (AXI AWG) • Генератор сигналов произвольной формы M8190A (AXI) + E8267D PSG • СВЧ-генератор сигналов M9383B VXG-m • СВЧ-генератор сигналов M9384B VXG • Векторный генератор сигналов M9484C VXG	**Воспроизведение сигналов (Waveform Playback)** • Векторный генератор сигналов M9484C VXG-C • СВЧ-генератор сигналов M9384B VXG-m • Векторный генератор сигналов N5186A MXG

Испытания компонентов и передатчиков (Component and transmitter test)

PathWave Signal Generation использует режим воспроизведения сигналов (waveform playback), чтобы создавать и настраивать файлы сигналов для испытаний компонентов и передатчиков. Удобный интерфейс позволяет задать параметры сигнала, рассчитать получившиеся сигналы и загрузить файлы для воспроизведения на векторном генераторе сигналов или для анализа в ПО векторного анализа сигналов. Такие тестовые сигналы применяются для параметрических испытаний компонентов, например усилителей и фильтров, а также для оценки характеристик и проверки радиочастотных подсистем.

Настроив сигналы в PathWave Signal Generation Desktop, вы можете загрузить их в разные приборы Keysight.



Рисунок 2. Типовая конфигурация испытания компонентов с PWSG Desktop, генератором и анализатором сигналов X-Series (Typical component test configuration using PWSG Desktop with an X-Series signal generator and analyzer)

PathWave Signal Generation позволяет создавать сигналы 5G NR, чтобы оценивать мощность и качество модуляции компонентов и передатчиков. Разнообразные параметры сигнала легко менять, что упрощает создание сигналов.

- Быстрая настройка и генерация тестовых моделей 5G NR
- Создание спектрально корректных сигналов для испытаний мощности в канале, маски спектра и побочных излучений
- Просмотр графиков CCDF, спектра и временной области, чтобы изучать влияние нарастания мощности, форматов модуляции, изменений мощности, ограничения и других эффектов на работу устройства
- Регулировка отношения пиковой мощности к средней (PAPR, Peak-To-Average-Ratio) с помощью снижения крест-фактора (CFR, Crest Factor Reduction)
- Фильтрация в полосе модулирующих частот и оконное взвешивание для управления спектром и улучшения характеристик вне полосы

Испытания приёмников (Receiver test)

Приложение PathWave Signal Generation для 5G NR/5G-Advanced позволяет создавать сигналы с полным канальным кодированием для анализа коэффициента битовых ошибок (BER, Bit-Error-Rate), коэффициента блоковых ошибок (BLER, Block-Error-Rate), коэффициента пакетных ошибок (PER, Packet-Error-Rate) или коэффициента кадровых ошибок (FER, Frame Error Rate) на раннем этапе испытаний аппаратуры приёмника.

- Проверка производительности и функциональные испытания приёмников при интеграции радиочастотной части и модулирующих частот и при проверке системы
- Проверка кодирования подсистем модулирующих частот, включая ПЛИС (FPGA), ASIC и сигнальные процессоры (DSP)

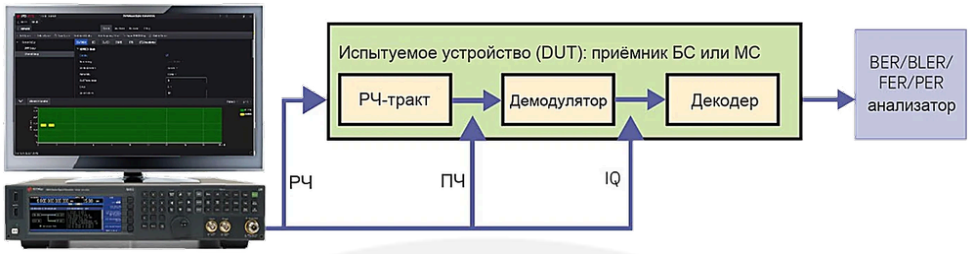


Рисунок 3. Создание тестовых сигналов приёмника для его испытаний на раннем этапе с генераторами сигналов Keysight X-Series и PathWave Signal Generation (Generate receiver test signals for early testing of your receiver with Keysight X-Series signal generators and PathWave Signal Generation). РЧ — радиочастота (RF), ПЧ — промежуточная частота (IF), БС — базовая станция (BTS), МС — мобильная станция (MS)

PathWave Signal Generation можно использовать для создания сигналов 5G NR для ранних испытаний системы приёмника и компонентов его аппаратуры. С помощью программного обеспечения Keysight PathWave Vector Signal Analysis (89600 VSA) с анализаторами сигналов и/или осциллографами можно оценить характеристики приёмника на разных этапах приёмного тракта (RF, IF и IQ).



Рисунок 4. Измерение одной несущей 5G NR в VSA (5G NR single carrier measurement in VSA)

Испытания производительности (Performance test)

Приложение PathWave Signal Generation для 5G NR/5G-Advanced можно встроить в испытательную систему для проверки производительности 5G NR. В нём есть встроенные тестовые модели нисходящей линии (DL), определённые 3GPP, предустановки DL/UL FRC, быстрые настройки теста PUCCH и конфигурации преамбул теста PRACH.

Тел.: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.

Лицензирование PWSG Desktop для 5G NR/5G-Advanced (PWSG Desktop for 5G NR/5G-Advanced Licensing)

PathWave Signal Generation Desktop для 5G NR/5G-Advanced работает с лицензией N7631EMBC (лицензия воспроизведения сигналов): позволяет создавать сигналы 5G NR, устанавливать живое подключение, загружать и воспроизводить сигналы 5G NR на генераторах сигналов Keysight, VXT или AWG.

Лицензирование PWSG Embedded для 5G NR/5G-Advanced (PWSG Embedded for 5G NR/5G-Advanced Licensing)

PWSG Embedded для 5G NR/5G-Advanced — полностью интегрированное приложение во встроенном ПО генератора сигналов; для создания и воспроизведения сигналов 5G NR работает с лицензиями N7631APPC для M9484C VXG или E7631APPC для N5186A MXG.

Сводка функций PWSG для 5G NR/5G-Advanced (PWSG for 5G NR/5G-Advanced Feature Summary)

PathWave Signal Generation для 5G NR/5G-Advanced позволяет создавать сигналы 5G NR, соответствующие стандартам, для испытаний gNB или UE.

Таблица 2. Функции PWSG для 5G NR/5G-Advanced

Функции (Features)	**Поддержка (Support)**
Интервалы между поднесущими (subcarrier spacing): 15 кГц, 30 кГц, 60 кГц, 120 кГц, 240 кГц, 480 кГц, 960 кГц	✓
Полоса FR1 (МГц): 3, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100	✓
Полоса FR2 (МГц): 50, 100, 200, 400, 800, 1600, 2000	✓
Каналы и сигналы нисходящей линии: PDSCH, PDSCH-DMRS, PDSCH-PTRS, PDCCH, CSI-RS, RIM-RS	✓
Блок SSB нисходящей линии (SSBlock): PBCH, PSS, SSS, автоматическая генерация MIB для PBCH	✓
Нисходящая линия: усиление блока SSB в каждом пакете (SSBlock boosting per burst)	✓
Каналы и сигналы восходящей линии: PUSCH, PUSCH-DMRS, PUSCH-PTRS, PUCCH (форматы 0/1/2/3/4), PRACH, SRS	✓
PUSCH и PDSCH для нескольких пользователей	✓
Канальное кодирование LDPC для DL-SCH, UL-SCH	✓

Полярное кодирование (Polar) для BCH, DCI и UCI	✓
Поддержка прекодирования с преобразованием (transform pre-coding, DFT-S-OFDM) и Pi/2-BPSK для PUSCH	✓
Таблицы MCS 5.1.3.1-1/2/3/4 для DL-SCH и 5.1.3.1-1/2/3 и 6.1.4.1-1/2 для UL-SCH	✓
Повторная передача HARQ и передача CBG (на основе сценариев)	✓
Конфигурация восходящей и нисходящей линий с гибким распределением подкадров	✓
Передача по нескольким антеннам (до 24 портов)	✓
Поддержка одной и нескольких несущих	✓
Графическое отображение распределения ресурсов кадра с параметром «display detail»	✓
Функция снижения крест-фактора (CFR) с редактором таблицы маски фильтра и графиком	✓
Экспорт файлов сигналов (зашифрованные файлы сигналов)	✓
Подключение в реальном времени к генераторам сигналов и AWG	✓
Автономное воспроизведение файлов сигналов	✓
Снижение крест-фактора (Crest factor reduction)	✓
Фильтрация в полосе модулирующих частот и оконное взвешивание для управления спектром и улучшения характеристик вне полосы	✓
Смешанная нумерология в одной несущей	✓
Несколько BWP в одной несущей	✓
Конфигурация нескольких кадров	✓
Экспорт файла настройки 89600 VSA.SETX	✓
Конфигурация DL FRC (Rel-15) и UL FRC (Rel-17)	✓
Предустановка тестовой модели DL: FR1 TM1.1, 1.2, 2, 2a, 2b, 3.1, 3.1a, 3.1b, 3.2, 3.3 и FR2 TM1.1, 2, 2a, 3.1, 3.1a (Rel-17)	✓
Пользовательский шаблон TDD для тестовой модели DL	✓
Предопределённая конфигурация для FR1 и FR2 (нисходящая и восходящая линии)	✓
Быстрая настройка PUCCH для испытаний производительности приёмника по TS38.141-1/2, пункт 8	✓

Компенсация фазы для передаваемой радиочастоты при генерации сигнала	✓
RA Type 0/1/2 для PUSCH и RA Type 0/1 для PDSCH	✓
Автоматическая генерация DCI форматов 0_0, 0_1, 0_2, 1_0, 1_1, 1_2	✓
Конфигурация тестовых преамбул PRACH (Rel-17)	✓
Конфигурация PRACH с полным заполнением (full-filled, Rel-17)	✓
Скачкообразная перестройка частоты PUSCH (выключена, внутри слота или между слотами)	✓
Конфигурация нескольких кадров с заданием числа радиокадров, периодичности SSB и нового формата выделенных слотов	✓
Сосуществование с LTE для DSS (динамическое совместное использование спектра)	✓
AWGN на основе сигнала произвольной формы	✓
Полезные данные (PN9/15/23/31, пользовательский шаблон, пользовательский файл)	✓
Функции Rel-16 (NR-U, eMIMO, eDSS, NR Positioning)	✓
Шаблон согласования скорости (rate match) для PDSCH и PUSCH	✓
Пользовательский тип модуляции (например, 8/16/32 APSK)	✓
Пользовательское прекодирование DL-SCH	✓
Тестовая модель DL для MSR (добавлены BC3 CS16/17 в TS37.141.2)	✓
8 уровней (layers), 2 кодовых слова для PDSCH и PUSCH	✓
Обработка транспортного блока на нескольких слотах для PUSCH (Rel-17)	✓
До 4 блоков SSB в одной несущей	✓
HARQ/TA в реальном времени (1Tx) с M9484C	✓
До 8x8 MIMO для одного пользователя	✓

Поддерживаемые стандарты (Supported standards)

Таблица 3. Поддерживаемые стандарты

Спецификация (Specification)	Название (Name)	Версия (Version)	Дата (Date)
3GPP TS38.211	Физические каналы и модуляция (Physical channels and modulation)	18.3.0	2024.06

3GPP TS38.212	Мультиплексирование и канальное кодирование (Multiplexing and channel coding)	18.3.0	2024.06
3GPP TS38.213	Процедуры физического уровня для управления (Physical layer procedures for control)	18.3.0	2024.06
3GPP TS38.214	Процедуры физического уровня для данных (Physical layer procedures for data)	18.3.0	2024.06
3GPP TS38.141-1	Испытания базовой станции (BS) на соответствие, часть 1: кондуктивные испытания (Base Station (BS) conformance testing Part 1: Conducted conformance testing)	18.6.0	2024.06
3GPP TS38.141-2	Испытания базовой станции (BS) на соответствие, часть 2: излучаемые испытания (Base Station (BS) conformance testing Part 2: Radiated conformance testing)	18.6.0	2024.06

Рабочие характеристики (Performance characteristics)

Определения (Definitions)

Типовые значения обозначаются сокращением «тип.» (typ.). Это характеристики сверх технических условий, которые демонстрируют 80 % приборов с доверительной вероятностью 95 %. На эти значения не распространяется гарантия на изделие.

Измеренное значение (meas, measured) — параметр, измеренный на этапе проектирования для сообщения ожидаемых характеристик, например дрейфа амплитуды во времени. Эти данные не гарантируются и измерены при комнатной температуре (около 25 °C).

Следующие рабочие характеристики относятся к векторным генераторам сигналов X-Series N5172B EXG и N5182B MXG с повышенным динамическим диапазоном (опция UNV), если не указано иное.

Параметры (Parameters)

- Радиоформат: нисходящая линия 5G NR, одна несущая (1-carrier 5G NR downlink)
- Частоты, измеренные в FR1: 2330 МГц, 3550 МГц и 4990 МГц
- Мощность: +6 дБм

Таблица 4. Характеристики сигнала 5G NR (нисходящая линия, FR1)

Сигнал (Signal)	Интервал между поднесущими, кГц (Subcarrier spacing)	Полоса несущей (Carrier bandwidth), МГц	Измерение (Measurement)	Значение (Specification)
N5182B/N5172B (Typical)				
Нисходящая линия 5G NR, FR1 (5G NR Downlink FR1)	15 кГц	50 МГц	ACPR — соседний канал (Adjacent)	-60,2 дБ
			ACPR — альтернативный канал (Alternate)	-62,1 дБ
			EVM (270 RB, 256QAM)	0,48 %
	30 кГц	100 МГц	ACPR — соседний канал (Adjacent)	-57,0 дБ
			ACPR — альтернативный канал (Alternate)	-59,6 дБ
			EVM (270 RB, 256QAM)	0,49 %
	60 кГц	100 МГц	ACPR — соседний канал (Adjacent)	-57,6 дБ
			ACPR — альтернативный канал (Alternate)	-59,7 дБ
			EVM (135 RB, 256QAM)	0,51 %

Информация для заказа (Ordering Information)

Лицензирование и конфигурация ПО (Software licensing and configuration)

PWSG Desktop и Embedded предлагаются с гибкими вариантами лицензирования:

- **Привязанная к устройству (Node-locked):** позволяет использовать лицензию на одном указанном приборе или компьютере.
- **Переносимая (Transportable):** позволяет использовать лицензию на одном приборе или компьютере одновременно. Лицензию можно перенести на другой прибор или компьютер с помощью онлайн-инструмента Keysight.

- **Плавающая (Floating):** позволяет получать лицензию с сервера на приборах и компьютерах в сети, по одному одновременно. Для одновременного доступа можно приобрести несколько лицензий. Плавающие лицензии бывают трёх типов: одна площадка, один регион и по всему миру.
- **Портативная USB (USB portable):** позволяет конечному пользователю переносить лицензию с одного прибора или компьютера на другой только с сертифицированным USB-ключом (dongle), который приобретается отдельно.
- **Подписка (Subscription, по времени):** лицензия ограничена по времени определённым периодом, например 12, 24 или 36 месяцев.
- PWSG Desktop для 5G NR/5G-Advanced требует лицензию воспроизведения сигналов N7631EMBC
- PWSG Embedded для 5G NR/5G-Advanced требует лицензию N7631APPC для M9484C VXG или лицензию E7631APPC для N5186A MXG

Таблица 5. Тип лицензии ПО, лицензия и подписка KeysightCare

Тип лицензии ПО (Software license type)	Лицензия ПО (Software license)	Подписка KeysightCare (KeysightCare subscription)
Привязанная к устройству, бессрочная (Node-locked perpetual)	SW1000-LIC-01	SW1000-SUP-01
Привязанная к устройству, по времени (Node-locked time-based)	SW1000-SUB-01	Включена (Included)
Переносимая, бессрочная (Transportable perpetual)[1]	SW1000-LIC-01	SW1000-SUP-01
Переносимая, по времени (Transportable time-based)[1]	SW1000-SUB-01	Включена (Included)

1. Переносимая лицензия поддерживается на N5186A с версией встроенного ПО A.16 и выше.

Таблица 6. Поддержка и подписка KeysightCare на один месяц (One-month KeysightCare Support and Subscription)

Лицензия ПО (Software license)	Тип лицензии ПО (Software license type)
SW1000-SUP-01	Продление на 1 месяц для привязанной к устройству бессрочной лицензии (1-month extension for node-locked perpetual license)
SW1000-SUP-01	Продление на 1 месяц для переносимой бессрочной лицензии (1-month extension for transportable perpetual license)

Требования к ПК (PC requirements)

Для работы PWSG Desktop требуется ПК.

Литература (Literatures)

PathWave Signal Generation, брошюра (Brochure), 5989-6448EN.

Попробуйте перед покупкой (Try before you buy)! Скачайте PathWave Signal Generation и бесплатно используйте 30 дней для измерений с вашей аппаратурой для анализа.

Тел.: +7 (495) 252-00-96
Email: info-site@akmetron.ru
Адрес: Москва, ул. Рабочая, д.93 стр.2, под. 2.