Техническое описание (Data sheet) на русском языке

Keysight N9084EM0E Short Range Communication and IoT X-Series Measurement Application — приложение для измерений передатчиков LoRa®, ZigBee (IEEE 802.15.4), Z-Wave (ITU G.9959) и HRP UWB (IEEE 802.15.4/4z) на анализаторах сигналов X-Series

Содержание (Table of Contents)

- Приложения для измерений в области связи малого радиуса действия и IoT (Short Range Communication and IoT Measurement Applications)
- Приложения для измерений X-Series (X-Series Measurement Applications)
- Основные возможности приложения для измерений в области связи малого радиуса действия и IoT (Short Range Communication and IoT Measurement Application Top Features)
- Сводка измерений (Measurement Summary)
- Подробности измерений (Measurement Details)
- Основные технические характеристики (Key Specifications)
- Информация для заказа (Ordering Information)
- Конфигурация оборудования (Hardware Configuration)
- Дополнительная информация (Additional Information)

Технический обзор (Technical Overview). N9084EM0E: приложение для измерений в области связи малого радиуса действия и IoT для анализаторов сигналов X-Series.

Приложения для измерений в области связи малого радиуса действия и IoT (Short Range Communication and IoT Measurement Applications)

Приложения для измерений в области связи малого радиуса действия и IoT превращают анализаторы сигналов X-Series с многосенсорным экраном (multi-touch) в стандартизированные тестеры радиочастотных передатчиков. Приложения обеспечивают быстрые радиочастотные измерения на соответствие стандартам (RF conformance) одной кнопкой и помогают проектировать, оценивать и производить передатчики. Приложения точно следуют стандартам, поэтому вы остаётесь на передовой задач проектирования и производства.

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



Основные возможности (Highlights)

- Соответствие тестам радиочастотных передатчиков LoRa®, ZigBee (IEEE 802.15.4), HRP UWB (IEEE 802.15.4/4z) и Z-Wave (ITU G.9959)
- Измерения одной кнопкой с оценкой «годен/не годен» по стандарту (pass/fail)
- Многосенсорный интерфейс пользователя (multi-touch) и удалённый интерфейс SCPI
- Расширение парка испытательного оборудования с помощью переносимых лицензий (transportable) между анализаторами сигналов X-Series с многосенсорным интерфейсом

Приложения для измерений X-Series (X-Series Measurement Applications)

Приложения для измерений X-Series расширяют возможности и функциональность анализаторов сигналов Keysight Technologies, Inc., чтобы быстрее получать понимание процессов. Они обеспечивают основные измерения для конкретных задач общего назначения, сотовой связи и беспроводного подключения, охватывая установленные стандарты или типы модуляции.

Приложения поддерживаются как на настольных (benchtop), так и на модульных приборах; разница только в уровне характеристик, которого достигает выбранная аппаратура.

Приложения для измерений X-Series помогают:

- лучше понять характеристики устройства благодаря понятному отображению и графикам для вашего применения; на выбор — библиотека из более чем 25 разных приложений для измерений;
- убедиться, что ваша разработка соответствует новейшему стандарту: приложения для измерений X-Series обновляются по мере развития стандартов;
- применять одну и ту же измерительную методику на разных аппаратных платформах и получать согласованные результаты измерений на всём цикле разработки, от НИОКР до производства;

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

- выбрать структуру лицензий, отвечающую потребностям бизнеса: предлагаются типы лицензий (привязанная к устройству, переносимая, плавающая или портативная USB) и сроки лицензий (бессрочные или по времени).

Основные возможности приложения для измерений в области связи малого радиуса действия и IoT (Short Range Communication and IoT Measurement Application Top Features)

Модуляционный анализ O-QPSK по 802.15.4 (802.15.4 O-QPSK modulation analysis)

На рисунке 1 показан модуляционный анализ O-QPSK по 802.15.4 в свободном диапазоне ISM 2,45 ГГц: созвездие, спектр, исходная осциллограмма во времени (raw time waveform) и сводная информация об ошибках, включая Offset EVM, EVM, ошибку амплитуды (Mag Error), ошибку фазы (Phase Error), ошибку частоты (Freq Error), ошибку тактовой частоты (Clock Error), смещение I/Q (I/Q offset), квадратурную ошибку (Quad Error), дисбаланс усиления (Gain Imbalance) и Rho.

- Вверху слева: созвездие
- Вверху справа: исходная осциллограмма во времени (raw main time)
- Внизу слева: спектр
- Внизу справа: сводка ошибок (Error summary metric)

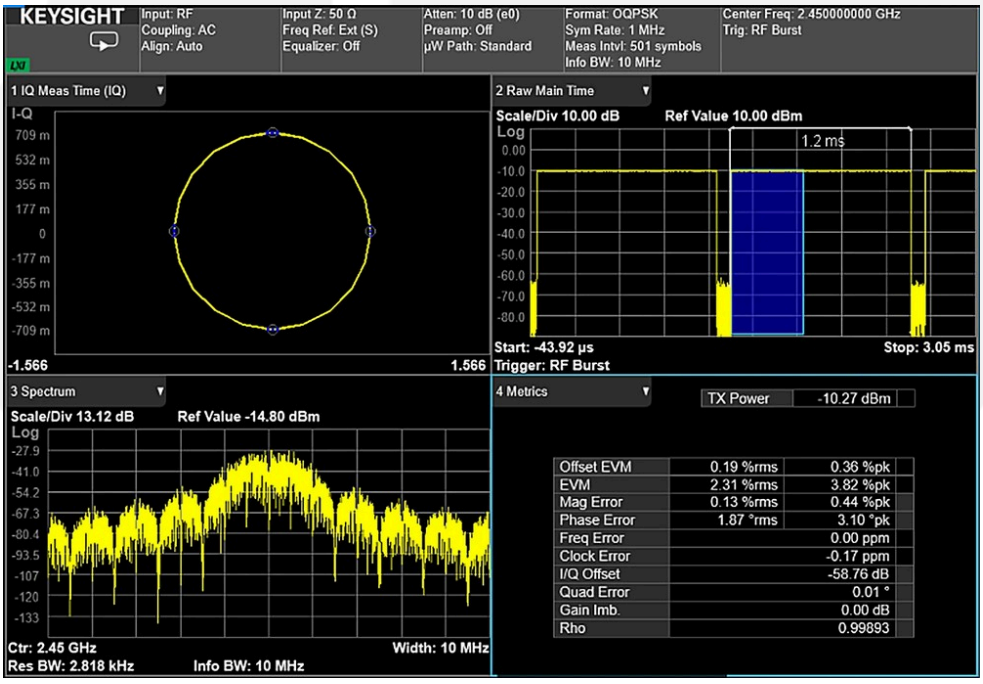


Рисунок 1. Модуляционный анализ O-QPSK по 802.15.4 на 2,45 ГГц (802.15.4 O-QPSK mod analysis at 2.45 GHz)

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

Модуляционный анализ BPSK по 802.15.4 (802.15.4 BPSK modulation analysis)

На рисунке 2 показан модуляционный анализ BPSK по 802.15.4 в диапазоне 915 МГц со скоростью передачи данных 40 кбит/с: созвездие, спектр, исходная осциллограмма во времени и сводная информация об ошибках, включая EVM, ошибку амплитуды (Mag Error), ошибку фазы (Phase Error), ошибку частоты (Freq Error), смещение I/Q (I/Q offset) и спад амплитуды (amplitude drop).

- Вверху слева: созвездие
- Вверху справа: исходная осциллограмма во времени (raw main time)
- Внизу слева: спектр
- Внизу справа: сводка ошибок (Error summary metrics)

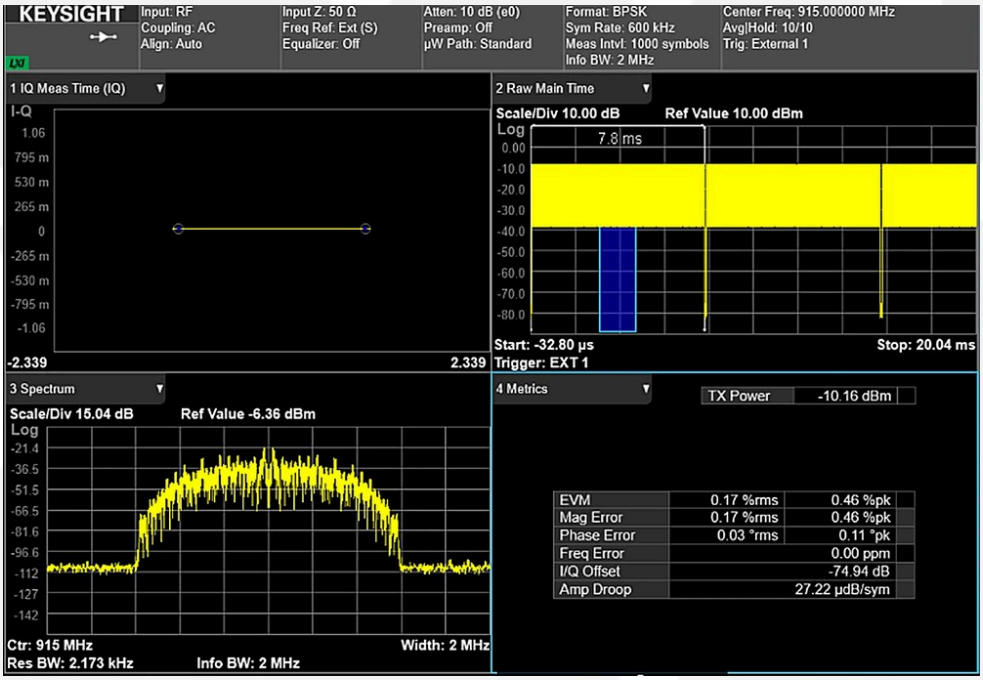


Рисунок 2. Модуляционный анализ BPSK по 802.15.4 на 915 МГц (802.15.4 BPSK mod analysis at 915 MHz)

Модуляционный анализ ITU G.9959 Z-Wave (ITU G.9959 Z-Wave modulation analysis)

На рисунке 3 показан модуляционный анализ GFSK по ITU G.9959 Z-Wave в диапазоне 868,48 МГц со скоростью передачи данных R3, 100 кбит/с: созвездие, спектр, исходная осциллограмма во времени и сводная информация об ошибках, включая ошибку FSK (FSK Error), ошибку амплитуды (Mag Error), смещение несущей частоты (Carrier Freq Offset), девиацию (Deviation) и ошибку тактовой частоты (Clock Error).

- Вверху слева: созвездие
- Вверху справа: исходная осциллограмма во времени (raw main time)

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

- Внизу слева: спектр
- Внизу справа: сводка ошибок (Error summary metrics)

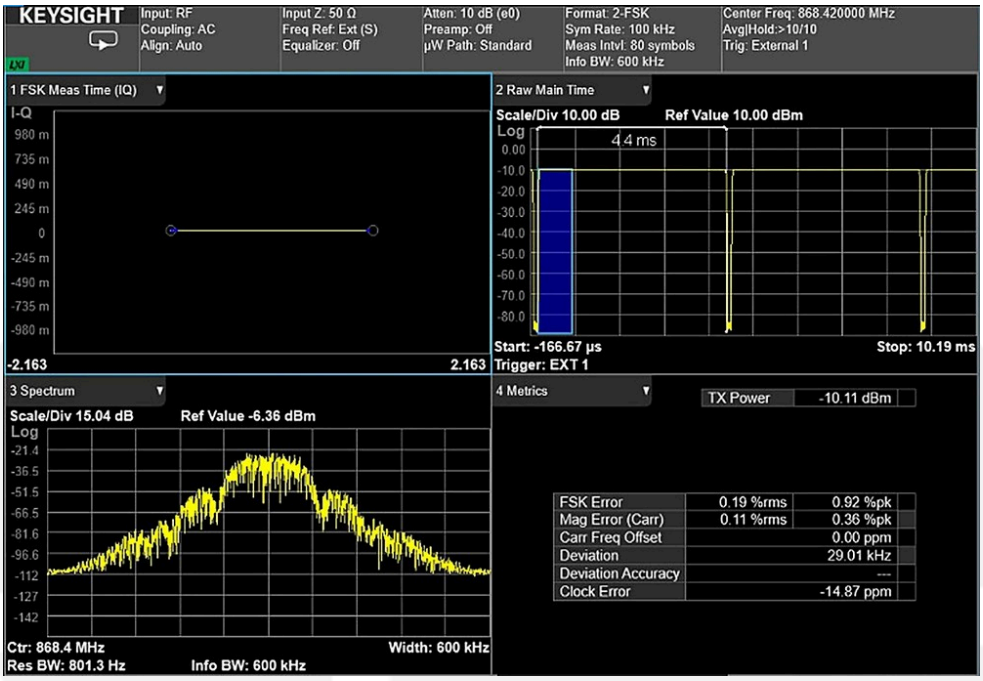


Рисунок 3. Модуляционный анализ GFSK по ITU G.9959 Z-Wave на 868,48 МГц (ITU G.9959 Z-Wave GFSK mod analysis at 868.48 MHz)

На рисунке 4 показан модуляционный анализ GFSK по G.9959 Z-Wave в диапазоне 868,48 МГц со скоростью передачи данных R3, 100 кбит/с: результаты декодирования с PER, числом ошибочных и общим числом пакетов (общее число пакетов можно задать вручную в разделе Meas Setup -> Decode setting).

- Вверху: результаты PER с ошибочными и общим числом пакетов
- Внизу: декодированные биты

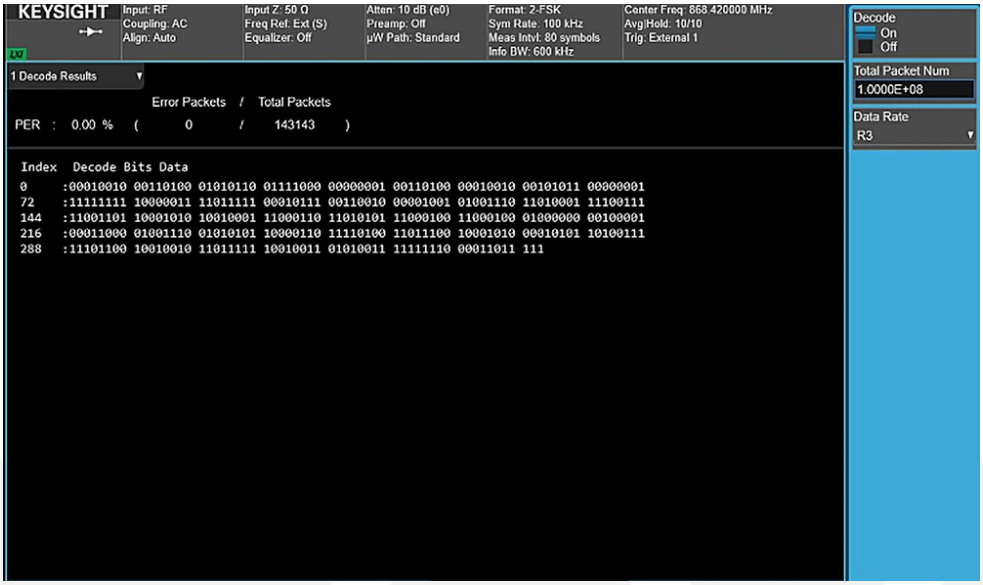


Рисунок 4. Результаты декодирования ITU G.9959 Z-Wave (ITU G.9959 Z-Wave Decode results)

Модуляционный анализ LoRa® (LoRa® modulation analysis)

На рисунке 5 показан модуляционный анализ LoRa® с чирп-модуляцией (CSS, Chirp Spread Spectrum) в диапазоне 915 МГц с полосой 125 кГц: радиочастотный спектр (RF Spectrum), спектр низких частот (AF Spectrum), демодулированная осциллограмма (Demod waveform) и сводные метрики ошибок, включая девиацию LoRa Pk+/Pk-, (Pk-Pk)/2, RMS, мощность несущей (Carrier Power), ошибку несущей частоты (Carrier Frequency Error), длину пакета (Burst Length), длину полезной нагрузки (Payload Length) и длину преамбулы (Preamble Length).

- Вверху слева: радиочастотный спектр (RF Spectrum)
- Вверху справа: демодулированная осциллограмма (Demod waveform)
- Внизу слева: спектр низких частот (AF spectrum)
- Внизу справа: сводка метрик ошибок (Error summary metrics)

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

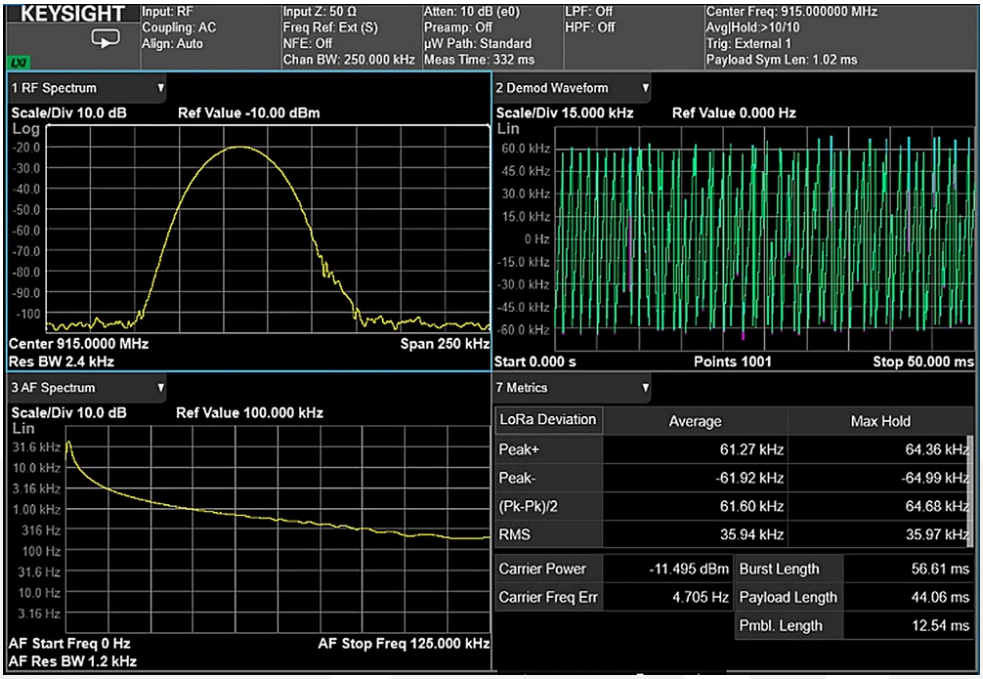


Рисунок 5. Модуляционный анализ LoRa® (LoRa® modulation analysis)

На рисунке 6 показан модуляционный анализ LoRa® с чирп-модуляцией (CSS) в диапазоне 915 МГц с полосой 125 кГц: результаты дрейфа частоты — график дрейфа частоты (Frequency Drift trace) и таблица результатов дрейфа частоты, включая девиацию LoRa, мощность несущей, ошибку несущей частоты, длину пакета, длину полезной нагрузки, длину преамбулы, RMS дрейфа частоты, Pk+/Pk-, максимальный дрейф с удержанием Pk+ (Max Hold Drift Pk+) и минимальный дрейф с удержанием Pk- (Min Hold Drift Pk-).

- Вверху: график результатов дрейфа частоты (Frequency Drift Result trace)
- Внизу: таблица результатов дрейфа частоты (Frequency Drift Result Table)

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

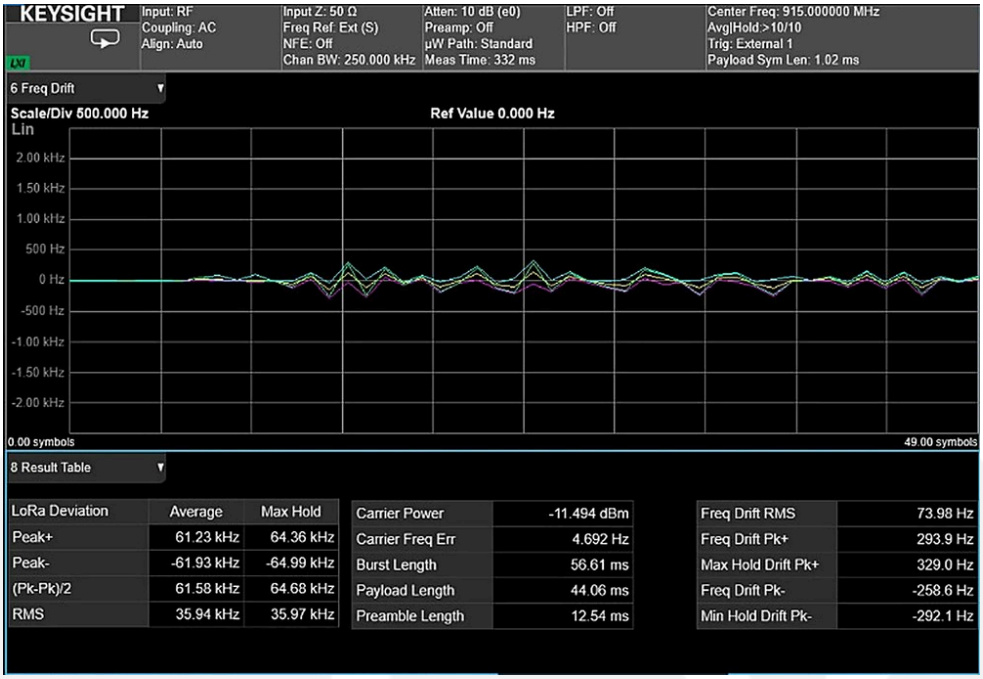


Рисунок 6. Модуляционный анализ LoRa®: дрейф частоты (LoRa® modulation analysis Frequency Drift)

Модуляционный анализ HRP UWB (HRP UWB modulation analysis)

Технология HRP (High Rate Pulse Repetition Frequency, высокая частота повторения импульсов) UWB (Ultra-Wide Band, сверхширокая полоса) — один из физических уровней (PHY) стандарта IEEE 802.15.4, который определяет физический уровень (PHY), уровень MAC и подуровни с упором на беспроводную связь с низкой скоростью передачи данных и точное определение дальности. IEEE 802.15.4z ориентирован на дополнительные варианты кодирования и преамбулы, а также на улучшение существующих модуляций, чтобы повысить достоверность и точность измерений дальности; типичная дальность радиосвязи — до 100 метров.

На рисунке 5 показан пример модуляционного анализа сигнала HRP UWB (центр — канал 9, 7987,2 МГц, полоса 499,2 МГц) с помощью Keysight PXI VXT M9415A. На рисунке показаны импульсная характеристика HRP UWB, скоррелированная с фильтром с характеристикой «корень из приподнятого косинуса» (RRC) (график в окне вверху слева), график спектра (окно слева в середине), маска передачи (график в окне вверху справа), радиочастотная огибающая во времени (окно справа в середине) и метрики результатов (нижнее окно).

Метрики результатов дают множество результатов измерений, включая:

- ошибку частоты, ошибку тактовой частоты чипов, мощность в канале, смещение по времени, RMARKER
- ширину главного лепестка, пик главного лепестка, пик боковых лепестков, положение боковых лепестков

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

- NRMSE, NRMSE SHR/Data/STS, среднюю и пиковую мощность SHR/Data/STS



Рисунок 5. Модуляционный анализ HRP UWB (HRP UWB Modulation Analysis)

Сводка измерений (Measurement Summary)

Измерения одной кнопкой по стандартам (One-button Standards-based Measurements)

Таблица 1. Требования к радиочастотным характеристикам O-QPSK по 802.15.4 (802.15.4 O-QPSK RF Requirements)

Пункт IEEE 802.15.4 (paragraph #)	**Испытание передатчика (Transmitter test)**	**Приложения для измерений N9084EM0E (N9084EM0E measurement applications)**
12.3.1	Рабочий диапазон частот (Operating Frequency Band)	Применяется ко всем измерениям
12.3.2	Маска спектральной плотности мощности передачи (Transmit power spectral density (PSD) mask)	Маска спектра излучения (Spectrum emission mask, SEM)
12.3.3	Скорость символов (Symbol Rate)	Модуляционный анализ (ошибка тактовой частоты, Clock Error)
12.3.8	EVM	Модуляционный анализ (Offset EVM, EVM)
12.3.9	Допуск центральной частоты передачи (Transmit center frequency tolerance)	Модуляционный анализ (ошибка частоты)

12.3.10	Мощность передачи (Transmit Power)	Мощность в канале (Channel Power)

Таблица 2. Требования к радиочастотным характеристикам BPSK по 802.15.4 (802.15.4 BPSK RF Requirements)

Пункт IEEE 802.15.4 (paragraph #)	**Испытание передатчика (Transmitter test)**	**Приложения для измерений N9084EM0E (N9084EM0E measurement applications)**
13.3.1	Рабочий диапазон частот (Operating Frequency Band)	Применяется ко всем измерениям
13.3.2	Маска спектральной плотности мощности передачи (Transmit power spectral density (PSD) mask)	Маска спектра излучения (Spectrum emission mask, SEM)
13.3.3	Скорость символов (Symbol Rate)	Модуляционный анализ (ошибка тактовой частоты, Clock Error)
13.3.8	EVM	Модуляционный анализ (EVM)
13.3.9	Допуск центральной частоты передачи (Transmit center frequency tolerance)	Модуляционный анализ (ошибка частоты)
13.3.10	Мощность передачи (Transmit Power)	Мощность в канале (Channel Power)

Таблица 3. Требования к радиочастотным характеристикам ITU G.9959 Z-Wave (ITU G.9959 Z-Wave RF Requirements)

Пункт G.9959 (paragraph #)	**Испытание передатчика (Transmitter test)**	**Приложения для измерений N9084EM0E (N9084EM0E measurement applications)**
A.3.1.1	Рабочий диапазон частот (Operating Frequency Band)	Применяется ко всем измерениям
A.3.1.2	Ошибка частоты передачи (Transmit frequency error)	Модуляционный анализ (ошибка частоты)
A.3.1.3	Скорость передачи данных по радиоканалу (RF data rate)	Модуляционный анализ (ошибка тактовой частоты, Clock Error)

A.3.1.6	Измерение мощности радиосигнала (RF Power measurement)	Мощность в канале (Channel power)
A.3.1.7	Регулировка мощности передачи (Transmit power adjustment)	Мощность в канале (Channel power)
A.3.1.10	Требование к побочным излучениям приёмника (Receiver spurious requirement)	Побочные излучения (Spurious emission)

Таблица 4. Требования к радиочастотным характеристикам HRP UWB (HRP UWB RF Requirements)

Глава IEEE 802.15.4 (Chapter #)	**Испытание передатчика (Transmitter test)**	**Приложения для измерений N9084EM0E (N9084EM0E measurement applications)**
16.4.1	Рабочие диапазоны частот (Operating frequency bands)	Поддерживаются все каналы с 0 по 15 (Supports all channel 0 to 15)
16.4.2	Назначение каналов (Channel assignment)	Поддерживаются все каналы (Supports all channels)
16.4.3	Максимально допустимая выходная PSD передатчика (Tx maximum allowable output PSD)	График спектра (Spectrum trace)
16.4.4	Максимальный «temperate»-диапазон передатчика (Tx maximum temperate range)	Не применимо (N/A)
16.4.5	Импульсная характеристика в полосе модулирующих частот (Baseband impulse response)	Корреляция с RRC (RRC Correlated) Метрики результатов (Results Metrics): ширина главного лепестка и пик боковых лепестков (Main Lobe Width and Side Lobe Pk)
16.4.6	Маска PSD передачи (Tx transmit PSD mask)	Маска передачи (Transmit Mask) с автоматически создаваемыми линиями ограничений (auto-generated limit lines)
16.4.7	Тактовая частота чипов и согласование несущей чипов (Chip rate clock and chip carrier alignment)	Метрики результатов (Result Metrics): ошибка тактовой частоты чипов (Chip Clock Error)

16.4.10	Допуск центральной частоты передачи (Transmit center frequency tolerance)	Метрики результатов (Results Metrics): ошибка частоты (Frequency Error)

Подробности измерений (Measurement Details)

Приложение для измерений O-QPSK и BPSK по 802.15.4 (802.15.4 O-QPSK and BPSK Measurement Application)

Таблица 5. Параметры приложения для измерений O-QPSK и BPSK по 802.15.4

Стандартные предустановки (Standard Presets)	
Стандарт связи малого радиуса действия (Short Range Comm Standard)	802.15.4
Профили (Profiles)	OQPSK 2450 МГц, 780 МГц[1], 868 МГц[1], 915 МГц[1] BPSK 915 МГц BPSK 868/950 МГц
Настройки демодуляции (Demodulation Settings)	
Формат модуляции (Modulation Format)	Offset QPSK или BPSK
Скорость символов (Symbol Rate)	O-QPSK (200 кГц, 500 кГц, 1 МГц) BPSK (300 кГц или 600 кГц)
Опорный фильтр (Ref Filter)	Полусинусоидальный (Half Sine, по умолчанию), приподнятый косинус (Raised Cosine), корень из приподнятого косинуса (Root Raised Cosine), гауссов (Gaussian), прямоугольный (Rectangular)
Декодирование (Decode)	Вкл./Выкл.; общее число пакетов (Total Packet Number, по умолчанию 1,0E+8)
Проверка пределов (Limit Test)	Вкл./Выкл. Мощность передачи (Tx Power): -50 дБм RMS: 35 % RMS Offset EVM: 35 % Ошибка частоты (Frequency Error): 40,0 ppm Ошибка тактовой частоты (Clock Error): 40,0 ppm

Измерения и отображения (Measurements/displays)	Монитор спектра (Monitor Spectrum) Осциллограмма I/Q (I/Q waveform) Измерения спектра (канальная мощность Channel Power, занимаемая полоса Occupied BW, ACP, SEM, статистика мощности CCDF Power Stat и побочные излучения Spurious Emission) Модуляционный анализ (Modulation analysis): • Исходная осциллограмма (Raw main time) • Спектр (Spectrum) • I/Q: измеренное время и спектр (I/Q Meas Time & Spectrum) • I/Q: опорное время и спектр (I/Q Ref Rime& Spectrum) • Вектор ошибки во времени (Error Vector Time) • Спектр вектора ошибки (Error Vector Spectrum) • Ошибка амплитуды (Mag Error) • Ошибка фазы (Phase Error) • Частотная характеристика канала (Channel frequency response) • Импульсная характеристика эквалайзера (EQ impulse response) • Таблица сводных метрик ошибок (Error Summary Metrics Table) • Таблица демодулированных бит (Demod Bits Table) • Таблица результатов декодирования (Decode Results Table)

[1] Требуется версия N9084EM0E выше 2020.0701 и встроенное ПО (firmware) выше A.27.0x.

Приложение для измерений ITU G.9959 Z-Wave (ITU G.9959 Z-Wave Measurement Application)

Таблица 6. Параметры приложения для измерений ITU G.9959 Z-Wave

Стандартные предустановки (Standard Presets)	
Стандарт связи малого радиуса действия (Short Range Comm Standard)	Z-Wave
Профили (Profiles)	R1 (9,6 кбит/с) FSK R2 (40 кбит/с) FSK R3 (100 кбит/с) FSK

Настройки демодуляции (Demodulation Settings)	
Формат модуляции (Modulation Format)	2-FSK
Скорость символов (Symbol Rate)	9,6 кГц, 40 кГц или 100 кГц
Опорный фильтр (Ref Filter)	Гауссов (Gaussian, по умолчанию), полусинусоидальный (Half Sine), приподнятый косинус (Raised Cosine), корень из приподнятого косинуса (Root Raised Cosine), прямоугольный (Rectangular)
Гауссово BT (Gaussian BT)	0,6
Декодирование (Decode)	Вкл./Выкл. с общим числом пакетов (Total Packet Number, по умолчанию 1,0E+8) Скорость передачи данных: R1, R2 или R3 (Data Rate as R1, R2 or R3)
Проверка пределов (Limit Test)	Вкл./Выкл. Мощность передачи (Tx Power): -50 дБм RMS ошибки FSK (RMS FSK Error): 35 % Ошибка частоты (Frequency Error): 27,0 ppm Ошибка тактовой частоты (Clock Error): 27,0 ppm

Измерения и отображения (Measurements/displays)	Монитор спектра (Monitor Spectrum) Осциллограмма I/Q (I/Q waveform) Измерения спектра (канальная мощность Channel Power, занимаемая полоса Occupied BW, ACP, SEM, статистика мощности CCDF Power Stat и побочные излучения Spurious Emission) Модуляционный анализ (Modulation analysis): • Исходная осциллограмма (Raw main time) • Спектр (Spectrum) • FSK: измеренное время и спектр (FSK Meas Time & Spectrum) • FSK: опорное время и спектр (FSK Ref Rime& Spectrum) • Ошибка FSK во времени (FSK Error Time) • Спектр ошибки FSK (FSK Error Spectrum) • Ошибка амплитуды (несущая) (Mag Error (Carrier)) • Ошибка фазы (Phase Error) • Таблица сводных метрик ошибок (Error Summary Metrics Table) • Таблица демодулированных бит (Demod Bits Table) • Таблица результатов декодирования (Decode Results Table)

Приложение для измерений LoRa® (LoRa® Measurement Application)[1]

Таблица 7. Параметры приложения для измерений LoRa®

Стандартные предустановки (Standard Presets)	
Стандарт IoT (IoT Standard)	LoRa CSS
Профили (Profiles)	7,8125 кГц, 10,4167 кГц, 15,625 кГц, 20,8333 кГц, 31,25 кГц, 41,667 кГц, 62,5 кГц, 125 кГц, 203,125 кГц, 250 кГц, 406,25 кГц, 500 кГц, 812,5 кГц, 1,625 МГц
Настройки демодуляции (Demodulation Settings)	
Формат модуляции (Modulation Format)	CSS (чирп-модуляция, Chirp Spread Spectrum)
Коэффициент расширения (Spread Factor)	SF5, SF6, SF7, SF8, SF9, SF10, SF11, SF12
Полоса (BW)	7,8125 кГц, 10,4167 кГц, 15,625 кГц, 20,8333 кГц, 31,25 кГц, 41,667 кГц, 62,5 кГц, 125 кГц, 203,125 кГц, 250 кГц, 406,25 кГц, 500 кГц, 812,5 кГц, 1,625 МГц

Запрограммированная длина преамбулы (Programmed Preamble Length)	8 по умолчанию (от 4 до 65512)
Фильтр верхних частот (Highpass filter)	Выкл. (по умолчанию), 20 Гц, 50 Гц, 300 Гц, 400 Гц и вручную (Manual)
Фильтр нижних частот (Lowpass filter)	Выкл. (по умолчанию), 300 Гц, 3 кГц, 15 кГц, 30 кГц, 80 кГц, 100 кГц (>20 кГц Бесселя, Bessel), 300 кГц и вручную (Manual)
Декодирование (Decode)	Вкл./Выкл.; общее число пакетов (Total Packet Number, по умолчанию 1,0E+8)
Измерения и отображения (Measurements/displays)	Монитор спектра (Monitor Spectrum) Осциллограмма I/Q (I/Q waveform) Измерения спектра (канальная мощность Channel Power, занимаемая полоса Occupied BW, ACP, SEM, статистика мощности CCDF Power Stat и побочные излучения Spurious Emission) Радиочастотная огибающая (RF Envelope) Исходная демодулированная осциллограмма (RAW Demod Waveform) График дрейфа частоты (Frequency Drift Trace) Таблица маркеров (Marker Table) Демодулированные биты (Demod Bits) Декодированные биты (Decode Bits)[2] Информация о декодировании (Decode Info)[2] Таблица метрик (Metrics Table): • Девиация LoRa: Pk+, Pk-, (Pk-Pk)/2, RMS (среднее и с удержанием максимума, Average and Max Hold) • Мощность несущей (Carrier Power), дБм • Ошибка несущей частоты (Carrier Frequency Error), Гц • Длина пакета (Burst Length) • Длина полезной нагрузки (Payload Length) • Длина преамбулы (Preamble Length) • Таблица результатов (Result Table) • Дрейф частоты (Frequency Drift): RMS, Pk+, Pk-, • Дрейф частоты: максимальный дрейф с удержанием Pk+, минимальный дрейф с удержанием Pk- (Max Hold Drift Pk+, Min Hold Drift Pk-)

[1] Требуется версия N9084EM0E выше 2019.1101 и встроенное ПО (firmware) выше A.25.0x.

[2] Требуется версия N9084EM0E выше 2020.0701 и встроенное ПО (firmware) выше A.27.0x.

Приложение для измерений HRP UWB по IEEE 802.15.4/4z (IEEE 802.15.4/4z HRP UWB Measurement Application)

Таблица 8. Параметры приложения для измерений HRP UWB по IEEE 802.15.4/4z

Стандартные предустановки (Standard Presets)	Испытание передатчика (Transmitter Test)
Стандарт IoT (IoT Standard)	HRP UWB (802.15.4/4z)[1]
Настройки демодуляции (Demodulation Settings)	
Режим PHY (PHY mode)	Non-ERDEV, ERDEV-BPRF, ERDEV-HPRF
Конфигурация пакета STS (STS Packet Configuration)	SP0, SP1, SP2, SP3
Параметры SHR (SHR Parameters)	Code Index, Delta Length, SYNC Length, SFD#, SFD Length
Параметры STR (STR Parameters)	STS Packet Configuration, Segment Length, Number of Segments
Настройки STS (STS Settings)	Key (128 бит), Upper Part of V (96 бит), Initial Counter Part of V (32 бита)
Параметры PHR/PSDU (PHR/PSDU Parameters)	Hop Burst, Chips per Burst, Data Rate, Frame Length, FCS Type, Decoding Level (No decoding, PHR+PSDU bits with FEC, PSDU Bits)[2]
Анализ данных (Data Analysis)	Вкл./Выкл. (по умолчанию включён)
Модуляционный анализ (Modulation Analysis)	Вкл./Выкл. (по умолчанию включён)
Компенсация начальной ошибки частоты (Initial Frequency Error Compensation)	Вкл./Выкл. (по умолчанию включена)

Компенсация ошибки тактовой частоты чипов (Chip Clock Error Compensation)	Вкл./Выкл. (по умолчанию включена)
Время установления передатчика (TX Setting Time)	секунды (по умолчанию 0,00)
Проверка пределов (Limit Test)	Вкл./Выкл. (ширина главного лепестка, Main Lobe Wide: 500 пс; пик боковых лепестков, Side Lobe Peak: 0,30; ошибка частоты, Frequency Error: 20 ppm; ошибка тактовой частоты чипов, Chip Clock Error: 20 ppm; SHR NRMSE: 25 %; STS NRMSE: 25 %; Data NRMSE: 25 %)
Измерения и отображения (Measurement/displays)	График спектра (Spectrum trace) RRC Correlated Маска передачи с предельной маской (Transmit Mask, with limit mask) Радиочастотная огибающая (RF Envelope) Метрики результатов (Result Metrics): Freq Error, Chip Clock Error, Main Lobe Wide, Main Lobe Pk, Side Lobe Peak, Side Lobe Location, RMARKER, NRMSE, Channel Power, Time Offset, SHR/Data/STS Average/Peak Power, SHR/Data/STS NRMSE Декодированные биты (Decoded bits)[2] Результаты по информации о кадре (Frame info results)[2]

[1] Это измерение HRP UWB добавлено в N9084EM0E в выпуске 2022 Update 2.0 (XA32), для которого требуется версия с датой выше 2022.0301.

[2] Эти функции поддерживаются в выпуске 2023 (XA33), для которого требуется версия с датой выше 2022.0801.

Основные технические характеристики (Key Specifications)

Определения (Definitions)

- Технические характеристики (specifications) описывают параметры, на которые распространяется гарантия на изделие.
- Технические характеристики относятся только к случаю одной несущей, если не указано иное.

- Значения 95-го процентиля (95th percentile) показывают ширину распределения (≈2σ) допусков характеристик, которые, как ожидается, выполняются в 95 % случаев с доверительной вероятностью 95 %. На эти значения не распространяется гарантия на изделие.
- Типовые значения обозначаются сокращением «тип.» (typ.). Это характеристики сверх технических характеристик, которые демонстрируют 80 % приборов с доверительной вероятностью 95 %. На эти значения не распространяется гарантия на изделие.
- Номинальные значения обозначаются сокращением «ном.» (nom.). Эти значения показывают ожидаемые характеристики или описывают характеристики изделия, полезные при его применении, но на них не распространяется гарантия на изделие.

Примечание: данные могут быть изменены.

Поддерживаемые стандарты (Supported Standards)

Таблица 9. Поддерживаемые стандарты

Технология (Technology)	Связь малого радиуса действия и IoT (Short Range Communication and IoT)
Модель-опция (Model-Option)	N9084EM0E
Версии стандартов (Standard versions)	IEEE 802.15.4 (2015) ITU G.9959 (2012) LoRa CSS IEEE 802.15.4/4z (HRP UWB)

Основные технические характеристики для анализаторов UXA, PXA, MXA, EXA (Key Specifications)

Таблица 10. Технические характеристики

Описание (Description)	**UXA**	**PXA**	**MXA**	**EXA**
Точность модуляции 802.15.4, EVM (802.15.4 EVM, Modulation Accuracy)				
802.15.4 O-QPSK (2450 МГц, Offset EVM)	0,25 % (ном., nom.)			
802.15.4 BPSK (868/950 МГц)	0,50 % (ном., nom.)			
802.15.4 BPSK (915 МГц)	0,50 % (ном., nom.)			
Диапазон ошибки частоты (Frequency Error Range)				
802.15.4 O-QPSK (2450 МГц)	± 80 ppm (ном., nom.)			
802.15.4 BPSK (868/950 МГц)	± 50 ppm (ном., nom.)			

802.15.4 BPSK (915 МГц)	± 80 ppm (ном., nom.)
Точность ошибки частоты (Frequency Error Accuracy)	
802.15.4 O-QPSK (2450 МГц)	± 1 Гц + tfa[1] (ном., nom.)
802.15.4 BPSK (868/950 МГц)	± 1 Гц + tfa[1] (ном., nom.)
802.15.4 BPSK (915 МГц)	± 1 Гц + tfa[1] (ном., nom.)
Ошибка FSK Z-Wave (Z-Wave FSK Error)	
Z-Wave R1 FSK (9,6 кбит/с)	0,58 % (ном., nom.)
Z-Wave R1 FSK (40 кбит/с)	0,78 % (ном., nom.)
Z-Wave R1 FSK (200 кбит/с)	0,80 % (ном., nom.)
Диапазон ошибки частоты (Frequency Error Range)	
Z-Wave R1 FSK (9,6 кбит/с)	± 60 ppm (ном., nom.)
Z-Wave R1 FSK (40 кбит/с)	± 60 ppm (ном., nom.)
Z-Wave R1 FSK (200 кбит/с)	± 60 ppm (ном., nom.)
Точность ошибки частоты (Frequency Error Accuracy)	
Z-Wave R1 FSK (9,6 кбит/с)	± 50 Гц + tfa[1] (ном., nom.)
Z-Wave R1 FSK (40 кбит/с)	± 50 Гц + tfa[1] (ном., nom.)
Z-Wave R1 FSK (200 кбит/с)	± 50 Гц + tfa[1] (ном., nom.)

[1] tfa = частота передатчика × точность опорной частоты (transmitter frequency × frequency reference accuracy).

Полный перечень технических характеристик см. в соответствующих руководствах по техническим характеристикам анализаторов UXA, PXA, MXA и EXA.

Информация для заказа (Ordering Information)

Гибкое лицензирование и конфигурация (Flexible Licensing and Configuration)

- **Бессрочная (Perpetual):** лицензию можно использовать бессрочно.
- **По времени (Time-based):** лицензия ограничена определённым периодом, например 12 месяцев.
- **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.
- **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 на поддержку ПО (Software support subscription):** даёт владельцу лицензии доступ к технической поддержке Keysight и ко всем обновлениям ПО.

Таблица 11. Приложение для измерений в области связи малого радиуса действия и IoT (N9084EM0E): лицензии и поддержка

Модель (Model)	Тип лицензии ПО (Software License Type)	Контракт на поддержку (Support Contract)	Подписка на поддержку, 12 месяцев (Support Subscription, 12-month)[2]
N9084EM0E-1FP	Привязанная к устройству, бессрочная (Node-locked perpetual)	R-Y5C-001-A2	R-Y6C-001-L2
N9084EM0E-1FL	Привязанная к устройству, 12 месяцев (Node-locked 12-month)	R-Y4C-001-L1	Включена (Included)
N9084EM0E-1TP	Переносимая, бессрочная (Transportable perpetual)	R-Y5C-004-A2	R-Y6C-004-L2
N9084EM0E-1TL	Переносимая, 12 месяцев (Transportable 12-month)	R-Y4C-004-L1	Включена (Included)
N9084EM0E-1NP	Плавающая, бессрочная, одна площадка (Floating perpetual, single site)	R-Y5C-002-A2	R-Y6C-002-L2
N9084EM0E-1NL	Плавающая, 12 месяцев, одна площадка (Floating 12-month, single site)	R-Y4C-002-L1	Включена (Included)
N9084EM0E-1UP	Портативная USB, бессрочная (USB portable perpetual)	R-Y5C-005-A2	R-Y6C-005-L2
N9084EM0E-1UL	Портативная USB, 12 месяцев (USB portable 12-month)	R-Y4C-005-L1	Включена (Included)

Таблица 12. Подписка на поддержку ПО на один месяц (One moth software support subscription)[3]

Модель (Model)	Тип лицензии ПО (Software License Type)
R-Y6C-5013	Подписка на поддержку ПО на 1 месяц для привязанной к устройству лицензии (1-month software support subscription for node-lock license)
R-Y6C-5023	Подписка на поддержку ПО на 1 месяц для плавающей лицензии, одна площадка (1-month software support subscription for floating license, single site)
R-Y6C-5043	Подписка на поддержку ПО на 1 месяц для переносимой лицензии (1-month software support subscription for transportable license)
R-Y6C-5053	Подписка на поддержку ПО на 1 месяц для портативной USB-лицензии (1-month software support subscription for USB portable license)

[1] Все лицензии приложений для измерений X-Series «по времени» включают контракт на поддержку на 12 месяцев, в который входит подписка на поддержку ПО на тот же срок.

[2] Для всех бессрочных лицензий в первый год контракт на поддержку должен включать подписку на поддержку ПО. Все обновления ПО и поддержка Keysight предоставляются для лицензий ПО с действующей подпиской на поддержку.

[3] После первого года подписку на поддержку ПО можно продлевать годовой или ежемесячной подпиской на поддержку ПО.

Конфигурация оборудования (Hardware Configuration)

Для оптимальных измерений в приложениях для измерений 5G NR Keysight рекомендует минимальный уровень функциональности аппаратуры X-Series с многосенсорным интерфейсом в каждой точке производительности прибора.

Поддерживаемые приборы:

Таблица 13. Поддерживаемые приборы

Настольные (Benchtop)	Модульные (Modular)
UXA: N9042B, N9040B или N9041B[1] PXA: N9032B, N9030B MXA: N9020B EXA: N9010B CXA: N9000B	PXI VXT M9415A

[1] В настоящее время это приложение для измерений квалифицировано только для порта Input 1 анализатора N9041B.

[2] HRP UWB поддерживает VXT M9415A с опцией полосы B8X или выше и N9032B/N9042B с опцией полосы R10 или выше.

Анализатор сигналов X-Series серии N90x0B (многосенсорный) (N90x0B X-Series Signal Analyzer, Multi-Touch)

Таблица 14. Рекомендуемая конфигурация анализатора N90x0B

Описание (Description)	Описание (Description)	Дополнительная информация (Additional information)
Полоса анализа (Analysis bandwidth)	100 МГц или шире (100 MHz or wider)	5G NR теперь поддерживает опции полосы анализа более 100 МГц: 125/160/255/510 МГц или 1 ГГц, которые выбираются в зависимости от указанного анализатора сигналов
Прецизионный опорный генератор частоты (Precision Frequency Reference)	-PFR	Рекомендуется: для повышенной точности и повторяемости частоты и меньшей неопределённости измерений
Электронный аттенюатор (Electronic Attenuator)	-EA3	Рекомендуется: быстрое и надёжное изменение затухания, идеальное для производства, без износа, характерного для механических аттенюаторов, до 3,6 ГГц с шагом 1 дБ
Предусилитель (Pre-amplifier)	3,6 ГГц (-P03) или выше	Рекомендуется: для максимальной чувствительности измерений
Аттенюатор с точным шагом (Fine Resolution Step attenuator)	-FSA	Рекомендуется: полезен для максимального использования динамического диапазона, чтобы видеть сигналы

Дополнительная информация (Additional Information)

Литература (Literature)

X-Series Measurement Application Brochure (брошюра по приложениям для измерений X-Series), 5989-8019EN.