Техническое описание (Data sheet) на русском языке

Keysight Wireless Coexistence Test Solution

Интеллектуальное, масштабируемое и автоматизированное решение для испытаний на сосуществование беспроводных устройств (Wireless Coexistence Test)

Введение (Introduction)

Широкое распространение беспроводных технологий во всех отраслях усложняет обеспечение надёжной работы беспроводных устройств во всё более насыщенной радиочастотной (RF) обстановке. Проблема сосуществования беспроводных устройств (wireless coexistence) актуальна для всех секторов, но особенно критична там, где от работы устройства напрямую зависят безопасность и надёжность. Яркий пример — медицинские изделия, для которых бесперебойная беспроводная связь может быть жизненно важна для исходов лечения пациентов и клинических рабочих процессов.

Чтобы обеспечить высочайшие стандарты безопасности пациентов и надёжности устройств, Управление по контролю за продуктами и лекарствами США (Food and Drug Administration, FDA) требует от производителей подтверждать, что их изделия способны надёжно работать без вредных помех от других устройств; руководящие документы рекомендуют соответствие стандарту ANSI C63.27. Поэтому соблюдение ANSI C63.27 может упростить получение регуляторного одобрения.

Кроме того, технический информационный отчёт (Technical Information Report, TIR) Ассоциации по развитию медицинского приборостроения (Association for the Advancement of Medical Instrumentation, AAMI), известный как AAMI TIR69, содержит рекомендации по оценке сосуществования радиочастотных беспроводных устройств в рамках общего подхода к управлению рисками.

Инженерам, разрабатывающим медицинские изделия, следует проводить испытания на сосуществование, чтобы убедиться, что их устройства корректно функционируют в реальных условиях.

Обзор решения (Solution Overview)

Решение Keysight для испытаний на сосуществование беспроводных устройств позволяет инженерам проводить предварительную верификацию (pre-verification): проверять физический уровень своего устройства и методы снижения влияния помех на уровне приложения, моделировать реалистичные сквозные (end-to-end) сценарии

для обеспечения бесперебойного сосуществования с другими устройствами и получать количественные результаты измерений производительности.

В состав решения входит векторный генератор сигналов (vector signal generator) с диапазоном частот от 9 кГц до 8,5 ГГц, который в перспективе масштабируется до 110 ГГц в разных частотных диапазонах (frequency breaks). Он поддерживает ширину полосы модуляции до 250 МГц с возможностью расширения до 2,5 ГГц для сложных применений. Через один радиочастотный порт можно эмулировать до 8 виртуальных сигналов.

Решение также обеспечивает мониторинг сигналов с мгновенной полосой анализа (instantaneous bandwidth) от 100 до 160 МГц — для наблюдения за сигналами в спектре и определения потерь на трассе (path loss) на уровне системы — и включает автоматизированное программное обеспечение со встроенной библиотекой форм сигналов (waveform library). Кроме того, предусмотрено кондиционирование сигналов (signal conditioning): радиочастотные переключатели, усилители и аттенюаторы интегрированы для автоматизации большего числа сценариев испытаний.

Такой комплексный подход позволяет убедиться, что устройства удовлетворяют жёстким требованиям к безопасности пациентов и надёжности устройств.



Рисунок 1. Решение Keysight для испытаний на сосуществование беспроводных устройств (Wireless Coexistence Test Solution)

Ключевые возможности (Key Capabilities)

Автоматизация испытаний по стандарту ANSI C63.27 (Automation of ANSI C63.27 Standard)

Соответствие ANSI C63.27 не только помогает инженерам создавать более устойчивые изделия, но и способствует получению регуляторного одобрения, повышает конкурентоспособность на рынке и доверие заказчиков — особенно в

насыщенной радиочастотной обстановке: в «умных» домах, больницах и на промышленных объектах.

Уровень соответствия ANSI C63.27 определяет, насколько хорошо устройство работает в условиях сосуществования беспроводных устройств. Испытания разделены на три уровня (tiers) по возрастанию сложности и интенсивности помех. Уровень 3 (Tier 3) — базовые испытания с минимальными помехами, как правило, одноканальные сценарии. Уровень 2 (Tier 2) вводит умеренные сложности, такие как помехи в соседнем и совпадающем каналах (co-channel). Уровень 1 (Tier 1) — наиболее строгий: моделируется обстановка с сильными помехами и несколькими одновременными сигналами.

В приведённой ниже таблице эта многоуровневая схема показана для ключевых беспроводных технологий, включая Bluetooth®/BLE (Bluetooth Low Energy), Wi-Fi (2,4 и 5 ГГц), LTE-LAA и DECT в диапазоне UPCS. Для каждого уровня заданы конфигурации испытаний, отражающие реальную загруженность сигналами. Например, Уровень 3 включает конфигурации с одним сигналом 802.11n с модуляцией 64 QAM и LTE-LAA в соседнем канале, а испытания DECT основаны на стандарте ANSI C63.17-2013. Уровень 2 расширяется до нескольких сигналов LTE в соседних диапазонах и помех в совпадающем канале. Уровень 1 доводит нагрузку до предела: одновременные каналы и повышенная амплитуда помех для проверки устойчивости устройства.

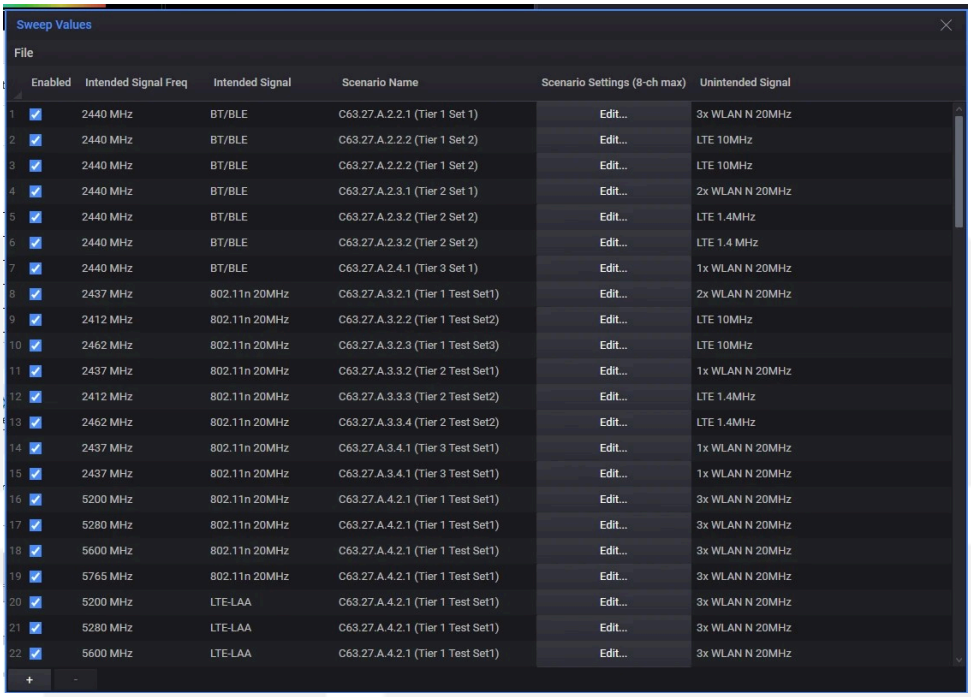
	Для испытаний Bluetooth и BLE	Для испытаний Wi-Fi в диапазоне 2,4 ГГц	Для испытаний Wi-Fi или LTE-LAA в диапазоне 5 ГГц	Для испытаний DECT в диапазоне UPCS (от 1920 МГц до 1930 МГц)
Уровень 3 (Tier 3)	Один сигнал 802.11n, 64 QAM	Один сигнал 802.11n, 64 QAM	Один сигнал 802.11n в соседнем канале Один сигнал LTE-LAA в соседнем канале	Стандарт ANSI C63.17-2013
Уровень 2 (Tier 2)	Два сигнала 802.11n, 64 QAM	Один сигнал 802.11n в совпадающем канале	Один сигнал 802.11n в совпадающем канале Один сигнал 802.11n в соседнем канале	Один сигнал LTE в соседнем диапазоне
Уровень 1 (Tier 1)	Два сигнала 802.11n, 64 QAM Два сигнала LTE в соседних диапазонах	Три одновременных сигнала 802.11n в совпадающем, нижнем и верхнем каналах Один сигнал LTE в соседнем диапазоне ниже Один сигнал LTE в соседнем диапазоне выше	Три одновременных сигнала 802.11n в совпадающем, нижнем и верхнем каналах Два одновременных сигнала LTE-LAA в совпадающем и соседнем каналах	Один сигнал LTE в соседнем диапазоне с повышенной амплитудой

Рисунок 2. ANSI C63.27, приложение A (Annex A): рекомендации по испытаниям для конкретных диапазонов

Наше решение автоматизирует процедуру оценки по ANSI C63.27 на всех трёх уровнях. Это обеспечивает эффективные, воспроизводимые испытания при всё более сложных сценариях помех с минимальным ручным вмешательством.

Удобный доступ к библиотеке сигналов (Easy-to-access waveform library)

Выбирайте и воспроизводите сигналы из встроенной библиотеки, содержащей около 100 готовых сценариев испытаний по ANSI C63.27. Это избавляет от необходимости загружать формы сигналов вручную и настраивать генератор.



	Enabled	Intended Signal Freq	Intended Signal	Scenario Name	Scenario Settings (8-ch max)	Unintended Signal
1	☑	2440 MHz	BT/BLE	C63.27.A.2.2.1 (Tier 1 Set 1)	Edit...	3x WLAN N 20MHz
2	☑	2440 MHz	BT/BLE	C63.27.A.2.2.2 (Tier 1 Set 2)	Edit...	LTE 10MHz
3	☑	2440 MHz	BT/BLE	C63.27.A.2.2.2 (Tier 1 Set 2)	Edit...	LTE 10MHz
4	☑	2440 MHz	BT/BLE	C63.27.A.2.3.1 (Tier 2 Set 1)	Edit...	2x WLAN N 20MHz
5	☑	2440 MHz	BT/BLE	C63.27.A.2.3.2 (Tier 2 Set 2)	Edit...	LTE 1.4MHz
6	☑	2440 MHz	BT/BLE	C63.27.A.2.3.2 (Tier 2 Set 2)	Edit...	LTE 1.4 MHz
7	☑	2440 MHz	BT/BLE	C63.27.A.2.4.1 (Tier 3 Set 1)	Edit...	1x WLAN N 20MHz
8	☑	2437 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.3.2.1 (Tier 1 Test Set1)	Edit...	2x WLAN N 20MHz
9	☑	2412 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.3.2.2 (Tier 1 Test Set2)	Edit...	LTE 10MHz
10	☑	2462 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.3.2.3 (Tier 1 Test Set3)	Edit...	LTE 10MHz
11	☑	2437 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.3.3.2 (Tier 2 Test Set1)	Edit...	1x WLAN N 20MHz
12	☑	2412 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.3.3.3 (Tier 2 Test Set2)	Edit...	LTE 1.4MHz
13	☑	2462 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.3.3.4 (Tier 2 Test Set2)	Edit...	LTE 1.4MHz
14	☑	2437 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.3.4.1 (Tier 3 Test Set1)	Edit...	1x WLAN N 20MHz
15	☑	2437 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.3.4.1 (Tier 3 Test Set1)	Edit...	1x WLAN N 20MHz
16	☑	5200 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.4.2.1 (Tier 1 Test Set1)	Edit...	3x WLAN N 20MHz
17	☑	5280 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.4.2.1 (Tier 1 Test Set1)	Edit...	3x WLAN N 20MHz
18	☑	5600 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.4.2.1 (Tier 1 Test Set1)	Edit...	3x WLAN N 20MHz
19	☑	5765 MHz	802.11n 20MHz	C63.27.A.4.2.1 (Tier 1 Test Set1)	Edit...	3x WLAN N 20MHz
20	☑	5200 MHz	LTE-LAA	C63.27.A.4.2.1 (Tier 1 Test Set1)	Edit...	3x WLAN N 20MHz
21	☑	5280 MHz	LTE-LAA	C63.27.A.4.2.1 (Tier 1 Test Set1)	Edit...	3x WLAN N 20MHz
22	☑	5600 MHz	LTE-LAA	C63.27.A.4.2.1 (Tier 1 Test Set1)	Edit...	3x WLAN N 20MHz

Рисунок 3. Библиотека форм сигналов с готовыми сценариями испытаний по ANSI C63.27

Динамический расчёт и управление мощностью (Dynamic power calculation & control)

Автоматизируйте подачу и расчёт мощности сигналов во всех ключевых точках испытательной схемы для оценки сосуществования. Решение управляет мощностью сигнала, передаваемого вспомогательным устройством (companion device), определяет мощность, принимаемую испытуемым устройством (Equipment Under Test, EUT), и вычисляет мощность помехи на входе приёмника EUT. Оно динамически рассчитывает уровень сигнала, принимаемого EUT, и определяет необходимый уровень помехи для поддержания заданного отношения сигнал/помеха (Signal-to-Interference Ratio, SIR).

Автоматизированные последовательности испытаний (Automated test sequences)

Упростите весь процесс испытаний с помощью автоматизации последовательностей: от настройки формы сигнала, частоты и мощности на генераторе сигналов до управления временем включения помехи, оценки поведения EUT и восстановления

его работы. Такой подход может существенно сократить длительность цикла испытаний, позволяя сосредоточиться на анализе поведения EUT, а не на повторяющихся операциях настройки.

Надёжная аппаратная платформа (Robust Hardware Platform)

Решение обеспечивает диапазон частот от 9 кГц до 8,5 ГГц и один радиочастотный порт с эмуляцией до 8 виртуальных сигналов. Возможности генерации сигналов упрощают выбор частоты и регулировку уровня мощности мешающих сигналов, позволяя создавать воспроизводимые известные сценарии испытаний.

Большая глубина памяти — 64 MSa — и полоса радиочастотного сигнала 250 МГц позволяют воспроизводить сложную радиочастотную обстановку, моделировать несколько мешающих сигналов в совпадающих и соседних каналах в диапазонах 2,4 и 5 ГГц, а также обеспечивают длительное воспроизведение форм сигналов, необходимое для эмуляции реалистичных профилей трафика и последовательностей перестройки частоты (hopping sequences) (например, Bluetooth) в продолжительных сценариях сосуществования.

Решение также обеспечивает полосу модуляции от 160 МГц до 2,5 ГГц, что позволяет анализировать в реальном времени перекрывающиеся сигналы, кратковременные помехи (transient interference) и поведение нескольких устройств, критичное ко времени. Оно также позволяет осуществлять мониторинг сигналов в спектре и определять потери на трассе на уровне системы.

Кроме того, предусмотрено кондиционирование сигналов (signal conditioning): радиочастотные переключатели, усилители и аттенюаторы интегрированы для автоматизации большего числа сценариев испытаний. Решение в виде единого блока (all-in-a-box), рассчитанное на гибкость и полную автоматизацию, обеспечивает маршрутизацию сигналов между EUT, вспомогательным устройством, источниками помех и средствами мониторинга. Ключевые возможности: избирательное ослабление в тракте канала до 121 дБ, поддержка как кондуктивных, так и излучаемых (radiative) испытаний в одной конфигурации, мгновенное переключение между несколькими источниками помех и точные измерения, критичные ко времени, — всё это предназначено для упрощения сложных радиочастотных испытательных сред.

В состав решения Keysight для испытаний на сосуществование также входит вспомогательное устройство для устройств с радиосигналами, такими как Wi-Fi и Bluetooth Low Energy.

Вы также можете увидеть, как ваше устройство взаимодействует с приложением, и контролировать потери данных во время испытаний на сосуществование. С

помощью программного обеспечения решения можно отправлять на устройство команды для выполнения определённых задач. Во время испытаний вы имеете доступ к своему устройству, чтобы проверять потерю сигнала, изображений или текста и измерять время воздействия помех (interference time).

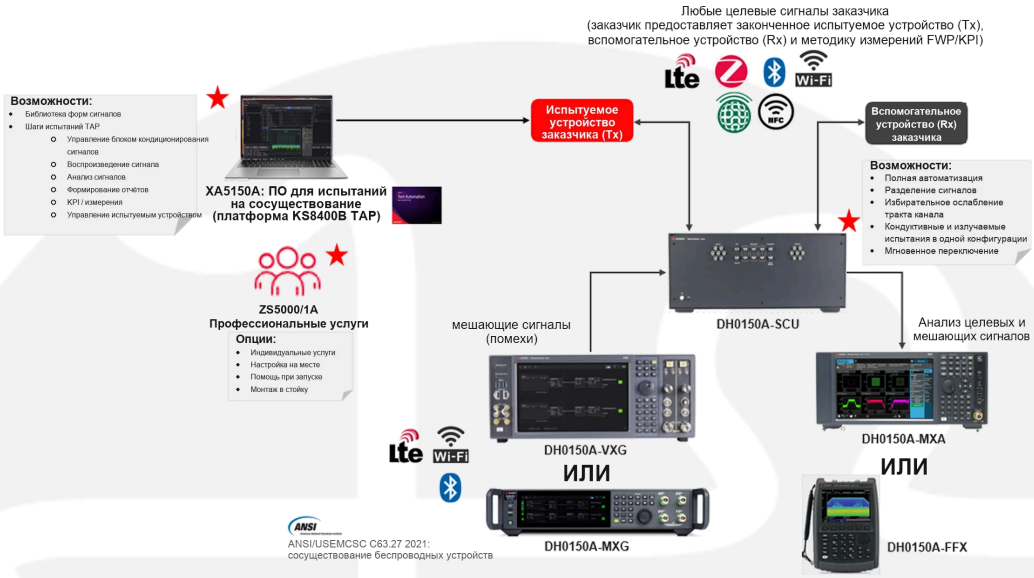


Рисунок 4. Общая схема работы решения Keysight для испытаний беспроводных устройств

Масштабируемые и настраиваемые испытания (Scalable and Configurable Test)

Удобный графический интерфейс пользователя (Graphical User Interface, GUI) решения Keysight для испытаний на сосуществование ускоряет разработку испытаний, а открытая программная платформа на основе OpenTAP позволяет создавать собственные шаги испытаний (custom test step) и бесшовно встраиваться в существующие рабочие процессы.

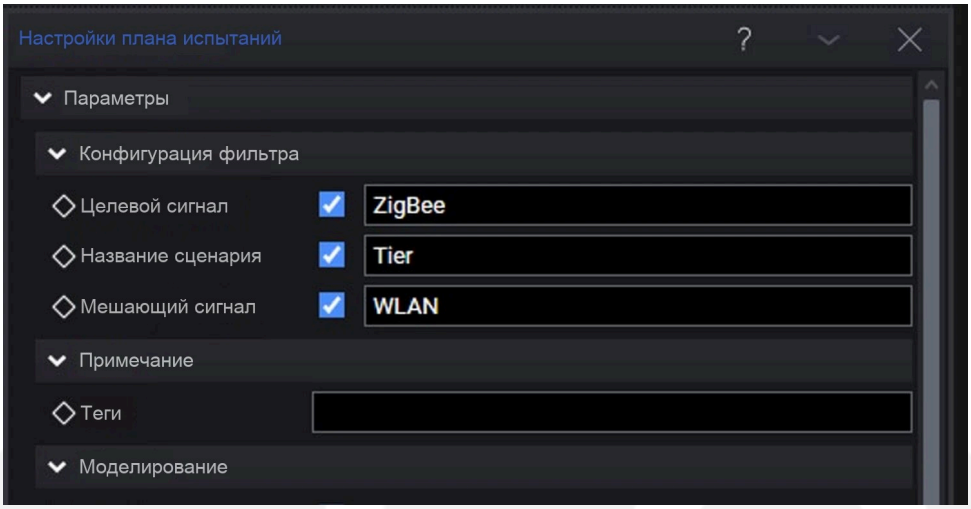


Рисунок 5. Создание собственного шага испытаний

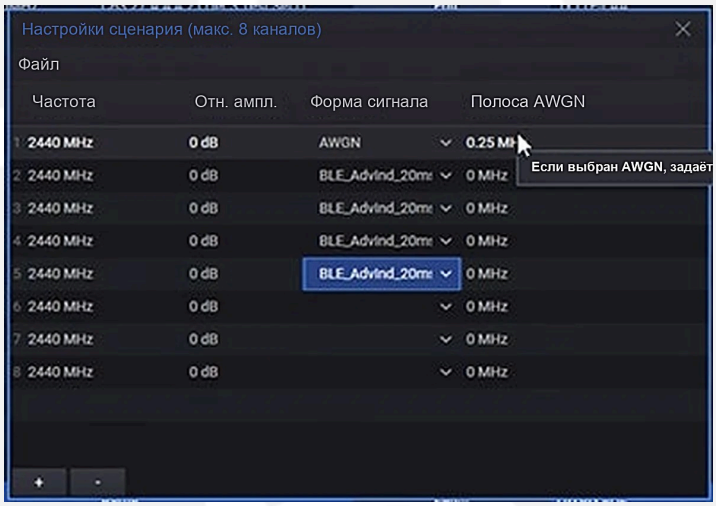


Рисунок 6. Настройка радиочастотного канала для эмуляции до 8 виртуальных сигналов и одновременных испытаний с несколькими источниками помех

Решение также содержит масштабируемую библиотеку мешающих сигналов. Благодаря простому интерфейсу «щёлкнуть и загрузить» (click-and-upload) пользователи могут легко добавлять в библиотеку собственные формы сигналов, быстро расширяя и настраивая наборы сигналов под конкретные задачи испытаний или эксплуатации.

Вы можете разрабатывать и проверять планы испытаний в автономном режиме с помощью режима моделирования (simulation mode) и затем развёртывать их в полуавтоматических или полностью автоматизированных средах для эффективных воспроизводимых испытаний.

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

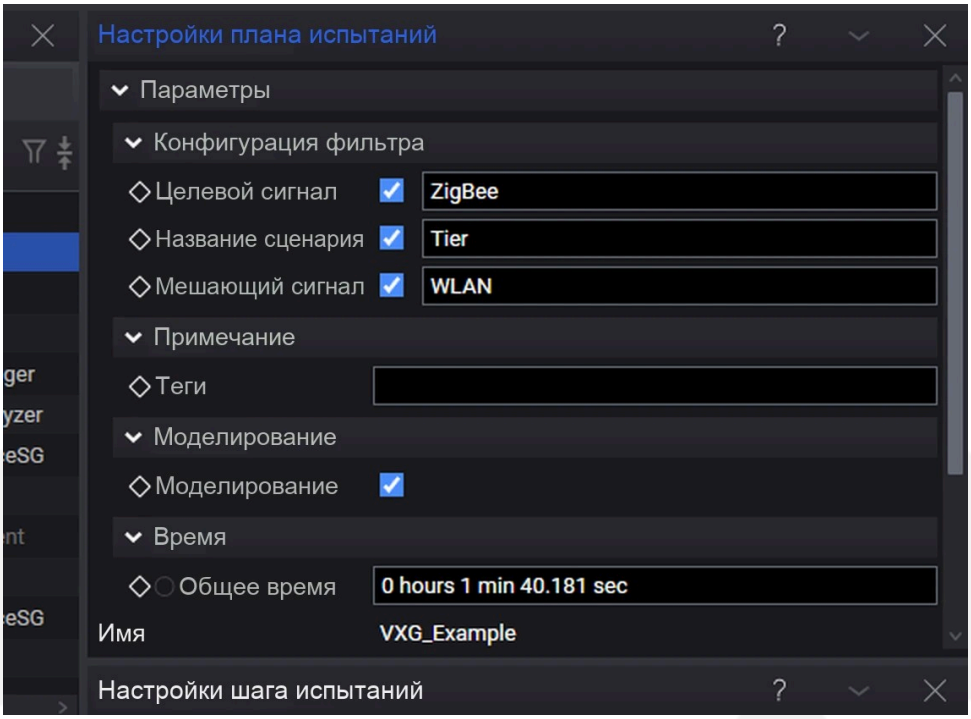


Рисунок 7. Режим моделирования (Simulation mode)

Оценка результатов испытаний на помехи на основе данных (Data-Driven Interference Test Evaluation)

Решение выдаёт результаты испытаний в формате файла Excel, что облегчает выявление уязвимостей и поведения устройства при испытаниях на помехи при различных уровнях мощности и типах мешающих сигналов. Результаты помогают лучше понять пространство помех (interference space) вашего устройства и определить методы снижения рисков. Кроме того, вы сможете проверить, работают ли ваши методы снижения влияния помех так, как задумано.

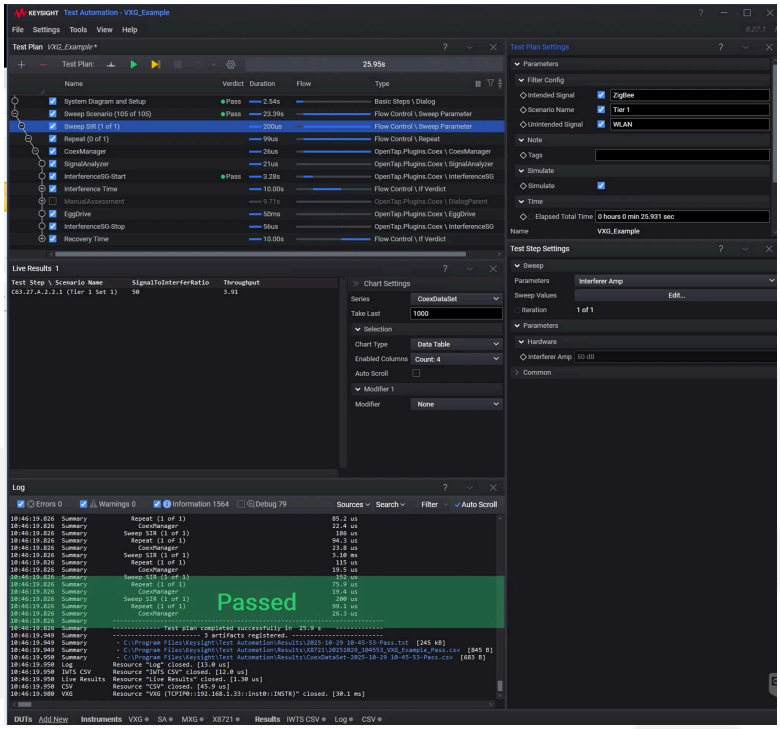


Рисунок 8. Это EUT продемонстрировало стабильную работу при помехах

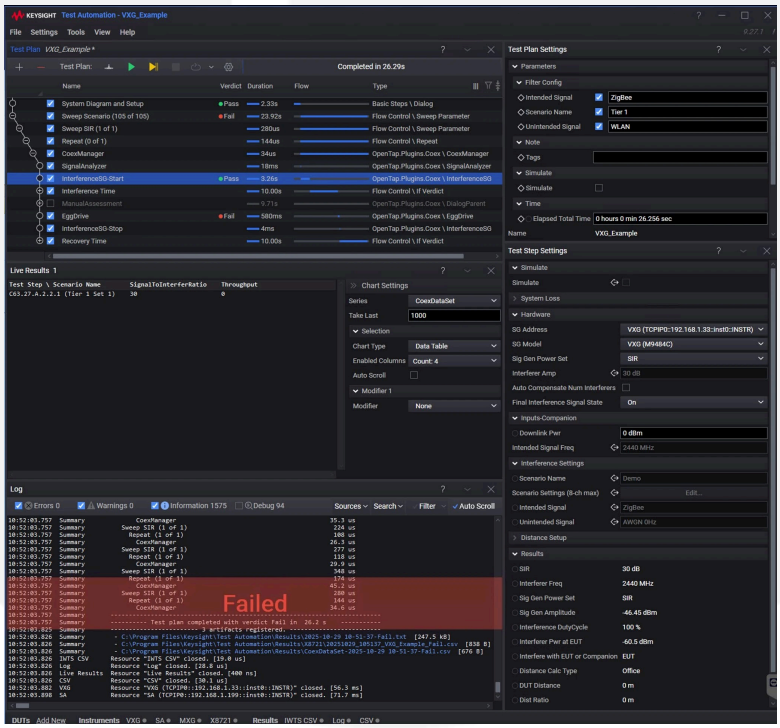


Рисунок 9. Пример EUT, не сохранившего характеристики при заданных условиях помех

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

Консультационные услуги по анализу производительности (Consulting Services for Performance Insights)

Keysight предлагает консультационные услуги, поддерживающие отчётность по ключевым показателям эффективности (Key Performance Indicators, KPI) и автоматизирующие отслеживание показателей производительности для повышения наглядности и операционной эффективности. Эти услуги помогают упростить процессы подтверждения соответствия, ускорить разработку изделий и улучшить принятие решений на основе данных.

Примеры KPI:

1. Задержка (Latency)
2. Пропускная способность (Throughput)
3. Джиттер (Jitter)
4. Коэффициент битовых ошибок (Bit Error Rate, BER)
5. Коэффициент пакетных ошибок (Packet Error Rate, PER)

KPI в значительной степени зависят от EUT и его применения. Показатели выбираются исходя из EUT и сценариев его использования, чтобы метрики производительности соответствовали конкретным эксплуатационным требованиям.

Основные технические характеристики (Key Specifications)

В таблице ниже приведены основные технические характеристики решения для испытаний на сосуществование беспроводных устройств.

	C DH0150A-VXG	**C DH0150A-MXG**
Генерация сигналов (Signal Generation)		
Поддерживаемые беспроводные технологии (полезный сигнал вашего EUT)	Зависят от вашего EUT; поддерживается любой радиосигнал при наличии совместимого вспомогательного устройства.	
Диапазон частот	от 9 кГц до 8,5 ГГц (в перспективе — расширение до 110 ГГц)	от 9 кГц до 8,5 ГГц
Количество радиочастотных портов (RF port)	1	1

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

Количество эмулируемых виртуальных сигналов	До 8 виртуальных сигналов	1
Полоса радиочастотного сигнала (RF bandwidth)	250 МГц при памяти 64 MSa (в перспективе — расширение до 2,5 ГГц)	250 МГц при памяти 256 MSa (в перспективе — расширение до 1 ГГц)
Имитация помех (Interference Simulation)		
Типы помех	AWGN (аддитивный белый гауссов шум, Additive White Gaussian Noise), CW (непрерывная несущая, Continuous Wave), ARB (сигналы произвольной формы)	
Форма помехи	Различные, включая помехи в соседнем канале и диапазоне, помехи в совпадающем канале, гармоники	
Поддержка нескольких сигналов	Одновременная генерация модулированного и мешающих сигналов	Одиночный или составной сигнал
Тип мешающего сигнала	Сигналы, рекомендованные ANSI C63.27, BLE	
Количество лицензий на формы сигналов	50 пакетов	

	C DH0150A-MXA	**C DH0150A-FFX**
Анализ сигналов (Signal Analysis)		
Диапазон частот	от 10 Гц до 8,4 ГГц	до 18 ГГц
Полоса анализа	160 МГц	100 МГц
Спектральный анализ в реальном времени	Да	Да
Отображаемый средний уровень собственных шумов (Displayed Average Noise Level, DANL)	вплоть до –163 дБм/Гц на частоте 1 ГГц	около –135 дБм/Гц на частоте 1 ГГц
Вспомогательное устройство (Companion Device)		
DH0150A-IOT в качестве устройств BLE 4.2/5.0/5.1/5.2 и 802.11 a/b/g/n/ac (Rx)		

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

Характеристики DH0150A-SCU (DH0150A-SCU Characteristics)

Основной тракт: вносимые потери или ослабление (Main Line Insertion Loss or Attenuation)

Тракт (Path)	Частота (ГГц)	Мин.	Типовое	Макс.	Единица измерения
От EUT к вспомогательному устройству	от 0,3 до 8	6,5	-	15,5	дБ
Ступенчатое ослабление в тракте EUT	от 0,3 до 8	0	-	121	дБ
Ступенчатое ослабление в тракте вспомогательного устройства	от 0,3 до 8	0	-	121	дБ
Ответвление (связь) в трактах сигнала (Signal Path Coupling)					
Тракт (Path)	**Частота (ГГц)**	**Мин.**	**Типовое**	**Макс.**	**Единица измерения**
От EUT к монитору	от 0,3 до 8	26,0	30,0	33,5	дБ
От вспомогательного устройства к монитору	от 0,3 до 8	26,0	30,0	33,5	дБ
От генератора сигналов к EUT	от 0,3 до 8	12,8	16,0	19,0	дБ
Вносимые потери переключателя SP6T (SP6T Switch Insertion Loss)					
Тракт (Path)	**Частота (ГГц)**	**Мин.**	**Типовое**	**Макс.**	**Единица измерения**
Переключатель 1 (Switch 1)	от 0,3 до 8	0,30	-	0,42	дБ
Переключатель 2 (Switch 2)	от 0,3 до 8	0,30	-	0,42	дБ

Вносимые потери аттенюатора при 0 дБ (Attenuator Insertion Loss at 0 dB)					
	Частота (ГГц)	**Мин.**	**Типовое**	**Макс.**	**Единица измерения**
Аттенюатор 1 (Attenuator 1)	от 0,3 до 8	0,5	-	4,2	дБ
Аттенюатор 2 (Attenuator 2)	от 0,3 до 8	0,5	-	4,2	дБ
Аттенюатор 3 (Attenuator 3)	от 0,3 до 8	0,5	-	4,2	дБ

Общие технические характеристики (General Specifications)

Характеристики подключения и условий эксплуатации (Connectivity and Environmental Specifications)

Радиочастотные разъёмы (RF connectors)	SMA
Интерфейсы ввода-вывода (I/O interfaces)	USB, Ethernet, GPIB
Диапазон температур	Рабочие условия: от 0 до 40 °C Условия хранения: от –40 до 70 °C
Влажность	Рабочие условия: до 80 % относительной влажности при 40 °C (без конденсации) Условия хранения: до 95 % относительной влажности при 40 °C (без конденсации)
Высота над уровнем моря	До 2000 м

Информация для заказа (Ordering Information)

Оборудование (Hardware)

DH0150A-VXG	M9484C — векторный генератор сигналов (Vector Signal Generator), 1 канал	Выберите один генератор сигналов
DH0150A-MXG	N5186A MXG — векторный генератор сигналов (Vector Signal Generator), 1 канал	
DH0150A-MXA	N9020B MXA — анализатор сигналов (Signal Analyzer), с мультисенсорным управлением (Multi-Touch)	Выберите один анализатор сигналов
DH0150A-FFX	N9917B FieldFox — микроволновый анализатор (Microwave Analyzer) до 18 ГГц	
DH0150A-SCU	Блок кондиционирования сигналов Keysight (Keysight Signal Conditioning Unit)	Для маршрутизации сигналов между EUT, вспомогательным устройством, источниками помех и средствами мониторинга
DH0150A-IOT	Решение для испытаний беспроводных IoT-устройств (IoT Wireless Test Solution)	В качестве вспомогательного устройства для BLE 4.2/5.0/5.1/5.2 и 802.11 a/b/g/n/ac (Rx)

Программное обеспечение (Software)

XA5150A	Программное обеспечение Keysight для испытаний на сосуществование беспроводных устройств (Wireless Coexistence Test Software)	Обязательно
KS8400B	PathWave Test Automation, система для разработчиков (Developer System)	

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

Специальные услуги (Custom Services)

ZS5000A	Обслуживание и поддержка (Service and Support)	Опционально — при необходимости
ZS5001A	Разработка специального программного обеспечения (Custom Software Development)	

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