

Решения для тестирования устройств Интернета Вещей (IoT)

Интернет Вещей (IoT)

Прикладной курс для университетов, колледжей и лицеев/гимназий на базе учебного комплекта и методических материалов от Keysight Technologies



U3800A – это уже готовый к использованию в учебном процессе курс лекций и лабораторных работ, посвященный Интернету Вещей (IoT – Internet of Things), одной из самых важных и стремительно развивающихся технологий современного мира. Учебный курс адресован преподавателям и учащимся университетов и колледжей, где изучается цифровая техника. Его можно успешно использовать в лицеях и гимназиях с углубленным изучением информатики. Курс состоит из четырех учебных модулей, каждый из которых рассчитан на изучение в течение одного семестра (36 часов лекций и 18 часов лабораторных занятий), и поставляется в виде соответствующих учебных комплектов:

1. Основы технологии Интернета вещей (U3801A, U3802A)

Модуль дает описание основ технологии Интернета вещей. Студенты знакомятся с архитектурой, технологиями, беспроводными протоколами связи, приложениями и экосистемами Интернета вещей

2. Разработка устройств и приложений для Интернета вещей (U3803A, U3804A)

В этом модуле описываются основные методики разработки приложений для Интернета вещей, включая выбор подходящих встраиваемых систем с приведением примеров. Студенты обучаются проектировать и исследовать встраиваемые системы, способные работать как устройства Интернета вещей

3. Протоколы беспроводной связи для устройств Интернета вещей (U3805A, U3806A)

В этом модуле студенты научатся не только создавать типовые приложения для Интернета вещей, используя различные протоколы беспроводной связи, но и быстро проверять и подтверждать их работоспособность

4. Датчики и управление питанием в устройствах Интернета вещей (U3807A, U3808A)

Модуль покажет, как оценить характеристики энергопотребления встроенного контроллера, датчиков и беспроводных модулей устройств Интернета вещей. Студенты поймут принципы управления питанием и смогут определять характеристики энергопотребления микроэлектромеханических устройств (МЭМС)

Учебный комплект для каждого модуля включает учебную плату-стенд U3800A для разработки устройств Интернета вещей и набор обучающих слайдов на русском языке (с возможностью их редактирования преподавателем), рассчитанных на 36+ часов учебной работы в классах.

Учебная плата-стенд состоит из самой учебной платы, комплекта датчиков для Интернета вещей, комплекта поддержки беспроводных протоколов связи XBee ZigBee и детальных описаний лабораторных работ и заданий, рассчитанных на 18 часов. Учебная плата-стенд может быть использована студентами для разработки собственных проектов и после завершения программы обучения.



Учебная лаборатория по разработке устройств Интернета вещей (IoT)

Оборудование для проведения лабораторных работ в рамках учебного курса

Учебный модуль	Основы технологии IoT	Разработка устройств и приложений для IoT	Протоколы беспроводной связи для устройств IoT	Датчики и управление питанием устройств IoT
Цель курса:	Дать понимание архитектуры, технологий и экосистемы IoT	Научить проектированию и отладке встроенных систем, способных работать как устройства IoT	Создание приложений для IoT с использованием различных протоколов беспроводной связи и оценка их возможностей	Определение характеристик МЭМС и энергопотребления устройств IoT
Оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ Базовый комплект	– Плата-стенд U3801A	– Плата-стенд U3803A – Цифровой мультиметр (34465A*) – 2/4-канальный осциллограф и генератор сигналов 20 МГц (EDUX1002G/ DSOX2004A*) * - применимо в модуле 4	– Плата-стенд U3805A – Анализатор спектра (N9320B) – ПО VSA (89600EDU*) * - демо-лицензия	– Плата-стенд U3807A – Цифровой мультиметр (34465A) – 4-канальный осциллограф (DSOX2004A)
Оборудование, необходимое для проведения лабораторных работ Расширенный комплект			– Плата-стенд U3805A – Анализатор сигналов (N9003B-503, -B25, N9077C+N9081 – приложения для измерений) – ПО VSA (89600EDU*)	– Плата-стенд U3807A – Цифровой мультиметр (34465A) – Анализатор мощности с источником-измерителем (N6705+N6781) – 4-канальный осциллограф (DSOX2004A)

Учебный модуль “Датчики и управление питанием устройств IoT”



Слайды для обучения

- Редактируемые обучающие слайды на русском языке (PowerPoint)
- 36+ часов лекций



Учебный комплект

- Лабораторные работы и задания с ответами (редактируемые)
- 18 часов лабораторных занятий



Измерительные приборы и ПО

- Цифровой мультиметр
- Осциллограф
- Анализатор мощности

Решения для тестирования устройств Интернета Вещей (IoT)

X8712A - решение для оптимизации времени работы от батареи питания устройств IoT

X8712A
KS833A1A

Новый подход к анализу процесса разряда элементов питания

Для получения максимума от батарей питания создаваемого устройства Интернета вещей (IoT), инженеру необходимо понять, какие события в подсистемах устройства, включая его радиоканал, влияют на потребление заряда батареи. Это понимание дает возможность принимать инженерные решения на аппаратном и программном уровне, позволяющие оптимизировать время жизни батарей питания, что, практически, равносильно времени жизни самого устройства IoT.

Для этого инженеру необходимы инструменты, помогающие быстро получить необходимую информацию о структуре и работе проектируемого устройства, а также снизить затраты на его отладку и верификацию.

Как работает X8712A

Чтобы оптимизировать время жизни создаваемого устройства IoT, необходимо знать, из каких подсистем оно состоит, например: радиоканал, дисплей, насос, динамик и т.п., и понимать, сколько тока будет потреблять каждая из этих подсистем до тех пор, пока элемент питания устройства IoT не разрядится. Решение X8712A помогает провести анализ потребления тока, основанный на событиях, происходящих с вашим устройством IoT, используя производительный анализатор мощности Keysight X8712A-DPA с входящими в него модулями X8712A-SMU источников-измерителей анализатора разряда батарей питания, X8712AD – ВЧ-детектор событий и KS833A1A – специализированное программное обеспечение для анализа энергопотребления. X8712A определяет происходящие события (переключения режимов работы устройства IoT, прием, передача информации по радиоканалу, и т.п.), синхронно сопоставляет их с потреблением тока, и помогает оптимизировать время жизни батарей питания вашего устройства.

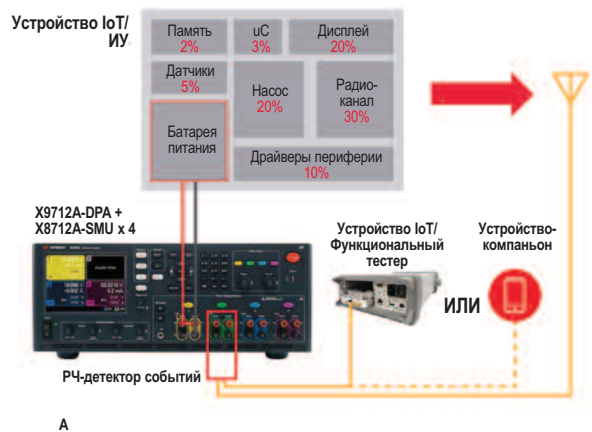
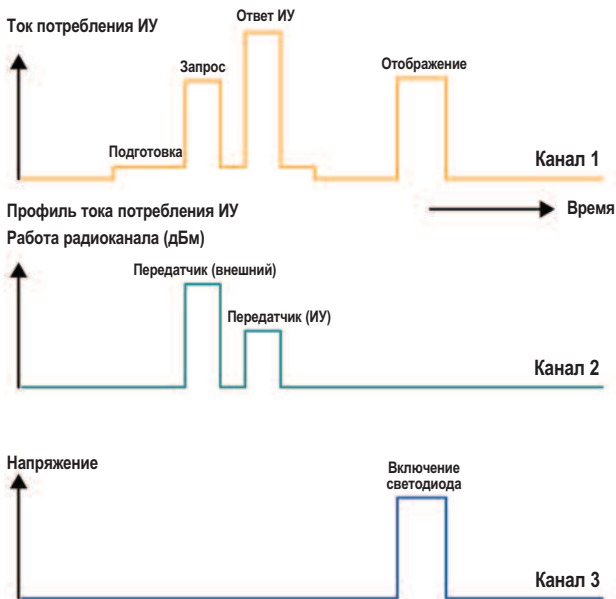


Рисунок 1. X8712A - концепция анализа энергопотребления, основанного на событиях

X8712A-DPA – анализатор мощности и X8712A-SMU – модули источников-измерителей

X8712A-DPA измеряет постоянные ток и напряжение, подаваемые и снимаемые с испытуемого устройства (ИУ). X8712A-SMU – эмулятор батареи питания, позволяющий как обеспечивать питанием устройства IoT мощностью до 20 Вт, так и измерять потребляемый ими ток в диапазоне от нА до А, используя запатентованную технологию бесшовного переключения между выходными диапазонами.

KS833A1A – программное обеспечение для анализа энергопотребления

KS833A1A – ПО для анализа энергопотребления устройств IoT помогает анализировать данные, полученные анализатором мощности X8712A-DPA и источниками-измерителями X8712A-SMU, обеспечивая визуальное представление ВЧ-сигналов вашего устройства IoT в децибелах, а НЧ-сигналов в вольтах, и сопоставляет их на одном графике с измеренными токами потребления.

X8712A		X8712AD - ВЧ-детектор событий	
Количество точек выборки	От 1024 до 262144	Диапазон рабочих частот	От 100 МГц до 2,9 ГГц
Интервал выборки	от 20мкс (по умолчанию) до 40с	Динамический диапазон	40 дБ (тип.)
Количество каналов	до 4 (канал 1 – эмулятор элемента питания, канал 2 – ВЧ-детектор событий, каналы 3, 4 – вольтметр/амперметр/питание)	Диапазон измеряемых уровней мощности	От -40 дБм до 0 дБм
Диапазон измерения тока	от 10мкА до 3А	Макс.мощность на входе	+15дБм
Отслеживание событий	доступно на всех каналах	Потребляемая мощность	5В, 30 мА от USB-адаптера

Информация для заказа (полное решение: приборы + программное обеспечение*)		
Наименование	Описание	Кол-во
X8712A-RFD	X8712AD – ВЧ-детектор событий	1
X8712A-DPA	N6705C – модульный анализатор питания, 4 слота, 600 Вт	1
X8712A-SMU	N6781A – 2-квadrантный модуль источника-измерителя, 20В/±1А или 6В/±3А, 20 Вт	От 2 до 4
KS833A1A	ПО для анализа энергопотребления	1 из 6 типов лицензий
Программное обеспечение KS833A1A – типы лицензий		
KS833A1A-1FP	Лицензия на один компьютер, бессрочная	
KS833A1A-1TP	Лицензия на один компьютер, перемещаемая, бессрочная	
KS833A1A-1NP	Лицензия на несколько компьютеров, бессрочная	
KS833A1A-1FL	Лицензия на один компьютер, 12 месяцев	
KS833A1A-1TL	Лицензия на один компьютер, перемещаемая, 12 месяцев	
KS833A1A-1NL	Лицензия на несколько компьютеров, 12 месяцев	

(*) - возможен заказ только программного обеспечения (X8712AS)

Решения для тестирования устройств Интернета Вещей (IoT)

Решение для функционального тестирования устройств Интернета Вещей (IoT)

Решение для верификации работы радиоканала при подключении через BLE и/или WLAN b/g/n

Как правило, в ходе производственных испытаний, работоспособность устройств IoT проверяется с помощью метода эталонного радиоканала (golden radio method), при котором для соединения с испытуемым устройством используется заведомо исправный радиоканал (например, работающий смартфон). Это самый простой и недорогой метод, однако он не позволяет получить количественные результаты, по которым можно определить разброс в характеристиках устройств и выявить причины обнаруженных производственных дефектов. Другой метод тестирования, параметрический, такую информацию предоставляет, но требует больших временных затрат, тем самым увеличивая себестоимость устройств IoT при массовом производстве.

Таким образом, чтобы быть уверенным в качестве и производительности устройств IoT, производителю необходимо найти инновационный и экономически эффективный способ их тестирования после сборки.

X8711A – это уникальное интегрированное решение, которое замеряет важные параметры радиоканала устройства IoT непосредственно во время его работы. Оно позволяет, без необходимости использования сложных и дорогих систем электрического тестирования, получить уверенность в том, что в собранном устройстве IoT нет производственных дефектов (отсутствующие или неправильные компоненты, дефекты пайки и т.п.).



X8711A состоит из модульной системы сбора данных **Keysight 34972A** со встроенным 6,5-разрядным мультиметром, ВЧ-модуля **Keysight 34999A** и программных модулей с готовыми тестами, построенных на базе ПО Keysight TAP (Test Automation Platform):

KS83301A – для тестирования подключений через Bluetooth® LE 4.2,

KS83302A – для тестирования подключений через WLAN b/g/n. (ПК, экранированная камера и PC-кабель в комплект не входят)

Тестирование устройств IoT в нормальном рабочем режиме после окончательной сборки

Миниатюризация устройств IoT практически не позволяет тестировать их через контрольные точки контактным методом. Для проведения тестирования устройств IoT по радиоэфиру в сигнальном режиме, нет необходимости в замене их внутреннего ПО на специальное тестовое. Все неопределенности и сложности тестирования, связанные с физическими соединениями или перепрошивкой внутреннего ПО, в этом режиме исключаются, тем самым сокращая время тестирования и себестоимость разработки тестов.

Максимизация производительности производственной линии и ускорение вывода на рынок

X8711A легко настроить, и в течение короткого времени произвести с его помощью измерения как уровней входной мощности, так и частоты ошибок приема пакетов (Packet Error Rate) устройств IoT.

Уверенность в соответствии необходимым уровням качества

X8711A объективно, с помощью количественных методов, таких как измерение уровней входной мощности и проверка чувствительности приемника, измеряет важнейшие параметры канала приема и канала передачи устройства IoT, на которые могут оказывать влияние производственные дефекты.

Простота в разработке собственных тестов (программ испытаний)

С помощью программных модулей, построенных на базе программного обеспечения (ПО) Keysight TAP (Test Automation Platform – платформа для автоматизации испытаний), с уже готовыми тестами (программами испытаний) для подключений через BLE 4.2 и WLAN b/g/n можно легко создавать свои собственные тесты, используя систему разработки ПО - TAP Developer System, KS8400A.

Основные характеристики

Радиоканал	Bluetooth	WLAN
Формат	BLE 4.2	802.11 b/g/n/ 2,4 ГГц
Измеряемые уровни входной мощности (мощность, передаваемая тестируемым устройством)	Диапазон: от 10 до -30 дБм Точность: ±2 дБ	Диапазон: от 10 до -30 дБм Точность: ±2 дБ
Чувствительность канала приема	Диапазон: от -40 до -75 дБм Разрешение: 0,5 дБ Точность: ±2 дБ Диапазон: от -75 до -100 дБм Точность: ±2,5 дБ	Диапазон: от -33 до -70 дБм Разрешение: 0,5 дБ Точность: ±2 дБ

Информация для заказа

Пользователь может выбрать как оба формата работы радиоканала, так и любой из них.

Тестирование в сигнальном режиме подключений как через BLE 4.2, так и через WLAN b/g/n	Тестирование в сигнальном режиме подключений через BLE 4.2	Тестирование в сигнальном режиме подключений через WLAN b/g/n	Варианты конфигурации
34972A – система коммутации / сбора данных в конструктиве LXI	34972A – система коммутации сбора данных в конструктиве LXI	34972A – система коммутации / сбора данных в конструктиве LXI	Аппаратная (стандартная)
X8711A-100 (34999A) - радиомодуль с интерфейсами BLE 4.2 и WLAN b/g/n	X8711A-001 (34999A) - радиомодуль с интерфейсом BLE 4.2	X8711A-002 (34999A) - радиомодуль с интерфейсом WLAN b/g/n	
KS83301A - программный модуль с тестами для подключения через BLE 4.2	KS83301A – программный модуль с тестами для подключения через BLE 4.2	KS83302A – программный модуль с тестами для подключения через WLAN b/g/n	Программная (опционально)
KS83302A – программный модуль с тестами для подключения через WLAN b/g/n	KS8400A TAP Developer's System И / ИЛИ KS8000A TAP Deployment System	KS8400A TAP Developer's System И / ИЛИ KS8000A TAP Deployment System	
KS8400A TAP Developer's System И / ИЛИ KS8000A TAP Deployment System			
E36102B – источник питания постоянного тока	E36102B – источник питания постоянного тока	E36102B – источник питания постоянного тока	Опционально

Программное обеспечение KS8400A и KS8000A – типы лицензий	
R-D5A-0C-LIC	Лицензии бессрочные (3 типа)
R-D4A-0C-TRM	Лицензии на ПО и поддержку, 12 месяцев (3 типа)
R-D6A-0C-SUP	Лицензии на обновления ПО и поддержку, 12 месяцев (3 типа)
3 типа лицензий: на один компьютер, на один компьютер перемещаемая, на несколько компьютеров	

Программное обеспечение KS8330xA – типы лицензий	
KS8330xA-1FP	Лицензия на один компьютер, бессрочная
KS8330xA-1TP	Лицензия на один компьютер, перемещаемая, бессрочная
KS8330xA-1NP	Лицензия на несколько компьютеров, бессрочная
KS8330xA-1FL	Лицензия на один компьютер, 12 месяцев
KS8330xA-1TL	Лицензия на один компьютер, перемещаемая, 12 месяцев
KS8330xA-1NL	Лицензия на несколько компьютеров, 12 месяцев

Решения для тестирования устройств Интернета Вещей (IoT)

Решения для тестирования и испытаний устройств LoRa (LPWAN)

LoRa (LPWAN) – одна из лидирующих технологий для подключения устройств IoT

N7610C
N9063C
N9020B
N5172B
N5182B
E6640A
M9421A
X8712A

LoRa (Long Range) – технология беспроводной связи, созданная для передачи небольших объемов информации от датчиков и исполнительных устройств на значительное расстояние (до 25 – 50 км на открытой местности), и при этом имеющая хорошие возможности прохождения сигналов внутри зданий, подвалов, гаражей и т. п.

Протокол LoRaWAN™, разработанный LoRa Alliance, открытой некоммерческой ассоциацией, включающей более 500 компаний-производителей оборудования и программного обеспечения (ПО) и операторов связи – это двунаправленный сетевой протокол со сквозным шифрованием, использующий линейную частотную модуляцию (ЛЧМ) и работающий в суб-гигагерцовом диапазоне частот, не требующем лицензирования. На аппаратном уровне протокол запатентован компанией Semtech.

Особенности тестирования и испытаний устройств, использующих технологии LoRa

Главные преимущества протокола LoRaWAN – это специальные технологии радиосвязи, позволяющие обеспечивать длительное время автономной работы подключенным к нему устройствам. Именно поэтому эти устройства необходимо тщательно тестировать на всех этапах разработки и производства. Сбой считывания внутренней программы или некий аппаратный дефект, который может привести к увеличению тока потребления конечным устройством, просто сведет на нет всю выгоду от применения подобной технологии. Поэтому жизненно необходимыми будут испытания всех устройств, использующих технологию LoRaWAN, на соответствие следующим критериям:

- качество тракта передачи устройства LoRa
- качество приемного тракта устройства LoRa и протокольный обмен
- исключительная продолжительность автономной работы

Испытания качества тракта передачи устройств LoRa

Качество передаваемого сигнала очень важно для обеспечения длительности срока службы автономного источника питания. Если пакет данных не принят, он передается ещё и ещё раз, что уменьшает заряд батарей питания как приёмного, так и передающего устройства. Для проведения испытаний достаточно сделать простой стенд (рисунок 1), использующий несложное ПО, позволяющее испытываемому устройству (ИУ) выдавать свои выходные сигналы, и применить анализатор сигналов для измерения и анализа сигнала, передаваемого ИУ.

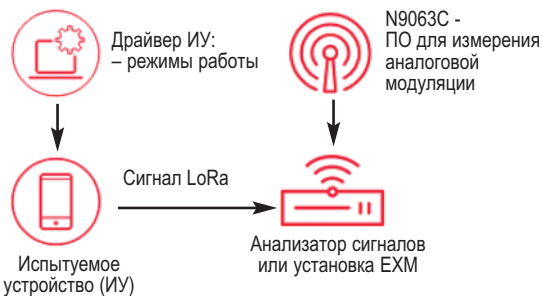


Рисунок 1. Схема стенда для испытаний передающего тракта.

Анализатор сигналов может быть либо настольным, как, например, N9020B компании Keysight (рисунок 2), либо модульным в формате PXI, как установка E6640A EXM, применяемая при проведении испытаний на производстве. Для улучшения результатов, анализатор сигналов можно дополнить программной опцией, N9063A компании Keysight, позволяющей проводить измерения качества модуляции. То есть, вместе с обычными измерениями мощности передаваемого сигнала можно успешно демодулировать сигналы с ЛЧМ, используемые в LoRa.



Рисунок 2. Анализатор сигналов N9020B MXA.

На рисунке 3 представлены результаты измерений передаваемого сигнала LoRa (частота 125 кГц), полученные с помощью программного приложения N9063A компании Keysight для измерений аналоговой демодуляции. На рисунке показаны как РЧ, так и аналоговый спектры передаваемого сигнала вместе с демодулированным ЛЧМ-сигналом.

Дальнейший анализ может включать получение дрейфа частоты с использованием результатов демодуляции.

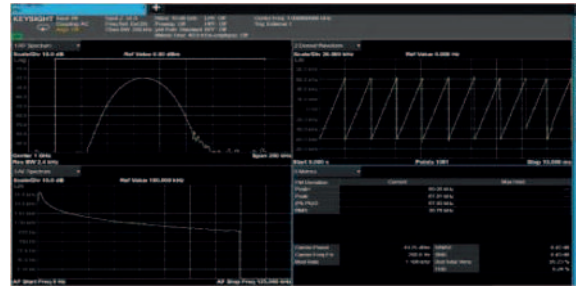


Рисунок 3. Результаты измерений сигнала LoRa частотой 125 кГц, представленные в приложении Keysight N9063C.

Испытания качества тракта приема устройств LoRa и протокольного обмена

Поскольку в технологии LoRaWAN используются маломощные сигналы, очень важно убедиться в том, что чувствительность приёмника соответствует стандарту, и приёмное устройство адекватно демодулирует сигнал и отфильтровывает помехи, включая помехи по основному и соседнему каналам. Испытательный стенд (рисунок 4) приёмника LoRa использует ПО Signal Studio N7610C для генерации сигнала LoRa. Образ сигнала загружается в память генератора и воспроизводится в виде РЧ-сигнала, поступающего на вход приёмника.

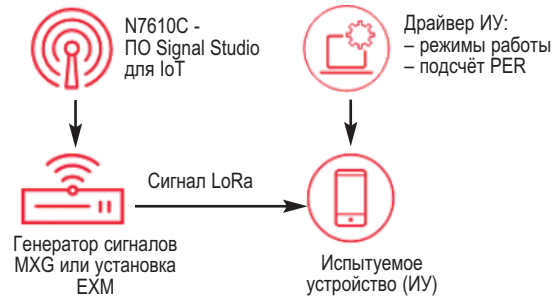


Рисунок 3. Схема стенда для испытаний приёмного тракта.

На этапах разработки и отладки устройств здесь можно применять генератор сигналов Keysight N5182B MXG или N5172B EXG, а при испытаниях на этапе производства – E6640A EXM или M9421A VXI.

ПО Keysight N7610C Signal Studio для IoT, в котором использована информация о сигналах, полученная непосредственно от Semtech, позволяет создавать сигналы LoRa с использованием широкого спектра конфигурационных параметров, управляемых параметрами, которые пользователь может выбрать с помощью интуитивно понятного графического интерфейса.

Пользователь может проводить испытания чувствительности приёмника, управляя мощностью выходного сигнала генератора. В качестве результата измерений используется коэффициент пакетных ошибок (Packet Error Rate – PER), когда приёмник способен определить пакет, принятый с ошибкой, сверив его контрольную сумму с битами в конце пакета.

Оценка продолжительности автономной работы устройств IoT

Оценку продолжительности автономной работы устройств IoT рекомендуется проводить с помощью решения Keysight X8712A.

Итоги

Компания Keysight предлагает множество решений для испытаний устройств LoRa, включая генерацию сигналов при испытаниях приёмного тракта и анализ сигналов при испытаниях передающего тракта. Одно и то же прикладное ПО N7610C Signal Studio для IoT – созданное на базе информации от компании Semtech, патентодержателя аппаратной части протокола LoRaWAN, используется как на этапах создания и отладки, так и на этапе производства LoRa-устройств, несмотря на то, что для этих испытаний применяются различные аппаратные платформы. Компания Keysight продолжает сотрудничество с лидерами отрасли для того чтобы разрабатывать инструменты и для более сложного анализа, что помогает ускорить развитие и расширить возможности применения технологии LoRa.

Для улучшения результатов тестирования чувствительности приёмника в присутствии помех по основному и соседним каналам, рекомендуется использовать отдельные генераторы сигналов.

Второй генератор сигналов создаёт сигнал помехи, который смешивается с основным сигналом от первого генератора. Смешанный сигнал поступает на вход приёмника устройства LoRa.

Такой подход обеспечивает существенное преимущество, когда разница уровней между основным сигналом и сигналом помехи достаточно высока.