

Keysight Technologies

Создание экономически эффективных решений
для проектирования и проверки систем РЭБ

Рекомендации по применению

Введение

Наверное, лучший друг военного пилота – это станция предупреждения о радиолокационном облучении (СПО). Когда пилот видит на индикаторе СПО сигнал наведения ракеты, у него остаётся несколько секунд, чтобы оценить обстановку и принять решение. Главное здесь – правильно идентифицировать угрозу и принять соответствующие контрмеры.

Но СПО – всего лишь один из многих инструментов на вооружении пилота. Более полную картину даёт система определения боевого состава и дислокации радиотехнических частей и подразделений (ЕОВ). ЕОВ детально показывает все известные сочетания излучателей и РЭС в определенной зоне боевых действий для обеих противоборствующих сторон.

Моделирование этой электромагнитной (ЭМ) обстановки является ключевой частью тестирования и оценки различных типов систем радиоэлектронной борьбы (РЭБ). Впрочем, многие этапы тестирования и оценки не требуют имитации полной картины ЕОВ – зачастую параметры можно измерить, воспользовавшись различными подгруппами тестов. Но даже для таких подгрупп сложнейшей задачей является создание «испытательного реализма», который требует точного воспроизведения отдельных угроз и одновременной имитации нескольких угроз.

Разрабатываете ли вы новую систему или перепрограммируете уже действующую, применение реалистичного моделирования на ранних этапах процесса существенно повышает вероятность успеха полномасштабного тестирования на больших, специализированных испытательных системах. Выявление и устранение проблем на ранних этапах обходится значительно дешевле, чем на последних стадиях.

Эти рекомендации по применению познакомят вас с двумя экономически эффективными, серийно выпускаемыми альтернативными решениями, позволяющими удовлетворить требования к моделированию в сценариях с подгруппами тестов. Эти альтернативные решения достаточно просты и в некоторых аспектах не обладают всеми возможностями сложных специализированных систем, которые зачастую трудно программировать и перенастраивать. Кроме того, предлагаемые решения дают, как правило, большую гибкость, поскольку входящие в их состав приборы можно легко использовать для других измерений.



Коротко о проблемах

Международная обстановка в современном мире может очень быстро изменяться, и характер угроз постоянно эволюционирует в соответствии с расширением возможностей цифровой обработки сигналов. Чтобы быть готовым к современным и будущим угрозам, приёмники систем РЭБ должны обладать высоким уровнем адаптивности.

Большинство современных РЛС являются многорежимными многофункциональными системами с постоянно меняющейся ВЧ сигнатурой, что сильно усложняет процесс их идентификации. Эти системы используют модули приёма/передачи с быстрой перестройкой частоты и системы фазированных антенных решёток, которые можно программировать в соответствии с требованиями конкретной операции и динамически настраивать в соответствии с изменяющейся ЭМ обстановкой. Кроме того, их импульсные характеристики динамически программируются для извлечения максимального объёма информации о характеристиках цели.

Ключевые отличия между РЛС и системами РЭБ можно установить, сравнив несколько основных параметров, представленных в табл. 1. По мере совершенствования РЛС, системы РЭБ должны развиваться ещё быстрее для обеспечения эффективного обнаружения, идентификации и реагирования.

Табл. 1. Сравнение основных характеристик РЛС и систем РЭБ позволяет выявить ключевые потребности моделирования, даже при выполнении подгруппы тестов систем РЭБ.

	Радиолокационная система	Система РЭБ
Полоса пропускания	Как правило, достаточно узкая (по сравнению с системами РЭБ)	Более широкая мгновенная полоса для захвата изменяющихся частот передатчика противника
Мощность	Высокая мощность и малый коэффициент заполнения.	Высокая мощность и коэффициент заполнения близкий к 100 %
Диапазон частот	Как правило, фиксированный частотный диапазон (например, диапазон L, S, X или K)	Перестройка в широком диапазоне частот, часто с применением отдельных блоков для нижнего, среднего и верхнего диапазона для выявления различных излучателей противника.
Параметры антенны	Активные фазированные антенные решетки (АФАР) с электронной настройкой, позволяющие создавать несколько лучей, формировать диаграмму направленности и управлять лучами. Типичные РЛС используют узкие лучи.	АФАР, позволяющие создавать несколько лучей, формировать диаграмму направленности и управлять лучами. Типичные постановщики помех используют достаточно широкие лучи.
Обработка сигнала	Выполняется в основном для измерения расстояния до цели и её скорости, а также расчета ускорения с целью отслеживания.	Выполняется в основном для выявления источников радиоизлучения противника, определения их параметров и формирования соответствующего ответного сигнала (например, широкополосного, узкополосного, ложного и т.п.)

Схема проведения испытаний

Тестирование и оценка характеристик системы РЭБ перед её развёртыванием состоит из четырёх этапов, показанных на рис. 1. Процесс охватывает различные уровни интеграции системы, начиная с самой тестируемой системы (SUT) и заканчивая её установкой на носителе, таком как корабль или самолёт. По мере того, как проходит процесс интеграции системы, моделирование усложняется и, в конечном итоге, выполняется тестирование в полноценной среде EOB, или проводятся испытания системы в реальной обстановке на испытательном полигоне или в полевых условиях.



Рис. 1. Оценка системы РЭБ выполняется в течение всего процесса интеграции.

На рис. 1 можно увидеть, что измерение параметров начинается в лаборатории системной интеграции. Основной целью на этом этапе является обеспечение совместимости основных компонентов и подсистем, проверка соответствия параметров системы основным техническим характеристикам, таким как ВЧ характеристики и климатические условия. Используемое на этом этапе контрольно-измерительное оборудование включает, как правило, серийные осциллографы, анализаторы сигналов, анализаторы цепей и генераторы сигналов. Также используется программное обеспечение для создания и векторного анализа сигналов.

На следующем этапе выполняется программно-аппаратное тестирование, в ходе которого применяется полное моделирование системы РЭБ в близком к реальности ВЧ сценарии, который воспроизводит рабочую спектральную обстановку и, следовательно, позволяет оценить функциональные характеристики системы. Кроме того, на этом этапе можно оптимизировать алгоритмы РЭБ и оценить возможную тактику постановки помех. Что касается контрольно-измерительного оборудования, то на этом этапе требуется некоторая автоматизация для создания нужных спектральных сценариев, синхронизации приборов и записи результатов.

После программно-аппаратного тестирования система устанавливается на целевой носитель. На этом этапе система подвергается функциональной нагрузке в полном сценарии EOB, обычно с помощью большой специализированной испытательной системы, способной воспроизводить очень сложные и динамически меняющиеся условия.

На последнем этапе проводится проверка на испытательном полигоне, которая позволяет подтвердить высокие рабочие характеристики во всех ситуациях и для всех тактических приёмов. Типовое контрольно-измерительное оборудование, используемое на этом этапе, охватывает диапазон от серийных приборов до специализированных автоматических систем. Но вот что важно: тестирование на открытом полигоне – не только очень дорогой, но и самый плохо воспроизводимый метод испытаний. Поэтому как можно больше испытаний нужно перенести на более ранние этапы.

Создание достоверной среды моделирования

Самой сложной проблемой в такой среде является достижение реализма испытаний, который позволяет точно воспроизводить отдельные угрозы и одновременно моделировать несколько угроз. Достоверность имитации, используемой для тестирования и оценки, должна быть достаточной высокой, так, чтобы точность подаваемого сигнала превосходила порог восприятия тестируемой системы. В процессе обучения моделирование должно быть настолько точным, чтобы оператор не замечал неточностей.

С ростом уровня достоверности стоимость системы растёт экспоненциально. И поскольку на каждом этапе процесса испытаний существует некоторая точка снижения эффективности, важно оценить компромисс между стоимостью и достоверностью для каждой ситуации.

Помимо реализма, точность моделирования определяется достоверностью сигналов. Ключевым показателем здесь является фазовый шум, и его характеристики – как, впрочем, и все остальные – должны опираться на полную калибровку.

Дополнительные показатели включают управление амплитудой и точность. В ходе создания реалистичной среды моделирования они позволяют решить потенциальные проблемы, связанные с амплитудой. Например, точная имитация сигналов РЛС в испытаниях РЭБ требует тщательного учёта расстояния до цели, углового положения цели и диаграммы направленности антенны. Аналогичным образом в процессе моделирования для оценки ошибки РЛС, необходимо точное представление расстояния до цели, углового положения цели и эффективной поверхности рассеяния (ЭПР). Для полного тестирования систем РЭБ могут понадобиться модели с несколькими излучателями, а для создания динамических моделей с движущимися целями и постановщиками помех может потребоваться функция непосредственного создания цифровых последовательностей (DDS).

Сценарии с несколькими излучателями можно создавать за счёт скачкообразного изменения частоты при отслеживании фазы каждого импульса. Это можно сделать с помощью генератора сигналов произвольной формы, если максимальный скачок частоты лежит в пределах его полосы, или с помощью приборов нового класса, называемых быстроперестраиваемыми генераторами сигналов.

Другим важным показателем является выходная мощность. Например, чтобы узнать, какая мощность и динамический диапазон потребуются для данного моделирования, нужно оценить необходимую минимальную и максимальную мощность. Это позволяет понять, какого типа решение наиболее подходит для управления мощностью: можно ли обойтись ступенчатыми аттенуаторами, или придётся воспользоваться функциями динамического управления генератора сигналов произвольной формы. Встроенные в быстроперестраиваемый генератор сигналов твердотельные аттенуаторы могут изменять амплитуду в широком диапазоне и с очень высокой скоростью.

Описание двух предлагаемых решений

Диапазон возможных решений простирается от недорогих и несложных до сложных и дорогих. Для рассматриваемого случая наиболее целесообразными представляются решения последней категории. Эти системы отлично подходят для тестирования РЭБ, которым необходима сложная ЭМ обстановка и, вероятно, полноценная система EOB. Однако график загрузки таких систем бывает, как правило, довольно плотным, поскольку столь дорогостоящие установки обычно работают круглосуточно.

При этом функциональность дорогих систем зачастую избыточна для простых многократных процедур интеграции системы, программно-аппаратного тестирования или оценки распознавания угроз средствами СПО и радиоперехвата. Пример тому – испытания в исследовательской лаборатории. Здесь зачастую достаточно некоторой подгруппы тестов, которая оказывается весьма эффективной. И что ещё важнее, реализация подгруппы тестов обычно позволяет обойтись меньшим числом приборов и сократить расходы.

На рис. 2 показана структурная схема упрощённого решения для имитации угроз РЭБ. Поскольку эта конфигурация позволяет быстро измерять реакцию на вновь запрограммированные угрозы, она позволяет тестировать СПО, средства радиоперехвата и постановщики помех (системы активного радиоэлектронного подавления).



Рис. 2. Благодаря функциям генерации и анализа сигналов, эта система пригодна для разработки и проверки разных типов приёмников и постановщиков помех РЭБ.

Этот подход предполагает использование серийно выпускаемого оборудования и содержит две основные составляющие, реализующие подачу сигналов (слева) и анализ сигналов (справа). Как показано на рисунке, подача сигналов включает создание сценария (программным способом), генерацию сценария (аппаратным способом) и повышающее преобразование частоты (тоже аппаратным способом). Анализ сигналов включает понижающее преобразование частоты (аппаратным способом), захват сигналов (аппаратным способом) и анализ сигналов (аппаратным и программным способом).

Предлагаемое решение №1 с использованием генератора сигналов произвольной формы и векторного генератора сигналов

Составляющая подачи сигналов первой предлагаемой системы может точно моделировать следующие характеристики:

- Временные параметры импульсов РЛС
- Частота следования импульсов и последовательности импульсов
- Модуляция импульсов
- Частотные и спектральные характеристики
- Алгоритм сканирования антенны

Эта система обладает как минимум тремя преимуществами. Во-первых, она обходится дешевле большой специализированной системы. Во-вторых, она более доступна, чем специализированные системы, что допускает автономное использование ответственными инженерами. И, наконец, применяемые в ней приборы компании Keysight являются серийно выпускаемыми изделиями, на которые распространяется стандартная трёхлетняя гарантия.

Фотография на рис. 3 показывает серийно выпускаемое оборудование, которое можно использовать для построения системы такого рода. Слева находятся два шасси AXIe и монитор: верхнее шасси содержит два генератора сигналов произвольной формы Keysight M8190A с частотой дискретизации 12 Гвыб/с и один многоканальный модуль синхронизации Keysight M8192A (поддерживает до шести M8190A); нижнее шасси содержит (сверху вниз) высокоскоростной 12-разрядный дигитайзер/широкополосный цифровой приёмник Keysight M9703A AXIe (восемь каналов, 1,6 Гвыб/с), ещё один генератор сигналов произвольной формы M8190A и встроенный контроллер (соединенный с монитором). Справа расположены осциллограф Keysight Infiniium 90000 серии Q (полоса пропускания 62 ГГц) и векторный генератор сигналов Keysight E8267D PSG с широкополосными дифференциальными внешними входами I/Q (опция 016; опция H18 используется на частотах ниже 3,2 ГГц).

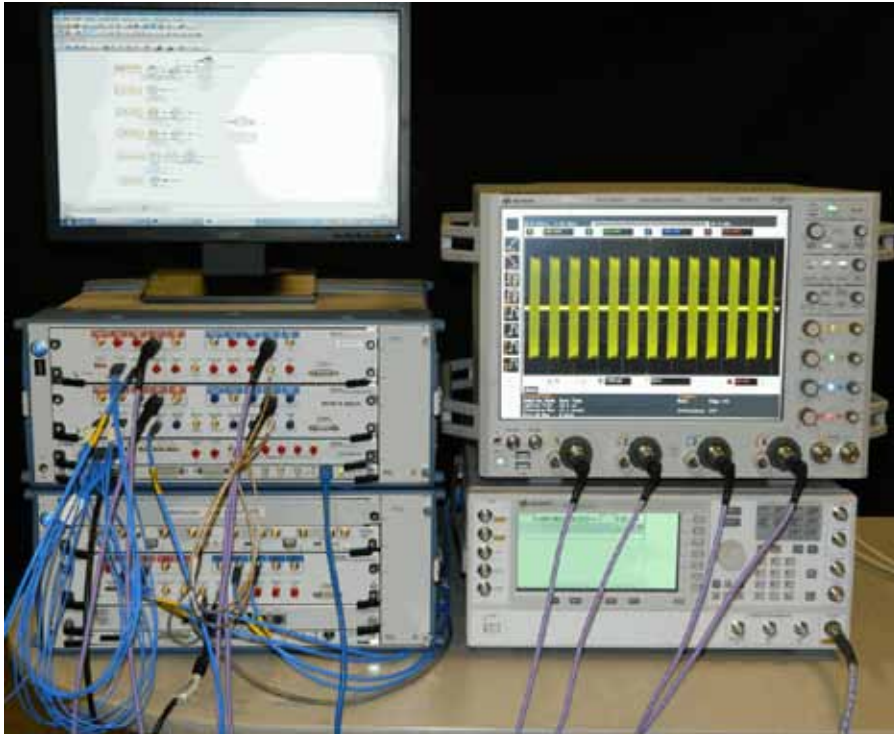


Рис. 3. Пример системы, состоящей из высокопроизводительных генераторов сигналов произвольной формы (слева в центре и ниже), векторного генератора сигналов (справа внизу) и широкополосного осциллографа (справа вверху).

Компания Keysight предлагает три пакета прикладного программного обеспечения, которые решают большинство основных задач в приложениях РЭБ. Для создания имитируемых сигналов РЛС используется САПР системного уровня SystemVue с библиотекой моделей РЛС (W1905). Для формирования импульсных сигналов и импульсной модуляции используется ПО Signal Studio for Pulse Building (N7620B). Демодуляция и подробный анализ сигналов выполняется в ПО Keysight 89600 VSA.

Ядро системы моделирования сигналов составляют два генератора сигналов произвольной формы M8190A. Обеспечивая одновременно широкую полосу и высокое разрешение, они точно воспроизводят файлы сигналов, которые можно записать или создать математически. Выходы генераторов сигналов произвольной формы подключаются к широкополосным входам I/Q генератора PSG, который выполняет точное повышающее преобразование частоты в ВЧ или СВЧ диапазон. Если для создания необходимых условий потребуются несколько когерентных каналов генератора сигналов произвольной формы (например, для систем с распределённой апертурой), необходимую синхронизацию нескольких приборов M8190A обеспечивает модуль M8192A.

Хотя это решение является достаточно функциональным, оно не поддерживает моделирование в режиме реального времени, такое как изменение параметров сигнала на лету (см. предлагаемое решение №2). Важно также отметить, что динамический диапазон может зависеть от числа излучателей, приходящихся на канал генератора сигналов произвольной формы в рамках имитации.

В плане возможностей анализа, дигитайзер M9703A содержит восемь когерентных измерительных каналов. Каждый канал обеспечивает полосу ПЧ примерно до 650 МГц и может содержать память объемом до 1 Гвыб. В этом случае дигитайзер оснащается опциональным цифровым понижающим преобразователем частоты реального времени (DDC), который позволяет настраиваться на интересующий сигнал и растягивать его.

Предлагаемое решение №2 с использованием быстроперестраиваемого генератора сигналов

Второе предлагаемое решение, дополняющее систему на базе генератора сигналов произвольной формы, основано на быстроперестраиваемом генераторе сигналов Keysight UXG. В стандартной конфигурации UXG представляет собой мощный компонент системы тестирования, который можно использовать в качестве масштабируемого имитатора угроз или в качестве перестраиваемого гетеродина в большой системе.

UXG называется «быстроперестраиваемым генератором сигналов», потому что он стирает грань между традиционными аналоговыми и векторными технологиями. В его гетеродине используется прямой цифровой синтез (DDS), что позволяет формировать широкополосные ЛЧМ импульсы, полоса которых составляет 10-25 % от частоты несущей. Кроме того, UXG может создавать импульсы длительностью всего 10 нс с фронтами/спадами 3 нс и подавлением в паузе 90 дБ.

Система, построенная на основе UXG, может точно моделировать следующие характеристики:

- Длинные импульсные сценарии
- Частота следования импульсов и последовательности импульсов
- Импульсы с кодированием Баркера
- Частотные и спектральные характеристики
- Алгоритм сканирования антенны

Поскольку UXG непосредственно понимает дескрипторы (коды описания) импульсов, он может изменять выходной сигнал на лету. В режиме скоростной коммутации немодулированного сигнала UXG может перестраивать частоту за 370 нс. С опциональным твердотельным аттенуатором он может менять частоту, амплитуду и фазу за 700 нс. Твердотельный аттенуатор обеспечивает быстрое изменение ослабления в диапазоне 80 дБ, сохраняя при этом точные фазовые соотношения.

Другим ключевым показателем является воспроизводимость фазы. Если UXG настроен на частоту А, переключается на частоту В, а затем снова возвращается на частоту А, он запоминает фазу сигнала и устанавливает фазу частоты А так, как будто он никогда не перестраивался с этой частоты. Способность отслеживать фазу постоянно и на всех частотах очень важна для имитации одновременной работы нескольких передатчиков противника¹.

¹ Кроме того, UXG может работать в режиме с непрерывной фазой. При переходе с одной частоты на другую он обеспечивает гладкие переходы фазы и минимизирует спектральные всплески.

Для построения многоканальной, когерентной по фазе системы можно объединить и синхронизировать несколько генераторов UХG, которые будут использовать общую тактовую частоту и сигналы запуска. В такой конфигурации выход каждого UХG можно настроить на определённую фазу по отношению к другим генераторам.

Благодаря столь высокому уровню гибкости и производительности в сочетании с такими возможностями, как непосредственное использование дескрипторов импульсов, UХG значительно ускоряет интеграцию новых интеллектуальных функций в современные сигнальные сценарии. В результате вы получаете возможность создания постоянно усложняющихся сценариев, близко соответствующих реальности.

Типовое решение состоит из ПК, широкополосного осциллографа и одного или нескольких генераторов UХG (рис. 4). Как и в решении на базе генератора сигналов произвольной формы, необходимыми программными компонентами являются САПР SystemVue, ПО Signal Studio for Pulse Building и ПО 89600 VSA.



Рис. 4. Благодаря диапазону частот от 10 МГц до 20 или 40 ГГц, быстроперестраиваемый генератор сигналов UХG хорошо подходит для тестирования РЛС и средств РЭБ.

По сравнению с решением на базе генератора сигналов произвольной формы, UХG обладает двумя недостатками. Во-первых, он не может осуществлять сложную модуляцию импульсов. Во-вторых, он не может создавать импульсы сложной формы. Но и без этих возможностей UХG отлично подходит для таких приложений, как имитация поворотных направленных антенн и обучение пеленгаторных приёмников.

Следует также отметить, что UХG обладает некоторыми явными преимуществами по сравнению с системами на базе генератора сигналов произвольной формы. Например, он может быстро перестраиваться в широком диапазоне частот до 40 ГГц. Кроме того, UХG имеет диапазон быстрого изменения мощности до 90 дБ, тогда как у генератора сигналов произвольной формы этот диапазон равен примерно 50 дБ.

Таким образом, решения на базе генератора сигналов произвольной формы и на базе быстроперестраиваемого генератора сигналов UХG выгодно дополняют друг друга, а оптимальный выбор зависит от конкретного приложения.

Краткий обзор двух типовых сценариев

В представленных здесь примерах используется серийно выпускаемое оборудование и программное обеспечение, описанное в предыдущем разделе. Результаты измерений получены с помощью ПО 89600 VSA.

На рис. 5 показано представление испытательного сигнала, создаваемого несколькими излучателями, во временной и в частотной областях. Здесь присутствуют 16 уникальных сигналов с разными частотами, амплитудами, полосами, частотами следования импульсов и задержками. Этот сигнал был создан в САПР SystemVue, после чего I/Q компоненты были загружены в генератор сигналов произвольной формы M8190A.

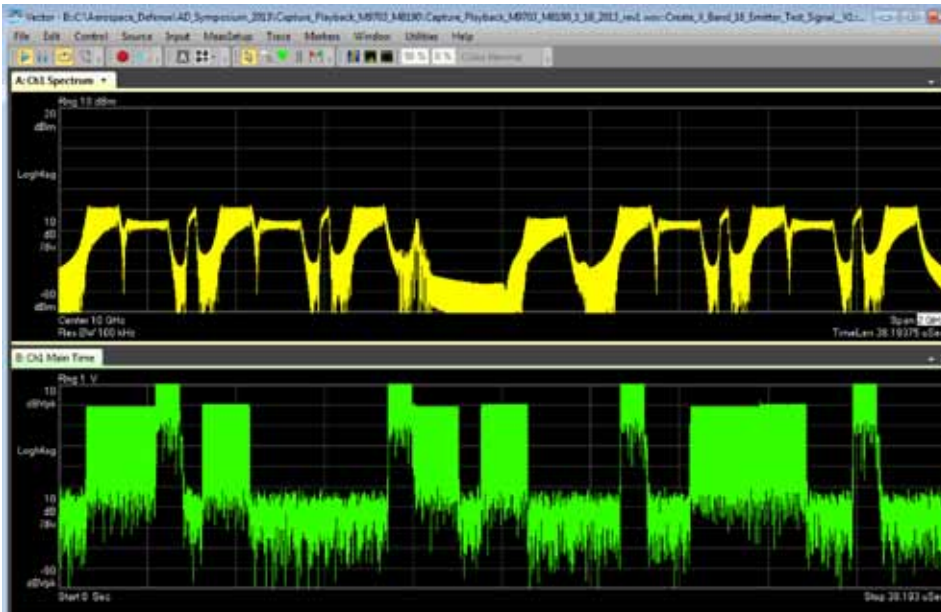


Рис. 5. Этот сценарий создан программным способом и представляет 16 радиолокационных излучателей, сигнал которых генерируется с помощью генератора сигналов произвольной формы M8190A и PSG с широкополосными I/Q входами. Вверху показан частотный спектр этого сигнала, а внизу – представление сигнала во временной области.

На рис. 6 показан ещё один пример спектра с сигналами нескольких излучателей. Измерения выполнялись с помощью осциллографа серии Q и ПО 89600 VSA. Здесь присутствуют два сигнала РЛС (диапазон L и S) и пять сигналов беспроводной связи. В крайнем правом положении, в полосе сигнала РЛС S-диапазона появляется второй сигнал W-CDMA. ПО 89600 VSA позволяет тщательно анализировать потенциальное взаимовлияние сигналов РЛС и сигналов сотовой связи.

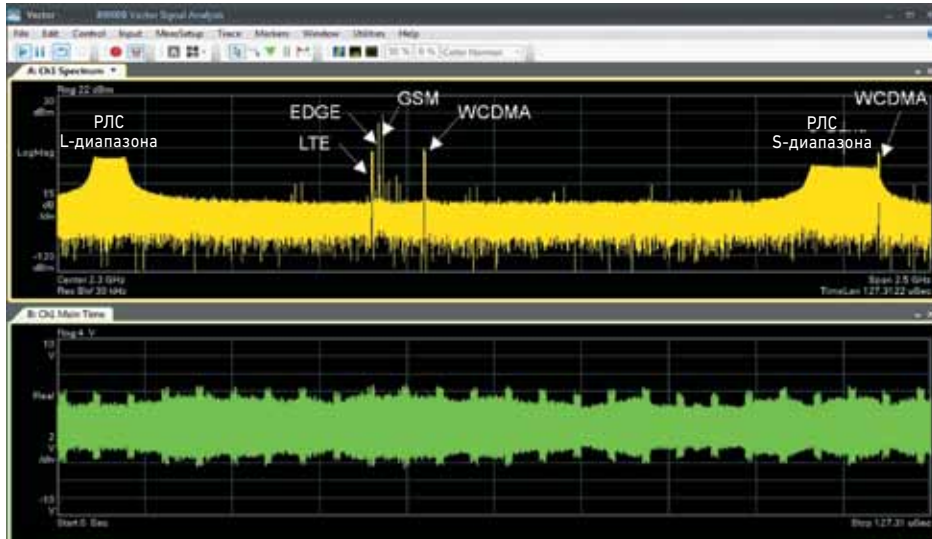


Рис. 6. Сложный сигнальный сценарий, который может возникать в условиях городской застройки.

Сигнальные сценарии можно создавать, объединяя несколько файлов с сигналами, некоторые из которых могут быть записями реальных сигналов, а другие создаваться в САПР SystemVue. Как и предыдущем примере, результирующий сигнал загружается в генератор M8190A, однако в данном случае сигнал формируется с использованием лишь одного выходного канала прибора, поскольку все излучатели лежат в пределах полосы 5 ГГц M8190A.

Заключение

Применение реалистичного моделирования ЭМ обстановки на ранних этапах разработки или перепрограммирования повышает вероятность успеха полномасштабных испытаний на больших специализированных системах. Чем раньше будет выявлена проблема, тем дешевле обойдётся её устранение.

Как показано в этой публикации, испытательный стенд РЭБ, укомплектованный серийно выпускаемым оборудованием и ПО, позволяет выполнять отдельные подгруппы тестов. По сравнению со специализированными системами, такой испытательный стенд из серийных компонентов обладает ограниченными возможностями, но зато имеет меньшие размеры, меньшую сложность, меньшую стоимость и большую гибкость. Он может создавать сигнальную среду, содержащую комбинации сигналов РЛС и коммуникационных сигналов, и эти сигналы могут воспроизводиться из записи или формироваться с помощью такого ПО, как SystemVue или Signal Studio.

Кроме того, серийно выпускаемое оборудование может использоваться для тестирования и оценки широкого диапазона технологий, требующих применения широкополосных многоканальных решений для захвата и воспроизведения сигналов. Список приложений достаточно широк: адаптивные сигналы РЛС, активные/пассивные антенны РЛС, когнитивные радиосистемы, динамический доступ к спектру, распределение спектра, системы с несколькими входами и несколькими выходами (MIMO), распределённые, многопозиционные и пассивные РЛС, связь с малой задержкой, используемая в беспилотных летательных аппаратах (БЛА) или беспилотных системах (UAS).

Дополнительная информация: контрольно-измерительные приборы

Название документа	Номер документа
Генератор сигналов произвольной формы M8190A (техническое описание)	5990-7516EN
Модуль синхронизации M8192A для M8190A (техническое описание)	5991-2863EN
Быстроперестраиваемый генератор сигналов N5193A UXG (брошюра)	5992-0091EN
Векторный генератор сигналов E8267D PSG (техническое описание)	5989-0697EN
Высокоскоростной дигитайзер/широкополосный цифровой приёмник M9703A в формате AXIe (техническое описание)	5990-8507EN
Осциллографы Infiniium 90000 серии Q (техническое описание)	5990-9712EN

Дополнительная информация: программное обеспечение

Название документа	Номер документа
Программное обеспечение 89600 VSA (брошюра)	5990-6553EN
САПР SystemVue 2013 (технический обзор)	5990-4713EN
Библиотека моделей РЛС W1905 (техническое описание)	5990-6347EN
ПО Signal Studio for Pulse Building N7620B (технический обзор)	5991-0779EN

Дополнительная информация: рекомендации по применению

Название документа	Номер документа
Ускорение тестирования и калибровки крупногабаритных антенн (видеоролик) www.youtube.com/watch?v=6_oS_3yztjk	–
Применение сжатия, потоковой передачи и распаковки данных для создания импульсов РЛС с максимальной полосой (краткое описание)	5991-3937EN
Определение допустимого фазового шума и вариантов выбора в генерации сигналов (рекомендации по применению)	5991-1744EN
Имитация сложных сигналов с быстрой перестройкой частоты с помощью генератора сигналов произвольной формы M8190A (рекомендации по применению)	5991-1656EN
Применение SystemVue для создания реалистичных сценариев тестирования РЛС и систем РЭБ (рекомендации по применению)	5990-7533EN
Тестирование РЛС, РЭБ и систем электронной разведки: общие проблемы тестирования (рекомендации по применению)	5990-7036EN
Применение библиотеки сигналов РЛС ПО SystemVue для генерации сигналов при проектировании и проверке РЛС (рекомендации по применению)	5990-6919EN
Решения по созданию сигналов для когерентных и стабильных по фазе многоканальных систем (рекомендации по применению)	5990-5442EN
Имитация и проверка импульсных доплеровских РЛС (рекомендации по применению)	5990-5392EN

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

Персонализированное представление интересующей вас информации.



www.axiestandard.org

AXIe представляет собой открытый стандарт, основанный на AdvancedTCA®, с расширениями для контрольно-измерительных приложений. Компания Keysight входит в число основателей консорциума AXIe. ATCA®, AdvancedTCA® и логотип ATCA являются зарегистрированными в США товарными знаками PCI Industrial Computer Manufacturers Group.



www.lxistandard.org

LXI представляет собой интерфейс на основе Ethernet, пришедший на смену интерфейсу GPIB. Он обеспечивает более быстрый обмен данными и позволяет использовать в измерительных приборах веб-технологии. Компания Keysight входит в число основателей консорциума LXI.



www.pxisa.org

PXI (PCI eXtensions for Instrumentation) – это формат модульного высокопроизводительного вычислительного и контрольно-измерительного оборудования, предназначенного для работы в жестких производственных условиях.



Трехлетняя гарантия

www.keysight.com/find/ThreeYearWarranty

Компания Keysight обеспечивает высшее качество выпускаемой продукции и минимальные общие эксплуатационные расходы. Подтверждением этому является стандартная трехлетняя гарантия на все предлагаемые приборы независимо от региона продажи.



Планы компании Keysight по гарантийному обслуживанию

www.keysight.com/find/AssurancePlans

Пятилетняя страховка защитит вас от внеплановых расходов, связанных с ремонтом и калибровкой приборов.



www.keysight.com/go/quality

Система управления качеством Keysight Technologies, Inc. сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2008

Торговые партнеры компании Keysight

www.keysight.com/find/channelpartners

Получите двойную выгоду: богатый опыт и широкий выбор продуктов Keysight в сочетании с удобствами, предлагаемыми торговыми партнерами.

Российское отделение Keysight Technologies

115054, Москва, Космодамианская
наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973954

8 800 500 9286 (Звонок по России
бесплатный)

Факс: +7 (495) 7973902

e-mail: tmo_russia@keysight.com

www.keysight.ru

Сервисный Центр Keysight Technologies в России

115054, Москва, Космодамианская
наб., 52, стр. 3

Тел.: +7 (495) 7973930

Факс: +7 (495) 7973901

e-mail: tmo_russia@keysight.com