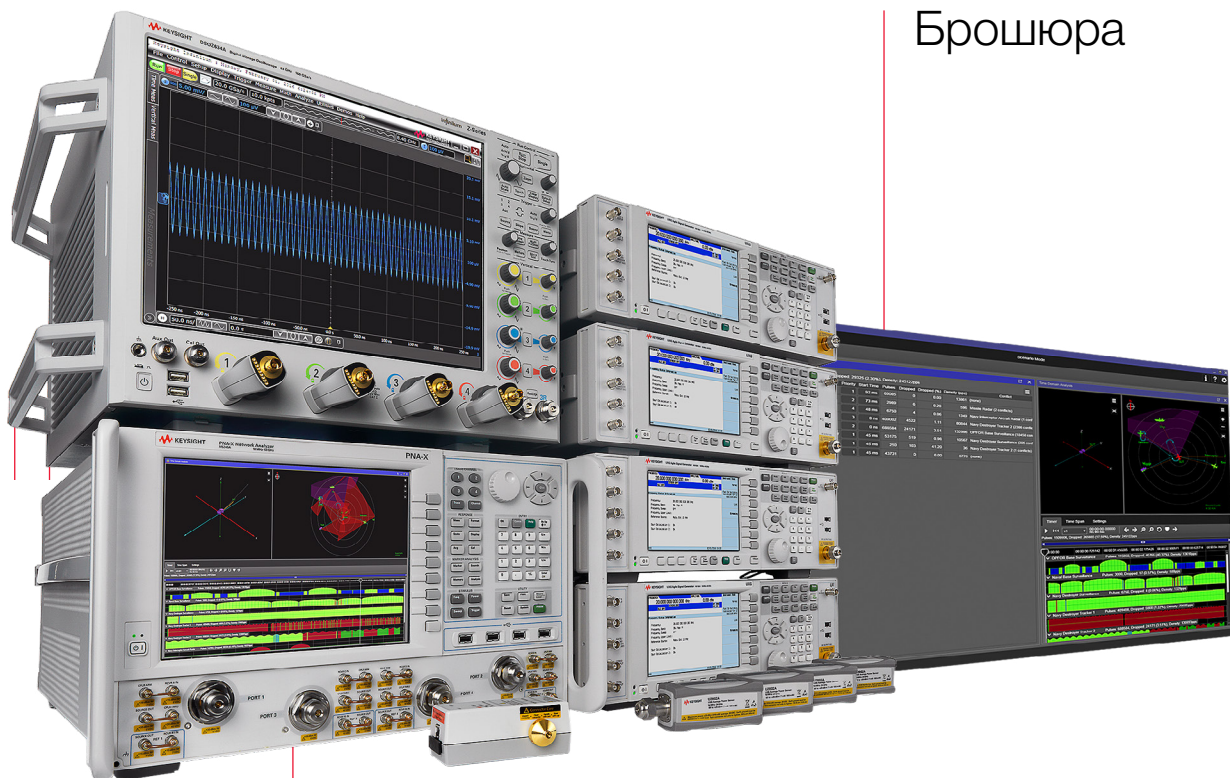


Keysight Technologies

Типовое решение для моделирования сценариев с множеством источников сигналов

Брошюра



- Моделирование реалистичной и динамической сигнально-помеховой обстановки, имитирующей работу множества целей, тысяч источников электромагнитного излучения (ЭМИ) и миллионы импульсных сигналов в секунду, излучаемых ими в эфир
- Измерения угла прихода волны для имитируемых целей для проверки возможности идентификации, сортировки и правильность определения угла места обнаруженных целей в реальном времени
- Создание сложных сценариев имитации источников ЭМИ с различными направлениями прихода волны с помощью ПО Signal Studio

Имитационное моделирование сигналов целей для испытаний приемных устройств комплексов РЭБ

Когда речь заходит о национальной безопасности, ставки очень высоки. В современной постоянно изменяющейся сигнально-помеховой обстановке, обусловленной наличием в эфире множества сигналов целей, для многих стран непрерывная модернизация комплексов РЭБ стала приоритетной задачей. Точная и достоверная идентификация и подавление целей является непростой задачей в современных условиях ведения боевых действий. Испытания комплексов РЭБ в лабораторных условиях проводятся путем имитационного моделирования целей и прочих радиоэлектронных систем (РЭС), расположенных в боевых порядках вероятного противника. Целью лабораторных испытаний комплекса РЭБ является моделирование его полета над предполагаемой зоной действий (рис. 1). По сравнению с реальной установкой комплекса на самолет и пролетом над полигоном такой подход позволяет значительно сэкономить средства и время.

Достоверность контрольных испытаний и проверок на соответствие комплексов РЭБ заданным требованиям в значительной степени зависит от того, насколько реалистична сигнально-помеховая обстановка, созданная в ходе испытаний. По мере добавления источников ЭМИ, параметры которых должны воспроизводиться с высокой точностью, возрастает плотность сигналов в эфире и реалистичность имитируемой обстановки, а значит, и достоверность результатов испытаний комплексов РЭБ. Кроме точности воспроизведения параметров имитируемых источников ЭМИ и плотности их сигналов в эфире, возможности испытаний комплексов РЭБ в реалистичных условиях значительно расширяются за счет использования перемещаемых платформ, различных алгоритмов поиска источников ЭМИ, моделей приемных антенн, имитации различных направлений (углов) прихода волны, а также условий многолучевого распространения волны и состояния атмосферы. Современные системы РЭБ проектируются для обнаружения источников ЭМИ с помощью точной пеленгации и определения параметров импульсных сигналов в условиях насыщенной сигнально-помеховой обстановки с показателями от 8 до 10 миллионов импульсов в секунду.

В настоящее время такую обстановку зачастую имитируют с использованием громоздких, сложных и дорогостоящих систем, разрабатываемых под конкретные задачи и не являющихся широкодоступными для инженеров-разработчиков средств РЭБ в ходе проведения НИОКР. Типовое решение для моделирования сценариев с множеством источников сигналов является экономически эффективным решением для реалистичного моделирования условий ведения РЭБ с использованием последних инновационных разработок в области формирования сигналов, включая прямой цифровой синтез, а также быструю перестройку частоты и уровня мощности выходных сигналов.



Рисунок 1. Схема учений у побережья Калифорнии, диаграммы направленности антенн противника показаны красным цветом, а союзников - синим.

Сложности, возникающие при имитации сигнально-помеховой обстановки со множеством источников ЭМИ

Сигнально-помеховая обстановка, характеризующая современные условия ведения РЭБ, включает тысячи источников ЭМИ - радиопередатчиков, беспроводных устройств, а также от десятков до сотен целей, формирующих миллионы радиолокационных импульсов в секунду среди других фоновых сигналов и шумов. При проектировании систем РЭБ большое число, плотность и различные диапазоны рабочих частот источников ЭМИ, составляющих общую картину сигнально-помеховой обстановки, делают непрактичным использование одного источника сигналов или небольшого их числа для имитации одного или нескольких источников ЭМИ. Такой подход исключается по соображениям стоимости, сложности и плотности сигналов, которые должен сформировать источник на конечном временном интервале. Единственным практическим решением является моделирование нескольких источников ЭМИ с помощью одного генератора сигналов, а также использование нескольких генераторов, каждый из которых обычно моделирует несколько источников ЭМИ, когда необходимо обеспечить требуемую плотность сигналов или смоделировать особые влияющие факторы или условия, например заданный угол прихода волны. Возможность смоделировать работу нескольких источников ЭМИ на различных частотах зависит от частоты повторения импульсов, коэффициента заполнения и числа источников ЭМИ, а также от возможности быстрого переключения генератора сигналов между значениями частоты, амплитуды и между типами модуляции.

В дополнение к формированию заданной плотности сигналов и достоверности характеристик источников ЭМИ, также важно привести в соответствие параметры геометрии и кинематики сценариев ведения РЭБ, поскольку угол прихода сигналов от целей изменяется медленно относительно системы РЭБ по сравнению с другими параметрами, такими как центральная частота и частота повторения импульсов. Системы РЭБ измеряют угол прихода волны и оценивают расстояние путем сравнения амплитуд, дифференциального доплеровского метода, интерферометрического сравнения фаз и разницы во времени прихода сигнала (TDOA). Точные измерения угла прихода волны обеспечивают точное обнаружение целей. В новых системах удаленной постановки помех, когда самолет - постановщик помех осуществляет прикрытие цели, находясь за пределами зоны поражения ПВО противника, используются активные фазированные антенные решетки (АФАР) с электронным управлением диаграммой направленности, способные обеспечить формирование оптимальной диаграммы направленности с целью снижения потерь мощности передатчика помех вследствие рассеяния пучка электромагнитной энергии в стороны от прикрываемой цели. Более того, приемники систем РЭБ с лучшими возможностями определения угла прихода волны снижают потребность в устранении перемешивания импульсов и сортировке. Следовательно, угол прихода волны становится все более важным параметром, моделируемым при проведении испытаний.

Методы определения угла прихода волны

Три наиболее распространенных метода определения угла прихода волны или пеленгации для приемников комплексов РЭБ основываются на сравнении амплитуд, определении разницы во времени прихода сигнала (TDOA) и интерферометрическом сравнении фаз. Все эти методы можно классифицировать как пассивные моноимпульсные, не требующие взаимодействия с целью (активного наведения), причем каждый из них основан на измерении параметров радиоимпульсов, поступающих от цели, для расчета угла их прихода.

Метод сравнения амплитуд

В основе моноимпульсного метода сравнения амплитуд, являющегося наиболее распространенным методом пеленгации, используемым в станциях предупреждения о радиолокационном облучении, лежит принцип измерения отношения мощностей сигнала (P_2/P_1 , рис. 2), принятого двумя разнесенными друг относительно друга лепестками диаграммы направленности (ДН) антенны, имеющей единый фазовый центр, которые перекрываются в дальней зоне. ДН такой антенны имеет не одно направление главного максимума, как в случае обычной направленной антенны, а несколько. Оси, соответствующие направлениям максимумов ДН, пересекаются под углом 90 градусов (для четырехэлементной антенны), следовательно, один и тот же радиоимпульс даст значимую для измерений разность мощностей в плечах антенны в зависимости от направления прихода. Угол прихода волны можно вычислить, как арктангенс отношения мощностей (в случае если ДН симметрична или произведен математический учет ее асимметрии), что записано в виде уравнения на рис. 2. При равной мощности сигнала цели в плечах, т.е. P_1 и P_2 равны, значение арктангенса будет 45 градусов.

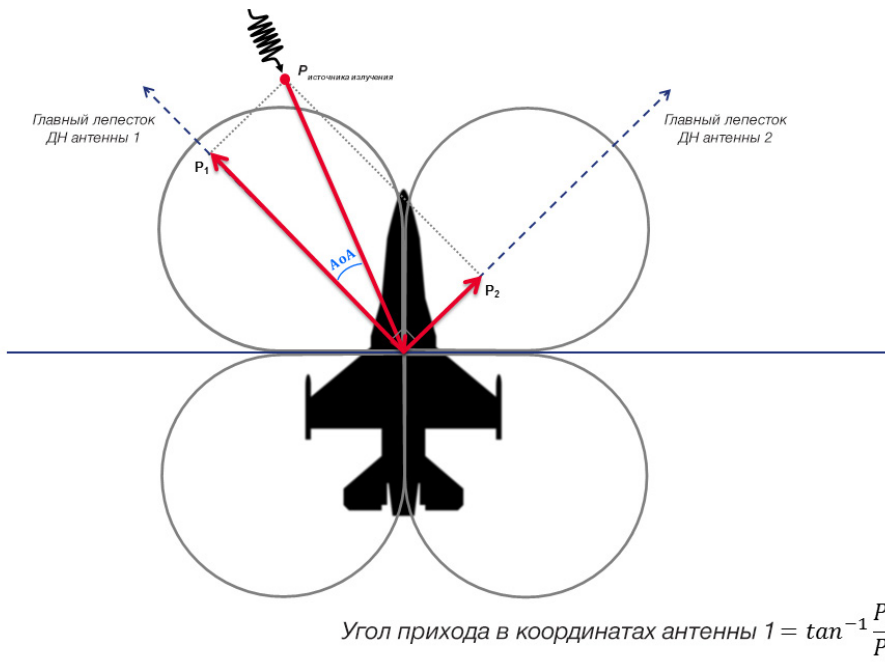


Рисунок 2. Пример реализации моноимпульсного метода сравнения амплитуд.

Моноимпульсный метод сравнения амплитуд обеспечивает погрешность пеленгации 10-15 градусов вследствие погрешностей измерения мощности в плечах пеленгаторной антенны из-за перемещения и влияния фюзеляжа самого самолета ("затенение" сигнала цели). Например, мощность сигнала цели, измеренная в одном из плеч, может быть меньше из-за рассеяния сигнала цели фюзеляжем самолета. Зачастую при измерениях угла прихода волны разрешающая способность намного важнее точности. Разрешающая способность – это способность различать близко расположенные цели, например два различных радиолокатора одной пусковой установки ракет класса «земля-воздух».

Методы разности времени прихода сигнала и интерферометрического сравнения фаз

Методы определения угла прихода волны по разнице времени прихода сигнала (TDOA) и интерферометрическому сравнению фаз используются реже. Метод TDOA (рис. 3) предполагает вычисление угла прихода волны на основе разницы во времени прихода радиоимпульса на две разнесенные друг относительно друга антенны. Зная, что сигнал перемещается на расстояние, равное расстоянию между двумя антеннами, со скоростью света (c), мы можем вычислить угол прихода волны как арксинус отношения $(TDOA \times c)/d$. Несмотря на то, что этот метод не зависит напрямую от длины волны, он требует точных сведений о задержке в каждом канале приема, которая зависит от частоты.

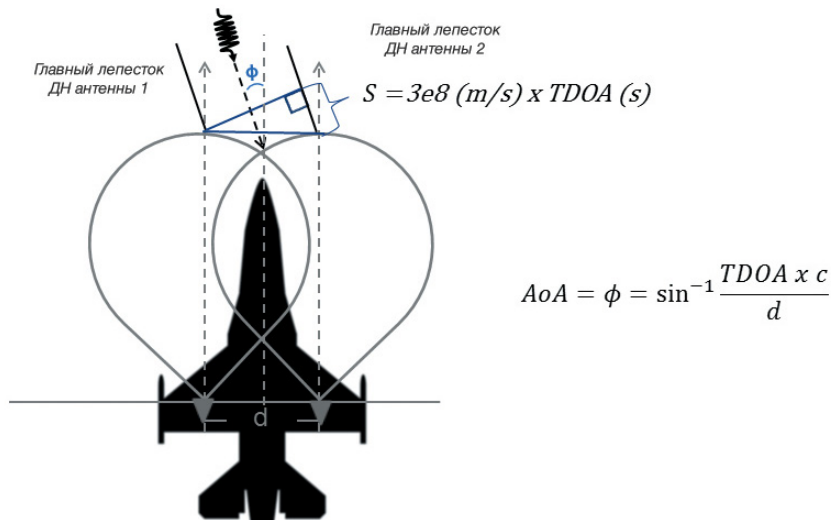
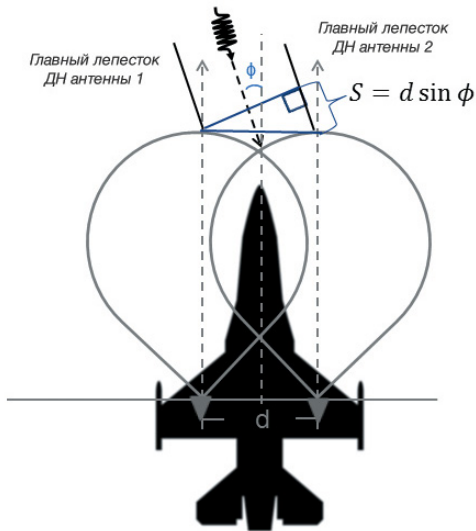


Рисунок 3. Пример реализации метода TDOA.



d - базисное расстояние между антеннами

s - разница в путях распространения импульсов в каналах 1 и 2

$$\varphi = -2\pi \frac{S}{\lambda} = -2\pi \frac{d \sin \phi}{\lambda}$$

Измеряется приемником системы РЭБ

$$AoA = \phi = \sin^{-1} \frac{\varphi \lambda}{-2\pi d}$$

Рисунок 4. Пример реализации метода интерферометрического сравнения фаз.

Как и метод TDOA, метод интерферометрического сравнения фаз (рис. 4) основан на вычислении арксинуса отношения. При этом приемник комплекса РЭБ измеряет разность фаз (φ) между сигналами, принятыми разнесенными на расстояние d антеннами. Длина волны λ измеряется с помощью приемника с мгновенным измерением частоты (IFM), который обеспечивает погрешность измерений частоты радиоимпульса порядка $\pm 1-3$ МГц. Расстояние между антеннами, именуемое базисным, известно с определенной погрешностью. Как правило, используются как можно более длинные базисы антенной системы, поскольку это обеспечивает более высокую точность и меньшую чувствительность к прочим факторам погрешности. Однако при больших расстояниях разность фаз может превысить 360 градусов, вследствие чего возникает неоднозначность результата таких измерений. Вот почему в самых современных системах используется множество базисных расстояний или меньшее разнесение антенн для устранения этой неоднозначности.

Преимущества с точки зрения стоимости, размера и сроков поставки

Кроме реалистичного моделирования угла прихода волны, типовое решение обеспечивает другие преимущества, включая размер, стоимость и сроки поставок. Традиционные комплексы РЭБ разрабатывались с использованием масштабных дорогостоящих специализированных систем. Их освоение требовало значительного времени, а возможности их дальнейшей доработки конечным пользователем были ограничены. Аппаратные средства, входящие в состав типового решения, имеют достаточно небольшой размер, их можно разместить на рабочем столе инженера (рис. 5). Они представляют собой серийно выпускаемое измерительное оборудование, стоимость которого значительно ниже стоимости традиционных систем для испытаний комплексов РЭБ. Поскольку в типовом решении используются коммерчески доступные аппаратные и программные средства, сроки поставки будут измеряться месяцами, а не годами.



Рисунок 5. Сегодня полнофункциональную систему для испытаний комплексов РЭБ можно установить на рабочем столе инженера.

Типовое решение для моделирования сценариев с множеством источников сигналов

Путем подключения нескольких генераторов сигналов с быстрой перестройкой частоты компании Keysight N5191A/93A серии UXG в режиме синхронизации по общему источнику опорного сигнала мы можем создать сложные сценарии сигнально-помеховой обстановки в условиях ведения РЭБ с высокой плотностью эфира и одновременно имитировать требуемые углы прихода волны и кинематические характеристики (движение платформы с источником излучения). Такое сочетание централизованно управляемых генераторов серии UXG, используемых для моделирования сигнально-помеховой обстановки в условиях современного боя с тысячами источников ЭМИ, и является типовым решением компании Keysight для моделирования сценариев с множеством источников сигналов (рис. 6).

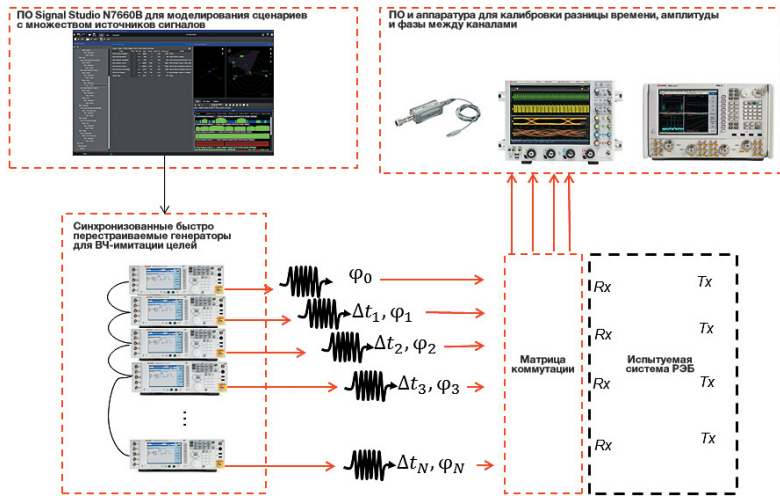


Рисунок 6. Типовое решение состоит из нескольких генераторов сигналов серии UXG, программного обеспечения Signal Studio и калибровочного оборудования.

Реалистичное моделирование множества источников ЭМИ с различными углами прихода волны с помощью генератора сигналов серии UXG

Обычно для моделирования всех целей и прочих источников ЭМИ на различном удалении и в частотных диапазонах, а также диаграмм направленности их сканирующих антенн используются генераторы сигналов с быстрой перестройкой частоты, изменяющие частоту и мощность на выходе за сотни наносекунд. Быстрые скачкообразные изменения частоты с сохранением целостности фазы и высокой повторяемостью позволяют генератору сигналов с быстрой перестройкой частоты UXG компании Keysight моделировать многочисленные импульсные доплеровские РЛС (многочисленные источники ЭМИ) на различных частотах, поддерживая исходную фазу (рис. 7).

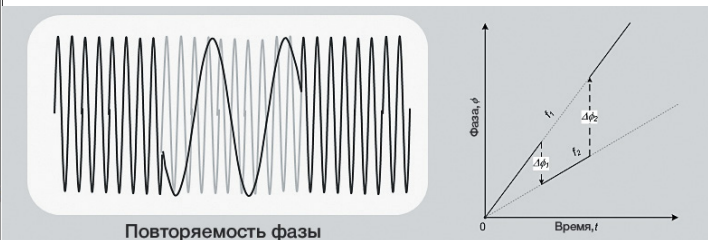
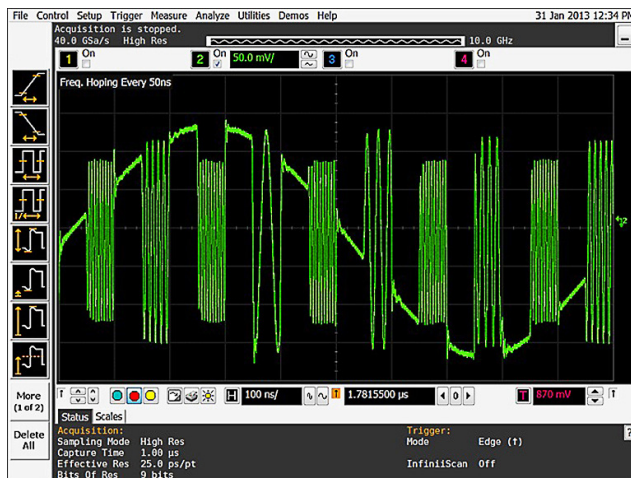


Рисунок 7. Точное моделирование многочисленных источников ЭМИ с помощью одного генератора UXG за счет внутренней фазовой когерентности/повторяемости между отдельными импульсами.

С помощью нескольких генераторов UХG можно смоделировать сценарии ведения РЭБ с тысячами целей и миллионами импульсных сигналов в секунду (плотность импульсных сигналов зависит от количества генераторов UХG). Кроме моделирования среды с высокой плотностью импульсных сигналов, крайне важно задать направление прихода волны для всех радиоимпульсов по двум следующим причинам: 1) направление прихода волны позволяет приемному устройству комплекса РЭБ локализовать цели для их последующей нейтрализации; 2) направление прихода волны является основным критерием сортировки угроз, который позволяет приемному устройству комплекса РЭБ классифицировать группы импульсных сигналов как относящиеся к отдельным целям.

Создание различных углов прихода волны означает поочередное воспроизведение идентичных импульсных сигналов на выходе разных каналов (различных генераторов UХG), но с незначительной контролируемой отстройкой, по времени, фазе, амплитуде или всем трем параметрам. Для правильного чередования этих импульсных сигналов генераторы UХG должны быть согласованы друг с другом (откалиброваны) по фазе, времени, частоте и амплитуде. Типовое решение для моделирования сценариев с множеством источников сигналов предусматривает специальные процедуры калибровки, которые работают с различными измерительными приемниками - векторными анализаторами цепей серий PNA и PNA-X, осциллографами семейства Infiniium и измерителями мощности U2000, - что позволяет выбрать подходящее средство для выполнения конкретной задачи. Именно процесс калибровки в конечном счете определяет, насколько точно можно будет смоделировать угол прихода для испытания приемных устройств комплекса РЭБ.

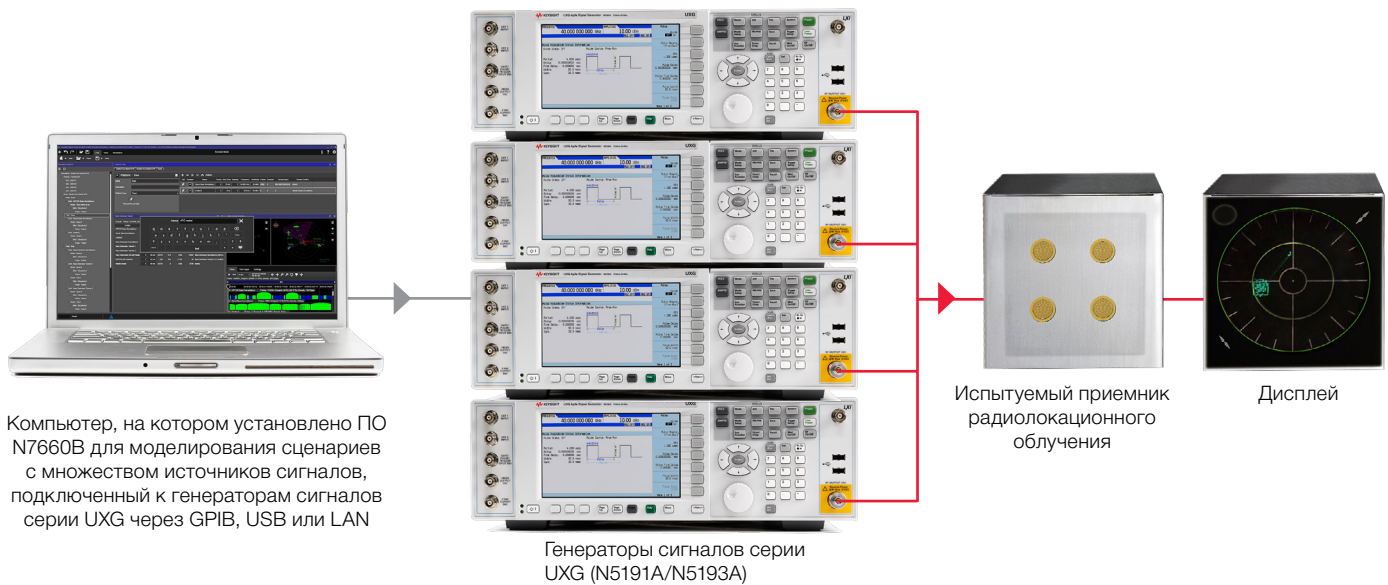


Рисунок 8. В типовое решение для моделирования сценариев с множеством источников сигналов входит несколько генераторов сигналов серии UХG для моделирования тысяч источников ЭМИ противника с различными углами прихода волны.

Основные характеристики типового решения для моделирования сценариев с множеством источников сигналов

Характеристики оборудования	
Диапазон частот	от 10 МГц до 40 ГГц
Фазовый шум	-126 дБн на частоте 10 ГГц, отстройка 10 кГц
Уровень негармонических паразитных составляющих спектра	-70 дБн на частоте 18 ГГц
Выходная мощность	от -130 до 10 дБм
Скорость обновления в нормальном/списочном режиме	< 180 нс в режиме списка (частота, амплитуда, фаза)
Минимальная длительность импульса	10 нс
Время нарастания/спада импульса	3 нс
Отношение уровней импульсов во включенном и выключенном состояниях	90 дБ
Ширина импульса с ЛЧМ	10–25% от центральной частоты
Минимальная разность времени прихода сигналов (для метода определения угла прихода волны TDOA)	100 пс
Погрешность амплитуды (для метода определения угла прихода путем сравнения амплитуд)	< 0,5 дБ
Точность установки фазы (для метода определения угла прихода путем интерферометрического сравнения фаз)	1-3 ° СКЗ (зависит от центральной частоты)
Высота/UHG	3U
Параметры импульсных сигналов	
Закон изменения длительности импульсов	Линейно нарастающая (убывающая), ступенчатая, а также определяемая временными параметрами и числом импульсов
Манипуляция параметрами импульса и внутриимпульсная модуляция	
Коды Баркера	Вложенные и обычные коды Баркера (2, 3, 4, 5, 7, 11, 13) с возможностью управления направлением последовательности Баркера и полярностью
Форматы сигналов	Пользовательская двухпозиционная фазовая манипуляция и внутриимпульсная ЛЧМ (пилообразная или треугольная, с отклонением от центральной частоты спектра на 10-25%)
Параметры следования импульсов	
Закон изменения периода повторения импульсов при имитации движения цели	Пакетами по сигналу разбивки, линейное нарастание (убывание), по списку, ступенчатая
Закон быстрой перестройки частоты	Отстройка на заданное значение, линейное нарастание (убывание), по списку, ступенчатая
Параметры имитации сканирования антенны	
Типы диаграмм направленности имитируемых сканирующих антенн	Изотропная, Блэкмана, косинус1, косинус2, косинус3, косинус4, косинус5, точная Блэкмана, Хемминга, программируемая, рамочная, трехэлементная, трехэлементная по минимуму, Гаусса, ненаправленная, пирамидальный рупор, кардиальный синус и по таблице
Тип сканирования антенны	Круговое, коническое, пользовательское, двунаправленное растровое, однонаправленное растровое, двунаправленное секторное, однонаправленное секторное, геликоидальное, спиральное, переключение лепестков, лепесток на цели
Характеристики моделируемых антенн	Ширина диаграммы направленности антенны по азимуту/углу места, 3 дБ

Основные характеристики типового решения для моделирования сценариев с множеством источников сигналов (продолжение)

Параметры симуляционного моделирования	
Моделирование множества источников ЭМИ	Несколько источников ЭМИ из списка дескрипторов импульсов включаются в соответствии с возможностями генератора UXG по скорости изменения частоты/фазы согласно количеству излучателей и их рабочим циклам
Несколько генераторов сигналов UXG	Подключение к нескольким генераторам UXG для повышения плотности импульсов и моделирования угла прихода волны; обеспечивается возможность калибровки по углу прихода волны и для выравнивания параметров каналов
Распределение источников ЭМИ по каналам	Источники ЭМИ распределяются по каналам для оптимизации плотности импульсов и сокращения пропусков импульсов, обеспечивая точную длительность импульсов и период повторения импульсов
Отчеты о пропусках импульсов и конфликтах	В отчете содержится процентное значение конфликтов импульсов и сведения о конфликтующих источниках ЭМИ; в отчете можно внести изменения в значения времени запуска имитации источника ЭМИ и приоритета, чтобы устранить конфликты; при изменении параметров излучателя будет выполнен переучет данных отчета
Сценарии	Создание иерархии платформ и отдельных источников ЭМИ, режимов и форм сигналов; пользователь может создать библиотеку источников ЭМИ или режимов и повторно использовать их в других операциях моделирования
Настройки конфигурации испытательного оборудования	Добавление к моделированию одного или нескольких генераторов сигналов с быстрой перестройкой частоты серии UXG с различными опциями
Настройки испытуемой системы	Указание минимального уровня мощности для моделирования в соответствии с чувствительностью испытуемого приемника
Кинематические характеристики	
Угол прихода волны	Сценарии обеспечивают динамическое изменение обстановки в части уровней мощности, доплеровского смещения частоты и фазировки сигналов между портами
Порты, определяемые пользователем	Испытуемая система может иметь несколько портов, определяемых пользователем для угла прихода; пользователь может назначить отдельный генератор UXG на каждый порт
Режим потоковой записи/ воспроизведения	
Потоковая передача по LAN	Система позволяет пользователю сохранять довольно продолжительные сценарии в хранилище на ПК и выполнять потоковую передачу дескрипторов импульсов на генератор сигналов серии UXG
Воспроизведение с твердотельного накопителя	Позволяет пользователю хранить очень продолжительные сценарии (дескрипторы импульсов в формате потоковой передачи PDW) на внутреннем твердотельном накопителе генератора UXG вместо более ограниченной памяти списка по точкам
Анализ во временной области	
Дисплей сканирования антенны	Выделите мышью и перетащите изменяемые трехмерные оси, чтобы визуализировать диаграммы сканирования антенны любых источников ЭМИ (и связанных платформ) в сценарии
Дисплей траектории	Отображается перемещение платформ/испытуемой системы и соответствующих источников ЭМИ (кинематика); в этом виде отображаются основные визуализированные данные, которые помогут вам подтвердить правильность настройки каналов

Оборудование

Генератор сигналов с быстрой перестройкой частоты серии UXG (N5191A/N5193A)

www.keysight.com/find/n5193a

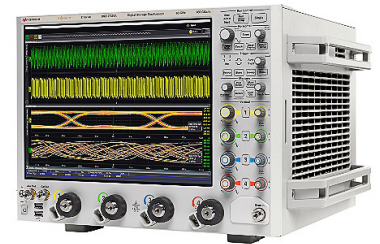
В основе типового решения лежит генератор сигналов с быстрой перестройкой частоты серии UXG, который обеспечивает непревзойденные характеристики по скорости переключения и управления фазой. Для поддержки реалистичных сценариев с множеством источников ЭМИ (целей) генератор UXG может переключать значения частоты, амплитуды и фазы всего за 180 нс, формировать широкополосные импульсные сигналы с ЛЧМ, спектр которых распределен в полосе от 10% до 25% от частоты несущей, а также импульсы длительностью от 10 нс со временем нарастания/спада 3 нс и подавлением в паузе 90 дБ. Это стало возможно благодаря технологии прямого цифрового синтеза (DDS) и запатентованному компанией Keysight цифро-аналоговому преобразователю (ЦАП), который обеспечивает лучший в отрасли динамический диапазон, свободный от паразитных составляющих (SFDR). Инновационная конструкция системы питания ЦАП компании Keysight, в основе которой лежит специализированная интегральная схема (ASIC), минимизирующая перекрестные помехи и снижающая внесение цифровых шумов в аналоговые схемы, а также алгоритм повторного семплирования повышают качество сигналов за счет снижения шумов и обеспечения линейности переходов.



Осциллографы семейства Infiniium

www.keysight.com/find/oscilloscopes

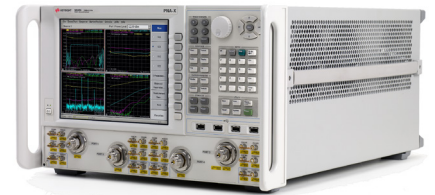
Осциллографы семейства Infiniium компании Keysight обладают самой глубокой памятью и самым низким уровнем шумов. Передовая технология RealEdge компании Keysight с использованием чипа на основе фосфида индия и специальной тонкопленочной топологии, реализующая запатентованные алгоритмы обработки сигналов с применением временного и частотного разделения, позволяет нам выпускать осциллографы реального времени с самой широкой полосой пропускания и самым низким уровнем шумов в мире. Осциллографы семейства Infiniium (от серии S до серии Z) идеально подходят для корректировки амплитуды и временных сдвигов между генераторами сигналов серии UXG.



Векторные анализаторы цепей серий PNA и PNA-X

www.keysight.com/find/pna

Векторные анализаторы цепей СВЧ-диапазона серий PNA и PNA-X стали кульминацией 40-летнего опыта компании Keysight в области разработки решений для анализа цепей. Анализатор серии PNA-X является не просто векторным анализатором цепей, а самым универсальным и гибким средством измерений параметров таких активных устройств, как усилители, смесители и преобразователи частот СВЧ-диапазона. Сочетание двух внутренних источников сигналов, сумматора, приемников, позволяющих измерять S-параметры и шумовые параметры, модуляторов и генераторов импульсов, а также широкого набора коммутаторов и точек доступа к тракту прохождения сигнала, обеспечивает широкие аппаратные возможности для целого ряда линейных и нелинейных измерений, которые можно выполнять в ходе одной последовательности подключений к исследуемому устройству (ИУ). Анализаторы цепей серий PNA и PNA-X, имеющие верхнюю границу рабочего диапазона частот 67 ГГц, динамический диапазон 128 дБ и минимальный уровень собственных шумов -116 дБм, идеально подходят для корректировки расхождений по амплитуде и фазе между генераторами сигналов серии UXG.



Измерители мощности с шиной USB серии U2000

www.keysight.com/find/usbsensor

Автономные измерители мощности с интерфейсом USB серии U2000 позволяют контролировать мощность сигнала без дополнительных блоков индикации измерителей. Этим измерителям мощности, использующим питание по USB и имеющим встроенные функции запуска, не требуются внешние источники питания или модули запуска для синхронизации с внешними средствами измерений или событиями. Измерители мощности серии U2000 обеспечивают измерения средней мощности в диапазоне от -60 до 24 дБм на частотах от 9 кГц до 24 ГГц. Благодаря этим функциям USB-измерители мощности серии U2000 идеально подходят для коррекции различий в уровнях мощности между выходами генераторов сигналов серии UXG.



Программное обеспечение

Программное обеспечение (ПО), рекомендуемое для данного типового решения, включает ПО Signal Studio (N7660B) для настройки и визуализации сценариев, а также ПО для калибровки с целью синхронизации нескольких генераторов сигналов серии UXG по фазе, времени и амплитуде для корректного моделирования угла прихода.

ПО Signal Studio (N7660B) для моделирования многоэмиттерных сценариев

ПО Signal Studio для создания сценариев с множеством источников ЭМИ обеспечивает оптимизированные по характеристикам эталонные сигналы, аттестованные компанией Keysight, для улучшения характеристик и контрольных испытаний комплексов РЭБ. С помощью интерфейса пользователя можно формировать специальные сигналы для испытаний комплексов РЭБ. Новая функция кинематики обеспечивает более динамичные и сложные сценарии, чем те, которые можно получить с использованием ПО для формирования статичных импульсов. Сценарии обеспечивают динамическое изменение обстановки в части уровней мощности, доплеровского смещения частоты и фазировки сигналов между портами. В основе этих изменений сигналов лежат геометрические и физические модели.

- Моделирование пороговых значений по уровню сигнала и углов прихода волны для создания тестовых воздействий на испытываемую систему
- формирование сценариев с многочисленными источниками ЭМИ с помощью одного или нескольких генераторов сигналов с быстрой перестройкой частоты серии UXG для испытаний комплексов РЭБ в диапазоне частот от 10 МГц до 40 ГГц
- определение источников ЭМИ (РЛС) в графическом интерфейсе пользователя с использованием таких параметров, как амплитуда, частота, длительность импульса, внутриимпульсная модуляция, период повторения импульсов, интервал когерентной обработки и модуляция сигнала электронного и механического сканирования антенны
- определение задержек срабатывания для моделирования РЛС с антенными решетками с электронным сканированием
- распределение сигналов РЛС по каналам в сценариях с множеством источников ЭМИ с использованием отчетов о пропущенных импульсах для оптимизации плотности импульсов
- уменьшение конфликтов импульсов за счет изменения значений времени запуска источника ЭМИ, приоритетов и периодов повторения импульсов, а также путем включения или выключения источников ЭМИ
- повышение плотности импульсов и сокращение числа пропущенных импульсов за счет добавления дополнительных генераторов UXG к системе
- моделирование динамических сценариев испытаний комплексов РЭБ с имитацией кинематики (движения платформы): изменения уровней мощности, доплеровского смещения частоты и фазы сигналов для моделирования изменяющегося угла прихода волны
- моделирование продолжительных сценариев и потоковая передача на генераторы UXG по LAN или с внутренних твердотельных накопителей генераторов UXG

Дополнительная информация приведена на странице www.keysight.com/find/n7660b.

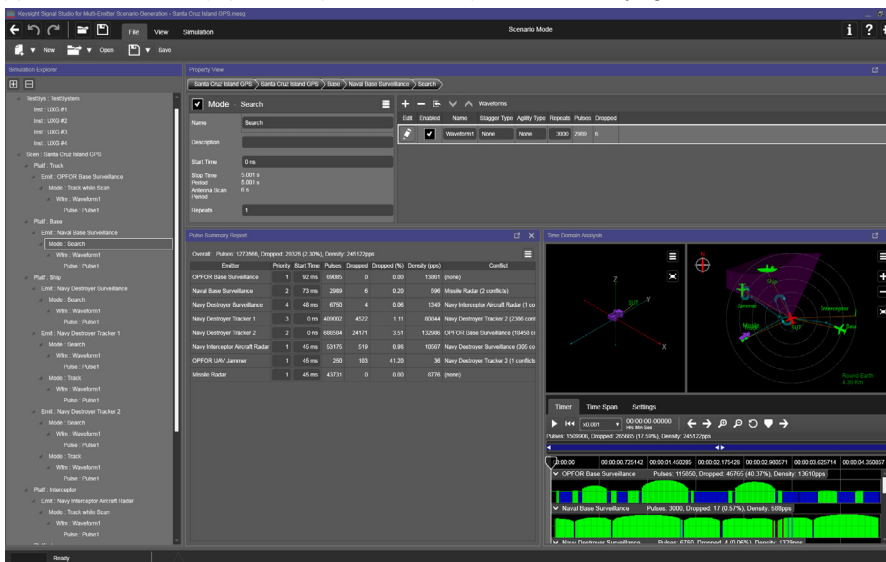


Рисунок 9. ПО Signal Studio для моделирования сценариев с множеством источников ЭМИ выполняет расчет конфликтов импульсов и создает отчет о пропущенных импульсах перед моделированием нескольких источников ЭМИ.

Программное обеспечение

Программное обеспечение для калибровки

Типовое решение включает программное обеспечение для калибровки и три варианта измерительных приемников для калибровки: измерители мощности серии U2000, осциллографы семейства Infiniium и векторные анализаторы цепей серии PNA. Каждый вариант обеспечивает различную калибровку угла прихода волны:

- измерители мощности U2000 для калибровки уровней мощности (метод определения угла прихода путем сравнения амплитуд)
- анализатор цепей серии PNA для калибровки уровней мощности и фазы (метод определения угла прихода с помощью интерферометрического сравнения фаз)
- осциллографы семейства Infiniium для калибровки амплитуды и времени (метод определения угла прихода TDOA)

Ниже приводится описание калибровки уровней мощности с помощью измерителя мощности серии U2000. Для получения информации о методах калибровки обратитесь к компании Keysight.

Программное обеспечение для калибровки уровней мощности для измерителя мощности серии U2000

Данное программное обеспечение облегчает настройку подключений между USB-измерителями мощности и генераторами серии UXG для измерений и коррекции уровней мощности в диапазоне номинальных значений и частот. Кроме того, программное обеспечение поддерживает автоматизацию при программировании команд, необходимых для достижения синхронной настройки нескольких генераторов серии UXG для использования при создании сценариев с множеством источников ЭМИ (рис. 10). Приложение для 32-разрядной системы Windows 7 экспортирует файл калибровки в формате CSV, который поддерживается в программном обеспечении Signal Studio (N7660B) для моделирования сценариев с множеством источников сигналов.

Количество измерителей мощности USB, требуемых для выполнения этой процедуры коррекции является переменной, определяемой, как 1-*n*. Для обеспечения наилучшей повторяемости результатов измерений и сокращения числа операций, выполняемых вручную, рекомендуется использовать по одному измерителю мощности на каждый генератор UXG. Диапазон частот и уровней мощности ограничен измерителем мощности, а также диапазоном быстрого переключения частот (электронным аттенуатором) генератора UXG (зависит от модели измерителя/генератора). В зависимости от модели используемого измерителя мощности возможны коррекции уровней мощности до -60 дБм. Максимальный уровень мощности для коррекции зависит от диапазона частот генератора UXG, указанного в документации (номер документа 5992-0092EN).

Это программное обеспечение осуществляет автоматический поиск всех поддерживаемых генераторов серии UXG и измерителей мощности серии U2000A, а также добавляет их в таблицу подключений с возможностью выбора. После настройки эти подключения можно проверить, выполнив простую процедуру самоконтроля, которая гарантирует, что каждый USB-измеритель мощности «видит» каждый генератор серии UXG, для которого он логически назначен, путем быстрых измерений в режиме «включен/выключен». После выполнения ряда измерений для корректировки программное обеспечение отображает результаты в удобном табличном виде со статистическими данными для проверки стабильности системы в процессе коррекции.

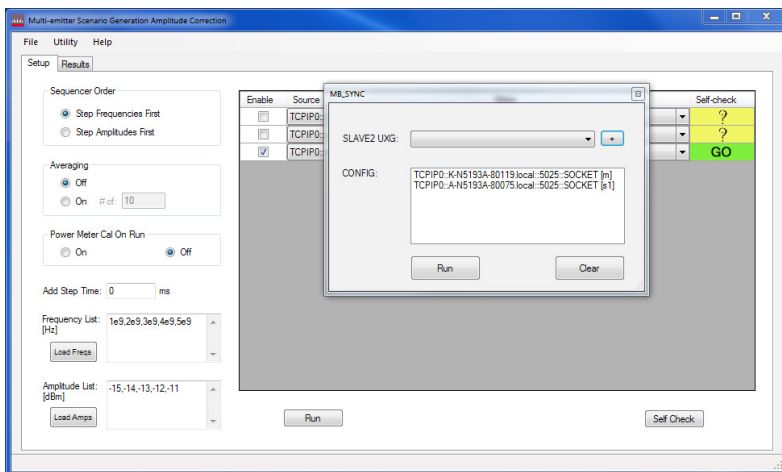


Рисунок 10. Графический интерфейс пользователя ПО для калибровки нескольких генераторов UXG в целях дальнейшей совместной работы с помощью измерителей мощности

Рекомендуемые конфигурации и информация для заказа

Калибровка только по уровню мощности

Оборудование	
N5193A/N5191A¹	Генератор сигналов серии UXG
N5193A-540/ N5191A-540	Диапазон частот, от 10 МГц до 40 ГГц
N5193A-FR1	Разрешение по частоте 0,001 Гц
N5193A-UNT	АМ, ЧМ, фазовая модуляция, НЧ-выход и узкополосный импульс с ЛЧМ
N5193A-WC1	Широкополосный импульс с ЛЧМ
N5193A-PM1	Импульсная модуляция
N5193A-EP1	Улучшенные показатели фазового шума
N5193A-AT1	Механический и твердотельный аттенуатор
N5193A-SS2	Скорость переключения - 250 нс
N5193A-CC1	100-контактный интерфейс ввод/вывода (LVDS)
U2002A	Измеритель мощности с интерфейсом USB с диапазоном рабочих частот от 50 МГц до 24 ГГц
Программное обеспечение	
N7660B	Программное обеспечение Signal Studio для моделирования многоэмиттерных сценариев
N7660B-4FP	Подключение к UXG (N5193A/N5191A), фиксированная бессрочная лицензия
N7660B-EFP	Базовая функция имитации множества источников ЭМИ для одного или нескольких генераторов UXG, фиксированная бессрочная лицензия
N7660B-FFP	Многоканальный режим для имитации угла прихода волны и кинематики, фиксированная бессрочная лицензия
Включено	Программное обеспечение для калибровки

Калибровка уровней мощности и временных параметров

Оборудование	
N5193A/N5191A¹	Генератор сигналов серии UXG
Те же опции, как и в случае калибровки только уровней мощности	
DSOZ504A	Осциллограф семейства Infiniium, 50 ГГц
Программное обеспечение	
N7660B	Программное обеспечение Signal Studio для моделирования многоэмиттерных сценариев
Те же опции, как и в случае калибровки только уровней мощности	
Включено	Программное обеспечение для калибровки

Калибровка уровней мощности и фазы

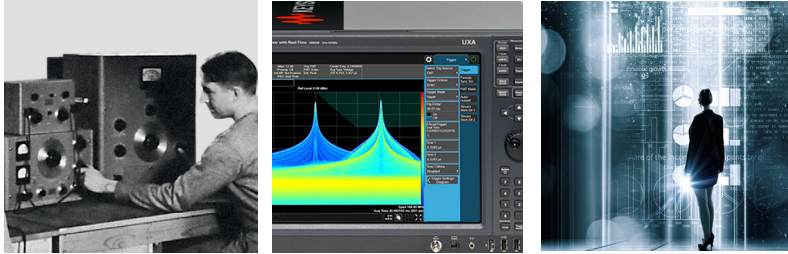
Оборудование	
N5193A/N5191A¹	Генератор сигналов серии UXG
Те же опции, как и в случае калибровки только уровней мощности	
N5244A	СВЧ-анализатор цепей серии PNA-X, 43,5 ГГц
N5244A-200	2 порта, один источник сигналов
N5244A-219	Расширенный диапазон регулировки мощности и тройники смещения для 2-портового анализатора цепей
N4692A	Электронный калибровочный модуль, от 10 МГц до 40 ГГц
N4692A-MOF	Соединители вилка и розетка, стандарт 2,92 мм
U2022X	Измеритель мощности с интерфейсом USB с диапазоном рабочих частот от 50 МГц до 40 ГГц
U2022XA-100	Соединитель стандарта 2,4 мм
Программное обеспечение	
N7660B	Программное обеспечение Signal Studio для моделирования многоэмиттерных сценариев
Те же опции, как и в случае калибровки только уровней мощности	
Включено	Программное обеспечение для калибровки

1. Генератор сигналов с быстрой перестройкой частоты UXG (N5191A) доступен в продаже без требования оформления экспортной лицензии. Дополнительная информация приведена на странице www.keysight.com/find/n5191a.

Развиваемся с 1939 года

Уникальное сочетание наших приборов, программного обеспечения, услуг, знаний и опыта наших инженеров поможет вам воплотить в жизнь новые идеи. Мы открываем двери в мир технологий будущего.

От Hewlett-Packard и Agilent к Keysight.



Для получения дополнительных сведений о продукции, приложениях и услугах Keysight Technologies обратитесь в местное представительство компании Keysight. Полный перечень представительства приведен на сайте:

www.keysight.com/find/contactus

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

(BP-9-7-17)

DEKRA Certified
ISO 9001 Quality Management System

www.keysight.com/go/quality

Система управления качеством Keysight Technologies, Inc. сертифицирована DEKRA по ISO 9001:2015

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

Индивидуальная подборка наиболее важной для вас информации.

http://www.keysight.com/find/emt_product_registration

Зарегистрировав свои приборы, вы получите доступ к информации о состоянии гарантии и уведомления о выходе новых публикаций по приборам.

KEYSIGHT SERVICES Accelerate Technology Adoption. Lower costs.

Услуги ЦСМ Keysight

www.keysight.com/find/service

Центр сервиса и метрологии Keysight готов предложить вам свою помощь на любой стадии эксплуатации средств измерений – от планирования и приобретения новых приборов до модернизации устаревшего оборудования. Широкий спектр услуг ЦСМ Keysight включает услуги по поверке и калибровке СИ, ремонту приборов и модернизации устаревшего оборудования, решения для управления парком приборов, консалтинг, обучение и многое другое, что поможет вам повысить качество ваших разработок и снизить затраты.



Планы технической поддержки Keysight

www.keysight.com/find/AssurancePlans

ЦСМ Keysight предлагает разнообразные планы технической поддержки, которые гарантируют, что ваше оборудование будет работать в соответствии с заявленной производителем спецификацией, а вы будете уверены в точности своих измерений.

Торговые партнеры Keysight

www.keysight.com/find/channelpartners

Получите лучшее из двух миров: глубокие профессиональные знания в области измерений и широкий ассортимент решений компании Keysight в сочетании с удобствами, предоставляемыми торговыми партнерами.

www.keysight.com/find/ecall

Информация может быть изменена без уведомления.

© Keysight Technologies, 2018

Published in USA, December 1, 2018

5992-1485RURU

www.keysight.com



Unlocking Measurement Insights