

# Keysight Technologies

Анализаторы сигналов серии X

Анализ спектра в реальном времени

на приборах N9040B UXA, N9030B PXA, N9020B MXA

Руководство  
по эксплуатации

# Уведомления

© Keysight Technologies, Inc., 2015–2016

Согласно законодательству США и международному законодательству по авторским правам полное или частичное воспроизведение настоящего документа в любом виде и любыми средствами (включая электронные средства хранения и извлечения данных и перевод на иностранные языки) запрещено без предварительного письменного согласия компании Keysight Technologies, Inc.

## Упоминания товарных знаков

## Артикул руководства

N9060-90040RURU

## Издание

Издание 1, февраль 2016 г.

Аннулирует издание: Февраль 2015 г.

Отпечатано в США/Малайзии

Опубликовано: Keysight Technologies  
1400 Fountaingrove Parkway Santa Rosa,  
CA 95403

## Гарантия

МАТЕРИАЛЫ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ ПРЕДОСТАВЛЯЮТСЯ НА УСЛОВИЯХ «КАК ЕСТЬ» И МОГУТ ИЗМЕНЯТЬСЯ В ПОСЛЕДУЮЩИХ РЕДАКЦИЯХ БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО УВЕДОМЛЕНИЯ. КРОМЕ ТОГО, В МАКСИМАЛЬНОМ ОБЪЕМЕ, ДОПУСКАЕМОМ ДЕЙСТВУЮЩИМ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВОМ, КОМПАНИЯ KEYSIGHT НАСТОЯЩИМ ОТКАЗЫВАЕТ В ПРЕДОСТАВЛЕНИИ КАКИХ-ЛИБО ГАРАНТИЙ, КАК ЯВНЫХ, ТАК И ПОДРАЗУМЕВАЕМЫХ, В ОТНОШЕНИИ ДАННОГО РУКОВОДСТВА И ЛЮБОЙ СОДЕРЖАЩЕЙСЯ В НЕМ ИНФОРМАЦИИ, ВКЛЮЧАЯ В ТОМ ЧИСЛЕ НЕЯВНЫЕ ГАРАНТИИ ТОВАРНОЙ ПРИГОДНОСТИ ИЛИ ПРИГОДНОСТИ ДЛЯ КОНКРЕТНОЙ ЦЕЛИ. КОМПАНИЯ KEYSIGHT НЕ НЕСЕТ НИКАКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ ЗА ОШИБКИ, А ТАКЖЕ ЗА НЕПРЕДНАМЕРЕННЫЙ ИЛИ КОСВЕННЫЙ УЩЕРБ, СВЯЗАННЫЕ С ДОСТАВКОЙ, ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИЛИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ ДАННОГО ДОКУМЕНТА ИЛИ ЛЮБОЙ СОДЕРЖАЩЕЙСЯ В НЕМ ИНФОРМАЦИИ. ПРИ НАЛИЧИИ МЕЖДУ КОМПАНИЕЙ KEYSIGHT И ПОЛЬЗОВАТЕЛЕМ ОТДЕЛЬНОГО ПИСЬМЕННОГО СОГЛАШЕНИЯ, ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ КОТОРОГО В ЧАСТИ ПРОДУКЦИИ, РАССМАТРИВАЕМОЙ В НАСТОЯЩЕМ ДОКУМЕНТЕ, ПРОТИВОРЕЧАТ ПРИВЕДЕННЫМ ЗДЕСЬ УСЛОВИЯМ, ПРЕИМУЩЕСТВЕННУЮ СИЛУ ИМЕЮТ ГАРАНТИЙНЫЕ УСЛОВИЯ ТАКОГО ОТДЕЛЬНОГО СОГЛАШЕНИЯ.

## Лицензии на технологии

Аппаратное и (или) программное обеспечение, описываемое в данном документе, предоставляется по лицензии, и любое его использование или копирование допускается только на условиях такой лицензии.

## Права правительства США

Программное обеспечение представляет собой «коммерческое компьютерное программное обеспечение» согласно определению этого термина в Правилах закупок для федеральных нужд FAR 2.101. В соответствии с Правилами закупок для федеральных нужд FAR 12.212 и 27.405-3, а также с Дополнением к Правилам закупок для нужд обороны DFARS 227.7202 правительство США приобретает коммерческое компьютерное программное обеспечение на тех же условиях, на которых это программное обеспечение обычно предоставляется публике. Согласно этому компания Keysight предоставляет Программное обеспечение заказчикам из правительства США в соответствии со своей стандартной коммерческой лицензией, которая включена в состав Лицензионного соглашения с конечным пользователем (End User License Agreement, EULA); копию этого соглашения можно найти по адресу <http://www.keysight.com/find/sweula> Лицензия, определяемая в Лицензионном соглашении с конечным пользователем (EULA), представляет эксклюзивный набор полномочий, согласно которым правительство США может использовать, модифицировать, распространять или раскрывать Программное обеспечение. Лицензионное соглашение с конечным пользователем и оговоренная в нем лицензия не требуют и не позволяют компании Keysight, среди прочего: (1) предоставлять техническую информацию, связанную с коммерческим компьютерным программным обеспечением, или документацию на компьютерное программное обеспечение, которая обычно не предоставляется публике; равно как и (2) отказываться от прав в пользу правительства или так или иначе предоставлять правительству права, за исключением таких прав, которые обычно предоставляются публике, на использование, модификацию, воспроизведение, передачу в свободный доступ, выполнение, отображение или раскрытие коммерческого компьютерного программного обеспечения или документации на коммерческое компьютерное программное обеспечение. Никаких дополнительных требований правительственных учреждений, помимо предусмотренных в Лицензионном соглашении с конечным пользователем, не предусматривается, кроме случаев, когда требования в отношении таких условий, прав или лицензий прямо

установлены для всех поставщиков коммерческого компьютерного программного обеспечения в соответствии с Правилами закупок для федеральных нужд FAR и Дополнением к Правилам закупок для нужд обороны DFARS и специально оговорены в письменной форме в других разделах Лицензионного соглашения с конечным пользователем. Компания Keysight не несет обязанности по обновлению, изменению или модификации тем или иным образом Программного обеспечения. В отношении всех технических данных согласно определению этого термина в п. 2.101 Правил FAR и в соответствии с пунктами 12.211 и 27.404.2 Правил FAR, а также с п. 227.7102 Правил DFARS правительство США получает не более чем Ограниченные права согласно определению этого термина в п. 27.401 Правил закупок для федеральных нужд FAR или в п. 227.7103-5 (с) Правил закупок для нужд обороны DFAR, в зависимости от применимости к любым техническим данным.

## Предупреждения по технике безопасности

### ВНИМАНИЕ!

Предупредительная надпись ВНИМАНИЕ! означает наличие опасности. Она обращает внимание на порядок и режимы работ, а также аналогичные регламенты, несоблюдение или неточное соблюдение которых может привести к повреждению оборудования или утрате важных данных. Прежде чем продолжить работу в зоне действия предупредительной надписи «ВНИМАНИЕ!», убедитесь, что указанные на ней условия полностью понятны и соблюдены.

### ОСТОРОЖНО!

Предупредительная надпись «ОСТОРОЖНО!» означает наличие опасности. Она обращает внимание на порядок и режимы работ, а также аналогичные регламенты, несоблюдение или неточное соблюдение которых может привести к причинению телесных повреждений, в том числе со смертельным исходом. Прежде чем продолжить работу в зоне действия предупредительной надписи «ОСТОРОЖНО!», убедитесь, что указанные на ней условия полностью понятны и соблюдены.

## Где найти актуальную информацию

Документация на приборы периодически обновляется. Для получения новейшей информации, включая обновления программного обеспечения приборов, информацию о приложениях и продуктах, перейдите по ссылке, соответствующей названию вашего прибора:

<http://www.keysight.com/find/N9040B>

<http://www.keysight.com/find/N9030B>

<http://www.keysight.com/find/N9020B>

Чтобы получать обновления по электронной почте, подпишитесь на рассылку Keysight по адресу:

<http://www.keysight.com/find/MyKeysight>

Информацию о предотвращении повреждений прибора можно найти по адресу:

[www.keysight.com/find/PreventingInstrumentRepair](http://www.keysight.com/find/PreventingInstrumentRepair)

## Обновите программное обеспечение своего прибора

Компания Keysight периодически выпускает обновления программного обеспечения для приборов, чтобы исправить обнаруженные дефекты и внедрить усовершенствования. Обновления программного обеспечения для вашего прибора можно найти на сайте технической поддержки компании Keysight по адресу:

<http://www.keysight.com/find/techsupport>

# Содержание

<b>1 Об опциях RTSA.....</b>	<b>6</b>
Определение анализа в реальном времени .....	7
<b>2 Теория .....</b>	<b>8</b>
Анализ спектра в режиме реального времени .....	9
Блок-схема .....	9
Применение оконной функции .....	10
Работа в реальном времени .....	10
Обработка наложений .....	12
<b>3 Детектирование и анализ сигнала .....</b>	<b>13</b>
Спектральный анализ со свипированием и измерения спектра в реальном времени .....	14
Режимы отображения — измерения анализатора в реальном времени .....	19
Normal (Обычный) .....	19
Плотность.....	19
PvT .....	21
Спектрограмма .....	21
Зуммирование трассы .....	25
Комбинированные режимы .....	27
Подсказки по работе с сенсорным пользовательским интерфейсом .....	30
Блок-схема измерений.....	30
Добавление измерения.....	30
Выбор измерения .....	31
Многоэкранный режим .....	31
Измерение сигналов с перескоком частоты .....	32
Процедура .....	32
Измерение короткоимпульсных сигналов .....	40
Процедура.....	40
Измерение нестабильных сигналов.....	46
Процедура.....	46
Настройка триггера по частотной маске (FMT).....	52
Навигация .....	52
Частота.....	52
Амплитуда.....	52
Добавление точки.....	52
Удаление точки.....	52

Опорная частота/амплитуда .....	53
Смещения .....	54
Цвет маски .....	54
Тип маски .....	54
Имя маски .....	54
Новая маска .....	54
Удаление маски.....	54
Удаление всех масок .....	55
Создание маски из трассы .....	55
Подробная информация о настройке триггера .....	55
Критерии триггера .....	55
Маска триггера.....	56
Задержка триггера.....	56
Кол-во измерений на триггер .....	56
Сохранение данных.....	57
Сохранение данных спектрограммы .....	57
Сохранение данных плотности .....	59

## 1 Об опциях RTSA

В анализаторе спектра режим измерений в реальном времени использует ASIC и ПЛИС для преобразования семплированных данных в спектр сигнала с очень высокой частотой — около 300 тыс. спектров в секунду. Данные в спектральной области объединяются для получения отображений с высокой информационной плотностью, например, гистограмм. Также для изменяющегося спектра сигнала можно последовательно накладывать линии пределов и применять логические критерии, чтобы создать триггер по частотной маске для различных состояний сигнала.

В следующей таблице отображаются данные о требуемых лицензиях для UXA с опцией RTSA.

Лицензия	Описание	Примечания
N9040B-RT1	Анализ в реальном времени в максимальной полосе анализа. Поддерживает запуск по частотной маске при длительности сигнала более 17,3 мкс	Требует наличия N9040B-B2X (установленная полоса анализа 255 МГц) или N9040B-B5X (полоса анализа 510 МГц)
N9040B-RT2	Анализ в реальном времени в максимальной полосе анализа. Поддерживает запуск по частотной маске при длительности сигнала более 3,837 мкс	Требует наличия N9040B-B2X (установленная полоса анализа 255 МГц) или N9040B-B5X (полоса анализа 510 МГц)

- **Расширение эффективной полосы анализа сигнала:** применяемые и исследуемые частотные диапазоны сигналов, а, следовательно, и требования к оборудованию, постоянно увеличиваются. UXA обладает достаточными возможностями по полосе ПЧ, дискретизации и обработке сигнала для непрерывной работы в реальном времени на частоте 510 МГц. Указанная единовременная полоса используется не только при анализе спектра в реальном времени, но и для запуска по частотной маске, непрерывного получения временных данных и контроля мощностей сигналов в реальном времени для триггеров по амплитуде ПЧ.
- **Улучшенный динамический диапазон:** UXA позволяет обнаруживать слабые сигналы в присутствии более сильных, обеспечивая динамический диапазон 75 дБ без паразитных составляющих на всей ширине анализируемой полосы частот 510 МГц.
- **Более высокая вероятность перехвата:** Вероятность обнаружения — это термин из технологий наблюдения за сигналами, который обозначает вероятность детектирования нестабильного сигнала. Современная архитектура схем обработки данных в сочетании с полосой анализа 510 МГц и широким динамическим диапазоном позволяют UXA гарантировать 100-процентную вероятность обнаружения для любых сигналов с длительностью от 3,837 с.

## Определение анализа в реальном времени

Анализаторы спектра или сигналов с цифровым модулем обработки сигнала промежуточной частоты (ПЧ) поддерживают режим реального времени, в котором все поступающие выборки немедленно обрабатываются для проведения измерений или для работы триггеров. В большинстве случаев в этом режиме измеряются скалярные спектральные характеристики, мощность или интенсивность, соответствующие традиционным измерениям спектра.

Помимо непрерывного анализа, ВЧ-анализатор в реальном времени должен обеспечивать следующие четыре характеристики:

- высокоскоростные измерения;
- стабильная скорость измерений;
- триггеры по частотной маске;
- современные многофункциональные режимы отображения данных

В целом, полученные в режиме реального времени спектральные отсчеты можно использовать одним из следующих двух способов: объединять их для комбинированного отображения спектров или последовательно сравнивать с ограничительной маской для реализации триггеров по частотной маске. Опция RTSA предоставляет обе эти возможности.

## 2 Теория

В этой главе содержатся следующие темы:

«Анализ в реальном времени»

«Блок-схема»

«Работа в реальном времени»

«Обработка наложений»



## Анализ спектра в режиме реального времени

В анализаторах спектра реального времени в ходе измерений обрабатывается вся входящая информация. При анализе ВЧ-сигналов данной информацией служат отсчеты данных на промежуточной частоте.

Современные анализаторы реального времени могут неограниченно долго поддерживать анализ в реальном времени, хотя это частично достигается упрощенной обработкой сигнала, например, анализом только спектра или только интенсивности. Для некоторых приложений работа в реальном времени требуется лишь на ограниченный период, но зато будет полезным сбор измерений с последующей обработкой. В этой ситуации важна дополнительная гибкость измерений и векторные операции, например, демодуляция.

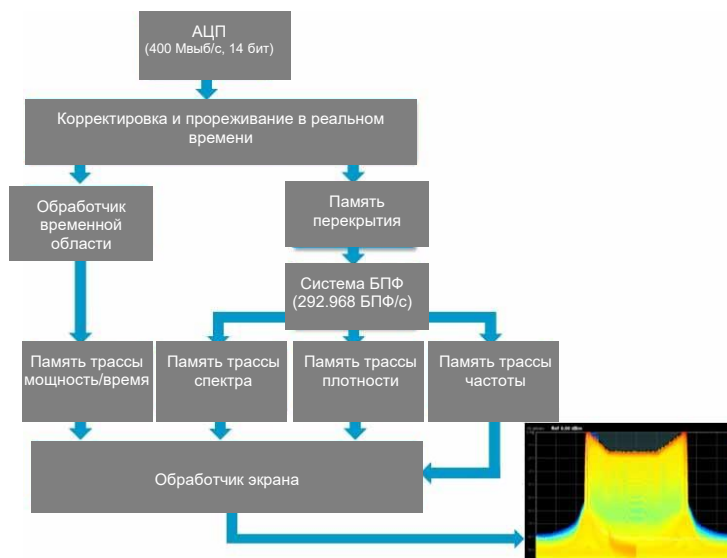
Требуемая длительность работы в реальном времени очень сильно разнится для разных приложений. Для некоторых измерений требуются большая длительность и отображение данных в реальном времени, а для других важнее непрерывность и детальная обработка каждого отсчета сигнала.

Вычислительная мощность, необходимая для работы в реальном времени, обычно растет пропорционально числу отсчетов в секунду, а, следовательно, и ширине анализируемой полосы частот. Это означает, что для заданной вычислительной мощности существует некоторая максимальная полоса анализа, при использовании которой скорость обработки соответствует скорости поступления данных. Этот параметр анализатора именуется полосой анализа в реальном времени.

В анализе реального времени часто забывают про такой важный фактор, как разрешение (битовое разрешение) выборок и (или) обработки. Например, при одной и той же частоте выборок потребуется существенно больше вычислительной мощности на анализ 12-битовых отсчетов по сравнению с 8-битовыми.

### Блок-схема

Это упрощенная блок-схема системы реального времени, примененной в ПЛИС.



АЦП работает со скоростью 2,4 млн выборок в секунду при разрядности 14 бит. Теперь мы переходим к процессу оцифровки и корректировки в реальном времени. На этом этапе обработка разделяется на частотную и временную области. В частотной области используется память наложения, в которой обрабатываются перекрывающиеся отсчеты перед их передачей в блок БПФ, работающий со скоростью чуть менее 293 тысяч преобразований БПФ в секунду. Эта память разделяется на секции для разных трасс сигнала: спектр, плотность и мощность во времени, а также поддерживает работу триггера по частотной маске, который отслеживает поток результатов в реальном времени и сравнивает с настроенной для него маской.

Эти секции трасс передают информацию на процессор дисплея, который выводит нужную информацию на экран прибора.

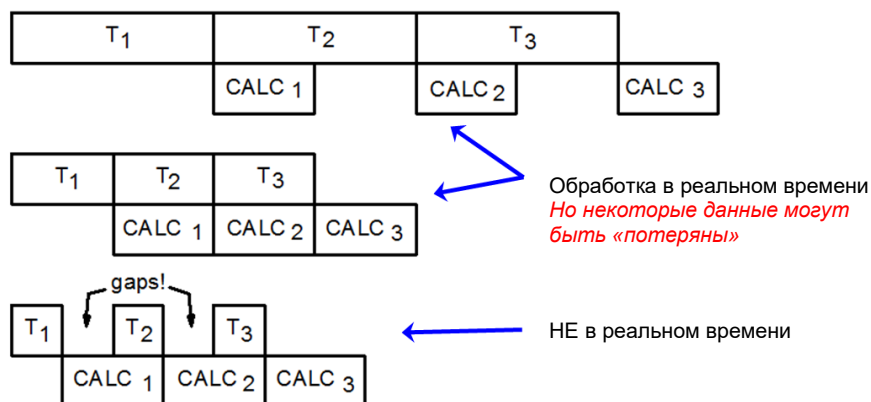
## Применение оконной функции

Оконная функция применяется к оцифрованным данным до процесса БПФ. Это позволяет ослабить просачивание спектральных составляющих, которое может происходить при анализе с использованием БПФ. Выбор оконной функции находится в соответствии с характером предполагаемых измерений. Для этой операции поддерживаются следующие фильтры:

- Гауссово окно;
- С плоской вершиной;
- Прямоугольное окно Хеннинга;
- Блэкмана-Харриса;
- Окно Хеннинга;
- Окно Кайзера.

## Работа в реальном времени

Работа происходит в реальном времени, если скорость расчетов достаточно высока для непрерывного анализа выборок. В этом режиме для каждого CALC выполняются вычисление БПФ или анализ спектра мощности, а также усреднение, обновление экрана и т. д.



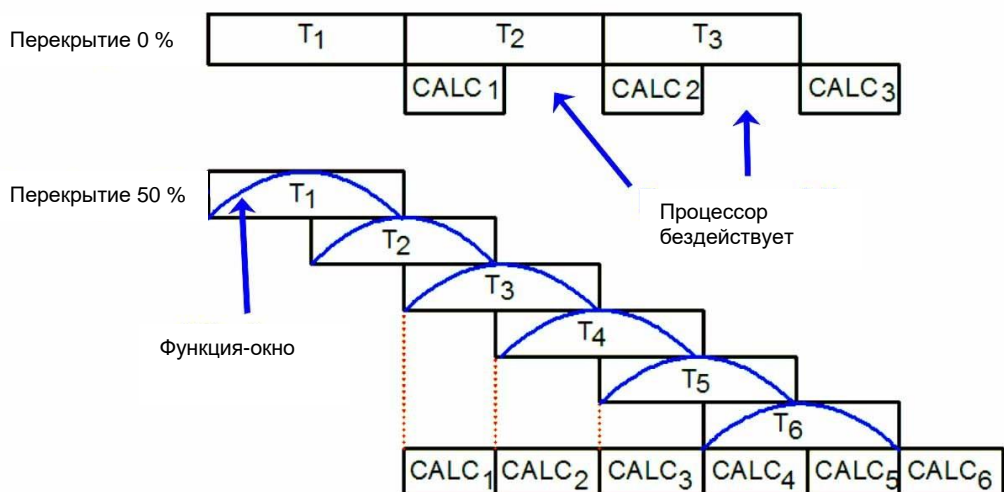
На представленной схеме  $T$  обозначает указанный момент анализа данных для обработки БПФ. Анализатор выполняет сбор последовательных отсчетов оцифрованного сигнала ПЧ от АЦП, а затем применяет к ним БПФ для получения спектра мощности или векторных характеристик. Размер этого пакета может быть переменным или постоянным.

Важно понимать, что длительность блока  $T$  будет короче для более широкой полосы анализа и более частых выборках.

Потеря данных характеризуется такую распространенную ситуацию, когда отсчеты в начале и конце периода записи обрабатываются оконной функцией или ослабляются для устранения просачивания спектральных составляющих или для организации фильтров полосы пропускания с другим разрешением. Ослабление сигнала на краях периода записи часто бывает настолько существенным, что данные некоторых отсчетов фактически утрачиваются. Решение этой проблемы — обработка наложений.

## Обработка наложений

Обработка наложений дает важные преимущества для анализа сигналов, если обработка выполняется быстрее сэмплирования. В этом режиме по мере поступления новых отсчетов вычисляются дополнительные данные БПФ с данными, часть из которых более новая.



На этой схеме представлен вариант с 50 % перекрытием, то есть каждое новое БПФ выполняется для 50 % новых отсчетов и 50 % последних отсчетов уже обработанного пакета. Диапазон наложения может быть любым в пределах от 0 до 100 %, с приращениями по 1 выборке. Фактически применяемое наложение будет разным в зависимости от настроек анализатора и программного обеспечения, и его не всегда возможно задавать вручную.

При существенном уровне наложения можно настроить анализ так, что для всех отсчетов будет получен некоторый результат БПФ без ослабления или с минимальным ослаблением или сжатием сигнала, связанным с наложением оконной функции. Соответственно, наложение позволяет существенно повысить точность измерений и вероятность обнаружения сигналов.

## 3 Детектирование и анализ сигнала

Основным преимуществом анализаторов реального времени является возможность быстро и надежно находить трудноуловимые сигналы и отслеживать характер их изменения. Они применимы как для обнаружения и описания сигналов, так и для сбора данных в процессе диагностики или оптимизации.

В этой главе содержатся следующие темы:

«Спектральный анализ со свипированием и измерения спектра в реальном времени»

«Режимы отображения — измерения анализатора в реальном времени»

«Подсказки по работе с сенсорным пользовательским интерфейсом»

«Измерение сигналов с перескоком частоты»

«Измерение короткоимпульсных сигналов»

«Измерение нестабильных сигналов»

«Настройка триггера по частотной маске (FMT)»

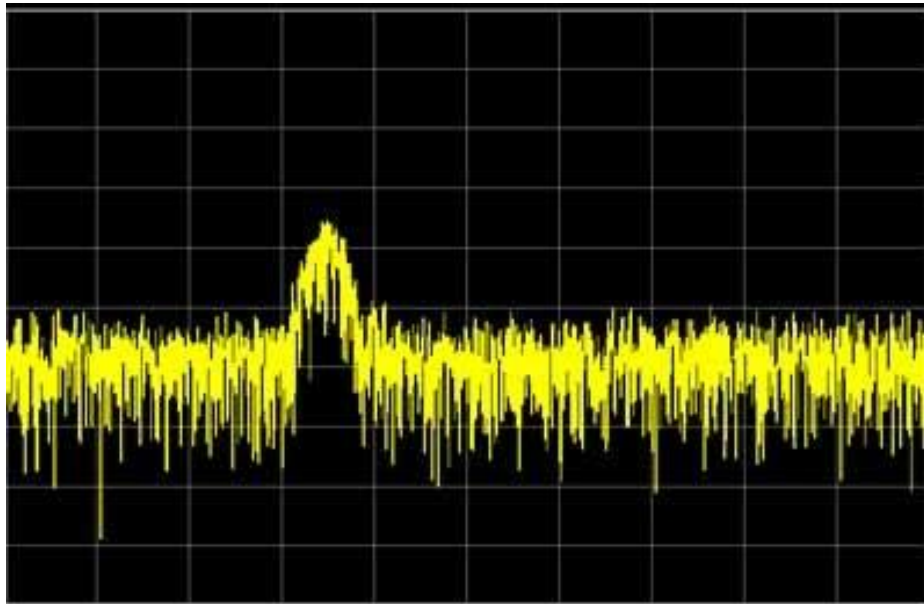
«Подробная информация о настройке триггера»

«Сохранение данных»

## Спектральный анализ со свипированием и измерения спектра в реальном времени

Измерения спектра в реальном времени дают больше преимуществ, чем спектральный анализ со свипированием, поскольку позволяют не терять данные. Это очень важно, когда стоит задача обнаружить трудноуловимый сигнал или сигнал с низкой амплитудой, почти не превышающей уровень шума.

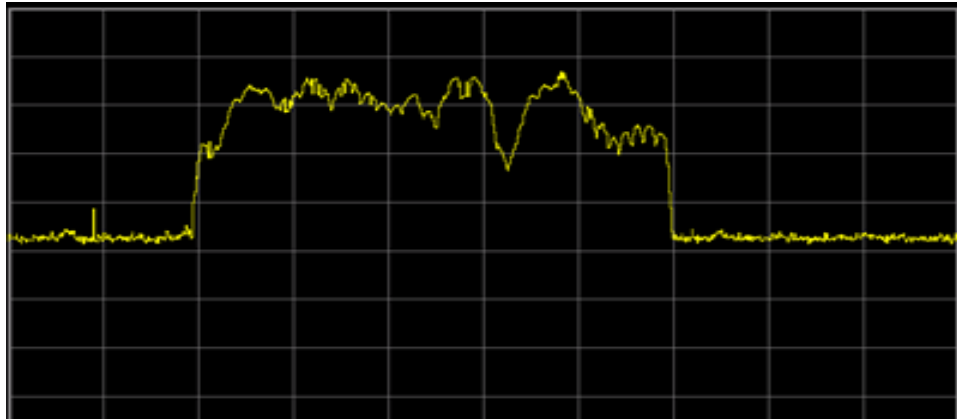
Рисунок 3-1. Одиночное свипирование



Анализ со свипированием позволяет обнаруживать события, которые стабильны в частотной области, а также правильно отображать амплитуду. Но он не дает нам никакой информации о фазах сигналов. Следующие изображения представляют примеры анализа спектра со свипированием для сигналов в диапазоне ISM 2,45 ГГц. Этот частотный диапазон слабо регламентирован. Основная нагрузка в нем приходится на беспроводную локальную сеть, также в нем присутствуют устройства Bluetooth, стационарные беспроводные телефоны, микроволновые печи и ряд других устройств.

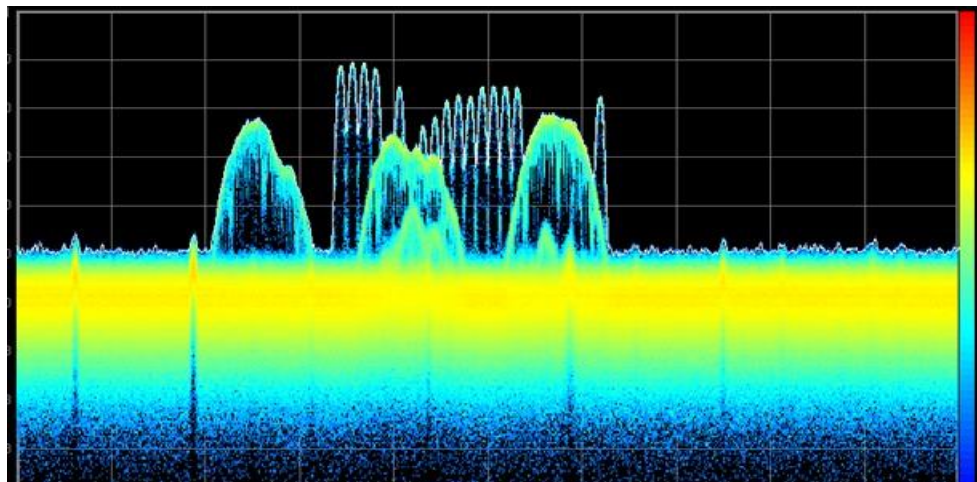
В зависимости от степени загрузки спектра во времени одиночное свипирование анализатора спектра может свидетельствовать о полном отсутствии сигналов или указывать на некоторое количество импульсов. Такое измерение бывает крайне трудно интерпретировать.

Рисунок 3-2. Удержание пика (длительное)



Удержание пика (максимального значения выборки сигнала) служит полезным инструментом для анализа некоторых параметров в среде сигналов, а длительное измерение с удержанием пика позволяет в конечном счете выявить все или почти все сигналы в определенном диапазоне. Однако измерения с длительным удержанием пика часто приводят к затенению одних сигналов в полосе другими. Анализ спектра со свипированием не очень хорошо подходит для анализа изменения активности в диапазоне. См. следующий рисунок.

Рисунок 3-3. Отображение плотности в реальном времени



При просмотре результатов в режиме **Плотность** (гистограмма) анализатор реального времени позволяет детально, какие сигналы присутствуют в указанной полосе частот. Поскольку эти измерения выполняются непрерывно и на дисплее отображаются все отсчеты сигнала, вы сможете наблюдать почти все присутствующие сигналы сразу или в течение короткого периода измерений. Отдельные «кадры» изображения сочетают в себе тысячи спектров и демонстрируют динамику сигналов и непредсказуемые изменения.

Обратите внимание, что процесс объединения 10 000 спектров в одно изображение может привести к тому, что в один «кадр» включаются сигналы, в реальности существовавшие в разные периоды времени. Сигналы, которые на следующем рисунке выглядят многотоновыми, на самом деле отображают переключение частот Bluetooth. Фактически сигнал никогда не передается на нескольких частотах одновременно.

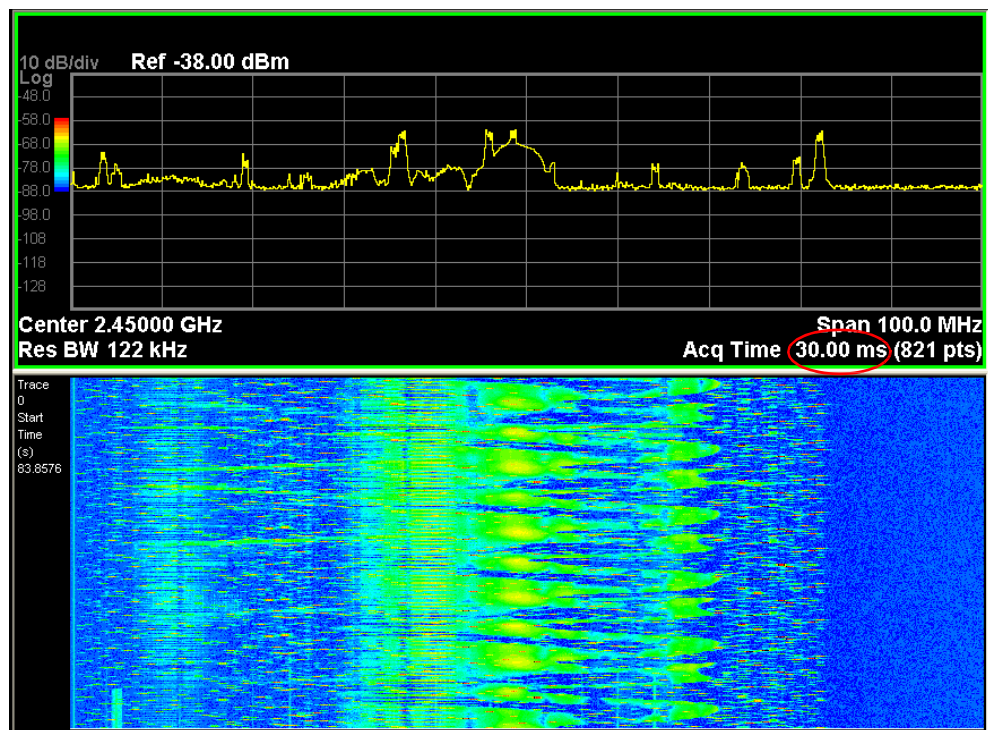


Рисунок 3-4. Отображение спектрограммы в реальном времени: время сбора данных по частоте — 30 мс

В режиме **Спектрограмма** к этим данным о спектрах добавляется шкала времени.

Короткое время измерения имеет противоположный эффект по сравнению с предыдущим примером. Здесь один «кадр» (буфер) отображения спектрограммы соответствует более короткому периоду времени, то есть дает более точное разрешение по времени.



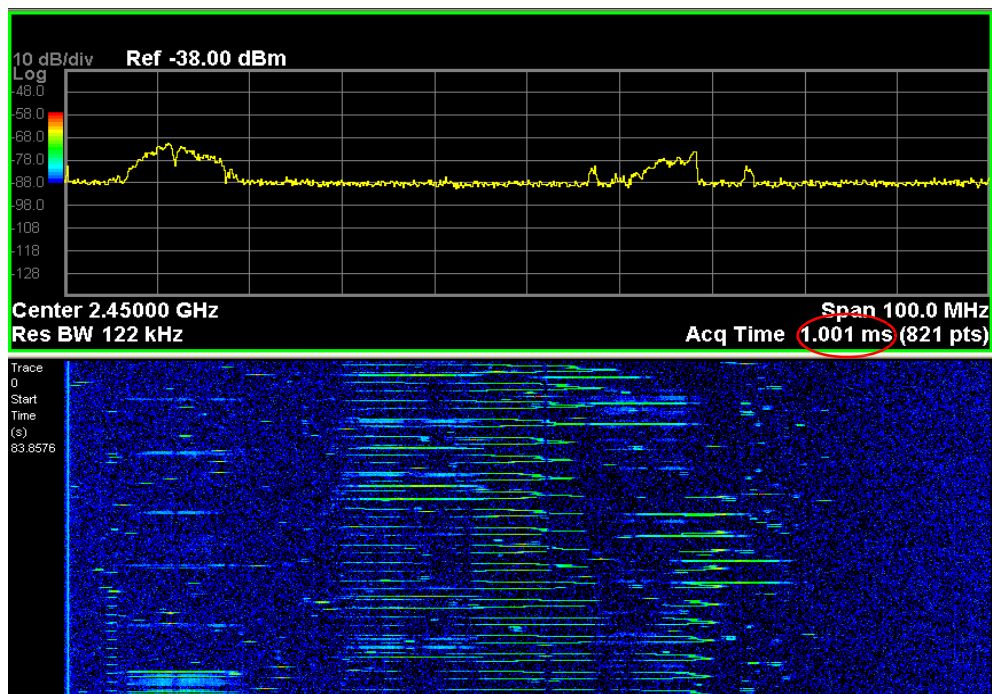


Рисунок 3-5. Отображение спектрограммы в реальном времени: время сбора данных по частоте — 1 мс

#### Вид сверху:

Отдельные линии на изображении снизу демонстрируют зависимость амплитуды от частоты.

#### Вид снизу:

Отдельные линии спектра демонстрируются в реальном времени, но обычно комбинируются (в соответствии с настройками детектора) из множества отдельных вычислений БПФ. В этом режиме каждой линии соответствуют примерно 10 000 вычислений БПФ по спектрам. Амплитуда выделена цветом, как видно на изображении сверху.

Такое сочетание множества спектров в одном изображении приводит к тому, что постоянные переключения частоты Bluetooth по фиксированной схеме каналов отображаются в виде набора вертикальных линий в верхней части спектрограммы.

Просмотр оси времени на спектрограмме позволяет выяснить важные данные о характере изменения сигналов в этой среде. Обратите внимание на группу импульсов в нижней половине спектрограммы, между сигналами WLAN справа. Теперь найдите на спектрограмме диагональную линию в тот же момент времени, которая направлена от самого левого сигнала WLAN до центрального сигнала. Судя по всему, это какой-то механизм сканирования каналов, который иногда проявляется при отображении в режиме плотности.

Короткое время измерения оказывает огромное влияние на внешний вид и содержимое каждого изображения (буфера) спектрограммы. Изображения и буферы соответствуют более короткому промежутку времени и не смогут отобразить некоторые долгосрочные процессы, но повышение разрешения по времени позволяет выявить важные законы изменения спектра сигналов, недоступные в других режимах.

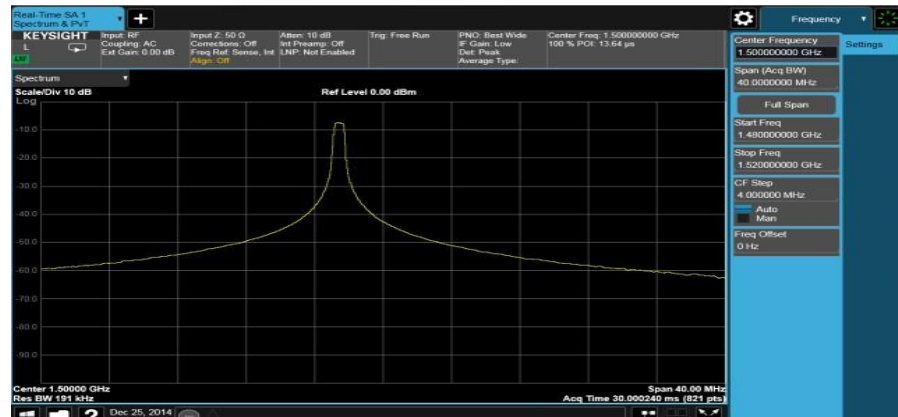
Здесь мы видим, что повышение разрешения по времени позволило намного лучше выделить отдельные импульсы WLAN и переключение частоты Bluetooth. Становится очевидно, что импульсы Bluetooth, совпадающие с импульсами WLAN по частоте, не пересекаются с ними по времени, а, следовательно, коллизии намного менее вероятны, чем можно предположить по предыдущему изображению.

Но при этом не забывайте, что каждая спектральная линия на спектрограмме и на трассе выше соответствует нескольким сотням вычислений БПФ, полученным от контура измерений в реальном времени.

Подводя итоги этого описания, можно отметить следующее: если характерные особенности изучаемых сигналов имеют короткую продолжительность, малую частоту повторений или плохо прогнозируются, для их обнаружения лучше всего обрабатывать множество отсчетов, захватываемых и анализируемых прибором в режиме реального времени.

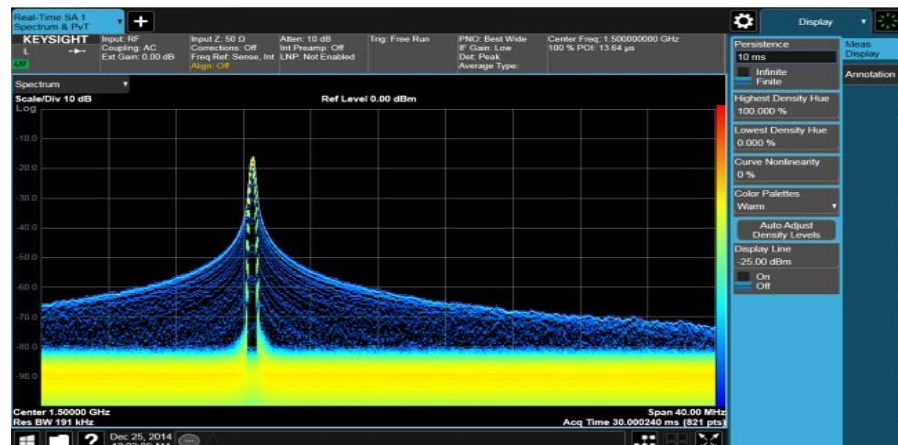
## Режимы отображения — измерения анализатора в реальном времени

### Normal (Обычный)



Обычный режим отображения демонстрирует одно окно с непрерывными данными реального времени о зависимости амплитуды от частоты, где частота представлена на оси X, а амплитуда на оси Y.

### Плотность



Режим отображения плотности включает в себя цветовую градацию сигнала, точки на битовой карте обозначают плотность сигналов в соответствии с текущими настройками анализатора. Плотность определяется как количество отсчетов сигнала, которые анализатор обработал на указанной частоте/амплитуде в течение определенного временного интервала сбора данных. Эта величина соответствует доле времени за определенный период, в течение которой сигнал находился в соответствующей точке частоты/амплитуды.

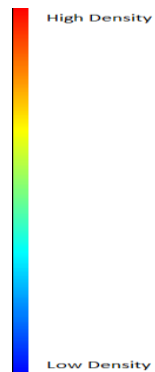
В этом режиме ось X обозначает частоту сигналов, ось Y — амплитуду, а ось Z — количество совпадений. Таким образом, здесь мы видим на двумерном экране трехмерные данные, для которых третье измерение обозначается цветом точки.

Также в этом режиме поверх битовой карты отображается график. Этот график демонстрирует спектр в реальном времени за последний интервал сбора данных. Белый график соответствует трассе 1 с детекторами пика, отрицательного пика и усредненного значения, полученной по значениям плотности, а трасса выборки (Sample) обозначает последнее БПФ, выполненное для этой битовой карты плотности.

Битовая карта составляется из значений ячеек, которые содержат числа с плавающей запятой в диапазоне от 0 до 1. Значение 0 соответствует отсутствию сигналов, а 1 — наличию постоянно действующего сигнала. Например, значение 0,5 обозначает, что сигнал с указанной частотой и амплитудой присутствовал в спектре ровно половину времени.

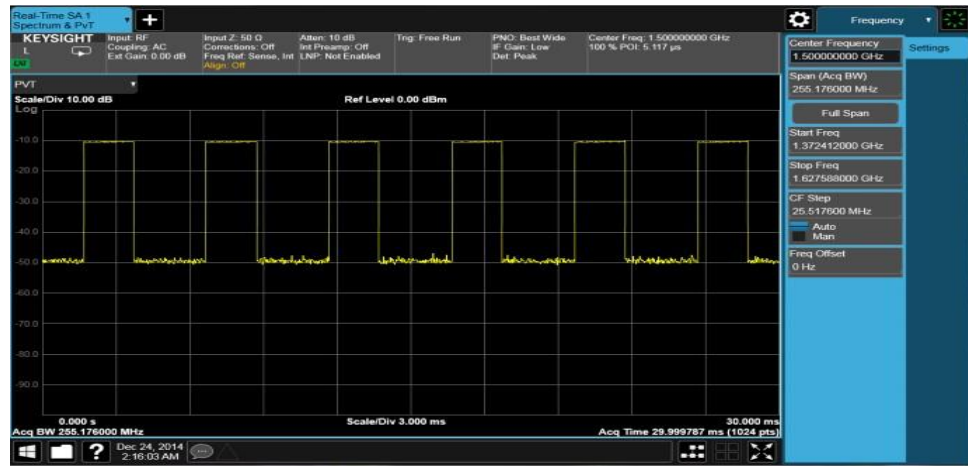
Условные обозначения цветов представлены в виде цветной шкалы с правой стороны от графика, в отличие от режима спектрограммы, в котором цветовая шкала размещается слева от графика. Это сделано специально, чтобы не путать этот режим с другими, в которых цветом кодируется амплитуда сигнала.

В режиме отображения плотности более высокая плотность сигналов соответствует цветам в верхней части цветовой шкалы, а более низкая, соответственно, цветам в нижней части.



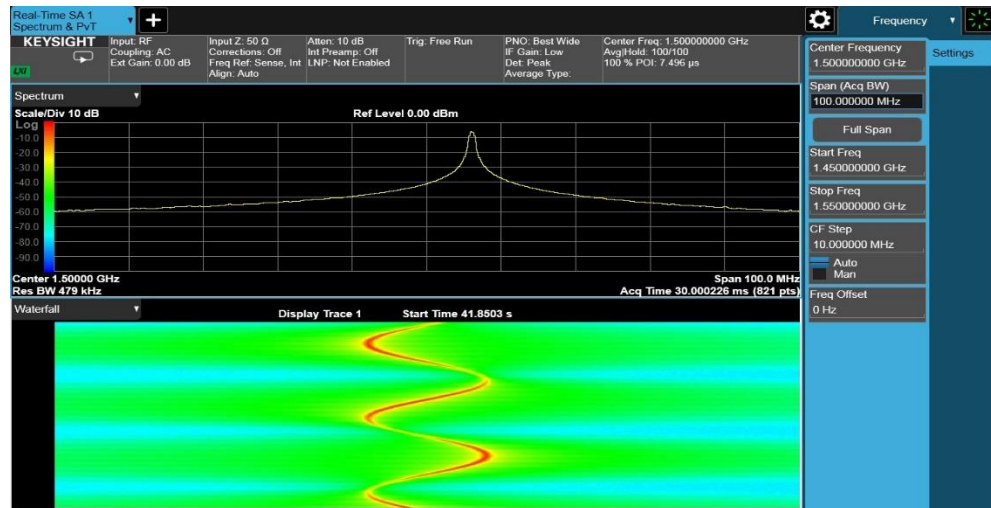
### 3 Детектирование и анализ сигнала Режимы отображения — измерения анализатора в реальном времени

## PvT



Режим PVT отображает огибающую ВЧ сигнала, то есть мощность сигнала на протяжении периода времени, задаваемого пользователем. На горизонтальной оси откладывается время, а вертикальная ось обозначает амплитуду.

## Спектрограмма



Режим спектрограммы позволяет просматривать историю изменения сигнала по 10 000 трасс, из которых в каждый момент времени отображается до 633. В режиме спектрограммы каждая горизонтальная линия на дисплее соответствует одной трассе, то есть обобщает все данные, собранные за некоторый период времени. Данные прокручиваются вверх от старых к новым, то есть в самом низу экрана отображаются самые свежие трассы, а в верхней части — самые старые.

Обратите внимание, что после сохранения и восстановления состояния в режиме спектрограммы дисплей восстановит все сохраненные настройки отображения, за исключением самих данных. Если вам нужно сохранить отображаемые данные, выполните экспорт данных через меню Meas Results (Результаты измерений) и передайте их на компьютер. К сожалению, вы не сможете снова загрузить эти данные в анализатор.

В режиме спектрограммы окно отображает исторические данные по 10 000 последних трасс. Если режим спектрограммы активирован одновременно с обычным режимом в соседних окнах, данные в них будут согласовываться. Окно обычного режима демонстрирует ту трассу, которая указана в параметре Display Trace (Отображаемая трасса) в меню Просмотр / Дисплей. Кнопка «Отображаемая трасса» позволяет выбирать из окна спектрограммы трассу для просмотра в окне обычного режима. Белая линия в окне спектрограммы демонстрирует положение, соответствующее текущему значению отображаемой трассы. Трассу для отображения можно выбрать по порядковому номеру или моменту времени. В этом разделе для демонстрации этой функции мы используем номера трасс. При входе в режим спектрограммы Отображаемая трасса имеет значение 1, что обозначает самую свежую из собранных трасс.

По мере завершения каждого очередного периода сбора данных в нижней части спектрограммы появляются новые данные трассы, а все предыдущие данные смещаются на одну строку вверх. Если при этом открыто окно обычного режима, в него переносится из окна спектрограммы та трасса, номер которой указан в параметре Отображаемая трасса. Данные, переданные в отображение спектрограммы, нельзя изменить.

Спектрограмма сохраняет 10 000 последних трасс. Если спектрограмма отображается в окне на полную высоту экрана, одновременно в ней находится отображение 633 трасс. Параметр «Отображаемая трасса» определяет, какие именно трасса отображаются здесь. Навигация в режиме спектрограммы выполняется так же, как и в любом другом окне, а параметр «Отображаемая трасса» выполняет роль курсора и полосы прокрутки, позволяя выбрать для отображения нужный набор трасс из 10 000 сохраненных.

Если вы выберете значение, приводящее к прокрутке трасс вниз в окне спектрограммы, то есть новое значение «Отображаемая трасса» ниже, чем текущее, то новое значение параметра «Отображаемая трасса» используется как номер нижней строки в окне спектрограммы. Если вы выберете значение, приводящее к прокрутке трасс вверх, то есть новое значение «Отображаемая трасса» выше, чем текущее, то новое значение параметра «Отображаемая трасса» используется как номер верхней строки в окне спектрограммы.

Например, если «Отображаемая трасса» имеет значение 100, то нижняя строка в окне спектрограммы имеет номер 1, а самая верхняя — 633. Теперь, если вы измените значение «Отображаемая трасса» на 1000, окно спектрограммы прокручивается вверх так, что верхней становится строка с номером 1000, а нижней — строка с номером 368. Теперь, если вы измените значение «Отображаемая трасса» на 200, окно спектрограммы прокручивается вверх так, что нижней становится строка с номером 200, а верхней — строка с номером 832.

Если в окне спектрограммы еще не набралось 633 трассы, последней отображаемой будет самая старая трасса, у которой есть номер и некоторые данные. Значение «Отображаемая трасса» демонстрируется в верхнем левом углу нижнего окна вместе с временем начала и завершения этой трассы.

Если вы выберете трассу, данные для которой еще не собраны, окна трассы и спектрограммы будут оставаться пустыми до тех пор, пока не поступят данные для нужной трассы. После этого окно спектрограммы будет заполняться по одной трассе за раз по мере получения следующих данных, а в окне трассы будет сохраняться информация о той трассе, номер которой вы выбрали ранее. Если вы выберете трассу, для которой уже есть данные, окно спектрограммы заполнится доступными историческими данными, а в окне трассы отобразится информация о той трассе, номер которой вы выбрали.

При любых изменениях параметров, приводящих к повторному запуску сбора данных, окно спектрограммы будет очищаться и заполняться заново. Но в случае, если прибор находится в режиме ожидания (при одиночных измерениях или в ожидании триггера), очистка происходит только в момент начала сбора новых данных. Кнопка «Повторный запуск» очищает все данные о трассах в спектрограмме и запускает сбор новых данных. Также окно спектрограммы очищается при выходе из режима спектрограммы. Это означает, что при каждом входе в режим спектрограммы вы начинаете работу с пустого окна.

Вы можете в любой момент приостановить и возобновить работу спектрограммы. Приостановка работы спектрограммы останавливает сбор новых трасс, и вы можете просмотреть все уже собранные данные, изменяя параметр «Отображаемая трасса». Возобновление работы не очищает исторические данные, и все последующие трассы будут добавляться в тот же список. Это приводит к появлению незаполненного промежутка в данных спектрограммы, но дальнейший сбор данных по-прежнему выполняется в реальном времени. Отметки времени для каждой трассы позволяют заметить такой промежуток, возникающий после приостановки и возобновления работы.

Цвета спектрограммы обозначают амплитуду сигнала. Расшифровка цветов приводится в окне сверху, рядом с осью Y. Изменяя параметры оси Y, вы можете масштабировать значения. После изменения значений базового уровня или масштаба отображаемые цвета изменятся так, чтобы соответствовать новым значениям амплитуды. Обратите внимание, что это перезапустит спектрограмму.

Каждая горизонтальная линия на спектрограмме обозначает одну трассу, а по вертикальной шкале откладывается время. При любом значении параметра «Отображаемая трасса» информация в окне трассы обновляется каждый раз, когда завершается очередной период сбора данных. Чтобы зафиксировать текущее состояние спектрограммы, переведите трассу в режим просмотра или переключите анализатор в режим одиночных измерений (но при этом учтите, что, если параметр «Количество усредненных/удержанных» имеет значение больше 1, спектрограмма не остановится при переходе в режим одиночных измерений, пока не будет заполнено указанное в этом параметре количество трасс).

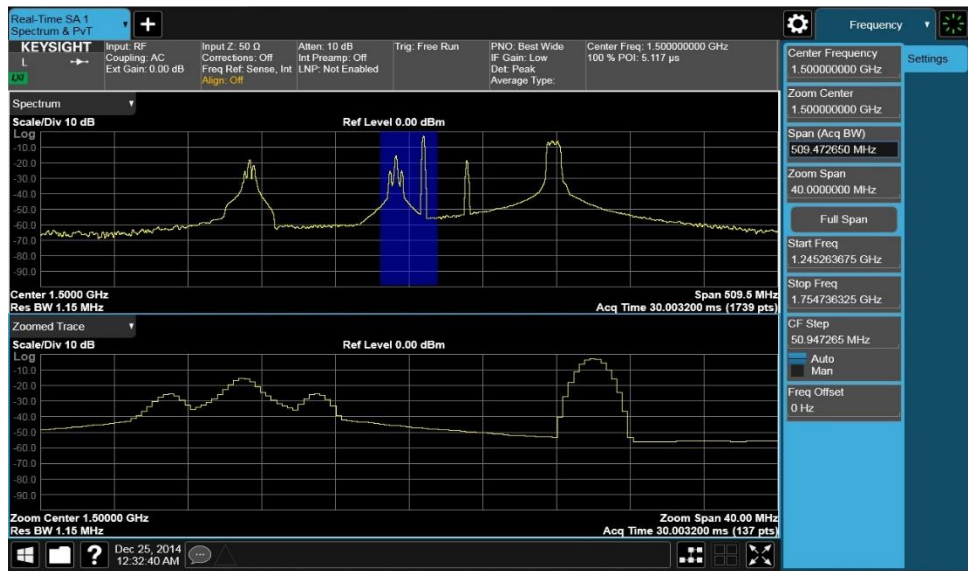
В режиме отображения спектрограммы все функции и параметры работают в обычном режиме, за небольшими исключениями, которые описаны ниже.

- Кнопка одиночного измерения запускает сохранение в спектрограмму указанного количества трасс, после чего сбор данных останавливается. Количество трасс для сохранения можно изменять кнопкой «Количество усредненных/удержанных» (Average/Hold Number) через меню Meas Setup (Настройка измерения). Например, если этот параметр имеет значение 5, то при каждом нажатии кнопки одиночного измерения прибор выполнит 5 операций сбора данных и поместит в спектрограмму 5 трасс, а затем остановит сбор данных. Также вы можете указать для параметра «Количество усредненных/удержанных» значение 1, чтобы при нажатии кнопки одиночного измерения в спектрограмму помещалась одна новая трасса.
- Если в режиме отображения спектрограммы вы будете сохранять, экспортировать или опрашивать трассу, сохраняются или возвращаются данные, соответствующие текущему значению параметра «Отображаемая трасса».
- При перемещении или выборе включенного маркера, который не находится на текущей отображаемой трассе, его актуальное расположение не изменяется. Маркер должен оставаться на той трассе, к которой изначально был привязан при его создании.
- Включение маркера, который до этого был выключен, переносит его в центр текущей отображаемой трассы.
- Если вы запустите поиск пика, когда выбранный маркер включен, но не находится на отображаемой трассе, то перед выполнением этого поиска маркер переместится в центр текущей отображаемой трассы.



## Представление времени

В режиме отображения спектрограммы нулевой точкой отсчета времени считается начало первой трассы. Все последующие трассы получают отметку времени с положительным значением, обозначающую время сбора данных относительно начала первой трассы. Для каждой трассы фиксируется и сохраняется время ее начала. По мере добавления новых трасс их отметки времени постоянно увеличиваются, поскольку отсчет идет от самой старой трассы. Если вы поместите на текущую трассу маркер, для которого выбран режим отображения времени, показания этого маркера будут регулярно увеличиваться на значение периода сбора данных. Если вы остановите процесс измерений, обновление спектрограммы также прекратится.



При возобновлении работы спектрограмма сохранит все уже существующие трассы и продолжит добавлять новые, начиная с момента возобновления. Отметки времени для каждой отдельной трассы в спектрограмме будут обозначать время начала очередного периода измерений, и в них будет заметен перерыв, вызванный приостановкой работы спектрограммы.

## Зуммирование трассы

В режиме зуммирования трассы экран разделяется на два окна. В верхнем из них отображается обычный режим анализатора спектра, а в нижнем («Зуммирование трассы») предоставляется увеличенный фрагмент трасс из верхнего окна. Данные в обоих окнах полностью идентичны, но в нижнем количество точек данных будет меньше, и они развернуты на всю ширину экрана, что позволяет более четко отслеживать данные в этих точках.

Увеличенный регион обозначен синим фоном. В верхнем окне закрашенный прямоугольник обозначает, какой именно фрагмент данных представлен внизу в увеличенном виде. Окно увеличения закрашено полностью, чтобы наглядно напоминать о режиме увеличения. Диапазон данных для Окна увеличения можно настроить с помощью кнопки Zoom Span (Диапазон увеличения) в меню Диапазон. Чтобы выбрать центральную частоту для Окна увеличения, используйте кнопку Zoom Center (Центр увеличения) в меню Частота.

Здесь важно еще раз подчеркнуть, что значения и состояния данных в обоих окнах полностью идентичны. Окно увеличения служит только для визуального «приближения» некоторого региона из верхнего окна трасс. Таким образом, все трассы и маркеры в окнах полностью совпадают, и любые изменения состояния одинаково влияют на оба окна.

Количество точек свипирования, отображаемых в Окне увеличения, можно настроить отдельно от параметров верхнего окна. Изменение количества точек для нижнего окна изменяет параметр «Диапазон увеличения», но не влияет на количество отображаемых точек в верхнем окне. В этом режиме при увеличении количества точек в нижнем окне изменится лишь доля площади верхнего окна, доступная в нижнем окне увеличения.

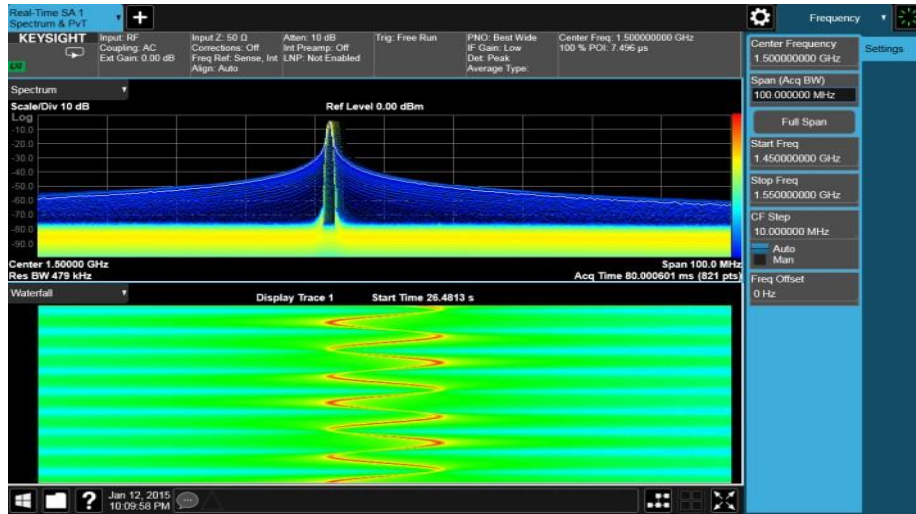
В режиме зуммирования трассы действие двух функций будет разным в зависимости от того, какое окно является в текущий момент выбранным (граница выбранного окна обведена толстой зеленой рамкой). Если выбрано Zoom Window (Окно увеличения, нижнее из двух), кнопка «Точки» (Points) в меню Sweep/Control (Развертка/Управление) изменяет значение «Точки увеличения» (Zoom Points), то есть количество отображаемых точек в нижнем окне. Также при активном нижнем окне все функции поиска пиков будут действовать ТОЛЬКО в пределах диапазона нижнего окна. Это позволяет вам выполнить поиск пика в определенном ограниченном диапазоне частот, не прерывая просмотр более широкого диапазона частот в верхнем окне.

**ПРИМЕЧАНИЕ** В любой переписке или телефонном разговоре указывайте номер модели устройства и его полный серийный номер. При наличии этой информации представитель компании Keysight сможет определить гарантийный статус вашего прибора.

---

## Комбинированные режимы

### Спектрограмма и плотность



Режим отображения «Спектрограмма и плотность» активирует два окна, в верхнем из которых представлена трасса плотности, а в нижнем — спектрограмма.

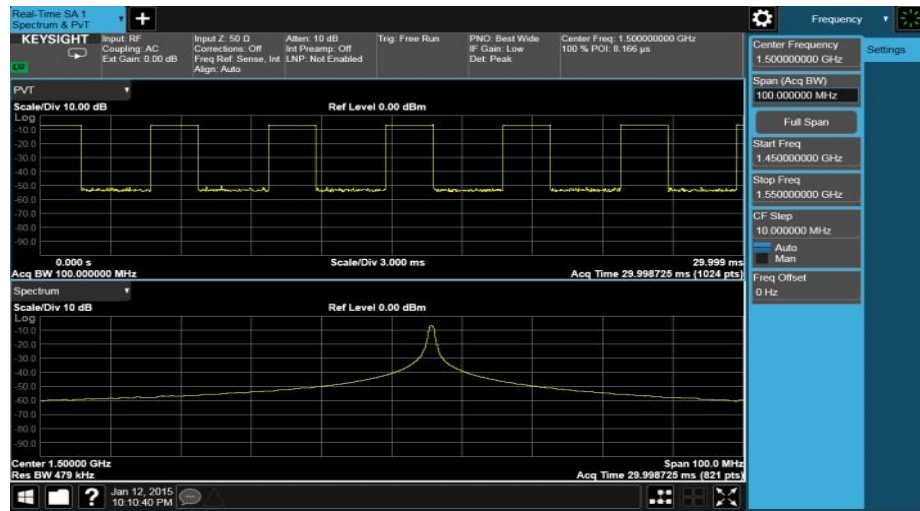
В этом режиме ось X в верхнем окне обозначает частоту сигналов, ось Y — амплитуду, а ось Z — количество совпадений. Таким образом, здесь мы видим на двумерном экране трехмерные данные, для которых третье измерение обозначается цветом точки. В нижнем окне ось X обозначает частоту, ось Y — порядок трасс в истории спектрограммы, а закодированная цветом ось Z демонстрирует амплитуду сигналов.

Как и в обычном режиме плотности, верхнее окно содержит наложенный на битовую карту белый график. Он соответствует той трассе в спектрограмме, которая выбрана в параметре «Отображаемая трасса». По умолчанию это самая свежая из сохраненных трасс.

См. разделы «Плотность» на странице 19 и «Спектрограмма» на странице 21.

### 3 Детектирование и анализ сигнала Режимы отображения — измерения анализатора в реальном времени

#### PvT и спектр

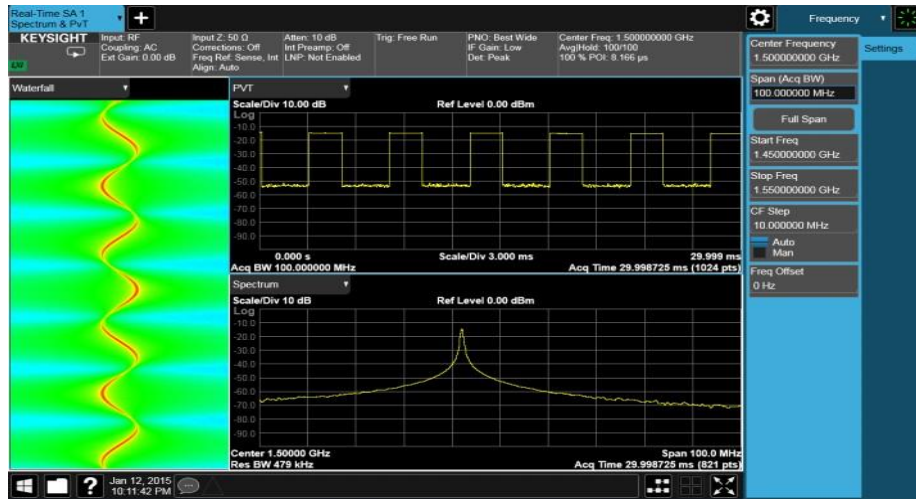


Режим отображения «PvT и спектр» демонстрирует два окна, в верхнем из которых представлена изменение мощности по времени, а в нижнем — отображение спектра.

Горизонтальная ось в верхнем окне обозначает время, а в нижнем — частоту. В обоих окнах на вертикальной оси отмечается амплитуда сигнала.

См. разделы «PvT» на странице 21 и «Обычный» на странице 19.

## PvT и спектрограмма



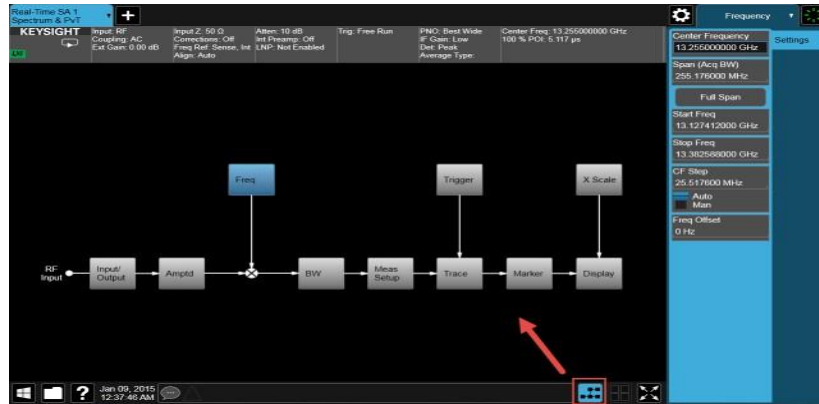
Режим отображения «PvT и спектрограмма» активирует три окна, в верхнем из которых представлена трасса PvT, в нижнем — отображение спектра, а в левом — спектрограмма.

Горизонтальная ось в верхнем окне обозначает время, а в нижнем — частоту. В обоих окнах на вертикальной оси отмечается амплитуда сигнала.

См. разделы «PvT» на странице 21 и «Спектрограмма» на странице 21.

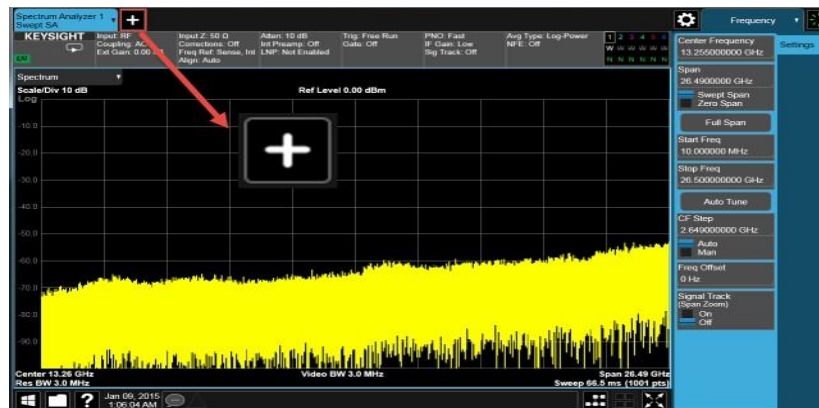
## Подсказки по работе с сенсорным пользовательским интерфейсом

### Блок-схема измерений



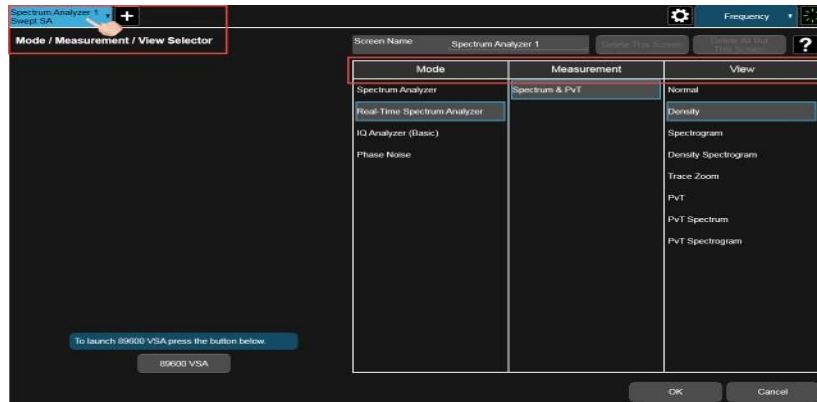
Блок-схема помогает быстро просмотреть и изменить различные настройки текущего измерения. Касание разных блоков вызывает соответствующие интерфейсные режимы меню с правой стороны.

### Добавление измерения



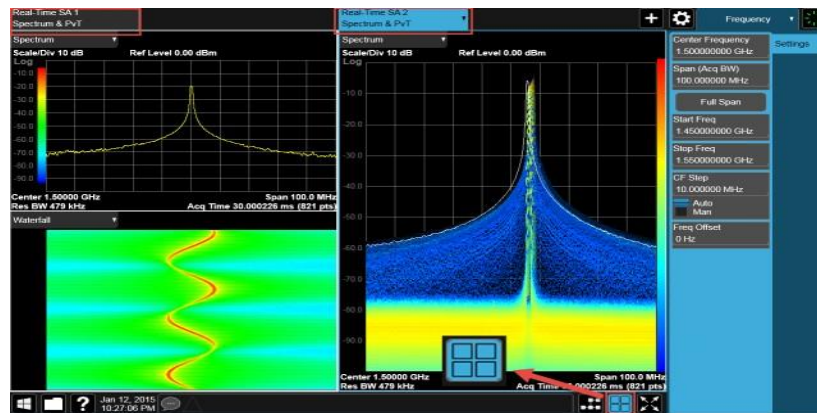
Нажмите знак «+» в верхней части экрана, чтобы добавить новый экран измерения, который представляет собой копию предыдущего экрана. Коснитесь вкладки экрана, и вы перейдете в средство просмотра режима, измерения и отображения (Mode/Meas/View).

## Выбор измерения



Коснитесь вкладки экрана сверху, и вы перейдете в диалоговое окно выбора режима, измерения и отображения. Диалоговое окно имеет три колонки и позволяет вам выбирать, какой режим, измерение и отображение вы будете использовать на текущем экране.

## Многоэкранный режим





Многоэкранный режим позволяет видеть все экраны одновременно. Чтобы сделать один из экранов активным, коснитесь его, при этом остальные экраны будут сохранять последний результат измерений.

## Измерение сигналов с перескоком частоты

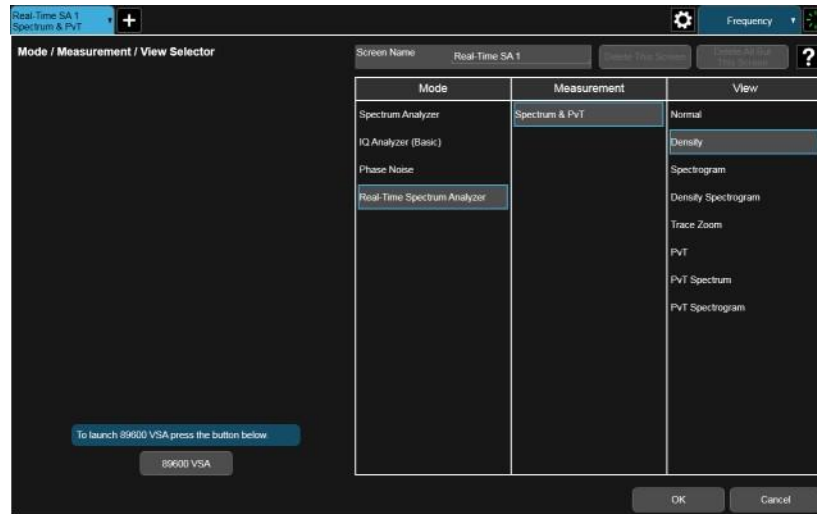
Чтобы продемонстрировать следующую процедуру, мы с помощью генератора сигналов создадим сигнал со свипированием по списку для разных сочетаний сигналов WCDMA, WLAN, GSM, WiMAX и CW.

### Процедура

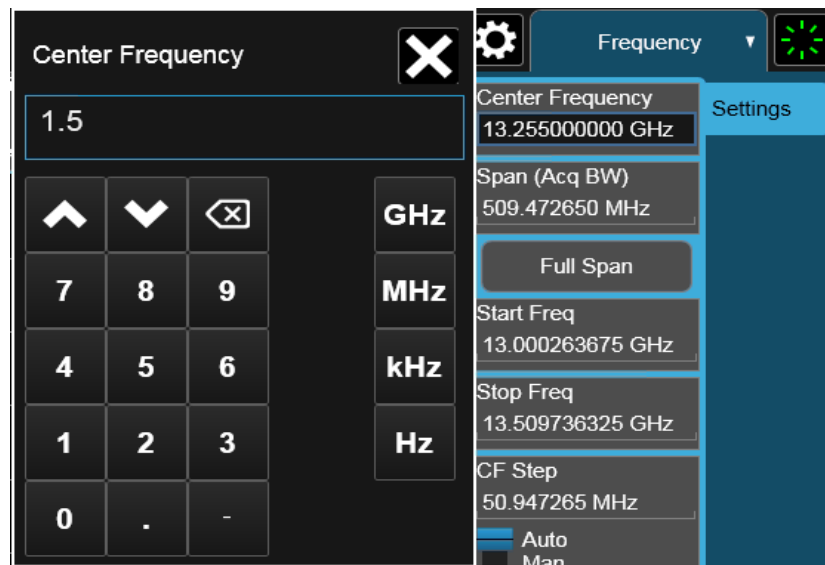
Шаг	Действие	Примечания
1 Настройка подключения приборов	 <p>Генератор сигнала</p> <p>Анализатор сигналов</p>	
2 Предварительная настройка анализатора UXA (Сброс режима)	<p>a. Нажмите кнопку <b>Mode Preset</b> на передней панели. Также вы можете нажать кнопку «Сброс режима» в выпадающем меню настроек, которое расположено в верхнем правом углу сенсорного экрана.</p> 	<p>Сброс режима — переводит текущий режим прибора в заранее настроенное состояние. Сброс режима влияет только на тот экран, который выбран в момент нажатия, но не влияет на остальные экраны.</p> <p>Сброс параметров режима — возвращает все дополнительные настройки текущего режима, а также все, что относится к настройке режима, к значениям по умолчанию.</p> <p>Сброс параметров экрана — возвращает настройку экранов к заводским значениям по умолчанию. Это действие удаляет все экраны, их имена и состояния. Останется только один экран с состоянием и именем по умолчанию, установленный во включенный режим.</p>



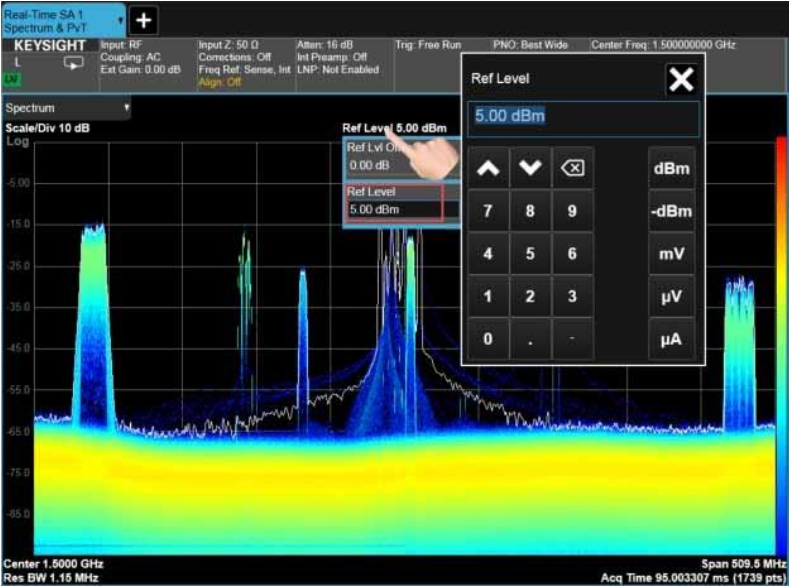
Шаг	Действие	Примечания
3 Запуск режима RTSA	<p>a. Коснитесь стрелки раскрывающегося списка экранов, чтобы войти в окно выбора режима/измерения/отображения, и выберите <b>Real Time Spectrum Analyzer (Анализатор спектра в реальном времени), Spectrum &amp; PVT (Спектр и PVT), Density (Плотность)</b>.</p> <p>b. Коснитесь кнопки ОК внизу диалогового окна.</p>	

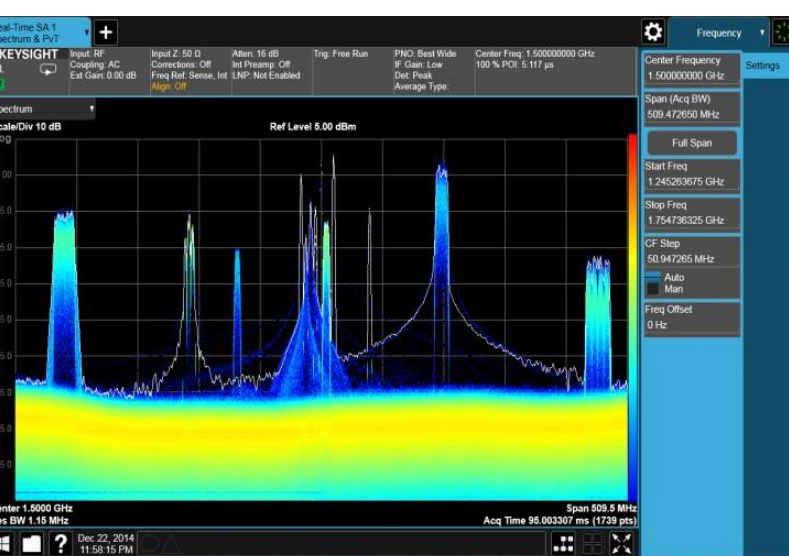


c. Дважды коснитесь пункта Center



d. Вы можете настраивать некоторые параметры, например, **Ref Level (Опорный уровень)** с помощью элементов аннотаций.

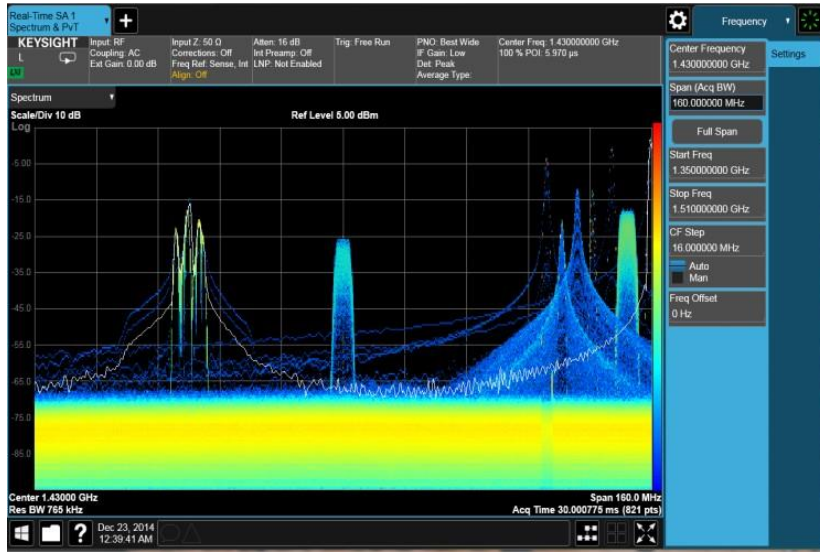
Шаг	Действие	Примечания
		

		<p>Здесь отображается очень динамичный сигнал, который довольно трудно наблюдать и измерять. Обратите внимание, что на этом изображении некоторые сигналы заглушаются другими.</p>
--	---	--

- 4 Приближение нужных сигналов
- Перетащите сигнал и увеличьте масштаб, чтобы лучше рассмотреть средний левый сигнал WCDMA, как показано ниже.
  - Или же вы можете коснуться пункта **Center Frequency (Центральная частота) 1,43 ГГц, SPAN (Полоса обзора), 160, МГц.**

### 3 Детектирование и анализ сигнала Измерение сигналов с перескоком частоты

Шаг	Действие	Примечания
-----	----------	------------



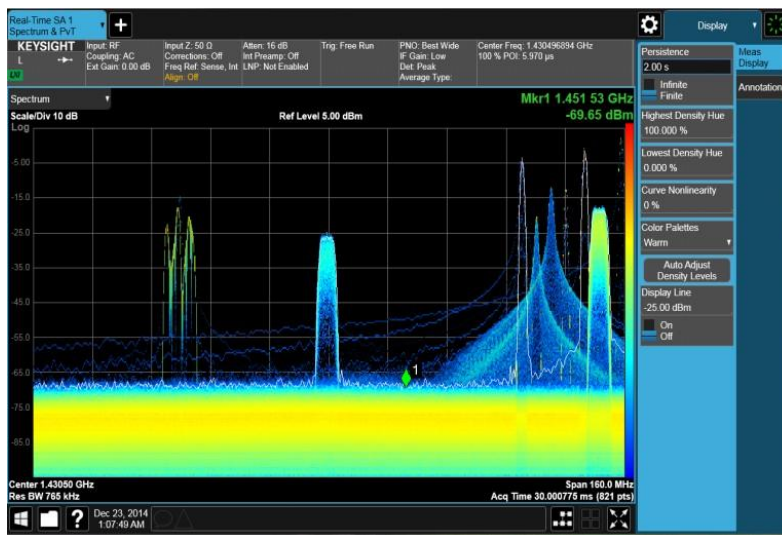
5 Изменение настроек сохранения

- Коснитесь раскрывающегося меню аппаратных клавиш и выберите **Display (Дисплей)**, **Persistence (Накопление данных)** и введите **1,5, с.**

Данная установка после свечения и накопления обеспечивает компромисс между быстрым обновлением отображения и достаточным временем для просмотра редко возникающих явлений.

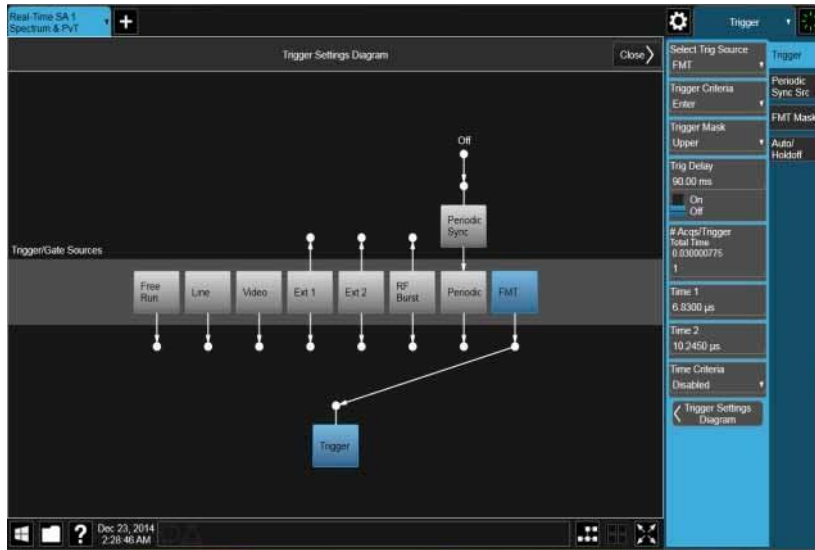
6 Добавьте маркер

- Коснитесь раскрывающегося меню аппаратных клавиш и выберите **Marker (Маркер)** и Marker Mode (Режим маркера), Normal (Нормальный), затем перетащите маркер или введите значение ,451 ГГц.



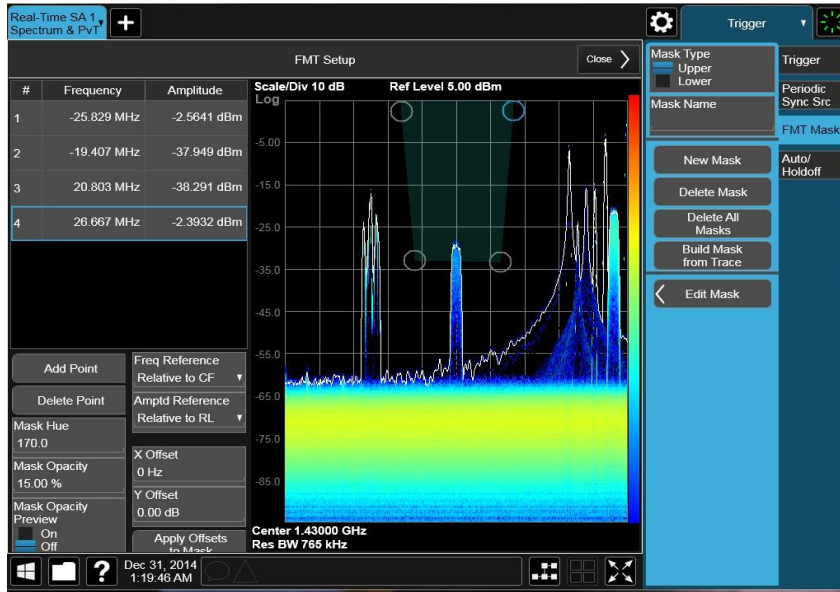
Широкий динамический диапазон позволяет вам видеть сигнал с уровнем 70 дБм.

Шаг	Действие	Примечания
7 Изменение настроек триггера	<b>a.</b> Коснитесь раскрывающегося меню аппаратных клавиш и выберите <b>Trigger (Триггер), Trigger Settings Diagram (Схема настройки триггера)</b> , затем коснитесь пункта <b>FMT</b> . Триггер изменит настройку с Free Run (Автозапуск) на FMT (Триггер по частотной маске).	Триггер по частотной маске (FMT) действует в режиме реального времени, помогая в поиске и идентификации кратковременных, нестабильных сигналов и помех.



- b.** Коснитесь пункта **FMT Mask (Маска FMT)**, затем **Edit Mask (Редактировать маску)**. Для редактирования маски вы можете непосредственно перетащить кружок, обозначающий край маски. Более подробная информация содержится в разделе **«Настройка триггера по частотной маске (FMT)»** на [странице 53](#).

В режиме FMT вы можете создать маску на дисплее и настроить для нее критерии триггера, которые определяют правила его срабатывания. Чтобы создать маску, можно поместить нужные точки в таблицу или отредактировать уже существующую маску, перетаскивая ее точки в нужные положения. В зависимости от того, какой сигнал вы намерены отслеживать, можно создать верхнюю и (или) нижнюю маску. Также вы можете построить маску на основе существующей трассы, а затем добавить к ней необходимое смещение. Эти маски можно сохранять и вызывать при необходимости.

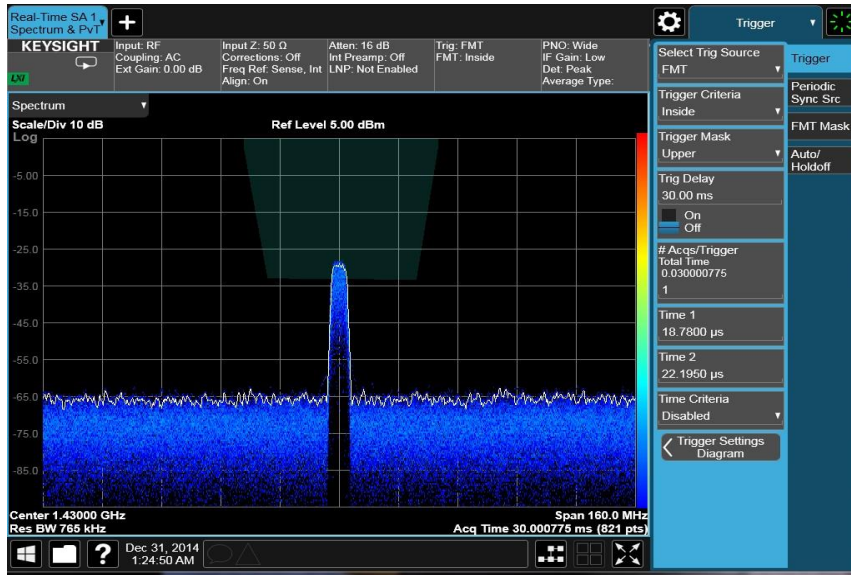


- c. Нажмите «Закреть», чтобы вернуться к экрану измерений.
- d. Коснитесь пункта **Trigger (Триггер)** и выберите **Trigger Criteria (Критерии триггера)**, Inside (Внутри). Более подробная информация содержится в разделе «**Подробности настройки триггера**» на странице 57.

Теперь, когда у вас есть созданная маска, вам нужно выбрать критерии триггера, для которых у вас есть несколько вариантов. Триггер может срабатывать, когда сигнал входит в маску (например, когда появляется помеха) или покидает ее (например, при временном ослаблении или исчезновении сигнала). Также вы можете настроить триггер, который будет активным постоянно, пока сигнал находится внутри или снаружи маски, а также срабатывающий при входе и последующем выходе сигнала (полезно для нестабильных сигналов).

Дополнительные установки параметров срабатывания триггера по частотной маске можно также выполнять с помощью программного обеспечения 89600B VSA, которое предназначено для подробного определения характеристик сложных сигналов и позволяет выявить ключевые причины проблем.

Шаг	Действие	Примечания
-----	----------	------------



8 (Опционально)  
Откройте приложение VSA

a. Коснитесь раскрывающейся вкладки внизу окна, где расположена кнопка запуска **89600 VSA**.

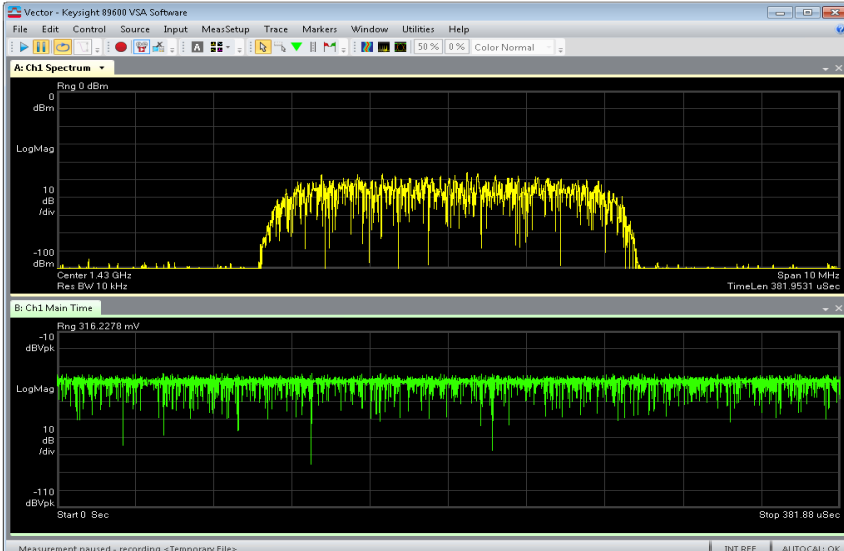
Первая загрузка может занять значительное время

9 Настройка VSA

- Выберите **Meas Setup (Настройка измерения)**, **Frequency (Частота)** и введите значение **1,43 ГГц** в окне ввода **Center (Центр)**.
- Выберите **ResBW (ПР)**, затем **12801** из выпадающего списка **Frequency Points (Точки частоты)**
- Выберите параметр **Arbitrary (Произвольный)** из выпадающего списка **ResBW Mode (Режим ПР)**.
- Выберите **Time (Время)** и введите значение **30 %** в окне ввода **Max Overlap (Avg Off) (Максимальное перекрытие: средн./выкл.)**.

Вы можете применить функцию захвата времени 89600 VSA для подробного изучения последовательности перестройки сигналов

### 3 Детектирование и анализ сигнала Измерение сигналов с перескоком частоты

Шаг	Действие	Примечания
	 <p>The screenshot displays the Keysight 89600 VSA Software interface. The top window, titled 'A: Ch1 Spectrum', shows a spectral plot with a yellow signal trace. The y-axis is labeled 'LogMag' and 'dBm', ranging from -100 to 0. The x-axis is labeled 'Center 1.43 GHz' and 'Re: BW 10 kHz'. The bottom window, titled 'B: Ch1 Main Time', shows a time-domain plot with a green signal trace. The y-axis is labeled 'LogMag' and 'dBVpk', ranging from -110 to -10. The x-axis is labeled 'Start 0 Sec' and 'Stop 381.88 uSec'. The software status bar at the bottom indicates 'Measurement paused - recording &lt;Temporary File&gt;'.</p>	<p>Процесс воспроизведения захвата выполняется непрерывно и позволяет почти без ограничений использовать возможности наложения. Воспроизведение позволит вам любым доступным способом отслеживать и измерять характеристики меняющегося сигнала</p>

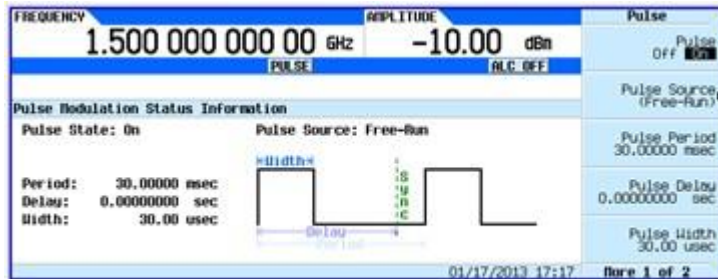
## Измерение короткоимпульсных сигналов

Основным преимуществом анализаторов реального времени является возможность быстро и надежно находить трудноуловимые сигналы и определять характер их изменения. Они применимы как для обнаружения и описания сигналов, так и для сбора данных в процессе диагностики или оптимизации.


Следующая процедура демонстрирует возможности анализатора спектра в реальном времени по отслеживанию сигнала с малой длительностью импульса (5,117 мкс) со 100-процентной точностью по амплитуде.

### Процедура

Шаг	Действие	Примечания
1 Восстановление стандартных настроек MXG	a. Нажмите клавишу <b>Preset</b> (Сброс).	
2 Настройка импульса на MXG	<p>a. Нажмите <b>FREQ (Частота), 1,5 ГГц, AMPTD (Амплитуда), -10, дБм, RF (ВЧ)</b> в положение On (вкл.).</p> <p>b. Нажмите <b>Pulse (Импульс), Pulse Period (Период импульса), 30, мс, Pulse Width (Длительность импульса), 30, мкс, Pulse (Импульс)</b> в положение On (вкл.).</p> <p>c. Нажмите <b>AMPTD (Амплитуда), ALC (APU)</b> в положение Off (выкл.).</p>	Вначале будем исследовать импульс с периодом 30 мс и длительностью 30 мкс.





Шаг	Действие	Примечания
3 Настройка подключения приборов	 <p>Генератор сигнала</p> <p>Анализатор сигналов</p>	

4 Предварительная настройка UXA

- a. Нажмите клавишу **Mode Preset** (Сброс режима). Также вы можете нажать кнопку «Сброс режима» в выпадающем меню настроек, которое расположено в верхнем правом углу сенсорного экрана.

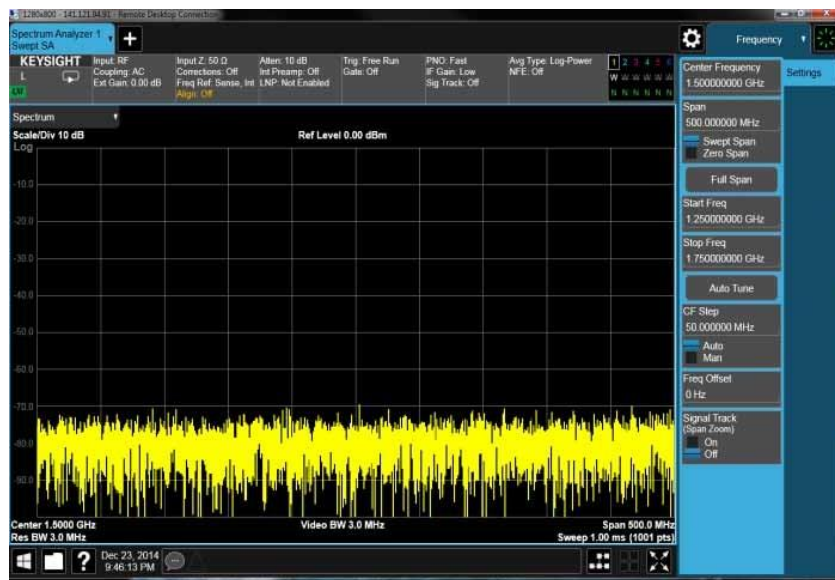


Сброс режима — переводит текущий режим прибора в заранее настроенное состояние. Сброс режима влияет только на тот экран, который выбран в момент нажатия, но не влияет на остальные экраны.

Восстановление параметров режима по умолчанию — сбрасывает все дополнительные настройки текущего режима, а также все, что относится к настройке режима.

Сброс параметров экрана — возвращает настройку экранов к заводским значениям по умолчанию. Это действие удаляет все экраны, их имена и состояния. Останется только один экран с состоянием и именем по умолчанию, установленный во включенный режим.

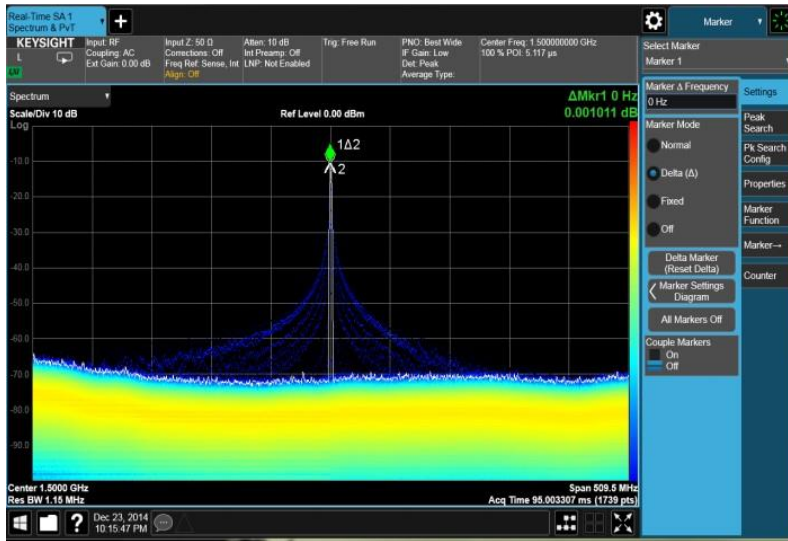
Шаг	Действие	Примечания
5 Настройка UXA	<p>a. Дважды коснитесь <b>Center Frequency (Центральная частота)</b> и ведите <b>1,5, ГГц</b>.</p> <p>b. Коснитесь раскрывающегося меню аппаратных клавиш и выберите <b>Meas Setup (Настройка измерения)</b>.</p> <p>c. Коснитесь панели <b>Global (Глобальная)</b> и включите Global Center Freq (Глобальная центральная частота).</p>	Если в любом режиме нажать кнопку «Глобальная центральная частота», значение центральной частоты из текущего режима отображения копируется в параметр «Глобальная центральная частота» и применяется во всех режимах, которые поддерживают этот параметр.



В режиме спектрального анализа во свипированием (диапазон = 500 МГц) вы можете заметить, что короткий импульсный сигнал не обнаруживается.

6 Запуск режима RTSA	<p>a. Коснитесь стрелки раскрывающегося списка экранов, чтобы войти в окно выбора режима/измерения/отображения, и выберите <b>Real Time Spectrum Analyzer (Анализатор спектра в реальном времени), Spectrum &amp; PVT (Спектр и PVT), Density (Плотность)</b>.</p> <p>b. Коснитесь раскрывающегося меню аппаратных клавиш и выберите <b>Peak Search (Поиск пика)</b>, затем нажмите вкладку <b>Settings</b></p>	Поскольку на предыдущем шаге мы настроили глобальную центральную частоту и режим RTSA поддерживает эту функцию, вам не нужно заново настраивать центральную частоту.
----------------------	---	--

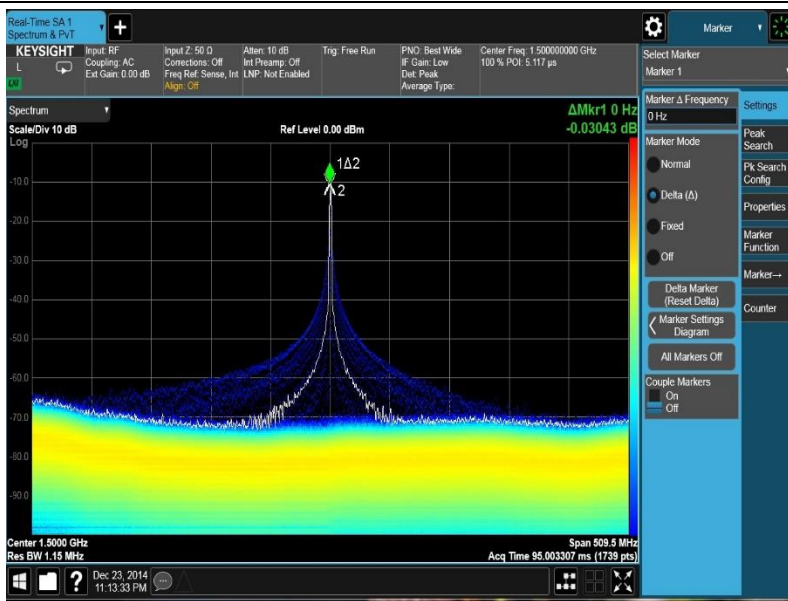
Шаг	Действие	Примечания
	(Настройки) и выберите <b>Delta (Дельта)</b> для режима маркера.	



В режиме RTSA она помогает отслеживать короткие импульсы с малой длительностью и длительным периодом.

7 Изменение длительности импульса на MXG

a. Нажмите **Pulse (Импульс)**, **Pulse Width (Длительность импульса)**, **5,117, мкс.**

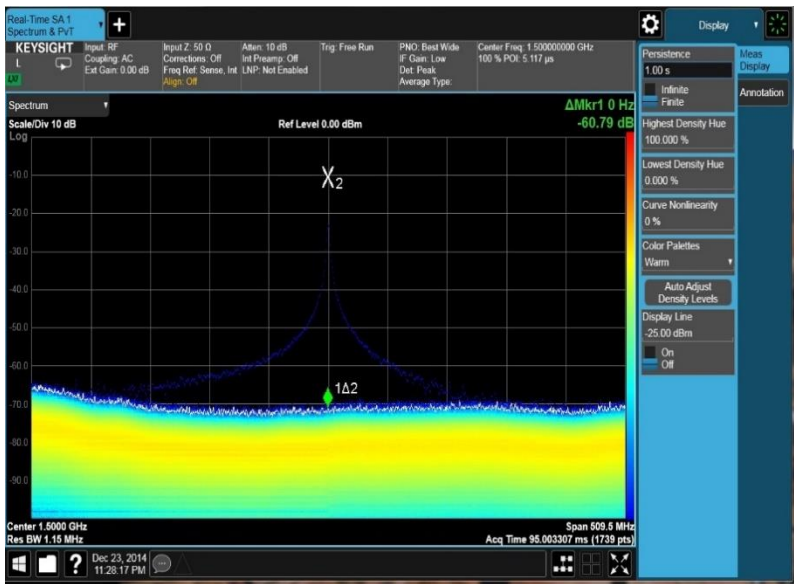
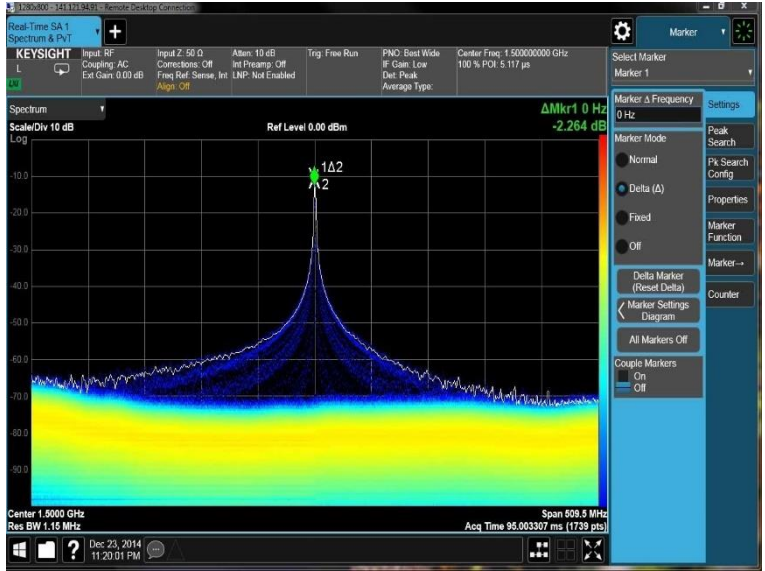


Дельта-маркер остается в районе 0 дБ в каждом периоде сбора данных.

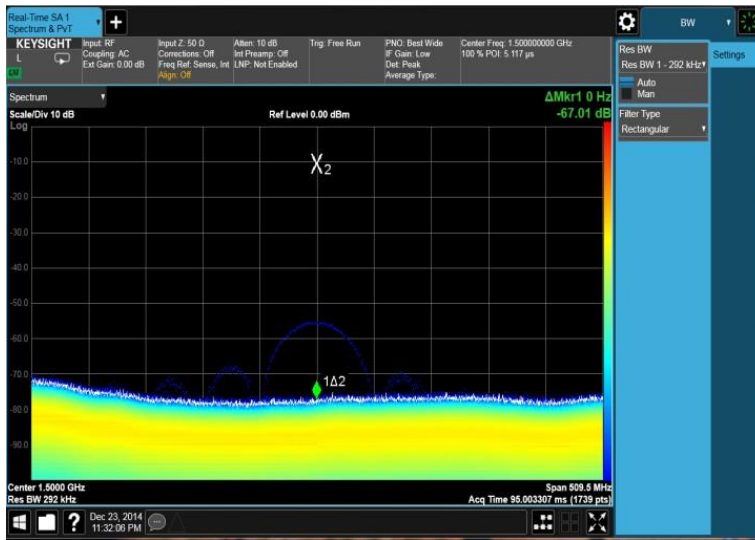
8 Изменение длительности импульса на MXG

a. Нажмите **Pulse (Импульс)**, **Pulse Width (Длительность импульса)**, **2, мкс.**

Шаг	Действие	Примечания
9 Изменение периода импульса на MXG	a. Нажмите <b>Pulse (Импульс)</b> , <b>Pulse Period (Период импульса)</b> , <b>1, с</b> .	Если уменьшить длительность импульса, он по-прежнему будет отображаться, но для него может некорректно определяться амплитуда.
10 Изменение режима отображения UXA	a. Коснитесь раскрывающегося меню аппаратных клавиш и выберите <b>Display (Дисплей)</b> , <b>Persistence (Накопление данных)</b> и введите <b>1, с</b> .	При таких настройках по-прежнему гарантируется 100 % вероятность обнаружения
11 Изменение длительности импульса на MXG	a. Нажмите <b>Pulse (Импульс)</b> , <b>Pulse Width (Длительность импульса)</b> , <b>20,нс</b> .	



Шаг	Действие	Примечания
12 Изменение типа фильтра ПЧ на УХА	а. Коснитесь раскрывающегося меню аппаратных клавиш и выберите <b>BW (ПЧ), Filter Type, Rectangular (Тип фильтра, прямоугольный)</b> .	



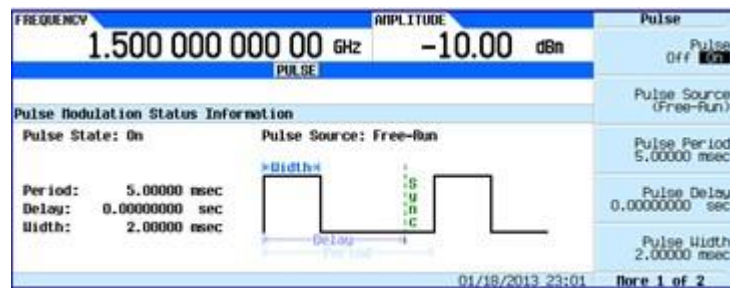
Даже очень короткий импульс по-прежнему наблюдается в спектре. Прямоугольный фильтр помогает стабилизировать показания амплитуды.

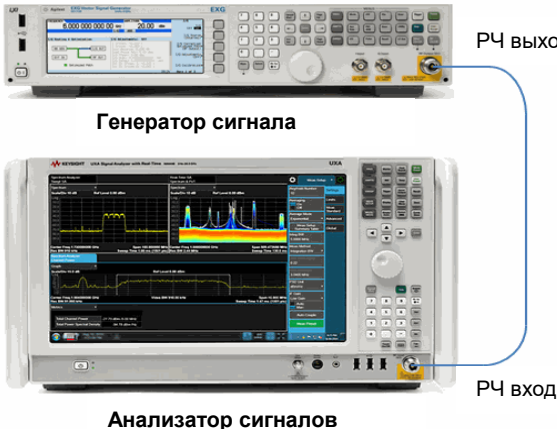
## Измерение нестабильных сигналов

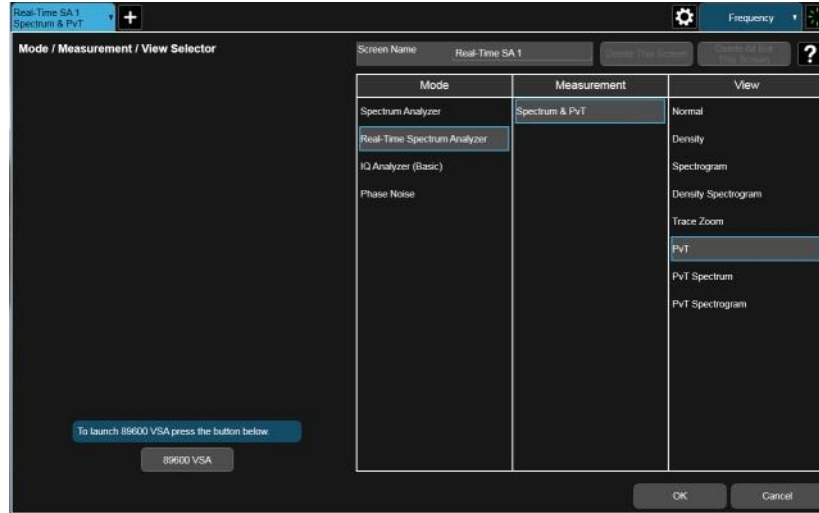
При работе с сигналами, временные/частотные параметры которых быстро изменяются, анализатор сигналов реального времени позволит правильно отслеживать характеристики таких сигналов. В этом примере мы измерим характеристики импульсного сигнала с частотной и амплитудной модуляцией.

### Процедура

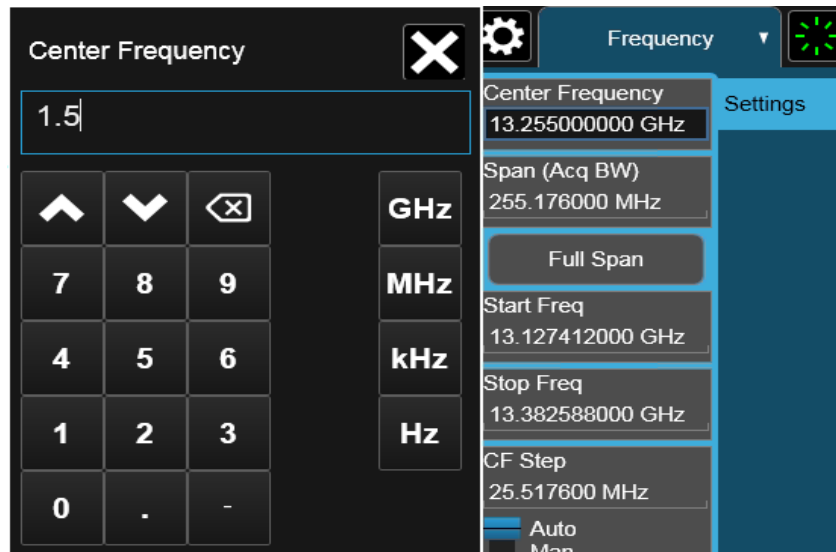
Шаг	Действие	Примечания
1 Восстановление стандартных настроек MXG	a. Нажмите клавишу <b>Preset</b> (Сброс).	
2 Настройка импульса на MXG	<p>a. Нажмите <b>FREQ (Частота)</b>, <b>1,5</b>, <b>ГГц</b>, <b>AMPTD (Амплитуда)</b>, <b>-10</b>, <b>дБм</b>, <b>RF (ВЧ)</b> в положение On (вкл.).</p> <p>b. Нажмите <b>Pulse (Импульс)</b>, <b>Pulse Period (Период импульса)</b>, <b>5</b>, <b>мс</b>, <b>Pulse Width (Длительность импульса)</b>, <b>2</b>, <b>мс</b>, <b>Pulse (Импульс)</b> в положение On (вкл.).</p> <p>c. Нажмите <b>AMPTD (Амплитуда)</b>, <b>ALC (APU)</b> в положение Off (выкл.).</p>	Эти настройки устанавливают период импульса 5 мс и длительность импульса 2 мс.



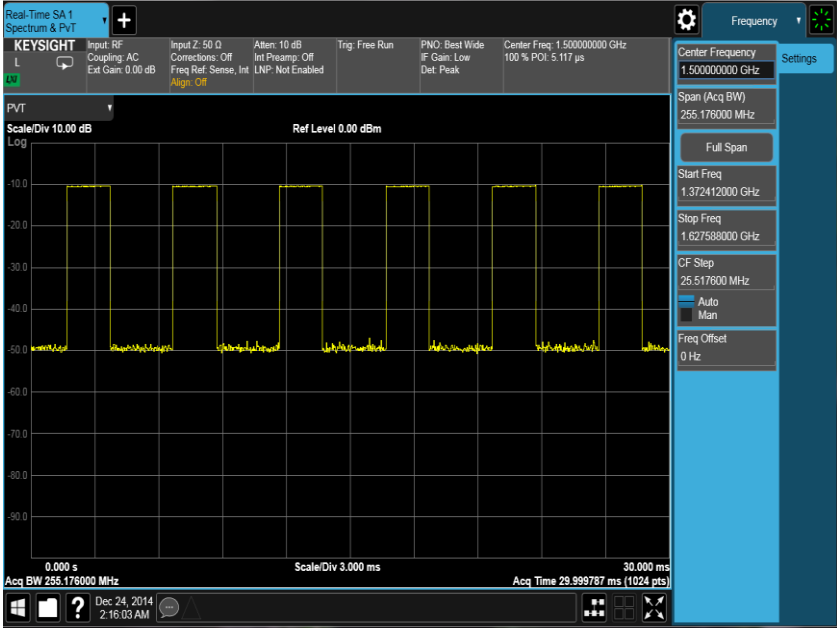
Шаг	Действие	Примечания
3 Настройка подключения приборов	 <p>Генератор сигнала</p> <p>Анализатор сигналов</p>	
4 Предварительная настройка UXA (Сброс режима)	<p>а. Нажмите кнопку <b>Mode Preset</b> передней панели. Также вы можете нажать кнопку «Сброс режима» в выпадающем меню настроек, которое расположено в верхнем правом углу сенсорного экрана.</p>	<p>Сброс режима — переводит текущий режим прибора в заранее настроенное состояние. Сброс режима влияет только на тот экран, который выбран в момент нажатия, но не влияет на остальные экраны.</p> <p>Восстановление параметров режима по умолчанию — сбрасывает все дополнительные настройки текущего режима, а также все, что относится к настройке режима.</p> <p>Сброс параметров экрана — возвращает настройку экранов к заводским значениям по умолчанию. Это действие удаляет все экраны, их имена и состояния. Останется только один экран с состоянием и именем по умолчанию, установленный во включенный режим.</p>
5 Выбор режима реального времени	<p>а. Коснитесь стрелки раскрывающегося списка экранов, чтобы войти в окно выбора режима/измерения/отображения, и выберите <b>Real Time Spectrum Analyzer (Анализатор спектра в реальном времени), Spectrum &amp; PVT (Спектр и PVT), PVT</b>.</p>	




- б. Дважды коснитесь пункта **Center Frequency (Центральная частота)** и введите значение **1,5 ГГц**.





Шаг	Действие	Примечания
		<p>Этот сигнал будет отображен на дисплее шестью стабильными импульсами, но триггер срабатывать не будет, поскольку время сбора данных (30 мс) в 6 раз превышает период сигнала (5 мс), а на экране отображается мощность относительно времени в реальном времени.</p>
<p>6 Включение амплитудной и частотной модуляций для импульсного сигнала на MXG</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Нажмите <b>AMPTD (Амплитуда)</b>, <b>ALC (APУ)</b> в положение On (вкл.).</li> <li>b. Нажмите <b>FM (ЧМ)</b>, <b>FM Source (Источник ЧМ)</b>, <b>Func Gen 1 (Функциональный генератор 1)</b>, <b>FM Dev (Отклонение ЧМ)</b>, 8, МГц, <b>More (Еще)</b>, <b>Setup FM Source</b>, <b>FM Rate (Настройка источника ЧМ, частота ЧМ)</b>, 0,3, Гц, <b>Return (Возврат)</b>, <b>Return (Возврат)</b>, <b>FM Off On (ЧМ выкл./вкл.)</b> в положение On (вкл.).</li> <li>c. Нажмите <b>AM</b>, <b>AM Source (Источник AM)</b>, <b>Func Gen 2 (Функциональный генератор 2)</b>, <b>AM Depth (Глубина AM)</b>, 90%, <b>More (Еще)</b>, <b>Setup AM Source</b>, <b>AM Rate (Настройка источника AM, частота AM)</b>, 0,4, Гц, <b>Return (Возврат)</b>, <b>Return (Возврат)</b>, <b>AM Off On (AM выкл./вкл.)</b> в положение On (вкл.).</li> </ol>	
<p>7 Включение режима отображения спектра на UXA</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Коснитесь стрелки раскрывающегося списка экранов, чтобы войти в окно выбора режима/измерения/отображения, и выберите <b>Real Time Spectrum Analyzer (Анализатор спектра в реальном времени)</b>, <b>Spectrum &amp; PVT (Спектр и PVT)</b>, <b>PVT, Spectrum (Спектр)</b>.</li> </ol>	

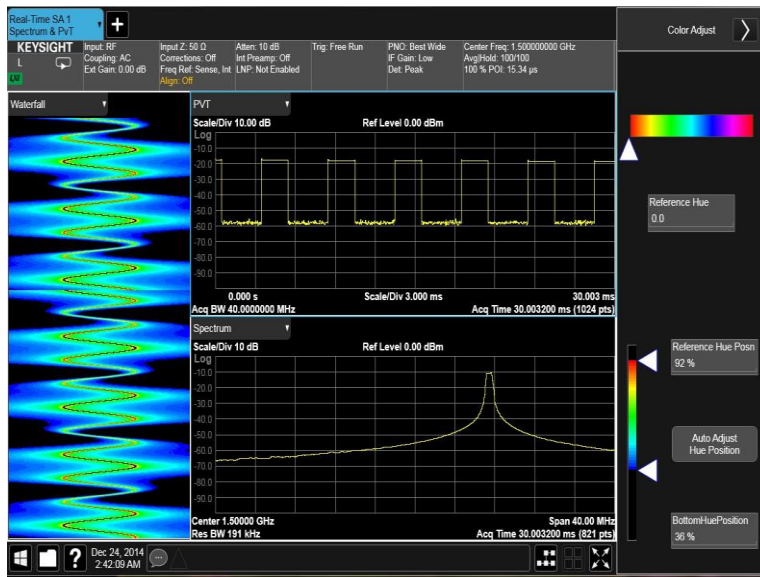
Шаг	Действие	Примечания
		<p>В этом режиме отображения сочетаются два разных окна. В верхнем из них демонстрируется график мощности относительно времени, а в нижнем — график спектра. В нижнем окне на горизонтальной оси откладывается частота, а вертикальная ось обозначает амплитуду.</p>

- 8** Включение режима отображения спектрограммы на UXA
- a.** Коснитесь стрелки раскрывающегося списка экранов, чтобы войти в окно выбора режима/измерения/отображения, и выберите **Real Time Spectrum Analyzer (Анализатор спектра в реальном времени), Spectrum & PVT (Спектр и PVT), PVT Spectrogram (Спектрограмма и PVT)**.

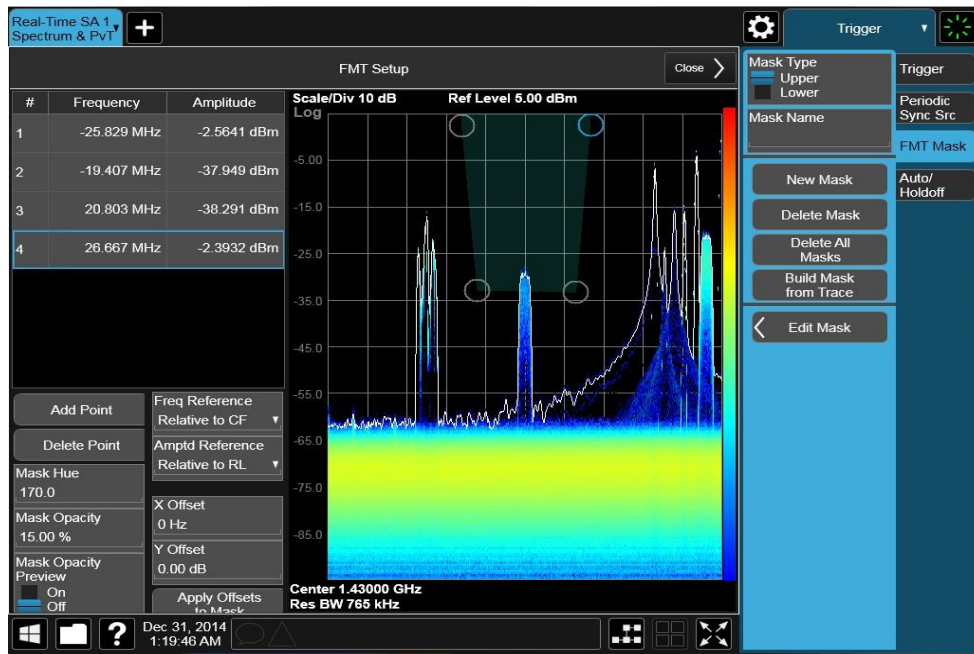
		<p>В этом режиме слева от двух предыдущих окон добавляется трасса спектрограммы. Для получения более подробной информации см. раздел «Спектрограмма» на странице 21</p>
--	--	---

- 9** Изменение частоты ЧМ на MXG
- a.** Нажмите **FM (ЧМ), More (Еще), Setup FM Source, FM Rate (Настройка источника ЧМ, Частота ЧМ), 1, Гц**.

Шаг	Действие	Примечания
10 Изменение диапазона и отображения спектрограммы на UXA	<p>a. Коснитесь раскрывающегося меню аппаратных клавиш и выберите <b>Frequency (Частота)</b>, затем <b>Span (Полоса обзора)</b> и введите значение <b>40, МГц</b>.</p> <p>b. Коснитесь раскрывающегося меню аппаратных клавиш и выберите <b>Display (Дисплей)</b>, <b>Color Adjust (Коррекция цвета)</b>, <b>Auto Adjust Hue Position (Автоматическая коррекция значений оттенка)</b>.</p>	<p>Это действие устанавливает «Опорное значение оттенка» на максимальное значение амплитуды, обнаруженное в текущей спектрограмме, а «Нижнее граничное значение оттенка» на минимальное значение амплитуды в текущей спектрограмме. Это позволяет более подробно изучить нужный сигнал. Для получения более подробной информации см. раздел «Спектрограмма» на странице 21.</p>



## Настройка триггера по частотной маске (FMT)



### Навигация

Открыв редактор триггера по частотной маске, вы можете перемещаться по таблице значений и редактировать точки маски. Таблица значений выделена синим цветом, и вы можете изменять значения в ней.

### Частота

Выбирает для редактирования значение частоты в текущей строке.

### Амплитуда

Выбирает для редактирования значение амплитуды в текущей строке.

### Добавление точки

Это действие добавляет точку (со значениями частоты и амплитуды для точек фиксации маски) ниже текущей точки. Новая точка учитывает все параметры текущей точки и становится текущей точкой. Новая точка на этом этапе еще не внесена в таблицу, поэтому данные в этой строке отмечены светло-серым цветом. Новая точка вносится в таблицу, когда вы выберете завершающий блок.

### Удаление точки

Это действие немедленно удаляет текущую выбранную точку, независимо от активности режима редактирования, и устанавливает Навигацию в качестве активной функции. Выбранной становится точка, следующая непосредственно за удаляемой (или непосредственно предшествующая, если за ней нет точек).

## Опорная частота/амплитуда

Указывает, что выбранная маска установлена относительно центральной частоты или опорного уровня.

**Относительно центральной частоты.** Выбирает режим, при котором точки частоты в маске привязываются к центральной частоте прибора и (или) выражаются в виде смещения от центральной частоты прибора.

Для примера предположим, что на приборе настроена центральная частота 1 ГГц. Если параметр «Относительно центральной частоты» отключен, при создании новой точки маски со значением частоты 300 МГц эта точка отображается на уровне 300 МГц и не будет изменять свое положение в случае изменения центральной частоты. Если параметр «Относительно центральной частоты» включен, при создании новой точки маски со значением частоты 300 МГц эта точка отображается на уровне 1,3 ГГц (центральная частота + 300 МГц). И если после этого вы измените центральную частоту на 2 ГГц, точка маски сместится на уровень 2,3 ГГц (новая центральная частота + 300 МГц).

Вы можете изменять значение этого параметра и после ввода точки маски. При включении или отключении этого параметра значение частоты для точки маски изменяется таким образом, чтобы точка сохраняла свое положение с учетом текущей центральной частоты, настроенной для анализатора.

**Относительно опорного уровня.** Выбирает режим, при котором точки амплитуды в маске привязываются к опорному уровню прибора и (или) выражаются в виде смещения от опорного уровня прибора.

Для примера предположим, что вы используете маску, а опорный уровень имеет значение -10 дБм. Если параметр «Относительно опорного уровня» отключен, при создании новой точки маски со значением амплитуды -20 дБм эта точка отображается на уровне -20 дБм, и не будет изменять свое положение в случае изменения опорного уровня амплитуды. Если параметр «Относительно опорного уровня» включен, при создании новой точки маски со значением амплитуды -20 дБм эта точка отображается на уровне -30 дБм (опорный уровень – 20 дБ).

И если после этого вы измените опорный уровень на -30 дБм, точка маски сместится на уровень -50 дБм (новый опорный уровень – 20 дБ).

Вы можете изменять значение этого параметра и после ввода точки маски. При включении или отключении этого параметра значение амплитуды для точки маски изменяется таким образом, чтобы точка сохраняла свое положение с учетом текущего опорного уровня, настроенного для анализатора.

## Смещения

**Смещение по X** — переносит все точки частоты в маске на указанную величину частоты.

**Смещение по Y** — переносит все точки амплитуды в маске на указанную величину амплитуды.

**Применить смещения к маске** — применяет указанные смещения по X и Y к выбранной маске.

## Цвет маски

**Оттенок маски** — этот параметр позволяет настроить оттенок маски.

**Непрозрачность маски** — этот параметр позволяет настроить непрозрачность маски.

**Просмотр непрозрачности маски** — отображает пример изображения с текущими настройками непрозрачности маски.

## Тип маски

Этот параметр позволяет выбрать верхний или нижний тип маски.

## Имя маски

Содержит описание, характеризующее конкретный лимит, длиной до 60 символов. Это значение сохраняется в экспортируемом файле и может отображаться в области активной функции при создании снимка экрана.

## Новая маска

Очищает все существующие маски и создает новую маску с 4 точками. Две из них будут иметь координаты  $\pm 20\%$  от центральной частоты на опорном уровне. Остальные две —  $\pm 10\%$  от центральной частоты и на  $20\%$  ниже опорного уровня.

При выборе этого действия отображается следующее предупреждение:

«Это действие удаляет все точки выбранной маски. Вы уверены, что хотите продолжить?»

Нажмите ВВОД для продолжения или ESC для отмены».

## Удаление маски

Эта кнопка удаляет текущую выбранную маску. При выборе этого действия отображается следующее предупреждение:

«Это действие удаляет все точки выбранной маски. Вы уверены, что хотите продолжить? Нажмите ВВОД для продолжения или ESC для отмены».

## Удаление всех масок

Эта кнопка удаляет одновременно верхнюю и нижнюю маску. При выборе этого действия отображается следующее предупреждение:

«Это действие удаляет все точки обеих масок. Вы уверены, что хотите продолжить?»

Нажмите ВВОД для продолжения или ESC для отмены».

## Создание маски из трассы

Это действие позволяет создать маску из трассы, отображаемой в режиме настройки триггера по частотной маске. Будут создано не более 20 точек, приближенно обозначающих границы текущей трассы.

Точки маски, создаваемые этим действием, могут впоследствии учитывать смещения по X и (или) Y для корректировки положения триггера.

## Подробная информация о настройке триггера

### Критерии триггера

Этот параметр позволяет определить событие, по которому будет срабатывать триггер. События описывают характер взаимодействия сигналов с частотной маской. Данные, собираемые RTSA, создаются с применением множества БПФ. Выбранный вариант критерия триггера указывает, какие БПФ будут использоваться для создания данных.

Вход	Триггер срабатывает в тот момент, когда сигнал входит в зону, ограниченную частотной маской. Событие триггера не будет создаваться снова, пока сигнал не покинет эту зону и не вернется в нее снова.
Выход	Триггер срабатывает в тот момент, когда сигнал покидает зону, ограниченную частотной маской. Для срабатывания такого триггера сигнал должен сначала оказаться в зоне маски.
Внутри	Событие триггера активируется, когда сигнал входит в зону маски, и остается активным, пока сигнал не покинет эту зону.
Снаружи	Событие триггера активируется, когда сигнал покидает зону маски, и остается активным, пока сигнал не вернется в эту зону.
Вход-выход	Триггер срабатывает в тот момент, когда сигнал сначала входит в зону, ограниченную частотной маской, а затем покидает ее.

### 3 Детектирование и анализ сигнала Подробная информация о настройке триггера

**Выход-вход** Триггер срабатывает в тот момент, когда сигнал сначала покидает зону, ограниченную частотной маской, а затем входит в нее.

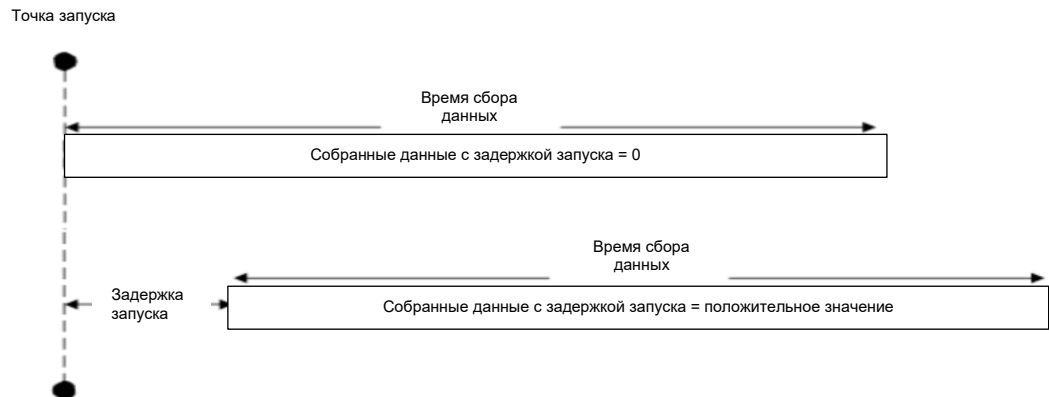
## Маска триггера

Этот параметр позволяет выбрать тип маски, используемой для триггера: верхняя, нижняя или обе.

## Задержка триггера

Определяет период времени после срабатывания критерия триггера, по истечении которого анализатор начнет сбор данных.

### Схема задержки триггера



## Кол-во измерений на триггер

Определяет, сколько измерений нужно возвращать при каждом срабатывании триггера. Этот параметр особенно полезен, если вы используете режим спектрограммы с короткими периодами сбора данных, и хотите получить несколько трасс по каждому событию триггера. Если для количества измерений на триггер вы установите значение 20, а для времени сбора данных — 30 мс, то при каждом срабатывании триггера прибор будет собирать данные в общей сложности за 600 мс ( $20 \times 30$  мс).



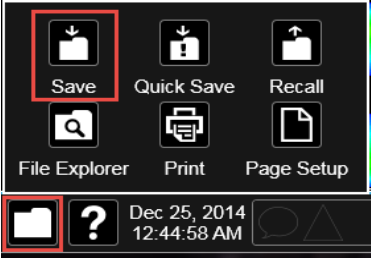
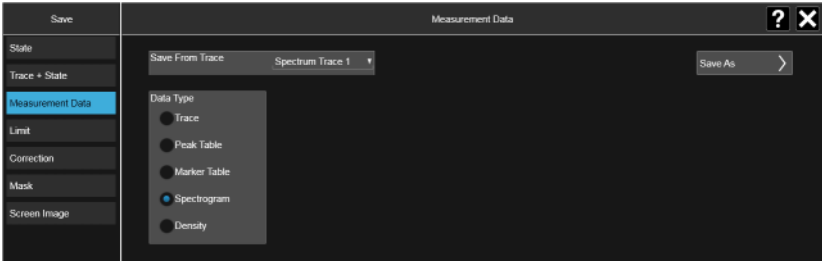
## Сохранение данных

### Сохранение данных спектрограммы

В режиме спектрограммы вы можете сохранить результаты за 10000 последовательных (непрерывных) сканирований. Каждое сканирование возвращает 821 точку с результатами по амплитуде, полученными на основе измеренных данных за интервал, указанный в параметре «Период сбора данных». Блок спектрограммы продолжает собирать новые данные параллельно с процессом сохранения, и, если сохранение занимает меньше времени, чем заполнение памяти трасс сигнала, то есть возможность сохранять файлы непрерывно, не теряя данных.

Например, если настроено время сбора данных 100 мс, то создание всех 10 000 трасс занимает более 16 минут. На сохранение файла объемом 10 000 трасс на внутренний диск UXA требуется примерно 12 секунд. В процессе сохранения спектрограмма продолжает работать, по-прежнему собирая данные каждые 100 мс.

Чтобы сохранить данные спектрограммы в файле формата .csv на анализаторе спектра в реальном времени, выполните следующие действия.

Шаг	Примечания
1 Коснитесь пиктограммы File (Файл) и выберите <b>Save (Сохранить)</b>	
2 Коснитесь <b>Measurement Data (Данные измерения), Spectrogram (Спектрограмма)</b>	
3 Коснитесь пункта <b>Save As (Сохранить как)</b>	Диалоговое окно «Сохранить как» позволяет присваивать имя файлам и выбирать, куда вы хотите сохранить данные.

**4 Нажмите Save (Сохранить)**

Для сохранения аналогичных следующих файлов, используйте кнопку **Quick Save (Быстрое сохранение)**, которая запишет новый файл с таким же именем, увеличив его номер на единицу.

В сохраненном файле с данными каждая строка, начиная со строки Data1, обозначает один временной срез спектрограммы. Data1 содержит самый свежий срез данных, а Data(N) с максимальным номером N обозначает самый старый набор данных, то есть первую трассу в этом файле.

Второй столбец в наборе данных содержит отметку времени, то есть обозначает промежуток времени, в течение которого были собраны все данные в соответствующей строке. Далее перечислены все 821 точка частотных данных (на листе Excel эти данные распространяются вправо до столбца AEQ). См. пример данных на следующем рисунке.

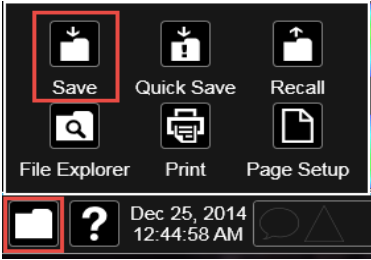
	A	B	C	D	E	F
1	MeasResult					
2	Real Time SA					
3	A.15.00_R0063	N9040B				
4	526 ALV B25 B2X B40 B5X CR3 CRP EA		1			
5	Segment		0			
6	Result Type	Spectrogram				
7	Measurement Type	Spectrum				
8	Number of Points		821			
9	Pvt Number of Points		1024			
10	Acquisition Time		0.03000024			
11	Start Frequency		1495000000			
12	Stop Frequency		1505000000			
13	Average Count		100			
14	Average Type	Voltage				
15	RBW	47838.57657				
16	RBW Filter	Gaussian				
17	RBW Filter BW	3dB				
18	Trigger Source	Free				
19	Trigger Level		1.2			
20	Trigger Slope	Positive				
21	Trigger Delay		0			
44	...					
45	DATA					
46	Frequency (Hz)		1.5E+09	1.5E+09	1.5E+09	1.5E+09
47	DATA0	NaN	-87.4727	-87.3202	-86.7485	-86.285
48	DATA1	2.97038269	-87.4727	-87.3202	-86.7485	-86.285
49	DATA2	2.940376282	-65.5912	-65.5138	-65.4372	-65.3612
50	DATA3	2.910377502	-18.6017	-17.274	-17.5993	-19.567
51	DATA4	2.880371094	-77.0446	-77.2923	-77.3401	-77.1377
52	DATA5	2.850372314	-87.7282	-87.0363	-86.7485	-87.1299
53	DATA6	2.820365906	-26.6022	-25.2755	-25.5999	-27.5791
54	DATA7	2.790359497	-18.5998	-17.2729	-17.5987	-19.5728
55	DATA8	2.760360718	-69.1951	-69.2087	-69.2447	-69.2705

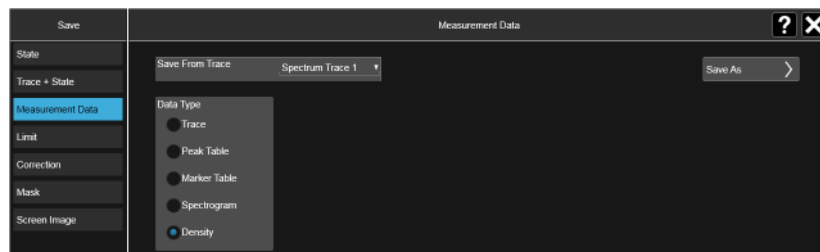
## Сохранение данных плотности

Файл с результатами измерений плотности содержит те же данные, что и другие файлы результатов измерений, с добавлением следующего: кол-во БПФ, частота отсчетов и время сбора данных.

Формат данных приводится в разделе DATA. Он содержит набор точек с координатами частоты и амплитуды, значение (от 0 до 1) в каждой из которых соответствует плотности в этой точке. Таким образом, если сигнал находится в определенной точке частоты и амплитуды в течение 50 % периода сбора данных, в этой точке будет указано значение 0,5. Положение точки на битовой карте частоты и амплитуды соответствует положению соответствующей ячейки среди строк и столбцов в файле .csv.

Чтобы сохранить данные плотность в файле формата .csv на анализаторе спектра в реальном времени, выполните следующие действия.

Шаг	Примечания
1 Коснитесь пиктограммы File (Файл) и выберите <b>Save</b> (Сохранить)	
2 Коснитесь Measurement Data (Данные измерения), Density (Плотность)	
3 Коснитесь пункта <b>Save As</b> (Сохранить как)	Диалоговое окно «Сохранить как» позволяет присваивать имя файлам и выбирать, куда вы хотите сохранить данные.
4 Нажмите <b>Save</b> (Сохранить)	Для сохранения аналогичных следующих файлов, используйте кнопку <b>Quick Save</b> (Быстрое сохранение), которая запишет новый файл с таким же именем, увеличив его номер на единицу.



### 3 Детектирование и анализ сигнала Сохранение данных

В сохраненном файле данных первая строка содержит заголовки. Формат данных содержит список точек с наборами частоты и амплитуды, значение (от 0 до 1) в каждой из которых соответствует плотности в этой точке. Таким образом, если сигнал находится в определенной точке частоты и амплитуды в течение 50 % периода сбора данных, в этой точке будет указано значение плотности 0,5. Положение точки на битовой карте частоты и амплитуды соответствует положению соответствующей ячейки среди строк и столбов в файле .csv. Пример таких данных приводится на следующем рисунке.

	A	B	C	D	E	F	G
1	Trace						
2	Real Time SA						
3	A.15.00_R0063	N9040B					
4	526 ALV B25 B2X B40 B5X CR3 CRP EA3 EMC E	1					
5	Scale Per Div	10					
6	Segment	0					
7	Result Type	Density					
8	Measurement Type	Spectrum					
9	Number of Points	1739					
10	Pvt Number of Points	1024					
11	Acquisition Time	0.095003307					
12	Start Frequency	1245263675					
13	Stop Frequency	1754736325					
14	Average Count	1					
15	Average Type	Voltage					
16	RBW	1148125.838					
17	RBW Filter	Gaussian					
18	RBW Filter BW	3dB					
19	Trigger Source	Free					
20	Trigger Level	1.2					
21	Trigger Slope	Positive					
22	Trigger Delay	0					
44	...						
45	DATA						
46	Freq/Ampl	1245263675 Hz	124555681	124584994	124614308	124643622	124672936
47	-100 dBm	0.000431143	0.000431	0.000287	0.000503	0.000323	0.000216
48	-99.55556 dBm	0.000395214	0.000395	0.000503	0.00079	0.000395	0.000539
49	-99.11111 dBm	0.000574857	0.000539	0.000647	0.000539	0.000503	0.000719
50	-98.66666 dBm	0.0007545	0.000683	0.000898	0.000575	0.000719	0.000683
51	-98.22222 dBm	0.000215571	0.00018	0.000144	0.000287	0.000252	0.000252
52	-97.77778 dBm	0.000431143	0.000862	0.000826	0.000826	0.000755	0.000503
53	-97.33334 dBm	0.000862286	0.000683	0.000683	0.000611	0.000539	0.000539
54	-96.88889 dBm	0.001149714	0.001186	0.001437	0.001293	0.00079	0.001222

