



Программное обеспечение реального времени

Spike™

для анализаторов спектра

Signal Hound™

Руководство пользователя

Signal Hound®

2010, Test Equipment Plus
35707 NE 86th Ave
<http://www.signalhound.com>
Phone (360) 263-5006 • Fax (360) 263-5007

Эксклюзивный представитель компании в России

ООО «Радиокомп»
111024, Москва, ул. Авиамоторная, д.8
<http://www.signalhound.ru>
<http://www.radiocomp.ru>
тел. (495) 957-77-45, факс (495) 925-10-64
Email: sales@radiocomp.ru

Оглавление

1 ВВЕДЕНИЕ.....	5
1.1 Что нового.....	5
2 ПОДГОТОВКА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ	5
2.1 Начальный осмотр.....	5
2.2 Установка программного обеспечения	5
2.2.1 Системные требования	6
2.3 Установка драйвера прибора.....	6
2.4 Подключение прибора к компьютеру	7
2.5 Первый запуск программного обеспечения.....	7
3 НАЧАЛО РАБОТЫ.....	8
3.1 Координатная сетка.....	8
3.2 Панели управления	8
3.2.1 Проведение измерений	9
3.2.1.1 Управление спектрограммой (Trace Controls).....	9
3.2.1.2 Управление маркерами (Marker Controls).....	10
3.2.1.3 Управление смещением (Offsets).....	10
3.2.1.4 Параметры канала (Channel Power).....	10
3.2.1.5 Занятая полоса частот (Occupied Bandwidth)	10
3.2.2 Настройки развертки.....	11
3.2.2.1 Управление частотой (Frequency Controls).....	11
3.2.2.2 Управление амплитудой (Amplitude Controls)	11
3.2.2.3 Управление полосой (Bandwidth Controls)	12
3.2.2.4 Управление оцифровкой (Acquisitions Controls).....	12
3.2.3 Настройки демодуляции.....	13
3.2.3.1 Управление захватом (Capture settings)	13
3.2.3.2 Управление триггером (Trigger settings).....	13
3.2.3.3 Анализ модуляции (AM/FM Modulation Analysis).....	13
3.2.4 Управление демодуляцией цифровых сигналов (Digital Demodulation Control Panel)..	14
3.2.4.1 Настройки демодуляции.....	14
3.2.4.2 Настройки запуска	14
3.3 Панель управления отображением спектра	14
3.4 Панель управления нулевой полосой обзора	15
3.5 Главное меню.....	15
3.5.1 Меню файл (File menu).....	15
3.5.2 Меню редактирования (Edit menu).....	16
3.5.3 Предустановки (Presets).....	16
3.5.4 Настройки (Settings).....	16
3.5.5 Анализ спектра (Spectrum Analysis)	17
3.5.6 График (Trace)	17
3.5.7 Утилиты (Utilities).....	17
3.5.8 Помощь (Help).....	18
3.6 Установки (Preferences)	18
3.7 Строка состояния (The status bar)	18
3.8 Список предупреждений (Annunciator list).....	18
3.9 Панель проигрывателя (Playback toolbar)	19
3.10 Панель записи квадратур (I/Q recording toolbar)	19

4 РЕЖИМЫ РАБОТЫ.....	20
4.1 Режим свипирующего анализатора спектра (Swept analysis).....	20
4.2 Режим реального времени (Real-Time spectrum analysis).....	20
4.3 Режим с нулевой полосой обзора (Zero-span analysis).....	22
4.4 Скалярный анализатор спектра (Scalar network analyzer)	23
4.4.1 Подготовка к измерению АЧХ	24
4.4.2 Проведение измерений АЧХ.....	24
4.4.2.1 Улучшение точности	25
4.4.2.2 Измерение АЧХ усилителей с большим коэффициентом усиления.....	25
4.4.3 Проведение измерений КСВ или обратных потерь.....	25
4.4.3.1 Подстройка антенн.....	26
4.4.4 Ручное управление трекинг-генератором.....	26
4.5 Цифровая демодуляция (Digital Demodulation).....	26
4.5.1 Выбор фильтра для демодуляции.....	27
4.5.2 Измерение ошибок.....	27
4.5.3 Сигнальное созвездие	28
4.5.4 Таблица символов	28
5 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ	29
5.1 Измерение частоты и уровня.....	29
5.1.1 Использование маркеров.....	29
5.1.2 Использование разностных маркеров.....	29
5.1.3 Измерение сигналов с малой амплитудой	29
5.2 Запись рабочей сессии	30
5.3 Запись квадратурных данных	30
5.4 Захват сигналов	30
5.5 Измерение мощности в канале.....	31
5.6 Анализ аналоговой модуляции	32
5.7 Использование утилиты измерительного приемника.....	33
5.7.1 Последовательность действий при измерениях	33
5.8 Несколько советов для повышения качества измерений	34
6 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	35
6.1 Печать.....	35
6.2 Сохранение картинок.....	35
6.3 Импорт таблиц коррекции и линий минимумов/максимумов.....	35
6.4 Аудиопроеигрыватель	37
7 РЕЖИМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ СИГНАЛА.....	37
7.1 Спектрограмма	37
7.2 Динамические изменения.....	38
8 УСТРАНЕНИЕ НЕПОЛАДОК	39
8.1 Невозможно найти или открыть устройство	39
8.2 Устройство неверно сканирует диапазон	40
8.3 Устройство неисправно	40
9 КАЛИБРОВКА И НАСТРОЙКА.....	41
10 ГАРАНТИЯ.....	41
10.1 Сведения о сторонних продуктах	41
11 ПРИЛОЖЕНИЕ	42
11.1 Карта сигнальных созвездий.....	42

1 ВВЕДЕНИЕ

Этот документ описывает работу и функции программного обеспечения (ПО) Spike™ для анализаторов спектра компании Signal Hound. Программное обеспечение Spike™ позволяет выполнять анализ спектра сигнала и измерение амплитудных характеристик трактов в реальном времени для всей линейки анализаторов спектра и трекинг-генераторов компании Signal Hound, включающих в себя:

- Анализаторы спектра USB-SA44 / USB-SA44B / USB-SA124A / USB-SA124B
- Трекинг-генераторы USB-TG44A / USB-TG124A
- Анализаторы спектра реального времени BB60A / BB60C

В этом руководстве даются рекомендации по установке и работе программного обеспечения, перечислены типы измерений, которые возможно произвести с помощью программного обеспечения Spike™, а также приводится описание различных настроек программы.

1.1 Что нового

Начиная с версии 3.0, программное обеспечение для приборов компании Signal Hound было переименовано в Spike™. ПО Spike™ поддерживает анализ спектра в реальном времени для всех приборов компании Signal Hound. Также в ПО Spike™ была интегрирована работа с трекинг-генераторами серии TG.

2 ПОДГОТОВКА К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ

2.1 Начальный осмотр

Внимательно осмотрите упаковку на предмет повреждений при транспортировке перед тем, как ее открывать. В комплект поставки входят:

- прибор Signal Hound,
- USB кабель,
- компакт-диск с программным обеспечением.

2.2 Установка программного обеспечения

Программное обеспечение для приборов Signal Hound можно найти на компакт-диске из комплекта поставки или на сайтах www.signalhound.com и www.signalhound.ru. После того, как вы скачали и разархивировали ПО, запустите файл **setup.exe** и следуйте инструкциям, отображаемым на экране. Обратите внимание, что вам необходимо иметь права администратора ПК для установки программного обеспечения Spike™. Возможно, вам также будет предложено установить программу Windows Runtime Frameworks, так как она необходима для работы программного обеспечения Spike™. Кроме того, программа установит драйверы для прибора. Рекомендуется установить приложение Spike™ в папку по умолчанию.

2.2.1 Системные требования

Поддерживаемые операционные системы:

- ОС Windows 7 (32 или 64-битная версия)
- ОС Windows 8 (32 или 64-битная версия)

Минимальные системные требования:

- Для приборов серии SA: двухъядерный процессор Intel
- Для приборов серии BB: четырехъядерный процессор Intel i-серии с архитектурой Sandybridge или новее*

Требования к оперативной памяти:

- Минимум – 4 ГБ
- Рекомендуется – 8 ГБ оперативной памяти

Версия интерфейса USB:

- Для приборов серии SA: USB 2.0
- Для приборов серии BB: USB 3.0

Графические драйверы:

- Минимальные требования: поддержка OpenGL 2.0
- Рекомендуется: поддержка OpenGL 3.0

Примечание:

* Программное обеспечение оптимизировано для процессоров Intel. Мы настоятельно рекомендуем их к использованию с приборами Signal Hound.

2.3 Установка драйвера прибора

Драйверы для приборов поставляются на компакт-диске в комплекте поставки прибора, а также их можно скачать с сайта www.signalhound.com. Следует различать драйверы для 32 и 64-разрядных операционных систем. Драйверы должны устанавливаться автоматически в процессе установки ПО Spike™. Если по каким-то причинам драйверы не установились, вы можете установить их вручную двумя способами:

- Для ручной установки драйверов приборов серии BB (например BB60C), перейдите в папку, где установлено приложение Spike™ и найдите файл **Drivers64bit.exe** (для 32-битной системы файл **Drivers32bit.exe**). Щелкните по нему правой кнопкой мыши и запустите от имени администратора.

Чтобы вручную установить драйвер приборов SA серии (например, USB-SA44B), перейдите в папку, где установлено приложение Spike™, найдите файл **CDM v2.12.00 WHQL Certified.exe**, щелкните по нему правой кнопкой мыши, запустите от имени администратора и следуйте инструкциям по установке.

- Если этот способ не помог, воспользуйтесь установкой драйверов с помощью «Диспетчера устройств».

Убедитесь, что прибор Signal Hound подключен к компьютеру, и нажмите кнопку «Пуск» Windows. Затем выберите «Устройства и Принтеры». Найдите неизвестное устройство FX3 USB 3.0 и щелкните правой кнопкой мыши на его значок. Выберите пункт «Свойства». После этого выберите вкладку «Оборудование» и затем «Свойства», нажмите «Изменить параметры». Нажмите кнопку «Обновление драйверов», а затем укажите путь к папке на компакт-диске, в которой записаны драйвера. Обратите внимание на разрядность своей операционной системы (32-х или 64-х разрядная). Нажмите кнопку ОК и дождитесь установки драйверов.

Если по каким-либо причинам драйверы не установились, обратитесь в службу технической поддержки компании Signal Hound.

2.4 Подключение прибора к компьютеру

После того как программное обеспечение и драйверы будут установлены, компьютер готов к подключению прибора. Вначале подключите USB кабель из комплекта поставки к компьютеру (в случае если в комплект поставки входит кабель с двумя разъемами USB типа А – подключите оба разъема к компьютеру) затем подключите прибор. При первом подключении происходит процесс опознавания устройства и возможной установки дополнительных драйверов. Необходимо подождать, пока этот процесс завершится. Когда прибор и ПК будут готовы к работе, светодиод на лицевой панели будет постоянно светиться зеленым.

2.5 Первый запуск программного обеспечения

После того как программное обеспечение и драйверы установлены и устройство подключено, вы можете запустить программное обеспечение. Вы можете сделать это с помощью ярлыка на рабочем столе или же запустить файл **Spike.exe** из папки, куда была установлена программа. Если устройство подключено, вы увидите на экране монитора индикатор, отображающий процесс подготовки к запуску прибора. Если устройство не подключено или не обнаружено программным обеспечением, программа уведомит вас об этом. В этом случае подключите прибор и выберите в программе пункт меню «**File**» → «**Connect Device**», чтобы открыть устройство.

3 НАЧАЛО РАБОТЫ

После запуска программного обеспечения Spike™ вы увидите графический интерфейс пользователя (GUI). В этом разделе руководства описываются графический интерфейс и его использование для управления анализатором спектра Signal Hound. На рис. 1 представлен вид программного обеспечения после запуска. Если устройство уже подключено при запуске приложения, то отображается спектрограмма сигналов во всем диапазоне частот подключенного прибора (режим «Full Span»).

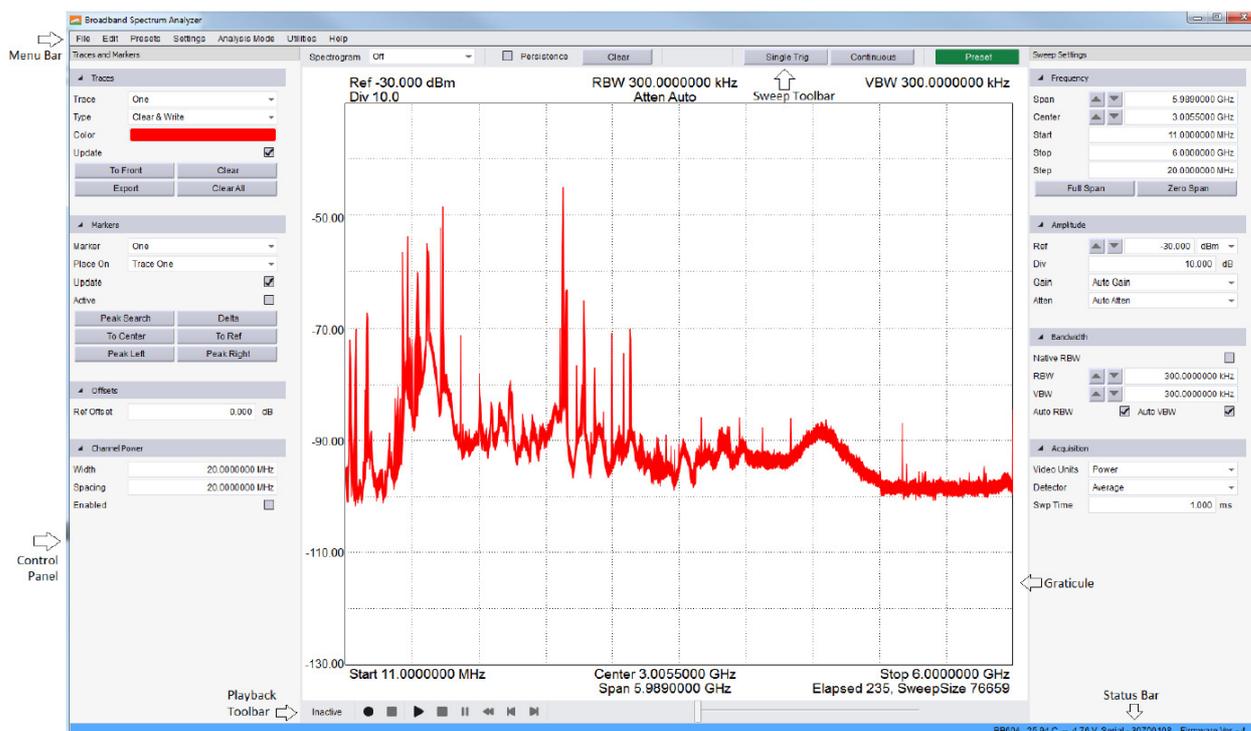


Рис. 1. Графический интерфейс пользователя (GUI) программы Spike™.

3.1 Координатная сетка

В центре экрана размещается координатная сетка, на которой отображается спектрограмма и производятся измерения. Программное обеспечение всегда отображает сетку размером 10x10 квадратов. Элементы управления и текстовые поля располагаются как снаружи, так и внутри координатной сетки.

3.2 Панели управления

Панели управления представляют собой набор элементов интерфейса для задания режима работы прибора и настройки программного обеспечения. После первого запуска панели управления появятся по обе стороны координатной сетки. Все панели можно перемещать для удобства пользователя. Также панели могут быть размещены вертикально, накладываться друг на друга (с вкладками), или располагаться бок о бок. Перемещение панелей осуществляется с помощью мыши.

Каждая панель управления содержит несколько взаимосвязанных элементов. Более подробно назначение панелей управления будет описано ниже. Любая панель управления может быть закрыта, свернута или развернута.

После того как вы настроили интерфейс для удобной работы, программное обеспечение Spike™ запомнит настройки интерфейса и загрузит их при следующем запуске приложения.

3.2.1 Проведение измерений

Панель управления режимами измерений позволяет пользователю настроить отображение спектрограммы. Эта панель управления отображается, когда установлен режим традиционного анализатора спектра (свипирующего) и анализатора спектра реального времени.

3.2.1.1 Управление спектрограммой (Trace Controls)

Программное обеспечение позволяет отображать до шести спектрограмм. Все параметры отображения спектрограммы могут быть настроены с помощью панели управления режимами измерений. После запуска программы отображается только одна спектрограмма в режиме «**Clear & Write**» (отображение спектра в нормальном режиме)

- **Trace** – выбирает одну из шести спектрограмм. Элементы управления будут влиять только на выбранную в данный момент спектрограмму.
- **Type** – определяет вид выбранной спектрограммы при различных измерениях.
- **Off** – отключает выбранную спектрограмму.
- **Clear & Write** – спектрограмма обновляется постоянно после каждой развертки.
- **Max Hold** – для каждой развертки запоминаются только максимальные значения для каждой частоты.
- **Min Hold** – для каждой развертки запоминаются только минимальные значения для каждой частоты.
- **Average** – включает режим усреднения по нескольким разверткам. Число разверток задается параметром **Avg Count**.
- **Avg Count** – задает число измерений в режиме усреднения.
- **Color** – позволяет выбрать цвет отображаемой спектрограммы. Настройка сохраняется и спектрограмма при следующем запуске программы будет отображаться выбранным цветом.
- **Update** – если данный параметр не установлен, выбранная спектрограмма отображается, но не изменяется при каждой новой развертке.
- **Clear** – очищает текущую спектрограмму.
- **Export** – сохраняет данные текущей спектрограммы в файл **.CSV**. Имя файла указывается перед сохранением. CSV-файл будет содержать данные в формате «частота, минимальная амплитуда, максимальная амплитуда». Частота указывается в МГц, амплитуда – в дБм или мВт в зависимости от того, какая шкала выбрана для отображения спектрограммы (логарифмическая или линейная).

3.2.1.2 Управление маркерами (Marker Controls)

Программное обеспечение позволяет отображать до шести маркеров. Все маркеры могут быть настроены с помощью панели управления режимами измерений.

- **Marker** – выбирает один из шести маркеров. В дальнейшем элементы управления маркером будут влиять только на выбранный маркер.
- **Place On** – позволяет выбрать спектрограмму на которую следует поместить маркер. Если спектрограмма в данный момент неактивна – маркер будет помещен на ближайшую активную спектрограмму.
- **Update** – если данный параметр установлен, значение амплитуды маркера обновляется при каждой развертке, в противном случае значение обновится при перемещении маркера.
- **Active** – позволяет отключить или включить выбранный маркер.
- **Peak Search** – поместит маркер на максимальную амплитуду выбранной спектрограммы.
- **Delta** – выбранный в текущий момент маркер становится опорным и появляется второй маркер, позволяющий проводить измерения относительно опорного маркера.
- **To Center Freq** – меняет центральную частоту развертки на текущее значение частоты выбранного маркера.
- **To Ref Level** – меняет опорный уровень развертки на текущее значение амплитуды выбранного маркера.
- **Peak Left** – перемещает текущий маркер на максимальное значение амплитуды слева от маркера.
- **Peak Right** – перемещает текущий маркер на максимальное значение амплитуды справа от маркера.

3.2.1.3 Управление смещением (Offsets)

- **Ref Offset** – подстраивает текущую амплитуду для компенсации влияния внешних аттенюаторов, предусилителей или пробников. Смещение задается в дБ. Данная поправка вводится непосредственно после получения данных от прибора, до обработки данных.

3.2.1.4 Параметры канала (Channel Power)

- **Width** – задает ширину канала в Гц для дальнейших измерений.
- **Spacing** – задает расстояние между центральными частотами соседних каналов.
- **Enabled** – разрешает отображение мощности в основном и соседних каналах.

Основной и соседние каналы отображаются только в том случае, если позволяет настройка полосы обзора. См. раздел 5.5 Измерение мощности в канале для дополнительной информации.

3.2.1.5 Занятая полоса частот (Occupied Bandwidth)

- **Enabled** – разрешает отображение занятой полосы частот на экране.
- **% Power** – отображает долю мощности в данном канале от всей мощности в полосе обзора.

3.2.2 Настройки развертки

Панель управления режимами развертки управляет сбором данных в режиме традиционного анализатора спектра (свипирующего) и анализатора спектра реального времени.

3.2.2.1 Управление частотой (Frequency Controls)

- **Span** – выбирает полосу обзора (разницу между конечной и начальной частотой спектрограммы). Полоса обзора будет автоматически уменьшена, если она выходит за границы рабочих частот прибора. Используя стрелки, можно изменять полосу обзора в последовательности 1/2/5/10.
- **Center** – определяет центральную частоту полосы обзора. Если изменение центральной частоты приводит к выходу начальной или конечной частоты развертки за границы рабочих частот прибора, полоса обзора будет уменьшена. Используя стрелки, можно изменять значение центральной частоты на величину **Step**.
- **Start/Stop** – позволяет изменять начальную и конечную частоты полосы обзора.
- **Step** – позволяет увеличивать или уменьшать центральную частоту на заданное значение.
- **Full Span** – устанавливает начальную, конечную частоты и полосу обзора в соответствии с максимальной полосой рабочих частот прибора.
- **Zero Span** – переход в режим работы с нулевой полосой обзора.

3.2.2.2 Управление амплитудой (Amplitude Controls)

- **Ref Level** – устанавливает уровень мощности, соответствующий верхней линии координатной сетки. Выбранные единицы измерения будут в дальнейшем использоваться при всех измерениях. Когда включены автоматическое усиление и ослабление (по умолчанию), пользователь может производить измерения амплитуды вплоть до опорного уровня. Используя стрелки, можно изменять значение опорного уровня на величину **Div**.
- **Div** – определяет масштаб спектрограммы по оси Y. Может принимать любое положительное значение. Выбранное значение определяет величину одного деления координатной сетки по вертикали. При линейном масштабе отображения амплитуды значение **Div** игнорируется, и значение одного деления по вертикали устанавливается равным 1/10 опорного уровня.
- **Atten** – устанавливает значение ослабления встроенного аттенюатора. По умолчанию ослабление аттенюатора устанавливается автоматически. Рекомендуется оставлять автоматическое управление аттенюатором для расширения динамического диапазона и снижения компрессии.
- **Gain** – устанавливает значение усиления. Большее значение увеличивает уровень сигнала. Когда усиление регулируется автоматически, выбирается наилучшее значение усиления, исходя из установленного опорного уровня и оптимизации динамического диапазона. Выбор значения, отличного от «Auto», может вызвать деградацию сигнала, и рекомендуется только для продвинутых пользователей.
- **Preamp** – данный элемент используется для управления предусилителем (для устройств со встроенным предусилителем).

3.2.2.3 Управление полосой (Bandwidth Controls)

- **Native RBW** – если выбран этот пункт панели управления, прибор будет использовать оконную функцию Наталла (Nutall window function), в противном случае использует окно с плоской вершиной (flat-top window function). Окно с плоской вершиной позволяет применять любые значения полосы анализа (RBW), в то время как окно Наталла только ограниченный список полос анализа. Окно с плоской вершиной имеет большую точность при отображении амплитуды. Этот пункт панели управления доступен только для анализаторов спектра реального времени серии ВВ и игнорируется для анализаторов спектра серии SA
- **RBW** – определяет полосу анализа. Для каждой полосы обзора (Span) можно использовать несколько полос анализа. Значение RBW влияет на размер быстрого преобразования Фурье (БПФ) и аналогично выбору полосы фильтра ПЧ на аналоговых анализаторах спектра. Отображается список с несколькими значениями на выбор для режимов с оконной функцией Наталла и окна с плоской вершиной.
 - Для окна Наталла RBW изменяется от 1 Гц до 10.1 МГц кратно степеням двойки. Можно использовать стрелки курсора для изменения RBW.
 - Для окна с плоской вершиной RBW изменяется по схеме 1-3-10 (например 1 кГц, 3 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 100 кГц) с помощью стрелок курсора.
 - Для анализаторов спектра серии ВВ установка RBW в режиме реального времени возможна только для окна Наталла.
- **VBW** – управляет полосой пропускания видеофильтра. После того как сигнал проходит через RBW фильтр, он превращается в отсчеты амплитуды. Эти отсчеты еще раз фильтруются видеофильтром.
 - Все значения RBW могут быть установлены в качестве полосы пропускания видеофильтра, с тем лишь условием, что полоса VBW должны быть меньше или равна полосы RBW.
 - В режиме реального времени полосу видеофильтра регулировать невозможно.
- **Auto RBW** – позволяет установить значение RBW автоматически, исходя из выбранной полосы обзора. Рекомендуется при частых и значительных изменениях полосы обзора вместе с установкой Auto VBW.
- **Auto VBW** – автоматически устанавливает VBW равную RBW. Применяется для удобства и повышения быстродействия.

3.2.2.4 Управление оцифровкой (Acquisitions Controls)

- **Video Units** – определяет единицы измерения амплитуды. Амплитуда в программе может быть представлена как напряжение, линейная мощность или мощность в логарифмическом масштабе. Линейная мощность используется для измерения среднеквадратических значений. Мощность в логарифмическом масштабе традиционно используется в анализаторах спектра.
- **Video Detector Settings** – установка детектора на выходе видеофильтра. Он может фиксировать максимальное, минимальное или среднее значение. Пользователь может выбрать значение для отображения.
- **Sweep Time**
 - Для анализаторов спектра серии SA значение игнорируется.
 - Для анализаторов спектра серии ВВ это значение определяет время, необходимое для выполнения развёртки по частоте. Значение определяется множеством параметров: полосой обзора, установками RBW и VBW, а также системными требованиями к компьютеру.

3.2.3 Настройки демодуляции

Панель управления демодуляцией работает только в режиме нулевой полосы обзора (Zero-Span) и позволяет настраивать параметры прибора в этом режиме работы.

3.2.3.1 Управление захватом (Capture settings)

- **Input Pwr** – ожидаемый уровень входного сигнала. Под ожидаемый уровень сигнала подстраиваются аттенюатор и усилитель. Рекомендуется установить параметры аттенюатора и усилителя в положение «Auto». Программа подберет их необходимые параметры, исходя из значения Input Pwr.
- **Center** – определяет центральную частоту захвата, т.е. частоту 0 Гц, относительно которой будут оцифровываться квадратурные составляющие сигнала.
- **Gain** – определяет коэффициент усиления встроенного усилителя. Рекомендуется оставить в положении «Auto».
- **Atten** – определяет величину ослабления встроенного аттенюатора. Рекомендуется оставить в положении «Auto».
- **Decimation** – управляет прореживанием оцифрованных квадратурных данных. Например, коэффициент прореживания 2 уменьшит скорость выборки в 2 раза. Увеличение этого коэффициента ведет к увеличению записываемого временного интервала, но снижает разрешение.
- **Sample Rate** – отображает текущую скорость оцифровки квадратурных данных. Значение равно скорости встроенного АЦП, деленное на коэффициент прореживания.
- **IF BW** – определяет полосу пропускания полосового фильтра для квадратурных данных. Не может превышать половину частоты оцифровки.
- **Auto IF BW** – если установлен, полоса фильтра ПЧ устанавливается на $\frac{1}{2}$ полосы квадратурных данных.
- **Swp Time** – управляет объемом записанных квадратурных данных. Определяется текущей скоростью оцифровки и коэффициентом прореживания. Выборка квадратурных данных не может содержать менее 20 и более 65536 отсчетов.

3.2.3.2 Управление триггером (Trigger settings)

- **Trigger Type** – выбор типа триггера для начала захвата данных. Когда триггер выбран – начало захвата данных синхронизируется со срабатыванием триггера.
- **Trigger Edge** – настраивает триггер на срабатывание по положительному или отрицательному фронту. Работает как для внешнего запуска, так и для триггера по уровню.
- **Video Trigger** – определяет амплитуду сигнала, необходимую для срабатывания триггера. Значение игнорируется, если не выбран триггер по уровню.
- **Trigger Position** – когда выбран внешний запуск или триггер по уровню, можно определить глубину предзаписи до срабатывания триггера. Например, если развертка состоит из 100 точек и триггер установлен на 10%, будет отображено 10 точек до срабатывания триггера и 90 точек после срабатывания.

3.2.3.3 Анализ модуляции (AM/FM Modulation Analysis)

- **Enabled** – включает подпрограмму анализа модуляции.
- **Low Pass** – устанавливает частоту среза аудио фильтра.

Подробнее см. раздел 5.6 Анализ аналоговой модуляции.

3.2.4 Управление демодуляцией цифровых сигналов (*Digital Demodulation Control Panel*)

3.2.4.1 Настройки демодуляции

- **Center Freq** – выбор несущей частоты сигнала.
- **Input Power** – выбор максимального ожидаемого уровня сигнала. Рекомендуется устанавливать на ~10 дБ выше максимального уровня сигнала для обеспечения наилучшего динамического диапазона при измерениях.
- **Sample rate** – выбор символьной скорости информационного потока.
- **Modulation** – выбор типа модуляции сигнала.
- **Meas Filter** – определение типа фильтрации, используемой в демодуляторе. См. раздел 4.5.1 Выбор фильтра для демодуляции.
- **Filter Alpha** – определение коэффициента полосы пропускания измерительного фильтра. См. раздел 4.5.1 Выбор фильтра для демодуляции.
- **Auto IF Bandwidth** – включение автоматической установки полосы пропускания фильтра. Если выбран этот параметр, полоса фильтра устанавливается равной удвоенной символьной скорости.
- **IF Bandwidth** – ручная установка полосы фильтра. Используется для подавления интерференции или нежелательных каналов приема.
- **I/Q Inversion** – меняет местами I и Q отсчеты при демодуляции сигнала.

3.2.4.2 Настройки запуска

- **Trigger Type** – выбор типа последовательности для запуска.
- **Pattern (Hex)** – выбор кода в шестнадцатеричном виде для запуска демодулятора.
- **Pattern Length** – определяет длину последовательности для запуска. Последовательность задается в поле Pattern. Если длина последовательности больше заданной длины, используются младшие биты, если меньше – последовательность дополняется нулями.
- **Search Length** – задает размер окна для поиска последовательности.

3.3 Панель управления отображением спектра

Панель управления отображением спектра выводится на экран, когда прибор работает в режиме традиционного анализатора спектра (свилирующего) и анализатора спектра реального времени. Эта панель управления расположена выше координатной сетки и содержит элементы управления для отображения и настройки спектрограмм.

- **Spectrogram** – включает режим отображения двумерной или трехмерной спектрограммы. См. раздел 7.1 Спектрограмма.
- **Persistence** – включает режим послесвечения. См. раздел 7.1 Спектрограмма.
- **Persistence Clear** – очищает послесвечение.
- **Single** – однократная развертка. Проводится одно измерение спектра, после чего прибор переходит в режим ожидания.
- **Continuous** – непрерывная развертка. Новая развертка начинает формироваться сразу после того как закончится предыдущая.
- **Preset** – сброс настроек программы и прибора к заводским установкам.

3.4 Панель управления нулевой полосой обзора

Панель управления нулевой полосой обзора выводится на экран, когда прибор работает в режиме с нулевой полосой обзора (Zero-Span). Эта панель управления расположена ниже меню программы и содержит элементы управления, необходимые для работы в данном режиме.

- **Demod Selection** – позволяет выбрать режим обработки и отображения оцифрованных квадратурных данных. Вы можете выбрать амплитудную, частотную или фазовую демодуляцию полученных данных. На графике демодулированного сигнала можно размещать маркеры и дельта-маркеры.
- **Marker Off** – выключает все маркеры.
- **Marker Delta** – Включает разностный (Delta) маркер.
- **Single** – однократная развертка. Проводится одно измерение, затем прибор переходит в режим ожидания.
- **Auto** – непрерывная развертка. Новая развертка начинает формироваться сразу после того, как закончится предыдущая, или по срабатыванию триггера, если он установлен.
- **Preset** – сброс настроек программы и прибора к заводским установкам.

3.5 Главное меню

3.5.1 Меню файл (File menu)

- **Print** – печать текущей координатной сетки. Панели управления и меню при этом не печатаются.
- **Save as Image** – сохранение координатной сетки в файл формата PNG, JPG или BMP.
- **Import** → **Path Loss** → **Import Path Loss Table** – загрузка таблицы коррекции результатов измерений. См. раздел 6.3 Импорт таблиц коррекции и линий минимумов/максимумов.
- **Import** → **Path Loss** → **Clear Path Loss Table** – очистка таблицы коррекции результатов измерений.
- **Import** → **Limit Lines** → **Import Limit Line Table** – импорт таблицы минимальных и максимальных значений для отображения пределов на спектрограмме. См. раздел 6.3 Импорт таблиц коррекции и линий минимумов/максимумов.
- **Import** → **Path Loss** → **Clear Path Loss Table** – очистка таблицы минимальных и максимальных значений для отображения пределов на спектрограмме.
- **Connect Device** – если прибор не подключен в момент загрузки программы, с помощью этого пункта меню можно отобразить список приборов Signal Hound, подключенных к компьютеру, и выбрать прибор для дальнейшей работы.
- **Disconnect Device** – отключает подключенные к программе приборы. Данный пункт меню может быть полезен для сброса устройства или подключения к другому устройству без перезагрузки программы.
- **Exit** – отключение устройства и выход из программы.

3.5.2 Меню редактирования (Edit menu)

- **Restore Default Layout** – восстановление оригинальной схемы расположения элементов программы.
- **Title** – разрешает или запрещает ввод названия спектрограммы. Название отображается выше координатной сетки и сохраняется при печати или сохранении сессии.
- **Clear Title** – очистка текущего названия спектрограммы.
- **Colors** – выбор различных цветовых схем оформления программы.
- **Program Style** – выбор различных тем оформления программы.
- **Preferences** – диалог настройки программы. См. раздел 3.6 Установки (Preferences).

3.5.3 Предустановки (Presets)

Меню предустановок позволяет пользователям сохранять и загружать настройки для различных измерений. Каждый файл предустановок содержит полную конфигурацию программы. Файл предустановки может быть переименован. Файлы предустановки могут вызываться с помощью комбинаций клавиш. Файлы предустановок могут быть загружены только при подключении того же типа прибора, для которого они были сохранены.

3.5.4 Настройки (Settings)

- **Reference** – выбор источника опорной частоты для прибора. Можно выбирать из встроенного источника опорной частоты или внешнего, подключенного к соответствующему разъему BNC.
- **Internal** – выбор встроенного источника опорной частоты.
- **External Sin Wave** – использование внешнего источника опорной частоты 10 МГц с синусоидальным выходом.
- **External CMOS-TTL** – использование внешнего источника опорной частоты 10 МГц с КМОП выходом.
- **Spur Reject** – включение режим подавления паразитных спектральных составляющих. В этом режиме программное обеспечение позволяет подавить паразитные спектральные составляющие, возникающие в смесителях. Включение этого режима в два раза увеличивает время обзора и хорошо работает для немодулированных сигналов. Для широкополосных или импульсных сигналов применять этот режим не рекомендуется. Также этот режим не работает в режиме реального времени.
- **Enable Manual Gain/Atten** – разрешает изменение величины ослабления встроенного аттенюатора и коэффициента усиления встроенного усилителя.

3.5.5 Анализ спектра (Spectrum Analysis)

- **Idle** – приостановление работы прибора.
- **Sweep** – режим традиционного анализатора спектра (сweeping). См. раздел 4.1 Режим sweep-анализатора спектра (Sweep analysis).
- **Real-Time** – режим анализатора спектра реального времени. См. раздел 4.2 Режим реального времени (Real-Time spectrum analysis).
- **Zero-Span** – режим работы с нулевой полосой обзора. См. раздел 4.3 Режим с нулевой полосой обзора (Zero-span analysis).
- **Harmonics Viewer** – переход в режим анализа гармоник сигнала. Отображается мощность сигнала и пять гармоник центральной частоты.
- **Scalar Network Analyzer** – если к компьютеру подключены анализатор спектра серии SA и трекинг-генератор серии TG, возможен скалярный анализ цепей. В этом режиме возможно измерить АЧХ устройств, подключенных к трекинг-генератору и анализатору спектра. См. раздел 4.4 Скалярный анализатор спектра (Scalar network analyzer).
- **Phase Noise Plot** – отображение графика фазовых шумов в дБн/Гц относительно отстройки от несущей. Измеряемая частота должна располагаться в пределах 10 кГц от центральной частоты. Результаты измерений во многом определяются фазовыми шумами источника опорной частоты анализатора спектра. Для достижения лучших результатов измерений следует использовать маломощный внешний источник опорной частоты 10 МГц.

3.5.6 График (Trace)

- **Copy trace** – скопировать текущую спектрограмму в одну из двух копий.
- **Show trace** – отобразить/выключить одну из двух копий спектрограммы.
- **Disable** – запретить отображение минимальных и максимальных пределов или частотно-зависимой таблицы для коррекции результатов измерений.
- **Persistence** – разрешить/запретить/выключить режим послесвечения.
- **Spectrogram** – разрешить/запретить режим отображения спектрограммы.

3.5.7 Утилиты (Utilities)

- **Audio Player** – окно для настройки аудиопроигрывателя. См. раздел 6.2 Аудиопроигрыватель.
- **Measuring Receiver** – окно утилиты измерительного приемника. См. раздел 5.7 Использование утилиты измерительного приемника.
- **Tracking Generator Controls** – если к компьютеру подключен трекинг-генератор, откроется дополнительное окно для ручного управления его амплитудой и частотой. Этот режим включится, если режим скалярного анализатора цепей не активен.
- **SA124 IF Output** – окно для настройки анализатора спектра SA124 в качестве преобразователя частоты вниз. Пока прибор SA124 работает в режиме преобразователя частоты вниз, другие задачи выполнять он не сможет.
- **Self Test** – окно для самопроверки анализаторов спектра SA44B и SA124B. Следуйте инструкциям в открывшемся окне для проведения самопроверки. Результаты проверки будут отображены в следующих диалоговых окнах.

3.5.8 Помощь (Help)

- **About** – отображает версию используемого программного обеспечения и API.

3.6 Установки (Preferences)

Меню установок можно найти в меню **Edit** → **Preferences**. В этом меню содержатся настройки для программного обеспечения Spike.

- **Trace Width** – толщина линии графика, отображаемого на координатной сетке.
- **Graticule Width** – толщина линий координатной сетки.
- **Graticule Dotted** – отображение линии координатной сетки сплошными или пунктирными линиями.
- **Colors** – определяет цвета, используемые программным обеспечением.
- **Sweep delay** – устанавливает задержку после каждой развертки. С помощью этой установки можно снизить нагрузку на компьютер и увеличить общее время записи.
- **Real Time Accumulation** – данная установка определяет, как часто данные от анализатора спектра поступают в режиме реального времени. Меньшие значения увеличивают разрешающую способность, но значительно увеличивают нагрузку на ПЭВМ. Не все компьютеры способны работать с минимальными значениями. Рекомендуемые значения 16...32 мс. Подробнее см. раздел 4.2 Режим реального времени (Real-Time spectrum analysis).
- **Playback Sweep Delay** – задание задержки при воспроизведении записанного с эфира файла.
- **Max Save File Size** – задание максимального размера файла при записи с эфира. Запись остановится при достижении максимального размера файла.

3.7 Строка состояния (The status bar)

Строка состояния отображается в нижней части окна программы. При нахождении указателя мыши в пределах координатной сетки, в ней отображается значение частоты или времени по оси X и значение амплитуды или частоты по оси Y. Эти показания не следует использовать для точных измерений, но они отлично подходят для быстрой оценки.

В строке состояния также отображается информация о текущем подключенном устройстве. В ней отображается тип устройства, серийный номер, температура устройства, напряжение питания устройства и версия прошивки.

3.8 Список предупреждений (Annunciator list)

В верхнем левом углу координатной сетки отображаются предупреждения. Они содержат полезную информацию и сигнализируют о неправильных режимах работы.

- **Temperature** – внутренняя температура прибора в градусах Цельсия.

- **IF Overload** – предупреждение отображается в центре координатной сетки и сменяется индикатором UNCAL. Возникает, когда происходит перегрузка прибора, и сигнал ПЧ превышает максимальный уровень АЦП. Для устранения этого предупреждения необходимо увеличит опорный уровень или затухание аттенюатора или снизить коэффициент усиления.
- **TEMP** – предупреждение об изменении температуры с момента последней калибровки более чем на 2 градуса. Программное обеспечение проводит автоматическую калибровку прибора, если он находится не в режиме реального времени. Можно запустить калибровку вручную, нажав кнопку **Self-Cal IF** на панели управления.
- **LOW V** – предупреждение о недостаточном напряжении питания на шине USB 3.0. При этом отображается текущее значение напряжения питания. Для работы устройства напряжение должно превышать +4,4 В. Также данное предупреждение может отображаться при некорректной работе прибора. Свяжитесь с компанией Signal Hound, если вы не в состоянии определить источник проблемы.
- **UNCAL** – это предупреждение появляется вместе с другими и сигнализирует о том, что прибор в данный момент не полностью соответствует своим техническим характеристикам.

3.9 Панель проигрывателя (*Playback toolbar*)

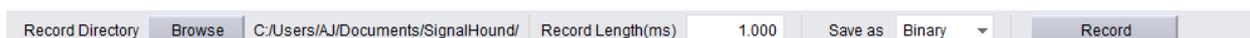
Панель проигрывателя позволяет записывать и проигрывать рабочие сессии прибора. Сессии записываются в файл со всеми текущими настройками частоты, полосы обзора и анализа, опорного уровня. Подробнее см. раздел 5.2 Запись рабочей .



- **Record** – начинает запись текущей сессии в файл.
- **Stop** – останавливает запись.
- **Play/Continue** – начинает или продолжает воспроизведения сессии из файла.
- **Stop** – останавливает воспроизведение.
- **Pause** – позволяет приостановить воспроизведение.
- **Rewind** – возвращается к началу файла.
- **Step Back** – переход на предыдущую развертку в файле при воспроизведении.
- **Step Forward** – переход на следующую развертку в файле при воспроизведении.

3.10 Панель записи квадратур (*I/Q recording toolbar*)

В режиме нулевой полосы обзора (Zero-Span) под координатной сеткой появляется панель для управления записью квадратурных отсчетов. Подробнее см. раздел 5.3 Запись квадратурных данных.



- **Record Directory** – выбор папки для записи квадратур. По умолчанию используется папка «Мои Документы».
- **Record Length** – установка длительности записи. Можно выбирать в пределах от 1 миллисекунды до 1 секунды.
- **Save As** – выбор формата файла (текстовый или двоичный).
- **Record** – начало записи.

4 РЕЖИМЫ РАБОТЫ

Программное обеспечение Spike™ работает со всеми анализаторами спектра Signal Hound во множестве режимов: традиционный свипирующий анализатор спектра, анализатор спектра реального времени, режим с нулевой полосой обзора. Также в этом разделе будут рассмотрены другие специфические режимы работы, такие как измерение уровня фазовых шумов, анализ гармоник и цифровая демодуляция.

Все анализаторы спектра Signal Hound являются анализаторами спектра реального времени. Это означает, что они способны оцифровывать ПЧ постоянно, без пауз. Это свойство важно для измерений и тестов, требующих высокую вероятность захвата кратковременного импульсного сигнала (probability of intercept, POI).

4.1 Режим свипирующего анализатора спектра (*Swept analysis*)

В этом режиме, традиционном для анализаторов спектра, с помощью программного обеспечения пользователь может установить желаемую полосу обзора и провести в ней измерения. Если полоса обзора больше мгновенной полосы анализатора спектра, производится несколько сканирований в полосе обзора, а затем «склейка» результатов быстрого преобразования Фурье для каждого из сканирований.

Обработка результатов сканирования зависит от настроек пользователя. Каждый раз после завершения сканирования анализатор ждет следующего запроса на сканирование. Анализ спектра можно проводить однократно или в непрерывном режиме, в зависимости от выбора **Single** или **Continuous** в панели управления отображением спектра.

4.2 Режим реального времени (*Real-Time spectrum analysis*)

Один из основных недостатков свипирующего анализатора спектра – наличие «мертвой зоны» между развертками. Мертвой зоной называется время между двумя сканированиями спектра. В это время производится обработка и отображение данных последнего сканирования. При наблюдении кратковременных импульсных сигналов, велика вероятность пропустить искомое событие. На рисунке ниже искомое событие отображено зеленым цветом.

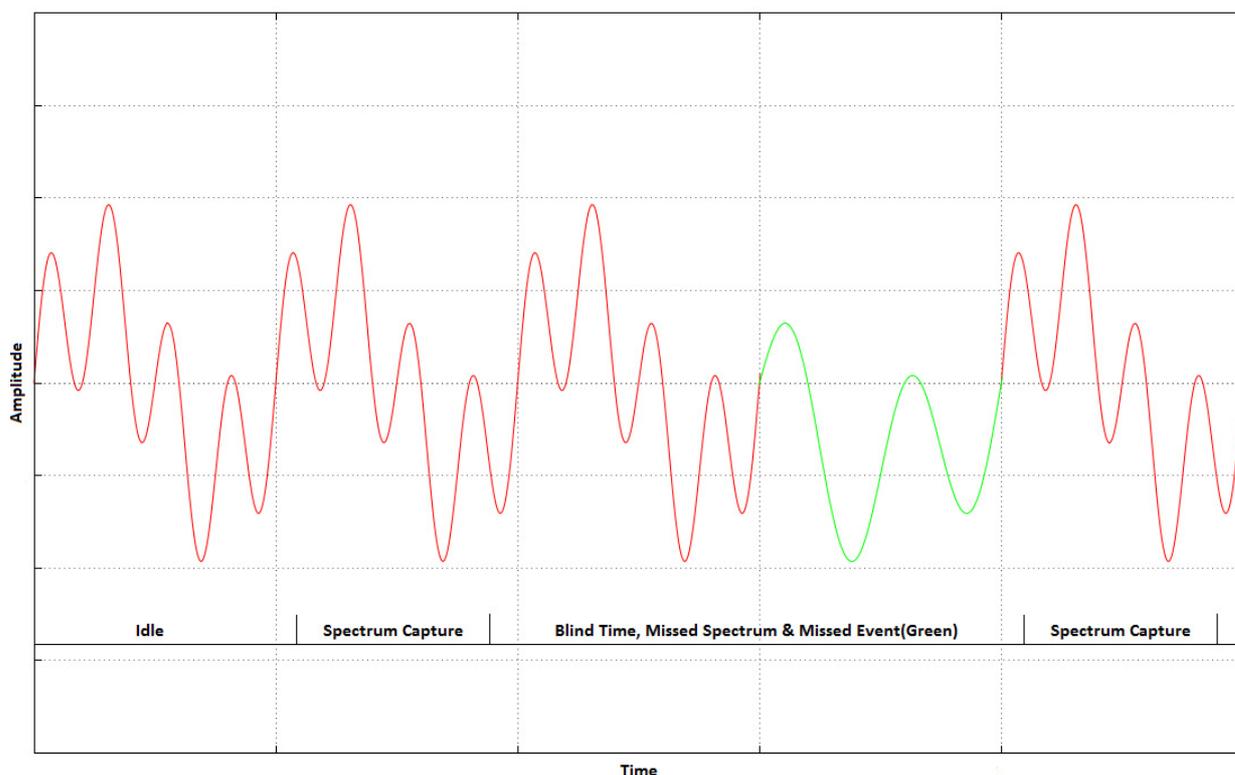


Рис. 2. Временная диаграмма сигнала и обозначение стадий работы анализатора спектра: режим бездействия, захват спектра, «мертвая зона» и пропуск искомого события (показано зелёным цветом), повторный захват.

На рисунке представлены времена сканирования свипирующего анализатора спектра, «мертвая зона» и искомое событие, которое попало в «мертвую зону». При работе в режиме реального времени такое невозможно, т.к. анализатор производит сканирование спектра и сбор данных все время без каких-либо «мертвых зон».

Анализаторы спектра Signal Hound способны оцифровывать всю полосу ПЧ без пауз. Если полоса обзора ограничивается мгновенной полосой прибора, то оцифровка данных происходит в режиме реального времени, и каждый отсчет спектра попадет на график. Программное обеспечение использует перекрывающиеся БПФ с уровнем перекрытия 75%. Таким образом на каждую точку полученных данных приходится 4 значения БПФ. Полученные значения усредняются и выводятся на график. Число БПФ на точку данных связано со значением полосы анализа RBW. Поэтому в данном режиме произвольные значения RBW установить невозможно.

Все анализаторы спектра Signal Hound могут работать в режиме реального времени. Полоса пропускания для режима реального времени зависит от прибора и приведена в таблице. Работа в режиме реального времени критична для поиска кратковременных сигналов побочных излучений или интерференции. Также в этом режиме удобно наблюдать сигналы с расширением спектра или скачкообразным изменением частоты.

Прибор	Полоса пропускания в режиме реального времени
USB-SA44B/USB-SA124B	250 кГц
BB60A	20 МГц
BB60C	27 МГц

4.3 Режим с нулевой полосой обзора (Zero-span analysis)

В этом режиме возможно анализировать комплексные сигналы во временной области. Программное обеспечение позволяет демодулировать сигналы с амплитудной, частотной и фазовой модуляцией и отображать результат на множестве графиков. Для запуска данного режима необходимо нажать кнопку Zero-Span в панели управления частотой. После этого откроется окно, представленное на рисунке ниже.

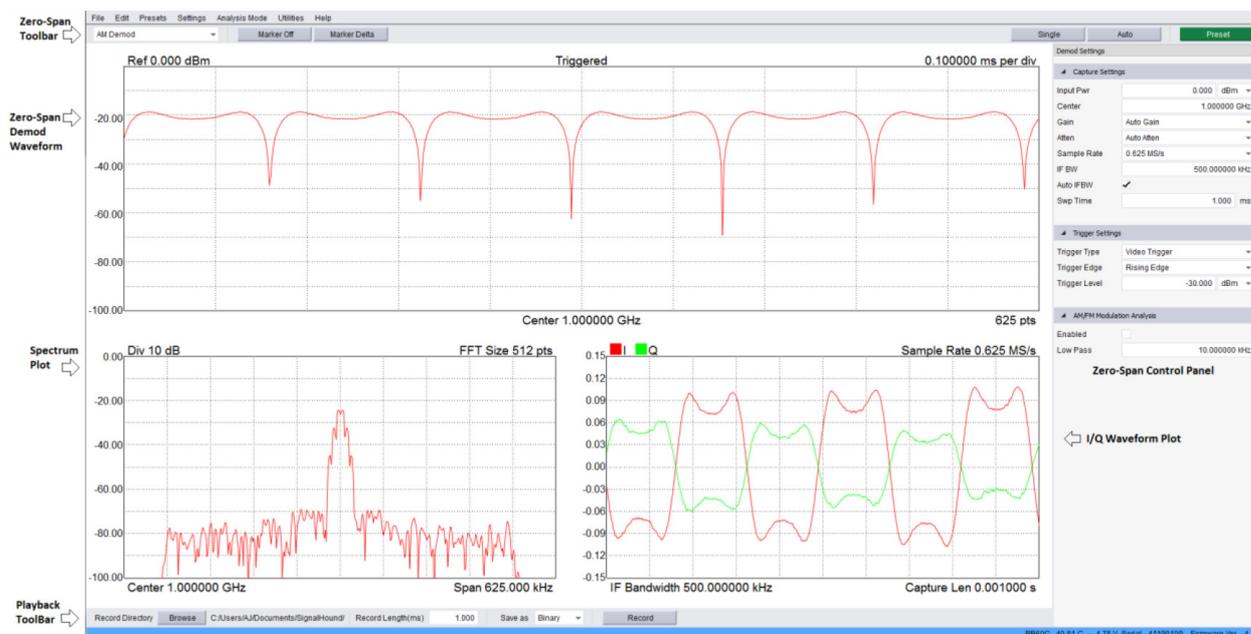


Рис. 3. Окно анализа сигналов во временной области.

Окно приложения будет разбито на несколько частей:

1. Результат демодуляции – по оси X отображается время, по оси Y – амплитуда, частота или фаза в зависимости от выбора типа модуляции.
2. График спектра – показывает спектр сигнала, по оси X откладывается частота, по оси Y – амплитуда.
3. График квадратур – отображает зависимость амплитуды I и Q каналов от времени.

В панели настроек можно задать параметры режима работы, а также условия запуска развертки. Можно выбрать триггер по уровню, внешний запуск или непрерывный запуск. Запуск по уровню позволяет запускать развертку только в момент превышения сигналом заданного уровня. Может использоваться в случае периодической передачи.

Если у передатчика имеется выход синхронизации, можно соединить его со входом внешнего запуска анализатора спектра и выбрать внешний запуск (external trigger) для начала развертки. Запуск возможен по положительному или отрицательному фронту внешнего сигнала. Сопротивление входа внешнего запуска прибора 50 Ом, рекомендуемый уровень КМОП 3,3 В. Сигналы 5 В также являются допустимыми. В случае отличия выходного сопротивления устройства от 50 Ом, рекомендуется использовать короткий кабель с разъемом BNC. При использовании длинного кабеля возможны переотражения. Если выход синхронизации чувствителен к сопротивлению нагрузки, вначале включите в программе режим с нулевой полосой обзора и внешний запуск, затем соедините кабелем синхровыход передатчика и вход внешнего запуска анализатора.

4.4 Скалярный анализатор спектра (Scalar network analyzer)

Если анализатор спектра работает с программой Spike™, и к компьютеру подключен трекинг-генератор Signal Hound, можно выбрать **Analysis Mode** → **Scalar Network Analysis** в меню программы. Скалярный анализ позволяет измерить АЧХ фильтров, аттенюаторов или усилителей. В случае использования внешнего направленного ответвителя можно измерять КСВ устройств.

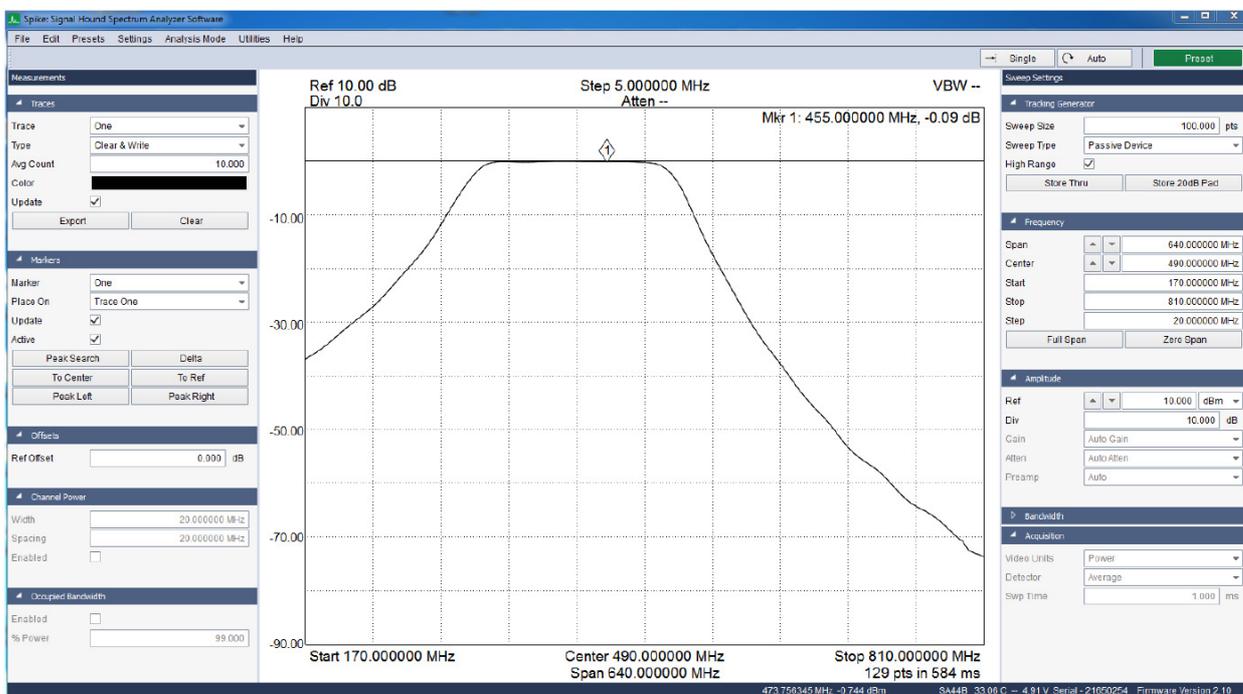


Рис. 4. Окно программы в режиме скалярного анализа цепей.

Для изучения режима работы скалярного анализатора и описания измерений рекомендуем обратиться к инструкции по эксплуатации трекинг-генератора. Убедитесь, что вход синхронизации (**TG sync**) трекинг-генератора и выход синхронизации анализатора спектра (**Sync Out**) соединены кабелем с разъемами BNC. В режиме скалярного анализатора появляется дополнительная панель управления, которая управляет процессом измерения АЧХ.



Рис. 5. Панель управления процессом измерения АЧХ.

4.4.1 Подготовка к измерению АЧХ

Для проведения измерений АЧХ следует настроить частоту и амплитуду анализатора спектра и трекинг-генератор. Рекомендуется следующая последовательность действий:

- На панели управления частотой анализатора спектра установите центральную частоту и полосу обзора.
 - Для большинства анализаторов спектра рекомендуется устанавливать начальную частоту более 250 кГц, а полосу обзора более 10 кГц. Это позволит сократить время измерения и увеличить динамический диапазон.
 - Для кварцевых резонаторов или других высокочастотных устройств с полосой обзора от 50 Гц до 10 кГц используйте полосу обзора 100 кГц или меньше. При этом будет автоматически выбран более медленный узкополосный режим сканирования. Измерения в 100 точках в этом режиме занимают около 7 секунд, но график будет изменяться при каждом измерении.
- Используйте панель управления амплитудой анализатора спектра и установите опорный уровень +10 дБм.
- Используйте панель управления трекинг-генератором:
 - Выберите число точек по частоте, программа автоматически рассчитает шаг изменения частоты для трекинг-генератора. В качестве начального значения рекомендуется выбрать 100 точек.
 - Если измеряется АЧХ усилителя, необходимо выбрать **Active Device**.
 - Оставьте галочку **High Range**, она обеспечит больший динамический диапазон при измерениях, за счет большего времени измерений.
 - Если требуются точные измерения относительного уровня менее -45 дБ, следует выбрать **Passive Device** и **High Range**.

4.4.2 Проведение измерений АЧХ

Для проведения точных измерений АЧХ программному обеспечению необходимо провести калибровку. При калибровке трекинг-генератор и анализатор спектра соединяются напрямую для получения частотных поправок, применяющихся при дальнейших измерениях.

1. Соедините выход трекинг-генератора со входом анализатора спектра. Это можно сделать с помощью адаптера SMA-SMA или кабеля. При измерении АЧХ усилителей можно использовать аттенюатор 20 дБ для калибровки.
2. Нажмите кнопку **Store Thru** для калибровки и подождите, пока развертка закончится. График при этом переместится на уровень 0 дБ. После этого калибровка закончена, и значения амплитуды от -45 дБ до 0 дБ откалиброваны.
3. (Опционально) Если требуются измерения уровня ниже -45 дБ, вставьте в тракт между трекинг-генератором и анализатором фиксированный аттенюатор на 20 дБ и нажмите **Store 20 dB Pad**. Точное значение аттенюатора неважно, он должен обеспечивать ослабление сигнала трекинг-генератора от 16 до 32 дБ. С помощью данной калибровки нивелируются неравномерности, и можно проводить измерения АЧХ до уровня «шумовой полки» устройства.

4. Вставьте исследуемое устройство между трекинг-генератором и анализатором спектра и проведите измерения. Все графики и маркеры работают в режиме измерения АЧХ.

Следует отметить, что изменение центральной частоты, полосы обзора или опорного уровня ведет к необходимости повторной калибровки (повторения п.п. 1-4).

4.4.2.1 Улучшение точности

Один из недостатков трекинг-генераторов Signal Hound – плохой КСВ по выходу устройства. Это может быть преодолено добавлением фиксированных SMA аттенюаторов на 3 или 6 дБ по выходу трекинг-генератора и/или входу анализатора спектра. Эти аттенюаторы могут быть учтены при калибровке и в последующем вычтены из результатов измерений. Применение аттенюаторов незначительно снижает динамический диапазон измерений.

4.4.2.2 Измерение АЧХ усилителей с большим коэффициентом усиления

При измерении АЧХ усилителей с коэффициентом усиления от 20 до 40 дБ необходимо использовать фиксированный аттенюатор на 20 дБ. Установите аттенюатор перед калибровкой и оставьте его при измерениях. Для усилителей с выходной мощностью более +20 дБм установите аттенюатор на выход усилителя. Для усилителей с максимальной входной мощностью менее -5 дБм, установите аттенюатор на вход усилителя.

4.4.3 Проведение измерений КСВ или обратных потерь

При измерении обратных потерь потребуется использовать дополнительный направленный ответвитель.

- Соедините трекинг-генератор с разъемом «OUT» направленного ответвителя.
- Соедините анализатор спектра с разъемом «COUPLED» направленного ответвителя.
- К разъему «IN» направленного ответвителя будет подключаться исследуемое устройство.
- Оставьте разъем «IN» неподключенным (холостой ход).
- Если измеряются параметры устройства, подключенного кабелем к разъему «IN» направленного ответвителя, подключите кабель к разъему, а исследуемое устройство отключите от кабеля.
- Нажмите **Store Thru**. Вы должны увидеть линию на уровне 0 дБ.
- Теперь подключите исследуемое устройство к разъему «IN» направленного ответвителя или кабеля. На экране отобразится график обратных потерь.

Точность измерений возможно увеличить при использовании фиксированных SMA аттенюаторов на 3 или 6 дБ. Метод, приведенный выше, не является полноценной заменой измерений с помощью векторного анализатора, но он обеспечивает погрешность в несколько десятых дБ.

4.4.3.1 Подстройка антенн

Для настройки антенны на выбранную частоту используйте метод, описанный в разделе 4.4.3. Удлиняйте, укорачивайте или перемещайте элементы подстройки частоты, чтобы достигнуть желаемых обратных потерь. Имейте в виду, что во время этого процесса в эфир излучается энергия.

4.4.4 Ручное управление трекинг-генератором

Для измерения параметров узкополосных устройств с полосой менее 50 Гц потребуется динамический диапазон более 90 дБ. В этом случае вместо использования режима измерения АЧХ перейдите в режим свипирующего анализатора спектра. Затем используйте опцию **Utilities** → **Tracking Generator Controls** для установки частоты трекинг-генератора. Нажмите **Peak Search** и **Delta** для установки маркеров, а затем вставьте исследуемое устройство между трекинг-генератором и анализатором спектра. Вручную перестраивая трекинг-генератор, снимите АЧХ устройства. Уровень сигнала на выходе генератора в -10 дБм и полоса анализатора спектра в 10 Гц позволят получить динамический диапазон в 130 дБ. Обратите внимание на взаимное расположение устройств и соединительных кабелей для избежания наводок по эфиру.

4.5 Цифровая демодуляция (*Digital Demodulation*)

Начиная с версии 3.0.8, в программное обеспечение Spike™ введена возможность цифровой демодуляции, превращающая приборы серии VB60 в векторный анализатор сигналов (VSA). Эта опция позволяет демодулировать цифровые сигналы. Программное обеспечение позволяет строить множество специальных диаграмм, таких как сигнальные созвездия, графики символьных ошибок, таблицы символов.

Программное обеспечение позволяет демодулировать следующие виды цифровых сигналов: BPSK, DBPSK, QPSK, DQPSK, 8PSK, D8PSK, $\pi/4$ DQPSK, OQPSK, и QAM16. Соответствующие эти видам сигналов таблицы символов приведены в приложении.

Для запуска цифровой демодуляции необходимо зайти в пункт меню **Analysis Mode** → **Modulation Analysis**. Работа программного обеспечения в режиме цифровой демодуляции представлена на рисунке.

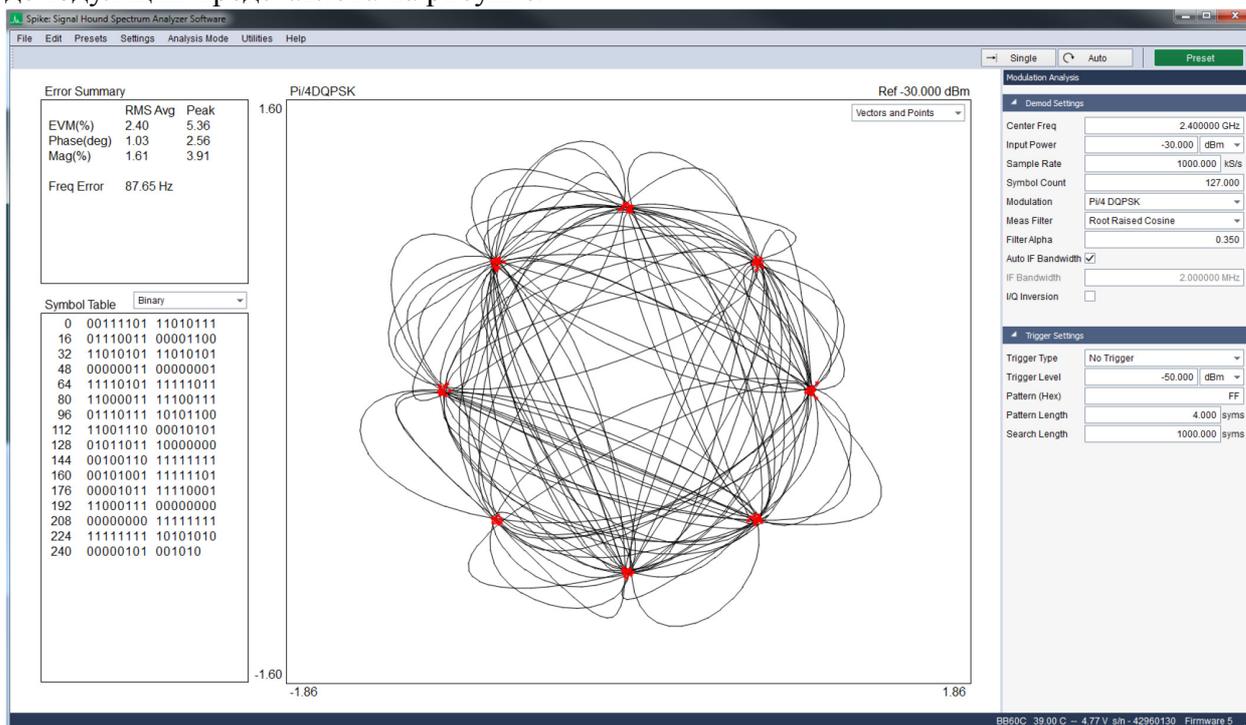


Рис. 6. Цифровая демодуляция сигнала $\pi/4$ DQPSK.

4.5.1 Выбор фильтра для демодуляции

Пользователь может выбрать фильтр для демодуляции поступающих данных. Выбор правильного фильтра обязателен для корректных измерений. В таблице представлены варианты выбора фильтра.

Фильтр на передающей стороне	Фильтр на приемной стороне	Выбор фильтра в устройстве BB60
Raised Cosine	Нет	Raised Cosine
Root Raised Cosine	Root Raised Cosine	Root Raised Cosine
Gaussian	Нет	Gaussian

Программное обеспечение позволяет выбрать полосу пропускания фильтра, часто обозначаемую как альфа фильтра. Если в качестве измерительного фильтра используется Root Raised Cosine, фильтр в передатчике должен обеспечивать необходимую полосу для правильной демодуляции.

4.5.2 Измерение ошибок

Программное обеспечение позволяет измерять данные об ошибках при передаче символов. Это суммарная ошибка (EVM), фазовая, амплитудная и частотные ошибки. Значения этих ошибок характеризуют качество сигнала. Для всех видов ошибок отображаются пиковые и среднеквадратичные значения. Измерения ошибок проводятся для каждого демодулированного символа. На рисунке представлены виды ошибок, расчетные формулы приведены ниже.

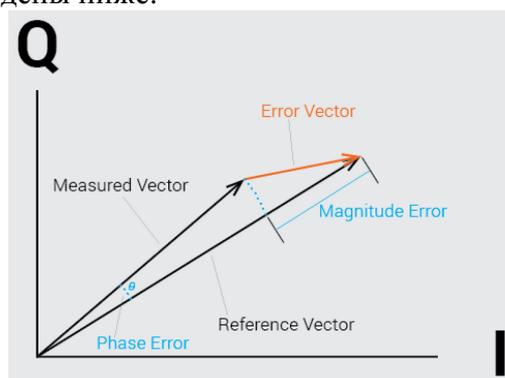


Рис. 7. Графическое представление ошибки при передаче символа.

Вектор ошибки – широко применяемый метод для сравнения качества различных систем связи. Определяется как среднеквадратичное векторов ошибки и в программном обеспечении рассчитывается по формуле:

$$\%EVM = \frac{\sqrt{\frac{1}{N} \sum_0^{n-1} (I_{error}^2 + Q_{error}^2)}}{Normalization Reference} * 100\%$$

Амплитудная ошибка рассчитывается по приведенной ниже формуле для каждого символа. Среднеквадратическое значение рассчитывается для всех символов в заданном окне.

$$Magnitude Error[n] = \frac{|Mag_{reference}[n]| - |Mag_{measured}[n]|}{Normalization Reference}$$

Формула для расчета фазовой ошибки:

$$Phase\ Error[n] = Angle_{reference}[n] - Angle_{measured}[n]$$

Ошибка по частоте рассчитывается как разность между опорной и измеренными частотами. В качестве опорной частоты выбирается заданная пользователем в программном обеспечении.

4.5.3 Сигнальное созвездие

Сигнальное созвездие помогает визуализировать демодулированный сигнал и найти в нем нарушения, связанные с влиянием фазового шума, амплитудного дисбаланса или ошибки формирования квадратур. Сигнальное созвездие отображает на комплексной плоскости значения символов и переходы между ними. Можно выбрать отдельное отображение символов, переходов или совместное отображение.

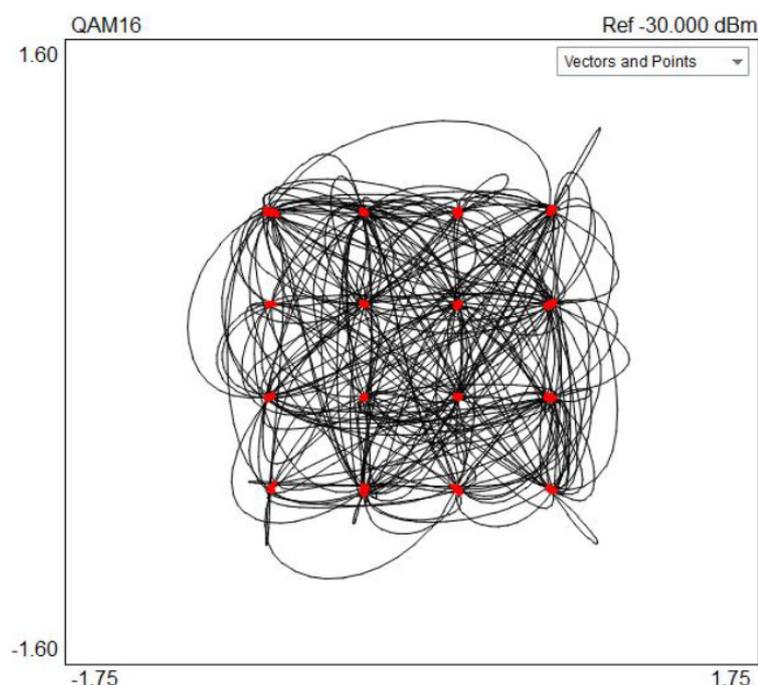


Рис. 8. Сигнальное созвездие для сигнала QAM16.

4.5.4 Таблица символов

В таблице отображаются демодулированные символы сигнала. Число отображаемых бит на символ зависит от выбранного типа сигнала. Возможно отображение таблицы в двоичном и шестнадцатеричном формате.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ

В этом разделе описаны процедуры проведения измерений, анализа и записи сигналов с использованием программного обеспечения Spike™.

5.1 Измерение частоты и уровня

5.1.1 Использование маркеров

В программном обеспечении есть несколько инструментов для определения частоты и амплитуды исследуемого сигнала. Самый простой способ измерений – использование маркеров. Всего доступно 6 различных маркеров.

Для того чтобы поместить маркер на спектрограмму, нажмите левую кнопку мыши внутри координатной сетки или нажмите кнопку **Peak Search** для установки маркера на сигнал с максимальной амплитудой. После размещения маркера в правом верхнем углу координатной сетки будет отображаться частота и амплитуда выбранного маркера. Точность отображения частоты зависит от установленных полос обзора и анализа. При узких полосах обзора и анализа точность отображения частоты будет выше. Точность отображения амплитуды не зависит от выбранного масштаба по вертикали, т.к. полученные от прибора квадратурные отсчеты имеют более высокое разрешение, чем отображается на спектрограмме. Маркер можно переместить в любое время нажатием левой кнопкой мыши на спектрограмме или кнопками курсора «влево» или «вправо», при этом маркер перемещается на один отсчет по частоте вниз или вверх.

5.1.2 Использование разностных маркеров

Для измерения разности или изменения сигнала по частоте или амплитуде можно использовать разностные маркеры. Для этого необходимо вначале создать опорный маркер, затем нажать кнопку **Delta** на панели управления маркерами. После этого можно поместить разностный маркер на любом участке спектрограммы, и в правом верхнем углу координатной сетки будет отображаться разница по частоте и амплитуде между опорным и разностными маркерами.

5.1.3 Измерение сигналов с малой амплитудой

Есть несколько способов измерения сигналов с малой амплитудой. Установите опорный уровень на значение -50 дБм или меньше. После этого прибор автоматически выберет настройки, обеспечивающие максимальную чувствительность. Использование внешнего источника опорной частоты и узких полос обзора (менее 1 кГц) также позволит улучшить точность измерений. Возможно применить усреднение для более стабильных показаний уровня сигнала.

5.2 Запись рабочей сессии

Панель проигрывателя позволяет записать в файл или воспроизвести рабочую сессию из файла, размер которого определяется значением **Preferences** → **Max Save File Size**. Длительность файла по времени будет зависеть от средней скорости развертки и параметров графика. Имя файла будет включать дату и время начала записи. Такой способ присвоения имен файлам позволяет избежать перезаписи нужных файлов. Запись сессии начинается сразу после нажатия кнопки «Запись» в панели проигрывателя. Все файлы сохраняются в папке «Мои документы» с расширением «.bbr».

При воспроизведении записанной сессии сохраняется вся функциональность программного обеспечения. Можно размещать маркеры, активировать отображение минимального, максимального или среднего уровня, отображать послесвечение или спектрограмму. Также можно прерывать проигрывание записанной сессии, переходить вперед или назад в пределах записи, используя бегунок или кнопки панели проигрывателя.

5.3 Запись квадратурных данных

В режиме работы с нулевой полосой обзора можно записывать квадратурные данные небольшой длительности. Данные записываются в двоичном формате или в текстовый файл с расширением `.csv`. Эти файлы можно использовать в сторонних программах, таких как Labview, Matlab, Excel.

Запись квадратур в режиме нулевой развертки осуществляется с помощью панели проигрывателя, расположенной под графиком спектра. Можно задать имя файла, выбрать папку для сохранения, задать длительность и тип записи.

Имя файла с квадратурными данными будет состоять из даты и времени начала записи. Это нужно для исключения возможности перезаписи файлов. Для каждой записи сохраняется два файла: XML-файл, в котором содержатся установки анализатора спектра, и CSV или двоичный файл с квадратурными данными. В случае сохранения двоичного файла, данные записываются в 32-битном формате, в CSV записываются текстовые значения квадратурных данных. Двоичные файлы имеют меньший размер, однако текстовые файлы более удобны для последующей обработки.

Запись квадратурных данных начинается по нажатию кнопки «Запись» на панели управления проигрывателем. Если установлен какой-либо триггер, запись начнется после его срабатывания.

Длина записываемого файла от 1 миллисекунды до 1 секунды. В случае текстового файла и больших полос анализа процедура записи файла на диск может занять несколько минут.

5.4 Захват сигналов

Данные графика спектра могут быть сохранены в CSV-файл для дальнейшей обработки. Для этого следует воспользоваться кнопкой **Trace Export** на панели управления. Отображаемый график будет экспортирован в файл для дальнейшей обработки или построения графиков.

Иногда достаточно сложно сразу захватить необходимый сигнал, особенно если он кратковременный или непериодический. Для решения этой проблемы можно воспользоваться записью и воспроизведением сессии. Записав нужный кратковременный сигнал в файл, затем можно воспроизвести его, остановить запись в интересующем месте и произвести экспорт спектрограммы в файл.

Другой способ для наблюдения кратковременных сигналов – захват минимальных и максимальных значений (**Min Hold**, **Max Hold**). В этих режимах запоминаются минимальные и максимальные значения сигналов за некоторое время. Экстремумы отображаются на отдельном графике спектра.

5.5 Измерение мощности в канале

С помощью панели управления можно запустить утилиту измерения мощности в канале. Для запуска утилиты необходимо задать полосу частот, мощность в которой требуется измерить. Также следует определить расстояние между соседними каналами. Как правило (но не всегда) между каналами существует защитный интервал частот, мощность в котором не измеряется.

На рисунке ниже представлен результат работы утилиты для канала с шириной 180 кГц и расстоянием между каналами 200 кГц. В центральном канале отображается сигнал радиостанции с частотой 101.1 МГц. Мощность в каждом канале суммируется, и результат отображается вверху экрана.

Также отображается мощность в соседних каналах и разность между мощностями в основном и соседних каналах. Из иллюстрации видно, что часть мощности основного канала «проникает» в соседние.

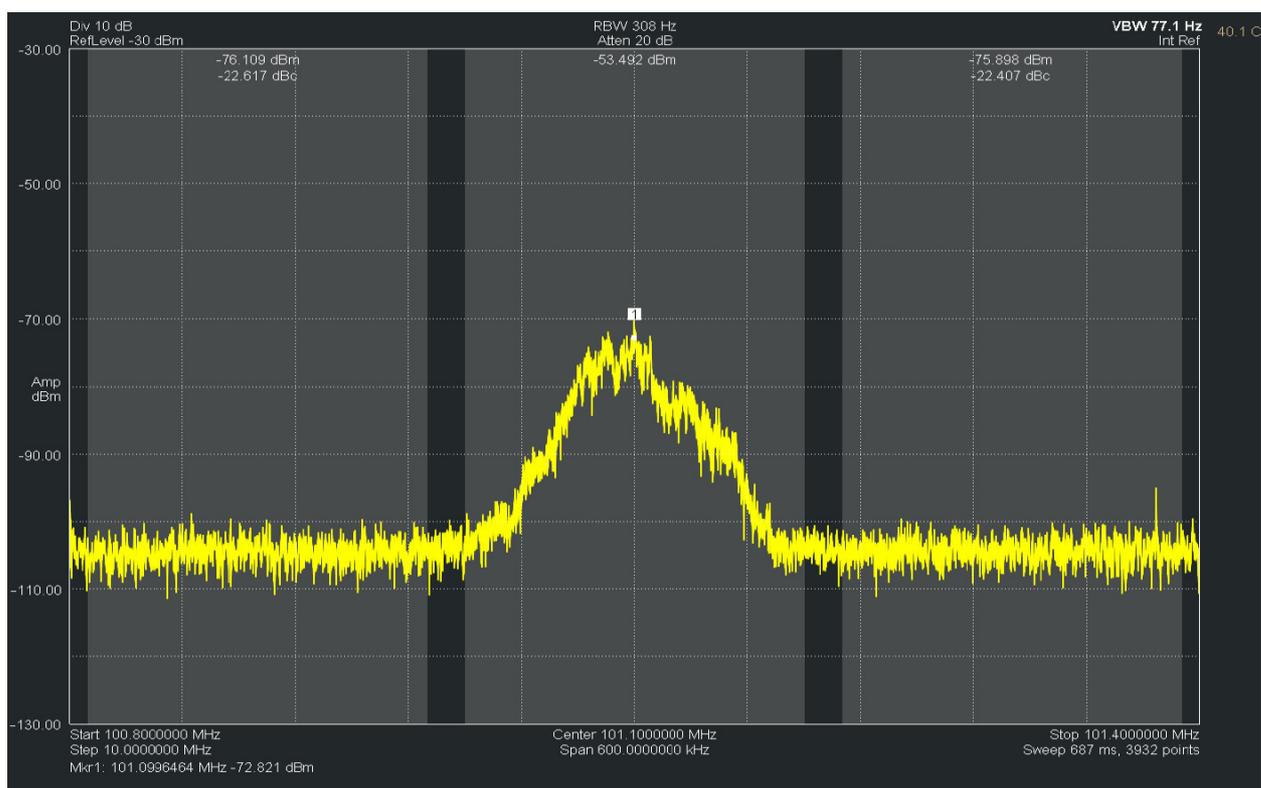


Рис. 9. Окно утилиты измерения мощности в канале.

Для обеспечения более точных измерений рекомендуется установить следующие значения детектора: **Average**, **Power**, и выключить подавление паразитных составляющих **Spur reject = OFF**. Также рекомендуется использовать оконную функцию Наталла для более точного измерения мощности. Программное обеспечение автоматически установит большинство нужных параметров.

5.6 Анализ аналоговой модуляции

ПО Spike™ позволяет проводить анализ высокочастотных сигналов с амплитудной или частотной модуляцией аудиосигналом. Для запуска этого режима необходимо перейти в режим с нулевой полосой обзора и выбрать анализ модуляции. Работа ПО в данном режиме представлена на рисунке ниже.

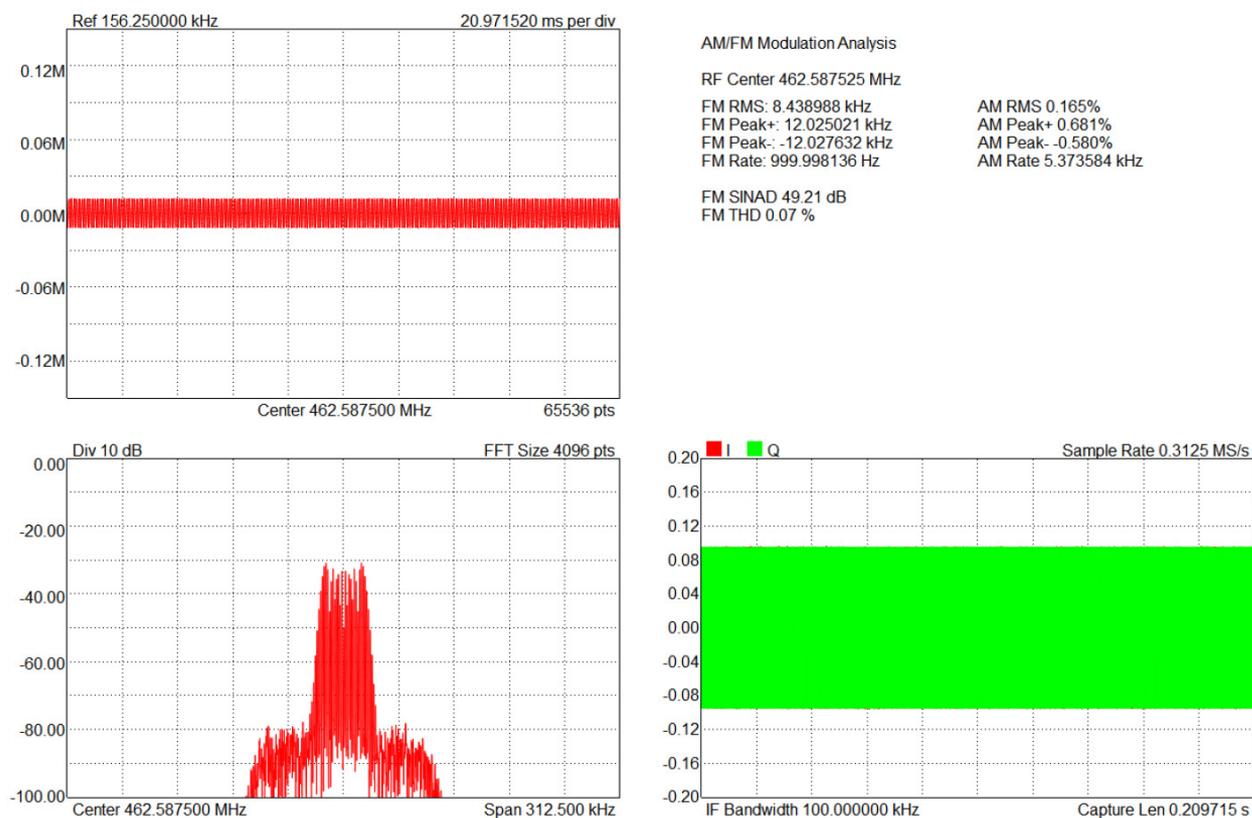


Рис. 10. Окно программного обеспечения в режиме анализа модуляции.

В окне отображаются следующие параметры:

- **RF Center** – несущая частота сигнала.
- **Peak (+/-)** – максимальное значение девиации частоты при ЧМ модуляции или максимальную глубину модуляции в процентах для АМ.
- **RMS** – среднеквадратичное значение частоты для ЧМ модуляции или глубины модуляции в процентах для АМ модуляции.
- **Modulation Rate** – частота модулирующего сигнала.
- **SINAD** (Signal-to-Noise And Distortion Ratio) – качество сигнала, которое рассчитывается по формуле:

$$SINAD = \frac{P_{signal} + P_{noise} + P_{distortion}}{P_{noise} + P_{distortion}}$$

- **THD** (Total Harmonic Distortion) – показывает наличие гармонических искажений в аудиосигнале и рассчитывается по формуле:

$$THD = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots + V_9^2}}{V_1}$$

или, другими словами, показывает отношение мощностей первых четырех гармоник и основного сигнала.

Оба типа измерений SINAD и THD производятся для АМ или ЧМ модуляции, в зависимости от того, что выбрано в режиме с нулевой полосой обзора. Также возможно применить перестраиваемый ФНЧ к аудиосигналу перед проведением анализа модуляции.

5.7 Использование утилиты измерительного приемника

В ПО Spike™ встроен измерительный приемник для измерений с отслеживанием перестройки несущей. Эти измерения используются для проверки аттенуаторов, генераторов или других устройств.

Такие измерения позволяют более точно измерять уровень сигнала и значение частоты, чем при стандартном анализе спектра. Также этот режим позволяет измерять низкие значения уровня сигнала.

Утилита запускается после выбора пункта меню **Utility** → **Measuring Utility**. После запуска утилиты отображается окно, изображенное ниже:

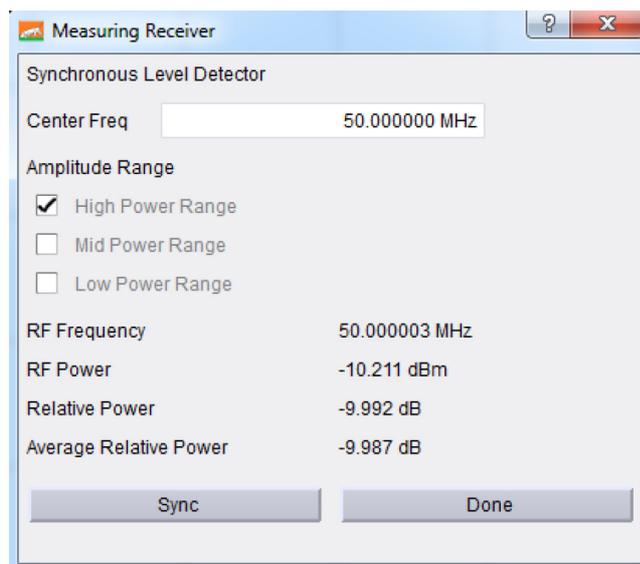


Рис. 11. Интерфейс утилиты измерительного приемника.

5.7.1 Последовательность действий при измерениях

В этом разделе описан алгоритм работы с измерительным приемником.

1. Подключите прибор к ПЭВМ и запустите программное обеспечение Spike™. Выберите **Measuring Receiver** из меню **Utilities**.
2. После запуска утилиты происходит калибровка устройства, которая занимает около 3 секунд. После завершения калибровки подключите исследуемое устройство к входу анализатора спектра.
3. Подготовьте исследуемое устройство, установив на нем максимальную выходную мощность и требуемую частоту. Убедитесь, что на выходе исследуемого устройства немодулированный сигнал.
4. В программном обеспечении установите центральную частоту и нажмите кнопку **Sync** для перестройки анализатора спектра. Обратите внимание, что для корректной работы утилиты необходимо, чтобы введенная частота не сильно отличалась от частоты, которую формирует исследуемое устройство. После этого шага проверьте корректность показаний частоты и мощности измерительного приемника. Относительная мощность (**Relative Power**) должна иметь значение, близкое к нулю. Далее можно изменять мощность и проводить измерения. Следующие шаги нужно повторить для каждого значения мощности.
5. Уменьшите уровень выходного сигнала исследуемого устройства на величину не более 10 дБ.

6. Запишите показания измеренной мощности.
7. Если программное обеспечение предлагает произвести повторную калибровку, проведите её. Калибровка занимает около 3 секунд и необходима для обеспечения точности измерений.
8. Вернитесь к шагу 5.

В любое время можно прервать тест, настроить прибор на другую центральную частоту или нажать кнопку **Sync** и повторить измерения, начиная с шага 3.

Будьте внимательны, если возникнет предупреждение о перегрузке ПЧ. Это значит, что выходная мощность исследуемого устройства велика для выбранного диапазона мощностей. Чтобы избежать этого предупреждения, можно уменьшить мощность исследуемого устройства и нажать кнопку **Sync**, что приведет к переходу анализатора спектра в режим работы с максимальной входной мощностью.

При уменьшении мощности исследуемого устройства может появиться сообщение о переходе в другой диапазон мощностей. Диапазоны мощностей ограничены, и данное сообщение возникает при переходе границы между соседними диапазонами. Чтобы избежать этого сообщения можно постепенно увеличивать мощность исследуемого устройства до перехода в другой диапазон.

5.8 Несколько советов для повышения качества измерений

В анализаторы спектра Signal Hound встроены регулируемые предусилитель и аттенуатор. Их настройки в общем случае устанавливаются программным обеспечением автоматически. Несмотря на то, что программное обеспечение предоставляет возможность ручной установки усиления и ослабления пользователю, почти для всех случаев измерений рекомендуется устанавливать автоматическую регулировку. При ручной установке возможно такое сочетание параметров, в результате которого точка компрессии окажется ниже опорного уровня, что приведет к появлению в спектре паразитных составляющих и увеличению уровня шума.

В некоторых случаях пользователю необходимо увеличить ослабление аттенуатора на 5 или 10 дБ для увеличения линейности. Это может быть важно для снижения уровня интермодуляционных искажений. В этом случае рекомендуется не изменять настройки аттенуатора, а изменить опорный уровень.

Для повышения чувствительности и снижения шумовой полки устанавливайте опорный уровень чуть больше, чем максимальный уровень сигнала. Для улучшения линейности и снижения интермодуляционных искажений устанавливайте опорный уровень на 10...20 дБ выше уровня сигнала.

Для узкополосных и немодулированных сигналов шумовая полка снижается примерно на 3 дБ при каждом уменьшении полосы анализа (**RBW**) на один шаг. Рекомендуется использовать узкие полосы анализа для измерения немодулированных сигналов низкого уровня.

Для повышения чувствительности рекомендуется устанавливать опорный уровень на значение -50 дБ или меньше. При этом величина ослабления аттенуатора автоматически устанавливается на минимум, а усиление предусилителя на максимум.

Когда выбирается детектор среднего (**average**) значения, это эквивалентно установке минимальной полосы видеофильтра (**VBW**). Такая установка обеспечивает минимальный уровень шумовой полки, но при этом усредняются и импульсные сигналы. Для измерения импульсных или прерывистых сигналов рекомендуется устанавливать детектор в режим **MAX** или **MIN/MAX** с автоматическим выбором полосы видеофильтра.

Для измерения средней мощности детектор следует установить в режим «**Average**» и «**Power**». В случае модулированного сигнала убедитесь, что полоса анализа (**RBW**) больше частоты модуляции. Также возможно разместить модулированный сигнал в центре экрана и воспользоваться утилитой измерения мощности в канале.

6 ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

В ПО Spike™ встроено множество полезных утилит. Их описание приводится ниже.

6.1 Печать

С помощью пункта меню **File** → **Print** можно распечатать данные, отображенные на спектрограмме. Печать должна производиться тогда, когда спектрограмма не обновляется. Используйте предпросмотр печати, чтобы убедиться в том, что будут распечатаны необходимые данные. Также рекомендуется перед печатью установить специальную цветовую схему для принтера, используя пункт меню **View** → **Colors**.

6.2 Сохранение картинок

Используя пункт меню **File** → **Save to Image**, можно сохранить спектрограмму в графический файл с расширением PNG, JPG или BMP. В файл будет сохранен текущий вид спектрограммы, поэтому перед сохранением максимизируйте размер окна и минимизируйте элементы управления, чтобы получить картинку спектра в максимальном разрешении. Картинка будет содержать выбранную цветовую схему.

6.3 Импорт таблиц коррекции и линий минимумов/максимумов

Используя пункт меню **File** → **Import**, можно импортировать таблицы коррекции и линий минимумов/максимумов из простых файлов .csv. CSV – формат таблицы, в котором значения разделены запятыми (Comma Separated Value). Типичный вид содержания такого файла приведён ниже:

```
23.56, 32  
123.45, 512  
...
```

В каждой строке содержится два или более значений, разделённых запятой, и «символ переноса» в конце строки. Данные файлы могут быть созданы с помощью простого текстового редактора или программ работы с таблицами типа Microsoft Excel.

Для таблиц коррекции используются файлы CSV с двумя значениями в каждой строке. Первое число – значение частоты в мегагерцах, второе – величина коррекции в децибелах. Значения частоты должны быть указаны по возрастанию. На основе указанных

корректирующих значений в программе проводится линейная интерполяция. Первое и последнее корректирующие значения определяют постоянную величину коррекции в частотных диапазонах ниже и выше указанного в таблице. Пример построения таблицы коррекции и результирующий график приведены ниже:

732	0
738	2

Исходя из этих значений, график коррекции, применяемый к входным сигналам в диапазоне 10 МГц с центральной частотой 735 МГц, будет иметь такой вид:

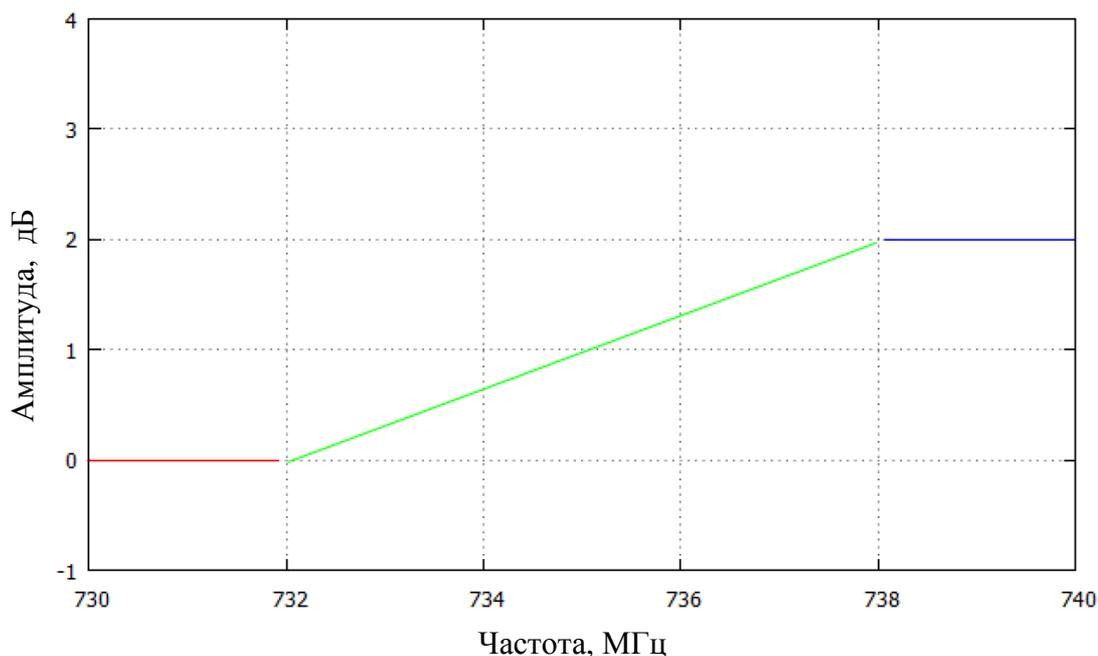


Рис. 12. График коррекции измерений.

Видно, что на участке между двумя указанными точками корректирующие значения получаются с помощью линейной интерполяции.

Формат таблицы для линий минимумов/максимумов имеет тот же вид. Каждая строка содержит два или три значения. Если необходимо указать только значение линии максимума, в строке будет два значения. Если же указывается значение обоих линий, то три. Первое значение – частота в мегагерцах, второе значение (опционально) – минимальная амплитуда, выраженная в дБм и третье – максимальная амплитуда в дБм.

Ограничительные линии рисуются на спектрограмме, и каждый сигнал сравнивается с заданными значениями. На экран выводится сообщение, характеризующее отображаемый в данный момент сигнал по критерию прохождения в рамках указанных минимумов и максимумов.

6.3.1 Загрузка нескольких таблиц коррекции

На данный момент программное обеспечение позволяет использовать только одну таблицу корректирующих значений. Если необходимо использовать значения из нескольких таблиц, рекомендуется воспользоваться дополнительными инструментами для вычисления результирующей таблицы коррекции, которая будет загружена в программу.

6.4 Аудиопроигрыватель

В меню **Utilities** → **Audio Player** находится подпрограмма проигрывания радиовещательного сигнала. При использовании данной функции появится диалоговое окно, приведенное на рисунке ниже:

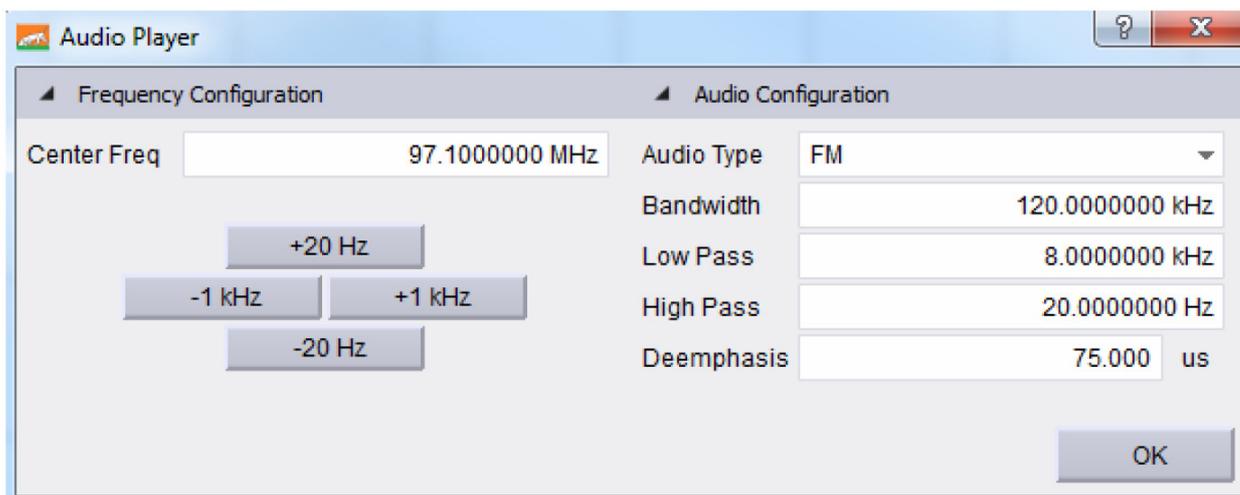


Рис. 13. Окно утилиты аудиопроигрывателя.

Изменение центральной частоты можно производить с помощью клавиш-стрелок на клавиатуре, нажатием кнопок точной подстройки в программе или же с помощью ручного ввода частоты в соответствующем поле. Начальная частота при запуске данной подпрограммы является центральной частотой спектрограммы, отображённой на экране перед тем, как пользователь выбрал из меню функцию **Audio Player**. Пользователь также может менять полосу частот, параметры демодуляции, а также параметры фильтров нижних и верхних частот аудиосигнала.

Все параметры установок аудиосигнала, за исключением центральной частоты, сохраняются. Также возможно использовать режим поиска сигнала (**sweep mode**) для нахождения сигнала радиопередачи, а затем запустить проигрыватель, чтобы начать прослушивание на данной частоте.

7 РЕЖИМЫ ОТОБРАЖЕНИЯ СИГНАЛА

ПО Spike™ позволяет представить спектр сигнала множеством способов. Каждый тип отображения может быть полезен для различных целей. Ниже приведено описание некоторых из них.

7.1 Спектрограмма

ПО предлагает два представления спектрограммы – обычное и «трёхмерное», где значение амплитуды отображается с помощью цвета и высоты. Максимальное количество отображаемых сканирований спектра равно 128. Ниже приведена спектрограмма FM-радиостанции. По оси «X» отображается выбранный частотный диапазон. Цветовая гамма соответствует амплитуде сигнала в данный момент. Результаты сканирования диапазона отображаются снизу вверх, где самая нижняя линия соответствует последнему сканированию. Малые амплитуды обозначены синим цветом, с их увеличением цветовая гамма изменяется до зелёного и красного.

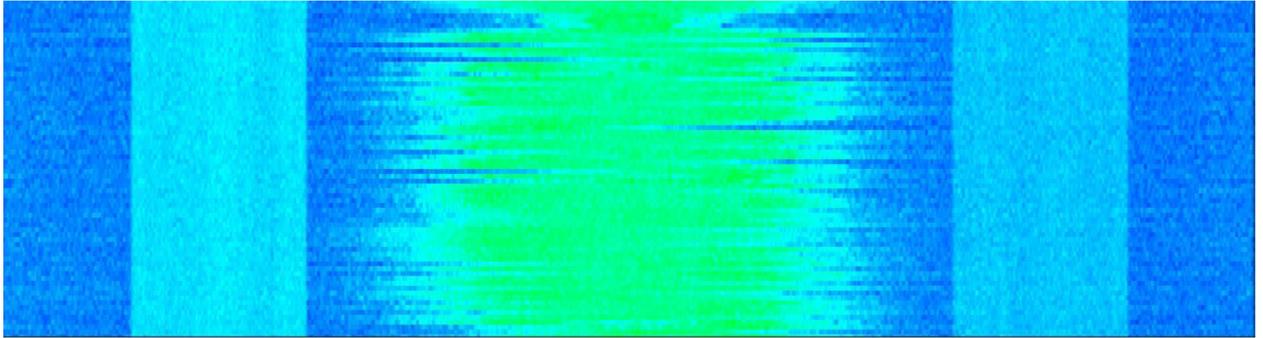


Рис. 14. «Трёхмерная» спектрограмма сигнала.

7.2 Послесвечение

Отображение послесвечения позволяет оценить изменения с течением времени. Данный вид представления спектра использует несколько сканирований для создания графика изменения спектра сигнала. Если сигнал в данном диапазоне возникает редко, он отображается синим цветом. При более частом детектировании сигнала цвет меняется на желтый и красный.

Послесвечение может быть представлено в двух видах: стандартном и в реальном времени. Для стандартного вида послесвечение формируется на основе последних сканирований диапазона, как показано на рисунке ниже:

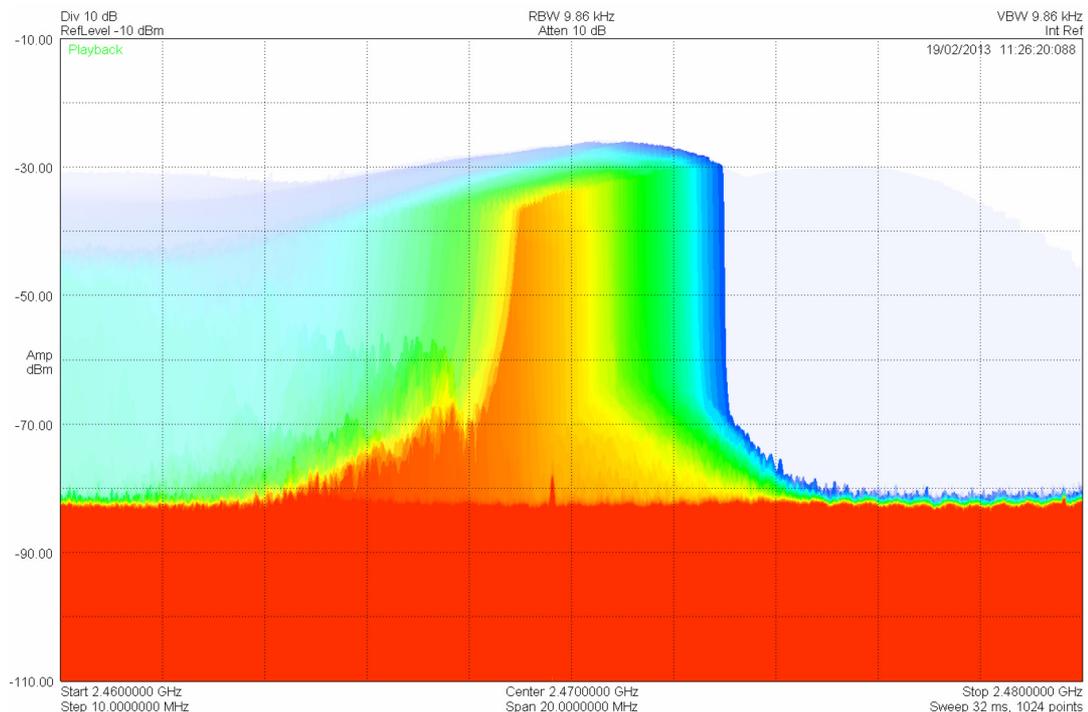


Рис. 15. Спектрограмма сигнала с эффектом послесвечения.

В режиме реального времени послесвечением отображается изменение спектра за 2/3 секунды сбора спектральной информации.

8 УСТРАНЕНИЕ НЕПОЛАДОК

Если вы столкнулись с неполадками при использовании устройства Signal Hound, воспользуйтесь данным руководством перед обращением в службу поддержки.

В данном разделе содержатся инструкции по устранению основных типов неисправностей, а также советы по работе с конкретными моделями устройств.

8.1 Невозможно найти или открыть устройство

Убедитесь, что устройство подключено, и горит зелёный индикатор. При отсутствии свечения индикатора попробуйте отключить и включить заново. Если свечение появилось, попробуйте открыть устройство снова через меню File программы Spike™.

8.1.1 Индикатор светится зеленым, но подключиться нельзя

Старые модели ВВ60А после перезагрузки ПК или выхода из «спящего» режима требуют переподключения. Отключите устройство и подключите снова. Если после этого устройство не заработало, то возможно, что драйвера не были успешно установлены. Обратитесь к разделу 2.3 Установка драйвера прибора.

Если это первое подключение устройства к компьютеру, то устройству может потребоваться некоторое время на поиск и установку драйверов. Обычно при установке драйвера в компьютере выводится соответствующее сообщение. Подождите окончания процедуры установки. Убедиться в том, что драйверы устройства установлены, можно с помощью Менеджера устройств, где отображается подключенное к компьютеру оборудование.

8.1.2 Устройство подключено, но индикатор не горит

При данной неисправности рекомендуется выполнить следующие действия:

- Переподключить устройство.
- Проверьте режим работы компьютера. Ноутбук или настольный компьютер может работать в режиме энергосбережения. Для работы анализатора Signal Hound необходимо через «Панель управления» операционной системы и опцию «Электропитание» перевести его в режим «Высокой производительности».
- Если после этих действий устройство всё ещё работает некорректно, поставьте последнюю версию драйвера USB-порта. В зависимости от операционной системы, драйвер может быть обновлён либо через стандартную функцию обновления (Windows 8), либо через поиск и установку нужного драйвера в зависимости от чипсета (Windows 7). Версия чипсета определяется через «Панель управления» → «Менеджер устройств» → «Системные устройства» (например, Chipset Intel 7 Series/C216), после чего нужные драйвера загружаются с сайта фирмы Intel.

8.1.3 Устройство отключается во время работы

Многие причины могут вызвать отказ устройства во время работы. Некоторые из них связаны с работой USB или компьютера в целом. Для устранения данной неисправности рекомендуется выполнить следующие действия:

- Отключить антивирусное ПО. В некотором количестве случаев антивирусные программы препятствуют работе анализаторов Signal Hound. После завершения работы со Spike™ не забудьте снова включить антивирусное ПО.
- Проверьте режим работы компьютера. Ноутбук или настольный компьютер может работать в режиме энергосбережения. Для работы анализатора Signal Hound необходимо через «Панель управления» операционной системы и опцию «Электропитание» перевести его в режим «Высокой производительности».

8.2 Устройство неверно сканирует диапазон

Если отображаемые на экране результаты работы устройства не соответствуют предполагаемой картине, рекомендуется выполнить следующие действия:

- В меню предустановок выбрать **Presets** → **Load Default Settings**. Данная установка возвращает приложение к установкам по умолчанию.
- Перезапустить ПО Spike™.
- Зеленая кнопка **Preset** возвращает устройство и установки ПО к заводским настройкам. В редких случаях обмен данными между устройством и компьютером может осуществляться с ошибками. Данное действие может вернуть систему в рабочее состояние.

8.3 Устройство неисправно

В случае, когда устройство спонтанно прекращает работу или возникает неполадка, ПО Spike™ может выдать сообщение о том, что устройство неисправно. В этом случае рекомендуется отсоединить, а затем снова подсоединить устройство, или перезагрузить компьютер. Если неисправность будет отображаться и далее, обратитесь в службу поддержки.

9 КАЛИБРОВКА И НАСТРОЙКА

По вопросам настройки и калибровки устройства, а также необходимого оборудования, свяжитесь с представителями Signal Hound.

10 ГАРАНТИЯ

© 2013-2015 Signal Hound. Все права защищены.

Копирование, изменение устройства или перевод документации на устройство запрещено без письменного разрешения производителя.

Информация, содержащаяся в данном документе, может изменяться без предварительного уведомления.

Signal Hound не будет нести ответственность за ошибки в данном документе или за случайные или непрямые повреждения, к которым может привести использование прибора покупателем.

Дополнительные условия гарантийного обслуживания указаны в лицензионном соглашении для конечного пользователя.

10.1 Сведения о сторонних продуктах

Windows® и **Excel®** являются зарегистрированными продуктами корпорации **Microsoft** в России и других странах.

Intel® и **Core™** являются зарегистрированными продуктами корпорации **Intel** в России и других странах.

Labview® является зарегистрированным продуктом корпорации **National Instruments** в России и других странах.

Matlab® является зарегистрированным продуктом **The MathWorks, Inc.** в России и других странах.

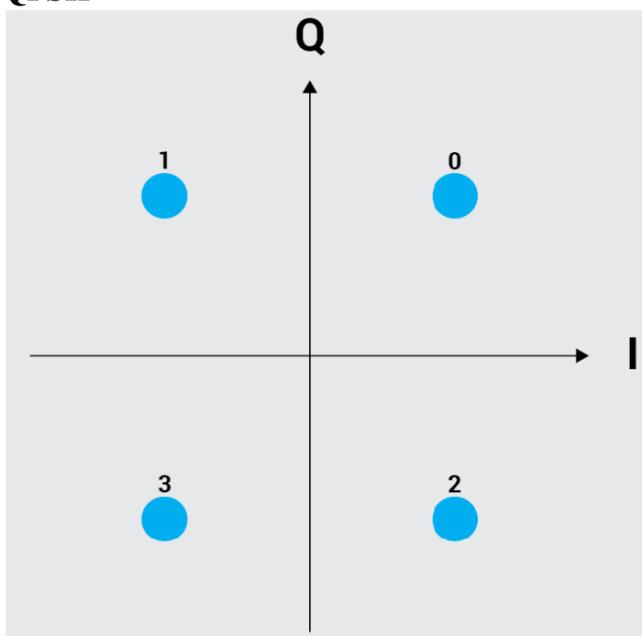
11 ПРИЛОЖЕНИЕ

11.1 Карта сигнальных созвездий

BPSK

Данные	Изменение фазы
0	0
1	π

QPSK



DQPSK

Данные	Изменение фазы
0	0
1	$+\pi/2$
2	$-\pi/2$
3	π

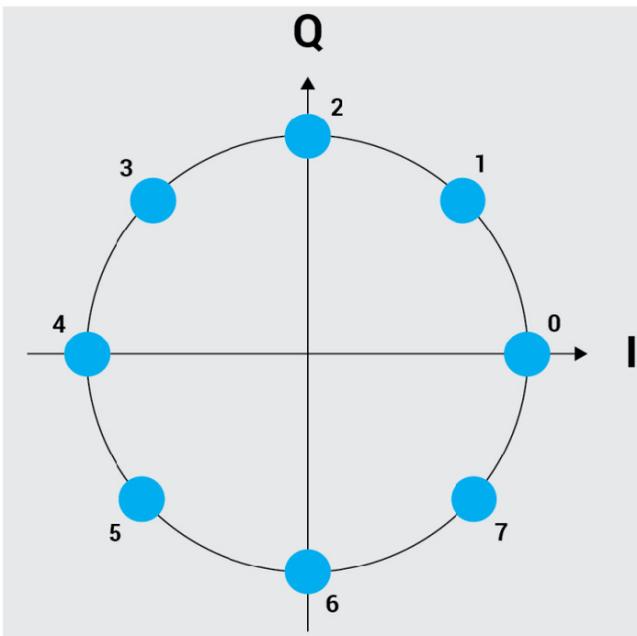
$\pi/4$ DQPSK

Данные	Изменение фазы
0	$+\pi/4$
1	$+3\pi/4$
2	$-\pi/2$
3	$-3\pi/4$

D8PSK

Данные	Изменение фазы
0	0
1	$+\pi/4$
2	$+3\pi/4$
3	$+\pi/2$
4	$-\pi/4$
5	$-\pi/2$
6	$-\pi$
7	$-3\pi/4$

8-PSK



16-QAM

