

Анализатор I/Q-сигналов и входные I/Q-интерфейсы для прибора R&S®FSW

Руководство пользователя



1175.6449.02 – 11

В данном руководстве описываются следующие модели прибора R&S®FSW с версией встроенного ПО 1.80 и выше:

- R&S®FSW8 (1312.8000K08)
- R&S®FSW13 (1312.8000K13)
- R&S®FSW26 (1312.8000K26)
- R&S®FSW43 (1312.8000K43)
- R&S®FSW50 (1312.8000K50)

Помимо базового блока описаны следующие опции:

- R&S FSW-B10 (1313.1622.02)
- R&S FSW-B13 (1313.0761.02)
- R&S FSW-B17 (1313.0784.02)
- R&S FSW-B21 (1313.1100.26)
- R&S FSW-B24 (1313.0832.13/26)
- R&S FSW-B25 (1313.0990.02)
- R&S FSW-B28 (1313.1645.02)
- R&S FSW-B40 (1313.0861.02) / R&S FSW-U40 (1313.52505.02)
- R&S FSW-B80 (1313.0878.02) / R&S FSW-U80 (1313.5211.02)
- R&S FSW-B160 (1313.1668.02) / R&S FSW-U160 (1313.3754.02)
- R&S FSW-B320 (1313.7172.02) / R&S FSW-U132 (1313.7189.02)
- R&S FSW-B71 (1313.1651.13/26, 1313.6547.02,)

Во встроенном программном обеспечении прибора используется несколько полезных пакетов открытых программных средств. Более подробную информацию см. в документе "Open Source Acknowledgment" на компакт-диске с пользовательской документацией (включен в комплект поставки).

Компания Rohde & Schwarz хотела бы поблагодарить сообщество поддержки программного обеспечения с открытым исходным кодом за ценный вклад в развитие средств встроенной вычислительной обработки.

© 2013 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG
Mühlhofstr. 15, 81671 München, Germany
Телефон: +49 89 41 29 - 0
Факс: +49 89 41 29 12 164
E-mail: info@rohde-schwarz.com
Интернет-адрес: www.rohde-schwarz.com

Напечатано в Германии – Возможны изменения без уведомления – Данные без допусков не влекут за собой обязательств.
R&S® является зарегистрированным торговым знаком компании Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.
Фирменные названия являются торговыми знаками компаний.

В данном руководстве используются следующие сокращения: для прибора R&S®FSW используется сокращение R&S FSW. Для мультистандартного радиоанализатора R&S®FSW используется сокращение R&S FSW I/Q Analyzer.

Система менеджмента качества и управления состоянием окружающей среды

Certified Quality System
ISO 9001

Certified Environmental System
ISO 14001

Sehr geehrter Kunde,

Sie haben sich für den Kauf eines Rohde & Schwarz Produktes entschieden. Sie erhalten damit ein nach modernsten Fertigungsmethoden hergestelltes Produkt. Es wurde nach den Regeln unserer Qualitäts- und Umweltmanagementsysteme entwickelt, gefertigt und geprüft. Rohde & Schwarz ist unter anderem nach den Managementsystemen ISO 9001 und ISO 14001 zertifiziert.

Der Umwelt verpflichtet

- Energie-effiziente, RoHS-konforme Produkte
- Kontinuierliche Weiterentwicklung nachhaltiger Umweltkonzepte
- ISO 14001-zertifiziertes Umweltmanagementsystem

Dear customer,

You have decided to buy a Rohde & Schwarz product. This product has been manufactured using the most advanced methods. It was developed, manufactured and tested in compliance with our quality management and environmental management systems. Rohde & Schwarz has been certified, for example, according to the ISO 9001 and ISO 14001 management systems.

Environmental commitment

- Energy-efficient products
- Continuous improvement in environmental sustainability
- ISO 14001-certified environmental management system

Уважаемый покупатель,

Вы решили приобрести изделие компании Rohde & Schwarz. Это значит, что Вы можете быть уверены в получении изделия, произведенного по самым передовым технологиям. Данное изделие было разработано, произведено и испытано в соответствии с нашими стандартами системы менеджмента качества. Система менеджмента качества компании Rohde & Schwarz сертифицирована на соответствие требованиям таких стандартов как ISO 9001 и ISO 14001.

Обязательства по охране окружающей среды

- Энергосберегающие изделия
- Постоянное улучшение экологической устойчивости
- Система управления состоянием окружающей среды соответствует требованиям ISO 14001



Служба поддержки

Техническая поддержка – везде и всегда когда требуется

Для получения быстрой и профессиональной помощи по любому оборудованию компании Rohde & Schwarz свяжитесь с одним из наших центров поддержки пользователей. Команда высококвалифицированных инженеров обеспечит вам поддержку по телефону и поможет найти решение возникших у вас вопросов в части эксплуатации, программирования или применения оборудования компании Rohde & Schwarz.

Последняя информация и обновления

Для того чтобы поддерживать ваше оборудование на уровне современных требований и следить за последними данными о возможностях его применения, отправьте по электронной почте запрос в центр поддержки пользователей с описанием вашего оборудования и ваших требований. Мы позаботимся о том, чтобы вы получили требуемую информацию.

Rohde & Schwarz

115093 Москва
ул. Павловская, 7, стр.1, этаж 5

тел. +7 (495) 981 35 60
факс +7 (495) 981 35 65
e-mail: info.russia@rohde-schwarz.com

Контрольно-измерительное оборудование

тел. + 7 (495) 981 35 61
Техническая поддержка
тел. + 7 (495) 981 47 07
e-mail: support.russia@rohde-schwarz.com

Телерадиовещание

тел. + 7 (495) 981 35 63

Системы радиосвязи

тел. + 7 (495) 981 35 62

Радиомониторинг, ПМР

тел. + 7 (495) 981 35 64

Сервисный центр

тел. +7 (495) 981 35 67
факс +7 (495) 981 35 69
e-mail: service.russia@rohde-schwarz.com



Содержание

1	Введение	5
1.1	Сведения о данном руководстве.....	5
1.2	Описание документации	6
1.3	Условные обозначения, применяемые в документации	7
2	Знакомство с приложением I/Q Analyzer	9
2.1	Запуск приложения I/Q Analyzer.....	9
2.2	Отображаемая на экране информация	10
3	Применение режима I/Q Analyzer и режима ввода I/Q-данных	13
4	Виды измерений и отображение результатов.....	16
5	Базовые сведения о сборе и обработке I/Q-данных.....	21
5.1	Обработка аналоговых I/Q-данных, поступающих с ВЧ-входа	21
5.2	Обработка данных, поступающих от цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17).....	28
5.3	Обработка данных аналогового интерфейса модулирующих сигналов	34
5.4	Получение данных с входа и передача данных на выход.....	40
5.5	Импорт и экспорт I/Q-данных	56
5.6	Основы БПФ	56
5.7	Приложение I/Q Analyzer в режиме MSRA.....	63
5.8	Измерения во временной и частотной областях.....	64
6	Конфигурация	65
6.1	Стандартные настройки в режиме I/Q Analyzer	65
6.2	Обзор конфигурации в разделе "Overview"	66
6.3	Функции импорта/экспорта.....	68
6.4	Настройки входных и выходных данных.....	69
6.5	Амплитуда.....	109
6.6	Настройки частоты	117
6.7	Настройки запуска	119
6.8	Настройки сбора данных и полосы частот	127
6.9	Конфигурация отображения.....	134
6.10	Автоматическая подстройка параметров.....	134
6.11	Конфигурация приложения I/Q Analyzer для работы в режиме MSRA	137

7	Анализ.....	139
7.1	Настройки кривой	139
7.2	Использование маркера	142
7.3	Функции масштабирования.....	153
8	Работа с I/Q-данными.....	155
8.1	Выполнение измерений в приложении I/Q Analyzer	155
8.2	Захват или выдача I/Q-данных с помощью опциональных интерфейсов (R&S FSW-B17/-B71)	157
8.3	Процедура экспорта и импорта I/Q-данных.....	161
9	Оптимизация и устранение проблем при измерении	164
A	Приложение: справочная информация	165
A.1	Описание разъема LVDS.....	165
A.2	Форматы возвращаемых значений: ASCII и двоичный.....	166
A.3	Справочная информация: описание формата файлов с I/Q-данными	167
A.4	Формат файла I/Q-данных (iq-tar)	169

1 Введение

1.1 Сведения о данном руководстве

Данное руководство пользователя содержит всю информацию, **относящуюся к данному приложению и обработке цифровых I/Q-данных**. Все основные функции прибора и настройки, общие для всех приложений и режимов работы, описаны в основном руководстве пользователя R&S FSW.

Основное внимание в настоящем руководстве уделено результатам измерения и измерительным задачам, обеспечивающим их получение. В руководство включены следующие темы:


- **Знакомство с приложением I/Q Analyzer**
Введение и знакомство с приложением
- **Применение режима I/Q Analyzer и режима ввода I/Q-данных**
Пример измерительных сценариев для импорта I/Q-данных и их анализа
- **Виды измерений и отображение результатов**
Подробная информация о поддерживаемых измерениях и типах результатов
- **Базовые сведения о сборе и обработке I/Q-данных**
Справочная информация об основных терминах и принципах в контексте приложения I/Q Analyzer, а также об общей обработке цифровых I/Q-данных
- **Конфигурация и анализ**
Полное описание всех функций и настроек, доступных для импорта, захвата и анализа I/Q-данных в опции I/Q Analyzer, с или без опциональных интерфейсов и соответствующих команд дистанционного управления
- **Работа с I/Q-данными**
Базовые процедуры для выполнения измерений в режиме I/Q Analyzer или захвата данных через цифровой интерфейс модулирующих сигналов с пошаговыми инструкциями
- **Оптимизация и устранение проблем при измерении**
Подсказки и советы по устранению ошибок и оптимизации схемы измерения
- **Команды дистанционного управления для измерения I/Q-данных**
Команды дистанционного управления, необходимые для удаленного конфигурирования и проведения измерений в режиме I/Q Analyzer или удаленной обработки цифровых I/Q-данных, отсортированные по выполняемым измерительным задачам;
(Команды для настройки режима управления или для выполнения общих задач на приборе, приведены в основном руководстве пользователя R&S FSW)
В примерах программирования демонстрируется использование многих команд, которые, как правило, могут быть использованы непосредственно для измерительных целей (см. руководство на компакт-диске)
- **Приложение**
Справочные материалы, например, форматы I/Q-файлов и подробное описание разъема LVDS
- **Список команд дистанционного управления**
Алфавитный список команд дистанционного управления (см. руководство на компакт-диске)
- **Предметный указатель**

1.2 Описание документации

Пользовательская документация на прибор R&S FSW состоит из следующих частей:

- Печатное руководство "Краткое руководство по эксплуатации"
- Система интерактивной справки в приборе
- Компакт-диск с документацией:
 - Краткое руководство по эксплуатации
 - Руководства пользователя на базовый прибор и на опции
 - Руководство по техническому обслуживанию
 - Примечания к выпуску ПО
 - Технические данные и брошюры с описанием прибора

Оперативно-доступная справочная система

Интерактивная справочная система встроена в приборное ПО. Она предлагает быстрый, чувствительный к контексту доступ ко всей информации, необходимой для работы и программирования. Доступ к справочной системе осуществляется с помощью значка  на панели инструментов прибора R&S FSW.

Краткое руководство по эксплуатации

Данное руководство поставляется вместе с прибором в печатном виде и в виде PDF-файла на компакт-диске. В руководстве содержится вся необходимая информация по подготовке прибора к работе и началу его эксплуатации. Описываются основные приемы работы и обращение с прибором. Включены также инструкции по безопасности.

Краткая руководство по эксплуатации на разных языках также доступно для загрузки с веб-сайта компании Rohde & Schwarz на странице изделия R&S FSW по адресу <http://www2.rohde-schwarz.com/product/FSW.html>.

Руководства пользователя

Руководства пользователя имеются для базового прибора и для каждой дополнительной (программной) опции.

Эти руководства пользователя доступны на компакт-диске с документацией, поставляемом вместе с прибором, в формате PDF, в готовом к печати виде. В руководствах пользователя подробно описываются все функции прибора. Кроме этого, в них дается полное описание команд дистанционного управления с примерами программирования.

Руководство пользователя для базового блока содержит основную информацию по работе с прибором в целом, и, в частности, в программном режиме Spectrum. Кроме этого, здесь описываются программные функции, которые расширяют базовые функции для различных приложений. Дается введение в дистанционное управление, а также информация по техническому обслуживанию, интерфейсам прибора и устранению проблем.

В отдельных руководствах по приложениям подробно описываются конкретные функции прибора для данного приложения. Дополнительная информация о стандартных настройках и параметрах приведена в технических данных прибора. Базовая информация по работе с прибором R&S FSW в руководства по приложениям не включена.

Все виды руководств пользователя также доступны для загрузки с веб-сайта компании Rohde & Schwarz, на странице изделия R&S FSW по адресу <http://www2.rohde-schwarz.com/product/FSW.html>.

Руководство по техническому обслуживанию

Данное руководство доступно в формате PDF на компакт-диске, который поставляется вместе с прибором. В руководстве по техническому обслуживанию дана информация о проверке прибора на соответствие номинальным характеристикам, о функционировании прибора, о ремонте, о выявлении и устранении ошибок. В руководстве содержится вся необходимая для проведения ремонта прибора R&S FSW путем замены модулей информация.

Примечания к выпуску ПО

Примечания к выпуску ПО описывают процедуру установки встроенного ПО, новые и модифицированные функции, устраненные проблемы и последние изменения в документации. Соответствующая версия встроенного ПО указывается на титульном листе примечаний.

Самые последние версии ПО также доступны для загрузки с веб-сайта компании Rohde & Schwarz, на странице изделия R&S FSW по адресу <http://www2.rohde-schwarz.com/product/FSW.html> > Downloads > Firmware.

1.3 Условные обозначения, применяемые в документации

1.3.1 Печатные обозначения

В данном руководстве используются следующие условные обозначения:

Обозначение	Описание
"Элементы графического интерфейса пользователя"	Все названия таких элементов графического интерфейса пользователя на экране, как диалоговые окна, меню, пункты выбора, кнопки и функциональные клавиши заключаются в кавычки.
КЛАВИШИ	Названия (аппаратных) клавиш записываются прописными буквами.
Имена файлов, команды, программный код	Имена файлов, команды, примеры программного кода и выводимая на экран информация отличаются от основного текста шрифтом.
<i>Значение ввода</i>	Значение ввода, которое должен ввести пользователь, отображается курсивом.
Ссылки	Ссылки, по которым после щелчка можно перейти в соответствующую часть документа, отображаются синим шрифтом.
"Ссылки"	Ссылки на другие части документа заключаются в кавычки.

1.3.2 Условные обозначения для описания процедур работы с прибором

При работе с прибором для выполнения одной и той же задачи могут применяться несколько альтернативных методов. В этом случае сначала описывается процедура с использованием сенсорного экрана. На любых элементах, которые могут быть активированы касанием, можно щелкнуть с помощью дополнительно подключаемой мыши. Альтернативные процедуры, в которых используются аппаратные клавиши устройства или экранная клавиатура, описываются только в случае отличающихся от стандартных процедур работы.

Условные обозначения, применяемые в документации

Понятие "выбрать" может относиться к любым из описанных методов, т.е. к использованию пальца на сенсорном экране, указателя мыши на дисплее, аппаратной клавиши на приборе или клавиши на клавиатуре.

2 Знакомство с приложением I/Q Analyzer

R&S FSW I/Q Analyzer - это программное приложение прибора, позволяющее выполнять сбор I/Q-данных и их анализ с помощью прибора R&S FSW.

Ключевые характеристики и функционал приложения R&S FSW-I/Q Analyzer:

- Сбор аналоговых I/Q-данных
- Опционально: сбор цифровых I/Q-данных с помощью опции цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17)
- Опционально: сбор данных аналоговых модулирующих сигналов с помощью опции аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71)
- Импорт I/Q-данных, сохраненных с помощью других приложений
- Анализ спектра, магнитуды, векторных I/Q-данных и отдельных квадратурных компонентов сигнала с помощью прибора R&S FSW
- Экспорт I/Q-данных в другие приложения
- Опционально: работа с прямым выходом цифровых I/Q-данных с помощью опции цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17)

В данном руководстве пользователя содержится описание функционала приложения, в том числе команд для дистанционного управления прибором.

Все функции, не описанные в данном руководстве, совпадают с базовой версией и описаны в руководстве пользователя R&S FSW.

Текущая версия программного обеспечения доступна для скачивания на [домашней странице изделия](#).

Установка

Приложение R&S FSW I/Q Analyzer является частью стандартного программного обеспечения и не требует отдельной установки.

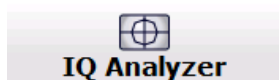
Опция интерфейса для цифровых модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) требует как аппаратной, так и программной установки, которая описана в примечаниях к опции и поставляется в комплекте.

2.1 Запуск приложения I/Q Analyzer

I/Q Analyzer является приложением стандартной модели прибора R&S FSW.

Для запуска приложения I/Q Analyzer необходимо:

1. Нажать клавишу MODE на передней панели прибора R&S FSW.
Будет открыто диалоговое окно, содержащее все доступные на данный момент приложения R&S FSW.
2. Выбрать значок "I/Q Analyzer".



На приборе R&S FSW будут запущены новые измерения канала для приложения I/Q Analyzer.


Сразу же будут запущены измерения с настройками по умолчанию. Настройки могут быть изменены в диалоговом окне "Overview" приложения I/Q Analyzer, которое отображается при выборе функциональной клавиши "Overview" из любого меню (см. [раздел 6.2 "Конфигурация раздела "Overview"](#) на стр. 66).

Параллельные измерения каналов и функция Sequencer

При активации приложения создается новое измерение канала, который был указан в настройках измерения для данного приложения. То же самое приложение может быть активировано с отличными настройками путем создания нескольких каналов для того же самого приложения.

Количество каналов, которые могут быть сконфигурированы одновременно, зависит от параметров памяти прибора.

В любой момент времени может быть запущено только одно измерение, а именно - измерение текущего активного канала. Для последовательного выполнения сконфигурированных измерений предусмотрена функция Sequencer.

Если данная функция активна, то измерения, сконфигурированные для активных каналов, выполняются последовательно в соответствии очередностью вкладок. Текущие активные измерения отмечаются значком  около вкладки. Отображение результатов отдельных каналов по окончании измерений обновляется в соответствующих вкладках (в том числе "MultiView"). Последовательность выполнения не зависит от текущей активной вкладки.

Более подробно о функции Sequencer см. руководство пользователя R&S FSW.

2.2 Отображаемая на экране информация

На следующем рисунке показана измерительная диаграмма при работе приложения I/Q Analyzer. Все информационные области отмечены номерами. В следующих разделах приведено подробное описание по данным отметкам.

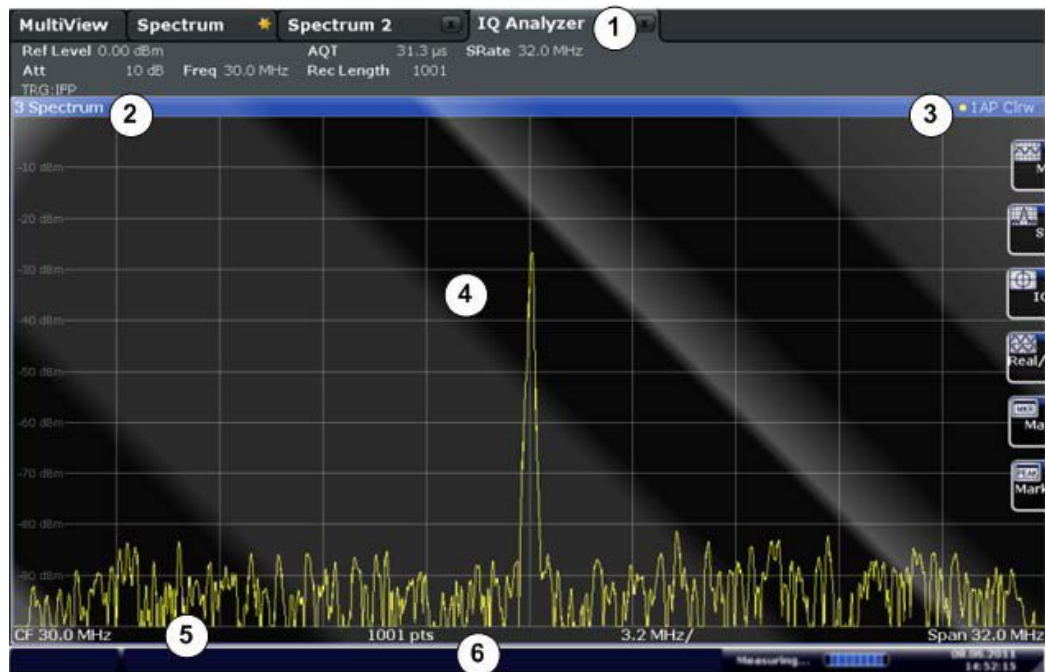


Рис. 2-1 – Элементы отображения на экране в режиме приложения I/Q Analyzer

- 1 = Панель канала для настроек программного обеспечения и измерений
- 2+3 = Заголовок окна с информацией о диаграмме (кривой)
- 4 = Область диаграммы с информацией маркера
- 5 = Нижняя панель диаграммы с информацией о диаграмме, зависит от отображаемых результатов
- 6 = Панель состояния прибора с сообщениями об ошибках, индикатором выполнения и временем/датой



Режим работы MSRA

В режиме работы MSRA доступны дополнительные вкладки и элементы. Цветной фон экрана за вкладками каналов сигнализирует о том, что включен режим MSRA. Более подробно о режиме MSRA см. руководство пользователя R&S FSW.

Информация, отображаемая в панели канала

При работе с приложением I/Q Analyzer прибор R&S FSW отображает следующие настройки:

Таблица 2-1 – Информация, отображаемая в панели канала при работе с приложением I/Q Analyzer

Ref Level	Опорный уровень
(m.+el.)Att	(Механическое и электронное) ВЧ ослабление
Ref Offset	Смещение опорного уровня
Freq	Центральная частота
Meas Time	Время измерений
Rec Length	Заданная длина записи (количество собираемых отсчетов)
SRate	Заданная частота дискретизации сбора данных
RBW	(Только для вычисления спектра) Полоса разрешения, рассчитанная на основе частоты дискретизации и длины записи

Отображаемая на экране информация

Inp:Dig-IQ	Входной источник: цифровые I/Q-данные с опционального цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17)
Inp:Analog <I/Q mode>	Входной источник: аналоговые модулирующие данные с опционального аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71) <I/Q mode>: определяет режим обработки (см. раздел 5.3.3 "Режимы обработки I/Q-данных" на стр. 37)

Кроме того, на панели канала также отображается информация о настройках прибора, которые влияют на результаты измерений, даже если они не отображаются непосредственно на экране (например, настройки преобразования или запуска). Данная информация отображается, только если это требуется для текущих измерений. Более подробно см. краткое руководство пользователя R&S FSW.

Информация, отображаемая в заголовке окна

Для любой диаграммы на заголовке отображается следующая информация:



Рис. 2-2 – Информация, отображаемая в заголовке окна при работе приложения I/Q Analyzer

- 1 = Номер окна
- 2 = Тип окна
- 3 = Цвет кривой
- 4 = Номер кривой
- 5 = Детектор
- 6 = Режим кривой

Информация, отображаемая в нижней панели диаграммы

Информация, отображаемая в нижней панели диаграммы (под диаграммой), зависит от:

- Центральной частоты
- Количества точек развертки
- Диапазона делений (оси x)
- Диапазона (Спектра)

Информация, отображаемая в панели состояния прибора

Под диаграммой находится панель состояния прибора в которой отображаются общие настройки прибора, состояние прибора и любые предупреждения о работе прибора. Кроме того, в данной панели отображается индикатор выполнения текущей операции.

Более подробно см. ["Сообщения об ошибках"](#) на стр. 164.

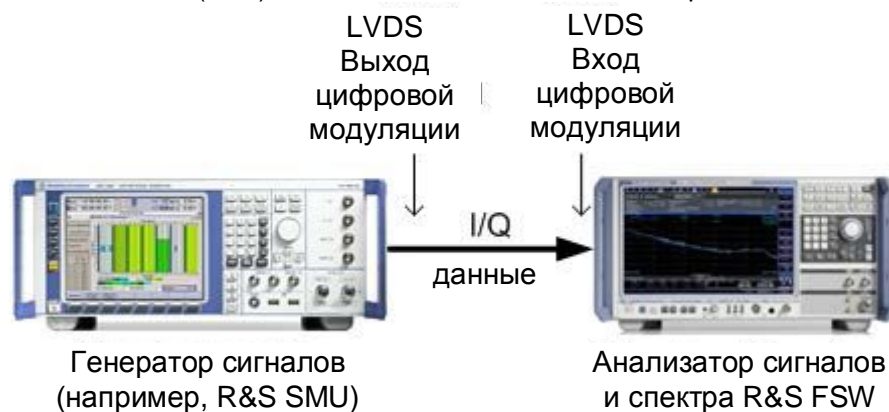
3 Применение режима I/Q Analyzer и режима ввода I/Q-данных

Модулирующие сигналы, как правило, являются, так называемыми, комплексными сигналами, то есть сигналами, которые можно представить в виде двух каналов: "in phase" (I) – синфазный канал и "quadrature" (Q) – квадратурный канал. Такие сигналы рассматриваются как отдельный тип - I/Q сигналы. I/Q сигналы удобны в использовании, так как для них не требуется использование ВЧ или ПЧ частот. Полная информация о модуляции и даже искажениях, которые возникают в ВЧ, ПЧ или модулирующих областях, могут быть проанализирована с помощью I/Q. Таким образом, приложение I/Q Analyzer является оптимальным инструментом для анализа модулирующих I/Q сигналов.

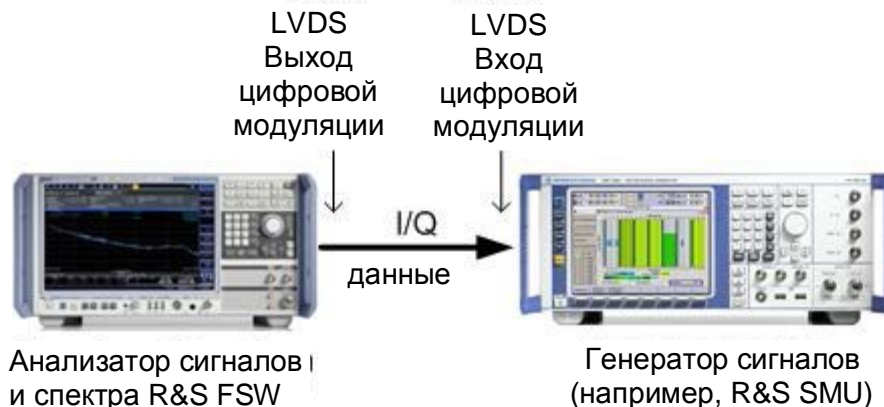
Опциональный цифровой интерфейс модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) может использоваться для сбора выходных I/Q-данных.

Цифровой интерфейс модулирующих сигналов используется, как правило, в следующих случаях:

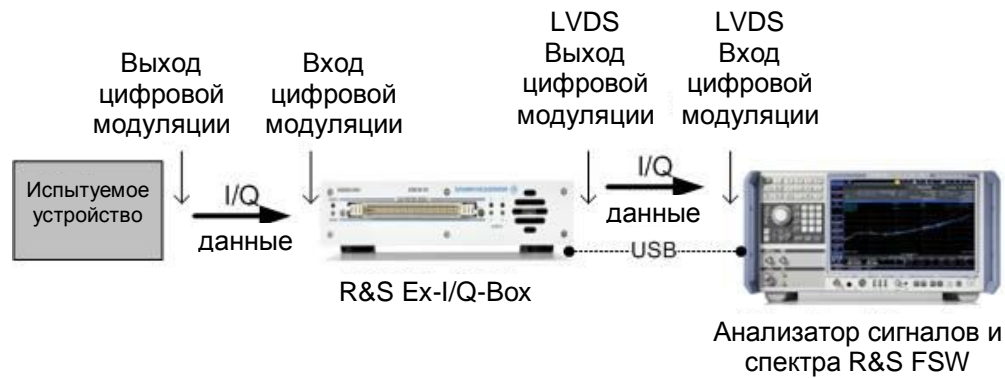
- Сбор и оценка цифровых I/Q-данных в приложении I/Q Analyzer в стандартной комплектации R&S FSW или других (опциональных) приложениях, например, R&S FSW-K70 (VSA). см. также описание отдельных приложений.



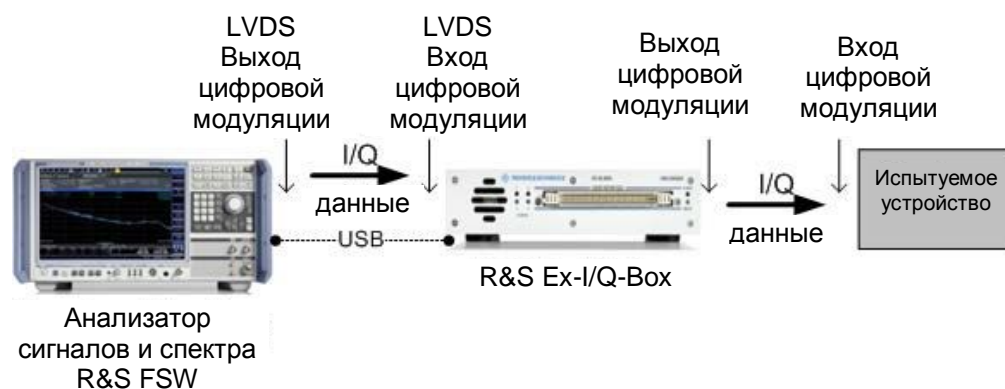
- Выходные цифровые I/Q-данные поступают на выбранный приемник, например, для ослабления (эмуляция мобильной коммуникации) может использоваться генератор.



- Сбор и оценка цифровых I/Q-данных от прибора с интерфейсом, задаваемым пользователем, и с использованием R&S EX-IQ-BOX (см. "R&S®EX-IQ-BOX – руководство по работе с интерфейсом внешних сигналов").



- Вывод цифровых I/Q-данных к прибору с заданным пользователем интерфейсом с помощью R&S EX-IQ-BOX (см. "R&S®EX-IQ-BOX - руководство по работе с интерфейсом внешних сигналов").





R&S EX-IQ-BOX и R&S DigIConf

R&S EX-IQ-BOX – это конфигурируемый интерфейсный модуль, конвертирующий характеристики сигнала и протокол передачи прибора R&S в заданный пользователем или стандартизированный формат сигнала и наоборот.

Текущая версия R&S EX-IQ-BOX (модель 1409.5505K04) оснащена программным обеспечением для настройки R&S DigIConf, которая может быть установлена напрямую в R&S FSW. Программное обеспечение R&S Dig-IConf (Digital Interface Configurator для R&S EX-IQ-BOX, версии 2.10 или выше) управляет протоколом и установками данных и времени R&S EX-IQ-BOX независимо от подключения прибора R&S. Кроме базовых функций – протоколов, задаваемых пользователем, программное обеспечение поддерживает работу со стандартизированными протоколами, например, CPRI, OBSAI или DigRF.

Необходимо заметить, что для соединения с R&S DigIConf кроме интерфейсного соединения с R&S Digital Baseband требуется USB-подключение (не LAN) к R&S FSW.

Поддерживается возможность простого дистанционного управления. Команды дистанционного управления для программного обеспечения R&S DigIConf всегда начинаются с ключевого слова `SOURCE: EBOX`. Такие команды автоматически передаются от R&S FSW к R&S EX-IQ-BOX с помощью USB соединения.

Установочный файл, поставляемый в комплекте, содержит мастер установки, исполняющую программу, а также все необходимые программы и файлы данных. Последнюю версию программного обеспечения можно скачать с веб-сайта R&S: www.rohde-schwarz.com/en/products/test_and_measurement/signal_generation/EX-IQ-Box. Для установки достаточно запустить мастер установки и следовать дальнейшим инструкциям.

(Примечание – При использовании модуля EX-IQ-BOX в *расширенном режиме работы с цифровыми I/Q-данными* (см. "[Расширенный режим работы с цифровыми I/Q-данными](#)" на стр. 31), для передачи данных со скоростью до 200 млн. отчетов/с требуется модуль R&S EX-IQ-BOX модели 1409.5505K04 с серийным номером более 10200.

Более подробно об установке и работе программного обеспечения R&S DigIConf см. "Руководство по работе с цифровым интерфейсным модулем R&S® EXIQ-BOX и программному обеспечению R&S® DigIConf".

4 Виды измерений и отображение результатов

Приложение I/Q Analyzer может работать в режиме сбора данных. Собранные или импортированные в прибор R&S FSW I/Q-данные могут быть проанализированы в различных режимах. Для выбора режима используются функции SmartGrid.



Начиная с версии программного обеспечения 1.60, в любой момент времени при работе в режиме I/Q Analyzer может быть отображено до 6 различных вычислений, включая несколько графических диаграмм, таблиц или списков.

Более подробную информацию о работе с функцией SmartGrid см. краткое руководство R&S FSW.

Измерения во временной и частотной областях

Начиная с версии программного обеспечения 1.60, приложение I/Q Analyzer (*не Master*) в режиме **MSRA** может использоваться для измерений захваченных I/Q-данных во временной и частотной областях (см. также [раздел 5.7 "Работа с приложением I/Q Analyzer в режиме MSRA"](#) на стр. 63). При использовании используются те же самые настройки и обеспечиваются такие же результаты. Кроме того, интервал анализа, используемый для измерений, отображается во всех MSRA приложениях.

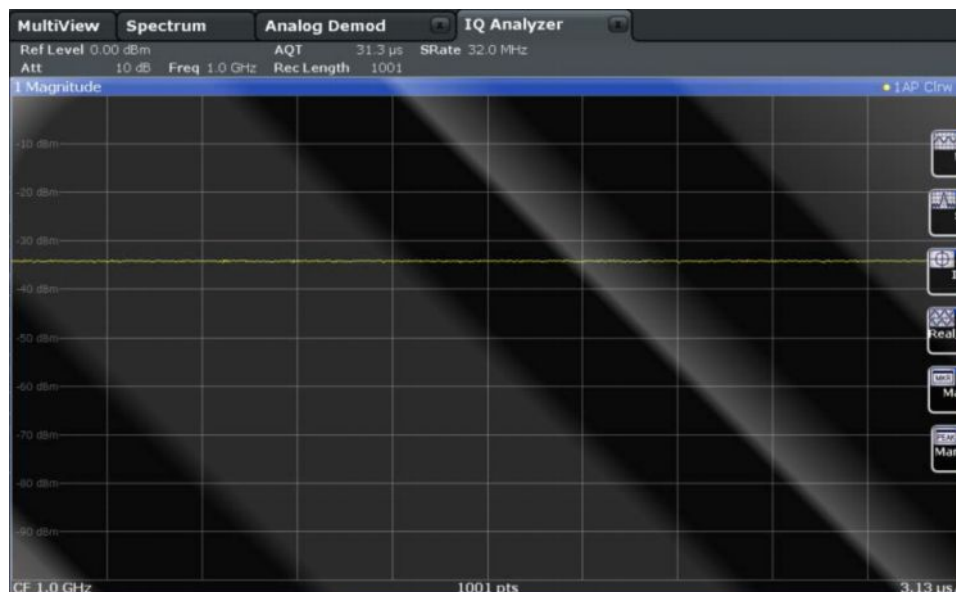
Измерения во временной и частотной областях и доступные результаты подробно описаны в руководстве пользователя R&S FSW.

Результаты, отображаемые при работе с I/Q-данными:

Magnitude (модуль)	16
Spectrum (спектр)	17
I/Q-Vector (I/Q-вектор)	17
Real/Imag (I/Q)	18
Marker Table (таблица маркера)	19
Marker Peak List (список пиковых значений маркера)	19

Magnitude (Модуль)

Отображение значений во временной области.



Команда дистанционного управления:

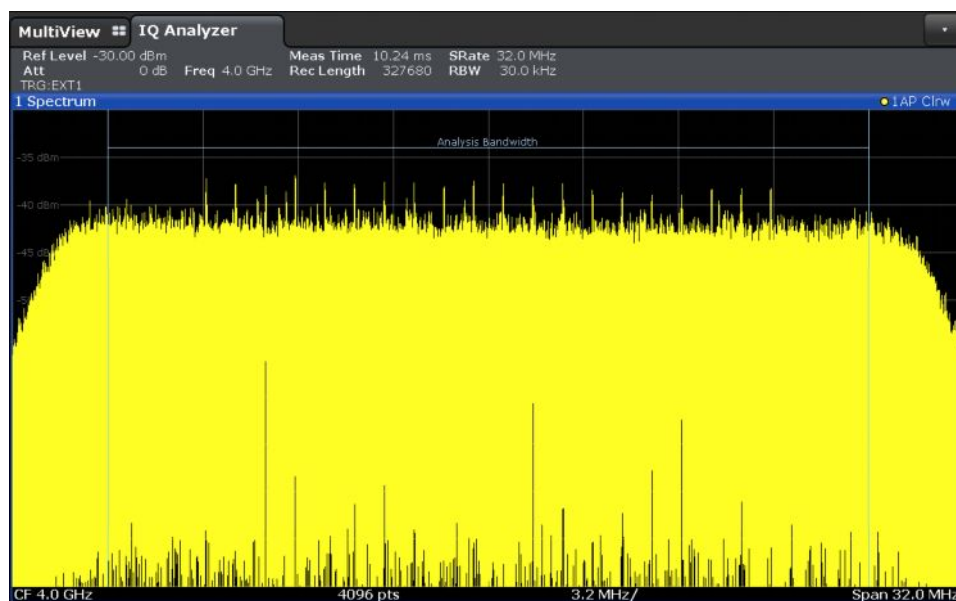
LAY:ADD:WIND? '1',RIGH,MAGN, see LAYout:ADD[:WINDow]?

Результаты:

TRACe<n>[:DATA]?

Spectrum (Спектр)

Отображение частотного спектра собранных квадратурных I/Q-отсчетов.



Команда дистанционного управления:

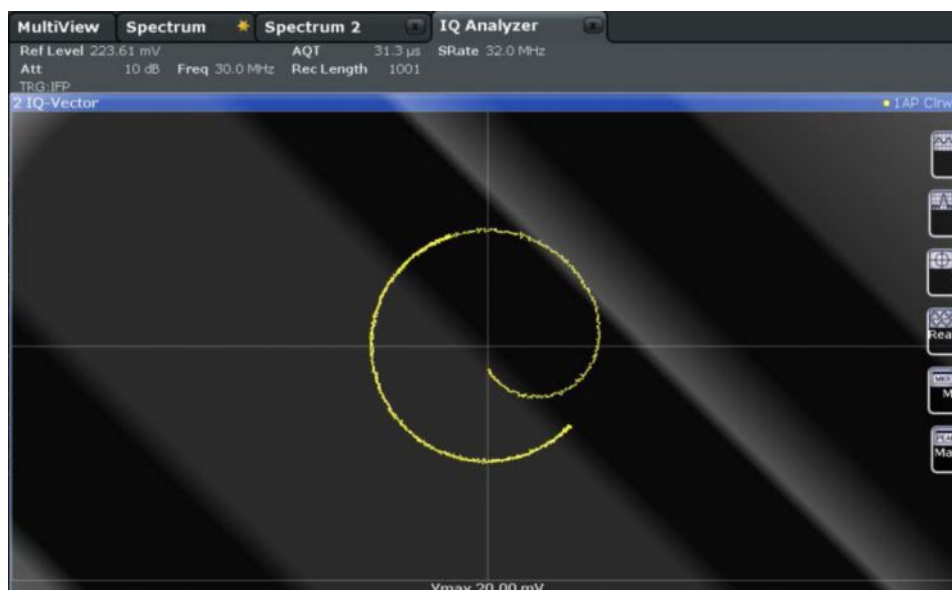
LAY:ADD:WIND? '1',RIGH,FREQ, see LAYout:ADD[:WINDow]?

Результаты:

TRACe<n>[:DATA]?

I/Q-Vector (I/Q-вектор)

Отображение собранных отчетов на графике I/Q. Отсчеты соединяются линией.



Примечание – Для отображения векторных I/Q результатов количество записываемых отсчетов ("Record Length") должно быть идентично количеству отображаемых точек кривой ("Sweep Points"; для I/Q Analyzer: 1001). На диаграмме будут отображены неверные результаты, если длина записи не совпадает с количеством точек развертки.

При работе с входом от аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71) в реальном модулирующем режиме, I/Q вектор представляет собой постоянную линию (так как одна составляющая для всех точек развертки равна 0).

Более подробно см. [раздел 5.3.3 "Режимы обработки I/Q-данных"](#) на стр. 37.

Команда дистанционного управления:

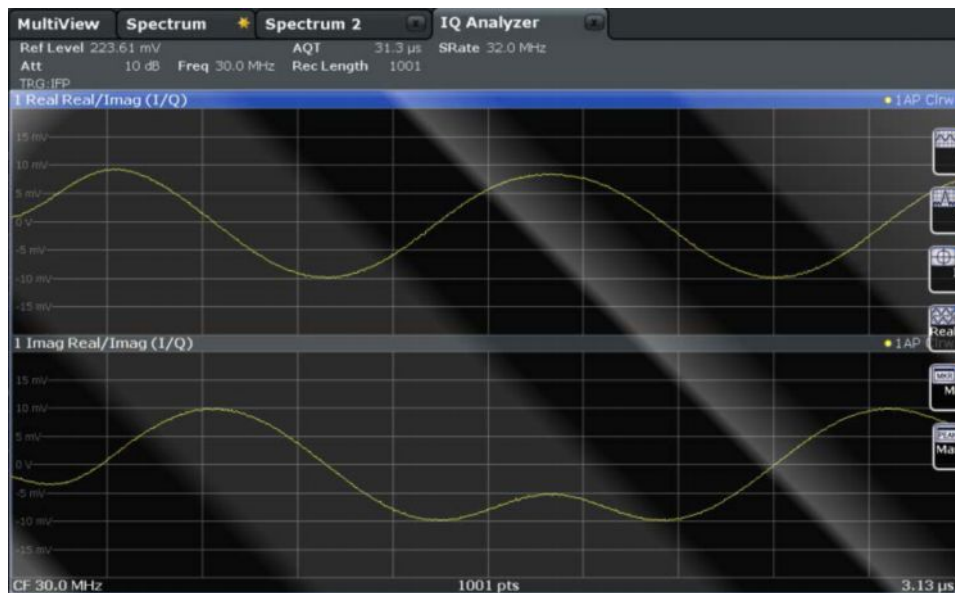
`LAY:ADD:WIND? '1',RIGH,VECT`, см. `LAYout:ADD[:WINDow]?`

Результаты:

`TRACe<n>[:DATA]?`

Real/Imag (I/Q)

Отображение вещественных и мнимых значений на отдельных диаграммах.



Примечание – При работе с аналоговым модулирующим входом в режиме Real Baseband доступно отображение только одной диаграммы (для выбранной составляющей).

Более подробно см. "Режим Real baseband (только I или Q составляющая)" на стр. 38.

Команда дистанционного управления:

LAY:ADD:WIND? '1', RIGH, RIM, see LAYout:ADD[:WINDow]?

Результаты:

TRACe<n>[:DATA]?

Marker Table (Таблица маркера)

Отображает таблицу с текущими значениями активных маркеров.

Эта таблица может отображаться автоматически при соответствующих настройках (см. подраздел "Marker Table Display" на стр. 147).

Type	Ref	Trc	Stimulus	Response	Function	Function Result
N1		1	13.197 GHz	-25.87 dBm	Count	13.197057
D1	N1	1	-7.942 GHz	-49.41 dB		
D2	N1	2	-3.918 GHz	-21.90 dB		
D3	N1	3	4.024 GHz	-21.99 dB		

Команда дистанционного управления:

LAY:ADD? '1', RIGH, MTAB, см. LAYout:ADD[:WINDow]?

Результаты:

CALCulate<n>:MARKer<m>:X

CALCulate<n>:MARKer<m>:Y?

Marker Peak List (Список пиковых значений маркера)

Список пиковых значений маркера определяет частоты и уровни пиковых значений в спектральной или временной области. Он автоматически обновляется после каждой развертки. Количество отображаемых пиков и способ сортировки могут быть заданы отдельно. Кроме того, детектированные пики могут быть отображены на диаграмме. Список пиковых значений может быть экспортирован в файл для анализа с помощью внешних приложений.

2 Marker Peak List		
No	Stimulus	Response
1	64.400000 MHz	-30.352 dBm
2	128.400000 MHz	-51.896 dBm
3	192.300000 MHz	-40.227 dBm
4	257.200000 MHz	-60.699 dBm
5	320.200000 MHz	-44.273 dBm
6	384.100000 MHz	-53.494 dBm
7	448.100000 MHz	-47.460 dBm
8	513.000000 MHz	-55.603 dBm

Команда дистанционного управления:

LAY:ADD? '1',RIGH, PEAK, CM. LAYout:ADD[:WINDow]?

Результаты:

CALCulate<n>:MARKer<m>:X

CALCulate<n>:MARKer<m>:Y?

5 Базовые сведения о сборе и обработке I/Q-данных

Для лучшего понимания пользователем конфигурации настроек, в данном разделе приведены базовые понятия, принципы и термины в отношении сбора I/Q-данных с помощью прибора R&S FSW в целом и приложения I/Q Analyzer в частности.

Приложение I/Q Analyzer обеспечивает различные возможности анализа собранных I/Q-данных:

- Захват аналоговых I/Q-данных с разъема RF INPUT
- Захват цифровых I/Q-данных с опционального цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17)
- Захват аналоговых I/Q-данных с опционального аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSWB71), например, с активных пробников
- Захват аналоговых I/Q-данных с опционального аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSWB71) и перенаправление их на входной ВЧ тракт
- Импортирование аналоговых или цифровых I/Q-данных из файла

Базовая информация о перечисленных и других вариантах приведена в следующих разделах.

- [Обработка аналоговых I/Q-данных, поступающих с ВЧ-входа](#) 21
- [Обработка данных, поступающих от цифрового интерфейса модулирующих сигналов \(R&S FSW-B17\)](#) 28
- [Обработка данных, поступающих от аналогового интерфейса модулирующих сигналов](#) 34
- [Получение данных с входа и передача данных на выход](#) 40
- [Импорт и экспорт I/Q-данных](#) 56
- [Основы работы с БПФ](#) 56
- [Работа с приложением I/Q Analyzer в режиме MSRA](#) 63
- [Измерения во временной и частотной областях](#) 64

5.1 Обработка аналоговых I/Q-данных, поступающих с ВЧ-входа

Комплексные модулирующие данные

В старых телефонных системах модулирующие данные передавались без изменений посредством аналогового сигнала. В современных телефонных системах и радиокommunikациях модулирующие данные модулируются несущей частотой, затем передаются, а при приеме демодулируются. При использовании современных методов модуляции (например, QPSK, QAM и т.д.) необходима работа с комплексным сигналом. Комплексные данные (или I/Q-данные) состоят из мнимой (I) и вещественной (Q) составляющих.

Развертка и дискретизация

Стандартное приложение Spectrum прибора R&S FSW выполняет частотную развертку входного сигнала и измерения в частотной и временной областях, но другие приложения R&S FSW могут производить дискретизацию и обработку отдельных компонент I и Q комплексного сигнала.

I/Q Analyzer – обработка комплексных данных, поступающих с ВЧ-входа

Например, приложение I/Q Analyzer является стандартным приложением, используемым для сбора и анализа I/Q-данных с помощью прибора R&S FSW. По умолчанию принимается, что I/Q-данные модулированы несущей частотой и поступают на разъем RF INPUT прибора R&S FSW.

АЦП дискретизирует ВЧ-сигнал с частотой 200 МГц. Цифровой сигнал проходит понижающее преобразование до комплексного модулирующего сигнала, фильтруется ФНЧ и уменьшается частота дискретизации. **Выравнивающий фильтр** перед прохождением **устройства восстановления** дискретизированного сигнала компенсирует частотную характеристику аналогового фильтра анализатора во избежание появления ошибок модуляции. Постоянная подстройка частоты дискретизации реализована с использованием оптимального фильтра для децимации и последовательного восстановления с установленной частотой.

Специальная область памяти (**буфер захвата**) вмещает в себя не более 400 млн. отсчетов ($400 \times 1024 \times 1024$) комплексного сигнала (пар значений I и Q). Допустимое число собранных комплексных отсчетов также может быть определено (см. [раздел 5.1.1 "Частота дискретизации и максимальная рабочая полоса частот I/Q-данных для работы с ВЧ-входом"](#) на стр. 23).

На блок-схеме на [рисунке 5-1](#) показано аппаратное обеспечение анализатора от ВЧ-тракта до процессора.

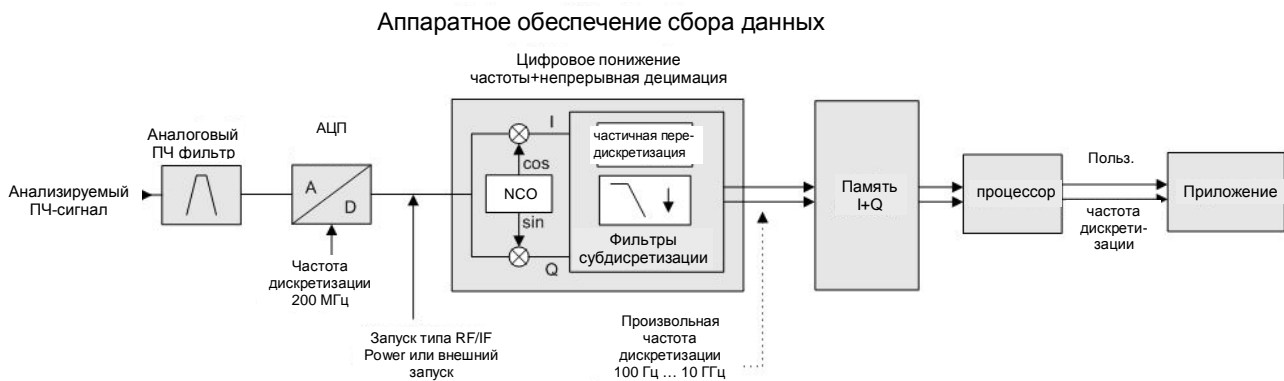


Рис. 5-1 – Блок-схема, иллюстрирующая обработку аналоговых I/Q-данных прибором R&S FSW (без опции B160)

Обработка аналоговых I/Q-данных, поступающих с ВЧ-входа

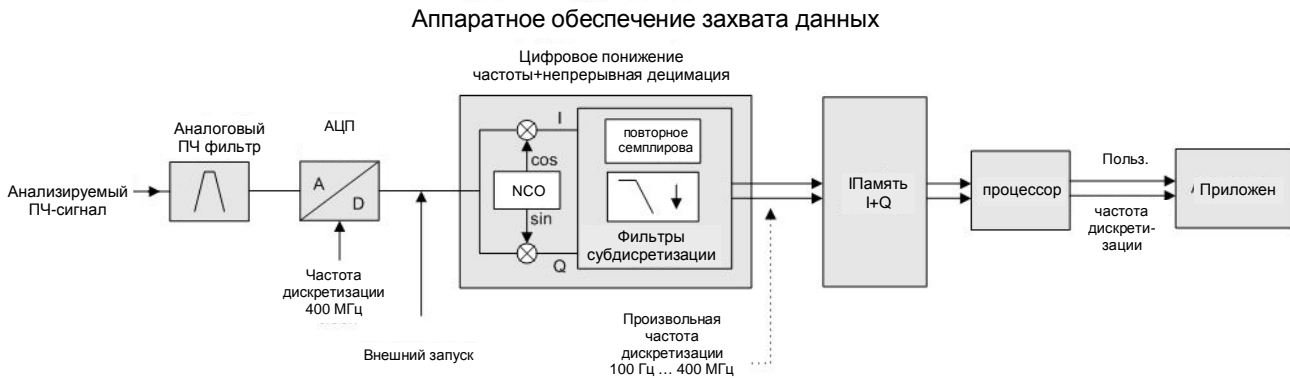


Рис. 5-2 – Блок-схема, иллюстрирующая обработку аналоговых I/Q-данных прибором R&S FSW (с опцией B160)

5.1.1 Частота дискретизации и максимальная рабочая полоса частот I/Q-данных для работы с ВЧ-входом

Определения:

- **Входная частота дискретизации (Input sample rate, ISR):** частота дискретизации используемых данных, подаваемая подключенным прибором на вход прибора R&S FSW
- (задаваемая пользователем, выходная) **Частота дискретизации (Sample rate, SR):** частота дискретизации, определяемая пользователем (например, в диалоговом окне "Data Aquisition" приложения "I/Q Analyzer") и используемая как основа для анализа или подачи на выход
- **Рабочая полоса частот (анализа) I/Q-данных:** диапазон частот, в котором сигнал остается без искажений по отношению к амплитудной характеристике и групповой задержке; данный диапазон может быть использован для точного анализа с помощью прибора R&S FSW
- **Длина записи:** количество собираемых за определенный интервал измерений отсчетов I/Q-данных; вычисляется как произведение времени измерений и частоты дискретизации.

Для сбора I/Q-данных используются внутренние цифровые фильтры децимации. Полоса пропускания таких цифровых фильтров определяет *максимальную рабочую полосу частот I/Q-данных*. В результате сигналы в пределах рабочей полосы (полосы пропускания) остаются без изменений, тогда как сигналы вне рабочей полосы (полос пропускания) подавляются. Обычно подавление сигналов вызывает появление шумов, искажений и вторичных боковых ВЧ-полос. Если необходимые пользователю частоты также подавляются, то необходимо увеличить выходную частоту дискретизации, тем самым увеличивая максимальную рабочую полосу I/Q.



Опции расширения полосы частот

Максимальная рабочая полоса частот I/Q-данных, с которой работает прибор R&S FSW в базовой комплектации, может быть увеличена с помощью дополнительных опций. Данные опции могут быть уже включены в начальный набор (В-опции) или установлены позже (U-опции). Максимальная рабочая полоса частот, обеспечиваемая опцией, соответствует индексу опции, например, опция B80 увеличивает рабочую полосу частот до 80 МГц.

Необходимо обратить внимание, что для U-опции (например, U40) требуется установка низшей (для частот ниже требуемой) опции или опций, тогда как В-опции уже включают все низшие опции.

Обработка аналоговых I/Q-данных, поступающих с ВЧ-входа

Макс. рабочая полоса частот I/Q	Требуемая В-опция	Требуемая U-опция(-ии)
10 МГц	-	-
28 МГц	B28	U28
40 МГц	B40	U28+U40 или B28+U40
80 МГц	B80	U28+U40+U80 или B28+U40+U80 или B40+U80
160 МГц	B160	U28+U40+U80+U160 или B28+U40+U80+U160 или B40+U80+U160 или B80+U160
320 МГц	B320 ¹⁾	U28+U40+U80+U160+U320 или B28+U40+U80+U160+U320 или B40+U80+U160+U320 или B80+U160+U320 или B160+U320

Для установки опций R&S FSW-B320/-U320 требуется версия платформы 3.14 или старше.

Как правило, рабочая полоса частот I/Q-данных пропорциональна выходной частоте дискретизации. Несмотря на это, кривая прерывается когда рабочая полоса I/Q-данных достигает рабочей частоты аналогового ПЧ фильтра (при очень высоких выходных частотах дискретизации).

Соотношения между частотой дискретизации, длиной записи и рабочей полосой частот I/Q-данных

Вплоть до максимальной рабочей полосы частот выполняется следующее соотношение:

$$\text{Рабочая полоса частот I/Q-данных} = 0.8 * \text{Выходная частота дискретизации}$$

В отношении длины записи выполняется следующее соотношение:

$$\text{Длина записи} = \text{Время измерения} * \text{частота дискретизации}$$

Максимальная длина записи для ВЧ-входа

Максимальная длина записи, то есть максимальное количество отсчетов, которые могут быть захвачены, зависит от частоты дискретизации.

Таблица 5-1 – Максимальная длина записи без активации опции B320 или U320 (Расширение рабочей полосы частот I/Q-данных)

Частота дискретизации	Максимальная длина записи
100 Гц - 200 МГц	440 млн. отсчетов (а именно: 461373440 (= 440*1024*1024) отсчетов)
200 МГц - 10 ГГц (передискретизация)	220 млн. отсчетов

(Для активированной опции B320 или U320 см. [таблицу 5-3.](#))

**Режим работы MSRA**

В режиме работы MSRA, MSRA Master имеет ограничение частоты дискретизации 400 МГц.

**Выход цифровой модуляции Digital Baseband**

Если выход Digital Baseband активен (см. "Digital Baseband Output" на стр. 108), то частота дискретизации ограничена значением 200 МГц (макс. рабочая полоса I/Q-данных 160 МГц).

На [рисунке 5-3](#) показана максимальная рабочая полоса I/Q-данных в зависимости от выходной частоты дискретизации.

R&S FSW без дополнительных опций расширения полосы частот

частота дискретизации: 100 Гц - 10 ГГц

максимальная полоса частот I/Q-данных: 10 МГц

Таблица 5-2 – Максимальная полоса частот I/Q-данных

Частота дискретизации	Максимальная полоса частот I/Q-данных
100 Гц - 10 МГц	пропорционально вплоть до максимального значения 10 МГц
10 МГц - 10 ГГц	10 МГц

R&S FSW с опцией B28 или U28 (расширение полосы частот I/Q-данных):

частота дискретизации: 100 Гц - 10 ГГц

максимальная полоса частот: 28 МГц

Частота дискретизации	Максимальная полоса частот I/Q-данных
100 Гц - 35 МГц	пропорционально вплоть до максимального значения 28 МГц
35 МГц - 10 ГГц	28 МГц

R&S FSW с опцией B40 или U40 (расширение полосы частот I/Q-данных):

частота дискретизации: 100 Гц - 10 ГГц

максимальная полоса частот: 40 МГц

Частота дискретизации	Максимальная полоса частот I/Q-данных
100 Гц - 50 МГц	пропорционально вплоть до максимального значения 40 МГц
50 МГц - 10 ГГц	40 МГц

R&S FSW с опцией B80 или U80 (расширение полосы частот I/Q-данных):

частота дискретизации: 100 Гц - 10 ГГц

максимальная полоса частот: 80 МГц

Обработка аналоговых I/Q-данных, поступающих с ВЧ-входа

Частота дискретизации	Максимальная полоса частот I/Q-данных
100 Гц - 100 МГц	пропорционально вплоть до максимального значения 80 МГц
100 МГц - 10 ГГц	80 МГц

R&S FSW с опцией B160 или U160 (расширение полосы частот I/Q-данных):

частота дискретизации: 100 Гц - 10 ГГц

максимальная полоса частот: 160 МГц

Частота дискретизации	Максимальная полоса частот I/Q-данных
100 Гц - 200 МГц	пропорционально вплоть до максимального значения 160 МГц
200 МГц - 10 ГГц	160 МГц

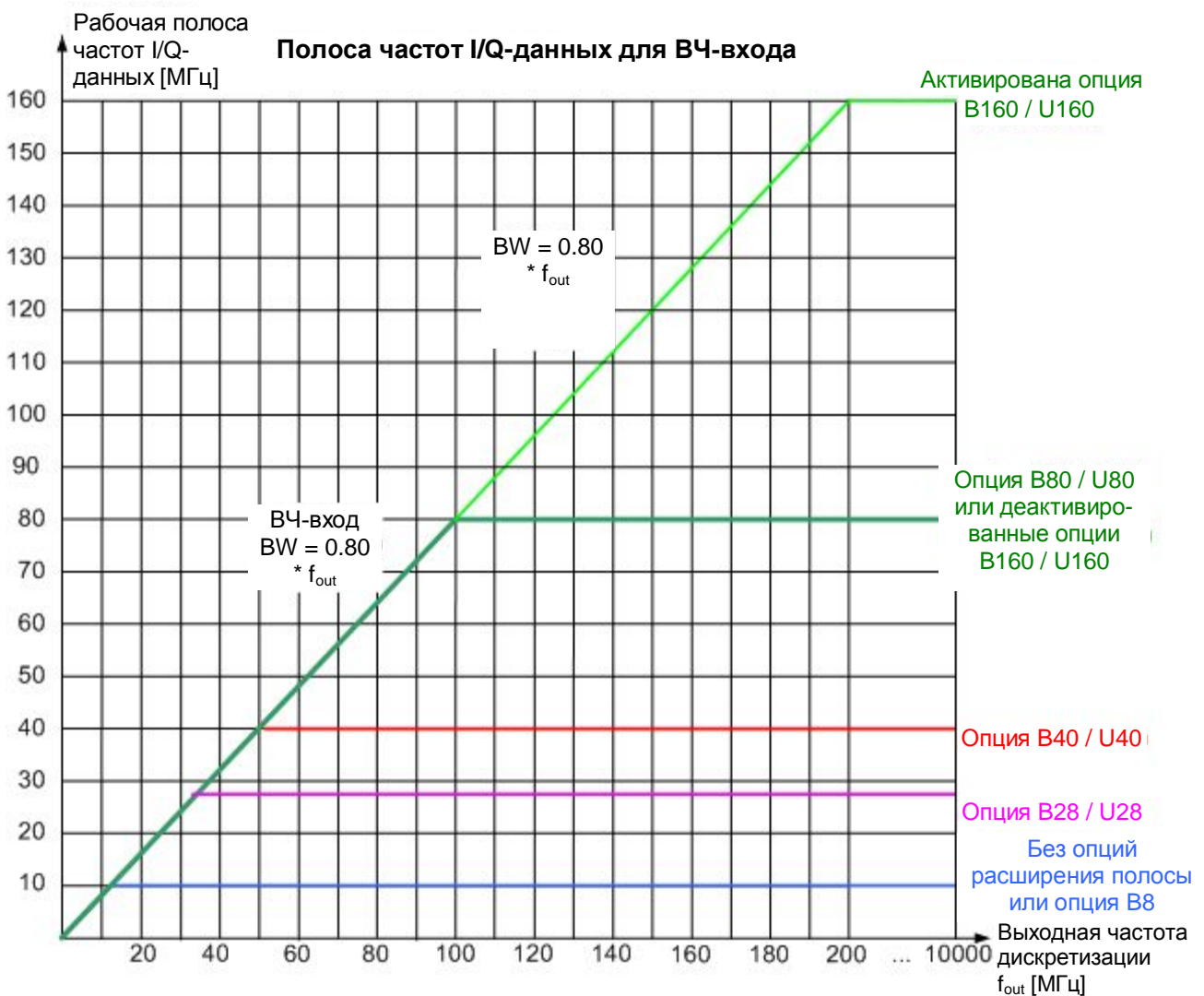


Рис. 5-3 – Зависимость между максимальной рабочей полосой частот и выходной частотой дискретизации с использованием и без использования расширяющих опций

Обработка аналоговых I/Q-данных, поступающих с ВЧ-входа

R&S FSW с опцией B320 или U320 (расширение полосы частот I/Q-данных):

частота дискретизации: 100 Гц - 10 ГГц

максимальная полоса частот: 320 МГц

Частота дискретизации	Максимальная полоса частот I/Q-данных
100 Гц to 400 МГц	пропорционально вплоть до максимального значения 320 МГц
400 МГц to 10 ГГц	320 МГц



Выход цифровой модуляции Digital Baseband

Если активен выход Digital Baseband (см. "Digital Baseband Output" на стр. 108). То частота дискретизации ограничена значением 200 МГц (макс. рабочая полоса частот I/Q-данных 160 МГц).

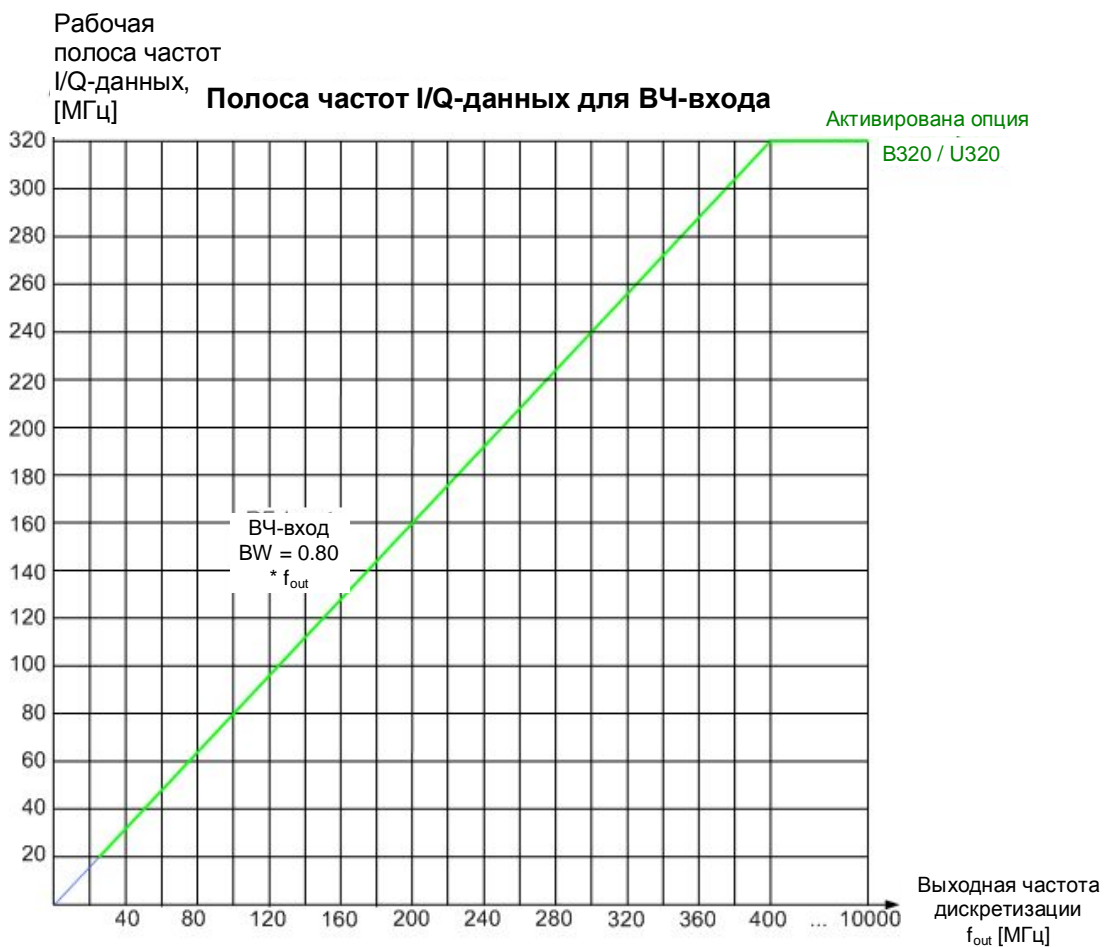


Рис. 5-4 – Зависимость между максимальной рабочей полосой частот и выходной частотой дискретизации с использованием опции R&S FSW-B320

Обработка данных, поступающих от цифрового интерфейса модулирующих сигналов

Таблица 5-3 – Максимальная длина записи при активированной опции V320 или U320 (расширение полосы частот I/Q-данных)

Частота дискретизации	Максимальная длина записи
100 Гц - 200 МГц*)	440 млн. отсчетов
200 МГц - 468 МГц	470 млн. отсчетов * частота дискретизации / 1ГГц
468 МГц - 10 ГГц	220 млн. отсчетов
*) для частоты дискретизации < 200 МГц опция расширения V320 не используется	

5.2 Обработка данных, поступающих от цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17)

В качестве альтернативы захвату (аналоговых) I/Q-данных со стандартного входного ВЧ-разъема, находящегося на передней панели прибора R&S FSW, цифровые данные могут быть захвачены с помощью опционального **цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17)**, если он установлен.

Кроме того, с помощью данного интерфейса, данные, обработанные с помощью приложения I/Q Analyzer I/Q, могут быть поданы на выход.



Цифровой вход и цифровой выход не могут быть использованы одновременно.

Так как для цифрового входа I/Q-данных и аналогового модулирующего входа используется один и тот же сигнальный тракт, то они также не могут быть использованы одновременно. При активации одного из них, установленное соединение для другого прерывается. При деактивации второго, соединение для первого восстанавливается. Эта особенность работы может привести к небольшим задержкам передачи данных после переключения источника входа.

- [Цифровой вход](#)..... 28
- [Цифровой выход](#) 30
- [Частота дискретизации и полоса частот цифровых I/Q-данных](#)..... 31
- [Информация о состоянии интерфейса](#)..... 33

5.2.1 Цифровой вход

Цифровые I/Q-данные могут использоваться в качестве альтернативного источника входных данных для измерений с помощью прибора R&S FSW.

Подключение цифрового входа прибора

Для работы с цифровым входом прибор должен быть подключен к цифровому интерфейсу модулирующих сигналов на задней панели прибора R&S FSW. Информация об обнаруженном приборе, подключенном к входу, будет отображена в диалоге конфигурации входного источника цифровых I/Q-данных. В нем пользователь может задать основные настройки подключения, например, входную частоту дискретизации.



Для подключения цифрового интерфейса модулирующих сигналов R&S FSW к другим приборам рекомендуется использовать кабель R&S®SMU-Z6 (1415.0201.02).

Обработка данных с цифрового входа

Поток цифровых I/Q-данных поступает в анализатор через разъем цифрового интерфейса модулирующих сигналов (опция R&S FSW-B17). В данном случае нет необходимости сглаживания с помощью какого-либо ПЧ фильтра или микширования сигнала. Цифровое аппаратное обеспечение всего лишь обеспечивает сохранение конечных I/Q-данных в буфер для записи с корректной частотой дискретизации.

Цифровой входной сигнал получается с желаемой частотой дискретизации с помощью понижающей дискретизации и частичной передискретизации. Длина одного слова данных составляет 18 бит с фиксированной точкой для каждого I и Q. Полученные данные могут быть обработаны с помощью выбранного приложения (см. [раздел 3 "Применение режима I/Q Analyzer и режима ввода I/Q-данных"](#) на стр. 13). Как показано на [рисунке 5-5](#), используемая для анализа частота дискретизации зависит от входной частоты дискретизации.

Аппаратное обеспечение захвата данных

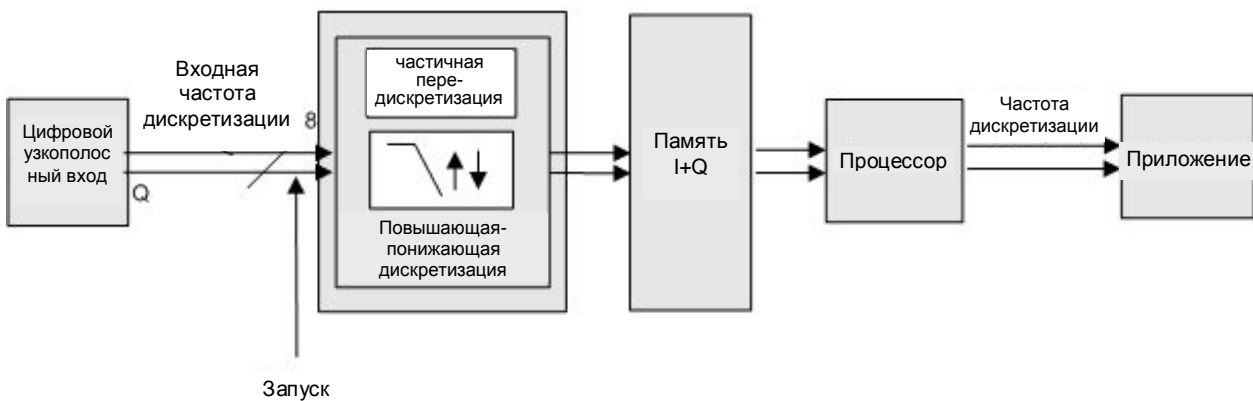


Рис. 5-5 – Тракт сигнала с использованием цифрового входа

Уровень полной шкалы

Параметр "Full Scale Level" определяет уровень, который соответствует I/Q отчету с модулем "1" и может быть задан в различных единицах измерения. При конвертировании измеренной мощности в дБ, значение сопротивления принимается за 50 Ом.

Запуск

Могут быть использованы следующие источники запуска:

- Внешний (см. ["External Trigger 1/2/3"](#) на стр. 121)
- Мощность полосы частот (см. ["Baseband Power"](#) на стр. 122)
- Время (см. ["Time"](#) на стр. 124)
- Запуск Digital I/Q (см. ["Digital I/Q"](#) на стр. 123)

Если используется внешний запуск, то должен использоваться разъем на задней панели прибора (как и для аналогового входа).



Стробирование

Стробирование не поддерживается при работе с цифровым входом.

5.2.2 Цифровой выход

Цифровой выход может использоваться только в приложении I/Q Analyzer или Analog Demodulation (см. "[Digital Baseband Output](#)" на стр. 108).



Цифровой вход и цифровой выход не могут быть использованы одновременно. В качестве источника данных для цифрового модулирующего выхода может быть использован только ВЧ-вход.



Для подключения цифрового интерфейса модулирующих сигналов R&S FSW к другим приборам рекомендуется использовать кабель R&S SMU-Z6 (1415.0201.02).

Обработка цифровых выходных данных

Обработка цифровых выходных данных практически идентична работе с ВЧ-входом в I/Q режиме (см. [раздел 5.1 "Обработка аналоговых I/Q-данных, поступающих с ВЧ-входа"](#) на стр. 21). I/Q-данные дискретизируются в соответствии с заданной частотой дискретизации и сохраняются в I/Q памяти. Данные из памяти обрабатываются в режиме I/Q Analyzer. Одновременно данные записываются в цифровой интерфейс модулирующих сигналов R&S. С помощью этого интерфейса данные могут быть обработаны внешним прибором (в качестве альтернативы внутренней обработке прибором R&S FSW).

Аппаратное обеспечение захвата данных

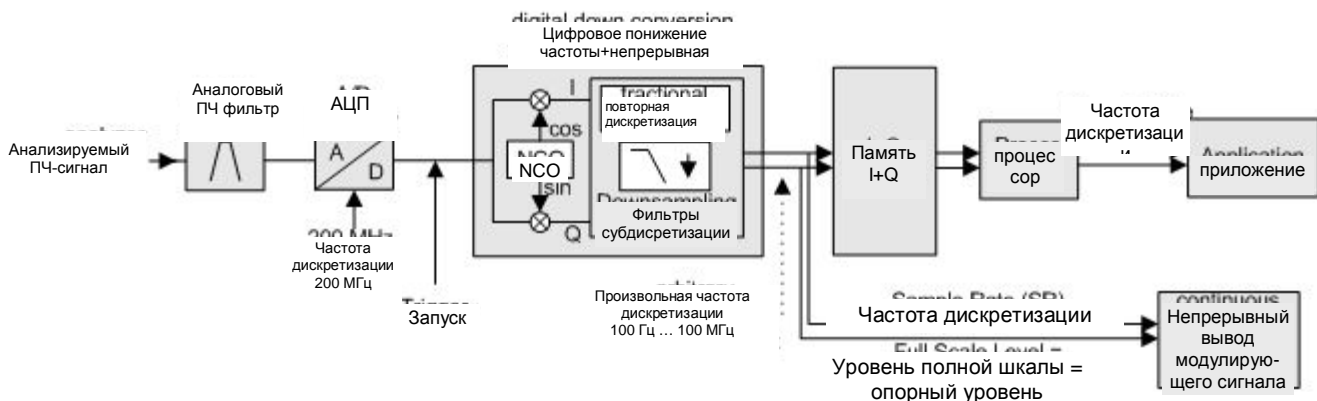


Рис. 5-6 – Тракт сигнала при использовании цифрового выхода



Частота дискретизации цифрового выхода связана с частотой дискретизации, заданной пользователем, которая используется в качестве основной для анализа (см. [раздел 5.2.3 "Частота дискретизации и полоса частот цифровых I/Q-данных"](#) на стр. 31). Текущая частота дискретизации, отображается в диалоговом окне Digital I/Q "Output" (только для чтения) когда разрешен цифровой выход (см. "[Output Settings Information](#)" на стр. 108). Максимальная допустимая для цифрового выхода частота дискретизации составляет 200 МГц.

Для цифрового выхода уровень полной шкалы связан с заданным опорным уровнем (без смещения опорного уровня и преобразования).

5.2.3 Частота дискретизации и полоса частот цифровых I/Q-данных

Определения

- **Тактовая частота:** частота, с которой данные физически передаются между прибором R&S FSW и подключенным прибором; оба прибора должны быть приспособлены к обработке данных с данной частотой; тактовая частота выходного разъема R&S FSW составляет 142,9 МГц; при использовании расширенного режима цифровых I/Q-данных, частота передачи данных может быть увеличена до 200 млн. отсчетов в секунду.
- **Входная частота дискретизации (Input sample rate, ISR):** частота дискретизации используемых данных, подаваемая прибором, подключенным на вход прибора R&S FSW
- (задаваемая пользователем, выходная) **Частота дискретизации (Sample rate, SR):** частота дискретизации, определяемая пользователем (например, в диалоговом окне "Data Acquisition" приложения "I/Q Analyzer") и используемая как основа для анализа или подачи на выход
- **Usable I/Q (Analysis) bandwidth: Рабочая полоса частот (анализа) I/Q-данных:** диапазон частот, в котором сигнал остается без искажений по отношению к амплитудной характеристике и групповой задержке; данный диапазон может быть использован для точного анализа данных прибором R&S FSW



Медленные измерения I/Q-данных

При передаче собранных данных и их дальнейшей обработке с частотой меньшей, чем частота дискретизации сигналов, используемый тип измерений называется *медленными измерениями I/Q-данных*.

Например: сигнал осциллографа имеет частоту дискретизации 10 ГГц. Эти данные сохранены во временную память и затем переданы в прибор R&S FSW с помощью цифрового интерфейса I/Q-данных с частотой дискретизации 100 млн. отсчетов в секунду. Затем входная частота дискретизации прибора R&S FSW должна быть установлена на 10 ГГц, при такой настройке сигнал будет отображаться полностью корректно.



Расширенный режим работы с цифровыми I/Q-данными

Расширенный режим обработки данных цифрового модулирующего интерфейса доступен для программного обеспечения версий выше 1.80. Данный режим позволяет передавать данные с помощью цифрового I/Q интерфейса с частотой до 200 млн. отсчетов в секунду (полоса частот 160 МГц, предыдущие значения составляют 100 млн. отсчетов в секунду / полоса частот 80 МГц).

Расширенный режим работы с цифровыми I/Q-данными устанавливается автоматически при соблюдении следующих условий:

- **Цифровой вход:** Подключенный прибор должен поддерживать частоту передачи данных до 200 млн. отсчетов в секунду.
- **Цифровой выход:**
 - R&S FSW должен поддерживать работу с требуемой полосой частот, то есть должна быть установлена и активирована опция расширения полосы частот R&S FSW-B160 или выше.
 - Подключенный прибор должен поддерживать частоту передачи данных до 200 млн. отсчетов в секунду.

Обработка данных, поступающих от цифрового интерфейса модулирующих сигналов

Ограничения, накладываемые на цифровые вход и выход

В следующей таблице приведены ограничения, накладываемые на цифровые вход и выход:

Таблица 5-4 – Ограничения, накладываемые на цифровые вход и выход

Параметр	Минимум	Максимум
Длина записи	2 комплексных отсчета	220*1024*1024 комплексных отсчетов
Входная частота дискретизации (ISR)	100 Гц	10 ГГц
Частота дискретизации (SR) – цифровой вход	Макс.(100 Гц; ISR/8388608)	Макс.(10 ГГц; 2*ISR)
Частота дискретизации (SR) – цифровой выход	100 Гц	200 МГц
Рабочая полоса частот I/Q-данных (при активных цифровом входе и фильтре)	Мин.(0.8*SR; 0.8*ISR)	

**Нефильтрованные входные I/Q-данные**

Значения, приведенные в [таблице 5-4](#), по умолчанию применяются при обработке данных с использованием фильтра децимации и устройства восстановления дискретизированного сигнала. Если фильтр не активен (см. "[Omitting the Digital Decimation Filter \(No Filter\)](#)") на стр. 129, то частота дискретизации при анализе будет идентична входной частоте дискретизации. В таком случае, используемая полоса частот I/Q-данных не ограничивается прибором R&S FSW.

Полоса частот

В зависимости от частоты дискретизации доступны следующие значения полосы частот:

Рабочая полоса частот
I/Q-данных [ISR]

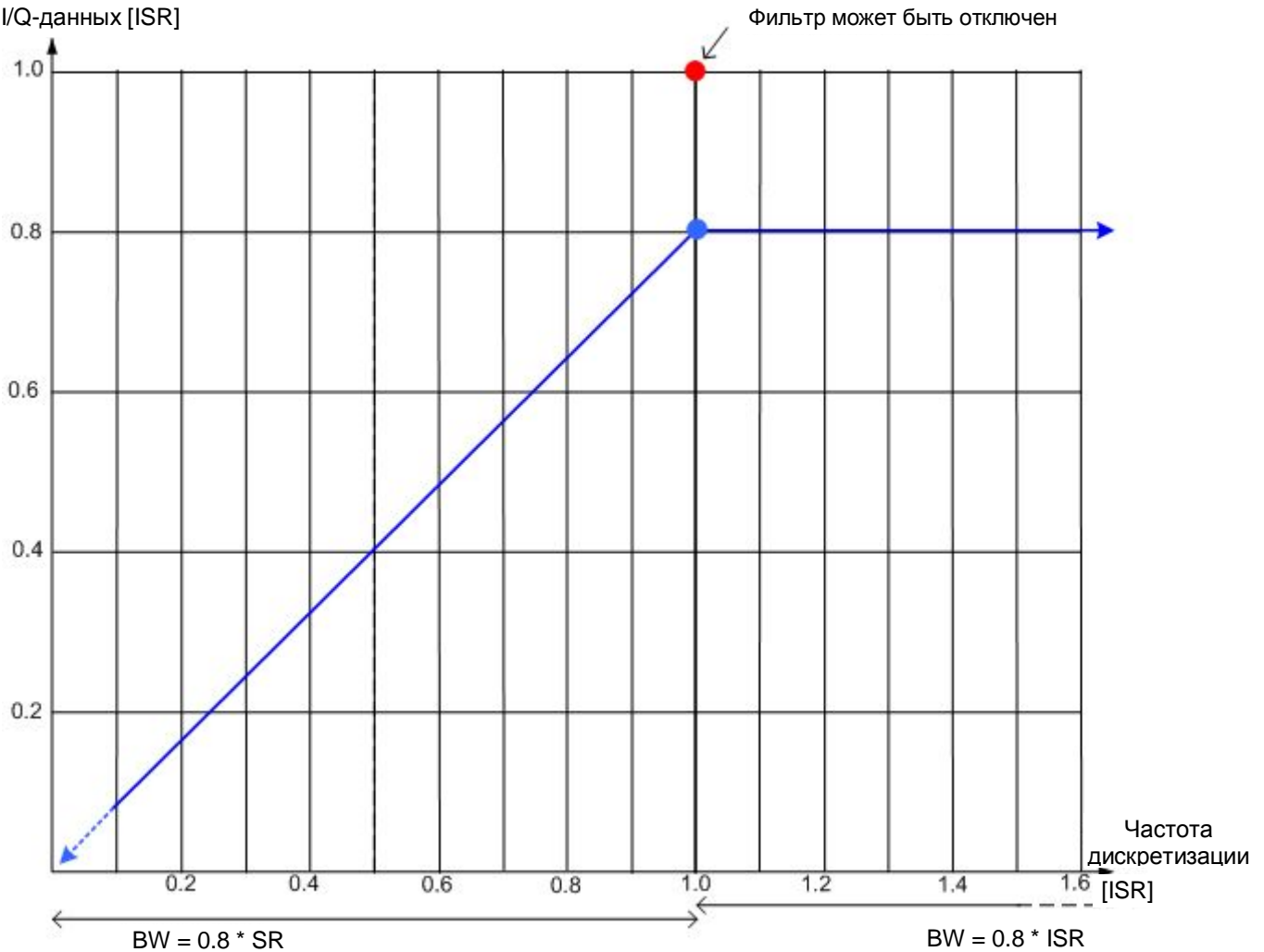


Рис. 5-7 – Зависимость полосы частот от частоты дискретизации для активного цифрового входа

5.2.4 Информация о состоянии интерфейса

При подключении цифрового входа или выхода прибора к цифровому интерфейсу модулирующих сигналов в диалоговом окне "Input" или "Output" будет отображена информация о состоянии соединения (см. "[Connected Instrument](#)" на стр. 85 "[Connected Instrument](#)" на стр. 109, "[Output Settings Information](#)" на стр. 108).









Пользователь может запросить данную информацию с помощью команд дистанционного управления, см. описание команд `INPut:DIQ:CDEvice` и `OUTPut:DIQ:CDEvice`.

Значки состояния

Состояние соединения с цифровым интерфейсом модулирующих сигналов отображается в виде значка на панели состояния. Значки состояния имеют следующие значения:

Обработка данных аналогового интерфейса модулирующих сигналов

Таблица 5-5 – Информация о состоянии подключения к цифровому интерфейсу модулирующих сигналов

Значок	Состояние
Цифровой вход	
	Соединение устанавливается
	Соединение установлено
	<ul style="list-style-type: none"> • Ошибка соединения • Кабель не подключен, несмотря на состояние источника входа = "ON"
-	Цифровой входной источник I/Q-данных имеет состояние = "OFF" и кабель не подключен
Цифровой выход	
	Соединение устанавливается
	Соединение установлено
	<ul style="list-style-type: none"> • Ошибка соединения • Кабель не подключен, несмотря на состояние источника выхода = "ON"
-	Цифровой источник выхода I/Q-данных имеет состояние = "OFF" и кабель не подключен

Сообщения об ошибках

При возникновении ошибки в панели состояния появляется сообщение и устанавливается бит состояния в одном из регистров состояния. Чтобы увидеть более подробное сообщение, необходимо нажать на него на панели состояния.

5.3 Обработка данных аналогового интерфейса модулирующих сигналов

В качестве альтернативы захвату (аналоговых) I/Q-данных со стандартного входного ВЧ-разъема, находящегося на передней панели прибора R&S FSW, аналоговые данные могут быть захвачены с помощью опционального **аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71)**, если он установлен.

- [Модулирующие \(аналоговые\) 50 Ом входные разъемы \(опционально\)](#) 34
- [Аналоговый модулирующий вход](#) 36
- [Режимы обработки I/Q-данных](#) 37
- [Частота дискретизации и полоса частот для аналоговых модулирующих сигналов](#) 39

5.3.1 Модулирующие (аналоговые) 50 Ом входные разъемы (опционально)

Опция R&S FSW аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71) обеспечивает работу 4 разъемов BASEBAND INPUT BNC на передней панели прибора с аналоговыми I и Q сигналами.

Обработка данных аналогового интерфейса модулирующих сигналов



Верхние BNC разъемы - BASEBAND INPUT I и BASEBAND INPUT Q используются для ввода несимметричных сигналов, положительных входных дифференциальных сигналов, а также в качестве разъема для подключения активных пробников Rohde & Schwarz (R&S RT-ZSxx и дифференциальных пробников RT-ZDxx).

Нижние BNC разъемы \bar{I} и \bar{Q} используются для отрицательных входных дифференциальных сигналов.



При работе с комплексными входными сигналами ($I+jQ$), необходимо использовать идентичные кабели для подключения к I и Q разъемам (одинаковой длины, типа и одного и того же производителя). В противном случае время задержки или различное ослабление могут привести к такой большой разнице в кабелях, что она не сможет быть откалибрована.

Все разъемы имеют фиксированное сопротивление 50 Ом и могут работать с максимальным входным уровнем $4V_{pp}$ каждый.

NOTICE

Риск повреждения прибора!

На входные разъемы BASEBAND INPUT нельзя подавать напряжение выше 4 В. В противном случае компоненты, необходимые для работы аналогового интерфейса модулирующих сигналов, будут повреждены.

Прибор (или пробник), подключаемый к аналоговому модулирующему входу должен быть подключен соответствующим образом.

Цифровой вход и цифровой выход не могут быть использованы одновременно.

Так как для цифрового входа I/Q-данных и аналогового модулирующего входа используется один и тот же сигнальный тракт, то они не могут быть использованы одновременно. При активации одного из них, установленное соединение для другого прерывается. При деактивации второго, соединение для первого восстанавливается. Эта особенность работы может привести к небольшим задержкам передачи данных после переключения источника входа.

Вход через аналоговый интерфейс модулирующих сигналов может быть использован в приложениях I/Q Analyzer, Analog Demodulation или в одном из опциональных приложений для обработки I/Q-данных (если такие доступны).

5.3.2 Аналоговый модулирующий вход

Аналоговый интерфейс модулирующих сигналов может использоваться в качестве альтернативного входного источника данных для измерений с помощью прибора R&S FSW. Аналоговый входной модулирующий сигнал может подаваться на разъемы BASEBAND INPUT I и BASEBAND INPUT Q и обрабатываться или ВЧ-сигнал может поступать на разъем BASEBAND INPUT I и перенаправляться оттуда во входной ВЧ-тракт.

ВЧ-сигналы и аналоговый интерфейс модулирующих сигналов

ВЧ-сигналы, которые перенаправляются во входной ВЧ-тракт и сигналы аналогового интерфейса модулирующих сигналов обрабатываются тем же образом, как и другие ВЧ-входы (см. [раздел 5.1 "Обработка аналоговых I/Q-данных, поступающих с ВЧ-входа"](#) на стр. 21). Однако передача активируется прежде, чем компенсируется дополнительный путь перенаправляемого сигнала. Кроме того модулированные сигналы могут быть преобразованы в соответствии с любой частотой в пределах полосы частот анализа.

Анализ спектра комплексных сигналов

Однако если вход уже настроен для работы с комплексным модулирующим сигналом (I и Q сигналом), то пользователь может проанализировать комплексный спектр модулирующего сигнала с помощью аналогового интерфейса модулирующих сигналов. Это полезно при проведении измерений на ранних этапах обработки сигнала или радиопередачи, когда аналоговый модулирующий сигнал еще не имеет модуляции.

Сигналы с низкой ПЧ

Входной I/Q сигнал, уже модулированный, проходит цифровое понижающее преобразование.

Сбор данных

Аналоговый интерфейс R&S FSW для модулирующих сигналов может работать с как с несимметричным (несбалансированным), так и с дифференциальным (сбалансированным) входом. Сигнал поступает в прибор R&S FSW через разъем аналогового интерфейса модулирующих сигналов. Если необходимо, например, когда разъемы испытываемого устройства перепутаны или данные инвертированы, то значения I и Q могут быть развернуты. АЦП дискретизирует входной сигнал с частотой 200 МГц. То есть в секунду поступают данных о 200 млн. отсчетов значений I и 200 млн. отсчетов значений Q.

Уровень напряжения – уровень полной шкалы

Опорный уровень определяет максимальное ожидаемое значение уровня напряжения ВЧ-входа. Для аналогового модулирующего входа максимальный ожидаемый уровень напряжения *для каждой составляющей* (I или Q) определяется **уровнем полной шкалы**. Уровень полной шкалы определяет максимальную мощность, подаваемую на разъем BASEBAND INPUT без отсечки сигнала.

Уровень полной шкалы может быть задан вручную или автоматически, значение должно быть таким, что мощность I и Q не должна превышать опорный уровень.

При подключении пробников возможное значение полной шкалы подстраивается в соответствии с ослаблением пробника и максимальным допустимым напряжением.

Обработка данных аналогового интерфейса модулирующих сигналов

Более подробно об использовании пробников см. [раздел 5.3 "Обработка данных, поступающих от аналогового интерфейса модулирующих сигналов"](#) на стр. 34.

При конвертировании измеренного значения в дБмВт значение сопротивления принимается за 50 Ом.

Запуск

Для работы с аналоговым модулирующим входом могут быть использованы следующие источники запуска (см. ["Trigger Source"](#) на стр. 121):

- External (внешний)
- Baseband power (мощность в основной полосе)
- Time (время)
- Power sensor (датчик мощности)

**Стробирование**

При работе с аналоговым модулирующим входом стробирование не поддерживается.

Калибровка

Предусмотрен специальный сигнал для калибровки аналогового модулирующего входа; активируется в общих настройках прибора. Если активирована внутренняя DC или AC калибровка, то сигнал поступает в аналоговый интерфейс модулирующих сигналов.

Более подробно см. см. руководство пользователя R&S FSW.

5.3.3 Режимы обработки I/Q-данных

Аналоговый интерфейс модулирующих сигналов поддерживает использование нескольких методов обработки модулирующих данных в зависимости от требований.

Комплексный модулирующий режим (I+jQ)

По умолчанию в *комплексном модулирующем режиме* аналоговый входной сигнал принимается за комплексный модулирующий сигнал. Соответственно, не требуется использования сглаживающего или ПЧ-фильтра или микширования. Аналоговая аппаратная составляющая обеспечивает лишь сохранение конечных I/Q-данных в буфер захвата с корректной (для приложения) частотой дискретизации.

Аналоговый модулирующий входной сигнал получается с желаемой частотой дискретизации с помощью понижающей дискретизации и частичной передискретизации. Компенсации уровня не требуется. Полученные данные могут быть обработаны с помощью выбранного приложения.

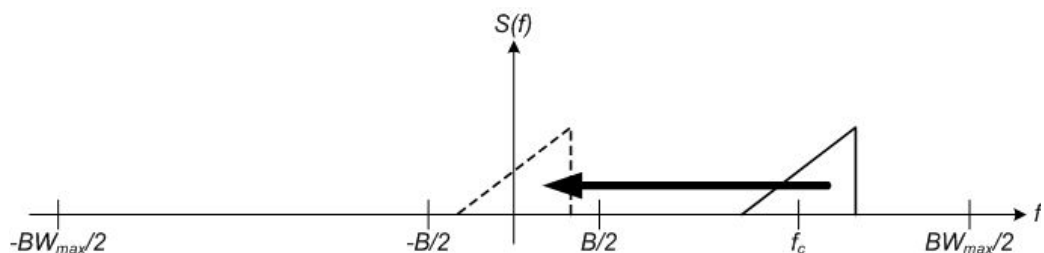


Рис. 5-8 – Спектр в комплексном модулирующем режиме (I+jQ)

Обработка данных аналогового интерфейса модулирующих сигналов

Отображается комплексный спектр входного сигнала. Если выбранный спектр остается в пределах максимума анализируемой полосы частот, то центральная частота не смещается (см. [раздел 5.3.4 "Частота дискретизации и полоса частот для аналоговых модулирующих сигналов"](#) на стр. 39).

Режим низкой ПЧ (I или Q)

При использовании данного режима реальный сигнал выбранной входной составляющей (I или Q) считается модулированным несущей с определенной центральной частотой. Сигнал проходит понижающее преобразование на выбранную центральную частоту (= понижение ПЧ) с использованием генератора NCO. Центральная частота должна быть больше 0 Гц, во избежание появления нежелательных зеркальных отражений спектра в пределах анализируемой полосы частот. (Центральная частота должна отличаться от 0 Гц, или для этого случая используется режим реальной полосы частот, см. ["Режим Real baseband \(только I или Q\)"](#) на стр. 38.). Центральная полоса должна быть выбрана так, чтобы отображаемый спектр оставался в пределах анализируемой полосы частот (см. [раздел 5.3.4 "Частота дискретизации и полоса частот для аналоговых модулирующих сигналов"](#) на стр. 39).

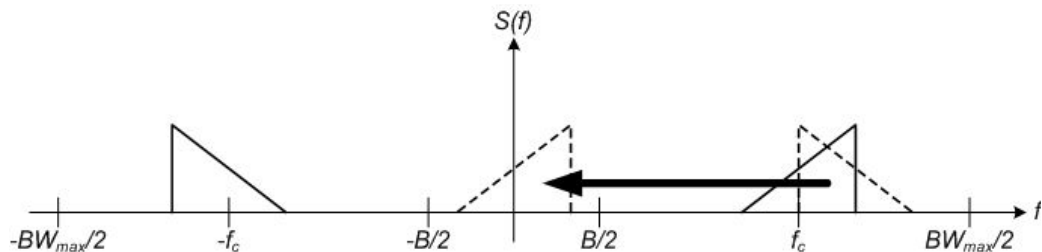


Рис. 5-9 – Спектр в режиме низкой ПЧ (Low IF)

По сравнению с начальным комплексным модулирующим сигналом, поступающим на вход, I или Q составляющая, прошедшая понижающее преобразование, имеет только половину спектра (то есть на одну боковую полосу меньше). В таком случае мощность уменьшается в два раза (или на -3 дБ). Данные потери мощности компенсируются увеличением мощности результирующего спектра на +3 дБ.

Оцифрованные данные с желаемой частотой дискретизации получается с помощью понижающей дискретизации и частичной передискретизации.

Данный режим обработки связан с общим анализом ВЧ-спектра и применяется для аналогового модулирующего входа.

Режим реальной полосы частот (только I или Q)

Как было упомянуто выше, нулевое значение центральной частоты недопустимо для режима с низкой ПЧ. В таком случае входной сигнал считается реальным модулирующим сигналом, и понижающее преобразование не выполняется. Таким образом, данный режим напоминает работу осциллографа. Результаты спектра всегда отображаются с 0, и максимальный диапазон составляет половину частоты дискретизации (половина собранных отсчетов относятся к другой составляющей, которая не отображается в данном режиме). В окне результатов Real/ Imag показывается только одна диаграмма (в соответствии с выбранной компонентой).

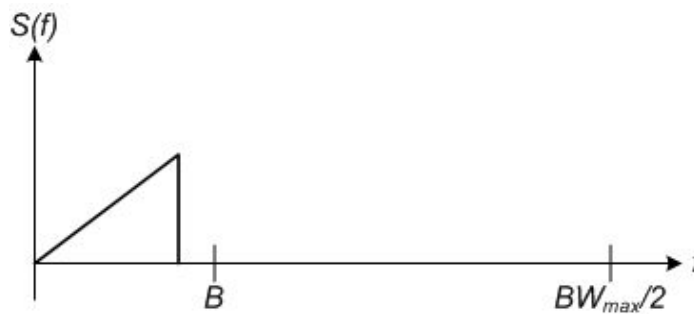


Рис. 5-10 – Спектр в режиме реальной полосы частот модулирующего сигнала

Данный режим используется, например, для импульсных измерений.

5.3.4 Частота дискретизации и полоса частот для аналоговых модулирующих сигналов

Аналоговый модулирующий входной сигнал дискретизируется прибором R&S FSW с частотой 200 МГц. То есть в секунду может быть получено 200 млн. отсчетов значений I и 200 млн. отсчетов значений Q. Однако реальная частота дискретизации, требуемая для приложения, может быть ниже, в таком случае данные проходят понижающее преобразование. В зависимости от применения, используемого для обработки данных, определяется требуемая частота дискретизации – самим приложением или пользователем. Частота дискретизации также определяет анализируемую полосу частот, то есть диапазон частот, в котором сигнал остается без искажений в отношении амплитудных характеристик и групповой задержки, и может быть использован для точного анализа с помощью R&S FSW. Частота дискретизации и анализируемая полоса частот независимы и подстраиваются в соответствии со следующими формулами (см. также [раздел 5.1.1 "Частота дискретизации и максимальная рабочая полоса частот I/Q-данных для работы с ВЧ-входом"](#) на стр. 23):

*Анализируемая полоса частот = 0,8 * частота дискретизации*

(Только для I или Q: *полоса анализа = 0,4 * частота дискретизации*)

Опции расширения полосы частот

Стандартная комплектация прибора R&S FSW с аналоговым интерфейсом модулирующих сигналов (R&S FSW-B71) позволяет анализировать полосу частот не более 40 МГц *на разъем*, то есть общая анализируемая полоса частот для комплексного модулирующего сигнала составляет 80 Гц.



Опции расширения полосы частот для ВЧ-входа B28/B40/B80/B160 не влияют на аналоговый модулирующий вход.

Однако доступна специальная опция расширения аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71E), которая позволяет проводить анализ с полосой частот до 80 МГц *на разъем*, то есть общая полоса частот составляет 160 МГц.

Ограничения спектра

Анализируемый аналоговый модулирующий спектр зависит как от анализируемой полосы частот, так и от центральной частоты, которая определяет середину спектра. Чтобы избежать влияния нежелательных составляющих сигнала (то есть

Получение данных с входа и передача данных на выход

зеркальных полос), спектр всегда должен оставаться в пределах диапазона от -40 МГц до +40 МГц (без опции B71E) или от -80 МГц до +80 МГц (с опцией B71E). Таким образом, необходимо всегда выбирать максимальную анализируемую полосу частот и центральную частоту так, чтобы спектр оставался в пределах определенных ограничений. При превышении ограничений значения не будут изменены прибором R&S FSW, но будет показано предупреждающее сообщение.

Таблица 5-6 – Ограничения спектра в зависимости от режима I/Q

I/Q режим	Комплексная полоса частот (I+jQ)	Низкая ПЧ (I / Q)	Реальная полоса частот (I / Q)
Анализируемая полоса частот BW	BW _{max} = +80 МГц (по умолч.) BW _{max} = +160 МГц (с опцией B71E) -BW _{max} /2 + BW/2 ≤ f _c ≤ BW _{max} /2 - BW/2 *)	BW _{max} = +40 МГц (по умолч.) BW _{max} = +80 МГц (с опцией B71E) -BW _{max} /2 + BW/2 ≤ f _c ≤ BW _{max} /2 - BW/2 *)	BW _{max} = +40 МГц (по умолч.) BW _{max} = +80 МГц (с опцией B71E)
Центральная частота f _c	-BW _{max} /2 < f _c < BW _{max} /2 т.е.: -40 ... +40 МГц (по умолч.) -80 ... +80 МГц (с опцией B71E)	0 < f _c < BW _{max} т.е.: +10 Гц ... +40 МГц (по умолч.) +10 Гц ... +80 МГц (с опцией B71E)	f _c = 0 Гц
Диапазон	= Частота дискретизации	= Частота дискретизации	= Частота дискретизации / 2
*) значения не изменяются прибором R&S FSW			

5.4 Получение данных с входа и передача данных на выход

С помощью прибора R&S FSW можно анализировать сигналы с различных источников входных сигналов и работать с различными типами выходных сигналов (такими как шум или сигналы запуска).

5.4.1 Защита ВЧ-входа

Входной ВЧ-разъем прибора R&S FSW должен быть защищен от высоких уровней сигналов, превышающих диапазон, указанный в технической документации. В связи с этим прибор R&S FSW оборудован механизмом защиты от перегрузки. Данный механизм активируется как только мощность на входном смесителе превышает указанный лимит. При превышении лимита соединение между ВЧ-входом и входным смесителем будет прервано.

При активации защиты от перегрузки на панели состояния ("INPUT OVLD") будет отображено сообщение об ошибке, и пользователь будет проинформирован о разрыве подключения к ВЧ-входу. Кроме того, будет установлен бит состояния (бит 3) в регистре состояния STAT:QUES:POW. В таком случае пользователь должен уменьшить уровень на входном ВЧ-разъеме и затем закрыть окно сообщения. После этого возможно продолжение измерений. Активация ВЧ-входа также возможна с помощью команды дистанционного управления

`INPut:ATTenuation:PROtection:RESet.`

5.4.2 ВЧ-вход с аналогового модулирующего разъема

Входной ВЧ-сигнал может поступать не только с разъема RF INPUT на передней панели прибора R&S FSW. Если для входа установлена и активна опция аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71), ВЧ-сигнал может поступать на разъем BASEBAND INPUT I и перенаправляться оттуда на входной ВЧ-тракт. Для компенсации дополнительного пути прохождения перенаправленного сигнала активируется преобразователь. Затем сигнал обрабатывается обычным образом в частотной и временной областях как для любого другого ВЧ-входа.

Данная функция может быть полезной, например, для выполнения измерения с частотной разверткой и активным пробником (несимметричным или дифференциальным), который подключен к разъему BASEBAND INPUT I.

Измерения на входе пробника с частотной разверткой

Пользователь может выполнить ВЧ-измерения (измерения во временной или частотной области) с подключением пробника к разъему BASEBAND INPUT I и переключению входного источника к данному разъему в конфигурации ВЧ-входа (см. ["Input Connector"](#) на стр. 72).

Ослабление пробников автоматически компенсируется прибором R&S FSW с помощью преобразователя "Probe on Baseband Input I". (Пробник может быть подключен только к разъему I, так как только с данного разъема сигнал может быть перенаправлен на ВЧ-тракт). В комментарии содержится тип, название и серийный номер детектированного пробника. Преобразователь отключается при отключении пробника.

Более подробно о преобразователях см. раздел общих настроек прибора в руководстве пользователя R&S FSW.

Более подробно об использовании пробников для входных сигналов см. [раздел 5.4.3 "Использование пробников"](#) на стр. 41.

5.4.3 Использование пробников

В качестве альтернативных средств ввода в прибор R&S FSW могут быть использованы пробники Rohde&Schwarz, подсоединенные к опциональным разъемам BASEBAND INPUT (если установлен опциональный аналоговый интерфейс модулирующих сигналов R&S FSW-B71). Данные пробники позволяют пользователю выполнять очень гибкие и точные измерения напряжения для всех видов испытываемых устройств без помех со стороны сигнала.

Подключение пробников

Пробники автоматически обнаруживаются при подключении к верхним разъемам BASEBAND INPUT на передней панели прибора R&S FSW. Детектированная информация о пробнике отображается во вкладке "Probes" диалогового окна "Input" отдельно для каждого разъема.

Несимметричные и дифференциальные пробники

Для подключения к входу подходят как несимметричные, так и дифференциальные пробники, однако, когда только один разъем подключен к пробнику, настройки "Input Configuration" для входного источника "Analog Baseband" должны иметь значение "Single-ended" для всех пробников (см. ["Input configuration"](#) на стр. 87).

Доступ к работе с входом пробника

Данные аналогового модулирующего входа, подключенного к пробнику, могут быть проанализированы только в приложениях, поддерживающих обработку I/Q-данных и работу с аналоговым интерфейсом модулирующих сигналов (R&S FSW-B71), например, в I/Q Analyzer, Analog Demodulation и других опциональных приложениях.

Измерения пробниками с разверткой по частоте

Пробники могут быть использованы в качестве альтернативного метода работы с ВЧ-входом прибора R&S FSW. В таком случае пробники должны быть подключены к разъему BASEBAND INPUT I и вход должен быть перенаправлен в ВЧ-тракт (см. [раздел 5.4.2 "ВЧ-вход с аналогового модулирующего разъема"](#) на стр. 41). В отличие от стандартной обработки ВЧ-входа, преобразователь активируется до общей обработки, чтобы компенсировать дополнительный путь перенаправления сигнала. Сигналы пробника, перенаправленные в **ВЧ-тракт**, могут быть проанализированы с помощью базового приложения **Spectrum** прибора R&S FSW. Затем пользователь может выполнить ВЧ-измерения (измерения во временной или частотной области) на входе пробника.

Действие микрокнопки

Пользователь может задать действие, выполняемое прибором R&S FSW при нажатии микрокнопки (если доступна) на пробнике. В настоящее время, при нажатии на микрокнопку может быть выполнен только однократный захват данных.

Импеданс и ослабление

Измеренный пробником сигнал ослабляется самим пробником на известную величину. Для сигналов пробника, которые были перенаправлены в ВЧ-тракт, ослабление компенсируется с помощью преобразователя (см. ["Измерения частотной развертки на входе пробника"](#) на стр. 41). Опорный уровень подстраивается автоматически.

Для аналогового модулирующего входа ослабление компенсируется без использования преобразователя. В данном случае для уровня полной шкалы доступны более высокие значения.

Для всех пробников используется стандартный импеданс 50 Ом (используется для конвертирования уровня напряжения в уровень мощности).

5.4.4 Основы работы с внешним генератором

Для лучшего понимания пользователем используемых настроек в данной главе приведены некоторые базовые понятия, термины и принципы, используемые для управления внешним генератором.



Управление внешним генератором доступно только в приложениях Spectrum, I/Q Analyzer и Analog Demodulation.

- [Подключение внешнего генератора](#) 43
- [Обзор генераторов, поддерживаемых опцией R&S FSW-B10](#)..... 45
- [Установочные файлы генератора](#) 46
- [Механизм калибровки](#) 46
- [Нормирование](#) 47
- [Опорная кривая, опорная линия и опорный уровень](#) 49

- Связь частот 50
- Отображение информации и ошибок 52

5.4.4.1 Подключение внешнего генератора

Внешний генератор управляется с помощью LAN-соединения или с помощью интерфейса EXT. GEN. CONTROL GPIB прибора R&S FSW, поддерживаемого опцией R&S FSW-B10.

Более подробно о конфигурации интерфейсов см. раздел "Интерфейс дистанционного управления и протоколов" в руководстве пользователя R&S FSW.

TTL синхронизация

Для некоторых генераторов Rohde & Schwarz может быть использована TTL синхронизация по шине GPIB. TTL интерфейс подключен к разъему AUX CONTROL опции R&S FSW-B10.



Использование TTL интерфейса позволяет использовать значительно большую скорость измерений, чем просто при GPIB управлении, так как шаг частоты прибора R&S FSW напрямую зависит от шага частоты генератора. Более подробно см. [раздел 5.4.4.7 "Связь частот"](#) на стр. 50.

На [рисунке 5-11](#) показан пример TTL подключения с использованием SMU генератора.

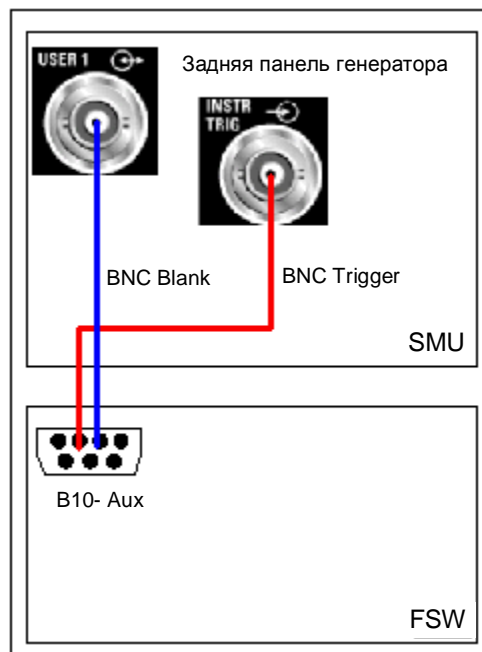


Рис. 5-11 – TTL подключение к генератору SMU

Внешний генератор может быть использован для калибровки источника данных для измерения характеристик передачи или отражения.

Измерение характеристик передачи

Измерение характеристик передачи схемы с двумя входами. Внешний генератор используется как источник сигнала. Он подключается к входному разъему испытуемого устройства. На входной разъем R&S FSW поступает сигнал с выхода испытуемого устройства. Для компенсации воздействия на испытуемую установку (например, частотная характеристика подключенных кабелей) может быть приведена калибровка.

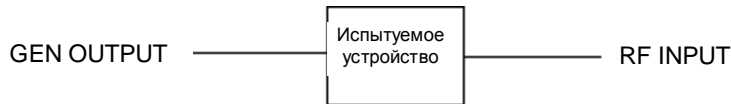


Рис. 5-12 – Схема проведения измерений характеристик передачи

Измерение характеристик отражения

Скалярное измерение характеристик отражения может проводиться с использованием коэффициента отражения измерительного моста.

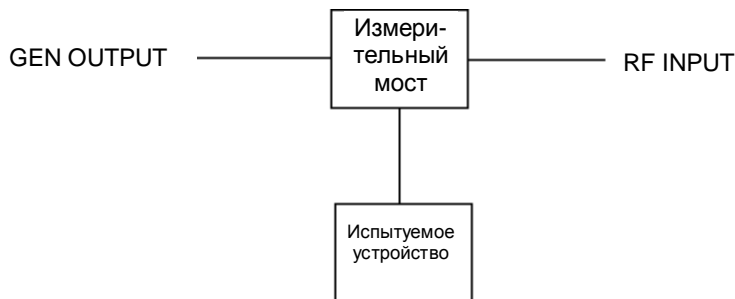


Рис. 5-13 – Схема проведения измерений характеристик отражения

Генерированный входной сигнал

Для использования функций внешнего генератора должен быть подключен и сконфигурирован подходящий генератор. В том числе выход генератора должен быть подключен к ВЧ-входу прибора R&S FSW.

Внешняя опорная частота

Для увеличения точности измерений в обоих приборах – R&S FSW и генераторе – должна быть использована общая опорная частота. Если не может быть использована независимая опорная частота 10 МГц, то рекомендуются подключить опорный выход генератора к опорному входу прибора R&S FSW и разрешить использование внешнего опорного значения на R&S FSW с помощью настройки "SETUP" > "Reference" > "External Reference".

Более подробно о внешних опорных значениях см. раздел "Настройки прибора" в руководстве пользователя R&S FSW.

Ошибки подключения

Если внешний генератор не подключен, GPIB или TCP/IP адрес некорректен или генератор не готов к работе, то будет отображено сообщение об ошибке ("Ext. Generator GPIB Handshake Error!" или "Ext. Generator TCP/IP Handshake Error!", см. [раздел 5.4.4.8 "Отображение информации и ошибок"](#) на стр. 52).

5.4.4.2 Обзор генераторов, поддерживаемых опцией R&S FSW-B10



Для генераторов R&S SMA и R&S SMU требуются следующие версии программного обеспечения:

R&S SMA: V2.10.x или выше

R&S SMU: V1.10 или выше

Тип генератора	Поддержка TTL	Тип генератора	Поддержка TTL
SGS100A12	X	SMR40B11 ¹⁾	X
SMA01A	X	SMR50	X
SMBV100A3	X	SMR50B11 ¹⁾	X
SMBV100A6	X	SMR60	X
SMC100A1	X	SMR60B11 ¹⁾	X
SMC100A3	X	SMP02	X
SME02	X	SMP03	X
SME03	X	SMP04	X
SME06	X	SMP22	X
SMG	-	SMT02	-
SMGL	-	SMT03	-
SMGU	-	SMT06	-
SMH	-	SMV03	-
SMHU	-	SMU02B31	X
SMIQ02B	X	SMU03	X
SMIQ02E	-	SMU03B31	X
SMIQ03B	X	SMU04	X
SMIQ03E	-	SMU04B31	X
SMIQ04B	X	SMU06	X
SMIQ06B	X	SMU06B31	X
SML01	-	SMW03	-
SML02	-	SMW06	-
SML03	-	SMX	-
SMR20	-	SMY01	-
1)Требуется опция SMR-B11			

Получение данных с входа и передача данных на выход

Тип генератора	Поддержка TTL	Тип генератора	Поддержка TTL
SMR20B11 ¹⁾	X	SMY02	-
SMR27	X	HP8340A	-
SMR27B11 ¹⁾	X	HP8648	-
SMR30	X	HP ESG-A Series 1000A, 2000A, 3000A, 4000A	-
SMR30B11 ¹⁾	X	HP ESG-D SERIES E4432B	-
SMR40	X		
1) Требуется опция SMR-B11			

5.4.4.3 Установочные файлы генератора

Каждому типу генератора сигналов для управления R&S FSW необходим установочный файл, который должен быть сконфигурирован и сохранен в приборе R&S FSW. При установке определяются частотный и мощностной диапазоны, поддерживаемые генератором, а также задается информация, требуемая для установления соединения. Для генераторов сигналов, перечисленных в [разделе 5.4.4.2 "Обзор генераторов, поддерживаемых опцией R&S FSW-B10"](#) на стр. 45, по умолчанию имеются установочные файлы. При необходимости эти файлы могут быть отредактированы или дублированы для различных настроек или других приборов.

Существующие установочные файлы могут быть отображены в редакторе из диалогового окна конфигурации "External Generator" только в режиме чтения. Для редактирования они должны быть сохранены под отличающимся именем (с помощью "File > SaveAs"). Для добавления нового генератора в список выбора в диалоге "Interface Configuration" необходимо отредактировать установочный файл в соответствии с требованиями, затем сохранить файл с расширением ".gen". После закрытия диалогового окна и открытия его заново, новый генератор будет добавлен в список [Generator Type](#) с названием, соответствующим сохраненному файлу.

Необходимо с осторожностью использовать требуемый синтаксис и команды: следует менять только *значения* параметров. Ошибки детектируются и отображаются только в случае использования нового генератора (см. также раздел [5.4.4.8 "Отображение информации и ошибок"](#) на стр. 52).

5.4.4.4 Механизм калибровки

Общая настройка измерений включает настройку генератора сигналов, испытуемого прибора и анализатора спектра и сигналов. Желательно заранее измерить ослабление или усиление, вызываемое кабелями и разъемами генератора сигналов и анализатора сигналов. Затем известный уровень смещения может быть учтен для результатов измерений и наблюдения точных данных на испытуемом устройстве.

Вычисление разницы между текущей измеряемой мощностью и опорной кривой называется *калибровкой*. Таким образом, результаты измерений управляемого внешнего генератора, включая собственные искажения, могут быть использованы в качестве опорной кривой для калибровки измерений.

Получение данных с входа и передача данных на выход

Собственные искажения частоты и мощности могут быть определены при подключении прибора R&S FSW к генератору сигналов. Прибор R&S FSW отправляет генератору сигналов заранее определенный список частот (см. также раздел 5.4.4.7 "Связь частот" на стр. 50). Затем генератор сигналов отправляет сигнал определенного уровня на каждой частоте из списка. Сигнал измеряется прибором R&S FSW, и определяется уровень смещения ожидаемого значения.

Сохранение результатов калибровки

Определенный набор данных для результатов калибровки сохраняется в приборе в виде таблице пар значений (частота/уровень) для каждой точки развертки. Смещения измерений затем могут быть использованы в качестве калибровочных коэффициентов для последующих результатов измерений.

Калибровка может выполняться с использованием измерений характеристик передачи или отражения. Выбранный тип измерений используется для определения опорной кривой и входит в набор опорных данных.

5.4.4.5 Нормирование

После проведения калибровки полученная опорная кривая и последующие результаты измерений при необходимости могут быть скорректированы в соответствии с калибровочными коэффициентами. Корректировка выполняется путем вычитания данных опорной кривой из результатов измерений. Данный процесс называется *нормированием* и может быть активирован или деактивирован по желанию пользователя. Если нормирование активна, то в панели канала рядом с индикацией использования внешнего генератора ("Ext.Gen") будет отображена надпись "NOR". Нормированная кривая развертки калибровки является постоянной линией 0 дБ, <кривая калибровки > - <опорная кривая > = 0.

До тех пор, пока для измерений используются те же самые настройки, что и при проведении калибровки, нормированные результаты измерений не будут содержать частотных или мощностных искажений. Таким образом, результаты измерений испытываемого прибора очень точны.

Приближенное нормирование

Как только какие-либо из настроек измерений были изменены, сохраненная опорная кривая более не является подходящей для новых результатов измерений. Однако если настройки измерений были изменены не слишком сильно, то результаты измерений могут быть приблизительно нормированы с использованием той же самой опорной кривой. Об использовании приближенного нормирования свидетельствует надпись "APX" в панели канала (вместо "NOR").

Это происходит в случае отклонения одного или нескольких значений из следующего списка от калибровочных настроек:

- тип связи (RBW, VBW, SWT)
- опорный уровень, ВЧ ослабление
- начальная или конечная частота
- выходной уровень внешнего генератора
- детектор (макс. пиковый, мин. пиковый, отсчетов и т.д.)
- девиация частоты при не более 1001 точки в пределах установленных ограничений развертки (связано с дублированием полосы обзора)

Получение данных с входа и передача данных на выход

Учитываются отличия настроек уровня между опорной кривой и текущими настройками прибора автоматически принимается. Если диапазон уменьшается, то используется линейная интерполяция промежуточных значений.

Если диапазон увеличивается, то используется экстраполяция крайних значений опорного набора данных до текущих начальной и конечной частот, то есть опорный набор данных расширяется на постоянную величину.

Таким образом, настройки прибора могут изменяться в широком диапазоне без отмены нормирования. Это сводит к минимуму необходимость проведения нового нормирования.

Если аппроксимация становится слишком неточной, нормирование прерывается и отображается сообщение об ошибке (см. [раздел 5.4.4.8 "Отображение информации и ошибок"](#) на стр. 52).

Кривая нормирования на экране

Опорная кривая нормирования также по умолчанию отображается в верхней части спектральной диаграммы. Она отображается красной линией с меткой "NOR", следующей за текущим опорным значением. Однако она может быть сдвинута по вертикали вследствие ослабления или усиления, вызванного испытуемым прибором (см. также ["Смещение опорной линии \(и кривой нормирования\)"](#) на стр. 49).

Восстановление калибровочных настроек

Если настройки измерений более не удовлетворяют настройкам прибора, при которых проводилась калибровка (в панели канала индикатор "APX" или отсутствует индикатор "Ext.TG"), пользователь может восстановить калибровочные настройки, которые были сохранены вместе с опорным набором данных в приборе R&S FSW.

Сохранение нормированной опорной кривой в виде коэффициента преобразования

Нормированная (инвертированная) опорная кривая может быть также сохранена в виде *коэффициента преобразования* для использования в других приложениях прибора R&S FSW, которые не поддерживают управление внешним генератором. Кривая нормирования данных конвертируется и сохраняется в дБ в файле с заданным названием и расширением.trd в каталоге c:\r_s\instr\trd. Частотные точки располагаются с постоянным шагом между начальной и конечной частотами.

Данная функция может быть полезной, например, для определения влияния конкретного компонента прибора и затем удаления этого влияния при последующих измерениях, в которых используется данный компонент.

Примеры приведены в разделе "Управление внешним генератором: примеры измерений" руководства пользователя R&S FSW.



Необходимо обратить внимание, что сохраняются нормированные данные изменений, а не исходная опорная кривая. Таким образом, если пользователь сохраняет кривую нормирования сразу после калибровки, без изменения каких-либо настроек, коэффициент преобразования будет составлять 0 дБ во всей полосе обзора (по определению кривой нормирования).

5.4.4.6 Опорная кривая, опорная линия и опорный уровень

Опорная кривая

Результаты калибровки сохраняются в приборе R&S FSW в виде *опорной кривой*. Для каждой измеренной точки развертки определяется смещение относительно ожидаемых значений. Если нормирование активировано, то смещения опорной кривой удаляются из текущих результатов для компенсации собственных искажений смещения.

Опорная линия

Опорная линия определяется параметрами [Reference Value](#) и [Reference Position](#) в настройках "External Generator" > "Source Calibration". Данный параметр является аналогичным параметру [Reference Level](#), который задается настройками "Amplitude". Однако в отличие от опорного *уровня*, данная опорная *линия* влияет только на масштаб оси Y диаграммы и не влияет на уровень входной мощности или аппаратные настройки.

Опорная линия определяет диапазон и масштаб оси Y точно так же, как опорный уровень.

Кривая нормирования (сразу после калибровки 0 дБ) отображается на диаграмме на данной опорной линии красным цветом. По умолчанию, опорная линия отображается вверху экрана. При смещении опорной линии, кривая нормирования также смещается.

Смещение опорной линии (и кривой нормирования)

Пользователь может сместить опорную линию и, таким образом, нормированную кривую, при изменении значений [Reference Position](#) или [Reference Value](#).



Рис. 5-14 – Смещение опорной линии

Если испытуемое устройство вносит усиление или ослабление в результаты измерений, то данный эффект может быть нейтрализован при отображении результатов на R&S FSW. Для нейтрализации смещения мощности кривой измерений необходимо изменить параметр [Reference Value](#).

5.4.4.7 Связь частот

Как описано в [разделе 5.4.4.5 "Нормирование"](#) на стр. 47, нормирование результатов измерений очень точно до тех пор, *пока используются те же самые настройки, что и при проведении калибровки*. Хотя возможно использование приближенного нормирования, но важно заранее, при калибровке, учитывать необходимые частоты. Частоты и уровни, поддерживаемые подключенным генератором сигналов, влияют на опорную конфигурацию и конфигурацию интерфейса.

Для определения частоты калибровки используются два различных метода, определяющие связь частот прибора R&S FSW и генератора сигналов:

- **Настройка связи вручную:** определяется единственная частота
- **Настройка автоматической связи:** определяется набор частот (по одному для каждой точки развертки) на основании текущей частоты ВЧ-входа прибора R&S FSW; диапазон радиочастот покрывает текущий определенный диапазон R&S FSW (вплоть до ограничений диапазона генератора сигналов)

Автоматическая связь

Если используется автоматическая связь, то выходная частота генератора (источника частоты) вычисляются следующим образом:

$$\text{Частота источника} = \text{ВЧ} \frac{\text{числитель}}{\text{знаменатель}} + \text{Смещение}$$

Выходная частота генератора (5 - 1)

где:

$F_{\text{Generator}}$ = выходная частота генератора

F_{Analyzer} = выходная частота ВЧ-входа прибора R&S FSW

числитель = коэффициент умножения для текущей анализируемой частоты

знаменатель = коэффициент деления для текущей анализируемой частоты

F_{Offset} = частота смещения текущей анализируемой частоты, например для измерений преобразования частоты или измерений гармонических составляющих

Диапазон частот смещения зависит от выбранного генератора. Стандартное значение 0 Гц. Использование смещения, отличного от 0 Гц, отмечается меткой "FRQ" в панели канала (см. также [раздел 5.4.4.8 "Отображение информации и ошибок"](#) на стр. 52).

Диапазон частоты развертки

Значения F_{Analyzer} для калибровки развертки лежат в диапазоне от начальной частоты и до конечной частоты, которые определяются настройками "Frequency" прибора R&S FSW. Результирующие выходные частоты ([Result Frequency Start](#) и [Result Frequency Stop](#)) отображаются в "External Generator" > "Measurement Configuration".

Получение данных с входа и передача данных на выход

Если результирующий диапазон частот превышает разрешенный диапазон генератора сигналов, будет отображено сообщение об ошибке (см. [раздел 5.4.4.8 "Отображение информации и ошибок"](#) на стр. 52), а параметры [Result Frequency Start](#) и [Result Frequency Stop](#) будут подкорректированы в соответствии с ограничениями диапазона.



Калибровка развертки, тем не менее, охватывает всю полосу обзора, заданную прибором R&S FSW; однако входной сигнал вне заданных пределов генератора не поступает.

TTL синхронизация

Некоторые генераторы сигналов Rohde & Schwarz поддерживают работу с TTL синхронизацией при подключении через GPIB интерфейс. TTL интерфейс включен в опцию R&S FSW-B10 с разъемом AUX CONTROL.

При использовании только GPIB интерфейса для соединения R&S FSW и генератора сигналов, R&S FSW через GPIB интерфейс отдельно устанавливает частоту генератора для каждой частоты, и только тогда, когда процедура установки будет завершена, R&S FSW может выполнить измерение следующей точки развертки.

При работе с генераторами, оснащенными TTL интерфейсом, прибор R&S FSW перед началом развертки отправляет список частот для установки генератором. Затем R&S FSW запускает развертку, и следующая частотная точка выбирается R&S FSW и генератором с использованием TTL линии квитирования "TRIGGER". R&S FSW может измерять значения только когда генератор сигналов оканчивает процедуру установки с помощью сигнала "BLANK".

Использование TTL интерфейса позволяет работать со значительно большими скоростями измерений, чем при использовании только GPIB управления, так как пошаговое измерение частот R&S FSW напрямую связано с пошаговым изменением частот генератора.

Обратная развертка

Смещение частот для автоматической связи может быть использовано для развертки в обратном направлении. Для этого необходимо определить отрицательное смещение в конфигурации измерений внешнего генератора. (Необходимо обратить внимание, что частота задается как величина без знака, то есть использование отрицательной частоты невозможно.)

Пример: Пример обратной развертки

$$F_{\text{AnalyzerStart}} = 100 \text{ МГц}$$

$$F_{\text{AnalyzerStop}} = 200 \text{ МГц}$$

$$F_{\text{Offset}} = -300 \text{ МГц}$$

$$\text{числитель} = \text{знаменатель} = 1$$

$$\rightarrow F_{\text{GeneratorStart}} = 200 \text{ МГц}$$

$$\rightarrow F_{\text{GeneratorStop}} = 100 \text{ МГц}$$

Если смещение подстраивается так, что развертка генератора пересекает минимальную частоту генератора, то в панели состояния появляется сообщение ("Reverse Sweep via min. Ext. Generator Frequency!" – "обратная развертка с минимальной возможной частотой генератора!").

Пример: Пример для обратной развертки с минимальной частотой $F_{\text{AnalyzerStart}} = 100 \text{ МГц}$ $F_{\text{AnalyzerStop}} = 200 \text{ МГц}$ $F_{\text{Offset}} = -150 \text{ МГц}$ $F_{\text{min}} = 20 \text{ МГц}$

числитель = знаменатель = 1

 $\rightarrow F_{\text{GeneratorStart}} = 50 \text{ МГц}$ $\rightarrow F_{\text{GeneratorStop}} = 50 \text{ МГц}$ посредством F_{min} **5.4.4.8 Отображение информации и ошибок****Панель канала**

Если управление внешним генератором активно, в панели состояния отображается дополнительная информация.

Надпись	Описание
EXT TG: <source power>	Внешний генератор активен; уровень отправляемого сигнала <мощность источника>
LVL	Смещение мощности (см. "Source Offset" на стр. 92)
FRQ	Смещение частоты (см. "(Automatic) Source Frequency (Numerator/Denominator/ Offset)" на стр. 92)
NOR	Нормирование включено; Опорные настройки не отличаются от используемых для измерений
APX (approximation)	Нормирование включено; Опорные настройки отличаются от используемых для измерений
-	Нормирование прервано или калибровка еще не выполнена

Ошибки и сообщения о состоянии

В процессе работы с внешним генератором могут быть использованы следующие состояния и сообщения об ошибках.

Сообщение	Описание
"Ext. Generator GPIB Handshake Error!" / "Ext. Generator TCPIP Handshake Error!" / "Ext. Generator TTL Handshake Error!"	Подключение к генератору невозможно, например, из-за неисправности кабеля или потери соединения или неверного адреса.
"Ext. Generator Limits Exceeded!"	Превышение допустимого частотного или мощностного диапазона генератора.
"Reverse Sweep via min. Ext. Generator Frequency!"	Выполнение обратной развертки; уменьшение частоты до минимального значения, затем увеличение; см. "Обратная развертка" на стр. 51
"Ext. Generator File Syntax Error!"	Синтаксическая ошибка в установочном файле генератора (см. раздел 5.4.4.3 "Установочные файлы генератора" на стр. 46)

Получение данных с входа и передача данных на выход

Сообщение	Описание
"Ext. Generator Command Error!"	Отсутствие или неверная команда в установочном файле генератора (см. раздел 5.4.4.3 "Установочные файлы генератора" на стр. 46)
"Ext. Generator Visa Error!!"	Ошибка драйвера Visa обеспечивающего инсталляцию (очень маловероятно)

NOTICE**Перегрузка**

При значении опорного уровня -10 дБ и таком же значении выходного уровня генератора, R&S FSW работает без выхода за пределы реверса. Это означает, что R&S FSW подвергается опасности перегрузки, если амплитуда сигнала выходит за пределы опорной линии. В таком случае в панели состояния будет отображено сообщение "RF OVLD" при перегрузке или "IF OVLD" при превышении диапазона отображения (отсечка кривой выше уровня диаграммы = превышение диапазона).

Избежать перегрузки можно следующим образом:

- Уменьшением выходного уровня внешнего генератора ("[Source Power](#)" на стр. 92 в "External Generator > Measurement Configuration")
- Увеличением опорного уровня ([Reference Level](#) в меню "Amplitude")

5.4.5 Основы ввода из файлов I/Q-данных

I/Q-данные, с которыми работает отдельное приложение прибора R&S FSW, могут быть не только получены непосредственно с помощью приложения, а могут быть также загружены из файла, имеющего соответствующий формат. Такой файл может быть использован в приложении в качестве источника входа.

На данный момент такой **Входной источник доступен только для приложения R&S FSW Pulse**.

Например, пользователь может собрать I/Q-данные с помощью приложения I/Q Analyzer, сохранить их в виде файла и затем анализировать импульсные параметры данных с помощью приложения R&S FSW Pulse.

I/Q-данные должны быть сохранены в файле с расширением.iq.tar. Более подробное описание см. в [разделе A.4 "Формат файла I/Q-данных \(iq-tar\)"](#).

В отличие от импортирования данных из файла I/Q-данных с помощью функции импортирования, с которой работают некоторые приложения R&S FSW (например, приложения I/Q Analyzer или VSA), данные сохраняются временно в буфер захвата, где перезаписываются данные текущих измерений и в свою очередь перезаписываются новыми измерениями. Кроме того, сохраненные I/Q-данные остаются доступными для использования в качестве входных для любого количества последовательных измерений. Кроме того, импортирование данных (временное) требует соответствия настроек приложения при текущих измерениях настройкам, применяемым при проведении измерений для сохранения файла (возможно в разных приложениях). При использовании данных для источника входа, настройки сбора данных в текущем приложении могут не учитываться (ослабление, центральная частота, полоса частот измерений, частота дискретизации). Для выполнения измерений извлечения доступных данных (с начала файла) может быть уменьшено только время измерений.

Получение данных с входа и передача данных на выход

При использовании файла I/Q-данных для входа, функция RUN SINGL запускает однократные измерения сохраненных данных в режиме Pulse (то есть анализ), тогда как функция RUN CONT выполняет повторный анализ тех же данных файла.

**Примеры файлов iq.tar**

При наличии опционального R&S FSW VSA приложения (R&S FSW-K70) доступны образцы файлов типа `iq.tar`, находящиеся в каталоге прибора R&S FSW `C:/R_S/Instr/user/vsa/DemoSignals`.

Кроме того пользователь может создавать `iq.tar` файлы самостоятельно в приложении I/Q Analyzer, см. [раздел 8.3 "Процедура экспорта и импорта I/Q-данных"](#) на стр. 161.

5.4.6 Работа с внешним источником шума

Прибор R&S FSW обеспечивает работу с разъемом (NOISE SOURCE CONTROL), который поддерживает работу с внешним источником шума. С помощью включения/отключения напряжения питания внешнего источника шума пользователь может активировать или деактивировать прибор.

Внешние источники шума используются при измерении уровней мощности ниже шумового порога самого прибора R&S FSW, например, при измерении уровня шума усилителя.

В таком случае пользователь может сначала подключить внешний источник шума (уровень шума которого уже известен) к прибору R&S FSW и измерить общий уровень мощности шума. Затем с помощью этого значения пользователь может определить мощность шума прибора R&S FSW. Затем при измерении мощности шума испытуемого устройства пользователь может вычесть известный уровень шума прибора из значения общего уровня мощности, получив уровень мощности испытуемого устройства.

Источник шума настраивается в разделе "Output", см. ["Noise Source"](#) на стр. 106.

5.4.7 Получение и передача сигналов запуска

При использовании одного из разъемов TRIGGER INPUT/OUTPUT прибор, может использовать внешний сигнал в качестве сигнала для запуска сбора данных. В качестве альтернативы внутренний сигнал, используемый прибором R&S FSW, может подаваться на выход для работы с другими подключенными приборами. Использование одного и того же сигнала запуска на нескольких приборах используется для синхронизации передачи и приема сигналов при выполнении измерений.

Более подробно о разъемах см. краткое руководство пользователя R&S FSW.

Подача внешнего сигнала запуска на вход

Если сигнал запуска R&S FSW обеспечивается внешним прибором, то источник опорного сигнала должен быть подключен к прибору R&S FSW и в настройках R&S FSW источник запуска должен быть указан "External".

Передача сигнала запуска на выход

Прибор R&S FSW может подавать выходной сигнал другому прибору для передачи внутреннего сигнала запуска или для индикации готовности R&S FSW к запуску.

Сигнал запуска может быть передан на выход прибором R&S FSW автоматически или пользователем вручную. При автоматической передаче высокий уровень сигнала поступает на выход, если R&S FSW запущен в связи с началом развертки ("Device Triggered") или если R&S FSW готов к приему сигнала запуска после начала развертки ("Trigger Armed").

Ручной запуск

Если выходной сигнал запуска задается вручную, то уровень (высокий/низкий) и длительность импульса запуска также может настраиваться. Однако необходимо обратить внимание, что уровень импульса запуска всегда противоположен постоянному уровню сигнала, определяемому настройкой "Level", например, для "Level = High" на выходной разъем передается постоянный высокий уровень сигнала до тех пор, пока не будет нажата клавиша "Send Trigger". Затем будет передан импульс низкого уровня.



Передача сигналов запуска на выход подробно описана в руководстве пользователя R&S FSW.

5.4.8 Вывод ПЧ и видеосигналов

Измеренный ПЧ-сигнал или отображаемый видеосигнал (то есть фильтрованный и детектированный ПЧ-сигнал) может быть выведен на выходной разъем IF/VIDEO/DEMOM.

Видеовыходом является сигнал с напряжением 1 В. Он может быть использован, например, для контроля демодуляции аудиочастот.

ПЧ-выходом является сигнал с измеренным уровнем на заданной частоте.

Ограничения

Следует обратить внимание на следующие ограничения ПЧ-выхода:

- ПЧ-выход и видеовыход доступны только для работы во временном диапазоне (нулевой интервал).
- При работе с I/Q-данными доступен только ПЧ-выход
- ПЧ-выход недоступен при следующих условиях:
 - активен цифровой интерфейс модулирующих сигналов (R&S FSW-B17)
 - активен режим работы MSRA
 - используется расширение полосы частот (аппаратная опция R&S FSW-B160/-B320; автоматически используется для полос частот > 80 МГц; в данном случае используется разъем IF WIDE OUTPUT)
 - частота дискретизации более 200 МГц (передискретизация)

Расширение ПЧ выхода

Если установлено и активировано опциональное аппаратное обеспечение для расширения полосы частот R&S FSW-B160/-B320, то ПЧ выход передается не на выходной разъем IF/VIDEO/ DEMOM, а на дополнительный разъем **IF WIDE OUTPUT**, обеспечиваемый опцией.

В таком случае выходная ПЧ частота не может быть задана вручную, а определяется автоматически в зависимости от центральной частоты. Более подробно об использовании частот см. техническую спецификацию. Текущая используемая выходная частота отображается в поле, которое обычно используется для определения частоты вручную (диалоговое окно настроек "Output", см. ["IF \(Wide\) Out Frequency"](#) на стр. 105).

5.5 Импорт и экспорт I/Q-данных



Модулирующие сигналы, как правило, являются, так называемыми, комплексными сигналами, то есть сигналами, которые можно представить в виде двух каналов: "in phase" (I) – синфазный канал и "quadrature" (Q) – квадратурный канал. Такие сигналы рассматриваются как отдельный тип - I/Q сигналы. I/Q сигналы удобны в использовании, так как не требуется использование ВЧ или ПЧ частот. Полная информация о модуляции и даже искажения, которые возникают в ВЧ, ПЧ или модулирующей областях могут быть проанализирована с помощью I/Q.

Импорт и экспорт I/Q сигналов используется для различных применений:

- Генерация и сохранение I/Q сигналов для дальнейшего анализа с помощью прибора R&S FSW при работе с генератором ВЧ или модулирующих сигналов, или при работе с внешними программными приложениями для того.
- Захват и сохранение I/Q сигналов при анализе ВЧ или модулирующих сигналов для того чтобы затем проанализировать данные с помощью R&S FSW или внешнего программного обеспечения

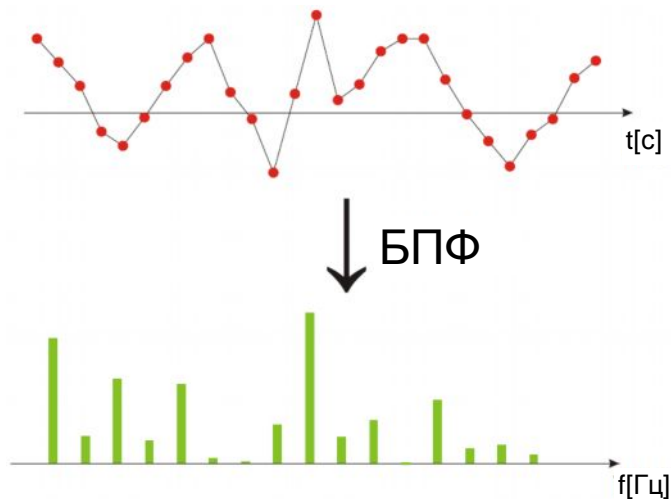
Например, пользователь захватывает данные с помощью приложения I/Q Analyzer и затем выполняет векторный анализ этих данных с помощью приложения R&S FSW VSA (если оно доступно).

В отличие от сохранения данных кривой, которые могут быть усреднены или ограничены пиковыми значениями, I/Q-данные сохраняются именно в том виде, в котором были захвачены, без дальнейшей обработки. Данные хранятся в виде комплексных 32-битных значений с плавающей точкой. Работа с многоканальными данными не поддерживается. I/Q-данные сохраняются в файлах с разрешением.iq.tar. Более подробное описание см. раздел [A.4 "Формат файла I/Q-данных \(iq-tar\)"](#).

Функции импорта и экспорта доступны в меню "Save/Recall", которое отображается при выборе в панели инструментов значка  "Save" or  "Open" (см. раздел [6.3 "Функции импорта/экспорта"](#) на стр. 68).

5.6 Основы БПФ

Приложение I/Q Analyzer измеряет мощность входного сигнала в течение некоторого времени. Для того чтобы преобразовать сигнал во временном диапазоне в частотный спектр, используется БПФ (быстрое преобразование Фурье, FFT), с помощью которого векторные входные значения преобразуются в дискретный частотный спектр.



5.6.1 Оконные функции

Преобразования Фурье не выполняются для всех собранных данных за один шаг. Для получения конкретного результата используется только ограниченное количество отсчетов. Данная обработка называется использованием оконной функции.

После дискретизации в частотном диапазоне каждое окно перемножается с определенной оконной функцией. Использование данного приема помогает минимизировать отсутствие непрерывности на концах измеренного интервала сигнала и, таким образом, уменьшить эффект просачивания спектральных составляющих и увеличить разрешение по частоте.

Для работы с различными входными сигналами в приборе R&S FSW предусмотрено использование различных оконных функций. Каждая из оконных функций имеет определенные характеристики, в том числе преимущества и недостатки. Для поиска оптимальной функции, подходящей для поставленной задачи измерений необходимо учесть все характеристики.



Оконная функция игнорирования: прямоугольное окно

Прямоугольная оконная функция на самом деле не является функцией, с помощью нее только сохраняются исходные дискретные данные. Это может использоваться для минимизации требуемой полосы частот. При использовании необходимо убедиться, что окно содержит только один период сигнала, иначе могут появиться существенные боковые лепестки, которых не существует в исходном сигнале.

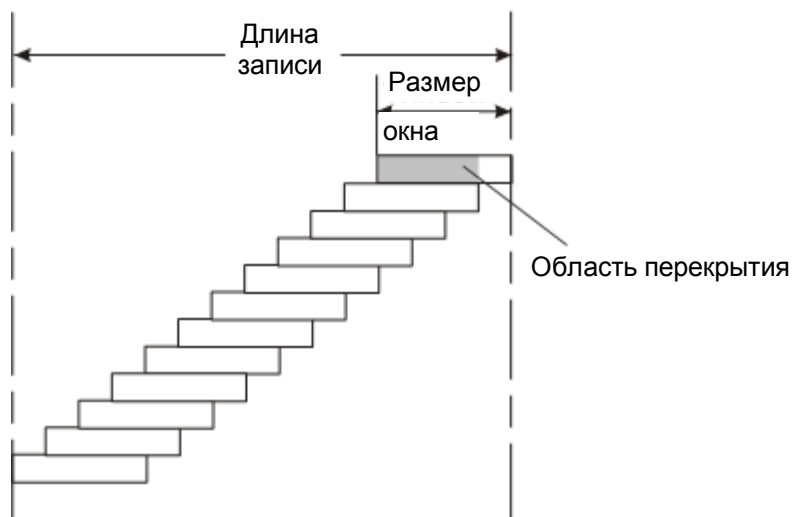
Таблица 5-7 – Характеристики стандартных оконных БПФ функций

Тип оконной функции	Разрешение по частоте	Разрешение по модулю	Рекомендации для проведения измерений
Прямоугольник	отличное	плохое	Функция не применяется Разделение двух частот с практически одинаковой амплитудой и малым расстоянием по частоте
Блэкмана-Харриса (по умолчанию)	плохое	отличное	Сигналы с одной частотой (для детектирования гармонических составляющих) Точные одночастотные измерения
Гаусса	хорошее	хорошее	Слабые сигналы и короткая продолжительность

Тип оконной функции	Разрешение по частоте	Разрешение по амплитуде	Рекомендации для проведения измерений
Окно с плоской вершиной	среднее	отличное	Точные одночастотные измерения
5-звенный		хорошее	

5.6.2 Работа с перекрытием

Приложение I/Q Analyzer вычисляет множество БПФ для одного измерения, разбивая при этом одну запись собранных файлов на несколько оконных функций. Кроме того, I/Q Analyzer позволяет работать с перекрытием соседних оконных функций. Перекрытие второй раз использует отсчеты, которые уже были использованы для вычислений предыдущих БПФ результатов.



В расширенном БПФ режиме с усреднением может быть использован любой коэффициент перекрытия. Чем выше коэффициент перекрытия, тем больше оконных функций будет использовано. Это приводит к получению более точных результатов и помогает детектировать переходные процессы. Однако при большом коэффициенте перекрытия увеличивается и длительность измерений. Размер окна может быть задан вручную в соответствии с длиной записи, коэффициентом перекрытия и длиной БПФ.

Например, при перекрытии БПФ 67 %, для второго блока данных прибор R&S FSW работает с перекрытием 67 % от данных первого блока и обрабатывает только 33 % новых данных. При обработке третьего блока данных используется перекрытие 33 % первого блока данных, 67 % второго блока данных и так далее.

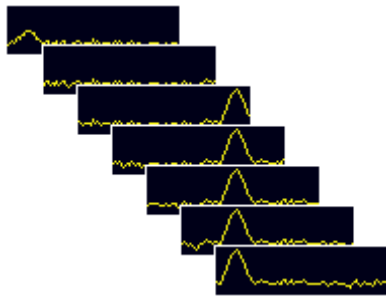


Рис. 5-15 – Перекрывание БПФ

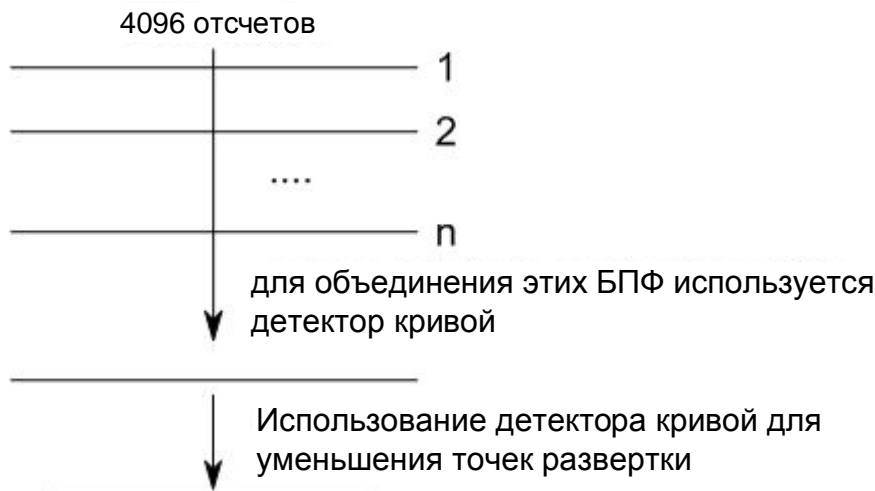
Как в ручном, так и в автоматическом БПФ режимах, для вычисления спектра используется длина БПФ равная 4096 и длина окна равная 4096 (или длина записи, если короче).

Объединение результатов: детектор кривой

При выполнении работы со всей длиной записи, множество оконных функции вычисляется и объединяется для получения конечного спектра с использованием выбранного детектора кривой. (Примечание – в предыдущей версии R&S FSW в приложении I/Q Analyzer всегда использовался линейный усредняющий детектор.) При необходимости детектор также может использоваться для уменьшения количества вычисляемых частотных точек (определяется длиной БПФ) для определенного количества точек развертки. По умолчанию используется автопиковый детектор кривой.



В связи с тем, что количество частотных точек уменьшается до количества точек развертки с помощью детектора (за исключением автопикового), количество точек развертки меньше 4096 может привести к получению неверных результатов.



5.6.3 Взаимозависимость БПФ параметров

Функция БПФ анализа прибора R&S FSW имеет множество настроек. Некоторые параметры, включая разрешение по частоте, длину записи, длину БПФ, могут быть определены в соответствии с требованиями пользователя. Необходимо обратить внимание, что некоторые параметры взаимосвязаны и не могут быть изменены независимо друг от друга.

Длина записи

Определяет количество собираемых отсчетов I/Q-данных. По умолчанию используется количество точек развертки. Длина записи вычисляется как время измерений, умноженное на частоту дискретизации.

При изменении длины записи параметр [Meas Time](#) автоматически изменяется.

Для БПФ, которые выполняются с использованием одной оконной функции (режим "Single"), длина записи (которая будет идентична длине БПФ) не может превышать 512 к.

Длина БПФ

Определяет количество частотных точек, определяемых при каждом БПФ вычислении. Чем больше точек используется, тем больше разрешение спектра, но дольше вычисления.

В режимах "Auto" или "Manual" используется длина БПФ 4096.

В расширенном БПФ режиме длина БПФ может быть определена пользователем. При использовании для изменения длины БПФ навигационных клавиши или поворотной ручки значение увеличивается или уменьшается в соответствии со степенями числа 2. При вводе значения вручную может быть задано любое целое число от 3 до 524288.

Если длина БПФ больше параметра [Window Length](#), то дискретные данные заполняются нулями вплоть до длины БПФ. БПФ затем выполняется с использованием интерполяции частотных точек.

Для длины БПФ не являющейся степенью числа 2, выполняются ДПФ (дискретные преобразования Фурье), которые требуют большего времени вычислений, но не требуют интерполяции.

В расширенном БПФ режиме для того, чтобы были отображены все вычисленные частотные точки (определяемые длиной БПФ), количество точек развертки автоматически устанавливается равным длине БПФ.

Длина оконной функции

Определяет количество отсчетов, которые должны быть включены в единственное окно в режиме усреднения. (в однократном режиме длина окна связана с параметром ["Record Length"](#) на стр. 129.)

В ручном режиме доступны значения от 3 до 4096; в БПФ режиме "Advanced" доступны значения от 3 до 524288. Однако длина оконной функции не может быть больше параметра [FFT Length](#).

Если длина оконной функции меньше длины БПФ, то отсчеты данных заполняются нулями вплоть до длины БПФ.

Если длина оконной функции больше длины записи (то есть используется недостаточное количество отсчетов), то для вычислений используется параметр [Record Length](#).

Длина окна и параметр [Window Overlap](#) определяют количество БПФ вычислений, которое должно быть выполнено для каждой записи в режиме усреднения (см. ["Алгоритм преобразования"](#) на стр. 130).

5.6.4 Полоса разрешения БПФ результатов: RBW

Полоса разрешения (RBW) определяет минимальное расстояние по частоте, на котором отдельные составляющие спектра могут отстоять друг от друга. Небольшие значения приводят к большой точности работы, а также к малому расстоянию между двумя составляющими. При уменьшении значения уменьшается точность, но увеличивается скорость измерений.

Полоса разрешения (RBW) определяется следующим образом:

$$RBW = \text{Нормированная полоса} * \frac{\text{Частота дискретизации}}{\text{Длина оконной функции}}$$

Определение RBW (5 - 2)

(Примечание – Нормированная полоса частот является фиксированным значением, которое учитывает полосу частот шума оконной функции).

Максимальная полоса разрешения ограничена наиболее строгим из следующего: параметром [Analysis Bandwidth](#), или следующим выражением:

$$RBW_{max} = \frac{\text{Нормированная полоса} * \text{Частота дискретизации}}{3}$$

Если необходимо использование большего спектрального разрешения, то количество отсчетов может быть увеличено с помощью большей частоты дискретизации или большей длиной записи.

Минимальная достижимая полоса разрешения зависит от частоты дискретизации и длины записи и соответствует следующему выражению:

$$RBW_{min} = \frac{\text{Нормированная полоса} * \text{Частота дискретизации}}{\text{мин}(4096, \text{длина записи})}$$

Для упрощения работы некоторые параметры, такие как длина записи и полоса разрешения, взаимосвязаны и вычисляются автоматически

Режим полосы разрешения RBW

В зависимости от выбранного режима, полоса пропускания может определяться автоматически или вручную.

Автоматический режим:

В приложении I/Q Analyzer данный режим используется по умолчанию. Полоса разрешения определяется автоматически, в зависимости от параметров [Sample Rate](#) и [Window Length](#), где длина окна связана с параметром [Record Length](#), или ограничена значением 4096

Если длина записи больше длины окна, то объединяются несколько оконных функций; длина БПФ составляет 4096.

Используется оконная функция с плоской вершиной.

Ручной режим:

Полоса разрешения определяется пользователем.

Значение параметра [Window Length](#) подстраивается в соответствии с [выражением 5-2](#). Поскольку длина окна может быть только целочисленным значением, то для получения целочисленного значения длины записи подстраивается параметр [Sample Rate](#).

Если длина записи больше длины окна, то объединяется несколько оконных функций; длина БПФ составляет 4096.

Используется оконная функция с плоской вершиной.

Расширенный БПФ режим

Полоса разрешения, определяемое [расширенными параметрами БПФ](#) зависит от выбранного метода [вычисления БПФ](#).

5.6.5 Методы вычисления БПФ

БПФ вычисления могут быть проведены с использованием различных методов.

Однократный режим

В однократном режиме БПФ вычисляется для всей длины записи, то есть длина окна равна длине записи.

Если заданная длина записи больше длины окна, то вплоть до длины БПФ собранные данные заполняются нулями.



Рис. 5-16 – БПФ параметры для однократного вычисления БПФ

Режим усреднения

В режиме усреднения для каждой записи производится вычисление нескольких БПФ с перекрытием; для получения конечного БПФ результаты отдельных вычислений объединяются.

Количество объединяемых БПФ определяется параметрами [Window Overlap](#) и [Window Overlap](#).



Рис. 5-17 – БПФ параметры для усреднения БПФ вычислений

5.7 Приложение I/Q Analyzer в режиме MSRA

Приложение I/Q Analyzer может быть использовано в режиме MSRA. Канал MSRA Master реализован в виде приложения I/Q Analyzer. Только данный канал может работать с сбором данных в режиме MSRA. Таким образом, функции и настройки сбора данных, описанные для приложения I/Q Analyzer, также применяются при работе в режиме MSRA Master. Кроме того, приложение I/Q Analyzer может быть использовано для анализа данных в режиме MSRA. Таким образом, виды отображения результатов и функции анализа, используемые в приложении I/Q Analyzer, могут быть использованы в режиме MSRA.

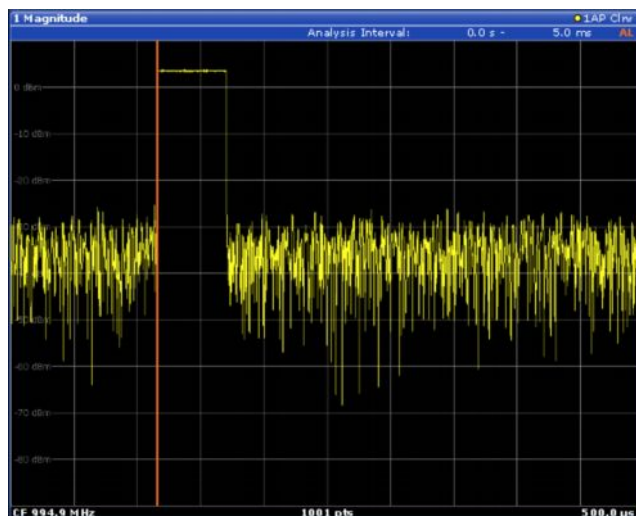
Необходимо обратить внимание, что доступные функции и настройки I/Q Analyzer в MSRA режиме зависят от выбора канала MSRA Master или канала приложения I/Q Analyzer. Например, настройки сбора данных канала приложения I/Q Analyzer в MSRA режиме конфигурируют анализируемый интервал и не работают с сбором входного сигнала. И напротив, измерения в частотном и временных диапазонах доступны, только если канал приложения I/Q Analyzer работает в режиме MSRA.

Линия анализа

Наиболее частым вопросом при анализе мультистандартных радиосигналов является вопрос – как конкретные данные канала связаны (по времени) с другими. Для решения этого вопроса введена линия анализа. Линия анализа – это общий временной маркер для всех MSRA приложений. Он может быть установлен в любом приложении MSRA или в MSRA Master, а затем подстроен во всех других приложениях. Таким образом, пользователь может легко анализировать результаты измерений в определенный момент времени во всех приложениях и определять взаимозависимость.

Если отмеченная временная точка лежит в интервале анализа используемого приложения, линия отображается для всех отображаемых типов результатов, основанных на времени, таких как время, символ, слот или битовые диаграммы. По умолчанию линия анализа отображается, однако она может быть вручную скрыта и не отображаться. При любых отображениях результатов метка "AL" в верхней панели окна является индикатором того, лежит ли линия анализа в пределах анализируемого интервала:

- **оранжевый цвет "AL"**: линия находится в пределах интервала
- **белый цвет "AL"**: линия в пределах интервала, но не отображается (скрыта)
- **отсутствие "AL"**: линия находится вне интервала



Более подробно о режиме MSRA см. руководство пользователя R&S FSW MSRA.

5.8 Измерения во временной и частотной областях

Приложение I/Q Analyzer в MSRA режиме (*not Master*) может выполнять измерения собранных I/Q-данных во временной и частотной областях. Для таких измерений I/Q Analyzer выполняет БПФ развертку собранных I/Q-данных для получения зависимости мощности от частоты или использует фильтр RBW для получения зависимости мощности от времени (нулевой диапазон). Эти данные затем используются для общих измерений в частотном или временном диапазоне с помощью спектральных приложений прибора R&S FSW, таких как ACLR, SEM или CCDF.

Конфигурация

За исключением процедуры захвата данных, измерения в приложениях Spectrum и I/Q Analyzer идентичны. При конфигурации используются те же самые настройки и обеспечиваются те же самые результаты. Отображение результата "Magnitude" в приложении I/Q Analyzer, например, будет главным образом показывать те же самые результаты, что и измерения при нулевой полосе обзора этих же данных. Однако, оценка "Magnitude" конфигурируется анализируемой полосой частот I/Q и временем измерений, а измерение при нулевой полосе обзора конфигурируется центральной частотой, полосой разрешения и временем развертки. Данные настройки "временной области" внутренне конвертируются приложением I/Q Analyzer в требуемые I/Q настройки.

Для проведения измерений во временной и частотной областях требуются настройки, подробно описанные в руководстве пользователя R&S FSW.

Ограничения

Однако, поскольку данные приложения I/Q Analyzer захватываются в режиме MSRA Master независимо от определенных временных или частотных требований измерений касательно полосы разрешения, типа фильтра и количества точек развертки, к измерениям в приложении I/Q Analyzer могут быть применены некоторые ограничения. Например, если недоступно достаточное количество захваченных и конвертированных I/Q-данных, будет отображено сообщение об ошибке.

Максимальный диапазон частотной развертки I/Q-данных связан с максимальной полосой частот I/Q-данных (см. [раздел 5.1.1 "Частота дискретизации и максимальная рабочая полоса частот I/Q-данных для работы с ВЧ-входом"](#) на стр. 23 и [раздел 5.2.3 "Частота дискретизации и полоса частот цифровых I/Q-данных"](#) на стр. 31).

Максимальное полоса разрешения (RBW) составляет 1 МГц.

Кроме того в MSRA режиме для измерений во временной и частотной областях недоступны следующие функции:

- Marker demodulation (маркерная демодуляция)
- Frequency counter marker (маркер-частотомер)
- Gated measurement (стробирование измерений)
- Video trigger (видеозапуск)

6 Конфигурация

I/Q Analyzer является специальным приложением прибора R&S FSW и активируется с помощью клавиши MODE на передней панели.

При первом переключении измерений в режим I/Q Analyzer, параметры наследуются с текущего активного приложения (см. [раздел 6.1 "Стандартные настройки в режиме I/Q Analyzer"](#) на стр. 65). После инициации настройки измерений канала сохраняются до момента выхода и восстанавливаются снова при включении канала. Таким образом, пользователь может переключаться между приложениями быстро и просто.

При активации измерений канала в приложении I/Q Analyzer, сбор данных входного сигнала начинается автоматически в соответствии с конфигурацией по умолчанию. Данный параметр может быть сконфигурирован в диалоговом окне I/Q Analyzer "Overview", которое отображается при выборе функциональной клавиши "Overview" из любого меню.



Основные настройки и диалоговые окна доступны также из меню "I/Q Analyzer", которое отображается при нажатии клавиши MEAS CONFIG.

Команды дистанционного управления, необходимые для выполнения этих задач описаны в [разделе 10 "Команды дистанционного управления для выполнения измерений I/Q-данных"](#) на стр. 165.



Импорт и экспорт I/Q-данных

I/Q-данные, обрабатываемые с помощью приложения I/Q Analyzer, не обязательно должны быть получены непосредственно с помощью данного приложения, а могут быть импортированы в прибор R&S FSW, если они имеют корректный формат записи. Кроме того, данные, собранные приложением I/Q Analyzer, могут быть экспортированы для дальнейшего анализа какими-либо внешними приложениями.

Более подробно см. [раздел 5.5 "Импорт и экспорт I/Q-данных"](#) на стр. 56.

- [Стандартные настройки в режиме I/Q Analyzer](#)..... 65
- [Обзор конфигурации в разделе "Overview"](#) 66
- [Функции импорта/экспорта](#)..... 68
- [Настройки входных и выходных данных](#) 69
- [Амплитуда](#) 109
- [Настройки частоты](#) 117
- [Настройки запуска](#) 119
- [Настройки сбора данных и полосы частот](#) 127
- [Конфигурация отображения](#) 134
- [Автоматическая подстройка параметров](#) 134
- [Конфигурация приложения I/Q Analyzer для работы в режиме MSRA](#)..... 137

6.1 Стандартные настройки в режиме I/Q Analyzer

При первом переключении измерений в режим I/Q Analyzer, параметры наследуются из текущего активного приложения:

Обзор конфигурации в разделе "Overview"

- центральная частота и смещение частоты
- опорный уровень и смещение опорного уровня
- ослабление
- источник сигнала
- связь по входу
- состояние ЖИГ-фильтра

После инициации настройки измерений канала сохраняются до момента выхода и восстанавливаются снова при включении канала. Таким образом, пользователь может переключаться между приложениями быстро и просто.

В отличие от указанных настроек после первичного запуска режима I/Q Analyzer R&S FSW или после команды "Preset Channel" активируются следующие стандартные настройки:

Таблица 6-1 – Стандартные настройки для приложения I/Q Analyzer

Параметр	Значение
Application (приложение)	I/Q Analyzer (Master)
Sequencer mode (режим функции Sequencer)	Continuous (Постоянный)
Sweep mode (режим развертки)	Continuous (Постоянный)
Reference level (опорный уровень)	0 дБмВт
Center frequency (центральная частота)	13,25 ГГц
Attenuation (ослабление)	10 дБ
Acquisition time (время сбора)	31,281мкс
Record length (длина записи)	1001 отсчет
Sample rate (частота дискретизации)	32,0 МГц
RBW (разрешение по полосе)	36,79375 кГц
Trigger settings (настройки запуска)	FREE RUN (автономный)
Evaluation (анализ)	Window 1: Spectrum

6.2 Обзор конфигурации в разделе "Overview"



При конфигурации канала измерений в разделе "Overview" отображается список наиболее важных определенных настроек. Раздел "Overview" отображается при выборе пользователем значка "Overview", который доступен в нижней части меню всех функциональных клавиш.

Обзор конфигурации в разделе "Overview"

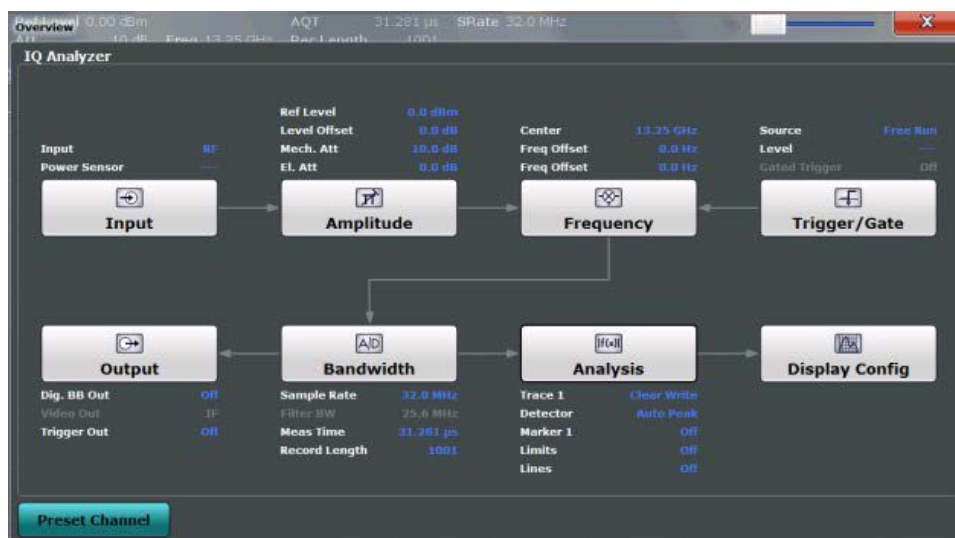


Рис. 6-1 – Конфигурация раздела Overview для режима I/Q Analyzer Master

Кроме основных настроек измерений, в разделе "Overview" имеется быстрый доступ к другим важным диалоговым окнам настроек. Отдельные шаги конфигурирования отображаются в порядке обработки потока данных. Таким образом, пользователь может легко сконфигурировать входной канал измерений, начиная от входной обработки и заканчивая выводом и анализом, используя пошаговые диалоговые окна, как отображено в разделе "Overview".



Различия раздела "Overview" зависят от применения; более подробное описание приведено в соответствующем руководстве пользователя.

Раздел "Overview" I/Q Analyzer Master обеспечивает быстрый доступ к следующим диалоговым окнам (перечисление приведено в рекомендуемом порядке обработки):

1. Входные настройки
См. [раздел 6.4 "Настройки входных и выходных данных"](#) на стр. 69
2. Настройки амплитуды
См. [раздел 6.5 "Амплитуда"](#) на стр. 109
3. Настройки частоты
См. [раздел 6.6 "Настройки частоты"](#) на стр. 117
4. Настройки Запуска/Стробирования, опционально
См. [раздел 6.7 "Настройки запуска"](#) на стр. 119
5. Настройки полосы пропускания
См. [раздел 6.8 "Сбор данных и настройки полосы пропускания"](#) на стр. 127
6. Настройки выхода, опционально
См. [раздел 6.6 "Настройки выхода"](#) на стр. 104
7. Настройки анализа и функций
См. [раздел 7 "Анализ"](#) на стр. 139

8. Конфигурация отображения

См. [раздел 6.9 "Конфигурация отображения"](#) на стр. 134

Конфигурация настроек

- ▶ Для того чтобы открыть соответствующее диалоговое окно нужно выбрать любую клавишу в разделе "Overview".
Для изменения определенной настройки нужно выбрать настройку на панели канала (в верхней части вкладки канала измерений).

Пошаговую инструкцию по настройке измерений в режиме I/Q Analyzer можно найти в [разделе 8.1 "Выполнение измерений в приложении I/Q Analyzer"](#) на стр. 155.

Предварительная установка канала

Для восстановления всех настроек измерений в значение по умолчанию следует выбрать в текущем канале клавишу "Preset Channel" в нижнем левом углу раздела "Overview".

Необходимо обратить внимание, что клавиша PRESET на передней панели восстанавливает все параметры прибора в значение по умолчанию и, таким образом, закрываются **все каналы измерений** R&S FSW (за исключением канала по умолчанию – приложения Spectrum)!

Более подробно см. [раздел 6.1 "Стандартные настройки в режиме I/Q Analyzer"](#) на стр. 65.

Команда дистанционного управления:
`SYSTEM:PRESet:CHANnel[:EXECute]`

Specifics for

Канал измерений может иметь несколько окон для различных результатов. Таким образом, настройки, указанные в разделе "Overview" и сконфигурированные в диалоговых окнах могут сильно отличаться.

Выбрать активное окно из списка "Specifics for", который отображается в разделе "Overview" и во всех диалоговых окнах, относящихся к данному окну.

"Overview" и диалоговые окна будут обновлены, чтобы верно отобразить настройки для выбранного окна.

6.3 Функции импорта/экспорта



Следующие функции – импортирования и экспортирования – доступны с помощью функциональных клавиш в меню "Save/ Recall", которое отображается при выборе значка "Save" или "Open" в панели инструментов.



Некоторые функции для определенных типов данных также доступны с помощью функциональных клавиш или диалоговых окон в соответствующих меню, например, данные кривых или список маркеров пиковых значений.



Описание других функций меню "Save/Recall" можно найти в руководстве пользователя прибора R&S FSW.

Настройки входных и выходных данных

Import.....	69
L I/Q Import.....	69
Export.....	69
L I/Q Export.....	69

Import

Функции импортирования данных

I/Q Import ← Import

Открывает диалоговое окно выбора файла, содержащего IQ данные для импортирования. Данная функция доступна только в режиме однократной развертки и только в режиме обработки I/Q-данных, например, для I/Q Analyzer или опциональных приложений.

Необходимо обратить внимание, что I/Q-данные должны иметь определенный формат, описанный в [разделе A.4 "Формат файла I/Q-данных \(iq-tar\)"](#).

Импортирование I/Q-данных невозможно в режиме MSRA.

Более подробно см. [раздел 6.3 "Функции импорта/экспорта"](#) на стр. 68.

Команда дистанционного управления:

`MMEMoRY:LOAD:IQ:STATe`

Export

Открывает подменю конфигурации экспортирования данных.

I/Q Export ← Export

Открывает диалоговое окно выбора файла, в который будут экспортированы IQ данные. Данная функция доступна только в режиме однократной развертки и только в режиме обработки I/Q-данных, например для I/Q Analyzer или опциональных приложений.

Более подробно см. [раздел 6.3 "Функции импорта/экспорта"](#) на стр. 68.

Команда дистанционного управления:

`MMEMoRY:STORe:IQ:STATe`

`MMEMoRY:STORe:IQ:COMMeNt`

6.4 Настройки входных и выходных данных

Прибор R&S FSW может анализировать сигналы с различных входных источников и обеспечивать выходные данные различных типов (такие как шум или сигналы запуска).

Справочную информацию о работе с входами/выходами или с датчиками мощности можно получить в руководстве пользователя R&S FSW.

- ▶ Для отображения диалогового окна необходимо выполнить одно из следующих действий:
 - Выбрать клавишу "Input" в разделе "Overview".
 - Выбрать клавишу INPUT/OUTPUT.

Настройки входных и выходных данных

- [Настройки входного источника](#) 70
- [Датчики мощности](#)..... 96
- [Настройки выходных данных](#) 104
- [Настройки выходных цифровых I/Q-данных](#) 107

6.4.1 Настройки входного источника

Настройки входного источника определяют параметры данных, которые будут анализироваться прибором R&S FSW.

Настройки входа могут быть сконфигурированы с помощью клавиши INPUT/OUTPUT в диалоговом окне "Input".

Некоторые из настроек доступны также на вкладке "Amplitude" диалогового окна "Amplitude".

Так как входы Digital I/Q и Analog Baseband используют одинаковый тракт цифрового сигнала, то они не могут быть использованы одновременно. При установлении соединения для одного из них, соединение для второго прерывается. Когда второй вход деактивируется, соединение первого восстанавливается заново. Это может привести к небольшой задержке передачи данных после переключения входного источника.

Работа внешнего смесителя не поддерживается в режиме MSRA.

- [Высокочастотный вход](#)..... 70
- [Настройки входа для файлов I/Q-данных](#) 72
- [Настройки внешнего смесителя](#) 73
- [Настройки входных цифровых I/Q-данных](#)..... 83
- [Входные настройки аналоговой полосы частот](#) 86
- [Настройки пробников](#) 88
- [Настройки управления внешнего генератора](#) 89

6.4.1.1 Высокочастотный вход

По умолчанию входным источником R&S FSW является "Radio Frequency" (высокочастотный вход), то есть сигнал, поступающий на разъем RF INPUT на передней панели R&S FSW. В случае если никакие дополнительные опции на приборе не установлены, это единственный доступный входной источник.



- [Radio Frequency State](#) 71
- [Input Coupling](#) 71
- [Impedance](#)..... 71

Настройки входных и выходных данных

High-Pass Filter 1...3 ГГц.....	71
YIG-Preselector	72
Input Connector	72

Radio Frequency State

Активирует входной разъем RF INPUT.

Команда дистанционного управления:

`INPut : SElect`

Input Coupling

ВЧ-вход прибора R&S FSW может иметь связь по переменному току (AC) или по постоянному току (DC).

Данная функция недоступна при использовании опции цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) или аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71).

Связь по переменному току блокирует любые постоянные составляющие напряжения входного сигнала. Данная настройка является настройкой по умолчанию и помогает предотвратить повреждения прибора. В таком случае очень низкочастотные входные сигналы могут быть искажены.

Однако для некоторых специфических измерений требуется использование связи по постоянному току. В таком случае пользователь может вручную защитить прибор от воздействия опасного постоянного напряжения. Более подробное описание можно прочитать в технических данных прибора.

Команда дистанционного управления:

`INPut : COUPling`

Impedance

Может быть установлено полное опорное сопротивление (импеданс) для измеряемых прибором R&S FSW уровней, соответствующее одному из следующих значений 50 Ом или 75 Ом.

Значение 75 Ом должно быть выбрано, если входное сопротивление 50 Ом трансформируется в большее сопротивление с использованием 75 Ом адаптера RAZ типа (= 25 Ом последовательно к входному сопротивлению прибора). В таком случае корректирующее значение составляет 1.76 дБ = $10 \log (75 \text{ Ом}/50 \text{ Ом})$.

Это значение также влияет на перевод единиц измерения (см. "**Опорный уровень**" на стр. 110).

Данная функция недоступна при использовании опции цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) или аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71). При использовании аналоговой полосы пропускания всегда используется значение 50 Ом.

Команда дистанционного управления:

`INPut : IMPedance`

High-Pass Filter 1...3 ГГц

Активирует дополнительный внутренний ФВЧ-входных ВЧ-сигналов в диапазоне от 1 ГГц до 3 ГГц.

Данный фильтр используется, например, для того, чтобы отсеять гармоники, создаваемые прибором R&S FSW или для того чтобы измерить гармоники испытываемого устройства.

Для использования данной функции требуется опция R&S FSW-B13.

Настройки входных и выходных данных

(Примечание – Фильтр верхних частот не влияет на входной ВЧ-сигнал вне указанного диапазона. Для сигналов с частотой около 4 ГГц и выше гармоники подавляются с помощью ЖИГ-фильтра.)

Команда дистанционного управления:

`INPut : FILTer : HPASs [: STATe]`

YIG-Preselector

Активирует или деактивирует ЖИГ-преселектор.

Внутренний ЖИГ-преселектор входного сигнала R&S FSW обеспечивает подавление зеркальных частот. Однако это возможно только после ограничения полосы пропускания. Для того чтобы при анализе сигнала использовать максимальную полосу пропускания пользователь может деактивировать ЖИГ-преселектор входного сигнала R&S FSW, однако это может привести к отображению зеркальной частоты.

Необходимо обратить внимание, что ЖИГ-преселектор активируется только для частот более 8 ГГц. Поэтому включение или выключение данной функции не влияет на частоты менее указанного значения.

Примечание:

ЖИГ-преселектор по умолчанию выключен для следующих измерений (если доступно):

- I/Q Analyzer (и, соответственно, для всех приложений в режиме работы MSRA)
- Групповая задержка нескольких несущих
- GSM
- VSA

Команда дистанционного управления:

`INPut : FILTer : YIG [: STATe]`

Input Connector

Определяет, будут ли входные ВЧ-данные поступать с разъема RF INPUT или с опционального разъема BASEBAND INPUT I. Данная настройка доступна, только если установлена и активирована опция аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71).

Более подробная информация об опции аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71) находится в руководстве пользователя по FSW I/Q Analyzer и I/Q.

Команда дистанционного управления:

`INPut : CONNector`

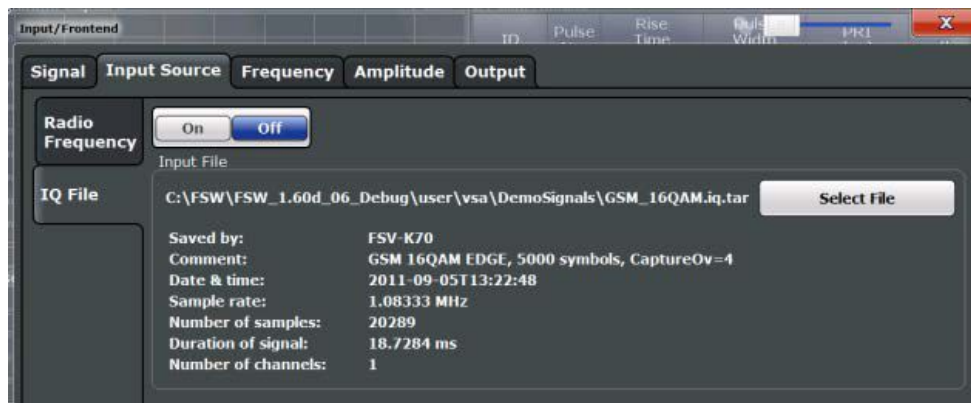
6.4.1.2 Настройки для ввода из файлов I/Q-данных

Настройки ввода I/Q-данных из файла конфигурируются с помощью диалогового окна "Input Source" > "IQ file" вкладки "Input/Frontend", которое активируется следующим образом:



На данный момент этот источник входного сигнала **доступен только для приложения R&S FSW Pulse.**

Настройки входных и выходных данных



- Нажать клавишу INPUT/OUTPUT затем выбрать функциональную клавишу "Input Source Config".
- Нажать клавишу MEAS CONFIG затем выбрать функциональную клавишу "Input/Frontend".
- Выбрать "Input/Frontend" в разделе "Overview".

Подробнее см. [раздел 5.4.5 "Основы ввода из файлов I/Q-данных"](#) на стр. 53.

IQ Input File State	73
Select I/Q Data File	73

IQ Input File State

Активирует вход в соответствии с выбранным I/Q файлом.

Если включена соответствующая опция, приложение R&S FSW I/Q Analyzer выполняет измерения данных, взятых из файла. Таким образом, большая часть настроек измерений относится к захвату данных (ослабление, центральная частота, измерение полосы частот, частоты дискретизации) и эти настройки не могут быть изменены. Время измерений может только уменьшаться для выполнения измерений части доступных данных.

Примечание – Даже если входной файл не активирован, он остается выбранным и может быть быстро активирован просто при изменении состояния.

Команда дистанционного управления:

[INPut : SElect](#)

Select I/Q Data File

Открывает диалоговое окно импорта файла, содержащего IQ данные для импортирования.

Необходимо обратить внимание, что I/Q-данные должны иметь определенный формат (.iq.tar), описанный в [разделе A.4 "Формат файла I/Q-данных \(iq.tar\)"](#).

По умолчанию файлы I/Q-данных хранятся в каталоге C:\R_S\Instr\user\.

Команда дистанционного управления:

[INPut : FILE : PATH](#)

6.4.1.3 Настройки внешнего смесителя

Внешний смеситель конфигурируется с помощью вкладки "External Mixer" диалогового окна "Input", которое будет доступно, если установлена опция R&S FSW-B21 и производится одно из следующих действий:

Настройки входных и выходных данных

- Нажать клавишу INPUT/OUTPUT, затем выбрать функциональную клавишу "External Mixer Config".
- В разделе "Overview" выбрать "Input", затем открыть вкладку "External Mixer", находящуюся под "Input Source".

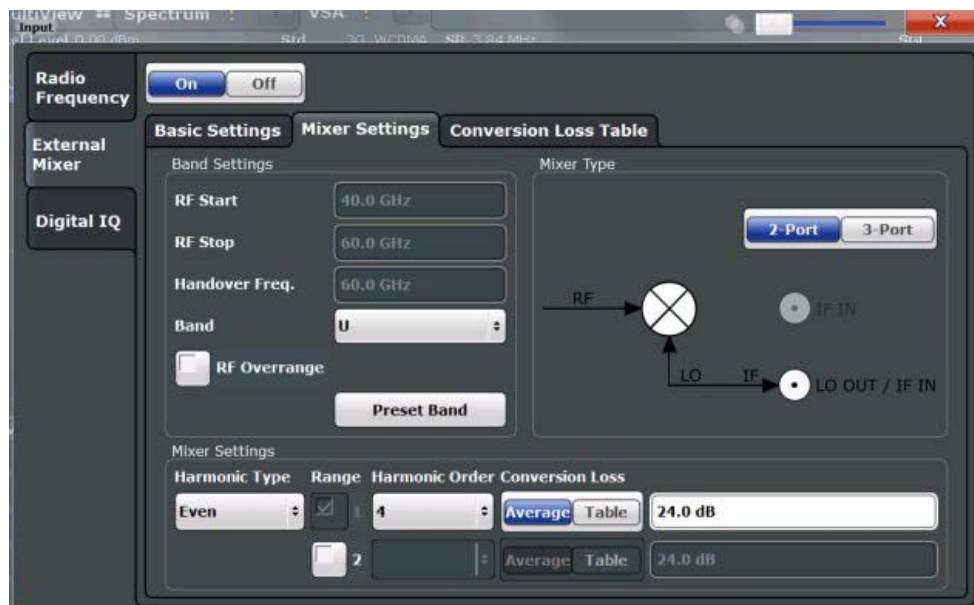
Необходимо отметить, что работа внешнего смесителя не поддерживается в режиме MSRA.

Более подробно об использовании внешнего смесителя можно прочитать в руководстве пользователя R&S FSW.

- [Mixer Settings](#) 74
- [Basic Settings](#) 77
- [Managing Conversion Loss Tables](#) 79
- [Creating and Editing Conversion Loss Tables](#) 80

Mixer Settings

Эта вкладка предназначена для конфигурации полосы и определенных настроек внешнего смесителя.



- [External Mixer State](#) 75
- [RF Start / RF Stop](#) 75
- [Handover Freq.](#) 75
- [Band](#) 75
- [RF Overrange](#) 75
- [Preset Band](#) 75
- [Mixer Type](#) 76
- [Mixer Settings \(Harmonics Configuration\)](#) 76
 - └ [Harmonic Type](#) 76
 - └ [Range 1/2](#) 76
 - └ [Harmonic Order](#) 76
 - └ [Conversion loss](#) 76

External Mixer State

Активирует или деактивирует внешний смеситель для входа. Если смеситель активирован, то в полосе индикации канала отображается надпись "ExtMix" вместе с используемой полосой (см. "Band" на стр. 75).

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]MIXer[:STATe]

RF Start / RF Stop

Отображает начальную и конечную частоты выбранной полосы (только для чтения)

Частотный диапазон для полосы, выбираемой пользователем, определяется с помощью конфигурации гармонических составляющих (см. "Range 1/2" на стр. 76).

Более подробно о доступных частотных диапазонах см. [таблицу 10-2](#).

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]MIXer:FREQuency:STARt?

[SENSe:]MIXer:FREQuency:STOP?

Handover Freq.

Определяет частоту на которой смеситель переключается с одного диапазона на другой (в случае если выбраны два различных диапазона). Частота переключения может быть выбрана любой в пределах перекрытия частотного диапазона.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]MIXer:FREQuency:HANdOver

Band

Определяет полосу пропускания волноводного тракта или полосу, задаваемую пользователем для использования смесителем.

Начальная и конечная частоты выбранной полосы отображаются в полях "RF Start" и "RF Stop".

Для определения частотного диапазона предварительно заданных полос см. [таблицу 10-2](#).

Настройки смесителя для полосы, задаваемой пользователем, устанавливаются без ограничений. Частотный диапазон для полосы, выбираемой пользователем, определяется с помощью конфигурации гармонических составляющих (см. "Range 1/2" на стр. 76).

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]MIXer:HARMonic:BAND[:VALue]

RF Overrange

Если разрешено, то частотный диапазон не ограничивается пределами полосы пропускания ("RF Start" и "RF Stop"). В таком случае используется полный LO диапазон выбранных гармонических составляющих.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]MIXer:RFOverrange[:STATe]

Preset Band

Восстанавливает предварительные настройки для выбранной полосы.

Примечание – Изменения настроек полосы и смесителя сохраняются даже после использования функции PRESET. Эта функция позволяет восстанавливать исходные настройки полосы.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]MIXer:HARMonic:BAND:PRESet

Mixer Type

Опция B21 R&S FSW поддерживает следующие типы внешних смесителей:

"2 Port" для LO и IF данных используется один и тот же порт

"3 Port" для LO и IF данных используются разные порты

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]MIXer:PORTs

Mixer Settings (Harmonics Configuration)

Конфигурация гармонических составляющих определяет частотный диапазон для полос пропускания, задаваемых пользователем (см. "Band" на стр. 75).

Harmonic Type ← Mixer Settings (Harmonics Configuration)

Определяется для случаев использования при преобразовании только четных, только нечетных или четных и нечетных гармонических составляющих. В зависимости от выбора данного параметра изменяется порядок гармонических составляющих, используемых для преобразования (см. "Harmonic Order" на стр. 76). Тип смесителя определяет используемые гармоники.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]MIXer:HARMonic:TYPE

Range 1/2 ← Mixer Settings (Harmonics Configuration)

Позволяет использовать вторую гармонику для охвата диапазона частот полос пропускания.

Для каждого диапазона пользователь может определить используемые гармоники и [потери на преобразование](#).

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]MIXer:HARMonic:HIGH:STATe

Harmonic Order ← Mixer Settings (Harmonics Configuration)

Определяет порядок гармонических составляющих гетеродина LO, используемых для покрытия частотного диапазона.

По умолчанию выбирается наименьший порядок определенного типа гармонических составляющих, что позволяет преобразовывать входной сигнал во всей полосе пропускания. Если из-за использования частоты LO преобразование с использованием одной гармонической составляющей невозможно, полоса разбивается на части.

При использовании параметра полосы "USER", количество гармонических составляющих определяется пользователем. Количество гармонических составляющих может лежать в диапазоне от 2 до 61, наиболее низкая используемая частота составляет 26,5 ГГц.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]MIXer:HARMonic[:LOW]

[SENSe:]MIXer:HARMonic:HIGH[:VALue]

Conversion loss ← Mixer Settings (Harmonics Configuration)

Определяет параметры потерь на преобразование. Доступны следующие варианты:

"Average" Определяет средние потери при преобразовании для введенного диапазона в дБ.

Настройки входных и выходных данных

"Table" определяет потери при преобразовании с помощью таблицы, выбираемой из списка. Таблицы предварительно определенных потерь при преобразовании обычно поставляются вместе с внешним смесителем и могут быть импортированы в прибор R&S FSW. Пользователь может также создать собственные таблицы. Импортированные таблицы перед использованием проверяются на совместимость с текущими настройками. Таблицы потерь при преобразованиях настраиваются и управляются во вкладке [Managing Conversion Loss Tables](#). Более подробно об использовании таблиц потерь при преобразованиях можно прочитать в руководстве пользователя R&S FSW. Об импорте таблиц более подробно см. ["Import Table"](#) на стр. 80.

Команда дистанционного управления:

Среднее значение для диапазона 1:

[SENSE:]MIXer:LOSS[:LOW]

Таблица для диапазона 1:

[SENSE:]MIXer:LOSS:TABLE[:LOW]

Среднее значение для диапазона 2:

[SENSE:]MIXer:LOSS:HIGH

Таблица для диапазона 2:

[SENSE:]MIXer:LOSS:TABLE:HIGH

Basic Settings

Данные базовые настройки касаются использования внешнего смесителя. Этот раздел доступен, только если параметр [External Mixer State](#) имеет значение "On".



LO Level.....	77
Signal ID.....	78
Auto ID.....	78
Auto ID Threshold.....	78
Bias Settings.....	78
L Write to <CVL table name>.....	79

LO Level

Определяет уровень сигнала гетеродина порта LO внешнего смесителя. Диапазон возможных значений от 13,0 дБмВт до 17,0 дБмВт с шагом 0,1 дБ. Стандартное значение 15,5 дБ.

Команда дистанционного управления:

[SENSE:]MIXer:LOPower

Signal ID

Активирует или деактивирует визуальную идентификацию сигнала. Поочередно доступны два различных варианта. Trace 1 (кривая 1) отображает кривую измерений в верхней боковой полосе (USB) LO (тестовая развертка), trace 2 (кривая 2) отображает кривую изменений в нижней боковой полосе (LSB), то есть опорная развертка.

Необходимо обратить внимание, что автоматическая идентификация сигнала доступна для измерений только при использовании частотной развертки (например, не подходит для режима векторного анализа сигналов или I/Q Analyzer).

Математические функции, требующие использования или копирования кривых, не могут быть использованы вместе с функцией Signal ID.

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]MIXer:SIGNal
```

Auto ID

Активирует или деактивирует автоматическую идентификацию сигнала.

Функция Auto ID подобна функции [Signal ID](#). Однако тестовая и опорная развертки конвертируются в кривую сигнала с помощью сравнения максимальных значений каждой точки развертки. Результат данного сравнения отображается в виде trace 3 (кривой 3) если одновременно активна функция "Signal ID". Если функция Signal ID не активна, результат будет отображаться с помощью любой кривой, от 1 до 3. При отображении данной вычисленной кривой подавляются нежелательные составляющие, появившиеся после смесителя.

Необходимо обратить внимание, что автоматическая идентификация сигнала доступна для измерений только при использовании частотной развертки (не в режиме, например, векторного анализа сигналов или I/Q Analyzer).

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]MIXer:SIGNal
```

Auto ID Threshold

Определяет максимальную допустимую разницу уровней между тестовой и опорной развертками, которая должна быть скорректирована с помощью автоматического сравнения (функция "[Auto ID](#)" на стр. 78). Входной диапазон от 0,1 дБ до 100 дБ. Использование значения около 10 дБ (то есть значение по умолчанию) обычно дает удовлетворительные результаты.

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]MIXer:THReshold
```

Bias Settings

Определяет ток смещения для каждого диапазона, требуемого для установки смесителя в оптимальный режим работы. Такой ток соответствует току короткого замыкания. Значение тока смещения лежит в диапазоне от -10 до 10 мА. Реальный ток смещения имеет меньшее значение благодаря выпрямлению напряжения диодом (диодами) смесителя.

Отображение кривой немедленно адаптируется к настройкам, поэтому пользователь может сразу увидеть результат. Для сохранения настроек тока смещения в текущей таблице потерь при преобразованиях нажать клавишу [Write <CVL table name>](#).

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]MIXer:BIAS[:LOW]
```

```
[SENSe:]MIXer:BIAS:HIGH
```


Write to <CVL table name> ← Bias Settings

Сохраняет настройки смещения в текущей выбранной таблице потерь при преобразовании для установленного диапазона (см. "[Managing Conversion Loss Tables](#)" на стр. 79). Если еще не выбрана таблица потерь при преобразовании, то данная функция недоступна ("CVL Таблица не выбрана").

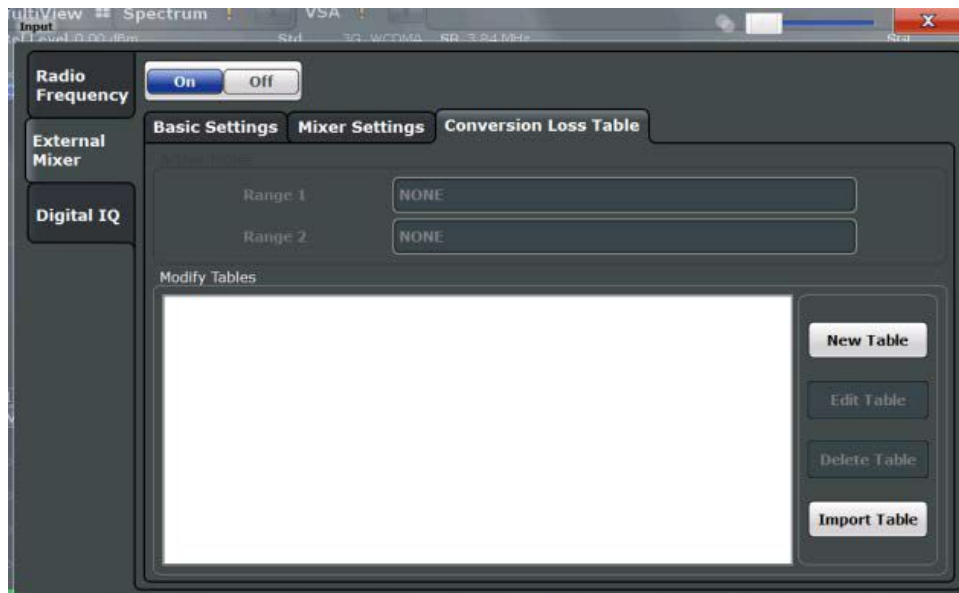
Команда дистанционного управления:

[SENSe:]CORRection:CVL:BIAS

Managing Conversion Loss Tables

Данная вкладка предназначена для конфигурации и управления таблицами потерь при преобразовании. Таблицы потерь при преобразовании содержат пары значений, которые описывают величину коррекции потерь для определенных частот. Величины коррекции потерь для частот, значения которых лежат в диапазоне между заданными, вычисляются с помощью интерполяции.

Для каждого диапазона вверху диалогового окна отображается текущая выбранная таблица. Все таблицы потерь при преобразовании находятся в каталоге прибора C:\r_s\instr\user\cvl\ и перечислены в списке "Modify Tables"



New Table	79
Edit Table	80
Delete Table	80
Import Table	80

New Table

Открывает диалоговое окно "Edit Conversion loss table" для конфигурации новой таблицы потерь при преобразовании. Более подробно о конфигурации таблиц см. "[Creating and Editing Conversion Loss Tables](#)" на стр. 80.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]CORRection:CVL:SElect

Edit Table

Открывает диалоговое окно "Edit Conversion loss table" для редактирования выбранной таблицы потерь при преобразовании. О конфигурации таблиц более подробно см. "[Creating and Editing Conversion Loss Tables](#)" на стр. 80.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:CVL:SElect`

Delete Table

Удаляет текущую выбранную таблицу потерь при преобразовании после подтверждения действия пользователем.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:CVL:CLEAr`

Import Table

Импортирует из любого каталога сохраненную таблицу потерь при преобразовании и копирует ее в каталог прибора `C:\r_s\instr\user\cvl\`. Такая таблица может быть применена для работы в определенном частном диапазоне (см. "[Conversion loss](#)" на стр. 76).

Creating and Editing Conversion Loss Tables

Таблицы потерь при преобразовании могут быть заданы и отредактированы с помощью диалогового окна "Edit conversion loss table", которое отображается при нажатии кнопки "New Table" в окне настроек "External Mixer > Conversion loss table".

На панели предварительного просмотра будет отображена текущая конфигурация функции потерь при преобразовании так, как она была описана при вводе пар величин позиция/значение.

File Name.....	81
Comment.....	82
Band.....	82
Harmonic Order.....	82
Bias.....	82
Mixer Name.....	82
Mixer S/N.....	82
Mixer Type.....	83
Position/Value.....	83
Insert Value.....	83
Delete Value.....	83
Shift x.....	83
Shift y.....	83
Save.....	83

File Name

Поле ввода имени, под которым будет сохранена таблица в каталоге прибора C:\r_s\instr\user\cvl\. Имя таблицы совпадает с именем файла (не считая расширения) под которым сохраняется таблица. Эта настройка является обязательной. Расширение .ACL автоматически добавляется при сохранении.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]CORRection:CVL:SElect

Comment

Дополнительный комментарий для описания таблицы Комментарий полностью определяется пользователем.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:CVL:COMMeNt`

Band

Определяет применение таблицы для полосы пропускания волноводного тракта или полосы, задаваемой пользователем. Данная настройка проверяется в соответствии с текущими настройками смесителя до применения таблицы в необходимом диапазоне.

Для определения частотного диапазона предварительно заданных полос см. [таблицу 10-2](#).

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:CVL:BA ND`

Harmonic Order

Определяет порядок гармонических составляющих в применении к таблице. Данная настройка проверяется в соответствии с текущими настройками смесителя до применения таблицы в необходимом диапазоне.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:CVL:HARMO nIc`

Bias

Определяет ток смещения, требуемый для установки смесителя в оптимальный режим работы. Такой ток соответствует току короткого замыкания. Значение тока смещения лежит в диапазоне от -10 мА до 10 мА. Реальный ток смещения имеет меньшее значение благодаря выпрямлению напряжения диодом (диодами) смесителя.

Совет: Пользователь может также определить смещение в интерактивном режиме при предварительном просмотре кривой, так как изменения настроек сразу отображаются, см. ["Bias Settings"](#) на стр. 78.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:CVL:BIAS`

Mixer Name

Определяет внешний смеситель для применения к таблице. Данная настройка проверяется в соответствии с текущими настройками смесителя до применения таблицы в необходимом диапазоне.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:CVL:MIXEr`

Mixer S/N

Определяет серийный номер внешнего смесителя для применения к таблице.

Данная настройка проверяется в соответствии с текущими настройками смесителя до применения таблицы в необходимом диапазоне.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:CVL:SNUMber`

Настройки входных и выходных данных

Mixer Type

Определяет тип внешнего смесителя, который будет использоваться для таблицы – двухпортовый или трехпортовый. Данная настройка проверяется в соответствии с текущими настройками смесителя до применения таблицы в диапазоне назначения.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]CORRection:CVL:PORTs

Position/Value

Каждая пара значений позиция/величина определяет величину коррекции потерь при преобразовании для определенной частоты. Значения вводятся в порядке увеличения частоты. Максимальное количество задаваемых точек: 50. Для ввода новой пары значений нажать на таблицу "Position/Value" или клавишу **Insert Value**.

Величины коррекции потерь для частот, значения которых лежат в диапазоне между заданными, вычисляются с помощью интерполяции. Если таблица содержит только два значения, то используется линейная интерполяция. Если в таблице содержится более двух значений, то используется интерполяция с помощью сплайн-функции. Для частот, выходящих за границы диапазона описанного в таблице, значения будут совпадать с крайними значениями в таблице.

Текущая конфигурация функции корректировки потерь при преобразовании отображается в панели предварительного просмотра справа от таблицы так, как была описана при вводе пар величин позиция/значение.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]CORRection:CVL:DATA

Insert Value

Ввод новой пары значений позиция/величина в таблицу.

Если таблица еще не содержит значений, то вносится запись для частоты 0 Гц.

Если в данной таблице уже существуют записи, то новая пара значений вводится выше выбранных значений. Положение нового значения выбирается так, чтобы оно делило диапазон между предыдущими введенными значениями пополам.

Delete Value

Удаляет текущую выбранную пару значений позиция/величина.

Shift x

Сдвигает все позиции, содержащиеся в таблице, на определенную величину. Значение может быть введено в диалоговом окне редактирования. Функция корректирования потерь при преобразовании в панели предварительного просмотра будет сдвинута вдоль оси X.

Shift y

Сдвигает все значения, содержащиеся в таблице, на определенную величину. Значение может быть введено в диалоговом окне редактирования. Функция корректирования потерь при преобразовании в панели предварительного просмотра будет сдвинута вдоль оси Y.

Save

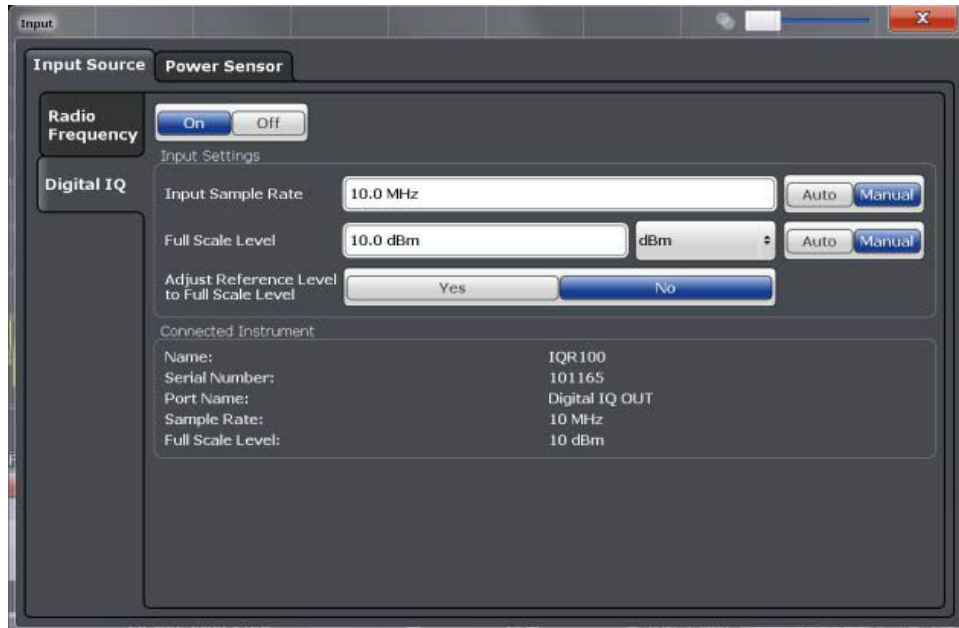
Сохраняет таблицу потерь при преобразовании под заданным именем в каталоге прибора C:\r_s\instr\user\cvl\.

6.4.1.4 Настройки цифрового I/Q-входа

Для ввода данных с цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) в приложении доступны описанные ниже настройки и функции.

Настройки входных и выходных данных

Настройки могут быть сконфигурированы с помощью клавиши INPUT/OUTPUT в диалоговом окне "Input".



Более подробная информация находится в настоящем руководстве.

Digital I/Q Input State	84
Input Sample Rate	84
Full Scale Level	84
Adjust Reference Level to Full Scale Level	85
Connected Instrument	85
DigIConf	85

Digital I/Q Input State

Разрешает или запрещает использование источника входа "Digital IQ" для измерений. Настройка "Digital IQ" доступна, только если установлена и активирована опция аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17).

Команда дистанционного управления:

[INPut : SElect](#)

Input Sample Rate

Определяет частоту дискретизации цифрового источника I/Q сигнала. Данная частота дискретизации должна соответствовать частоте дискретизации, подключенной к прибору, например, частоте генератора.

Если выбран параметр "Auto", частота дискретизации автоматически подстраивается к подключенному прибору.

Допустимый диапазон значений от 100 Гц до 10 ГГц.

Команда дистанционного управления:

[INPut : DIQ : SRATe](#)

[INPut : DIQ : SRATe : AUTO](#)

Full Scale Level

Параметр "Full Scale Level" определяет уровень и единицы измерения, которые должны соответствовать отсчетам I/Q с модулем "1".

Настройки входных и выходных данных

Если выбран параметр "Auto", уровень дискретизации автоматически подстраивается к уровню подключенного прибора.

Команда дистанционного управления:

```
INPut:DIQ:RANGe[:UPPer]  
INPut:DIQ:RANGe[:UPPer]:UNIT  
INPut:DIQ:RANGe[:UPPer]:AUTO
```

Adjust Reference Level to Full Scale Level

Если параметр разрешен, то опорный уровень при проявлении любого события автоматически подстраивается к уровню полной шкалы.

Команда дистанционного управления:

```
INPut:DIQ:RANGe:COUPling
```

Connected Instrument

Отображает состояние подключения цифрового интерфейса модулирующих сигналов.

Если прибор подключен, то отображается следующая информация:

- Название и серийный номер прибора, подключенного к цифровому интерфейсу модулирующих сигналов
- Используемый порт
- Частота дискретизации данных, передаваемых в данный момент с помощью цифрового интерфейса модулирующих сигналов.
- Уровень и единицы измерения, соответствующие отсчетам I/Q-данных с модулем "1" ([Full Scale Level](#)), если обеспечено подключение к прибору.

Команда дистанционного управления:

```
INPut:DIQ:CDEvice
```

DigIConf

Запускает дополнительное приложения R&S DigIConf. Данная функциональная клавиша доступна в меню In-/Output, но лишь в случае, если установлено опциональное программное обеспечение.

Необходимо обратить внимание, что для работы приложения R&S DigIConf в дополнение к цифровому интерфейсу модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) требуется USB подключение (не LAN!) между R&S FSW и R&S EX-IQ-BOX. Необходимо R&S DigIConf версии 2.20.360.86 Build 170 или выше.

Для возврата в приложение R&S FSW нажать любую клавишу на передней панели. Приложение R&S FSW отображается с меню "Input/Output" независимо от того, какая именно клавиша была нажата.

Более подробное описание приложения R&S DigIConf можно прочитать в документе "Руководство по эксплуатации R&S®EX-IQ-BOX Digital Interface Module R&S®DigIConf".

Примечание – Если при закрытии R&S DigIConf был использован значок "Close", то окно приложения будет свернуто, а не закрыто.

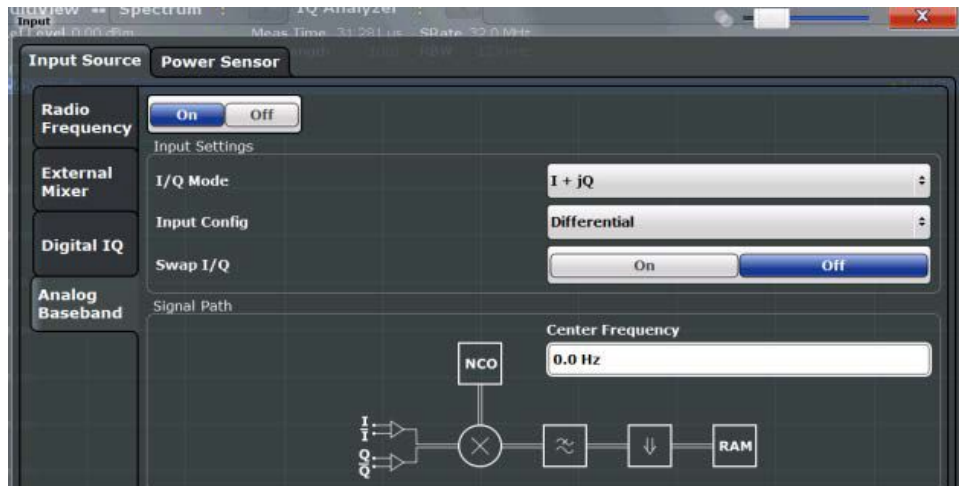
При выборе в R&S DigIConf меню "File > Exit" приложение будет закрыто.

Необходимо обратить внимание, что в таком случае настройки будут потеряны и функционал EX-IQ-BOX будет недоступен до перезапуска приложения с помощью функциональной клавиши "DigIConf" R&S FSW.

6.4.1.5 Настройки аналогового входа модулирующего сигнала

Для ввода данных с аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71) в приложении доступны описанные ниже настройки и функции.

Настройки могут быть сконфигурированы с помощью клавиши INPUT/OUTPUT в диалоговом окне "Input".



Более подробная информация об опции аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71) находится в руководстве пользователя по FSW I/Q Analyzer и I/Q Input.

Analog Baseband Input State	86
I/Q Mode	86
Input configuration	87
Swap I/Q	87
Center Frequency	87

Analog Baseband Input State

Разрешает или запрещает использование источника входа "Analog Baseband" для измерений.

Настройка "Analog Baseband" доступна, только если установлена и активирована опция аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71).

Команда дистанционного управления:

[INPut : SElect](#)

I/Q Mode

Определяет формат входного сигнала.

Более подробно см. [раздел 5.3.3 "Режимы обработки I/Q-данных"](#) на стр. 37.

"I + jQ"	Входной сигнал фильтруется и производится частичная передискретизация с частотой дискретизации, используемой в приложении. Для комплексного сигнала требуется два входа, один для синфазной составляющей, а второй – для квадратурной составляющей.
----------	--

Настройки входных и выходных данных

"I Only / Low IF I"

Входной сигнал на разъеме BASEBAND INPUT I фильтруется и производится частичная передискретизация с частотой дискретизации, используемой в приложении.
 Если установлена центральная частота 0 Гц, реальный модулирующий сигнал отображается без обработки понижающим преобразованием (**Real Baseband I**).
 Если установлена центральная частота более 0 Гц, входной сигнал обрабатывается с помощью понижающего преобразования с центральной частотой (**Low IF I**).

"Q Only / Low IF Q"

Входной сигнал на разъеме BASEBAND INPUT Q фильтруется и производится частичная передискретизация с частотой дискретизации, используемой в приложении.
 Если установлена центральная частота 0 Гц, реальный модулирующий сигнал отображается без обработки понижающим преобразованием (**Real Baseband Q**).
 Если установлена центральная частота более 0 Гц, входной сигнал обрабатывается с помощью понижающего преобразования с центральной частотой (**Low IF Q**).

Команда дистанционного управления:

`INPut : IQ : TYPE`

Input configuration

Устанавливает тип обработки входа: как дифференциальный сигнал с помощью всех 4 аналоговых разъемов для модулирующих сигналов или как простой I/Q сигнал с помощью 2 стандартных однопроводных линий.

Примечание – Оба пробника, несимметричный и дифференциальный, работают на вход, однако, если пробником занят только один разъем, то для любых пробников необходимо использовать настройку "Single-ended".

"Differential" I, Q и инверсные I,Q данные

"Single Ended" только I, Q данные

Команда дистанционного управления:

`INPut : IQ : BALanced [: STATE]`

Swap I/Q

Активирует или деактивирует инвертирование I/Q модуляции. Если I и Q составляющие сигнала, поступающего с испытуемого устройства, прибор R&S FSW может сделать то же самое для компенсации.

On	I и Q сигналы чередуются Инвертированная боковая полоса, $Q+j*I$
Off	I и Q сигналы не чередуются Нормальная боковая полоса, $I+j*Q$

Команда дистанционного управления:

`[SENSE :] SWAP i q`

Center Frequency

Устанавливает центральную частоту аналогового входа модулирующего сигнала.

Для модулирующего входа реального типа (только I или Q) центральная частота всегда равна 0 Гц

Примечание – Если анализируемая ширина полосы пропускания относительно определенной центральной частоты превышает минимальную частоту (0 Гц) или максимальную частоту (40 МГц/80 МГц), то отображается ошибка. В таком случае необходимо подстроить значение центральной частоты или полосы пропускания.

Более подробно о частотных диапазонах и полосе пропускания см. [раздел 5.3 "Обработка данных, поступающих от аналогового интерфейса модулирующих сигналов"](#) на стр. 34.

Команда дистанционного управления:
[SENSe:]FREQuency:CENTer

6.4.1.6 Настройки пробников

Пробники конфигурируются с помощью отдельной вкладки диалогового окна "Input", которое отображается, в случае если пользователь нажимает кнопку INPUT/OUTPUT, а затем "Input Source Config".



Для каждого подключения пробника (Baseband Input I, Baseband Input Q) отображается тип пробника. Для подключенного пробника отображается следующая информация:

- Название пробника
- Серийный номер
- R&S артикул
- Тип пробника ("Differential", "Single Ended")

Более подробно об использовании пробников с прибором R&S FSW можно прочитать в руководстве пользователя R&S FSW.

Общая информация о пробниках R&S®RTO имеется в руководствах по прибору.

Microbutton Action 88

Microbutton Action

Активные пробники R&S (за исключением RT-ZS10E) имеют микрокнопку для конфигурации на измерительной головке пробника. При нажатии на эту клавишу активируется подключение прибора напрямую к пробнику.

Необходимо выбрать требуемое действие:

- | | |
|--------------|---|
| "Run single" | Запуск однократного сбора данных. |
| "No action" | Предотвращение нежелательных действий из-за случайного использования микрокнопки. |

Команда дистанционного управления:
[SENSe:]PROBe<p>:SETup:MODE

6.4.1.7 Настройки управления внешним генератором

Настройки внешнего генератора "External Generator" доступны в диалоговом окне "Input" если на приборе R&S FSW установлена опция управления внешним генератором (R&S FSW-B10). Для каждого канала измерений может быть сконфигурирован один внешний генератор. Для переключения между различными конфигурациями необходимо определить несколько каналов измерений.

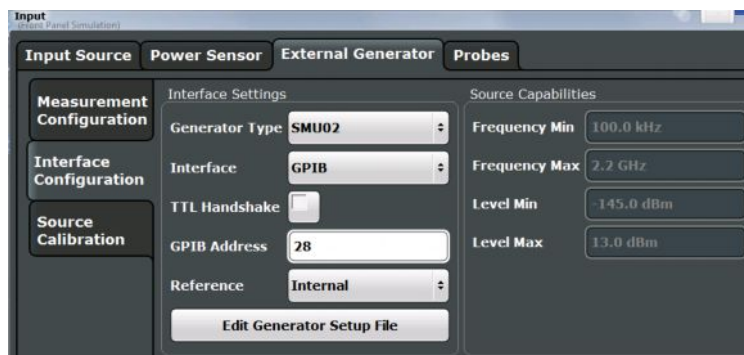
Для отображения этого диалогового окна следует нажать клавишу INPUT/OUTPUT и выбрать "External Generator Config".

Более подробно см. [раздел 5.4.4 "Основы работы с внешним генератором"](#) на стр. 42.

- [Настройки раздела Configuration Settings](#)..... 89
- [Настройки измерений](#)..... 91
- [Source Calibration Functions](#) 93

Настройки раздела Interface Configuration

Настройки интерфейса для подключения к внешнему генератору задаются в разделе "Interface Configuration" вкладки "External Generator".



Более подробную информацию о конфигурации интерфейсов можно найти в разделе "Дистанционное управление интерфейсами и протоколами" руководства пользователя R&S FSW.

Generator Type	89
Interface	90
TTL Handshake	90
GPIB Address / TCP/IP Address	90
Reference	90
Edit Generator Setup File	90
Frequency Min. / Frequency Max	91
Level Min. / Level Max	91

Generator Type

В данном поле необходимо выбрать тип генератора и, таким образом, определить используемый установочный файл для генератора.

См. также [раздел 5.4.4.2 "Обзор генераторов, поддерживаемых опцией R&S FSW-B10"](#) на стр. 45.

Настройки входных и выходных данных

Список совместимых генераторов можно увидеть в [разделе 5.4.4.2 "Обзор генераторов, поддерживаемых опцией R&S FSW-B10"](#) на стр. 45. Информация об установочных файлах генераторов находится в [разделе 5.4.4.3 "Установочные файлы генератора"](#) на стр. 46.

Команда дистанционного управления:

```
SYSTem:COMMunicate:RDEvice:GENerator:TYPE
```

Interface

В данном поле выбирается используемый тип интерфейса. Поддерживается работа со следующими интерфейсами:

- GPIB
- TCP/IP (не для всех генераторов)

Более подробная информация о совместимости генераторов сигналов с данными интерфейсами находится в документации на соответствующие генераторы сигналов.

Команда дистанционного управления:

```
SYSTem:COMMunicate:RDEvice:GENerator:INTERface
```

TTL Handshake

Если данный пункт доступен для выбранного типа генератора, то данная опция активирует TTL синхронизацию с помощью квитирования GPIB соединений.

Использование TTL интерфейса позволяет значительно увеличить скорость проведения измерений по сравнению с обычным GPIB управлением. Это происходит в связи с тем, что шаг перестройки частоты R&S FSW напрямую связан с шагом перестройки частоты генератора.

Более подробную информацию о TTL синхронизации см. ["Import Table"](#) на стр. 51.

Список совместимых генераторов можно увидеть в [разделе 5.4.4.2 "Обзор генераторов, поддерживаемых опцией R&S FSW-B10"](#) на стр. 45.

Команда дистанционного управления:

```
SYSTem:COMMunicate:RDEvice:GENerator:LINK
```

GPIB Address / TCP/IP Address

Для LAN соединений: TCP/IP адрес генератора сигналов

Для GPIB соединений: GPIB адрес генератора сигналов

Команда дистанционного управления:

```
SYSTem:COMMunicate:GPIB:RDEvice:GENerator:ADDRESS
```

```
SYSTem:COMMunicate:TCPip:RDEvice:GENerator:ADDRESS
```

Reference

В данном поле выбирается внутренняя R&S FSW или внешняя опорная частота для синхронизации R&S FSW с генератором (по умолчанию – установлено значение internal (внутренняя))

Команда дистанционного управления:

```
SOURce:EXTernal:ROSCillator[:SOURce]
```

Edit Generator Setup File

Отображает файл настройки для текущего типа генератора в режиме чтения.

Хотя в редакторе все существующие установочные файлы отображаются в режиме чтения, они могут быть сохранены под различными именами (с помощью команды "File > SaveAs").

Настройки входных и выходных данных

Необходимо с осторожностью использовать требуемый синтаксис и команды. Ошибки детектируются и отображаются только в случае использования нового генератора (см. также [раздел 5.4.4.8 "Отображение информации и ошибок"](#) на стр. 52).

Более подробно см. [раздел 6.3 "Функции импорта/экспорта"](#) на стр. 46.

Frequency Min. / Frequency Max.

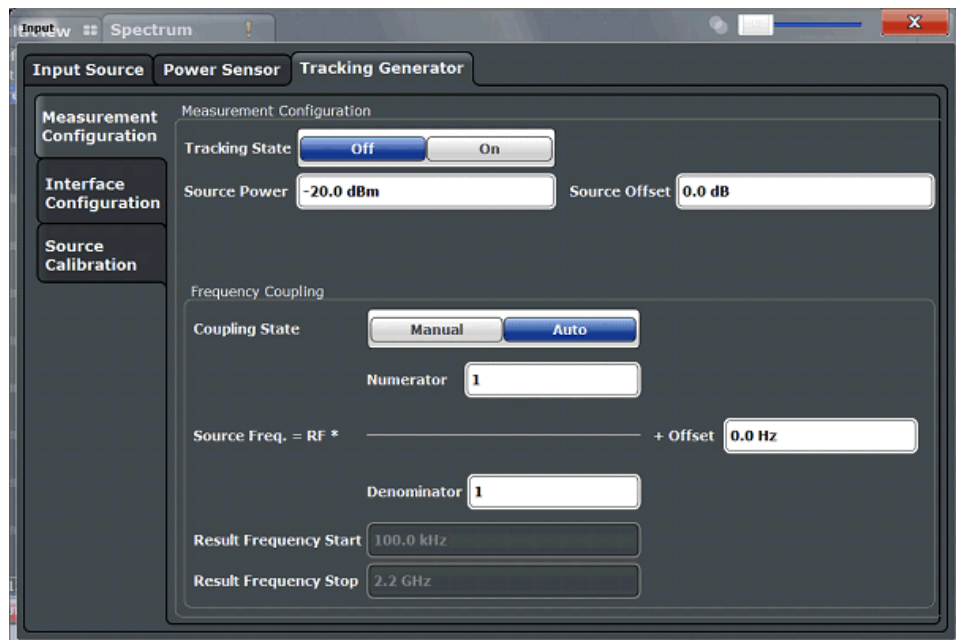
Только для справки: нижний и верхний пределы частоты для генератора.

Level Min. / Level Max.

Только для справки: нижний и верхний пределы мощности для генератора.

Настройки измерений

Настройки измерений при подключении к внешнему генератору задаются в разделе "Measurement Configuration" вкладки "External Generator".



Source State.....	91
Source Power	92
Source Offset.....	92
Source Frequency Coupling.....	92
(Manual) Source Frequency.....	92
(Automatic) Source Frequency (Numerator/Denominator/Offset).....	92
Result Frequency Start	93
Result Frequency Stop	93

Source State

Активация или деактивация управления внешним генератором.

Команда дистанционного управления:

`SOURCE:EXTERNAL[:STATE]`

Настройки входных и выходных данных

Source Power

Выходная мощность внешнего генератора. Значение по умолчанию для выходной мощности составляет -20 дБмВт. Диапазон значений указан в технических данных.

Команда дистанционного управления:

`SOURce:EXTernal:POWer[:LEVel]`

Source Offset

Постоянный уровень смещения сигнала внешнего генератора. Диапазон возможных значений от -200 до +200 дБмВт с шагом 1 дБ. Стандартное значение 0 дБ. Смещение обозначается меткой "LVL" на панели канала (см. также [раздел 5.4.4.8 "Отображение информации и ошибок"](#) на стр. 52).

При таком смещении должен быть учтен аттенюатор или усилитель выходного разъема внешнего генератора, например, для отображения значения выходной мощности на экране или во время поступления данных. После внешнего генератора к усилителю применяется положительное смещение, а к аттенюатору - отрицательное.

Команда дистанционного управления:

`SOURce:POWer[:LEVel][:IMMediate]:OFFSet`

Source Frequency Coupling

Определяет режим связи по частоте между прибором R&S FSW и генератором.

Дополнительная информация о связи по частоте находится в [разделе 5.4.4.7 "Связь частот"](#) на стр. 50.

"Auto" Настройка по умолчанию: Набор частот (одна для каждой точки развертки) определяется на основании текущей частоты ВЧ-входа прибора R&S FSW (см. описание параметра "[\(Automatic\) Source Frequency \(Numerator/Denominator/Offset\)](#)" на стр. 92); ВЧ-диапазон прерывает текущий заданный диапазон прибора R&S FSW (за исключением ограничения диапазоном генератора сигналов)

"Manual" Для генератора используется единственная фиксированная частота, определяемая параметром [\(Manual\) Source Frequency](#), который отображается при выборе параметра связи "Manual".

Команда дистанционного управления:

`SOURce:EXTernal:FREQuency:COUPling[:STATe]`

(Manual) Source Frequency

Определяет фиксированную частоту для использования генератором.

Команда дистанционного управления:

`SOURce:EXTernal:FREQuency`

(Automatic) Source Frequency (Numerator/Denominator/Offset)

При автоматической связи по частоте, набор частот (одна для каждой точки развертки) определяется на основании текущей частоты ВЧ-входа прибора R&S FSW.

Однако частота, используемая генератором, может отличаться от входной R&S FSW. Частота ВЧ-сигнала может быть увеличена с определенным коэффициентом или может быть добавлен сдвиг по частоте, так же могут использоваться оба этих приема.

Настройки входных и выходных данных

Примечание – Входная частота генератора не имеет строго заданных ограничений, поэтому пользователь может ввести любое значение. Однако если будет превышен частотный диапазон генератора, R&S FSW отобразит сообщение об ошибке, и значения [Result Frequency Start](#) и [Result Frequency Stop](#) будут скорректированы в соответствии с ограничениями диапазона.

Диапазон значений смещения зависит от выбранного генератора. Стандартное значение 0 Гц. Смещение < 0 Гц отображается с меткой "FRQ" на панели канала. Для задания обратной развертки может использоваться отрицательное смещение.

Дополнительная информация о связи по частоте и обратной развертке находится в [разделе 5.4.4.7 "Связь частот"](#) на стр. 50. Дополнительная информация о сообщениях об ошибках на панели канала находится в [разделе 5.4.4.8 "Отображение информации и ошибок"](#) на стр. 52.

Команда дистанционного управления:

`SOURCE:EXTERNAL:FREQUENCY[:FACTOR]:DENominator`

`SOURCE:EXTERNAL:FREQUENCY[:FACTOR]:NUMerator`

`SOURCE:EXTERNAL:FREQUENCY:OFFSet`

Result Frequency Start

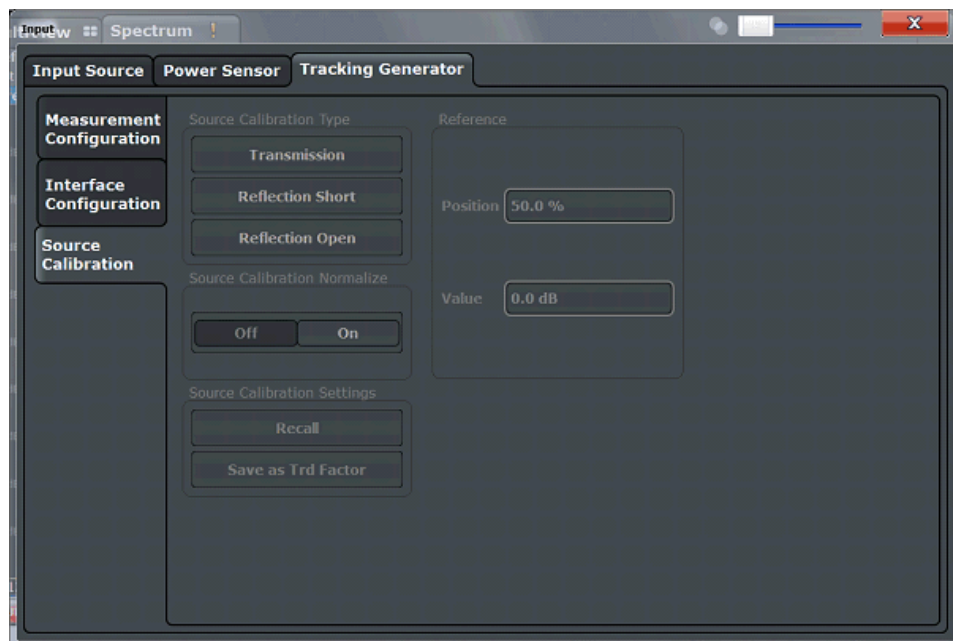
Только для справки: Начальная частота генератора, вычисляется исходя из сконфигурированной частоты генератора и начального значения, определенного для R&S FSW.

Result Frequency Stop

Только для справки: Конечная частота генератора, вычисляется исходя из сконфигурированной частоты генератора и конечного значения, определенного для R&S FSW.

Source Calibration Functions

Функции калибровки внешнего генератора доступны в разделе "Source Calibration" вкладки "External Generator", но *только при активной функции управления внешним генератором* (см. ["Source State"](#) на стр. 91).



Настройки входных и выходных данных

Calibrate Transmission	94
Calibrate Reflection Short	94
Calibrate Reflection Open	94
Source Calibration Normalize	94
Recall	95
Save As Trd Factor	95
Reference Position	95
Reference Value	95

Calibrate Transmission

Запускает измерения характеристик передачи для определения опорной кривой. Эта кривая используется для вычисления разницы нормированных значений.

Более подробно см. [раздел 5.4.4.4 "Механизм калибровки"](#) на стр. 46.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:METhod`

Calibrate Reflection Short

Запускает измерения характеристик отражения в режиме короткого замыкания для определения опорной кривой калибровки.

Если проводятся обе калибровки (с холостым ходом, с коротким замыканием), то калибровочная кривая вычисляется как средняя для двух измерений. Очередность проведения калибровок в таком случае не имеет значения.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:METhod`

Выбор метода отражения.

`[SENSe:]CORRection:COLLect[:ACQuire]`

Запуск калибровки в режиме короткого замыкания.

Calibrate Reflection Open

Запускает измерения характеристик отражения в режиме холостого хода для определения опорной кривой калибровки.

Если проводятся обе калибровки (с холостым ходом, с коротким замыканием), то калибровочная кривая вычисляется как средняя для двух измерений. Очередность проведения калибровок в таком случае не имеет значения.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:METhod`

Выбор метода отражения.

`[SENSe:]CORRection:COLLect[:ACQuire]`

Запуск калибровки в режиме открытой цепи.

Source Calibration Normalize

Включение/выключение нормирования результатов измерений. Данная функция доступна, только если в памяти уже содержится опорная кривая, то есть используется после выполнения калибровки.

Более подробно о нормировании см. [раздел 5.4.4.5 "Нормирование"](#) на стр. 47.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection[:STATe]`

Recall

Восстанавливает настройки, которые были использованы во время калибровки источника. Данная функция может быть полезна, если настройки прибора были изменены после калибровки (например, центральная частота, девиация частоты, опорный уровень и т. д.).

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:RECall`

Save As Trd Factor

Используется для нормированных данных измерений для получения коэффициента преобразования. Данные кривой конвертируются в преобразователь с использованием единиц измерения – дБ и сохраняются в файле с определенным именем и расширением.trd в каталоге "c:\r_s\instr\trd". Частотные точки расположены с равным шагом в диапазоне между начальной и конечной частотами. Полученный коэффициент передачи может быть также обработан с помощью функциональной клавиши Transducer" в меню SETUP.

Более подробную информацию о конфигурации интерфейсов можно найти в разделе "Дистанционное управление интерфейсами и протоколами" руководства пользователя R&S FSW.

Данная функция доступна, только если включена функция [Source Calibration Normalize](#).

Примечание – Необходимо обратить внимание, что используются *нормированные* данные измерений, а не *опорная* кривая! Таким образом, если пользователь сохраняет нормированную кривую сразу после калибровки, без изменения каких-либо настроек, то коэффициент передачи для всей полосы обзора составит 0 дБ (в соответствии с нормированной кривой).

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]CORRection:TRANsducer:GENerator`

Reference Position

Задаёт значение [Result Frequency Stop](#) в процентах от всего диапазона по оси Y.

Верхний уровень на диаграмме составляет 100 %, нижний – 0 %. По умолчанию линия 0 дБ отображается вверху диаграммы (100 %).

Данная настройка доступна, только если включена функция нормирования (см. "[Source Calibration Normalize](#)" на стр. 94).

Опорная линия, определяемая с помощью опорного значения и опорной позиции, соответствует [Reference Level](#), определяемому с помощью настроек раздела "Amplitude". Однако данная опорная линия влияет только на масштабирование диаграммы по оси Y и не оказывает никакого влияния на уровень входной мощности или аппаратные настройки.

Нормированная кривая (0 дБ сразу после калибровки) отображается на этой опорной линии, отображаемой на диаграмме красным цветом. При смещении опорной линии пользователем, нормированная кривая также смещается.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>]:TRACe:Y[:SCALE]:RPOSition`

Reference Value

Определяет опорное значение, отображаемое в поле [Result Frequency Start](#).

Данная настройка может использоваться для сдвига опорной линии и, таким образом, для нормирования кривой подобно параметру [Shifting the Display \(Offset\)](#), определяемому в разделе "Amplitude", сдвигающему опорную линию *на экране*.

Смещение нормированной кривой используется, например, для отражения ослабления или усиления, производимого испытуемым устройством. Если пользователь затем увеличит диаграмму в области нормированной кривой, то кривая измерений останется полностью видимой.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>] :TRACe :Y[:SCALe] :RVALue`

6.4.2 Датчики мощности

Прибор R&S FSW, помимо прочего, имеет функционал для анализа данных, поступающих с подключенных датчиков мощности.

- [Основы работы с датчиками мощности](#)..... 96
- [Настройки датчика мощности](#) 98
- [Работа с датчиком мощности](#) 102

6.4.2.1 Основы работы с датчиками мощности

Для точного измерения мощности к прибору с помощью специального интерфейса (на передней панели) может быть подключено до 4 датчиков мощности.

Поддерживается работа как в ручном режиме, так и в режиме дистанционного управления.



На данный момент поддерживается работа только с датчиками мощности серии R&S NRP-Zху. Подробный список используемых датчиков мощности находится в технических данных.

Датчики мощности могут также быть использованы для запуска измерений при определенном уровне мощности, поступающей, например, от генератора сигналов (см. "[Использование датчиков мощности для внешнего запуска по уровню мощности](#)" на стр. 97).



Рис. 6-2 – Датчик мощности: стандартная схема измерения

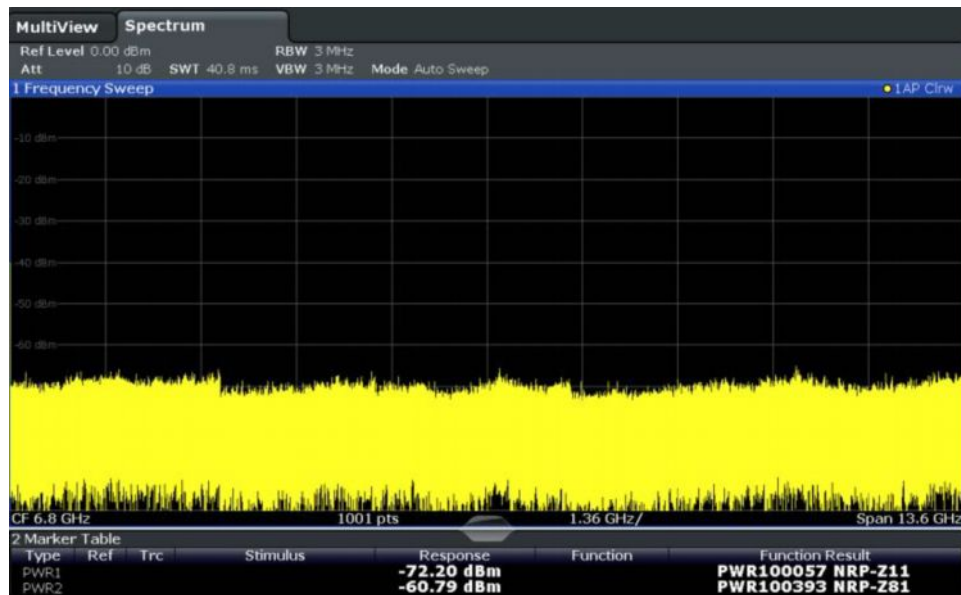


Использование датчика мощности для работы с несколькими приложениями

Датчик мощности не может одновременно использоваться программным обеспечением R&S FSW и R&S Power Viewer Plus (виртуальный измеритель мощности для отображения результатов, полученных от датчиков R&S NRP).

Отображение результатов

Результаты измерений с помощью датчика мощности отображаются в специальной таблице. Для каждого датчика мощности вставляется своя строка. Индекс (идентификатор) датчика отображается в столбце "Type".



Использование датчиков мощности для внешнего запуска по уровню мощности

Датчики мощности могут также быть использованы для запуска измерений при определенном уровне мощности, поступающей, например, от генератора сигналов.



На данный момент для запуска измерений могут использоваться только следующие датчики:

- R&S NRP-Z81
- R&S NRP-Z85
- R&S NRP-Z86

К прибору R&S FSW датчики мощности могут быть подключены напрямую, через интерфейс "Power Sensor", дополнительные кабели не требуются. Затем датчики могут быть сконфигурированы для внешнего запуска.



Рис. 6-3 – Подключение датчика мощности с использованием интерфейса POWER SENSOR

Прибор R&S FSW получает внешний сигнал запуска, когда на датчик мощности поступает определенный запускающий уровень. Результаты измерений мощности используются в обычном режиме.

Более подробно см. ["Конфигурация датчика мощности для внешнего \(PSE\) запуска"](#) на стр. 104.

6.4.2.2 Настройки датчика мощности

Настройки датчика мощности доступны на вкладке "Power Sensor" диалогового окна "Input". Каждый датчик мощности конфигурируется на отдельной вкладке.



State.....	99
Continuous Value Update	99
Select	99
Zeroing Power Sensor	99
Frequency Manual	100
Frequency Coupling.....	100
Unit/Scale.....	100
Meas Time/Average.....	100
Setting the Reference Level from the Measurement (Meas->Ref).....	100
Reference Value	101
Use Ref Lev Offset	101
Average Count (Number of Readings).....	101
Duty Cycle.....	101
Using the power sensor as an external trigger.....	101
L External Trigger Level	101
L Hysteresis.....	102
L Trigger Holdoff	102
L Drop-Out Time	102
L Slope	102

State

Включение/выключение измерений мощности для всех датчиков мощности. Необходимо обратить внимание, что в дополнение к данной общей настройке, каждый датчик мощности может быть отдельно включен или выключен на соответствующей вкладке с помощью настройки [Select](#). Однако общая настройка является более приоритетной, чем индивидуальные настройки.

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]PMETer<p>[:STATe]
```

Continuous Value Update

Если данная настройка активирована, то данные датчика мощности обновляются постоянно в процессе развертки в течение длительного времени развертки и даже после завершения однократной развертки.

Данная функция не может быть активирована для отдельных датчиков.

Если датчик мощности используется для запуска измерений (см. "[Использование датчиков мощности для внешнего запуска](#)" на стр. 101), то постоянное обновление данных невозможно и данная функция недоступна.

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]PMETer<p>:UPDate[:STATe]
```

Select

В случае если общая настройка ([State](#) функция) активирует датчики, то данным параметром выбирается использование отдельного датчика мощности.

В списке выбора отображается детектированный **серийный номер** датчика мощности, подключенного к прибору. Для каждого из четырех доступных датчиков мощности ("Power Sensor 1"... "Power Sensor 4"), которые соответствуют вкладкам диалога конфигурации, может быть присвоен один из детектированных серийных номеров. Таким образом, физически для датчика применяются настройки конфигурации датчика мощности с выбранным индексом.

По умолчанию для серийных номеров, которым еще не был присвоен индекс, присваивается следующий свободный индекс, для которого был выбран параметр "Auto Assignment".

В качестве альтернативы пользователь может присвоить индексы вручную, деактивировав опцию "Auto" и выбрав серийный номер из списка.

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]PMETer<p>[:STATe]
```

```
SYSTem:COMMunicate:RDEvice:PMETer<p>:DEFine
```

```
SYSTem:COMMunicate:RDEvice:PMETer<p>:CONFigure:AUTO[:STATe]
```

```
SYSTem:COMMunicate:RDEvice:PMETer:COUNT?
```

Zeroing Power Sensor

Запускает установку нуля датчика мощности.

Подробнее о процедуре установки нуля см. руководство пользователя R&S FSW.

Команда дистанционного управления:

```
CALibration:PMETer<p>:ZERO:AUTO ONCE
```

Настройки входных и выходных данных

Frequency Manual

Определяет частоту измеряемого сигнала. Датчик мощности имеет память, содержащую частотно-зависимый коэффициент коррекции. В связи с этим для сигналов с известной частотой достигается очень высокая точность.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]PMETer<p>:FREQuency`

Frequency Coupling

Выбор опции взаимосвязи. Частота может быть автоматически связана с центральной частотой прибора или с частотой маркера 1.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]PMETer<p>:FREQuency:LINK`

Unit/Scale

Выбор единиц измерения для отображения мощности. Доступные единицы измерения дБмВт, дБ, Вт и %.

Если выбраны дБ или %, результаты отображаются относительно опорного значения, которое определяется с помощью настройки "Meas -> Ref" или "Reference Value".

Команда дистанционного управления:

`UNIT<n>:PMETer<p>:POWER`

`UNIT<n>:PMETer<p>:POWER:RATio`

Meas Time/Average

Выбор времени измерений или переключения в режим ручного усреднения. Как правило, результаты являются более точными при большом времени измерений. Для получения наиболее точных и стабильных результатов при разных типах сигналов рекомендуются следующие настройки:

"Short"	Стабильные сигналы высокой мощности (>-40 дБмВт) требуют малого времени измерений, а при малом времени измерений обеспечивается наибольшая частота повторений.
"Normal"	Сигналы с низкой мощностью или модулированные сигналы
"Long"	Сигналы с малой мощностью в конце диапазона измерений (<-50 дБмВт) или сигналы с низкой мощностью для минимизации влияния шумов.
"Manual"	Ручной режим усреднения. Количество усреднений задается настройкой Average Count (Number of Readings) .

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]PMETer<p>:MTIME`

`[SENSe:]PMETer<p>:MTIME:AVERAge[:STATe]`

Setting the Reference Level from the Measurement (Meas->Ref)

Устанавливает текущее значение измеренной мощности в качестве опорного значения для отображения результатов. Опорное значение может быть также задано вручную с помощью настройки [Reference Value](#).

Команда дистанционного управления:

`CALCulate<n>:PMETer<p>:RELative[:MAGNitude]:AUTO ONCE`

Reference Value

Определяет опорное значение в дБмВт для относительных измерений.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate<n>:PMETer<p>:RELative[:MAGNitude]
```

Use Ref Lev Offset

При активации для измерения мощности учитывается опорный уровень смещения, определенный для анализа (см. "Shifting the Display (Offset)" на стр. 110). Если параметр деактивирован, то смещение не учитывается.

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]PMETer<p>:ROFFset[:STATe]
```

Average Count (Number of Readings)

Определяет количество считываний (усреднений), которое должно быть выполнено после запуска однократной развертки. Данная настройка доступна, только если выбран ручной режим усреднения (настройка [Meas Time/ Average](#)).

Количество усреднений задается в диапазоне от 0 до 256 в соответствии со степенями числа 2 (1, 2, 4, 8, ...). Для количества усреднений = 0 или 1 выполняется одно считывание. Общее усреднение и развертка кривой не зависят от данной настройки.

Результаты будут более стабильными при увеличении количества измерений, в том числе, при измерении сигналов с низкой мощностью. Данная настройка может использоваться для минимизации влияния шума при измерении с помощью датчика мощности.

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]PMETer<p>:MTIME:AVERage:COUNT
```

Duty Cycle

Устанавливает коэффициент заполнения (в процентах) для коррекции импульсных модулированных сигналов и активирует коррекцию с помощью коэффициента заполнения. При активации коррекции датчик вычисляет мощность импульса сигнала с помощью данного значения и средней мощности.

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]PMETer<p>:DCYCLE[:STATe]
```

```
[SENSe:]PMETer<p>:DCYCLE:VALue
```

Using the power sensor as an external trigger

При активации данной функции датчик мощности создает сигнал запуска, в случае если измеренная мощность превышает значение "External Trigger Level". Данный сигнал запуска может быть использован для внешнего запуска R&S FSW.

Данная настройка доступна только при подключении совместимого датчика мощности.

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]PMETer<p>:TRIGger[:STATe]
```

```
TRIG:SOUR PSE, see TRIGger[:SEQUence]:SOURCE
```

External Trigger Level ← Using the power sensor as an external trigger

Определяет уровень запуска для запуска с помощью датчика мощности.

Настройки входных и выходных данных

Более подробную информацию об используемых уровнях запуска можно найти в технических данных.

Команда дистанционного управления:
`[SENSe:]PMETer<p>:TRIGger:LEVel`

Hysteresis ← Using the power sensor as an external trigger

Определяет отклонение в дБ от уровня запуска, которое сигнал с источника запуска должен превысить, прежде чем произойдет событие запуска. Настройка гистерезиса помогает избежать нежелательных событий запуска, происходящих из-за колебания шума вокруг уровня запуска.

Команда дистанционного управления:
`[SENSe:]PMETer<p>:TRIGger:HYSTeresis`

Trigger Holdoff ← Using the power sensor as an external trigger

Определяет минимальное время (в секундах), которое должно пройти между двумя событиями запуска. События запуска, происходящие в данный период, игнорируются.

Команда дистанционного управления:
`[SENSe:]PMETer<p>:TRIGger:HOLDoff`

Drop-Out Time ← Using the power sensor as an external trigger

Определяет время, в течение которого входной сигнал должен находиться ниже уровня запуска перед следующим событием запуска.

Slope ← Using the power sensor as an external trigger

Определяет, будет ли событие запуска происходить при нарастании сигнала до уровня запуска или при его падении.

Команда дистанционного управления:
`[SENSe:]PMETer<p>:TRIGger:SLOPe`

6.4.2.3 Работа с датчиком мощности

В данной пошаговой инструкции описан процесс установки датчика мощности. Более подробно об отдельных функциях и установках см. [раздел 6.4.2.2 "Настройки датчика мощности"](#) на стр. 98.

Команды дистанционного управления, требуемые для выполнения данных задач, описаны в разделе 10.4.1.8 руководства на компакт-диске.



Датчики мощности могут также быть использованы для запуска измерений при определенном уровне мощности поступающей, например, от генератора сигналов. Более подробная информация описана в ["Конфигурация датчика мощности для внешнего \(PSE\) запуска"](#) на стр. 104.

Установка датчика мощности

Для точных измерений мощности или для запуска или и для того и для другого может быть по-отдельности сконфигурировано и использовано до 4-х датчиков мощности.

Следующая процедура подробно описывает конфигурацию и активацию датчиков мощности.

1. Для открытия вкладки "Power Sensor" в диалоговом окне "Input" следует выполнить одно из следующих действий:

Настройки входных и выходных данных

- Выбрать пункт "Input" в разделе "Overview".
 - Выбрать клавишу INPUT/OUTPUT, а затем функциональную клавишу "Power Sensor Config".
2. Выбрать вкладку датчика мощности с желаемым индексом, например, "Sensor 1".
 3. Когда измерения мощности активированы, нажать на "Select" для анализа данных с датчика мощности в соответствии с текущей конфигурацией
 4. Из списка выбора с серийными номерами подключенных датчиков мощности, выбрать датчик, который необходимо сконфигурировать. Для автоматического (по умолчанию) определения и указания вкладок вновь подключенных датчиков мощности Выбрать "Auto".
 5. Определить частоту сигнала, мощность которого необходимо измерить.
 - a) Для определения частоты в ручном режиме, выбрать "Frequency Manual" и ввести частоту.
 - b) Для определения частоты в автоматическом режиме, выбрать "Frequency Coupling", а затем или "Center" – для использования центральной частоты, или "Marker" – для использования частоты, определяемой маркером 1.
 6. Выбрать единицы измерений для отображения результатов.
 7. Выбрать время измерений, для которого производится усреднение, или определить количество чтений для усреднения. Для определения количества чтений вручную необходимо выбрать "Manual" и ввести количество в поле "Number of Readings".
 8. Для активации коррекции рабочего цикла выбрать "DutyCycle" и ввести корректировочное значение в процентах.
 9. Если в качестве единиц измерения (в отношении изображения) были выбраны "dB" или "%", необходимо определить опорное значение:
 - a) Для установления текущего значения мощности в качестве опорного нажать клавишу "Meas -> Ref".
 - b) Другой способ: введения значения вручную в поле "Reference Value"
 - c) Дополнительно Выбрать опцию "Use Ref Level Offset" для использования сдвига опорного уровня при измерении мощности.
 10. Для использования датчика мощности для внешнего запуска Выбрать опцию "External Power Trigger" и задать настройки запуска. Более подробная информация описана в "[Конфигурация датчика мощности для внешнего \(PSE\) запуска](#)" на стр. 104
 11. При необходимости повторить шаги 3-10 для других датчиков мощности.
 12. Установить параметр "Power Sensor State" в верхней части вкладки "Power Sensor" в значение "On" для активации измерения мощности с помощью выбранных датчиков мощности.

Результаты измерений мощности отображаются в таблице (Функция: "Sensor<1...4>").

Установка нуля датчика мощности

1. Для отображения вкладки "Power Sensor" диалогового окна "Input" выполнить одно из следующих действий:

Настройки входных и выходных данных

- Выбрать раздел "Input" в "Overview".
 - Выбрать клавишу INPUT/OUTPUT а затем функциональную клавишу "Power Sensor Config".
2. Выбрать вкладку датчика, для которого требуется выполнить установку нуля.
 3. Нажать клавишу "Zeroing Power Sensor".
Будет отображено диалоговое окно, которое напоминает о необходимости отключения всех сигналов от датчика мощности.
 4. Отключить все сигналы, поступающие на вход датчика мощности, и нажать ENTER для продолжения.
 5. Подождать окончания процесса обнуления.
Будет отображено соответствующее сообщение об окончании установки нуля.

Конфигурация датчика мощности для внешнего (PSE) запуска

Следующая пошаговая инструкция описывает конфигурацию датчика мощности для использования для внешнего запуска.

Для конфигурирования датчика мощности для внешнего (PSE) запуска:

1. Подключить совместимый датчик мощности к интерфейсу "Power Sensor" на передней панели R&S FSW. (Более подробно о совместимых датчиках см. "[Использование датчиков мощности для внешнего запуска](#)" на стр. 97).
2. Установить датчик мощности так, как это описано в "[Установка датчика мощности](#)" на стр. 102.
3. Выбрать опцию "External Power Trigger" в диалоговом окне "Power Sensor".
4. Ввести уровень мощности, для которого должен быть сгенерирован сигнал запуска ("External Trigger Level"), и задать другие настройки запуска.
5. Нажать клавишу TRIG на передней панели прибора и затем Выбрать "Trigger / Gate Config".
6. В диалоговом окне "Trigger and Gate" Выбрать "Signal Source" = "PSE".
Прибор R&S FSW сконфигурирован для запуска по мощности при определенных условиях. Результаты измерения мощности будут отображаться в обычном режиме.

6.4.3 Выходные настройки

Прибор R&S FSW может работать со специализированными разъемами для подключения к другим приборам.

Более подробно о таких подключениях см. руководство по началу работы с прибором R&S FSW, раздел "Передняя / задняя панели прибора"



Конфигурация сигнала запуска в качестве выходного сигнала подробно описана в руководстве пользователя R&S FSW.

Настройки входных и выходных данных

Выходные настройки конфигурируются с помощью клавиши INPUT/OUTPUT или диалогового окна "Outputs".



IF/Video Output	105
IF (Wide) Out Frequency.....	105
Noise Source	106
Trigger 2/3.....	106
L Output Type	106
L Level	107
L Pulse Length	107
L Send Trigger	107

IF/Video Output

Определяет тип сигнала, выводимого на разъем IF/VIDEO/DEMOM задней панели прибора R&S FSW.

Для получения дополнительной информации см. [раздел 5.4.8 "Вывод ПЧ и видеосигналов"](#) на стр. 55.

"IF"	Передача измеренного ПЧ-значения на частоте, заданной в разделе "IF (Wide) Out Frequency" на стр. 105 для выходного разъема IF/VIDEO/DEMOM.
"VIDEO"	Передача отображаемого видеосигнала (то есть фильтрованного и детектированного НЧ сигнала) на выходной разъем IF/VIDEO/DEMOM. Данная настройка требуется для передачи демодулированной аудиочастоты на выход.

Команда дистанционного управления:

OUTP:IF VID, see [OUTPut:IF\[:SOURCE\]](#)

IF (Wide) Out Frequency

Установка частоты, на которой уровень ПЧ-сигнала передается на разъем IF/VIDEO/DEMOM, если параметр [Video Output](#) установлен в "IF".

Примечание – Выходная частота ПЧ-сигнала разъема IF WIDE OUTPUT не может быть задана вручную, но она автоматически определяется в зависимости от центральной частоты. Когда используется разъем IF WIDE OUTPUT, то в поле отображается данная частота. Более подробно об использовании частот можно прочитать в технических данных.

Настройки входных и выходных данных

Разъем IF WIDE OUTPUT автоматически используется вместо разъема IF/VIDEO/DEMODO в случае если активирована расширенная полоса пропускания (аппаратная опция R&S FSW-B160 / -U160), то есть для полосы пропускания >80 МГц.

Для получения дополнительной информации см. раздел 5.4.8 "Вывод ПЧ и видеосигналов" на стр. 55.

Команда дистанционного управления:

`OUTPut : IF : IFFRequency`

Noise Source

Включение или выключение источника напряжения для внешнего источника шума.

Внешние источники шума используются при измерении уровней мощности, значение которых может быть ниже порогового уровня шума самого прибора R&S FSW, например, при измерении уровня шума испытываемого устройства.

Более подробно см. [раздел 5.4.6 "Работа с внешним источником шума"](#) на стр. 54

Команда дистанционного управления:

`DIAGnostic : SERvice : NSource`

Trigger 2/3

Определение использования переключаемых разъемов TRIGGER INPUT/OUTPUT, где:

"Trigger 2" – разъем TRIGGER INPUT/OUTPUT на передней панели

"Trigger 3" – разъем TRIGGER INPUT/OUTPUT на задней панели
(Trigger 1 используется только как вход INPUT)

Примечание – Работа с передачей сигналов запуска на выход подробно описана в руководстве пользователя R&S FSW.

"Input" Сигнал на разъеме используется в качестве внешнего запускающего сигнала прибора R&S FSW. Для данного разъема недоступны другие параметры запуска.

"Output" R&S FSW передает сигнал запуска на выходной разъем для работы с подключенным прибором.
Для данного разъема доступна настройка других параметров запуска.

Команда дистанционного управления:

`OUTPut : TRIGger<port> : LEVel`

`OUTPut : TRIGger<port> : DIRection`

Output Type ← Trigger 2/3

Тип сигнала, передаваемого на выходной разъем.

"Device Triggered" (По умолчанию) Передача сигнала запуска при запуске прибора R&S FSW.

Настройки входных и выходных данных

"Trigger Armed"	Передача сигнала запуска (высокого уровня), когда прибор R&S FSW находится в состоянии "Ready for trigger". Это состояние обозначается с помощью бита состояния регистра STATus:OPERation (бит 5), а также низкого уровня на разъеме AUX (контакт 9). Более подробную информацию см. информацию о регистре "STATus:OPERation Register", в руководстве пользователя R&S FSW и описание разъема AUX в кратком руководстве пользователя R&S FSW.
"User Defined"	Передача сигнала запуска при нажатии кнопки "Send Trigger". В таком случае, для выходного сигнала доступны другие параметры.

Команда дистанционного управления:

`OUTPut:TRIGger<port>:OTYPe`

Level ← Output Type ← Trigger 2/3

Определение постоянного сигнала (высокого (1) или низкого (0) уровня), передаваемого на выходной разъем.

Команда дистанционного управления:

`OUTPut:TRIGger<port>:LEVel`

Pulse Length ← Output Type ← Trigger 2/3

Установка длительности импульса запуска, передаваемого на выходной разъем.

Команда дистанционного управления:

`OUTPut:TRIGger<port>:PULSe:LENGth`

Send Trigger ← Output Type ← Trigger 2/3

Передача определенного пользователем сигнала запуска непосредственно на разъем. Необходимо отметить, что уровень запускающего импульса всегда противоположен уровню постоянного сигнала, определенной настройкой выходного уровня "Level", например, для "Level = High", постоянный высокий сигнал находится на выходе разъема до нажатия клавиши "Send Trigger". Тогда передается импульс низкого уровня.

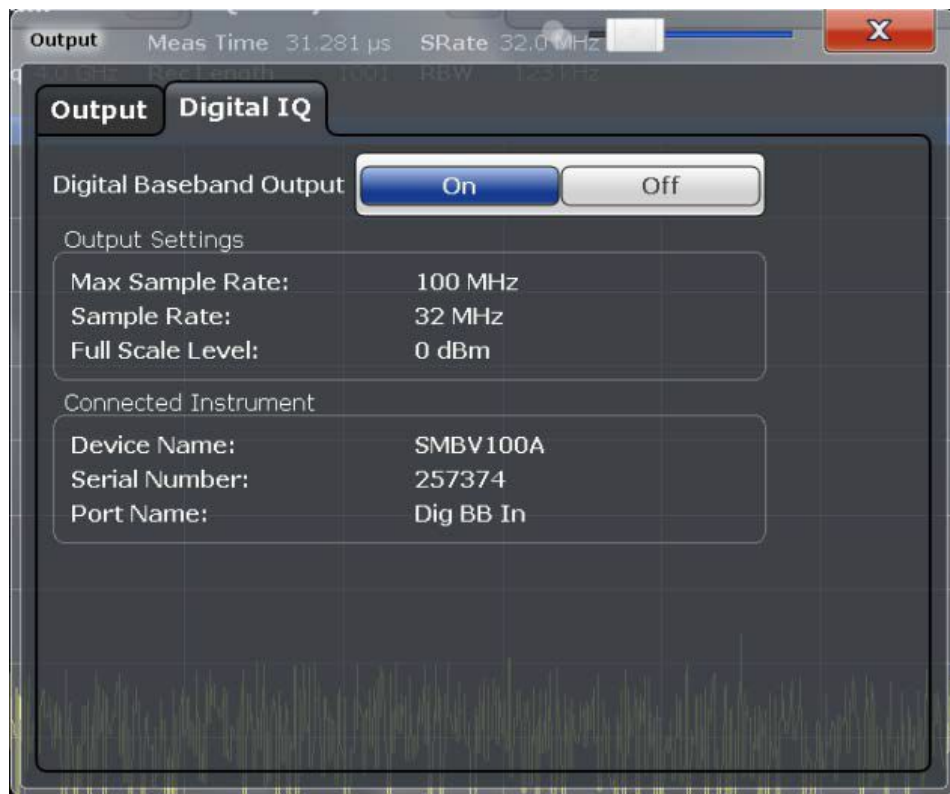
Уровень передаваемого импульса отображается на кнопке графически.

Команда дистанционного управления:

`OUTPut:TRIGger<port>:PULSe:IMMediate`

6.4.4 Настройки цифрового I/Q выхода

Опция цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) позволяет пользователю подавать для внешнего прибора на выход I/Q-данные с любого приложения прибора R&S FSW, работающего с ними. Настройки конфигурации цифрового I/Q выхода устанавливаются с помощью клавиши INPUT/OUTPUT или диалогового окна "Outputs".



Более подробно о цифровом I/Q выходе см. [раздел 5.2.2 "Цифровой выход"](#) на стр. 30.

Digital Baseband Output	108
Output Settings Information	108
Connected Instrument	109

Digital Baseband Output

Если опция доступна, то данный параметр разрешает или запрещает работу с цифровым выходным потоком данных цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17).

Примечание – Если цифровой модулирующий выход активен, то частота дискретизации ограничена значением 200 МГц (макс. полоса пропускания 160 МГц). См. также "[Расширенный режим для работы с цифровыми I/Q-данными](#)" на стр. 31.

В качестве источника данных для цифрового модулирующего выхода может быть использован только ВЧ-вход.

Более подробно о цифровом I/Q выходе см. [раздел 5.2.2 "Цифровой выход"](#) на стр. 30.

Команда дистанционного управления:

[OUTPut : DIQ](#)

Output Settings Information

Отображает информацию о настройках выхода для цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17).

Отображается следующая информация:

- Максимальная частота дискретизации, которая может быть использована для передачи данных с помощью цифрового интерфейса модулирующих сигналов

(то есть максимальная выходная частота дискретизации, которая может быть обработана подключенным прибором)

- Текущая используемая частота дискретизации для передачи данных с помощью цифрового интерфейса модулирующих сигналов.
- Уровень и единицы измерения, соответствующие отсчету I/Q-данных с модулем "1" ([Full Scale Level](#))

Команда дистанционного управления:

`OUTPut:DIQ:CDEvice`

Connected Instrument

Отображает информацию о приборе, подключенном к цифровому интерфейсу модулирующих сигналов, если он доступен:

Если прибор подключен, то отображается следующая информация:

- Название и серийный номер прибора, подключенного к цифровому интерфейсу модулирующих сигналов
- Используемый разъем

Команда дистанционного управления:

`OUTPut:DIQ:CDEvice`

6.5 Амплитуда

Настройки амплитуды выполняются в диалоговом окне "Amplitude". Настройки амплитуды идентичны настройкам в приложении анализатора спектра за исключением новой функции масштабирования векторных I/Q результатов и результатов Real/ Imag (см. "[Y-Axis Max](#)" на стр. 117).

Базовую информацию о настройках амплитуды можно прочитать в руководстве пользователя R&S FSW.

6.5.1 Настройки амплитуды

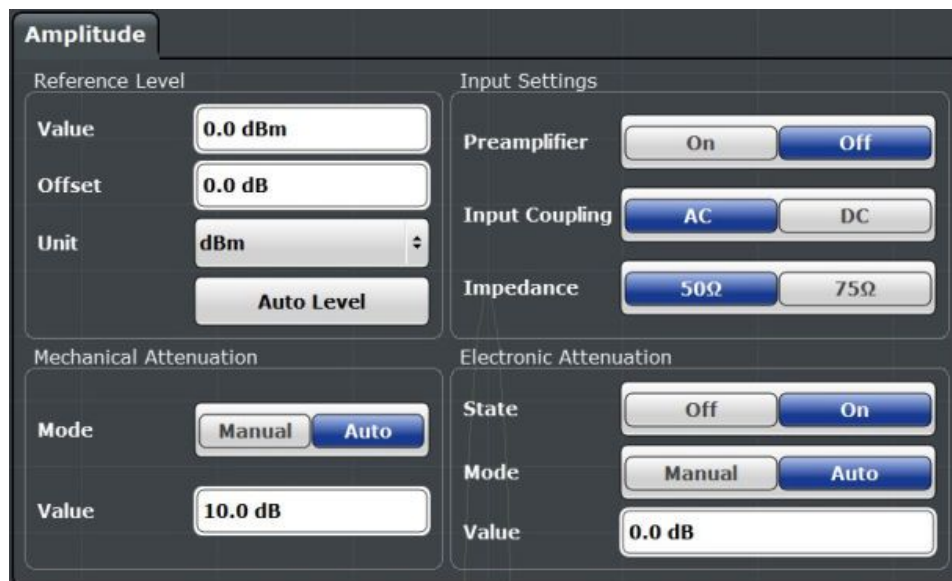
Настройки амплитуды определяют, как именно прибор R&S FSW должен обрабатывать или отображать ожидаемый уровень входной мощности.

Настройки амплитуды для входа аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71) описаны в [разделе 6.5.2 "Настройки амплитуды аналогового интерфейса модулирующих сигналов"](#) на стр. 113

Конфигурирование амплитудных настроек

Настройки амплитуды могут быть настроены с помощью клавиши AMPT или диалогового окна "Amplitude".

- ▶ Для отображения диалогового окна "Amplitude" необходимо выполнить одно из следующих действий:
 - Выбрать пункт "Input/Frontend" в "Overview" и затем открыть вкладку "Amplitude".
 - Нажать клавишу AMPT и затем функциональную клавишу "Amplitude Config".



Reference Level.....	110
L Shifting the Display (Offset).....	110
L Unit.....	111
L Setting the Reference Level Automatically (Auto Level).....	111
RF Attenuation.....	111
L Attenuation Mode / Value.....	112
Using Electronic Attenuation (Option B25).....	112
Input Settings.....	112
L Preamplifier (option B24).....	113

Reference Level

Установка ожидаемого максимального опорного уровня. Сигнал с уровнем, превышающим данное значение, будет измерен некорректно, при этом на экран будет выведено сообщение "IF OVL" ("OVL" – для аналогового модулирующего или цифрового модулирующего входа).

Опорный уровень также используется для масштабирования диаграмм мощности; таким образом, опорный уровень затем используется в качестве максимума для оси Y.

Так как аппаратная часть R&S FSW адаптирована в соответствии с данным значением, рекомендуется установить значение опорного уровня близким к ожидаемому максимальному уровню сигнала для обеспечения оптимальных условий измерений (отсутствие сжатия, хорошее соотношение сигнал-шум).

Необходимо обратить внимание, что на значение "Reference Level" не влияет параметр [Shifting the Display \(Offset\)](#). Важно знать действительное значение уровня мощности, с которым будет работать прибор R&S FSW.

Также необходимо обратить внимание, что для входа с внешнего смесителя (R&S FSW-B21) максимальный опорный уровень зависит от потерь при преобразовании, подробности см. в настоящем руководстве.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>] :TRACe:Y[:SCALE] :RLEVEL`

Shifting the Display (Offset) ← Reference Level

Установка арифметического смещения уровня. Данное смещение добавляется к уровню измерения независимо от выбранных единиц измерения. Соответствующим образом изменяется масштаб по оси Y.

Определение смещения, если сигнал ослабляется или усиливается до поступления в R&S FSW, таким образом, приложение отображает корректные результаты. Все отображаемые результаты измерения уровня мощности будут сдвинуты на заданное значение.

Необходимо обратить внимание, что на значение "Reference Level" не влияет параметр [Reference Level Offset](#). Важно знать действительное значение уровня мощности, с которым будет работать прибор R&S FSW.

Для определения требуемого смещения необходимо рассмотреть внешнее ослабление или усиление входного сигнала. Положительное значение говорит о том, что имело место ослабление (R&S FSW увеличивает отображаемые значения мощности), отрицательное значение – о том, что произошло усиление (R&S FSW уменьшает отображаемые значения мощности).

Диапазон значений ± 200 дБ с шагом 0,01 дБ.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>] :TRACe:Y[:SCALe] :RLEVel :OFFSet`

Unit ← Reference Level

Анализатор сигналов R&S FSW измеряет напряжение сигнала на ВЧ-входе. По умолчанию, уровень отображается по отношению к мощности 1 мВт (= дБмВт). Если известен входной импеданс (50 или 75 Ом), возможно преобразование в другие единицы измерения, см. "[Impedance](#)" на стр. 71. Для преобразования доступны следующие единицы измерения:

- dBm дБмВт
- dBmV дБмВ
- dB μ V дБмкВ
- dB μ A дБмкА
- dBpW дБпВт
- Volt Вольт
- Ampere Ампер
- Watt Ватт

Команда дистанционного управления:

`INPut : IMPedance`
`CALCulate<n> : UNIT : POWER`

Setting the Reference Level Automatically (Auto Level) ← Reference Level

Автоматическое определение оптимального опорного уровня для текущих измерений. В то же самое время внутренний аттенюатор и предусилитель (для аналогового модулирующего входа: уровень по всей шкале) подстраивают оптимальное соотношение сигнал-шум, тогда как сжатие сигнала, отсечка и перегрузка минимизируются.

Для того чтобы это сделать, выполняются измерения уровня и определяется оптимальный опорный уровень.

При необходимости, можно изменить время измерений для измерений уровня (см. "[Изменение автоматического времени измерения \(MeasTime Manual\)](#)" на стр. 136).

Команда дистанционного управления:

`[SENSE :] ADJust : LEVel`

RF Attenuation

Определение механического ослабления ВЧ-входа.

Данная функция недоступна для ввода с цифрового модулирующего интерфейса (R&S FSW-B17).

Attenuation Mode / Value ← RF Attenuation

ВЧ-ослабление может быть задано автоматически как функция от выбранного опорного уровня (Auto mode). Это позволяет всегда использовать оптимальное ВЧ-ослабление. Данная настройка является настройкой по умолчанию. По умолчанию и при [использовании электронного ослабления \(опция B25\)](#) недоступна, при этом используется механический аттенюатор.

Данная функция недоступна для ввода с **цифрового модулирующего интерфейса (R&S FSW-B17)**.

В ручном режиме "Manual" можно установить ВЧ-ослабление с шагом 1 дБ. Другие введенные числа округляются до следующего нижнего ближайшего целого значения. Доступные значения указаны в технических данных прибора. Если заданный опорный уровень не может быть установлен для данного ВЧ-ослабления, то опорный уровень соответствующим образом подстраивается и в строке состояния выводится предупреждение "Limit reached".

ВНИМАНИЕ! При высоком уровне мощности может произойти повреждение аппаратной части прибора. При уменьшении ослабления в ручном режиме необходимо убедиться, что уровень мощности не превышает максимально-допустимый уровень для ВЧ-входа, так как перегрузка может привести к поломке.

Команда дистанционного управления:

`INPut:ATTenuation`

`INPut:ATTenuation:AUTO`

Using Electronic Attenuation (опция B25)

Если установлена опция R&S FSW-B25, то можно использовать электронный аттенюатор.

В автоматическом режиме ("Auto") настройки определяются автоматически; в ручном ("Manual") режиме пользователь может задать механическое и электронное ослабление по отдельности.

Данная функция недоступна для ввода с цифрового модулирующего интерфейса (R&S FSW-B17).

Примечание – Электронное ослабление не доступно для конечных частот (или центральных частот в нулевой полосе обзора) > 13,6 ГГц.

В автоматическом режиме "Auto" ВЧ-ослабление реализуется с помощью электронного аттенюатора, что максимально уменьшает необходимое число механических переключений. Однако механическое ослабление может обеспечить лучшее соотношение сигнал-шум.

При отключении электронного ослабления, автоматически включается соответствующий режим ВЧ-ослабления (auto/manual). Таким образом, при необходимости ВЧ-ослабление может быть установлено в автоматический режим, а полное ослабление будет достигаться с помощью механического аттенюатора.

Как механическое, так и электронное ослабление можно изменять с шагом 1 дБ. Другие введенные значения округляются до следующего нижнего ближайшего целого значения.

Если заданный опорный уровень не может быть установлен для данного ВЧ-ослабления, то опорный уровень соответствующим образом подстраивается и в строке состояния выводится предупреждение "Limit reached".

Команда дистанционного управления:

`INPut:EATT:STATE`

`INPut:EATT:AUTO`

`INPut:EATT`

Input Settings

Некоторые входные настройки влияют на измерение амплитуды сигнала.

Параметры "Input Coupling" и "Impedance" идентичны таким же параметрам в настройках "Input", см. [раздел 6.4.1 "Настройки входного источника"](#) на стр. 70.

Preamplifier (опция B24) ← Input Settings

Если установлена опция R&S FSW-B24, то для входного ВЧ-сигнала может быть включен предусилитель.

Пользователь может использовать предусилитель для анализа сигналов испытываемого прибора с низкой мощностью.

Данная функция недоступна для ввода с цифрового модулирующего интерфейса (R&S FSW-B17).

Для модели R&S FSW 26, если предусилитель активизирован, входной сигнал усиливается на 30 дБ.

Для моделей R&S FSW 8 и 13 доступны следующие настройки:

"Off"	Предусилитель выключен.
"15 dB"	Входной ВЧ-сигнал усиливается на 15 дБ.
"30 dB"	Входной ВЧ-сигнал усиливается на 30 дБ.

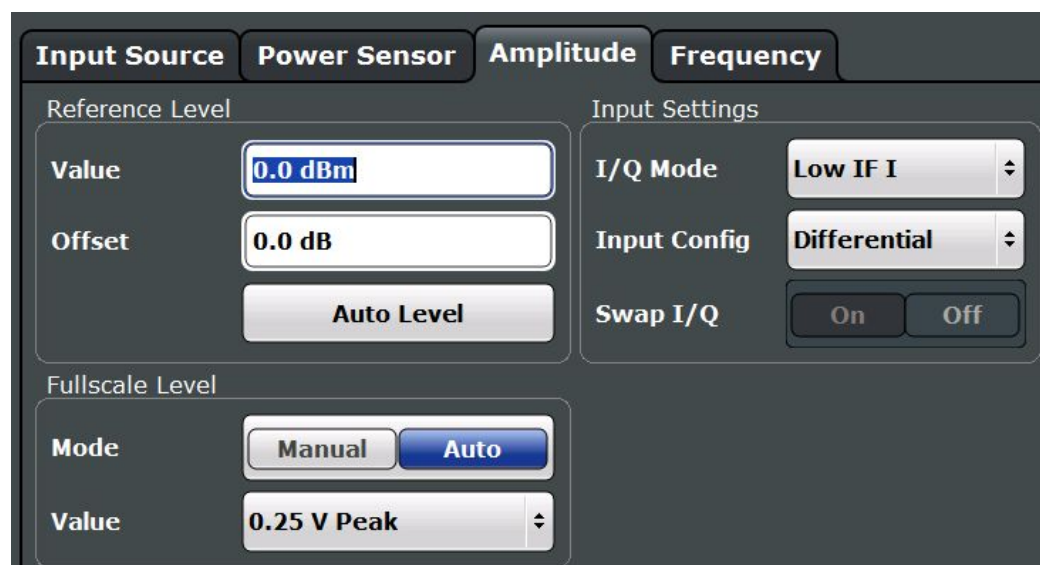
Команда дистанционного управления:

`INPut : GAIN : STATE`
`INPut : GAIN [: VALue]`

6.5.2 Настройки амплитуды для аналогового входа модулирующих сигналов

Для определения параметров амплитуды входа с аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71) в приложения, поддерживающих работу с данным интерфейсом, доступны нижеописанные настройки и функции.

Они могут быть сконфигурированы с помощью клавиши AMPT или на вкладке "Amplitude" диалогового окна "Input".





Входные настройки, описанные тут, идентичны таким же настройкам "Input Source" > "Analog Baseband", см. [раздел 6.4.1.5 "Настройки аналогового интерфейса модулирующих сигналов"](#) на стр. 86

Более подробную информацию об аналоговом интерфейсе модулирующих сигналов (R&S FSW-B71) см. в настоящем руководстве.

Reference Level.....	114
L Shifting the Display (Offset).....	114
L Unit.....	115
L Setting the Reference Level Automatically (Auto Level).....	115
Full Scale Level Mode / Value.....	115

Reference Level

Установка ожидаемого максимального опорного уровня. Сигнал с уровнем, превышающим данное значение, будет измерен некорректно, при этом на экран будет выведено сообщение "IF OVL" ("OVL" – для аналогового модулирующего или цифрового модулирующего входа).

Опорный уровень также используется для масштабирования диаграмм мощности; таким образом, опорный уровень затем используется в качестве максимума для оси Y.

После того как аппаратная часть R&S FSW адаптирована в соответствии с данным значением, рекомендуется установить значение опорного уровня близким к ожидаемому максимальному уровню сигнала для обеспечения оптимальных условий измерений (отсутствие сжатия, хорошее соотношение сигнал-шум).

Необходимо обратить внимание, что на значение "Reference Level" не влияет параметр [Shifting the Display \(Offset\)](#). Важно знать действительное значение уровня мощности, с которым будет работать прибор R&S FSW.

Также необходимо обратить внимание, что для входа с внешнего смесителя (R&S FSW-B21) максимальный опорный уровень зависит от потерь при преобразовании, более подробно см. настоящее руководство.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>] :TRACe :Y [:SCALE] :RLEVEL`

Shifting the Display (Offset) ← Reference Level

Установка арифметического смещения уровня. Данное смещение добавляется к уровню измерения независимо от выбранных единиц измерения.

Соответствующим образом изменяется масштаб по оси Y.

Определение смещения, если сигнал ослабляется или усиливается до поступления в R&S FSW, таким образом, приложение отображает корректные результаты. Все отображаемые результаты измерения уровня мощности будут сдвинуты на заданное значение.

Необходимо обратить внимание, что на значение "Reference Level" не влияет параметр [Reference Level Offset](#). Важно знать действительное значение уровня мощности, с которым будет работать прибор R&S FSW.

Для определения требуемого смещения необходимо рассмотреть внешнее ослабление или усиление входного сигнала. Положительное значение говорит о том, что имело место ослабление (R&S FSW увеличивает отображаемые значения мощности), отрицательное значение – о том, что произошло усиление (R&S FSW уменьшает отображаемые значения мощности).

Диапазон значений ± 200 дБ с шагом 0,01 дБ.

Команда дистанционного управления:

```
DISPlay[:WINDow<n>]:TRACe:Y[:SCALe]:RLEVel:OFFSet
```

Unit ← Reference Level

Анализатор сигналов R&S FSW измеряет напряжение сигнала на ВЧ-входе. По умолчанию, уровень отображается по отношению к мощности 1 мВт (= дБмВт). Если известен входной импеданс (50 или 75 Ом), возможно преобразование в другие единицы измерения, см. "[Impedance](#)" на стр. 71. Для преобразования доступны следующие единицы измерения:

- dBm дБмВт
- dBmV дБмВ
- dBμV дБмкВ
- dBμA дБмкА
- dBpW дБпВт
- Volt Вольт
- Ampere Ампер
- Watt Ватт

Команда дистанционного управления:

```
INPut:IMPedance
```

```
CALCulate<n>:UNIT:POWER
```

Setting the Reference Level Automatically (Auto Level) ← Reference Level

Автоматическое определение оптимального опорного уровня для текущих измерений. В то же самое время внутренний аттенюатор и предусилитель (для аналогового модулирующего входа: уровень по всей шкале) подстраивают оптимальное соотношение сигнал-шум, тогда как сжатие сигнала, отсечка и перегрузка минимизируются.

Для того чтобы это сделать, выполняются измерения уровня и определяется оптимальный опорный уровень.

При необходимости, можно изменить время измерений для измерений уровня (см. "[Изменение автоматического времени измерения \(Meastime Manual\)](#)" на стр. 136).

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]ADJust:LEVel
```

Full Scale Level Mode / Value

Уровень полной шкалы определяет максимальную мощность, которую можно подать на входной модулирующий разъем без отсечки сигнала.

Уровень полной шкалы может быть определен автоматически в соответствии с опорным уровнем или задан вручную.

При ручной настройке могут быть выбраны следующие значения

- 0,25 В
- 0,5 В
- 1 В
- 2 В

Если подключены пробники, то возможное значение полной шкалы адаптируется в соответствии с ослаблением пробника и максимальной допустимой мощностью.

Более подробно об использовании пробников см. [раздел 5.4.3 "Использование пробников"](#) на стр. 41.

Команда дистанционного управления:

```
INPut:IQ:FULLscale:AUTO
```

```
INPut:IQ:FULLscale[:LEVel]
```

6.5.3 Масштабирование оси Y

В этой главе описываются отдельные настройки масштабирования, которые относятся к вертикальной оси.

Конфигурирование масштаба по оси Y

Настройки вертикальной оси могут быть сконфигурированы с помощью клавиши AMPT или диалогового окна "Amplitude".

- ▶ Для отображения диалогового окна "Amplitude" необходимо выполнить одно из следующих действий:
 - Выбрать пункт "Amplitude" из меню "Overview".
 - Нажатие клавиши AMPT и затем функциональной клавиши "Scale Config".



Range.....	116
Ref Level Position.....	117
Scaling	117
Y-Axis Max	117

Range

Определяет диапазон оси Y в дБ.

Допустимое значение составляет 100 дБ.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>] :TRACe:Y[:SCALE]`

Ref Level Position

Установка позиции опорного уровня, т.е. позиции максимального значения АЦП на оси Уровня в %, где 0 % соответствует нижнему, а 100 % – верхнему пределу диаграммы.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>]:TRACe:Y[:SCALE]:RPOSition`

Scaling

Установка метода масштабирования оси Y.

"Logarithmic"	Логарифмическое масштабирование (доступно только для логарифмических единиц: дБ..., и А, В, Вт)
"Linear Unit"	Линейное масштабирование в единицах измеряемого сигнала
"Linear Percent"	Линейное масштабирование в процентах от 0 до 100
"Absolute"	Маркировка линий уровня в соответствии с абсолютным значением опорного уровня (недоступно для "Linear Percent")
"Relative"	Масштабирование в дБ по отношению к опорному уровню (доступно только для логарифмических единиц: дБ...) Верхняя линия сетки (опорный уровень) всегда соответствует 0 дБ.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>]:TRACe:Y:SPACing`

`DISPlay[:WINDow<n>]:TRACe:Y[:SCALE]:MODE`

Y-Axis Max

Определяет максимальное значение по оси Y в текущей выбранной диаграмме в обоих направлениях (в Вольтах). Таким образом, шкала y имеет диапазон от -<Y-Axis Max> до +<Y-Axis Max>.

Максимальное значение по оси Y зависит от текущего опорного уровня. Если опорный уровень изменяется, то значение "Y-Axis Max" автоматически устанавливается на новый опорный уровень (в Вольтах).

Данная команда может выполняться только при работе в режимах I/Q анализатора "IQ Vector" or "Real/Imag".

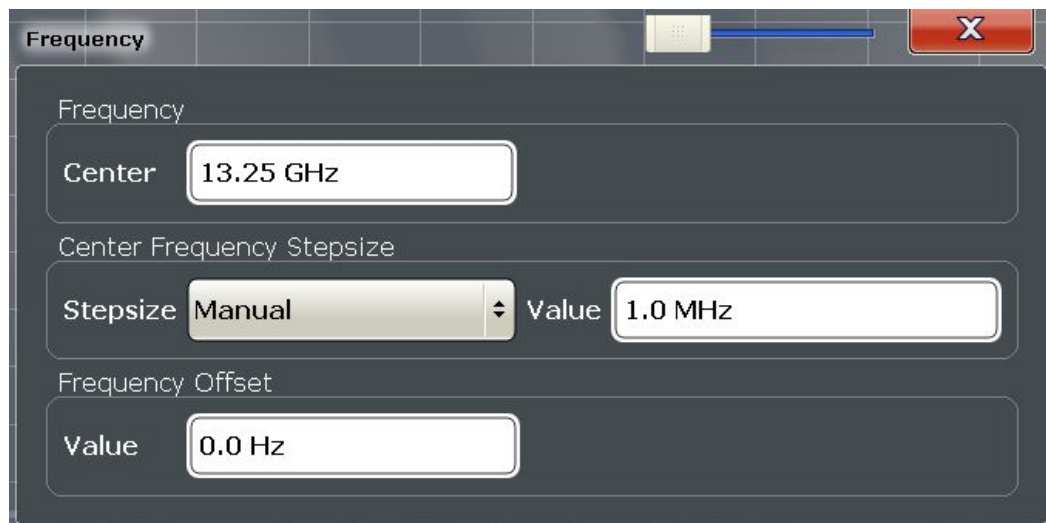
Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>]:TRACe:Y[:SCALE]`

6.6 Настройки частоты

Настройки частоты конфигурируются с помощью диалогового окна "Frequency", которое отображается, если пользователь производит одно из следующих действий:

- Нажатие клавиши FREQ, а затем функциональной клавиши "Frequency Config".
- Выбор пункта "Frequency" из "Overview".



Center	118
Center Frequency Stepsize.....	118
Frequency Offset.....	118

Center

Определение центральной частоты. Допустимый диапазон значений центральной частоты зависит от полосы обзора частот (span).

Полоса обзора > 0: $\text{span}_{\min}/2 \leq f_{\text{center}} \leq f_{\text{max}} - \text{span}_{\min}/2$

Значения f_{max} и span_{\min} указаны в технических данных прибора.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]FREQuency:CENTer

Center Frequency Stepsize

Определение величины шага, на который центральная частота увеличивается или уменьшается при нажатии клавиш со стрелками. При использовании поворотной ручки центральная частота изменяется только с шагом, равным 1/10 параметра "Center Frequency Stepsize".

Величина шага может быть связана с другим значением, или может быть установлена вручную как фиксированное значение

"= Center" Установка шага, равного значению центральной частоты, и устранение связи шага с полосой обзора или полосой разрешения. Используемое значение отображается в поле "Value".

"Manual" Определение величины шага центральной частоты. Величина шага вводится в поле "Value".

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]FREQuency:CENTer:STEP

Frequency Offset

Сдвиг отображаемого частотного диапазона вдоль оси X на заданное смещение.

Данный параметр не влияет на аппаратную часть R&S FSW, на захват данных или на обработку данных. Он всего лишь влияет на отображение конечных результатов абсолютной частоты. Таким образом, спектральное отображение по оси X сдвигается на постоянную величину, если отображается абсолютная частота, но не тогда, когда отображается отношение частоты к центральному частоте сигнала.

Смещение частоты может быть использовано, например, для коррекции отображения слабо искаженного сигнала.

Допустимый диапазон значений от -100 до 100 Гц. Значение по умолчанию 0 Гц.

Примечание – В режиме MSRA данная функция доступна только для MSRA Master.

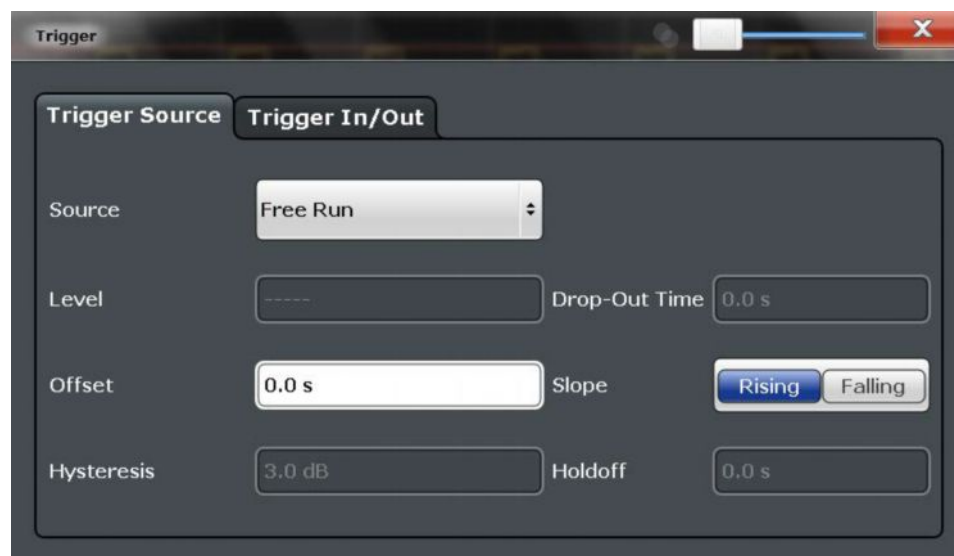
Команда дистанционного управления:

[SENSE:]FREQUENCY:OFFSet

6.7 Настройки запуска

Настройки запуска определяют момент начала измерений.

Настройки запуска могут быть сконфигурированы с помощью клавиши TRIG или диалогового окна "Trigger", которое отображается при нажатии клавиши "Trigger" в разделе "Overview".



Внешний запуск с разъемов TRIGGER INPUT/OUTPUT прибора R&S FSW настраивается в отдельной вкладке диалогового окна.



Стандартное стробирование, такое как в приложении для анализа спектра недоступно для режима I/Q-анализа, но в режиме дистанционного управления доступен специальный режим стробирования, см. раздел 10.4.4.3 руководства на компакт-диске.

Пошаговую инструкцию по конфигурации запуска измерений см. в руководстве пользователя R&S FSW.

Trigger Source	121
L Trigger Source	121
L Free Run	121
L External Trigger 1/2/3	121
L Video	121
L IF Power	122
L Baseband Power	122
L I/Q Power	122
L Digital I/Q	123
L RF Power	123
L Power Sensor	124
L Time	124
L Trigger Level	124
L Repetition Interval	124
L Drop-Out Time	124
L Trigger Offset	125
L Hysteresis	125
L Trigger Holdoff	125
L Slope	125
Trigger 2/3	125
L Output Type	126
L Level	126
L Pulse Length	126
L Send Trigger	126

Trigger Source

Настройки запуска определяют начало измерений.

Trigger Source ← Trigger Source

Установка источника запуска. Если устанавливается источник запуска, отличный от "Free Run", в панели канала отображается метка "TRG" и индикатор запуска.

Для измерений со стробированием данная настройка также определяет источник стробирования.

Команда дистанционного управления:

`TRIGger[:SEquence]:SOURce`

Free Run ← Trigger Source ← Trigger Source

Начало развертки происходит без запуска. По завершении одного измерения, сразу же начинается другое.

Команда дистанционного управления:

`TRIG:SOUR IMM`, см. `TRIGger[:SEquence]:SOURce`

External Trigger 1/2/3 ← Trigger Source ← Trigger Source

Установка режима запуска с помощью TTL-сигнала на одном из разъемов TRIGGER INPUT на передней или задней панели.

(см. "Уровень запуска" на стр. 124).

Примечание – Функциональная клавиша "External Trigger 1" автоматически выбирает сигнал запуска из подключенных к TRIGGER INPUT на передней панели. В приложении I/Q Analyzer поддерживается работа только с "External Trigger 1".

Более подробно см. раздел "Instrument Tour" в кратком руководстве пользователя R&S FSW.

"External Trigger 1"

Сигнал запуска с разъема TRIGGER INPUT на передней панели.

"External Trigger 2"

Сигнал запуска с разъема TRIGGER INPUT/OUTPUT на передней панели

Примечание – Разъем должен быть настроен как вход "Input" в конфигурации "Outputs" (см. "Trigger 2/3" на стр. 106).

"External Trigger 3"

Сигнал запуска с разъема TRIGGER INPUT/OUTPUT на задней панели

Примечание – Разъем должен быть настроен как вход "Input" в конфигурации "Outputs" (см. "Trigger 2/3" на стр. 106).

Команда дистанционного управления:

`TRIG:SOUR EXT`, `TRIG:SOUR EXT2`, `TRIG:SOUR EXT3`

См. `TRIGger[:SEquence]:SOURce`

Video ← Trigger Source ← Trigger Source

Установка режима запуска с помощью видеосигнала, то есть с помощью отфильтрованного и детектированного входного сигнала (оглабляющая ПЧ-сигнала), отображаемого на экране.

Определение уровня запуска от 0% до 100% от высоты диаграммы. Абсолютный уровень запуска отображается на диаграмме в виде горизонтальной линии, которую пользователь может графически перемещать при изменении уровня запуска.

Видеорежим доступен только при работе во временной области, без I/Q-данных.

Команда дистанционного управления:

`TRIG:SOUR VID`, см. `TRIGger[:SEquence]:SOURce`

IF Power ← Trigger Source ← Trigger Source

R&S FSW начинает захват данных как только превышает уровень запуска в пределах третьей промежуточной частоты.

Данный источник запуска доступен только при работе с ВЧ-входом

Недоступен при работе с цифровым интерфейсом модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) или аналоговым интерфейсом модулирующих сигналов (R&S FSW-B71).

Для развертки по частоте третья ПЧ представляет собой начальную частоту. Полоса частот запуска на промежуточной частоте зависит от полосы разрешения (RBW) и типа развертки.

Для измерений на фиксированной частоте (например, для нулевой полосы обзора или I/Q измерений), третья ПЧ является центральной частотой.

Доступный уровень запуска зависит от ВЧ-ослабления и предварительного усиления. Сдвиг опорного уровня, если он задан, также принимается во внимание.

Более подробную информацию об уровнях запуска и полосе запуска см. технические данные.

Команда дистанционного управления:

`TRIG:SOUR IFP`, см. `TRIGger[:SEquence]:SOURce`

Baseband Power ← Trigger Source ← Trigger Source

Определяет запуск по мощности модулирующего сигнала (для модулирующего входа с помощью цифрового интерфейса модулирующих сигналов R&S FSW-B17 или аналогового интерфейса модулирующих сигналов R&S FSW-B71).

Более подробно о цифровом интерфейсе модулирующих сигналов см. [раздел 5.2 "Обработка данных цифрового интерфейса модулирующих сигналов"](#) на стр. 28.

Более подробно об аналоговом интерфейсе модулирующих сигналов см. [раздел 5.2 "Обработка данных аналогового интерфейса модулирующих сигналов"](#) на стр. 34.

Команда дистанционного управления:

`TRIG:SOUR BBP`, см. `TRIGger[:SEquence]:SOURce`

I/Q Power ← Trigger Source ← Trigger Source

Этот источник запуска доступен только в приложении I/Q Analyzer и в приложениях для обработки I/Q-данных.

Данный источник запуска недоступен, если для входа используется цифровой интерфейс модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) или аналоговый интерфейс модулирующих сигналов (R&S FSW-B71). Также он недоступен при полосе анализа ≥ 160 МГц

Запуск измерений происходит тогда, когда модуль отсчетов I/Q-данных превышает заданный порог запуска.

Полоса запуска связана с полосой, установленной для сбора I/Q-данных (см. ["Analysis Bandwidth"](#) на стр. 128).

Команда дистанционного управления:

`TRIG:SOUR IQP`, см. `TRIGger[:SEquence]:SOURce`

Digital I/Q ← Trigger Source ← Trigger Source

Предназначено для приложений, обрабатывающих данные, таких как I/Q Analyzer или опциональные приложения, только если доступен цифровой интерфейс модулирующих сигналов (R&S FSW-B17).

Определяет запуск измерений напрямую с LVDS разъема. В списке выбора пользователю необходимо указать главный бит (GP0 - GP5), который будет обеспечивать запуск данных.

Примечание:

Если используется расширенный цифровой I/Q режим, то есть подключенный прибор передает данные со скоростью до 200 млн. отсчетов в секунду, то в качестве источников запуска для цифровых I/Q-данных доступны только биты GP0 и GP1.

(см. также "Расширенный цифровой I/Q режим" на стр. 31.)

Параметры "Trigger Offset" и "Slope" на стр. 125 могут быть определены для цифрового I/Q запуска для улучшения стабильности запуска, но без использования гистерезиса или удержания.

В следующей таблице описано соответствие битов общего назначения битам LVDS разъема.

(Более подробно о LVDS разъеме см. [раздел A.1 "Описание LVDS разъема"](#))

Таблица 6-2 – Соответствие битов общего назначения битам LVDS разъема

Бит	Контакт LVDS
GP0	SDATA4_P - Trigger1
GP1	SDATA4_P - Trigger2
GP2 ^{*)}	SDATA0_P - Reserve1
GP3 ^{*)}	SDATA4_P - Reserve2
GP4 ^{*)}	SDATA0_P - Marker1
GP5 ^{*)}	SDATA4_P - Marker2
^{*)} не доступно для расширенного режима работы с цифровыми I/Q данными	

Команда дистанционного управления:

`TRIG:SOUR GP0`, см. `TRIGger[:SEquence]:SOURce`

RF Power ← Trigger Source ← Trigger Source

Установка режима запуска измерений с помощью сигналов, находящихся вне отображаемого измерительного диапазона.

Для этой цели, используется детектор уровня на первой промежуточной частоте. Входной сигнал может лежать в диапазоне между 500 МГц и 8 ГГц.

Результирующий уровень запуска на ВЧ-входе зависит от ВЧ-ослабления и предварительного усиления. Более подробную информацию о допустимых уровнях запуска см. технические данные.

Примечание – Если входное значение находится вне данного диапазона (например, при измерении во всей полосе обзора), развертка может быть прервана, а в строке состояния показано сообщение о допустимых входных значениях.

Параметры "Trigger Offset", "Trigger Polarity" и "Trigger Holdoff" могут быть определены для ВЧ-запуска для улучшения стабильности запуска, исключением является параметр "Hysteresis".

Данный источник запуска недоступен для входа с цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) и аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71). Если выбран источник запуска "RF

Power" и активирован цифровой I/Q-вход или аналоговый модулирующий вход, то источник запуска автоматически переключается на значение "Free Run".

Команда дистанционного управления:

`TRIG:SOUR RFP`, см. `TRIGger[:SEquence]:SOURce`

Power Sensor ← Trigger Source ← Trigger Source

Использование внешнего датчика мощности для функции запуска. Эта настройка доступна только при подключенном и сконфигурированном датчике мощности.

Примечание – Функция "Gate Mode" *Level* для датчиков мощности R&S не поддерживается. Сигнал, переданный этими датчиками, просто отражает момент первого превышения уровня, а не интервал времени. Однако для стробирования в режиме работы по уровню может быть использован только временной период. Таким образом, запускающий импульс от датчиков имеет недостаточную длительность для полностью стробированного измерения; такое измерение не будет выполнено.

Команда дистанционного управления:

`TRIG:SOUR PSE`, см. `TRIGger[:SEquence]:SOURce`

Time ← Trigger Source ← Trigger Source

Запуск в соответствии с определенным повторяющимся интервалом.

Команда дистанционного управления:

`TRIG:SOUR TIME`, см. `TRIGger[:SEquence]:SOURce`

Trigger Level ← Trigger Source

Установка уровня запуска для указанного источника запуска.

Более подробную информацию об уровнях запуска см. спецификацию.

Команда дистанционного управления:

`TRIGger[:SEquence]:LEVel[:EXternal<port>]`

Только для аналогового модулирующего (B71) или цифрового модулирующего (B17) входа:

`TRIGger[:SEquence]:LEVel:BBPower`

Repetition Interval ← Trigger Source

Установка интервала повторения для временного запуска. Наименьший интервал составляет 2 мс.

Интервал повторения должен быть установлен точно в соответствии с периодом импульса, длительностью импульса, длительностью кадра или другими подобными характеристиками сигнала

Команда дистанционного управления:

`TRIGger[:SEquence]:TIME:RINterval`

Drop-Out Time ← Trigger Source

Установка времени, в течение которого входной сигнал должен оставаться ниже уровня запуска до следующего запуска.

Примечание – Для входа от аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71) используется запуск по мощности полосы (BBP), по умолчанию, параметр drop out time имеет значение 100 нс во избежание случайного запуска (гистерезис в данном случае настроен быть не может).

Команда дистанционного управления:

`TRIGger[:SEquence]:DTIME`

Trigger Offset ← Trigger Source

Установка временного смещения между событием запуска и началом развертки.

offset > 0:	Начало развертки задерживается
offset < 0:	<p>Развертка начинается раньше (предзапуск)</p> <p>Функция действует только для нулевой полосы обзора (например, в режиме I/Q-анализатора) и выключенном стробируемом запуске.</p> <p>Максимально допустимый диапазон значений ограничен временем развертки: $\text{предзапуск}_{\text{max}} = \text{время развертки}$</p> <p>При использовании цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17), максимальный диапазон ограничен количеством отсчетов до запуска (см. таблицу 5-4).</p>

Рекомендации: Для установки точки запуска в отсчетах (для режимов "External" или "IF Power") используется команда **TRACe: IQ: TPISample?**.

В режиме запуска "Time" данная функция не доступна.

Команда дистанционного управления:
TRIGger [:SEquence] :HOLDoff [:TIME]

Hysteresis ← Trigger Source

Установка расстояния в дБ до уровня запуска, который источник запуска должен превысить, прежде чем возникнет событие запуска. Установка гистерезиса позволяет избежать нежелательных запусков из-за шумовых колебаний вокруг уровня запуска.

Данная функция доступна, только если в качестве источника сигнала выбран источник "IF Power". Диапазон значений: от 3 до 50 дБ с шагом 1 дБ.

Команда дистанционного управления:
TRIGger [:SEquence] :IFPower:HYSTeresis

Trigger Holdoff ← Trigger Source

Установка минимального времени (в секундах), которое должно пройти между двумя событиями запуска.

Событие запуска, которое происходит во время периода удержания, игнорируется.

Команда дистанционного управления:
TRIGger [:SEquence] :IFPower:HOLDoff

Slope ← Trigger Source

Для всех источников запуска за исключением временной и частотной масок можно задать направление изменения сигнала по направлению к уровню запуска (положительный или отрицательный перепад), при котором будет возникать событие запуска.

Команда дистанционного управления:
TRIGger [:SEquence] :SLOPe

Trigger 2/3

Определение использования переключаемого разъема TRIGGER INPUT/OUTPUT, где:

"Trigger 2": разъем TRIGGER INPUT/OUTPUT на передней панели

"Trigger 3": разъем TRIGGER 3 INPUT/ OUTPUT на задней панели (разъем Trigger 1 - только INPUT)

Примечание – Подробное описание передачи сигналов запуска на выход описано в руководстве пользователя R&S FSW.

Настройки запуска

"Input"	Сигнал на разъеме используется в качестве внешнего запускающего сигнала прибора R&S FSW. Для данного разъема другие параметры запуска недоступны.
"Output"	R&S FSW передает сигнал запуска на выходной разъем для работы с подключенным устройством. Для данного разъема доступна настройка других параметров запуска.

Команда дистанционного управления:

`OUTPut:TRIGger<port>:LEVel`
`OUTPut:TRIGger<port>:DIRection`

Output Type ← Trigger 2/3

Тип сигнала, передаваемого на выходной разъем

"Device Triggered"	(По умолчанию) Передача сигнала запуска при запуске прибора R&S FSW.
"Trigger Armed"	Передача сигнала запуска (высокого уровня), когда прибор R&S FSW находится в состоянии готовности "Ready for trigger". Это состояние обозначается с помощью бита состояния регистра STATus:OPERation (бит 5), а также низкого уровня на разъеме AUX (контакт 9). Более подробную информацию см. "STATus:OPERation Register", а также краткое руководство по эксплуатации R&S FSW.
"User Defined"	Передача сигнала запуска при нажатии кнопки "Send Trigger". В таком случае, для выходного сигнала доступны другие параметры.

Команда дистанционного управления:

`OUTPut:TRIGger<port>:OTYPe`

Level ← Output Type ← Trigger 2/3

Определение постоянного сигнала (высокого (1) или низкого (0) уровня), передаваемого на выходной разъем.

Команда дистанционного управления:

`OUTPut:TRIGger<port>:LEVel`

Pulse Length ← Output Type ← Trigger 2/3

Установка длительности импульса запуска, передаваемого на выходной разъем.

Команда дистанционного управления:

`OUTPut:TRIGger<port>:PULSe:LENGth`

Send Trigger ← Output Type ← Trigger 2/3

Передача заданного пользователем сигнала запуска непосредственно на выходной разъем. Необходимо отметить, что уровень запускающего импульса всегда противоположен уровню постоянного сигнала, определенного настройкой выходного уровня "Level", например, для "Level = High" на выходной разъем выводится постоянный сигнал высокого уровня до нажатия кнопки "Send Trigger". Тогда передается импульс низкого уровня.

Уровень импульса, который будет передаваться, имеет графический индикатор на соответствующей клавише.

Команда дистанционного управления:

`OUTPut:TRIGger<port>:PULSe:IMMediate`

6.8 Настройки сбора данных и полосы частот

Конфигурация сбора данных выполняется с помощью диалогового окна "Bandwidth".

- Сбор данных..... 127
- Настройки развертки..... 132

6.8.1 Сбор данных

Настройки сбора (захвата) данных определяют, какие составляющие входного сигнала должны быть захвачены для дальнейшей обработки в приложениях. Они конфигурируются во вкладке "Data Acquisition" диалогового окна "Bandwidth".

- ▶ Для отображения диалогового окна необходимо выполнить одно из следующих действий:
 - Нажать клавишу "Bandwidth" в разделе конфигурации "Overview"
 - Нажать клавишу BW, а затем функциональную клавишу "Data Acquisition"
 - Нажать функциональную клавишу "Data Acquisition" в меню "I/Q Analyzer"

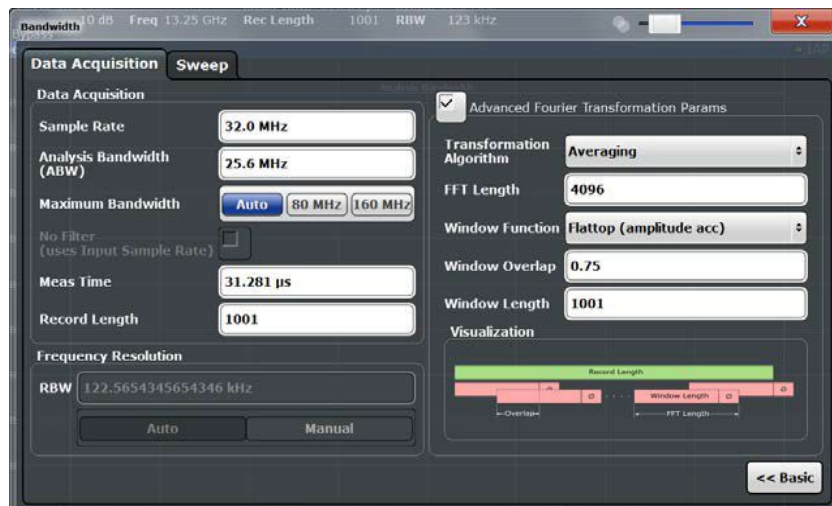


Рис. 6-4 – Настройки сбора данных с БПФ параметрами



Режим работы MSRA

В режиме работы MSRA только канал MSRA Master получает актуальные данные с входного сигнала. Настройки сбора данных для режима I/Q Analyzer в режиме MSRA определяют интервал анализа.

Команды дистанционного управления, необходимые для выполнения данных задач описаны в разделе 10.4.5 руководства на компакт-диске.

- Sample Rate..... 128
- Analysis Bandwidth..... 128
- Maximum Bandwidth..... 128

Настройки сбора данных и полосы частот

Omitting the Digital Decimation Filter (No Filter)	129
Meas Time.....	129
Record Length	129
RBW.....	130
Advanced FFT mode / Basic settings	130
L Transformation Algorithm	130
L FFT Length.....	131
L Window Function	131
L Window Overlap	131
L Window Length.....	131
Capture Offset	132

Sample Rate

Определяет частоту дискретизации квадратурных данных R&S FSW. Данное значение зависит от параметра [Analysis Bandwidth](#) и от заданного источника сигнала. Вплоть до значения [Maximum Bandwidth](#) работает следующее правило:

$$\text{Sample Rate} = \text{Analysis Bandwidth} / 0,8$$

Более подробно об этой зависимости см. [раздел 5.1.1 "Частота дискретизации и максимальная рабочая полоса частот I/Q-данных для работы с ВЧ-входом "](#) на стр. 23.

Данная частота может отличаться от частоты дискретизации подключенного прибора (см. ["Input Sample Rate"](#) на стр. 84).

Если активен цифровой интерфейс модулирующих сигналов (R&S FSW-B17), то применяется ограничение частоты дискретизации, см. [раздел 5.2.3 "Частота дискретизации и полоса частот цифровых I/Q-данных"](#) на стр. 31.

Команда дистанционного управления:

[TRACe : IQ : SRATe](#)

Analysis Bandwidth

Отображение вершины спектра, полосы пропускания заключительных квадратурных данных. Данное значение зависит от параметра [Sample Rate](#) и заданного источника сигнала.

Вплоть до значения [Maximum Bandwidth](#) работает следующее правило:

$$\text{Analysis Bandwidth} = 0,8 * \text{Sample Rate}$$

Примечание – Для ввода с **аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71)**: если частотный диапазон, определенный полосой пропускания и центральной частотой, превышает минимальную частоту (0 Гц для анализа низких ПЧ) или максимальную частоту (для анализа I+jQ), то будет отображено сообщение об ошибке. В таком случае необходимо подстроить центральную частоту (см. ["Center Frequency"](#) на стр. 87) или полосу пропускания, чтобы исключить возможные нежелательные составляющие сигнала. Более подробно о частотных диапазонах и полосе анализа см. [раздел 5.3 "Обработка данных, поступающих от аналогового интерфейса модулирующих сигналов"](#) на стр. 34

Команда дистанционного управления:

[TRACe : IQ : BWIDth](#)

Maximum Bandwidth

Определяет максимальную полосу, которая будет использоваться при сборе I/Q-данных прибором R&S FSW. Данная настройка доступна, только если установлена дополнительная опция R&S FSW-B160/-B320. В противном случае максимальная полоса определяется автоматически.

Настройки сбора данных и полосы частот

Более подробно о максимальной полосе см. [раздел 5.1.1 "Частота дискретизации и максимальная рабочая полоса частот I/Q-данных для работы с ВЧ-входом "](#) на стр. 23.

"Auto"	Необходимо обратить внимание, что использование расширяющих опций R&S FSW-B160/-B320 может привести к появлению паразитных эффектов. Примечание – Если активна опция R&S FSW-B160/-B320, то разъем IF WIDE OUTPUT автоматически используется для ВЧ выхода. Более подробно об использовании данного разъема см. краткое руководство пользователя R&S FSW.
"80 МГц"	Ограничивает максимальное значение полосы анализа 80 МГц. Опция расширения полосы R&S FSW-B160/-B320 деактивирована.
"160 МГц"	Ограничивает максимальное значение полосы анализа 160 МГц. Опция расширения полосы R&S FSW-B160/-B320 деактивирована.

Команда дистанционного управления:

`TRACe: IQ:WBAND[:STATe]`

`TRACe: IQ:WBAND:MBWIDTH`

Omitting the Digital Decimation Filter (No Filter)

Данная настройка доступна только при использовании цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17).

Если это возможно, то при сборе данных не используются цифровые понижающие фильтры. Таким образом, [Analysis Bandwidth](#) совпадает с входной частотой дискретизации, сконфигурированный для входного источника цифровых I/Q-данных (см. ["Input Sample Rate"](#) на стр. 84).

Однако необходимо обратить внимание, что в данном случае шумы, искажения и боковая полоса ПЧ не будут подавляться в захваченных I/Q-данных.

Команда дистанционного управления:

`TRACe: IQ:DIQFilter`

Meas Time

Выбор времени сбора I/Q-данных. По умолчанию время измерения рассчитывается как количество отсчетов ("Record Length"), деленное на частоту дискретизации. При изменении времени измерения, автоматически изменяется параметр [Record Length](#). Дополнительную информацию о максимальном количестве отсчетов см. в [разделе 5.1.1 "Частота дискретизации и максимальная рабочая полоса частот I/Q-данных для работы с ВЧ-входом "](#) на стр. 23.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]SWEep:TIME`

Record Length

Выбор количества записываемых квадратурных отсчетов. По умолчанию используется количество точек развертки. Длина записи рассчитывается как время измерения, умноженное на частоту дискретизации. При изменении длины записи, автоматически изменяется параметр [Meas Time](#).

Примечание – Для векторного отображения I/Q результатов, количество I/Q-отсчетов для записи ("Record Length") должно быть идентично количеству отображаемых точек кривой ("Sweep Points"). Таким образом, точки развертки при отображении результата не обрабатываются. Если изменяется параметр "Record Length", то количество точек развертки подстраивается автоматически. Для записи

Настройки сбора данных и полосы частот

длинной, не попадающей в необходимый диапазон (менее 101 точки или более 32001 точек), на диаграмме будут отображены неверные результаты.

Команда дистанционного управления:

`TRACe: IQ: RLENgth`

`TRACe: IQ: SET`

RBW

Определяют полосу разрешения. Доступные значения RBW зависят от установленных частоты дискретизации и длины записи.

(см. [раздел 5.6.4 "Полоса разрешения БПФ результатов :RBW"](#) на стр. 61).

В зависимости от выбранного режима RBW, значение может быть определено как в ручном, так и в автоматическом режиме. Как только пользователь вводит какое-либо значение в соответствующее поле, режим RBW изменяется на "Manual".

Если разрешена опция "Advanced Fourier Transformation Params", то выбирается расширенный БПФ режим и параметр RBW не может быть задан вручную.

Необходимо обратить внимание, что значение RBW связано с параметрами [Sample Rate](#) и [Record Length](#) (и не всегда с [Window Function](#) и [Window Length](#)).

Изменение любого из этих параметров может привести к изменению одного или нескольких других параметров.

Более подробно см. [раздел 5.6 "Основы БПФ"](#) на стр. 56.

"Auto mode" (По умолчанию) RBW определяется автоматически в зависимости от параметров [Sample Rate](#) и [Record Length](#).

"Manual mode" RBW задается пользователем. Используется заданное пользователем значение RBW и параметры [Window Length](#) и, возможно, [Sample Rate](#) подстраиваются соответствующим образом.

"Advanced FFT mode" Данный режим используется в случае, если разрешена функция "Advanced Fourier Transformation Params". RBW определяется в соответствии с [параметрами Advanced FFT](#).

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:]IQ: BANDwidth|BWIDth:MODE`

`[SENSe:]IQ: BANDwidth|BWIDth:RESolution`

Advanced FFT mode / Basic settings

Отображает или скрывает параметры "Advanced Fourier Transformation" диалогового окна "Data Acquisition". Данные параметры доступны только в расширенном БПФ режиме.

Более подробно см. [раздел 5.6 "Основы БПФ"](#) на стр. 56.

Transformation Algorithm ← Advanced FFT mode / Basic settings

Определяет метод вычисления БПФ.

"Single" В течение всей длительности записи вычисляется одно БПФ; если параметр [FFT Length](#) больше чем длина записи, то к собранным данным добавляются нули.

Настройки сбора данных и полосы частот

"Averaging" Для каждой записи вычисляются несколько перекрывающихся БПФ; для получения окончательного БПФ результата для записи, предыдущие результаты группируются. Количество усредняемых БПФ определяется параметрами [Window Overlap](#) и [Window Overlap](#).

Команда дистанционного управления:
`[SENSe:]IQ:FFT:ALGORITHM`

FFT Length ← Advanced FFT mode / Basic settings

Определяет количество частотных точек, определяемых для каждого БПФ преобразования. Чем больше точек используется, тем больше разрешение спектра, но дольше вычисления.

В расширенном БПФ режиме количество точек развертки устанавливается в соответствии с параметром `FFT length`.

Примечание – При использовании клавиш со стрелками или поворотной ручки для изменения длины БПФ, значение будет изменяться с шагом 2.

При вводе значения вручную может быть использовано любое целое число от 3 до 524288.

Команда дистанционного управления:
`[SENSe:]IQ:FFT:LENGTH`

Window Function ← Advanced FFT mode / Basic settings

В режиме анализа I/Q-данных можно использовать оконную функцию одного из следующих типов:

- Blackman-Harris (Блэкмана-Харриса)
- Flattop (с плоской вершиной)
- Gauss (гауссовская)
- Rectangular (прямоугольная)
- 5-звенная

Команда дистанционного управления:
`[SENSe:]IQ:FFT:WINDOW:TYPE`

Window Overlap ← Advanced FFT mode / Basic settings

Определяет часть оконной функции, которая будет пересчитана при следующем вычислении БПФ при использовании многочисленных оконных БПФ функций.

Команда дистанционного управления:
`[SENSe:]IQ:FFT:WINDOW:OVERLAP`

Window Length ← Advanced FFT mode / Basic settings

Определяет количество отсчетов, которые при усреднении будут включены в одну оконную БПФ функцию. (В режиме однократного вычисления данный параметр связан с ["Record Length"](#) на стр. 129.)

В режиме ручного ввода доступны значения от 3 до 4096; в расширенном режиме "Advanced" доступны значения от 3 до 524288.

Однако параметр `Window Length` не может быть больше, чем [FFT Length](#).

Команда дистанционного управления:
`[SENSe:]IQ:FFT:WINDOW:LENGTH`

Capture Offset

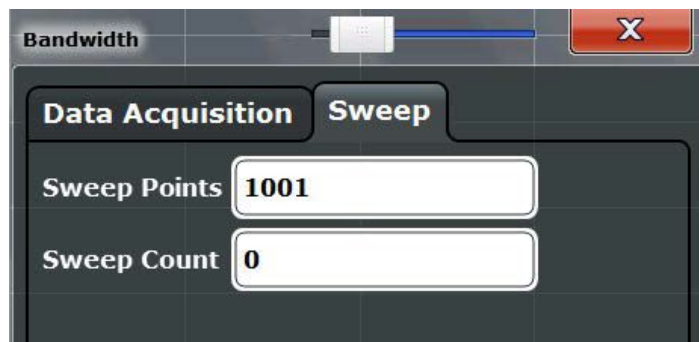
Данная настройка доступна только для работы в режиме **MSRA**. Использование производит такой же эффект как смещение запуска при других измерениях: определяется время смещения между запуском буфера захвата и запуском полученных приложением данных. Смещение должно иметь положительное значение, так как приложение может анализировать только те данные, которые содержатся в буфере захвата.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]MSRA:CAPture:OFFSet

6.8.2 Настройки развертки

Развертка конфигурируется с помощью клавиши SWEEP или вкладки "Sweep" диалогового окна "Bandwidth".



- ▶ Для отображения данного диалогового окна необходимо выполнить одно из следующих действий:
 - Выбрать клавишу "Bandwidth" в разделе "Overview" и открыть вкладку "Sweep".
 - Выбрать клавишу SWEEP, а затем функциональную клавишу "Sweep Config".

Sweep Points.....	132
Sweep/Average Count.....	133
Continuous Sweep/RUN CONT	133
Single Sweep/ RUN SINGLE	133
Continue Single Sweep.....	134

Sweep Points

В приложении I/Q Analyzer определенная частотная полоса развертывается за указанное время измерений. В течение этого периода собирается определенное количество отсчетов (= "Record Length"). Данные отсчеты затем обрабатываются с помощью приложения. Поэтому в данном случае количество точек развертки не определяет количество собираемых данных, но определяет количество точек кривой, которые обрабатываются и отображаются на результирующей диаграмме.

Примечание – В отличие от предыдущей версии приложения I/Q Analyzer, настройки развертки теперь определяются в окне. Для отображения некоторых результатов точки развертки могут быть нередактируемыми, так как они определяются автоматически, или к ним применяются определенные ограничения.

Для векторного отображения I/Q результатов, количество I/Q-отсчетов для записи ("Record Length") должно быть идентично количеству отображаемых точек кривой ("Sweep Points"). Таким образом, точки развертки при отображении результата не

Настройки сбора данных и полосы частот

обрабатываются. Если изменяется параметр "Record Length", то количество точек развертки подстраивается автоматически. Для записи с длиной не попадающей в необходимый диапазон (менее 101 точки или более 32001 точек), на диаграмме будут отображены неверные результаты.

Использование менее 4096 точек развертки одновременно с детектором (за исключением автопикового) может привести к ошибочным результатам измерения уровня. Более подробно см. "[Объединение результатов: детектор кривой](#)" на стр. 59.

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]SWEEp:POINTs
```

Sweep/Average Count

Определение количества разверток, выполняемых в режиме однократной развертки. Доступны значения от 0 до 200000. Если установлено значение 0 или 1, выполняется однократная развертка. Количество разверток применяется ко всем кривым во всех диаграммах.

Если для кривой установлена настройка "Average", "Max Hold" или "Min Hold", то это значение также определяет число процедур усреднения или поиска максимумов.

В режиме непрерывной развертки, если параметр sweep count = 0 (по умолчанию), усреднение выполняется по 10 разверткам. При значении параметра sweep count = 1, усреднение, поиск максимума или минимума не производится.

Команда дистанционного управления:

```
[SENSe:]SWEEp:COUNT  
[SENSe:]AVERAge:COUNT
```

Continuous Sweep/RUN CONT

При выполняющемся измерении функциональная клавиша "Continuous Sweep" и клавиша RUN CONT подсвечиваются. Измерения могут быть прерваны повторным нажатием подсвеченной функциональной клавиши или клавиши RUN CONT. Результаты не удаляются до запуска новых измерений.

Примечание – Функция выполнения последовательности измерений "Sequencer". Если функция Sequencer активна, функциональная клавиша "Single Sweep" управляет только режимом развертки для текущего выбранного канала, однако влияние на режим развертки проявляется только в следующем цикле после активации функции Sequencer в канале и только для определенной последовательности канала. В таком случае, развертка канала в режиме непрерывной развертки происходит циклически. Кроме того, клавиша RUN CONT на передней панели управляет функцией Sequencer, а не отдельной разверткой. RUN CONT запускает функцию Sequencer в непрерывном режиме.

Команда дистанционного управления:

```
INITiate:CONTinuous
```

Single Sweep/ RUN SINGLE

После запуска выполняется заданное параметром "Sweep Count" количество разверток. Измерения останавливаются после выполнения заданного количества разверток.

При выполняющемся измерении функциональная клавиша "Single Sweep" и клавиша RUN SINGLE подсвечиваются. Измерения могут быть прерваны повторным нажатием подсвеченной функциональной клавиши или RUN SINGLE.

Примечание – Функция выполнения последовательности измерений "Sequencer". Если функция Sequencer активна, функциональная клавиша "Single Sweep" управляет только режимом развертки для текущего выбранного канала, однако влияние на режим развертки проявляется только в следующем цикле после

активации функции Sequencer в канале и только для определенной последовательности канала. В таком случае, развертка канала в режиме непрерывной развертки происходит циклически.

Кроме того, клавиша RUN CONT на передней панели управляет функцией Sequencer, а не отдельной разверткой. RUN CONT запускает функцию Sequencer в непрерывном режиме.

Если функция Sequencer неактивна, то обновляются только текущие отображаемые измерения канала.

Более подробно о функции Sequencer см. руководство пользователя R&S FSW.

Команда дистанционного управления:

`INITiate[:IMMediate]`

Continue Single Sweep

После запуска выполняется заданное параметром "Sweep Count" количество разверток без удаления кривой предыдущего измерения.


При выполняющемся измерении функциональная клавиша "Continue Single Sweep" и клавиша RUN SINGLE подсвечиваются. Измерения могут быть прерваны повторным нажатием подсвеченной функциональной клавиши или клавиши RUN SINGLE.

Команда дистанционного управления:

`INITiate:CONMeas`

6.9 Конфигурация отображения

Собранный сигнал может быть отображен с помощью различных методов обработки. Все методы, доступные для используемого приложения, отображаются в панели вычислений в режиме Smart-Grid при выполнении одного из следующих действий:

- Выбор значка  "SmartGrid" в панели инструментов.
- Выбор клавиши "Display Config" в разделе "Overview".
- Выбор функциональной клавиши "Display Config" в главном меню приложения.

Подробное описание доступных методов обработки см. в [разделе 4 "Измерение и отображение результатов"](#) на стр. 16.



Начиная с версии программного обеспечения 1.60, в любой момент времени в режиме I/Q Analyzer может быть отображено до 6 вычислений, включая несколько графических диаграмм, таблиц или списков.

Выбранный метод обработки влияет не только на отображение результатов в соответствующем окне, но также на результаты данных кривой при запросе в режиме дистанционного управления (см. `TRACe<n>[:DATA]?`).

6.10 Автоматическая подстройка параметров

Некоторые параметры прибора R&S FSW могут быть настроены автоматически, в соответствии с текущими измерительными настройками. Для того чтобы это сделать, выполняется отдельное измерение. Продолжительность такого измерения может быть задана автоматически или вручную.

Для активации автоматической подстройки параметра нужно выбрать соответствующую функцию в меню AUTO SET или в диалоговом окне конфигурации параметра.

**Режим работы MSRA**

Настройки сбора данных в режиме работы MSRA могут быть подстроены только автоматически для MSRA Master, но не для приложений.

**Автоматическая подстройка параметров в процессе запуска измерений**

При выборе функции автоматической подстройки, выполняется измерение, определяющее оптимальные настройки. Если для запуска измерений выбирается функция автоматической подстройки, пользователю необходимо выбрать вариант дальнейшей работы R&S FSW:

- (по умолчанию) Для подстройки измерений будет ожидать следующий запуск
- Измерение для определения подстройки проводится без ожидания запуска. Источник запуска временно устанавливается как "Free Run". После выполнения измерений восстанавливается предшествующий источник запуска. Уровень запуска подстраивается следующим образом:
 - Для типов запуска IF Power и RF Power:
Trigger Level = Reference Level - 15 дБ
 - Для типа запуска Video:
Trigger Level = 85 %

Команда дистанционного управления:

[SENSE:]ADJUST:CONFIGURE:TRIG

Автоматическая подстройка всех определяемых настроек (Auto All)	135
Автоматическая подстройка центральной частоты (Auto Freq).....	135
Автоматическая установка опорного уровня (Auto Level).....	136
Сброс автоматического времени измерения (Meastime Auto).....	136
Изменение автоматического времени измерения (Meastime Manual).....	136
Верхний уровень гистерезиса.....	136
Нижний уровень гистерезиса.....	136

Автоматическая подстройка всех определяемых настроек (Auto All)

Активация всех автоматических функций подстройки для текущих настроек измерений.

В том числе:

- Auto Frequency
- Auto Level

Команда дистанционного управления:

[SENSE:]ADJUST:ALL

Автоматическая подстройка центральной частоты (Auto Freq)

Функция автоматически подстраивает автоматическую частоту.

Оптимальная центральная частота может быть определена, как частота наибольшего уровня в частотном диапазоне. Так как эта функция использует частотомер, она предназначена для работы с синусоидальными сигналами.

Автоматическая подстройка параметров

Данная функция недоступна при использовании ввода с цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17).

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]ADJust:FREQuency

Автоматическая установка опорного уровня (Auto Level)

Автоматическое определение оптимального опорного уровня для текущих измерений. В то же время внутреннее ослабление и предварительное усиление (для аналогового модулирующего входа: уровень полной шкалы) подстраивается так, чтобы оптимизировать соотношение сигнала-шум, тогда как сжатие, отсечка и перегрузка минимизируются.

Для того чтобы это сделать, выполняются измерения уровня – определяется оптимальный опорный уровень.

При необходимости, можно изменить время измерений для уровня измерений (см. "Изменение автоматического времени измерения (Meastime Manual)" на стр. 136).

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]ADJust:LEVel

Сброс автоматического времени измерения (Meastime Auto)

Сброс длительности измерений для автоматической установки на значение по умолчанию.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]ADJust:CONFigure:DURation:MODE

Изменение автоматического времени измерения (Meastime Manual)

Функция позволяет изменить длительность измерений для автоматической подстройки настроек. Значение вводится значение в секундах.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]ADJust:CONFigure:DURation:MODE

[SENSe:]ADJust:CONFigure:DURation

Верхний уровень гистерезиса

При автоматической подстройке опорного уровня с использованием функции [Auto Level](#), внутреннее ослабление и предварительное усиление также подстраиваются. Пользователь может задать гистерезис, чтобы избежать постоянной подстройки из-за незначительных колебаний входного сигнала. Данная настройка определяет верхний пороговый уровень, который сигнал должен превысить (по сравнению с предыдущими измерениями), прежде чем опорный уровень будет автоматически подстроен.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]ADJust:CONFigure:HYSTeresis:UPPer

Lower Level Hysteresis

При автоматической подстройке опорного уровня с использованием функции [Auto Level](#), внутреннее ослабление и предварительное усиление также подстраиваются. Пользователь может задать гистерезис, чтобы избежать постоянной подстройки из-за незначительных колебаний входного сигнала. Данная настройка определяет нижний пороговый уровень, который сигнал должен превысить (по сравнению с предыдущими измерениями), прежде чем опорный уровень будет автоматически подстроен.

Команда дистанционного управления:

[SENSe:]ADJust:CONFigure:HYSTeresis:LOWer

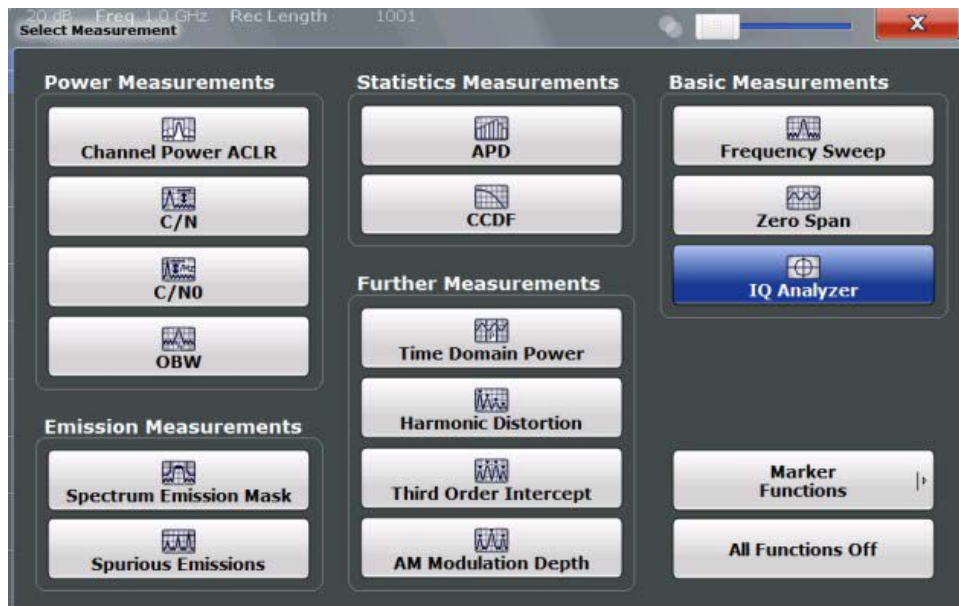
6.11 Конфигурация приложения I/Q Analyzer для работы в режиме MSRA

В общем случае приложение I/Q Analyzer в режиме MSRA конфигурируется как в режиме анализатора сигнала и спектра.

Однако, начиная с версии 1.60, приложение I/Q Analyzer (*не Master*) в MSRA режиме может выполнять измерения собранных I/Q-данных во временной и частотной областях (см. также главу 5.7 "Работа с приложением I/Q Analyzer в режиме MSRA" на стр. 63). Выполняемый тип измерений – стандартный анализ I/Q-данных или измерения в частотной или временной области – выбирается в диалоговом окне "Select Measurement", которое в современных версиях программного обеспечения открывается при выполнении следующих действий:

- Выбор функциональной клавиши "Select Meas" в меню "I/Q Analyzer".
- Нажатие клавиши MEAS.

В диалоговом окне будут перечислены общие измерения как в приложении Spectrum. Кроме того, для восстановления функций I/Q Analysis по умолчанию, приложение "IQ Analyzer" доступно из раздела "Basic Measurements".



Измерения во временной и частотной областях и необходимые настройки подробно описаны в руководстве пользователя R&S FSW.

Параллельные измерения

Для каждого канала могут быть сконфигурированы измерения только одного типа, однако для нескольких каналов при измерении I/Q-данных во временных или частотных областях могут быть сконфигурированы параллельные измерения. Таким образом, пользователь может настроить, например, один канал для стандартного I/Q-анализа, а другой для измерения спектральной маски излучения или мощности тех же самых данных. Затем результаты измерений можно просматривать при переключении соответствующих вкладок по очереди, или одновременно с помощью режима "MSRA View".

Конфигурация приложения I/Q Analyzer для работы в режиме MSRA

Команда дистанционного управления:

`CALCulate:IQ:MODE`

7 Анализ

Общие настройки анализа результатов измерений в отношении кривой, маркера, линий и т. д. могут быть сконфигурированы с помощью клавиши "Analysis" в разделе "Overview". Данные настройки идентичны настройкам функций анализа в приложении Spectrum за исключением функции специальных маркеров, которые недоступны для работы с I/Q-данными.

В режиме работы MSRA доступна дополнительная линия анализа. Более подробно см. руководство пользователя по режиму MSRA R&S FSW.

Команды дистанционного управления, требуемые для выполнения данных задач? описаны в [главе 7 "Анализ"](#) на стр. 139.

Функции анализа исключительно для работы с I/Q-данными:

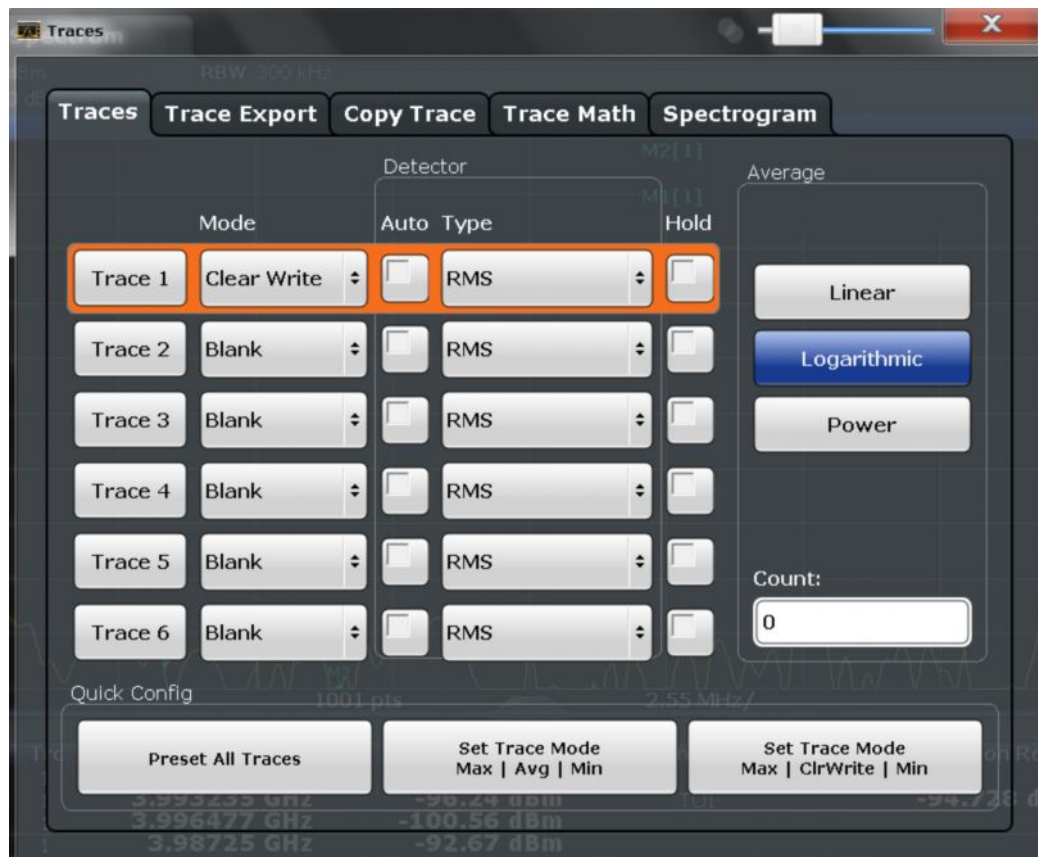
- [Настройки кривой](#) 139
- [Использование маркера](#) 142
- [Функции масштабирования](#) 153

7.1 Настройки кривой

Пользователь может конфигурировать настройки для 6 отдельных кривых.

Настройки кривой могут быть сконфигурированы с помощью клавиши TRACE в диалоговом окне "Traces" или во вкладке (по вертикали) "Traces" диалогового окна "Analysis".

Для режима I/Q Vector доступна работа только с одной кривой и запрещен выбор детектора.



Trace 1/Trace 2/Trace 3/Trace 4/Trace 5/Trace 6	140
Trace Mode	140
Detector.....	141
Hold.....	141
Average Mode	141
Predefined Trace Settings - Quick Config.....	142
Trace 1/Trace 2/Trace 3/Trace 4 (Softkeys)	142

Trace 1/Trace 2/Trace 3/Trace 4/Trace 5/Trace 6

Выбор конфигурируемой кривой. Текущая выбранная кривая подсвечивается оранжевым цветом.

Команда дистанционного управления:

Команды выполняются с необходимым индексом :TRACe<1...6>

Trace Mode

Определяет режим обновления последующих кривых.

"Clear Write"	Режим перезаписи: кривая перезаписывается при каждой развертке. Настройка по умолчанию.
"Max Hold"	Максимальное значение определяется и отображается после нескольких разверток. R&S FSW сохраняет результаты развертки в памяти кривой, только если новое значение больше предыдущего.
"Min Hold"	Минимальное значение определяется и отображается после нескольких разверток. R&S FSW сохраняет результаты развертки в памяти кривой, только если новое значение меньше предыдущего.

"Average"	Усреднение формируется после нескольких разверток. Параметр Sweep/Average Count определяет количество процедур усреднения.
"View"	Останавливается и отображается текущее содержимое памяти кривой.
"Blank"	Удаляет выбранную кривую с экрана.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>]:TRACe<t>:MODE`

Detector

Определяет детектор, используемый для анализа кривой.

Детектор кривой используется для объединения нескольких результатов оконных БПФ-функций для получения конечного спектра. (Примечание – В предыдущей версии R&S FSW для приложения I/Q Analyzer всегда использовался линейный усредняющий детектор.) При необходимости детектор кривой также используется для уменьшения количества вычисленных частотных точек (определяется длиной БПФ) для определения количества точек развертки. По умолчанию используется автопиковый детектор.

Примечание – Использование детектора, отличного от автопикового, и количества точек развертки менее 4096 может привести к получению неверных значений уровня. Более подробно см. "**Объединение результатов: детектор кривой**" на стр. 59.

"Auto"	Автоматический выбор оптимального детектора для используемой кривой и режима фильтрации. Настройка по умолчанию.
"Type"	Определение типа детектора.

Примечание – Если установлена опция измерений EMI (R&S FSW-K54) и выбран тип фильтра "CISPR", то для работы доступны другие детекторы, даже если EMI-измерения не активны.

Команда дистанционного управления:

`[SENSe:][WINDow:]DETEctor<trace>[:FUNCTION]`
`[SENSe:][WINDow:]DETEctor<t>[:FUNCTION]:AUTO`

Hold

Если функция активирована, кривые в режимах "Min Hold", "Max Hold" и "Average" не перезапускаются после изменения определенных параметров.

Обычно, измерения запускаются заново после изменения параметров, до того как измерения будут проанализированы (например, использование маркера). Во всех случаях, в которых требуются новые измерения, после измерения параметров кривая автоматически перезапускается, чтобы избежать отображения неверных результатов (например, при изменении диапазона). Приложения, которые после изменения параметров должны быть перезапущены, автоматически перезапускаются.

По умолчанию настройка отключена.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>]:TRACe<t>:MODE:HCONTinuous`

Average Mode

Определяет режим усреднения кривой по нескольким разверткам. Для каждой кривой могут быть использованы различные режимы усреднения.

Данная настройка может применяться, только если для кривой выбран режим "Average".

Количество усредняемых разверток определяется параметром "Sweep/Average Count" на стр. 133.

"Linear"	Уровень мощности до усреднения конвертируется в линейные единицы измерения. После усреднения данные снова конвертируются в исходные единицы измерения.
"Logarithmic"	Для логарифмических величин значения усредняются в дБмВт. Для линейных величин используется метод линейного усреднения.
"Power"	Активируют линейное усреднение мощности. Значения уровня мощности конвертируются в Вт перед усреднением. После усреднения данные снова конвертируются в исходные единицы измерения. Использование этого режима является также корректным для усреднения значений мощности в вольтах или амперах.

Команда дистанционного управления:

[SENSE:]AVERage<n>:TYPE

Predefined Trace Settings - Quick Config

Как правило, требуемые настройки кривых предварительно определены и могут быть быстро применены, при нажатии соответствующей кнопки.

Функция	Настройки кривой	
Предварительные установки для всех кривых	Trace 1:	Clear Write
	Traces 2-6:	Blank
Задание режима кривой Max Avg Min	Trace 1:	Max Hold
	Trace 2:	Average
	Trace 3:	Min Hold
	Traces 4-6:	Blank
Задание режима кривой Max ClrWrite Min	Trace 1:	Max Hold
	Trace 2:	Clear Write
	Trace 3:	Min Hold
	Traces 4-6:	Blank

Trace 1/Trace 2/Trace 3/Trace 4 (Функциональные клавиши)

Отображает настройки "Traces" и устанавливает фокус ввода на списке режимов "Mode" для выбора кривой.

Команда дистанционного управления:

DISPlay[:WINDow<n>]:TRACe<t>[:STATe]

7.2 Использование маркера

Для работы в приложении I/Q Analyzer доступны следующие настройки и функции маркера.



Для режима отображения "I/Q Vector" маркеры не доступны.



В приложении I/Q Analyzer, разрешение с которым может быть измерена частота с маркером, всегда соответствует полосе пропускания фильтра, которая является частью определенной частоты дискретизации (см. [раздел 5.1.1 "Частота дискретизации и максимальная рабочая полоса частот I/Q-данных для работы с ВЧ-входом"](#) на стр. 23).



Начиная с версии программного обеспечения 1.60, настройки маркера определяются в определенном окне, поскольку в одно время может быть отображено несколько диаграмм.

- [Параметры маркеров](#) 143
- [Параметры поиска с помощью маркеров и функции позиционирования](#) 147
- [Конфигурация функций маркеров](#) 151

7.2.1 Параметры маркеров

Параметры маркера могут быть сконфигурированы посредством функциональной клавиши MARKER или в диалоговом окне "Marker". Для отображения диалогового окна "Marker" выполнить одно из следующих действий:

- Нажать клавишу MKR, затем нажать функциональную клавишу "Marker Config".
- В окне "Overview" выбрать "Analysis" и переключиться на вертикальную вкладку "Marker".

Команды дистанционного управления, используемые для задания этих параметров, описаны в разделе 10.7.2.1 руководства на компакт-диске.

- [Настройка отдельных маркеров](#) 143
- [Основные параметры маркеров](#) 146

7.2.1.1 Настройка отдельных маркеров

Для каждого окна одновременно может быть включено до 17 маркеров или дельта-маркеров. Начальная установка маркеров производится в диалоговом окне "Marker".



Маркеры распределены между 3 вкладками для повышения удобства просмотра. По умолчанию, первый маркер задается в качестве обычного, при этом все остальные маркеры задаются в качестве дельта-маркеров по отношению к первому маркеру. Все маркеры относятся к кривой 1, но включен только первый маркер.

Selected Marker.....	144
Marker State.....	144
Marker Position (X-value).....	145
Marker Type.....	145
Reference Marker.....	145
Linking to Another Marker.....	145
Assigning the Marker to a Trace.....	145
Select Marker.....	146
All Markers Off.....	146

Selected Marker

Имя маркера. Маркер, выбранный для редактирования, подсвечивается оранжевым цветом.

Команда дистанционного управления:

Маркер выбирается с помощью индекса <m> в командах дистанционного управления.

Marker State

Включение или отключение маркера на диаграмме.

Команда дистанционного управления:

`CALCulate<n>:MARKer<m>[:STATE]`
`CALCulate<n>:DELTAmarker<m>[:STATE]`

Marker Position (X-value)

Задание позиции (значения по оси X) маркера на диаграмме.

Команда дистанционного управления:

`CALCulate<n>:MARKer<m>:X`

`CALCulate<n>:DELTamarker<m>:X`

Marker Type

Выбор типа маркера.

Тип маркера 1 всегда "Normal", тип дельта-маркера 1 всегда "Delta". Эти типы не могут быть изменены.

Примечание – Если обычный маркер 1 является активным, то при переключении типа маркера "Mkr Type" включится дополнительный дельта-маркер 1. Для любого другого маркера при переключении типа маркера не произойдет включения дополнительного маркера, а произойдет лишь переключение типа выбранного маркера.

"Normal" Обычный маркер отображает абсолютное значение на заданной позиции на диаграмме.

"Delta" Дельта-маркер определяет значение маркера по отношению к указанному опорному маркеру (маркер 1 по умолчанию).

Команда дистанционного управления:

`CALCulate<n>:MARKer<m>[:STATE]`

`CALCulate<n>:DELTamarker<m>[:STATE]`

Reference Marker

Задание маркера, который используется в качестве опорного для определения относительных результатов анализа (значений дельта-маркеров).

Команда дистанционного управления:

`CALCulate<n>:DELTamarker<m>:MREF`

Linking to Another Marker

Связь текущего маркера с маркером, выбранным из списка активных маркеров. При изменении значения по оси X исходного маркера, связанный маркер перемещается на эту же позицию по оси X. По умолчанию связь выключена.

С помощью этой функции могут быть заданы два маркера на различных кривых для измерения различий (например, между кривыми удержания максимума и минимума или между измерительной и опорной кривой).

Команда дистанционного управления:

`CALCulate<n>:MARKer<m1>:LINK:TO:MARKer<m2>`

`CALCulate<n>:DELTamarker<m1>:LINK:TO:MARKer<m2>`

`CALCulate<n>:DELTamarker<m>:LINK`

Assigning the Marker to a Trace

Параметр "Trace" назначает выбранный маркер активной кривой. Кривая определяет, какое значение отображается на позиции маркера. Если маркер был ранее назначен другой кривой, то он остается на предыдущей частоте и времени, но отображает значение новой кривой.

Маркер может быть назначен соответствующей активной кривой с помощью функциональной клавиши "Marker to Trace" в меню "Marker".

При выключении кривой назначенные маркеры и функции маркеров также выключаются.

Команда дистанционного управления:

`CALCulate<n>:MARKer<m>:TRACe`

Select Marker

Вызов диалогового окна для быстрого выбора и включения или выключения одного или более маркеров.



Команда дистанционного управления:

Маркер выбирается с помощью индекса <m> в командах дистанционного управления.

All Markers Off

Одновременное отключение всех маркеров.

Команда дистанционного управления:

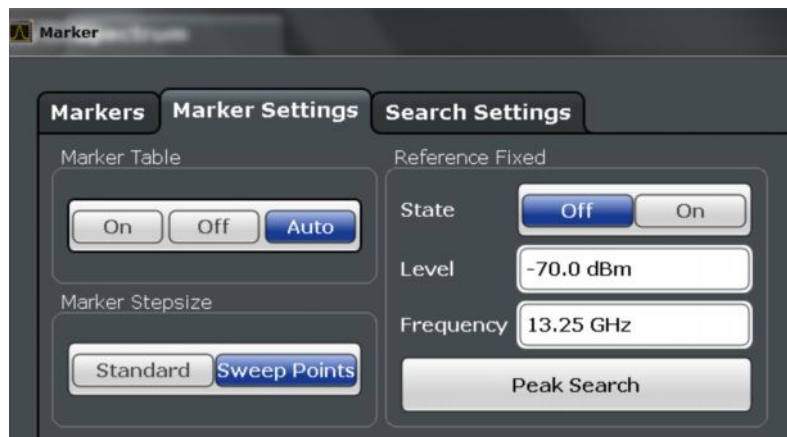
`CALCulate<n>:MARKer<m>:AOFF`

7.2.1.2 Основные параметры маркеров

Некоторые основные параметры маркера позволяют влиять на свойства всех маркеров.

Эти параметры находятся во вкладке "Marker Settings" диалогового окна "Marker". Для отображения этой вкладки следует выполнить одно из следующих действий:

- Нажать клавишу MKR, затем выбрать функциональную клавишу "Marker Config".
- В окне "Overview" выбрать "Analysis" и переключиться на вертикальную вкладку "Marker". Затем выбрать горизонтальную вкладку "Marker Settings".



Marker Table Display	147
Marker Stepsize.....	147

Marker Table Display

Определение вида отображения информации маркера.

- | | |
|--------|---|
| "On" | Отображение информации маркера в таблице в отдельной области под диаграммой. |
| "Off" | Отображение информации маркера в области диаграммы. |
| "Auto" | (По умолчанию) Отображение не более двух маркеров в области диаграммы. Если включено большее количество маркеров, то таблица маркеров отображается автоматически. |

Команда дистанционного управления:

`DISPlay:MTABLE`

Marker Stepsize

Задание размера шага, с которым посредством поворотной ручки перемещается позиция маркера.

- | | |
|----------------|---|
| "Standard" | Позиция маркера перемещается от одного пикселя отображения к другому. Эта настройка является стандартной и лучше всего подходит для перемещения маркера на больше расстояния. |
| "Sweep Points" | Позиция маркера перемещается от одной точки развертки к другой. Эта настройка необходима для размещения маркера с высокой точностью, если накопленное количество точек развертки превышает число пикселей, которые могут быть отображены на экране. |

Команда дистанционного управления:

`CALCulate:MARKer:X:SSIZE`

7.2.2 Параметры поиска с помощью маркеров и функции позиционирования

Для быстрой и простой установки маркеров на указанную позицию или для использования позиции текущего маркера для определения другого характеристического значения в приборе имеется несколько функций. Для определения позиции требуемого маркера может быть произведен поиск. На результаты поиска могут влиять определенные настройки.

Большинство функций размещения маркеров и параметры поиска доступны в меню MKR ->.

Доступ к параметрам поиска также может быть получен при нажатии клавиши MARKER или на вертикальной вкладке "Marker Config" диалогового окна "Analysis" (горизонтальная вкладка "Search Settings").



В режиме I/Q Analyzer настройки поиска для анализа "Real/Imag (I/Q)" содержат дополнительный параметр, см. "[Направление поиска пикового](#)" на стр. 150.

Команды дистанционного управления, необходимые для задания этих параметров, описаны в разделе 10.7.2.4 руководства на компакт-диске.

- [Параметры поиска с помощью маркеров](#) 148
- [Функции позиционирования](#) 150

7.2.2.1 Параметры поиска с помощью маркеров

Маркеры обычно используются для определения пиковых значений, т.е. максимального или минимального значений в измеренном сигнале. Параметры конфигурации могут влиять на результаты поиска пиковых значений.

Доступ к этим параметрам может быть получен с помощью функциональных клавиш в меню "Marker To" или на вкладке "Search Settings" диалогового окна "Marker". Для отображения этой вкладки выполнить одно из следующих действий:

- Нажать клавишу MKR, затем выбрать функциональную клавишу "Marker Config". Затем выбрать горизонтальную вкладку "Search Settings".
- В окне "Overview" выбрать "Analysis" и переключиться на вертикальную вкладку "Marker Config". Затем выбрать горизонтальную вкладку "Search Settings".



Search Mode for Next Peak	148
Peak Excursion	149
Search Limits	149
└ Search Limits (Left / Right)	149
└ Search Threshold	149
└ Using Zoom Limits	150
└ Deactivating All Search Limits	150
Branch for Peak Search	150

Search Mode for Next Peak

Выбор режима поиска следующего пика.

"Left"	Определение следующего максимума/минимума слева от текущего пика.
"Absolute"	Определение следующего максимума/минимума по обе стороны от текущего пика.
"Right"	Определение следующего максимума/минимума справа от текущего пика.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate<n>:DELTaMarker<m>:MAXimum:LEFT
CALCulate<n>:MARKer<m>:MAXimum:LEFT
CALCulate<n>:DELTaMarker<m>:MAXimum:NEXT
CALCulate<n>:MARKer<m>:MAXimum:NEXT
CALCulate<n>:DELTaMarker<m>:MAXimum:RIGHT
CALCulate<n>:MARKer<m>:MAXimum:RIGHT
CALCulate<n>:DELTaMarker<m>:MINimum:LEFT
CALCulate<n>:MARKer<m>:MINimum:LEFT
CALCulate<n>:DELTaMarker<m>:MINimum:NEXT
CALCulate<n>:MARKer<m>:MINimum:NEXT
CALCulate<n>:DELTaMarker<m>:MINimum:RIGHT
CALCulate<n>:MARKer<m>:MINimum:RIGHT
```

Peak Excursion

Задание минимального значения уровня, на которое сигнал должен возрасти или уменьшиться, для того, чтобы быть распознанным в качестве пика функциями поиска пиков.

Можно вводить значения от 0 до 80 дБ с интервалом 0,1 дБ. Значение отклонения по умолчанию 6 дБ.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate<n>:MARKer:PEXCursion
```

Search Limits

Результаты поиска могут быть ограничены за счет ограничения области поиска или добавления условий поиска.

Search Limits (Left / Right) ← Search Limits

При включенной функции для поиска пиков задаются и отображаются предельные линии. Детектируются только пики, находящиеся в ограниченном диапазоне поиска.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate:MARKer:X:SLIMits[:STATe]
CALCulate:MARKer:X:SLIMits:LEFT
CALCulate:MARKer:X:SLIMits:RIGHT
```

Search Threshold ← Search Limits

Задание абсолютного порогового значения в качестве дополнительного условия для поиска пиков. Детектируются только те пики, которые превышают пороговое значение.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate:THReshold
```

Using Zoom Limits ← Search Limits

При включенной функции поиск пиков ограничен активной областью масштабирования, заданной для одиночного масштабирования (см. главу 7.2 "Масштабируемые отображения").

Команда дистанционного управления:

`CALCulate:MARKer:X:SLIMits:ZOOM[:STATE]`

Deactivating All Search Limits ← Search Limits

Отключение всех ограничений диапазона поиска.

Команда дистанционного управления:

`CALCulate:MARKer:X:SLIMits[:STATE]`

`CALCulate:THReshold:STATE`

Branch for Peak Search

Определение данных, используемых маркером для функции поиска.

Данная функция доступно для отображения только для конфигурации "Real/Imag (I/Q)" (см. "Real/ Imag (I/Q)" на стр. 18).

Примечание – Настройки поиска применяются ко всем маркерам, а не только к выделенному маркеру.

"Real"

Функции поиска маркера выполняются на кривой вещественных квадратурных данных.

"Imag"

Функции поиска маркера выполняются на кривой мнимых квадратурных данных.

"Magnitude"

Функции поиска маркера выполняются по модулю данных I и Q.

Команда дистанционного управления:

`CALCulate<n>:MARKer:SEARCh`

7.2.2.2 Функции позиционирования

Следующие функции устанавливают текущий выбранный маркер на результат поиска пика или устанавливают другие характеристические значения на значение текущего маркера. Доступ к этим функциям может быть получен с помощью функциональных клавиш в меню "Marker To", которые отображаются при нажатии клавиши MKR ->.

Peak Search	151
Search Next Peak	151
Search Minimum	151
Search Next Minimum	151
Center Frequency = Marker Frequency	151
Reference Level = Marker Level	151

Peak Search

Установка выбранного маркера/дельта-маркера на максимум кривой. Если нет активных маркеров, включается маркер 1.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate<n>:MARKer<m>:MAXimum[:PEAK]
```

```
CALCulate<n>:DELTamarker<m>:MAXimum[:PEAK]
```

Search Next Peak

Установка выбранного маркера/дельта-маркера на следующий (меньший) максимум выбранной кривой. Если нет активных маркеров, включается маркер 1.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate<n>:MARKer<m>:MAXimum:NEXT
```

```
CALCulate<n>:DELTamarker<m>:MAXimum:NEXT
```

Search Minimum

Установка выбранного маркера/дельта-маркера на минимум кривой. Если нет активных маркеров, включается маркер 1.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate<n>:MARKer<m>:MINimum[:PEAK]
```

```
CALCulate<n>:DELTamarker<m>:MINimum[:PEAK]
```

Search Next Minimum

Установка выбранного маркера/дельта-маркера на следующий (большой) минимум выбранной кривой. Если нет активных маркеров, включается маркер 1.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate<n>:MARKer<m>:MINimum:NEXT
```

```
CALCulate<n>:DELTamarker<m>:MINimum:NEXT
```

Center Frequency = Marker Frequency

Установка центральной частоты на частоту выбранного маркера или дельта-маркера. Таким образом, пик может быть установлен в качестве центральной частоты, например, для проведения подробного анализа в небольшой полосе обзора.

Эта функция недоступна при измерениях с нулевой полосой обзора.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate<n>:MARKer<m>:FUNCTION:CENTer
```

Reference Level = Marker Level

Установка опорного уровня на уровень выбранного маркера.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate<n>:MARKer<m>:FUNCTION:REFerence
```

7.2.3 Конфигурация списка пиков маркеров

Для отображения диалогового окна "Marker Peak List" выполнить одно из следующих действий:

- Нажать клавишу MKR FUNC, затем выбрать функциональную клавишу "Marker Peak List".
- В окне "Overview" выбрать "Analysis" и переключиться на вертикальную вкладку "Peak List".



Peak List State	152
Sort Mode.....	152
Maximum Number of Peaks.....	152
Peak Excursion.....	152
Displaying Marker Numbers	153
Exporting the Peak List	153

Peak List State

Включение/выключение списка пиков маркеров. При включенной функции отображается список пиков и сами пики на отображении кривой.

Для каждого пика из списка приведены значения частоты/времени ("Stimulus") и уровня ("Response").

Команда дистанционного управления:

[CALCulate<n>:MARKer<m>:FUNctIon:FPEaks:STAT](#)

Sort Mode

Сортировка списка пиков в соответствии со значениями по оси X или по оси Y. В обоих случаях значения сортируются в порядке возрастания.

Команда дистанционного управления:

[CALCulate<n>:MARKer<m>:FUNctIon:FPEaks:SORT](#)

Maximum Number of Peaks

Определение максимального количества определяемых и отображаемых пиков.

Команда дистанционного управления:

[CALCulate<n>:MARKer<m>:FUNctIon:FPEaks:LIST:SIZE](#)

Peak Excursion

Задание минимального значения уровня, на которое сигнал должен возрасти или уменьшиться, для того чтобы быть распознанным в качестве пика функциями поиска пиков.

Может быть введено значение от 0 до 80 дБ с интервалом 0,1 дБ. Значение отклонения по умолчанию 6 дБ.

Команда дистанционного управления:

[CALCulate<n>:MARKer:PEXCursion](#)

Displaying Marker Numbers

По-умолчанию, номера маркеров отображаются на диаграмме и их легко можно найти в списке маркеров. Однако при большом количестве пиков отображение номеров маркеров может ухудшить читабельность; в таком случае, необходимо отключить отображение номеров маркеров.

Команда дистанционного управления:

```
CALCulate<n>:MARKer<m>:FUNction:FPEaks:ANNotation:LABel[:STATe]
```

Exporting the Peak List

Список пиков может быть экспортирован в ASCII-файл (.DAT) для анализа во внешнем приложении.

Команда дистанционного управления:

```
MMEMoRY:STORe:PEAK
FORMat:DEXPort:DSEParator
```

7.3 Функции масштабирования

Функции масштабирования доступны только на панели инструментов.

Single Zoom	153
Multiple Zoom	153
Restore Original Display	154
Deactivating Zoom (Selection mode).....	154

Single Zoom

При одиночном масштабировании текущая диаграмма заменяется новой, на которой отображается увеличенная область кривой. Эта функция может использоваться повторно до тех пор, пока не будет достигнута требуемая детализация.

Команда дистанционного управления:

```
DISPlay[:WINDow<n>]:ZOOM:STATe
DISPlay[:WINDow<n>]:ZOOM:AREA
```

Multiple Zoom

В режиме множественного масштабирования возможно одновременное увеличение нескольких различных областей кривой.

В обзорном окне индицируются области масштабирования на исходной кривой, при этом увеличенные области кривой отображаются в отдельных окнах. Область масштабирования, соответствующая отдельному увеличенному отображению, индицируется в нижнем правом углу между полосами прокрутки.

Команда дистанционного управления:

```
DISPlay[:WINDow<n>]:ZOOM:MULTiple<zoom>:STATe
DISPlay[:WINDow<n>]:ZOOM:MULTiple<zoom>:AREA
```

Restore Original Display



Возврат к исходному отображению и закрытие всех окон с увеличенным отображением.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>]:ZOOM:STATe` (одиночное масштабирование)

`DISPlay[:WINDow<n>]:ZOOM:MULTiple<zoom>:STATe` (для каждого окна при множественном масштабировании)

Deactivating Zoom (Режим выбора)



Выключение режима масштабирования; теперь при касании экрана будет происходить не увеличение, а выбор объекта.

Команда дистанционного управления:

`DISPlay[:WINDow<n>]:ZOOM:STATe` (одиночное масштабирование)

`DISPlay[:WINDow<n>]:ZOOM:MULTiple<zoom>:STATe` (для каждого окна при множественном масштабировании)

8 Работа с I/Q-данными

В следующих пошаговых инструкциях подробно описано выполнение различных задач при работе с I/Q-данными.

- [Выполнение измерений в приложении I/Q Analyzer](#)..... 155
- [Захват или выдача I/Q-данных с помощью опциональных интерфейсов \(R&S FSW-B17/-B71\)](#) 157
- [Процедура экспорта и импорта I/Q-данных](#)..... 161

8.1 Выполнение измерений в приложении I/Q Analyzer

В следующих пошаговых инструкциях подробно описано выполнение захвата I/Q-данных прибором R&S FSW и анализ данных в приложении I/Q Analyzer.



Выполнение измерений I/Q-данных во временной или частотной областях (только в режиме MSRA) описано в руководстве пользователя R&S FSW по MSRA.

- [Сбор модулирующих данных \(I/Q\) с ВЧ-входа](#) 155
- [Анализ данных в приложении I/Q Analyzer](#)..... 156

8.1.1 Захват модулирующих (I/Q) данных с ВЧ-входа


По умолчанию для приложения I/Q Analyzer I/Q-данные считаются модулированными на несущей частоте, они поступают на входной разъем RF INPUT прибора R&S FSW.

1. Нажать клавишу MODE на передней панели и выбрать приложение "I/Q Analyzer".
2. Выбрать функциональную клавишу "Overview" для отображения раздела "Overview" измерений приложения I/Q Analyzer.
3. Нажать клавишу "Input" для выбора и конфигурации источника входа "RF Input".
4. Нажать клавишу "Amplitude" для определения ослабления, опорного уровня и других настроек, которые влияют на амплитуду входного сигнала и масштабирование.
5. Нажать клавишу "Frequency" для определения центральной частоты входного сигнала.
6. Опционально, нажать клавишу "Trigger" и определить запуск сбора данных, например запуск типа IQ Power для запуска захвата данных только при превышении указанного уровня мощности.
7. Нажать клавишу "Bandwidth" для определения параметров полосы частот для сбора данных:

Выполнение измерений в приложении I/Q Analyzer

- "Sample rate" или "Analysis Bandwidth:" диапазон входного сигнала, захватываемого для анализа, или частота, с которой собираются отсчеты (оба параметра связаны)
 - Дополнительно, если установлена опция R&S FSW-B160/-B320, параметр "Maximum Bandwidth" зависит от того, требуется ли большая полоса частот или уменьшение паразитных помех.
 - "Measurement Time:" время, в течение которого происходит захват данных
 - "Record Length": количество отсчетов данных, которые должны быть захвачены (также определяется частотой дискретизации и временем измерения)
8. Нажать клавишу "Display Config" и выбрать не более семи требуемых отображений. Расположить их в соответствии с собственными предпочтениями.
 9. Выйти из режима SmartGrid.
 10. Запустить новую развертку с указанными настройками.

В режиме MSRA пользователь может остановить постоянный режим измерений с помощью функции Sequencer и выполнить однократный сбор данных:

 - а) Выбрать на панели инструментов значок Sequencer .
 - б) Установить значение состояния Sequencer как "OFF".
 - в) Нажать клавишу RUN SINGLE.

8.1.2 Анализ данных с помощью приложения I/Q Analyzer

1. Нажать клавишу MODE на передней панели и выбрать приложение "I/Q Analyzer".
2. Выбрать функциональную клавишу "Overview" для отображения раздела "Overview" измерений приложения I/Q Analyzer.
3. Нажать клавишу "Display Config" и выбрать не более семи требуемых отображений. Расположить их в соответствии с собственными предпочтениями.
4. Выйти из режима SmartGrid и выбрать функциональную клавишу "Overview" для того, чтобы заново открыть раздел "Overview".
5. Нажать клавишу "Analysis" в разделе "Overview" чтобы воспользоваться расширенными функциями анализа.
 - Сконфигурировать кривую для отображения усреднения по ряду разверток (вкладка "Trace"; при необходимости увеличить параметр "Average Count").
 - Сконфигурировать маркеры и дельта-маркеры для определения девиаций и смещений сигнала (на вкладке "Marker").

8.2 Захват или выдача I/Q-данных с помощью опциональных интерфейсов (R&S FSW-B17/-B71)

В следующих пошаговых инструкциях описано выполнение захвата I/Q-данных прибором R&S FSW с помощью цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) или аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71).

- [Захват данных с помощью опционального цифрового интерфейса модулирующих сигналов \(R&S FSW-B17\)](#) 157
- [Захват данных с аналогового модулирующего входа с помощью опционального аналогового интерфейса модулирующих сигналов \(R&S FSW-B71\)](#) 158
- [Захват данных с опционального модулирующего входного разъемов \(R&S FSW-B71\) как с ВЧ-входа](#) 160
- [Вывод I/Q-данных с помощью опционального цифрового интерфейса модулирующих сигналов](#) 161

8.2.1 Захват данных с помощью опционального цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17)

В качестве альтернативы захвата (аналоговых) I/Q-данных со стандартного ВЧ-входа на передней панели прибора R&S FSW, цифровые I/Q-данные могут быть захвачены с опционального **цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17)**, если он установлен.



Цифровой вход и цифровой выход не могут быть использованы одновременно.

1. Подключить прибор, с которого подается цифровой сигнал к разъему DIGITAL BASEBAND INPUT на задней панели прибора R&S FSW.
2. Нажать клавишу INPUT/OUTPUT на передней панели прибора R&S FSW.
3. Выбрать раздел "Input Source Config" и открыть вкладку "Digital IQ" для конфигурации цифрового интерфейса модулирующих сигналов.
Информация об обнаруженных устройствах будет показана в разделе "Connected Instrument".
4. Установить состояние источника сигнала "Digital IQ" в значение "On".
5. Определить "Sample Rate", которую обеспечивает подключенный прибор или установить режим "Auto" для автоматического установления частоты в соответствии с обнаруженным устройством.
6. Определить уровень и единицы измерения, которые соответствуют I/Q-отсчету с модулем "1", как "Full scale level", или выбрать режим "Auto" для автоматической подстройки к входному сигналу обнаруженного устройства.
7. Включить функцию "Adjust Reference Level to Full Scale Level" для подстройки опорного уровня к постоянным изменениям входного сигнала или нажать клавишу AMPТ для определения опорного уровня вручную. Выбрать функциональную клавишу "Amplitude Config" для изменения смещения опорного уровня или однократного автоматического установления уровня.

Захват или выдача I/Q-данных с помощью опциональных интерфейсов (R&S FSW-B17/-B71)

8. Нажать клавишу "Frequency" для определения центральной частоты входного сигнала.
9. Опционально, нажать клавишу "Trigger" и определить запуск сбора данных, например, запуск типа Baseband Power для запуска сбора данных только при превышении определенного уровня входной мощности.
10. Нажать клавишу "Bandwidth" и определить полосу пропускания сбора данных:
 - "Sample rate" (частота захвата отсчетов) или "Analysis Bandwidth:" (диапазон входного сигнала, захватываемого для анализа); оба параметра связаны.
 - Опционально, разрешить параметр "No Filter" для отключения цифрового фильтра децимации и увеличения анализируемой полосы частот до входной частоты дискретизации подключенного устройства.
 - "Measurement Time:" время, в течение которого происходит захват данных
 - "Record Length": количество отсчетов данных, которые должны быть захвачены (также определяется частотой дискретизации и временем измерения)
11. Нажать кнопку "Display Config" и выбрать не более семи требуемых отображений. Расположить их в соответствии с собственными предпочтениями.
12. Выйти из режима SmartGrid.
13. Запустить новую развертку с заданными параметрами.

8.2.2 Захват данных с аналогового модулирующего входа с помощью опционального аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71)

Аналоговый модулирующий сигнал может быть захвачен с помощью опционального аналогового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B71), если он установлен.

1. Подключить устройство, с которого аналоговый модулирующий сигнал подается на входные разъемы BASEBAND INPUT передней панели прибора R&S FSW. Для несимметричных входных сигналов можно использовать разъемы I или Q или оба сразу. Для дифференциальных входных сигналов подключить положительный вход к разъемам I и Q, а отрицательный – к разъемам \bar{I} and \bar{Q} .
2. Нажать клавишу INPUT/OUTPUT на передней панели прибора R&S FSW.
3. Выбрать раздел "Input Source Config" и открыть вкладку "Analog Baseband" для конфигурации аналогового интерфейса модулирующих сигналов.
 - а) Установить источник сигнала "Analog Baseband" в состояние "On".
 - б) Выбрать режим "I/Q Mode" в зависимости от сигнала на входных разъемах или его желаемой интерпретации.

Захват или выдача I/Q-данных с помощью опциональных интерфейсов (R&S FSW-B17/-B71)

- в) При необходимости изменить настройки входной конфигурации в зависимости от того, какой сигнал подается на вход – несимметричный или дифференциальный.
Необходимо обратить внимание, что поддерживается работа как с дифференциальными, так и с несимметричными пробниками. Однако поскольку для пробника используется только один разъем (BASEBAND INPUT I или Q), то в конфигурации входа должен быть установлен несимметричный тип. Тип пробника отображается во вкладке "Probes" диалогового окна Input.
- г) Если необходимо, например из-за смесителя или инверсных данных подключенного прибора, I и Q значения могут быть поменяны местами для корректного анализа.
- д) Если одна составляющая входного сигнала не представляет интереса (I/Q режим: "I only/ Low IF I" или "Q only/ Low IF Q"), то следует определить способ интерпретации сигнала: как модулированные или как реальные данные. Для модулированных данных для использования понижающего преобразования необходимо изменить параметр "Center Frequency". Выбрать значение от 10 Гц до 40 МГц (или 80 МГц с опцией R&S FSW-B71E).
4. Нажать клавишу AMPT и выбрать "Amplitude Config".
 5. Определить опорный уровень входа. Если подключен пробник, то необходимо учесть ослабление пробника при определении опорного уровня.
 6. Выбрать максимальный уровень мощности, ожидаемый на входном разъеме BASEBAND INPUT с помощью параметра "Full scale level", или выбрать режим "Auto" для автоматической подстройки с выбранным опорным уровнем.
 7. Опционально, нажать клавишу "Trigger" и определить запуск сбора данных, например, запуск типа Baseband Power для запуска сбора данных только при превышении определенного уровня входной мощности.
 8. Нажать клавишу MEAS CONFIG и выбрать "Data Acquisition" для конфигурирования настроек захвата сигнала.
 - "Sample rate" (частота дискретизации анализируемых данных) или "Analysis Bandwidth" (диапазон полосы частот, в котором сигнал остается неизменным при применении цифрового фильтра децимации, т.е. остается неискаженным; этот диапазон может использоваться для точного анализа с помощью R&S FSW; оба параметра связаны)
 - "Measurement Time:" время, в течение которого происходит захват данных
 - "Record Length": количество отсчетов данных, которые должны быть захвачены (также определяется частотой дискретизации и временем измерения)
 9. Нажать кнопку "Display Config" и выбрать не более семи требуемых отображений.
Для анализа комплексного спектра аналогового модулирующего сигнала, например, выбрать отображение результатов в режиме Spectrum (и I/Q режим "I+jQ" во входных настройках). Отображаемый диапазон связан с выбранной частотой дискретизации.
Расположить их в соответствии с собственными предпочтениями.
 10. Выйти из режима SmartGrid.
 11. Запустить новую развертку с заданными параметрами.

8.2.3 Захват данных с опциональных входных разъемов модулирующего сигнала (R&S FSW-B71) как с ВЧ-входа

ВЧ сигналы могут быть поданы на вход через опциональные разъемы BASEBAND INPUT, если установлена опция аналогового интерфейса модулирующих сигналов (опция R&S FSW-B71). Таким образом, ВЧ-сигналы могут быть поданы на вход с помощью активных R&S пробников. Затем входной сигнал с пробника может обрабатываться как с обычного ВЧ-входа.

1. Подключить прибор (например, пробник) который обеспечивает аналоговый модулирующий сигнал с модуляцией на несущей частоте к разъему BASEBAND INPUT I на передней панели прибора R&S FSW.
2. Нажать клавишу INPUT/OUTPUT на передней панели прибора R&S FSW.
3. Выбрать раздел "Input Source Config" для конфигурации источника сигнала "Radio Frequency".
4. Установить состояние источника сигнала "Radio Frequency" в значение "On".
5. Для параметра "Input Connector", выбрать "Baseband Input I".
6. Нажать клавишу "Amplitude" для определения ослабления, опорного уровня и других настроек, которые влияют на амплитуду входного сигнала и масштабирование.
7. Нажать клавишу "Frequency" для определения центральной частоты входного сигнала.
8. Опционально, нажать клавишу "Trigger" и определить запуск сбора данных, например, запуск типа IQ Power для запуска сбора данных только при превышении указанного уровня мощности.
9. Нажать клавишу "Bandwidth" для определения параметров полосы частот для сбора данных:
 - "Sample rate" или "Analysis Bandwidth:" диапазон входного сигнала, захватываемого для анализа, или частота, с которой собираются отсчеты (оба параметра связаны)
 - Дополнительно, если установлена опция R&S FSW-B160/-B320, параметр "Maximum Bandwidth" зависит от того, требуется ли большая полоса частот или уменьшение паразитных помех.
 - "Measurement Time:" время, в течение которого происходит захват данных
 - "Record Length": количество отсчетов данных, которые должны быть захвачены (также определяется частотой дискретизации и временем измерения)
10. Нажать кнопку "Display Config" и выбрать не более семи требуемых отображений. Расположить их в соответствии с собственными предпочтениями.
11. Выйти из режима SmartGrid.
12. Запустить новую развертку с указанными настройками.

8.2.4 Вывод I/Q-данных с помощью опционального цифрового интерфейса модулирующих сигналов(R&S FSW-B17)

I/Q-данные, обработанные приложением I/Q Analyzer, могут быть поданы на выход опционального **цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17), если он установлен.**



Цифровой вход и цифровой выход не могут быть использованы одновременно.


1. Подключить прибор, на который подается цифровой сигнал, к разъему DIGITAL BASEBAND INPUT на задней панели прибора R&S FSW.
2. Нажать клавишу INPUT/OUTPUT на передней панели прибора R&S FSW.
3. Выбрать раздел "Output Config" открыть вкладку "Digital IQ" для конфигурации цифрового модулирующего выхода.
Информация об обнаруженных устройствах будет показана в разделе "Connected Instrument". Выходные настройки становятся доступными только после обнаружения прибора.
4. Для параметра "Digital Baseband Output" установить значение "On".
5. Если максимальная частота дискретизации, отображаемая для детектированного выходного прибора, ниже, чем текущая заданная частота дискретизации I/Q Analyzer, следует нажать клавишу MEAS CONFIG и выбрать "Data Acquisition" для изменения настройки "Sample Rate".
6. Нажать клавишу "Frequency" для определения центральной частоты входного сигнала.
7. Опционально, нажать клавишу "Trigger" и определить запуск сбора данных, например, запуск типа Baseband Power для запуска сбора данных только при превышении определенного уровня входной мощности.
8. Нажать кнопку "Display Config" и выбрать не более семи требуемых отображений. Расположить их в соответствии с собственными предпочтениями.
9. Выйти из режима SmartGrid.
10. Запустить новую развертку с заданными параметрами.
Захваченные данные будут непрерывно записываться на разъем цифрового выхода модулирующего сигнала.

8.3 Процедура экспорта и импорта I/Q-данных




I/Q-данные могут быть экспортированы только из приложений для обработки I/Q-данных, например, из приложения I/Q Analyzer или из других опциональных приложений.

Захват и экспорт I/Q-данных

1. Нажать клавишу PRESET.
2. Нажать клавишу MODE и выбрать функцию "IQ Analyzer" или любой другой режим работы с поддержкой I/Q-данных.
3. Настроить процедуру сбора данных.
4. Нажать клавишу RUN SINGLE, чтобы выполнить измерение с однократной разверткой.
5. Выбрать значок  "Save" на панели инструментов.
6. Нажать функциональную клавишу "I/Q Export".
7. В диалоговом окне выбора файла выбрать место хранения и имя файла.
8. Нажать кнопку "Save".

Собранные данные будут сохранены в файле с расширением.iq.tar.

Импорт I/Q-данных

1. Нажать клавишу MODE и выбрать функцию "IQ Analyzer" или любой другой режим работы с поддержкой I/Q-данных.
2. При необходимости, переключиться в режим однократной развертки нажатием клавиши RUN SINGLE.
3. Выбрать значок  "Open" на панели инструментов.
4. Нажать функциональную клавишу "I/Q Import".
5. Выбрать место хранения и имя файла с расширением.iq.tar.
6. Нажать кнопку "Open".

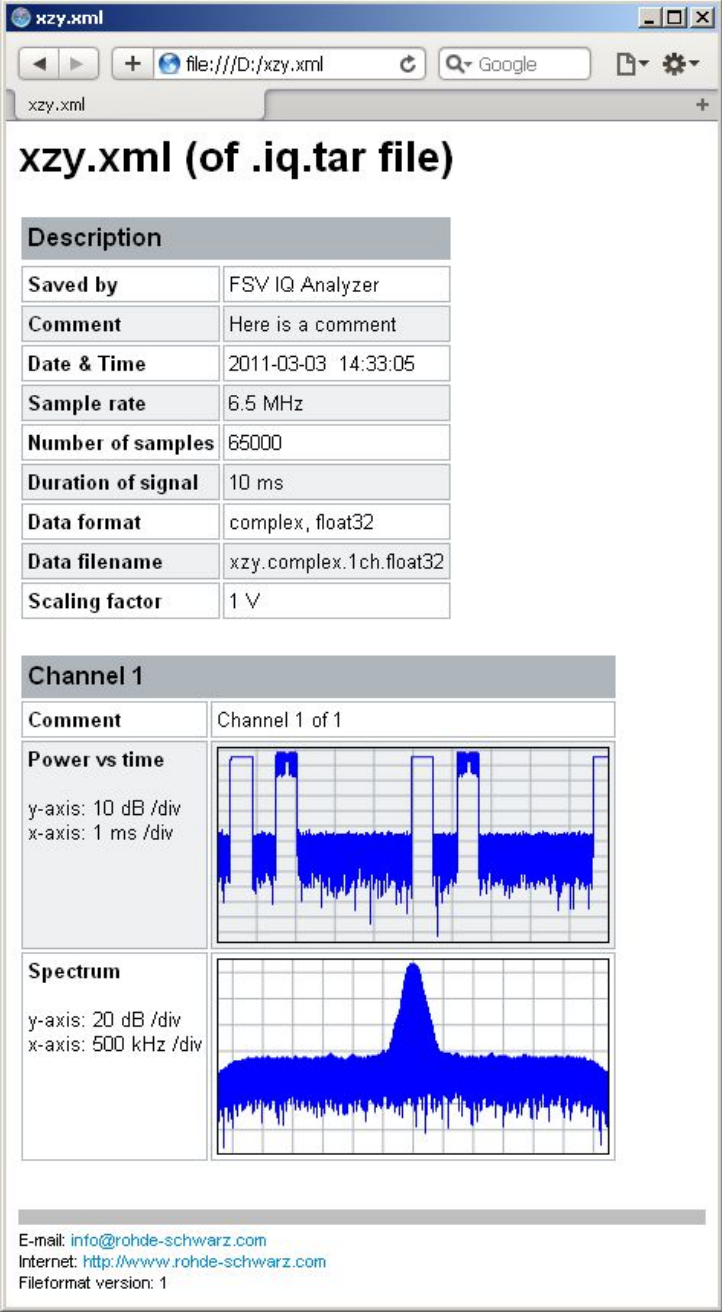
Сохраненные данные будут загружены из файла и отображены в текущем приложении.

Предварительный просмотр I/Q-данных в веб-браузере

I/Q-данные из файлов формата iq-tar могут быть просмотрены в веб-браузере.

1. С помощью архиватора (например, WinZip® или PowerArchiver®) распаковать файл iq-tar в каталог.
2. Перейти в каталог с помощью проводника Windows Explorer.
3. Открыть веб-браузер.

4. Перетащить XML-файл с I/Q-данными, например, `example.xml`, в веб-браузер.



The screenshot shows a web browser window with the address bar displaying `file:///D:/xzy.xml`. The page title is `xzy.xml`. The main content area displays the title **xzy.xml (of .iq.tar file)** and a **Description** table.

Description	
Saved by	FSV IQ Analyzer
Comment	Here is a comment
Date & Time	2011-03-03 14:33:05
Sample rate	6.5 MHz
Number of samples	65000
Duration of signal	10 ms
Data format	complex, float32
Data filename	xzy.complex.1ch.float32
Scaling factor	1 V

Below the description table is a section for **Channel 1** with a **Comment** of "Channel 1 of 1".

The **Power vs time** plot shows a signal with a y-axis of 10 dB/div and an x-axis of 1 ms/div. The plot displays a series of pulses with a high-frequency carrier wave.

The **Spectrum** plot shows a signal with a y-axis of 20 dB/div and an x-axis of 500 kHz/div. The plot displays a single sharp peak in the center of the frequency range.

At the bottom of the page, there is contact information: E-mail: info@rohde-schwarz.com, Internet: <http://www.rohde-schwarz.com>, and Fileformat version: 1.

9 Оптимизация и устранение проблем при измерении

Если результаты измерений не удовлетворяют ожиданиям пользователя, следует попробовать следующие методы оптимизации:

Сообщения об ошибках

Если во время сбора I/Q-данных или вывода данных с помощью цифрового интерфейса модулирующих сигналов (R&S FSW-B17) происходит ошибка, то в панели состояния появляется сообщение. При ошибке в процессе сбора данных устанавливается бит состояния в регистре `STATUS:QUESTIONABLE:SYNC`. При ошибке, относящейся к соединению прибора и цифрового интерфейса, для модулирующих сигналов устанавливается бит в регистре состояния `:QUESTIONABLE:DIQ`. см. раздел 10.10 руководства на компакт-диске.

В следующих таблицах описаны наиболее распространенные проблемы и возможные решения.

Таблица 9-1 – Ошибки сбора I/Q-данных при использовании цифрового интерфейса модулирующих сигналов (B17) и возможные решения

Сообщение	Возможные решения
"Sample rate too high in respect to input sample rate!"	<ul style="list-style-type: none"> Уменьшить частоту дискретизации Увеличить входную частоту дискретизации (см. таблицу 5-4)
"Sample rate too low in respect to input sample rate!"	<ul style="list-style-type: none"> Увеличить частоту дискретизации Уменьшить входную частоту дискретизации (см. таблицу 5-4)
"Number of IQ Capture samples too high!"	<ul style="list-style-type: none"> Увеличить количество собираемых I/Q-отсчетов Уменьшить частоту дискретизации или увеличить входную частоту дискретизации для уменьшения отношения "частота дискретизации/входная частота дискретизации"
Ключевое слово "DATA ERR"	<ul style="list-style-type: none"> Заново установить цифровое I/Q подключение <p>ПРИМЕЧАНИЕ – Если данная ошибка отображается снова, то это может означать неисправность цифрового I/Q LVDS кабеля или передающего или приемного устройства.</p>
Ключевое слово "PLL UNLOCKED"	<ul style="list-style-type: none"> Заново установить цифровое I/Q подключение после восстановления тактовой частоты от входного прибора

Таблица 9-2 – Ошибки вывода I/Q-данных при использовании цифрового интерфейса модулирующих сигналов (B17) и возможные решения

Сообщение	Возможные решения
"Sample rate exceeds limit of connected instrument on Digital I/Q OUT port!"	<ul style="list-style-type: none"> Уменьшить частоту дискретизации
Ключевое слово: "FIFO OVLD"	<p>Частота дискретизации подключенного прибора больше входной частоты дискретизации, установленной на R&S FSW.</p> <ul style="list-style-type: none"> Уменьшить частоту дискретизации подключенного прибора Увеличить входную частоту дискретизации в настройках прибора R&S FSW

А Приложение: справочная информация

A.1	Описание разъема LVDS	318
A.2	Форматы возвращаемых значений: ASCII и двоичный	319
A.3	Справочная информация: формат описания файлов I/Q-данных	320
A.4	Формат файла I/Q-данных (iq-tar)	322
A.4.1	Спецификация файлов XML I/Q параметров	323
A.4.2	Двоичный файл I/Q-данных	326

A.1 Описание разъема LVDS

Цифровой интерфейс для модулирующих сигналов R&S предназначен для работы с последовательным LVDS интерфейсом. Для перехода к другим интерфейсам промышленных стандартов следует использовать интерфейсный модуль R&S EX-IQ-BOX (см. "Руководство по работе с интерфейсным модулем для внешних сигналов R&S EX-IQ-BOX").

Разъем LVDS – это 26-контактный ленточный гнездовой разъем 0.050" Mini D (например: серии 3M 102XX-1210VE).



Для подключения необходимо использовать кабели, поставляемые в комплекте с интерфейсным модулем R&S EX-IQ-BOX или кабель R&S@SMU-Z6 (код заказа: 1415.0201.02).

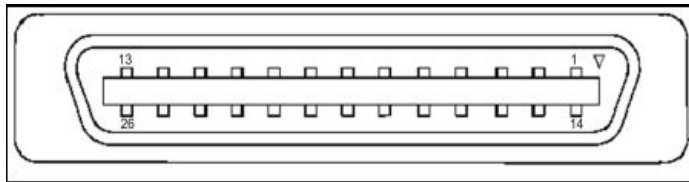


Рис. 1-1 – Разъем LVDS на передней панели прибора R&S FSW, вид спереди

В [таблице 1-1](#) приведены мультиплексированные данные на выходе LVDS передатчика.

Таблица 1-1 – Описание контактов разъема LVDS

Контакт	Сигнал	Уровень	Описание
1			Контакт зарезервирован для использования в дальнейшем
2	GND	0V	Заземление, экранирован парой 1-14, для использования в дальнейшем
3	SDAT0_P	LVDS	Положительный контакт канала 0 последовательных данных; для передачи битов VALID, ENABLE, MARKER_1 (GP4), Reserve_1 (GP2), RE_0, RE_1
4	SDAT1_P	LVDS	Положительный контакт канала 1 последовательных данных; для передачи битов RE_2, RE_3, RE_4, RE_5, RE_6, RE_7
5	SDAT2_P	LVDS	Положительный контакт канала 2 последовательных данных; для передачи битов RE_8, RE_9, RE_10, RE_11, RE_12, RE_13
6	CLK1_P	LVDS	Положительный контакт тактовой частоты 1; частота для передачи по LVDS соединению

Форматы возвращаемых значений: ASCII и двоичный

Контакт	Сигнал	Уровень	Описание
7	S_CLK	TTL	(для использования в дальнейшем)
8	+5VD	+5.0V	Напряжение питания (для использования в дальнейшем)
9	SDAT3_P	LVDS	Положительный контакт канала 3 последовательных данных; для передачи битов RE_14, RE_15, RE_16, RE_17, RE_18, RE_19
10	SDAT4_P	LVDS	Положительный контакт канала 4 последовательных данных; для передачи битов TRIGGER_1 (GP0), TRIGGER_2 (GP1), MARKER_2 (GP5), Reserve_2 (GP3), IM_0, IM_1
11	SDAT5_P	LVDS	Положительный контакт канала 5 последовательных данных; для передачи битов IM_2, IM_3, IM_4, IM_5, IM_6, IM_7
12	SDAT6_P	LVDS	Положительный контакт канала 6 последовательных данных; для передачи битов IM_8, IM_9, IM_10, IM_11, IM_12, IM_13
13	SDAT7_P	LVDS	Положительный контакт канала 7 последовательных данных; для передачи битов IM_14, IM_15, IM_16, IM_17, IM_18, IM_19
14			Контакт зарезервирован для использования в дальнейшем
15	SDAT0_M	LVDS	Отрицательный контакт канала 0
16	SDAT1_M	LVDS	Отрицательный контакт канала 1
17	SDAT2_M	LVDS	Отрицательный контакт канала 2
18	CLK1_M	LVDS	Отрицательный контакт частоты 1
19	DGND	0V	Заземление; возврат тока через землю 5 В напряжения питания (для использования в дальнейшем)
20	S_DATA	TTL	(для использования в дальнейшем)
21	SDAT3_M	LVDS	Отрицательный контакт канала 3
22	SDAT4_M	LVDS	Отрицательный контакт канала 4
23	SDAT5_M	LVDS	Отрицательный контакт канала 5
24	SDAT6_M	LVDS	Отрицательный контакт канала 6
25	SDAT7_M	LVDS	Отрицательный контакт канала 7
26	GND	0V	LVDS заземление; экранирование линий передачи и кабеля

A.2 Форматы возвращаемых значений: ASCII и двоичный

Когда данные кривой получены с помощью команды TRAC:DATA or TRAC:IQ:DATA, данные возвращаются в формате, заданным пользователем `FORMat[:DATA]`. Здесь описаны возможные форматы возвращаемых значений.

- Формат ASCII (FORMat ASCII):
Данные сохраняются в виде списка значений измеренных величин, разделенных запятыми, в формате с плавающей запятой.
- Двоичный формат (FORMat REAL,32):

Справочная информация: описание формата файлов с I/Q-данными

Данные сохраняются в двоичном виде (блочные данные заданной длины в соответствии с IEEE 488.2), каждое измеренное значение имеет 32-битный формат IEEE 754 плавающей запятой.

Структура результирующей строки:

#41024<value1><value2>...<value n> , где

#4	количество цифр (= 4 в примере) в следующих байтах данных
1024	количество следующих байт данных (= 1024 в примере)
<Value>	4-байтное значение с плавающей запятой



Считывание данных в двоичном формате происходит быстрее, чем в формате ASCII. Таким образом, двоичный формат рекомендуется использовать для больших объемов данных.

A.3 Справочная информация: описание формата файлов с I/Q-данными

В данном разделе описана передача I/Q-данных в память с помощью команд дистанционного управления (см. команду [TRACe: IQ:DATA:FORMat](#)).

Более подробно о формате отдельных значений см. [раздел A.2 "Форматы возвращаемых значений: ASCII и двоичный"](#).

Более подробно о формате файлов экспорта I/Q-данных (при использовании функции "I/Q Export") см. руководство пользователя R&S FSW.

Справочная информация: описание формата файлов с I/Q-данными

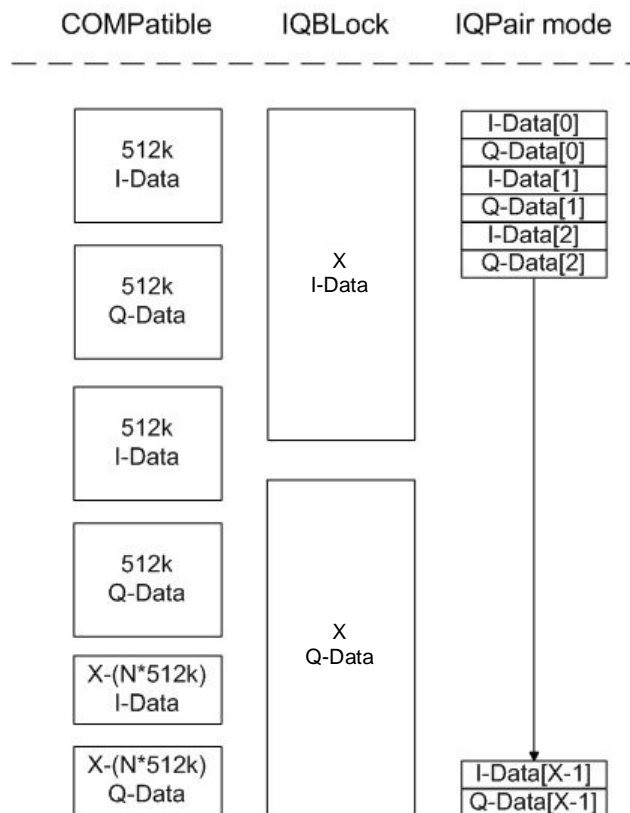


Рис. 1-2 – Форматы I/Q-данных

Примечание – 512k соответствуют 524288 отсчетам

Для получения максимальной производительности следует использовать формат "Compatible" или "IQPair". При работе с большими объемами данных для улучшения производительности следует использовать двоичный формат.

Для двоичного формата номера I- и Q-данных вычисляются следующим образом:

$$\# \text{ of } I\text{-Data} = \# \text{ of } Q\text{-Data} = \frac{\# \text{ of } \text{DataBytes}}{8}$$

Для формата "QBLock" смещение Q-данных в выходном буфере вычисляется следующим образом:

$$Q\text{-Data} - \text{Offset} = \frac{(\# \text{ of } \text{DataBytes})}{2} + \text{LengthIndicatorDigits}$$

где "LengthIndicatorDigits" – количество цифр индикатора длины, включая символ #. В примере, приведенном выше (#41024...), значение "LengthIndicator-Digits" равно 6, а смещение Q-данных составляет 512 + 6 = 518.

A.4 Формат файла I/Q-данных (iq-tar)

I/Q-данные хранятся в файле с расширением `.iq.tar`. В `iq-tar` файле содержатся I/Q-данные в двоичном формате, а также метаинформация, в которой описаны характер и источник данных, например, частота дискретизации. Особенностью формата файлов `iq-tar` является отделение I/Q-данных от метаинформации, при этом то и другое находится в одном файле. Кроме того, данный формат файлов позволяет просматривать I/Q-данные в браузере и позволяет добавлять данные пользователя.

Модуль `iq-tar` пакует несколько файлов в один архивный файл `.tar`. Файл формата `.tar` может быть распакован с помощью стандартных программ архивации (см. http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_file_archivers) доступных для работы в большинстве операционных систем. Преимуществом файлов `.tar` является то, что файлы, архивированные в `.tar` файле, не изменяются (не сжимаются) и I/Q-данные могут быть считаны напрямую, без необходимости распаковки (`untar`) `.tar` файла.



Примеры файлов iq-tar

При наличии опционального приложения R&S FSW VSA (R&S FSW-K70), можно посмотреть несколько примеров `iqtar` файлов в каталоге `C:/R_S/Instr/user/vsa/DemoSignals` прибора R&S FSW.

Содержание файлов

Файл `iq-tar` должен содержать следующие файлы:

- **XML файл I/Q параметров**, например, `xyz.xml`
Содержит метаинформацию об I/Q-данных (например, частоту дискретизации). Название файла может быть любым, но в `iq-tar` файле должен быть только один файл XML файл I/Q-параметров.
- **двоичный файл I/Q-данных**, например, `xyz.complex.float32`
Содержит двоичные I/Q-данные всех каналов. В `iq-tar` файле должен быть только один двоичный файл I/Q-данных.

Опционально `iq-tar` файл может содержать следующий файл:

- **XSLT файл предварительного просмотра I/Q-данных**, например, `open_IqTar_xml_file_in_web_browser.xslt`
Содержит таблицу стилей отображения XML файла I/Q параметров и предварительного просмотра I/Q-данных в веб-браузере.
Пример таблицы стилей доступен по следующей ссылке http://www.rohde-schwarz.com/file/open_IqTar_xml_file_in_web_browser.xslt.

А.4.1 Спецификация XML файла I/Q параметров



Содержание XML файла I/Q параметров должно соответствовать схеме XML `RsIqTar.xsd`, доступной по следующей ссылке: <http://www.rohde-schwarz.com/file/RsIqTar.xsd>.

В частности, должен соблюдаться порядок XML элементов, то есть `iq-tar` модуль использует "ordered XML schema" (схема действий XML). Перед работой с файлом `iq-tar` формата необходимо убедиться в соответствии XML файла заданной схеме.

В следующем примере показан XML файл I/Q параметров. Пояснения по XML элементам и атрибутам находятся ниже.

Образец XML файла I/Q параметров: `xyz.xml`

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<?xml-stylesheet type="text/xsl"
href="open_IqTar_xml_file_in_web_browser.xslt"?>
<RS_IQ_TAR_FileFormat fileFormatVersion="1"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="RsIqTar.xsd"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance">
  <Name>FSV-K10</Name>
  <Comment>Here is a comment</Comment>
  <DateTime>2011-01-24T14:02:49</DateTime>
  <Samples>68751</Samples>
  <Clock unit="Hz">6.5e+006</Clock>
  <Format>complex</Format>
  <DataType>float32</DataType>
  <ScalingFactor unit="V">1</ScalingFactor>
  <NumberOfChannels>1</NumberOfChannels>
  <DataFilename>xyz.complex.float32</DataFilename>
  <UserData>
    <UserDefinedElement>Example</UserDefinedElement>
  </UserData>
  <PreviewData>...</PreviewData>
</RS_IQ_TAR_FileFormat>
```

Элемент	Описание
RS_IQ_TAR_FileFormat	Корневой элемент XML файла. Должен содержать атрибут <code>fileFormatVersion</code> который включает число, определяющее формат файла. В примере используется <code>fileFormatVersion "2"</code> .
Name	Опционально: описание устройства или приложения, в котором был создан данный файл.
Comment	Опционально: текст с описанием содержания файла.
DateTime	Содержит дату и время создания файла. Формат записи: <code>xs:dateTime</code> (см. <code>RsIqTar.xsd</code>).

Формат файла I/Q-данных (iq-tar)

Элемент	Описание
Samples	<p>Содержит количество отсчетов I/Q-данных. Для мультисканальных сигналов все каналы имеют одинаковое количество отсчетов. Отсчеты соответствуют одному из вариантов:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Комплексное число, представленное в виде пары значений - I и Q • Комплексное число, представленное в виде пары значений - модуль и фаза • Вещественное число, представленное в виде одного вещественного значения <p>См. также элемент <code>Format</code>.</p>
Clock	<p>Содержит тактовую частоту в Гц, то есть частоту дискретизации I/Q-данных. Как правило, генератор сигнала выдает I/Q-данные с частотой, соответствующей тактовой частоте. Если I/Q-данные были собраны с помощью анализатора сигналов, то анализатор сигналов использует тактовую частоту в качестве частоты дискретизации. Атрибут <code>unit</code> должен быть установлен в "Hz".</p>
Format	<p>Определяет формат сохранения двоичных данных в двоичный файл I/Q-данных (см. элемент <code>DataFilename</code>). Все отсчеты записываются в одинаковом формате. Формат может быть следующим:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <code>complex</code>: комплексное число в декартовом формате, то есть чередуемые I и Q значения. I и Q – безразмерные значения • <code>real</code>: вещественное число (безразмерное) • <code>polar</code>: комплексное число в полярном формате, то есть чередуемые значения модуля (безразмерное) и фазы (радианы). Требование: <code>DataType = float32</code> или <code>float64</code>
DataType	<p>Определяет двоичный формат, используемый для отсчетов I/Q-данных в двоичном файле (см. элемент <code>DataFilename</code> и раздел A.4.2 "Двоичный файл I/Q-данных"). Используются следующие типы данных:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <code>int8</code>: 8-битное знаковое целое значение • <code>int16</code>: 16-битное знаковое целое значение • <code>int32</code>: 32-битное знаковое целое значение • <code>float32</code>: 32-битное значение с плавающей запятой (IEEE 754) • <code>float64</code>: 64-битное значение с плавающей запятой (IEEE 754)
ScalingFactor	<p>Опционально: описывает способ преобразования двоичных данных в вольты. Двоичные I/Q-данные сами по себе не имеют единиц измерения. Для получения значения I/Q отсчета в вольтах, сохраненные отсчеты должны быть умножены на значение <code>ScalingFactor</code>. При работе с полярными данными умножается только модуль. При работе с мультисканальными сигналами коэффициент <code>ScalingFactor</code> применяется во всем каналам.</p> <p>Атрибут <code>unit</code> должен быть установлен как "v".</p> <p>Значение <code>ScalingFactor</code> должно быть > 0. Если элемент <code>ScalingFactor</code> не определен, то по умолчанию принимается значение, равное 1 В.</p>
NumberOfChannels	<p>Опционально: определяет номер канала, например, для MIMO сигнала, содержащегося в двоичном файле I/Q-данных. При мультисканальных измерениях I/Q отсчеты каналов в файле I/Q-данных чередуются (см. раздел A.4.2 "Двоичный файл I/Q-данных"). Если элемент <code>NumberOfChannels</code> не определен, то количество каналов принимается равным одному.</p>
DataFilename	<p>Содержит название двоичного файла I/Q-данных, являющегося частью <code>iq-tar</code> файла.</p> <p>Рекомендуется использовать следующий тип имени файла <code><xyz>.<Format>.<Channels>ch.<Type></code></p> <ul style="list-style-type: none"> • <code><xyz></code> = имя файла так, как оно отображается в системе Windows • <code><Format></code> = <code>complex</code>, <code>polar</code> или <code>real</code> (см. элемент <code>Format</code>) • <code><Channels></code> = количество каналов (см. элемент <code>NumberOfChannels</code>) • <code><Type></code> = <code>float32</code>, <code>float64</code>, <code>int8</code>, <code>int16</code>, <code>int32</code> или <code>int64</code> (см. элемент <code>DataType</code>) <p>Примеры:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <code>xyz.complex.1ch.float32</code> • <code>xyz.polar.1ch.float64</code> • <code>xyz.real.1ch.int16</code> • <code>xyz.complex.16ch.int8</code>

Элемент	Описание
UserData	Опционально: содержит XML данные пользователя, приложения или прибора, которые не являются частью iq-tar спецификации. Данный элемент может использоваться для хранения дополнительной информации, например, аппаратной конфигурации. Пользовательские данные должны соответствовать XML формату.
PreviewData	Опционально: содержит дополнительные XML элементы, которые обеспечивают предварительный просмотр I/Q-данных. Данные предварительного просмотра определяются подпрограммой, сохраняющей iq-tar файл (например, R&S FSW). Для определения данного элемента следует обратиться к схеме RsIqTar.xsd. Следует обратить внимание, что предварительный просмотр может быть осуществлен веб-браузером, с запрещенной опцией JavaScript и при наличии таблицы стилей XSLT open_IqTar_xml_file_in_web_browser.xslt.

Пример: ScalingFactor (Коэффициент масштабирования)

Данные сохранены в формате int16 и требуемое значение полной шкалы составляет 1 В

$$\text{ScalingFactor} = 1 \text{ В} / \text{максимальное значение int16} = 1 \text{ В} / 2^{15} = 3.0517578125e-5 \text{ В}$$

Scaling Factor	Числовое значение	Числовое значение x ScalingFactor
Максимальное (отрицательное) значение int16	$-2^{15} = -32768$	-1 В
Максимальное (положительное) значение int16	$2^{15}-1 = 32767$	0.999969482421875 В

Пример: PreviewData в XML

```
<PreviewData>
  <ArrayOfChannel length="1">
    <Channel>
      <PowerVsTime>
        <Min>
          <ArrayOfFloat length="256">
            <float>-134</float>
            <float>-142</float>
            ...
            <float>-140</float>
          </ArrayOfFloat>
        </Min>
        <Max>
          <ArrayOfFloat length="256">
            <float>-70</float>
            <float>-71</float>
            ...
            <float>-69</float>
          </ArrayOfFloat>
        </Max>
      </PowerVsTime>
      <Spectrum>
        <Min>
          <ArrayOfFloat length="256">
            <float>-133</float>
            <float>-111</float>
            ...
            <float>-111</float>
          </ArrayOfFloat>
        </Min>
      </Spectrum>
    </Channel>
  </ArrayOfChannel>
</PreviewData>
```

```

    </ArrayOfFloat>
  </Min>
  <Max>
    <ArrayOfFloat length="256">
      <float>-67</float>
      <float>-69</float>
      ...
      <float>-70</float>
      <float>-69</float>
    </ArrayOfFloat>
  </Max>
</Spectrum>
<IQ>
  <Histogram width="64" height="64">0123456789...0</Histogram>
</IQ>
</Channel>
</ArrayOfChannel>
</PreviewData>

```

A.4.2 Двоичный файл I/Q-данных

I/Q-данные сохраняются в двоичном формате в соответствии с форматом и типом данных, указанными в XML файле (см. элемент `Format` и элемент `DataType`). При чтении и записи потока I/Q-данных все данные чередуются, то есть чередуются комплексные значения пар I и Q данных, для мультисканальных сигналов чередуются комплексные отсчеты для канала 0, канала 1, канала 2 и так далее. Если элемент `NumberOfChannels` не определен, то количество каналов принимается равным одному.

Пример: очередность элементов вещественных данных (1 канал)

```

I[0], // Вещественный отсчет 0
I[1], // Вещественный отсчет 1
I[2], // Вещественный отсчет 2
...

```

Пример: очередность элементов комплексных декартовых данных (1 канал)

```

I[0], Q[0], // Вещественная и мнимая части комплексного отсчета 0
I[1], Q[1], // Вещественная и мнимая части комплексного отсчета 1
I[2], Q[2], // Вещественная и мнимая части комплексного отсчета 2
...

```

Пример: очередность элементов комплексных полярных данных (1 канал)

```

Mag[0], Phi[0], // Модуль и фаза комплексного отсчета 0
Mag[1], Phi[1], // Модуль и фаза комплексного отсчета 1
Mag[2], Phi[2], // Модуль и фаза комплексного отсчета 2
...

```

Пример: очередность элементов комплексных декартовых данных (3 канала)

Комплексные данные: I[номер канала][временной индекс], Q[номер канала][временной индекс]

```
I[0][0], Q[0][0],           // Канал 0, Комплексный отсчет 0
I[1][0], Q[1][0],           // Канал 1, Комплексный отсчет 0
I[2][0], Q[2][0],           // Канал 2, Комплексный отсчет 0

I[0][1], Q[0][1],           // Канал 0, Комплексный отсчет 1
I[1][1], Q[1][1],           // Канал 1, Комплексный отсчет 1
I[2][1], Q[2][1],           // Канал 2, Комплексный отсчет 1

I[0][2], Q[0][2],           // Канал 0, Комплексный отсчет 2
I[1][2], Q[1][2],           // Канал 1, Комплексный отсчет 2
I[2][2], Q[2][2],           // Канал 2, Комплексный отсчет 2
...
```

Пример: очередность элементов комплексных декартовых данных (1 канал)

В данном примере продемонстрировано сохранение комплексных декартовых данных в формате float32 с помощью программы MATLAB®.

```
% Save vector of complex cartesian I/Q data, i.e. iqiqiq...
N = 100
iq = randn(1,N)+1j*randn(1,N)
fid = fopen('xyz.complex.float32','w');
for k=1:length(iq)
    fwrite(fid,single(real(iq(k))),'float32');
    fwrite(fid,single(imag(iq(k))),'float32');
end
fclose(fid)
```