

ЗАВЕРЕНО

**Генеральный директор
ООО «РОДЕ и ШВАРЦ РУС»**

_____ **О.Ю. Медведев**

« 17 » января 2019 г.

Анализаторы спектра FPC1500 Руководство по эксплуатации



ООО «РОДЕ и ШВАРЦ РУС»

**Адрес: Российская Федерация, 117335, г. Москва, Нахимовский проспект, д.58,
комната 16, этаж 6**

Тел.:+7 (495) 981-3560

**Москва
2019 г.**

В данном руководстве описаны следующие модели и опции прибора R&S®FPC:

- R&S®FPC1000 (1328.6660.02)
- R&S®FPC1500 (1328.6660.03)
- Предусилитель R&S®FPC-B22 (1328.6690.02)
- Поддержка Wi-Fi R&S®FPC-B200 (1328.6990.02)
- Демодуляция АМ, ЧМ, АМн, ЧМн R&S®FPC-K7 (1328.6748.02)
- Векторный анализ цепей R&S®FPC-K42 (1328.7396.02)
- Приемник R&S®FPC-K43 (1328.6754.02)
- Расширенные измерения R&S®FPC-K55 (1328.6760.02)

Содержание данного руководства соответствует версии приборного ПО 1.40 и выше.

© 2018 Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

Mühlendorfstr. 15, 81671 München, Germany

Телефон: +49 89 41 29 - 0

Факс: +49 89 41 29 12 164

Email: info@rohde-schwarz.com

Интернет-адрес: www.rohde-schwarz.com

Допустимы изменения: Параметры, указанные без допустимых пределов, не гарантированы.

R&S® является зарегистрированным торговым знаком компании Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG.

Фирменные названия являются торговыми знаками компаний.

1178.4130.02 | Версия 07 | R&S®FPC

В данном руководстве продукты компании Rohde & Schwarz указываются без символа ®, например, R&S®FPC указывается как R&S FPC.

Указание мер безопасности

Обязательно изучите и соблюдайте следующие инструкции по обеспечению безопасности!

Все заводы и филиалы группы компаний Rohde & Schwarz принимают все возможные усилия для поддержания стандартов безопасности своих изделий на современном уровне и обеспечения максимально возможной степени безопасности для своих заказчиков. Наши изделия и необходимое для них дополнительное оборудование разрабатываются, изготавливаются и испытываются в соответствии с действующими в каждом случае стандартами безопасности. Соблюдение этих стандартов непрерывно контролируется нашей системой обеспечения качества. Данное изделие было разработано и произведено в соответствии с Сертификатом соответствия ЕС и вышло с завода-изготовителя в состоянии, полностью соответствующем стандартам безопасности. Чтобы поддерживать это состояние и гарантировать безопасную работу, пользователь должен соблюдать все инструкции и предупреждения, приведенные в настоящем руководстве. При возникновении любых вопросов, относящихся к данным инструкциям, группа компаний Rohde & Schwarz будет рада на них ответить.

При этом надлежащее использование данного изделия находится полностью в вашей ответственности. Данное изделие предназначено для эксплуатации исключительно в промышленных и лабораторных либо в полевых условиях, не допускается использование, которое может привести к нанесению ущерба здоровью людей или материальному ущербу. Вы являетесь ответственными за использование данного изделия по назначению, отличному от указанного в настоящем руководстве, и за несоблюдение инструкций изготовителя. При применении изделия в несоответствующих целях или ненадлежащим образом изготовитель ответственности не несет.

Данное изделие считается используемым по назначению, если оно применяется в соответствии с документацией на изделие и в рамках своих технических характеристик (см. технические данные, документацию, настоящие инструкции по обеспечению безопасности). Использование этого изделия требует наличия технических навыков и базового знания английского языка. Поэтому важно, чтобы продукция обслуживалась исключительно квалифицированным и специализированным штатом работников или тщательно обученным персоналом с надлежащей квалификацией. Если при использовании изделий Rohde & Schwarz необходимы средства личной защиты, то сведения об этом приводятся в соответствующем месте документации на изделие. Храните данные базовые инструкции по безопасности и документацию на изделие в надежном месте и передайте их последующим пользователям.

Соблюдение данных инструкций по безопасности поможет предотвратить нанесение ущерба здоровью или какого-либо рода повреждений, вызванных опасными ситуациями. Поэтому, следует внимательно прочесть и соблюдать следующие ниже инструкции по безопасности до и во время применения изделия. Также крайне важно обращать внимание на дополнительные инструкции по личной безопасности, встречающиеся в соответствующих частях документации. В настоящих правилах техники безопасности слово "изделие" относится ко всем товарам, продаваемым и распространяемым группой компаний Rohde & Schwarz, включая измерительные приборы, системы и все принадлежности. Информация о конкретном изделии приводится в технических данных и в документации на данное изделие.

Указания мер безопасности

Знаки безопасности, используемые при маркировке изделий

Символ	Значение	Символ	Значение
	Предупреждение, опасное место общего характера Следуйте документации на изделие		ВКЛ./ВЫКЛ. напряжения питания
	Внимание, тяжелый предмет		Индикация дежурного режима
	Опасно! Высокое напряжение		Постоянный ток (DC)
	Осторожно! Горячая поверхность		Переменный ток (AC)
	Контакт защитного провода		Постоянный/ переменный ток (DC/AC)
	Заземление		Устройство, защищенное двойным/влагозащитным изоляционным покрытием
	Соединение с корпусом (массой)		Маркировка ЕС для батарей и аккумуляторов Дополнительную информацию см. в разделе "Правила при утилизации / защита окружающей среды", пункт 1.
	Внимание! Устройства, чувствительные к электростатическим воздействиям		Маркировка ЕС для отдельного сбора электрических и электронных устройств Дополнительную информацию см. в разделе "Правила при утилизации / защита окружающей среды", пункт 2.
	Осторожно! Лазерное излучение Дополнительную информацию см. в разделе "Правила при эксплуатации", пункт 7.		

Указания мер безопасности

Сигнальные слова и их значение

В документации на изделие используются следующие сигнальные слова (метки) для предупреждения пользователей о рисках и опасностях.



ОПАСНО

Метка указывает на потенциальную опасность и высокую степень риска для пользователя, которая приведет к серьезным травмам или смерти.



ОСТОРОЖНО

Метка указывает на потенциальную опасность и среднюю степень риска для пользователя, которая может привести к серьезным травмам или смерти.



ВНИМАНИЕ

Метка указывает на потенциальную опасность и малую степень риска для пользователя, которая может привести к небольшим травмам и минимальным повреждениям.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Метка указывает на возможность неправильного использования, которое может привести к повреждению оборудования.

В документации на оборудование в качестве синонима может использоваться слово ATTENTION (внимание).

Вышеупомянутые метки согласуются со стандартными требованиями к гражданским приложениям в европейской экономической зоне. В других экономических зонах или в военной сфере могут существовать и определения, отличные от стандартных. Следовательно, важно представлять себе, что отмеченные выше сигнальные слова всегда рассматриваются в контексте соответствующей документации на конкретное изделие. Рассмотрение меток вне контекста соответствующих документации и продукции может привести к неправильной интерпретации их смысла и, как следствие, к получению травмы или повреждению оборудования.

Условия работы и рабочие положения изделия

Изделие может использоваться только в установленных изготовителем положениях и условиях эксплуатации, без создания препятствий для его вентиляции. Несоблюдение технических характеристик изготовителя может привести к поражению электрическим током, пожару и/или серьезному ранению или смерти персонала. При проведении любых работ должны соблюдаться действующие местные или национальные правила техники безопасности и меры предотвращения несчастных случаев.

1. Если иное не оговорено, продукция Rohde & Schwarz отвечает следующим требованиям: рабочее положение только ножками корпуса вниз, уровень защиты IP 2X, уровень загрязнения 2, категория по перенапряжению 2, использование только в помещении, высота над уровнем моря не превышает 2000 м, при транспортировке – 4500 м. Допустимое колебание номинального напряжения составляет $\pm 10\%$, номинальной частоты $\pm 5\%$.
2. Не устанавливайте изделие на малопригодные для этого поверхности, транспортные средства, шкафы или столы из-за большого веса оборудования и/или недостаточной устойчивости конструкции. Всегда следуйте инструкциям производителя по установке и монтажу при размещении и закреплении оборудования на других предметах и поверхностях (например, стенах и полках). Установка изделия, которая не выполняется согласно документации, может привести к травмам или смерти.
3. Не размещайте изделие на тепловыделяющих устройствах (радиаторах или нагревателях). Температура окружающей среды не должна превышать максимальной температуры, указанной в документации на изделие или в технических данных. Перегрев изделия может привести к поражению электрическим током, пожару и/или к серьезным травмам или смерти.

Указания мер безопасности

Правила электробезопасности

Несоблюдение всех либо отдельных правил электробезопасности может привести к поражению электрическим током, пожару и/или к серьезным травмам или смерти.

1. Перед включением изделия следует убедиться, что номинальное напряжение, указанное на изделии, совпадает с напряжением сети питания. При установке другого напряжения может потребоваться замена предохранителя цепи питания.
2. Устройства класса защиты I с отсоединяемым шнуром питания и разъемом должны включаться только в розетку с контактом заземления и проводом защитного заземления.
3. Не разрешается намеренно отсоединять провод защитного заземления в питающем кабеле или в самом изделии, поскольку это приводит к возникновению угрозы поражения электрическим током. Все используемые удлинители, разветвители и т. п. должны регулярно проходить проверку на соответствие стандартам безопасности.
4. Если в изделии нет выключателя питания для отключения от источника переменного тока, то для отключения служит вилка сетевого шнура. В таких случаях она должна всегда находиться в пределах досягаемости (длина сетевого шнура должна составлять около 2 м). Электронные и функциональные выключатели не пригодны для надежного размыкания соединения с сетью питания. Если изделие без выключателя питания установлено в стойку или является частью системы, устройство для отключения от сети должно быть предусмотрено на уровне системы.
5. Никогда не используйте изделие с поврежденным шнуром питания. На регулярной основе проводите осмотр шнура питания на соответствие его эксплуатационным требованиям. Принимая соответствующие меры безопасности и тщательно прокладывая кабель, можно исключить возможность повреждения кабеля и получения травм персоналом (например, при спотыкании о кабель или при получении удара электрическим током).
6. Оборудование можно запитывать только от сети питания, поддерживающей TN/TT с защитой предохранителем и максимальным током 16 А (предохранители на более высокие токи могут быть использованы только после согласования с группой компаний Rohde & Schwarz).
7. Не вставляйте вилку питания в грязные и запыленные розетки. Вставляйте вилку плотно и на всю глубину розетки. В противном случае может возникнуть пробой, который приведет к загоранию и/или получению травм.
8. Не перегружайте розетки, удлинительные шнуры и перемычки, в противном случае возможны загорания и поражения электрическим током.
9. Для измерений в цепях со среднеквадратичным напряжением $V_{\text{СКЗ}} > 30 \text{ В}$, необходимо принять меры безопасности (например, использование подходящих измерительных приборов, предохранителей, ограничителей тока, электрических развязок, изоляции).
10. Убедитесь, что подключение к оборудованию, поддерживающему информационные технологии (такому как персональные или промышленные компьютеры), соответствует стандартам IEC60950-1/EN60950-1 или IEC61010-1/EN 61010-1.
11. Если прямо не указано иное, никогда не снимайте крышку или часть корпуса в процессе работы. Открытые цепи и контакты могут привести к загоранию, поражению электрическим током или выходу изделия из строя.
12. Для постоянно подключенных к питанию изделий (перед выполнением любых других соединений) защитный провод должен быть в первую очередь подсоединен к клемме заземления изделия и контакту защитного заземления сети питания. Установка и подключение устройства должны выполняться только квалифицированным электриком.
13. Для постоянно установленного оборудования без встроенных предохранителей, прерывателей цепи или аналогичных защитных устройств питающий контур должен быть снабжен предохранителями, так чтобы обеспечивать надежную защиту как пользователей, так и подключаемого оборудования.

Указания мер безопасности

14. Обеспечьте достаточно надежную защиту от перенапряжения, чтобы никакой скачок напряжения (например, вызванный разрядом молнии) не достигал изделия. Иначе обслуживающий персонал может быть поражен электрическим током.
15. Не вставляйте никакие предметы в вентиляционные отверстия корпуса и в другие, не предназначенные для этого отверстия. Это может привести к короткому замыканию цепей внутри изделия и/или поражение электрическим током, пожару или травмам.
16. Если не указано иное, изделия не защищены от попадания внутрь воды, (см. также п.1 раздела "Условия работы и рабочие положения изделия"). Не допускайте попадания жидкости на корпус или внутрь него. Если не принять соответствующие меры, то возникает риск поражения электрическим током и повреждения изделия, что, в свою очередь, может привести к травмированию персонала.
17. Никогда не эксплуатируйте изделие в условиях образования конденсата снаружи или внутри изделия, а также в благоприятных для этого условиях, например, если изделие было внесено с холода в теплое помещение. Проникновение в изделие воды увеличивает риск поражения электрическим током.
18. Перед очисткой изделие следует полностью отсоединить от сети питания переменного тока. Для очистки используйте мягкую, безворсовую ткань. Запрещается применять такие химические вещества, как спирт, ацетон или растворители для целлюлозного лака.

Правила при эксплуатации

1. Убедитесь, что люди, работающие с оборудованием, физически, психологически и эмоционально готовы к такой работе, иначе возникает риск получения травмы и повреждения оборудования. Ответственность за подбор подходящего персонала лежит на работодателе/операторе.
2. Перед перемещением или транспортировкой изделия, прочитайте и соблюдайте инструкции раздела "Правила при транспортировке".
3. Как и для всех промышленно-выпускаемых изделий, невозможно полностью исключить применение материалов, которые могут вызывать аллергические реакции (аллергенов, например, никеля). Если у Вас развилась аллергическая реакция (зуд кожи, частое чихание, покраснение глаз или затруднение дыхания) при использовании изделия фирмы Rohde & Schwarz, незамедлительно обратитесь к врачу для выяснения причины и предотвращения проблем со здоровьем или стресса.
4. Перед проведением механической и/или тепловой обработки изделия или его разборки следует внимательно изучить инструкции из п.1 раздела "Правила при утилизации".
5. В зависимости от своего назначения некоторые изделия (радиоприборы), могут создавать повышенный уровень электромагнитного излучения. Учитывайте, что будущая жизнь требует повышенной защиты, беременные женщины должны быть соответствующим образом защищены. Для лиц с кардиостимуляторами электромагнитное излучение также может представлять опасность. Работодатель/оператор должен определить места, потенциально подвергающиеся интенсивному облучению и, при необходимости, принять меры по устранению опасности.
6. Следует учитывать, что в случае возгорания изделия возможно выделение токсичных веществ (газов, жидкостей, и т. д.), которые могут оказаться опасными для здоровья. В таких случаях необходимо предпринять соответствующие меры защиты, например, надеть защитные маски и одежду.
7. Лазерные изделия снабжены предупреждающей маркировкой, стандартизированной в соответствии с классом применяемого лазера. Лазеры могут нанести биологический ущерб из-за особенностей своего излучения и чрезвычайной концентрации электромагнитной мощности. Если в состав изделия компании Rohde & Schwarz входит устройство, использующее лазерные технологии (например, дисковод CD/DVD), не используйте никаких других параметров и настроек, кроме указанных в документации. Нарушение этой инструкции может быть опасным для Вашего здоровья (вследствие опасности лазерного излучения).

Указания мер безопасности

8. Классы электромагнитной совместимости EMC (согласно стандарту EN 55011/CISPR 11, а также стандартам EN 55022/CISPR 22, EN 55032/CISPR 32)
- Оборудование класса А:
Оборудование, которое может использоваться во всех зонах, за исключением жилых зон и зон, к которым непосредственно подведены низковольтные распределительные электрические сети, снабжающие жилые строения
 - Оборудование класса В:
Оборудование, которое может использоваться в жилых зонах и зонах, к которым непосредственно подведены низковольтные распределительные электрические сети, снабжающие жилые строения.

Правила при ремонте и обслуживании

1. Изделие может вскрываться только авторизованным, специально обученным персоналом. Перед любыми операциями с изделием или перед его вскрытием, изделие должно быть полностью отключено от сети питания переменного тока. В противном случае персонал будет подвергаться опасности поражения электрическим током.
2. Настройка, замена комплектующих, техническое обслуживание и ремонт могут выполняться только специалистами по электротехнике, авторизованными фирмой Rohde & Schwarz. Для замены комплектующих, обеспечивающих безопасность использования (т.е. выключатели питания, силовые трансформаторы, предохранители) могут применяться только оригинальные комплектующие. После установки новых комплектующих необходимо провести их проверку на безопасность (визуальный осмотр, проверка заземления, измерение сопротивления изоляции, измерение тока утечки, проверка функционирования). Тем самым гарантируется дальнейшая безопасная работа изделия.

Батареи и аккумуляторные батареи / элементы питания

Несоблюдение всех либо отдельных правил обращения с батареями и аккумуляторными батареями может привести к взрыву, пожару и/или к серьезным травмам, а в некоторых случаях, к смерти пользователя изделия. Обращение с батареями и аккумуляторными батареями со щелочным электролитом (например, с литиевыми батареями) должно осуществляться в соответствии со стандартом EN 62133.

1. Элементы питания недопустимо разрушать или разбирать на части.
2. Элементы питания или батареи не должны подвергаться воздействию огня или высоких температур. Следует избегать воздействия на них прямых солнечных лучей. Содержите элементы питания или батареи в чистоте и сухости. Очищайте загрязненные контакты чистой, сухой тканью.
3. Недопустимо закорачивание полюсов элементов питания или батарей. Элементы питания или батареи не должны храниться в коробках или ящиках, где они могут замкнуть друг друга или быть закорочены другими проводящими материалами. Недопустимо извлекать элементы питания или батареи из оригинальной упаковки до непосредственного момента их использования.
4. Элементы питания и батареи не должны подвергаться механическим ударным воздействиям, превышающим допустимые пределы.
5. В случае протекания элемента питания не допускайте попадания жидкости на кожу или в глаза. При попадании на кожу или в глаза, промойте пострадавшие участки большим количеством воды и обратитесь за медицинской помощью.
6. Неправильно установленные при замене элементы питания или батареи, содержащие щелочные электролиты (например, литиевые), могут взорваться. Чтобы обеспечить безопасность изделия, заменяйте элементы питания или батареи только на рекомендуемые фирмой Rohde & Schwarz (см. перечень запасных частей).
7. Элементы питания и батареи подлежат утилизации и должны содержаться отдельно от бытовых отходов. Аккумуляторы и батареи, содержащие свинец, ртуть или кадмий, представляют

Указания мер безопасности

опасность для окружающей среды. Необходимо соблюдать государственные положения по утилизации и переработке отходов.

Правила при транспортировке

1. Изделие может обладать очень большой массой. Поэтому при обращении с такими изделиями необходимо соблюдать осторожность. В некоторых случаях могут понадобиться соответствующие подъемно-транспортные средства (например, автопогрузчик) для предотвращения травм спины или других физических повреждений.
2. Ручки на изделии предназначены исключительно для переноски его персоналом. Поэтому недопустимо использовать ручки для крепления изделия или как средство для транспортировки его краном, вилочатым подъемником, тележкой и т. п. Пользователь обязан надежно закреплять изделия на средствах транспортировки. Соблюдайте инструкции изготовителя подъемных или транспортных средств. Несоблюдение инструкций может привести к травме или повреждению изделия.
3. При использовании этого изделия в транспортном средстве, полную ответственность за безопасность управления транспортным средством несет водитель. Изготовитель не берет на себя ответственности за возможные аварии или столкновения. Запрещается использовать изделие в движущемся транспортном средстве, так как это может отвлечь внимание водителя. Необходимо надежно закрепить изделие в транспортном средстве для предотвращения ранений или других повреждений в случае аварии.

Правила при утилизации / защита окружающей среды

1. Оборудование со специальной маркировкой содержит батареи или аккумуляторы, которые не должны утилизироваться вместе с обычными бытовыми отходами, а должны подвергаться отдельному сбору и утилизации. Они должны быть утилизированы или в сервисном центре компании Rohde & Schwarz или на соответствующей станции утилизации.
2. Запрещено производить утилизацию отходов электрического и электронного оборудования вместе с неотсортированными бытовыми отходами, необходим отдельный сбор и утилизация таких отходов. Компания Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG разработала концепцию утилизации отходов и полностью принимает на себя обязательства по приемке и утилизации отходов для производителей в зоне ЕС. Свяжитесь с сервисным центром компании Rohde & Schwarz для утилизации данного изделия без ущерба для окружающей среды.
3. Если изделие или его компоненты подвергались механическому и/или тепловому воздействию, выходящему за рамки использования по назначению, то возможно выделение в свободном состоянии опасных веществ (пыль с содержанием таких тяжелых металлов как свинец, бериллий, никель). По этой причине, разборка изделия может производиться только специально обученным персоналом. Неправильная разборка может быть опасна для вашего здоровья. Необходимо также соблюдать государственные положения по утилизации отходов.
4. Если при работе оборудования образуются опасные вещества или горючие жидкости, которые необходимо специальным образом удалять или менять на регулярной основе, например, хладагенты или машинные масла, то следуйте инструкциям производителей опасных веществ или масел с учетом соответствующих региональных положений по утилизации отходов. Соблюдайте также соответствующие инструкции по безопасности в документации на изделие. Неправильная утилизация опасных веществ или горючих жидкостей может быть опасна для вашего здоровья и нанести ущерб окружающей среде.

Дополнительную информацию о защите окружающей среды можно получить, посетив веб-сайт компании Rohde & Schwarz.

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

117335 г. Москва
Нахимовский проспект, 58

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



Назначение средства измерений

Анализаторы спектра FPC1500 предназначены для визуального наблюдения и измерения частоты и уровня составляющих спектра периодически повторяющихся сигналов и стационарных шумов, а также измерения коэффициентов отражения и передачи четырехполюсников.

Программное обеспечение

Идентификационные данные программного обеспечения анализаторов спектра FPC1500 приведены в таблице 1.

Программное обеспечение реализовано без выделения метрологически значимой части. Влияние программного обеспечения не приводит к выходу метрологических характеристик анализаторов спектра FPC1500 за пределы допускаемых значений.

Уровень защиты программного обеспечения «низкий» в соответствии с Р 50.2.077-2014.

Таблица 1 - Идентификационные данные программного обеспечения (ПО)

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	FW FPC1500
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 1.40
Цифровой идентификатор ПО	-

Метрологические и технические характеристики

Основные метрологические и технические характеристики анализаторов спектра FPC1500 приведены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики		Значение
1		2
Диапазон рабочих частот, Гц	штатно	от $5 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^9$
	опция В2	от $5 \cdot 10^3$ до $2 \cdot 10^9$
	опция В3	от $5 \cdot 10^3$ до $3 \cdot 10^9$
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора 10 МГц		$\pm 2 \cdot 10^{-6}$
Номинальное входное сопротивление ВЧ входа N-«розетка», Ом		50
Номинальные значения полос пропускания на уровне -3 дБ, Гц		от 1 до $3 \cdot 10^6$ (дискретно с шагом 1/3)
Значения уровня фазовых шумов в полосе 1 Гц относительно уровня несущей на частоте 500 МГц при отстройке, дБ, не более	30 кГц	-88
	100 кГц	-98
	1 МГц	-120
Значения относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка, при воздействии на вход смесителя двух синусоидальных сигналов равных амплитуд с уровнем -20 дБ относительно 1 мВт, выключенном предусилителе, в диапазоне частот от 300 МГц, дБ относительно уровня несущей, не более		-48
Значения относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка, при уровне входного сигнала на смесителе -20 дБ относительно 1 мВт, выключенном предусилителе, в диапазоне частот от 20 МГц до 1,5 ГГц включительно, дБ относительно уровня несущей, не более		-40

Продолжение таблицы 2

Значения среднего уровня собственных шумов в полосе 1 Гц, при ослаблении встроенного аттенюатора 0 дБ, в зависимости от состояния предусилителя, в диапазоне частот, дБ относительно 1 мВт, не более:	Предусилитель выключен от 1 до 10 МГц включ. св. 10 МГц до 2 ГГц включ. св. 2 до 3 ГГц	-127 -142 -138	
	Предусилитель включен от 1 до 10 МГц включ. св. 10 МГц до 2 ГГц включ. св. 2 до 3 ГГц	-147 -158 -155	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня входного синусоидального сигнала в диапазоне от -50 дБ до 0 дБ относительно опорного уровня, при уровне входного сигнала не смесителя не более -20 дБ относительно 1 мВт, отношении сигнал/шум не менее 16 дБ, уровне доверительной вероятности 95 %, в диапазоне частот, дБ	от 9 кГц до 10 МГц включ.	±2,3	
	св. 10 МГц до 3 ГГц	±1,3	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля/фазы коэффициента отражения при калибровке по модулю ZN-Z103 в зависимости от модуля коэффициента отражения в диапазоне частот от 2 МГц до 3 ГГц, дБ/градус		модуль	фаза
	св. -15 до 0 дБ	±0,4	±3
	св. -25 до -15 дБ включ.	±1,1	±8
	от -35 до -25 дБ включ.	±3,1	±26

Таблица 3 – Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Напряжение питающей сети, В	от 100 до 240
Частота питающей сети, Гц	от 50 до 60
Потребляемая мощность, Вт, не более	15
Масса, кг, не более	3
Габаритные размеры (ширина × высота × глубина), мм	396×178×147
Условия эксплуатации: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %, не более	от +10 до +40 85
Условия хранения и транспортирования: - температура окружающего воздуха, °С - относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %, не более	от -20 до +70 85
Время прогрева, мин	15
Средняя наработка на отказ, лет	10

Комплектность средства измерений

Таблица 4 – Комплектность средства измерений

Наименование	Обозначение	Количество
Анализатор спектра	FPC1500	1 шт.
Опции	-	по отдельному заказу
Комплект ЗИП	-	1 шт.
Руководство по эксплуатации	-	1 экз.
Методика поверки	РТ-МП-5741-441-2019	1 экз.

Содержание

1	Описание документации.....	7
2	Нормативная информация.....	9
3	Подготовка к работе	10
3.1	Распаковка и проверка прибора	11
3.2	Размещение или монтаж прибора	12
3.3	Подключение прибора к сети переменного тока	13
3.4	Включение и выключение прибора R&S FPC	14
4	Общее описание прибора.....	15
4.1	Передняя панель.....	15
4.2	Задняя панель	17
5	Управление прибором	19
5.1	Ручное управление.....	19
5.2	Компоновка экрана	22
5.3	Удаленное управление	25
6	Обновление встроенного ПО	32
7	Опции встроенного ПО	34
8	Предустановка параметров	37
9	Настройка прибора	39
9.1	Использование BNC-разъема	39
9.2	Сетевая конфигурация	39
9.3	Дата и время	41
9.4	Региональные настройки	42
9.5	Настройки отображения	43
9.6	Аудионастройки	43
9.7	Настройки электропитания	44

10	Управление данными.....	46
11	Конфигурирование источника сигналов.....	52
12	Калибровка	54
13	Мастер измерений.....	59
14	Приложение Spectrum	66
14.1	Обзор конфигурации.....	66
14.2	Типы измерений и окна отображения результатов	68
14.2.1	Измерение мощности канала для сигналов с непрерывной модуляцией	70
14.2.2	Интермодуляция третьего порядка	74
14.2.3	Измерения уровня мощности сигналов TDMA	75
14.2.4	Измерение нелинейных искажений.....	78
14.2.5	Измерение коэффициента амплитудной модуляции.....	79
14.2.6	Измерение занимаемой полосы частот	81
14.2.7	Работа с окном отображения результатов в виде спектрограммы	84
14.3	Конфигурирование частоты	93
14.3.1	Частота измерения	94
14.3.2	Полоса обзора	96
14.3.3	Таблица каналов	97
14.4	Конфигурирование амплитуды	98
14.4.1	Опорный уровень.....	99
14.4.2	Чувствительность измерения	101
14.4.3	Масштаб по оси Y	103
14.4.4	Измерительные преобразователи	104
14.5	Конфигурирование полосы пропускания	106
14.5.1	Разрешающий фильтр	107
14.5.2	Видеофильтр	108
14.6	Конфигурирование развертки.....	109
14.6.1	Время развертки.....	110
14.6.2	Режим развертки	110
14.6.3	Тип развертки	111
14.7	Конфигурирование запуска	112
14.8	Конфигурирование кривой	113
14.8.1	Режим кривой.....	115

14.8.2	Детектор	116
14.8.3	Кривые в памяти	117
14.9	Конфигурирование маркеров.....	119
14.9.1	Размещение маркеров	120
14.9.2	Автоматическое размещение маркеров	123
14.9.3	Диапазоны поиска с помощью маркеров	124
14.10	Функции маркеров	125
14.10.1	Измерения шума.....	126
14.10.2	Частотомер	126
14.10.3	Измерение полосы частот сигнала	127
14.10.4	Демодуляция по маркеру	128
14.11	Линии индикации	129
14.12	Предельные линии	130
15	Приложение Receiver.....	134
15.1	Типы измерений и окна отображения результатов	134
15.1.1	Измерение полосовой диаграммы	134
15.1.2	Сканирование по частоте.....	136
15.1.3	Информация о максимальных значениях Max Hold	138
15.2	Конфигурирование частоты	138
15.2.1	Конфигурирование частоты (полосовая диаграмма)	139
15.2.2	Конфигурирование частоты (сканирование по частоте)	140
15.3	Конфигурирование амплитуды	142
15.4	Конфигурирование полосы пропускания	143
15.5	Конфигурирование развертки	144
15.6	Конфигурирование кривой	144
15.7	Предельные линии	145
15.8	Конфигурирование маркеров.....	145
16	Аналоговая демодуляция	147
16.1	Типы измерений и окна отображения результатов	147
16.2	Конфигурирование частоты	150
16.3	Конфигурирование амплитуды	150
16.4	Конфигурирование полосы пропускания	151
16.5	Конфигурирование развертки.....	155

16.6	Пределы.....	156
17	Цифровая демодуляция.....	158
17.1	Типы измерений и окна отображения результатов.....	158
17.2	Конфигурирование измерения.....	163
17.3	Конфигурирование частоты.....	166
17.4	Конфигурирование амплитуды.....	167
17.5	Конфигурирование развертки.....	168
17.5.1	Справка по функциям.....	168
17.6	Конфигурирование запуска.....	169
18	Векторный анализатор цепей.....	170
18.1	Типы измерений и окна отображения результатов.....	170
18.1.1	Измерение коэффициента передачи (S21).....	171
18.1.2	Измерение коэффициента отражения (S11).....	171
18.1.3	Однопортовое измерение потерь в кабеле.....	172
18.1.4	Измерение расстояния до места повреждения (DTF).....	173
18.1.5	Форматы измерения.....	175
18.1.6	Конфигурирование DTF измерения.....	177
18.2	Конфигурирование частоты.....	179
18.3	Конфигурирование амплитуды.....	181
18.4	Конфигурирование полосы пропускания.....	182
18.5	Конфигурирование развертки.....	183
18.6	Конфигурирование кривой.....	184
18.7	Конфигурирование маркеров.....	184
18.8	Конфигурирование предельных линий.....	186
	Предметный указатель.....	187
	Таблица 3 – Основные технические характеристики.....	5
1	Описание документации.....	7
2	Нормативная информация.....	9
3	Подготовка к работе.....	10

3.1	Распаковка и проверка прибора	11
3.2	Размещение или монтаж прибора	12
3.3	Подключение прибора к сети переменного тока	13
3.4	Включение и выключение прибора R&S FPC	14
4	Общее описание прибора.....	15
4.1	Передняя панель.....	15
4.2	Задняя панель	17
5	Управление прибором	19
5.1	Ручное управление	19
5.2	Компоновка экрана	22
5.3	Удаленное управление	25
6	Обновление встроенного ПО	32
7	Опции встроенного ПО	34
8	Предустановка параметров	37
9	Настройка прибора	39
9.1	Использование BNC-разъема	39
9.2	Сетевая конфигурация	39
9.3	Дата и время	41
9.4	Региональные настройки	42
9.5	Настройки отображения	43
9.6	Аудионастройки	43
9.7	Настройки электропитания	44
10	Управление данными.....	46
11	Конфигурирование источника сигналов.....	52
12	Калибровка	54
13	Мастер измерений.....	59
14	Приложение Spectrum	66

14.1	Обзор конфигурации.....	66
14.2	Типы измерений и окна отображения результатов.....	68
14.3	Конфигурирование частоты.....	93
14.4	Конфигурирование амплитуды.....	98
14.5	Конфигурирование полосы пропускания.....	106
14.6	Конфигурирование развертки.....	109
14.7	Конфигурирование запуска.....	112
14.8	Конфигурирование кривой.....	113
14.9	Конфигурирование маркеров.....	119
14.10	Функции маркеров.....	125
14.11	Линии индикации.....	129
14.12	Предельные линии.....	130
15	Приложение Receiver.....	134
15.1	Типы измерений и окна отображения результатов.....	134
15.2	Конфигурирование частоты.....	138
15.3	Конфигурирование амплитуды.....	142
15.4	Конфигурирование полосы пропускания.....	143
15.5	Конфигурирование развертки.....	144
15.6	Конфигурирование кривой.....	144
15.7	Предельные линии.....	145
15.8	Конфигурирование маркеров.....	145
16	Аналоговая демодуляция.....	147
16.1	Типы измерений и окна отображения результатов.....	147
16.2	Конфигурирование частоты.....	150
16.3	Конфигурирование амплитуды.....	150
16.4	Конфигурирование полосы пропускания.....	151
16.5	Конфигурирование развертки.....	155
16.6	Пределы.....	156
17	Цифровая демодуляция.....	158
17.1	Типы измерений и окна отображения результатов.....	158

17.2	Конфигурирование измерения.....	163
17.3	Конфигурирование частоты	166
17.4	Конфигурирование амплитуды	167
17.5	Конфигурирование развертки.....	168
17.6	Конфигурирование запуска	169
18	Векторный анализатор цепей	170
18.1	Типы измерений и окна отображения результатов	170
18.2	Конфигурирование частоты	179
18.3	Конфигурирование амплитуды	181
18.4	Конфигурирование полосы пропускания.....	182
18.5	Конфигурирование развертки.....	183
18.6	Конфигурирование кривой	184
18.7	Конфигурирование маркеров.....	184
18.8	Конфигурирование предельных линий	186
	Предметный указатель	187

1 Описание документации

В данном разделе приведено описание пользовательской документации на прибор R&S FPC. Эту документацию можно найти на странице изделия по адресу:

www.rohde-schwarz.com/manual/fpc

Краткое руководство "Первые шаги"

В кратком руководстве дается начальное представление о приборе R&S FPC и описывается порядок установки и начало работы с ним. Печатная версия данного руководства входит в комплект поставки прибора.

Руководство по эксплуатации

В руководстве по эксплуатации содержится описание всех рабочих режимов и функций прибора. В нем также приводится введение в дистанционное управление, полное описание команд дистанционного управления с примерами программирования, а также информация о техническом обслуживании, интерфейсах прибора и сообщениях об ошибках.

Кроме руководства к анализатору R&S FPC в нем также содержится отдельное руководство для программного пакета R&S InstrumentView. Данное руководство содержит описание всех функций программного пакета R&S InstrumentView.

Интерактивная версия руководства пользователя (в формате `html`) содержит весь объем справочной информации для мгновенного отображения в интернете.

Руководство по эксплуатации также интегрировано во встроенное ПО прибора (в формате `.chm`). Можно экспортировать этот файл на внешний носитель ("Setup" > "User Preferences" > "Export Documentation"). После выполнения экспорта можно подключить носитель к ПК и прочесть файл `.chm`.

Руководство по техническому обслуживанию

Содержит описание процедур проверки рабочих характеристик на соответствие номинальным значениям, замены и ремонта модулей, обновления встроенного ПО, поиска и устранения неисправностей, а также содержит механические чертежи и списки запасных деталей.

Руководство по техническому обслуживанию доступно для зарегистрированных пользователей в глобальной информационной системе компании Rohde & Schwarz (GLORIS, <https://gloris.rohde-schwarz.com>).

Основные инструкции по безопасности

Документ содержит инструкции по безопасности, сведения о рабочих условиях и другую важную информацию. Печатная версия данного руководства входит в комплект поставки прибора.

Технические данные и брошюра с описанием изделия

Технические данные содержат технические характеристики анализатора R&S FPC. В них также перечислены опции с кодами заказа, а также дополнительные принадлежности.

Брошюра содержит обзор прибора R&S FPC и описывает его конкретные характеристики.

Примечания к выпуску и подтверждение ПО с открытым исходным кодом (OSA)

В примечаниях к выпуску ПО перечислены новые функции, улучшения и известные проблемы текущей версии встроенного ПО, а также описана процедура установки встроенного ПО.

Документ о подтверждении ПО с открытым исходным кодом содержит дословные тексты лицензий используемого ПО с открытым исходным кодом.

См. www.rohde-schwarz.com/manual/fpc

Документ о подтверждении ПО также интегрирован во встроенное ПО прибора (в формате .chm).

Можно экспортировать этот файл на внешний носитель ("Setup" > "User Preferences" > "Export Documentation"). После выполнения экспорта можно подключить носитель к ПК и прочесть файл .chm.

Указания по применению, рекомендации по применению, официальные документы и др.

Эти документы содержат информацию о возможных вариантах применения и справочную информацию по отдельным темам, см. www.rohde-schwarz.com/appnotes.

Сертификаты о калибровке (свидетельства об аттестации)

Сертификаты о калибровке вашего устройства доступны онлайн. Посетите страницу прибора R&S FPC и выберите соответствующий пункт, чтобы загрузить сертификат о калибровке. Вы будете перенаправлены на страницу системы Gloris.

<https://gloris.rohde-schwarz.com/calcert>

Введите идентификационный номер прибора R&S FPC и скачайте сертификат. Идентификационный номер прибора можно узнать в меню настройки "Setup" или посмотреть на его задней панели.

2 Нормативная информация

Доступ к нормативной информации можно получить во встроенном ПО прибора R&S FPC.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка).

На экране прибора R&S FPC откроется меню "Instrument Setup" (настройка прибора).

2. Выберите пункт меню "Regulatory Information" (нормативная информация) в категории "WiFi" с помощью клавиши "Enter".

На экране прибора R&S FPC отобразятся технические нормы, которым оно соответствует.

3 Подготовка к работе

Анализатор спектра R&S FPC предназначен для использования в промышленных, административных и лабораторных условиях. Используйте прибор R&S FPC только по его назначению. Соблюдайте инструкции по безопасности и эксплуатации, приведенные в настоящем руководстве по эксплуатации, а также условия эксплуатации и рабочие пределы, указанные в технических данных прибора.

Обязательно учитывайте следующую информацию перед первоначальным использованием прибора R&S FPC.

⚠ ОСТОРОЖНО

Опасность получения травмы из-за несоблюдения правил безопасности

Соблюдайте надлежащие условия эксплуатации, приведенные в технических данных, чтобы избежать травм или повреждения прибора. Прочтите и соблюдайте основные инструкции по технике безопасности, прилагаемые к прибору, в дополнение к инструкциям по технике безопасности, приведенным в следующих разделах. В частности:

- Не вскрывайте корпус прибора.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Опасность повреждения прибора из-за ненадлежащих условий эксплуатации

Для обеспечения точных измерений и во избежание повреждения прибора должны соблюдаться надлежащие условия эксплуатации. Соблюдайте надлежащие условия эксплуатации, приведенные в основных инструкциях по технике безопасности и технических данных прибора.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Опасность повреждения прибора электростатическим разрядом

Электростатический разряд (ЭСР) может вызвать повреждение электронных компонентов прибора и испытуемого устройства (ИУ). Электростатический разряд чаще всего возникает при выполнении подсоединения или отсоединения ИУ или измерительной оснастки от измерительных портов прибора. Для защиты от электростатического разряда используйте антистатический браслет с кабелем для заземления или комбинацию проводящего напольного коврика и ножную петлю заземления.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**Опасность повреждения прибора во время работы**

Неподходящее место работы или же неправильная схема измерений могут привести к повреждению прибора и подключенных к нему устройств. Перед включением прибора обеспечьте наличие следующих условий работы:

- Прибор сухой и не имеет признаков конденсата.
- Прибор размещен в соответствии с указаниями в следующих разделах.
- Температура окружающей среды не превышает рабочего диапазона значений, указанного в технических данных.
- На входах прибора уровни сигналов не превышают допустимых значений.
- Выходы сигналов подключены правильно и не перегружены.

**Влияние ЭМП на результаты измерений**

На результаты измерений могут оказывать влияние электромагнитные помехи (ЭМП).

Для защиты от электромагнитных помех (ЭМП):

- Используйте подходящие высококачественные экранированные кабели. Например, используйте высокочастотные и сетевые кабели с двойным экранированием.
- Всегда согласуйте кабели с разомкнутыми концами.
- Обратите внимание на ЭМС-классификацию в технических данных.

3.1 Распаковка и проверка прибора

Аккуратно распакуйте прибор R&S FPC и проверьте содержимое упаковки.

- Проверьте, включены ли в поставку все предметы, перечисленные в накладной, включая краткое руководство по эксплуатации.
- Проверьте прибор R&S FPC на наличие повреждений.
Если содержимое повреждено, немедленно обратитесь к перевозчику, который доставил оборудование.
- Сохраните коробку и упаковочный материал.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**Риск повреждения прибора во время пересылки и перевозки**

Недостаточные меры защиты от механических и электростатических воздействий во время пересылки и перевозки прибора могут привести к его повреждению.

- Всегда обеспечивайте достаточную механическую и электростатическую защиту.
- При отправке прибора следует использовать оригинальную упаковку. Если оригинальная упаковка отсутствует, используйте достаточное количество заполнителя для предотвращения перемещения прибора внутри коробки. Упакуйте прибор в антистатическую обертку для защиты его от электростатических разрядов.
- Закрепите прибор для предотвращения любых перемещений и прочих механических эффектов во время транспортировки.

**Упаковочный материал**

Сохраните оригинальный упаковочный материал. Если впоследствии прибор будет необходимо переслать или перевезти, то этот материал можно использовать для предупреждения повреждения органов управления и разъемов.

3.2 Размещение или монтаж прибора

Прибор R&S FPC предназначен для эксплуатации в лабораторных условиях; он может быть размещен на столе или установлен в монтажную стойку.

Работа в настольном размещении

При работе в настольном размещении прибор R&S FPC должен устанавливаться на ровную плоскую поверхность. Прибор может использоваться в горизонтальном положении, установленным на ножки или с выдвинутыми опорными ножками.

Монтаж прибора R&S FPC в стойку

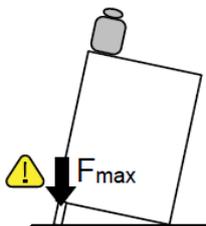
Прибор R&S FPC может быть установлен в монтажный комплект для 19" стойки R&S ZZA-FPC1 (код заказа 1328.7080.02). Инструкция по установке входит в комплект для монтажа.

⚠ ВНИМАНИЕ**Опасность получения травмы при разложенных ножках**

При перемещении прибора или при неполном раскрытии разложенные ножки могут сложиться.

Это может привести к повреждению или травме.

- Чтобы гарантировать устойчивость прибора, ножки необходимо полностью сложить или полностью разложить.
Не перемещайте прибор с разложенными ножками.
- Не работайте и ничего не размещайте под прибором с разложенными ножками.
- При слишком большой нагрузке ножки могут сломаться. Полная нагрузка на выдвинутые ножки не должна превышать 200 Н.



3.3 Подключение прибора к сети переменного тока

Разъем питания от сети переменного тока на задней панели прибора R&S FPC позволяет подключать его к первичному источнику питания.

В комплект поставки прибора R&S FPC входят несколько распространенных типов силовых вилок.

1. Выберите кабель с необходимым типом разъема и надежно подсоедините его к прибору R&S FPC.
2. Подсоедините вилку питания к розетке питания для подачи на прибор R&S FPC электропитания.

Прибор относится к оборудованию со степенью защиты EN61010. Поэтому его допускается включать только в розетку с заземляющим контактом.

Источник питания переменного тока должен иметь следующие характеристики.

- Напряжение сети: от 100 до 240 В переменного тока
- Частота сети: от 50 до 60 Гц; 400 Гц
- Ток: от 0,6 до 0,4 А

3.4 Включение и выключение прибора R&S FPC

После подключения к источнику питания можно осуществить включение прибора R&S FPC.

Включение прибора R&S FPC

- ▶ Включите выключатель питания от сети переменного тока на задней панели прибора R&S FPC (положение "I").
На прибор будет подаваться сетевое электропитание.
 - Клавиша питания "Power" подсвечивается оранжевым цветом: Прибор R&S FPC находится в дежурном режиме (выключатель сетевого питания в положении "I").
 - Клавиша питания "Power" подсвечивается зеленым цветом: Прибор R&S FPC запущен и готов к работе.

Выключение прибора R&S FPC

- ▶ Выключите выключатель питания от сети переменного тока на задней панели прибора R&S FPC (положение "O").
Прибор будет отключен от сети питания.

Замена сетевых предохранителей

Должны использоваться только плавкие предохранители типа 2A T IEC60127-2/V.

1. Отсоедините кабель питания.
2. Откройте крышку переключателя напряжений с помощью небольшой отвертки (или аналогичным инструментом).
3. Извлеките цилиндр с указанными номинальными напряжениями. Извлеките предохранитель и замените его новым. Вставьте цилиндр обратно таким образом, чтобы значение, видимое через щель в крышке, соответствовало номинальному напряжению перед извлечением цилиндра.
4. Закройте крышку.

4 Общее описание прибора

На передней и задней панелях прибора R&S FPC содержатся различные разъемы.

4.1 Передняя панель

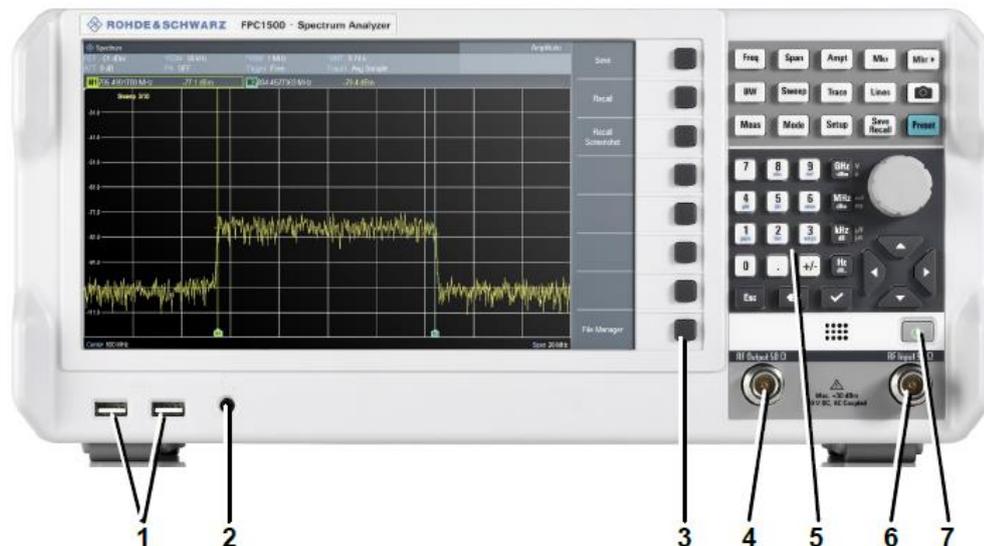


Рисунок 4-1 – Вид передней панели прибора R&S FPC

- 1 = Порты USB (типа A)
- 2 = Гнездо для наушников
- 3 = Функциональные клавиши
- 4 = Выход источника сигналов
- 5 = Клавиши функций и буквенно-цифровая клавиатура
- 6 = ВЧ-вход
- 7 = Переключатель питания

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Опасность повреждения прибора чистящими веществами

Очищающие средства содержат такие вещества, как растворители (разбавители, ацетон и т.п.), кислоту, щелочь или другие подобные вещества. Растворители, например, могут повредить надписи на передней панели, пластиковые части прибора или дисплей.

Запрещается использовать чистящие средства для очистки внешней поверхности прибора. Вместо них используйте мягкую, сухую, не оставляющую волокон ткань для снятия пыли.

Переключатель питания

Переключатель питания служит для включения и выключения прибора R&S FPC, на который подается электропитание.

Подробнее см. главу 3.4 "Включение и выключение прибора R&S FPC" на стр. 13.

ВЧ-вход

ВЧ-вход с импедансом 50 Ом позволяет подключать к прибору R&S FPC испытуемое устройство (ИУ). Как правило, ИУ подключается с помощью кабеля и подходящего разъема (например, штыревого разъема N-типа).

Диапазон частот ВЧ-входа указан в технических данных.

Диапазон ослабления лежит в пределах от 0 дБ до 40 дБ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**Опасность повреждения прибора**

Не допускайте перегрузки ВЧ-входа и поддерживайте входной сигнал в пределах максимально допустимого уровня. Максимально допустимые уровни сигнала см. в технических данных.

Постоянное входное напряжение не должно превышать значения 50 В.

Выход источника сигналов

Доступен на приборе R&S FPC1500.

Выход источника сигналов позволяет формировать сигнал, который будет подаваться на испытуемое устройство или другие внешние принадлежности, такие как делители частоты или усилители. Испытуемое устройство или принадлежности подключаются с помощью кабеля со штыревым разъемом N-типа.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ**Опасность повреждения прибора**

Максимальная допустимая обратная мощность составляет 23 дБмВт. Во избежание повреждения прибора R&S FPC следите за тем, чтобы это значение не превышалось.

Гнездо для наушников

Гнездо для подключения наушников позволяет подключать наушники (или внешние динамики) с миниатюрным штекером.

Регулировка выходного напряжения осуществляется с помощью регулятора громкости во встроеном ПО прибора. Подробности см. в руководстве по эксплуатации.

При подключении наушников или внешних динамиков прибор R&S FPC автоматически отключит внутренний динамик.

⚠ ВНИМАНИЕ**Риск повреждения слуха**

Для защиты слуха перед надеванием наушников убедитесь, что установлен не слишком высокий уровень громкости.

Порты USB (типа А)

Три порта USB (типа А) на передней панели позволяют подключать различные устройства, например, флэш-носители.

Клавиши функций и буквенно-цифровая клавиатура

Клавиши функций обеспечивают доступ к функциям и настройкам измерений. Буквенно-цифровая клавиатура позволяет при необходимости вводить буквенно-цифровые данные.

Полное описание клавиш функций см. в руководстве по эксплуатации.

Функциональные клавиши

Функциональные клавиши обеспечивают доступ к функциям и настройкам измерений.

Функциональные клавиши являются динамическими. В зависимости от выбранной клавиши функции на экран будут выводиться различные наборы функциональных клавиш. Список функциональных клавиш для определенной клавиши функции называют также меню.

Функциональные клавиши либо выполняют конкретную функцию, либо открывают диалоговое окно.

Полное описание клавиш функций см. в руководстве по эксплуатации.

4.2 Задняя панель



Рисунок 4-2 – Вид задней панели прибора R&S FPC

- 1 = Вход запуска / внешнего опорного сигнала
- 2 = Интерфейс локальной сети LAN
- 3 = Порт USB (типа В)
- 4 = Разъем питания

Разъем питания

Разъем питания от сети переменного тока и сетевой выключатель питания расположены в едином блоке на задней панели прибора.

Выключатель питания принимает следующие состояния.

- Положение "1": На прибор подается сетевое питание.
- Положение "0": Прибор отключен от сети питания.

Вход запуска / внешнего опорного сигнала

Данный гнездовой BNC разъем может использоваться для подключения внешнего сигнала запуска или внешнего опорного сигнала.

При использовании разъема в качестве источника запуска можно запускать измерения с помощью внешнего сигнала запуска. Дополнительную информацию о запускаемых измерениях см. в руководстве по эксплуатации.

Кроме того, данный разъем можно использовать для подключения опорного сигнала частотой 10 МГц для синхронизации с внешним опорным сигналом. Уровень сигнала опорной частоты должен быть выше 0 дБмВт.

Интерфейс локальной сети LAN

Сетевой интерфейс LAN может использоваться для подключения прибора R&S FPC к локальной вычислительной сети (ЛВС или LAN) для дистанционного управления, вывода на печать и передачи данных. Назначение контактов разъема RJ-45 обеспечивает подключение UTP/STP кабелей 5-й категории типа "витая пара" в конфигурации "звезда" (UTP - *unshielded twisted pair* - неэкранированная витая пара, а STP - *shielded twisted pair* - экранированная витая пара).

Порт USB (типа B)

Порт USB (типа B) позволяет подсоединять прибор R&S FPC к компьютеру и устанавливать подключение для дистанционного управления.

5 Управление прибором

Прибором R&S FPC можно управлять вручную, с помощью клавиш на передней панели, или дистанционно с другого компьютера.

- Ручное управление 19
- Компоновка экрана..... 22
- Удаленное управление 25

5.1 Ручное управление

На передней панели анализатора R&S FPC содержатся различные виды кнопок (или клавиш), которые позволяют управлять прибором вручную.

Использование клавиш функций

Клавиши функций — это группа клавиш на светло-сером фоне.



Рисунок 5-1 – Клавиши функций

Нажатие одной из клавиш функций открывает на экране список параметров, который содержит тематически связанные между собой настройки. Этот список параметров также называется меню.

Например, нажатие клавиши "Freq" (частота) открывает меню "Frequency" (частота), которое содержит параметры для настройки частотных параметров измерения.

Содержание меню зависит от используемого измерительного приложения.

Например, меню "Frequency" (частота) в приложении для анализа спектра отличается от меню "Frequency" (частота) в приложении для аналоговой демодуляции.

Исключения составляют клавиша "Preset" (предустановка) и клавиша камеры. Они не открывают меню, а инициализируют выполнение действия (выполнение предустановки параметров и снимка экрана, соответственно).

Изменить конкретный параметр (пункт меню) можно с помощью одной из функциональных клавиш.

Использование функциональных клавиш

Функциональные клавиши — это группа клавиш, расположенных справа от экрана.

Нажатие одной из функциональных клавиш позволяет изменять свойства параметра, расположенного рядом с этой клавишей. Параметр, соответствующий каждой функциональной клавише, меняется и зависит от последней нажатой клавиши функции.

Например, если нажать клавишу функции "Freq" (частота) в приложении для измерения спектра, первым пунктом меню будет параметр "Center Frequency" (центральная частота). Если нажать функциональную клавишу рядом с этим пунктом меню, на экране прибора R&S FPC откроется поле ввода, позволяющее изменить центральную частоту.

В зависимости от параметра нажатие функциональной клавиши может иметь одно из следующих действий.

- Открытие поля ввода, позволяющего изменить значение параметра путем ввода конкретного значения. Когда открыто поле ввода, соответствующий пункт меню имеет оранжевый цвет.

Пример: Нажатие клавиши "Freq" (частота) и выбор пункта меню "Center Frequency" (центральная частота) открывает поле ввода.

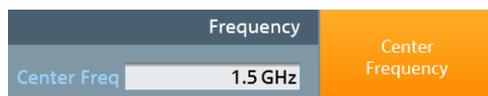


Рисунок 5-2 – Функциональная клавиша становится оранжевой при открытии поля ввода

Повторное нажатие функциональной клавиши закрывает поле ввода. Если значение в поле ввода было изменено, принимается новое значение.



Рисунок 5-3 – Функциональная клавиша становится зеленой при закрытии поля ввода

- Открытие подменю, которое содержит другой список параметров, тематически связанных между собой.

Функциональная клавиша, которая открывает подменю, содержит стрелку (">") в обозначении.

Пример: Нажатие клавиши "Freq" (частота) открывает меню "Frequency" (частота). Вторая функциональная клавиша в списке ("Center Freq Step Size" (шаг центральной частоты)) открывает подменю.



Рисунок 5-4 – Функциональная клавиша со стрелкой открывает подменю

- Инициирование какого-либо действия.
Пример: Нажатие клавиши "Span" (полоса обзора) и выбор пункта меню "Full Span" (вся полоса) восстанавливает полный диапазон обзора частот.
- Изменение какого-либо состояния (действует как кнопка переключения). Соответствующий пункт меню становится синим, если он имеет "включенное" состояние.

Пример: Нажатие клавиши "BW" (ШП) и выбор пункта меню "RBW: Auto" (ШПР: авто) включает и выключает функцию автоматического выбора полосы разрешения.



Рисунок 5-5 – Функциональная клавиша во "включенном" (слева) и "выключенном" (справа) состоянии

- Открытие диалогового окна, содержащего дополнительные настройки.
Пример: Нажатие клавиши "Setup" (настройка) и выбор пункта меню "Instrument Setup" (настройка прибора) открывает диалоговое окно для конфигурирования общих параметров прибора, таких как дата и время.

Использование клавиш ввода

Клавиши ввода – это группа клавиш на темно-сером фоне.



Рисунок 5-6 – Клавиши ввода

Клавиши ввода действуют только при открытом на экране поле ввода.

Имеется несколько типов клавиш ввода.

- **Буквенно-цифровые клавиши**
 Буквенно-цифровые клавиши позволяют вводить числовые значения или символы: цифры от 0 до 9, буквы алфавита, знак минус и плюс, точку. Последовательное нажатие цифры 0 позволяет ввести символ пробела и подчеркивания. Нажмите соответствующую клавишу для ввода цифрового значения. В случае числовых значений каждая клавиша позволяет ввести только число, которое на ней изображено. Можно вводить отрицательные значения с помощью клавиши со знаком минус, вводить значения, содержащие десятичные разряды с помощью клавиши точки.
 Пример: Нажмите клавишу "Freq" (частота) и выберите пункт меню "Center Frequency" (центральная частота).
 Введите число с помощью буквенно-цифровых клавиш.
 Если необходимо ввести символ (например, для имени файла) назначение клавиши меняется. Каждой клавише соответствует одна цифра и более одного символа, первым идет символ нижнего регистра. Если необходимо ввести символ нажимайте клавишу несколько раз до тех пор, пока не будет выбран нужный символ.
 Пример: Нажмите клавишу "Freq" (частота) и выберите пункт меню "User Preference" (предпочтение пользователя). В открытом диалоговом окне выберите пункт меню "Site Name" (название места) введите несколько символов (например, чтобы ввести слово "Home" (дом), нажмите 6x"4", 3x"6", 1x"6" и 2x"9").
 Пробел или специальные символы типа _ ! @ # \$ % ^ & * = ? становятся доступны при многократном нажатии клавиши "0".
- **Клавиши единиц измерения**
 Клавиши единиц измерения подтверждают ввод значений, имеющих размерность. Единицы измерения, соответствующие каждой клавише, указаны на самой клавише или рядом с ней.
 Пример: Нажмите клавишу "Freq" (частота) и выберите пункт меню "Center Frequency" (центральная частота). Чтобы задать центральную частоту 100 МГц, введите значение "100" и подтвердите ввод клавишей [MHz].
- **Клавиша ESCAPE**
 Клавиша "Esc" отменяет ввод значения и закрывает поле ввода. Встроенное ПО прибора не принимает введенное значение.
- **Клавиша BACKSPACE**
 Клавиша возврата "Backspace" () перемещает курсор на одну позицию назад и удаляет символ / цифру, находящуюся на этой позиции.
Совет: если отображается поле ввода, клавиша возврата выполняет переключение между двумя последними введенными значениями. С помощью этой особенности можно, например, быстро переключаться между двумя центральными частотами.
- **Клавиша "Enter" ("✓")**
 Клавиша ввода "✓" подтверждает сделанный ввод.

Если значение, имеющее размерность, подтверждается с помощью клавиши "✓", то в приборе R&S FPC всегда используется наивысшая возможная единица измерения (например, GHz (ГГц) или s (с)).

Кроме того, группа клавиш ввода также содержит курсорные клавиши и поворотную ручку.

Использование курсорных клавиш

Курсорные клавиши выполняют несколько действий в зависимости от ситуации, в которых они используются.

- Курсорные клавиши служат для навигации в диалоговых окнах.
- Клавиши "Вверх" и "Вниз" служат для увеличения или уменьшения любого рода числовых значений при активном поле ввода. Курсорные клавиши изменяют числовые значения с фиксированным шагом.
- Клавиши "Вверх" и "Вниз" служат для перемещения маркеров. Шаг перемещения фиксирован.
- Клавиши "Влево" и "Вправо" перемещают курсор в поле ввода в соответствующем направлении.

Использование поворотной ручки

Поворотная ручка выполняет несколько действий в зависимости от ситуации, в которых она используется.

- В диалоговых окнах поворотная ручка выполняет функции курсорной клавиши. В этом случае к одному из элементов окна можно перейти, вращая поворотную ручку. Если диалоговое окно перекрывает более одной страницы экрана, ручка также осуществляет прокрутку по диалоговому окну. Вращение ручки вправо соответствует перемещению вниз. Вращение ручки влево соответствует перемещению вверх.
- Поворотная ручка служит для увеличения или уменьшения любого рода числовых значений при активном поле ввода. Вращение ручки вправо соответствует увеличению, а вращение влево - уменьшению числового значения. Поворотная ручка изменяет числовые значения с фиксированным шагом.
- Поворотная ручка служит для перемещения маркеров в области диаграммы. Для этого сначала необходимо выбрать маркер. Шаг перемещения фиксирован.
- Нажатие поворотной ручки эквивалентно нажатию клавиши "✓" для подтверждения ввода или выбора.

5.2 Компоновка экрана

На следующем рисунке показана компоновка экрана в режиме отображения спектра. Здесь показаны все элементы, одинаковые во всех режимах прибора R&S FPC. Если режим или измерение характеризуется полностью отличающейся компоновкой или элементами управления, эти различия указываются при их описании.

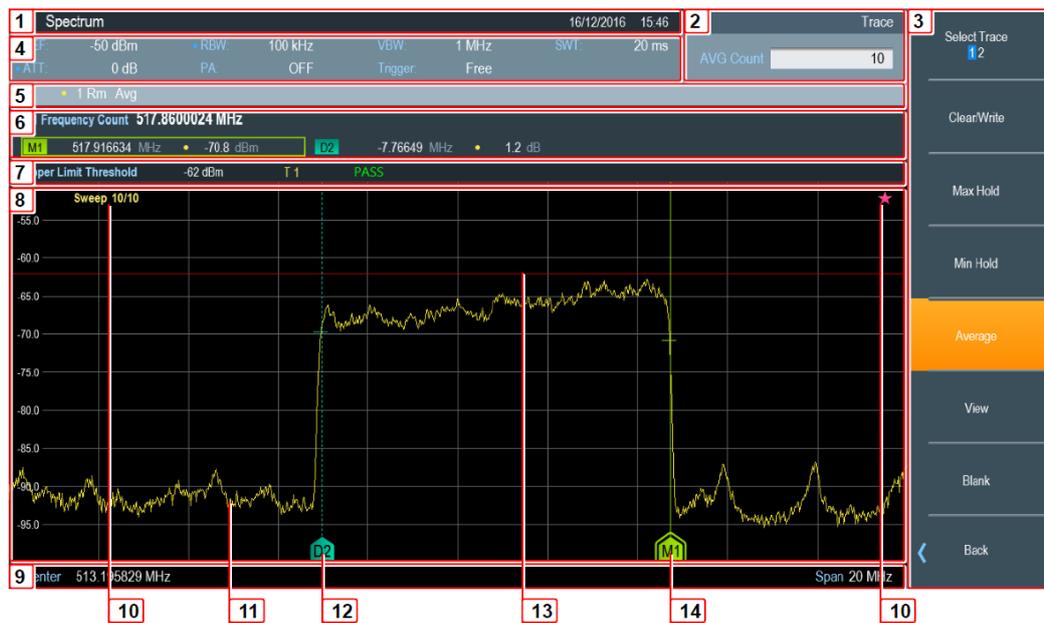


Рисунок 5-7 – Компоновка экрана в режиме отображения спектра

- 1 = Строка заголовка
- 2 = Поле ввода
- 3 = Функциональные клавиши
- 4 = Настройки измерения
- 5 = Информация о кривой
- 6 = Информация о маркере
- 7 = Информация о предельной линии
- 8 = Область диаграммы
- 9 = Информация об оси X
- 10 = Количество разверток
- 11 = Кривая
- 12 = Дельта-маркер
- 13 = Предельная линия
- 14 = Маркер
- 15 = Значок звездочки

Строка заголовка

В строке заголовка отображается используемый в данный момент режим измерения (измерительное приложение), а также текущие дата и время.

Поле ввода

Поле ввода открывается при выборе функции, которая требует ввода значения. Заголовок поля ввода показывает название выбранного в данный момент меню функциональной клавиши. Если открытые поля ввода отсутствуют, в приборе R&S FPC показывается только название выбранного в данный момент меню функциональной клавиши.

Меню функциональной клавиши

Функциональные клавиши обеспечивают доступ к измерительным настройкам и функциям. Они являются динамическими: в зависимости от выбранной клавиши функции на экран будут выводиться различные наборы функциональных клавиш. Список функциональных клавиш для определенной клавиши функции называют также меню.

Функциональные клавиши либо выполняют конкретную функцию, либо открывают поле ввода или диалоговое окно.

Панель настроек измерения

На панели настроек измерения содержится информация о настройках текущего измерения. Синяя точка перед настройкой указывает на отключение автоматического выбора значения для этой настройки.

Информация о кривой

Информация о кривой отображает текущую конфигурацию для каждой активной кривой (цвет кривой, номер кривой, режим кривой и тип детектора).

Таблица 5-1 – Обзор режимов отображения кривой

Сокращение	Тип детектора
Clrw	Режим перезаписи кривой
Max	Режим удержания максимума кривой
Min	Режим удержания минимума кривой
Avg	Режим усреднения кривой
View	Режим просмотра кривой
Без метки	Режим гашения кривой (кривая отключена)

Таблица 5-2 – Обзор типов детекторов

Сокращение	Тип детектора
AP	Автопиковый детектор
Pk	Максимально-пиковый детектор
Mi	Минимально-пиковый детектор
Rm	Детектор среднеквадратического значения (RMS или СКЗ)
Sa	Детектор отсчетов
QP	Квазипиковый детектор (только для приемника)

Информация о маркере

Информация о маркере отображает позиции каждого из активных маркеров. Если активная маркерная функция, также отображается результат этой функции.

Информация о предельной линии

Информация о предельной линии отображает характеристики каждой из активных предельных линий (тип линии, название линии и т.д.), в том числе результаты проверки пределов (норма или нарушение).

Область диаграммы

Область диаграммы содержит графическое представление результатов измерений.

В области диаграммы может содержаться дополнительная информация.

- Количество разверток отображает процесс **усреднения кривой**. Первое число - текущее измерение, второе число - общее число измерений, используемое для усреднения кривой.
- Измерительная кривая отображает характеристики измеренного спектра.
- Позиции **маркеров или дельта-маркеров** отображаются прямой горизонтальной линией (маркеры) или пунктирной линией (дельта-маркеры). Кроме того, позиция маркера также индицируется значком в нижней части области диаграммы.
- Позиция и форма **предельной линии** отображается красной вертикальной линией.
- Значок звездочки (★) указывает на то, что отображаемые результаты больше не соответствуют текущим настройкам измерения. Звездочка появится, например, если изменить настройки после выполнения однократного измерения.

Информация об оси X

Информация об оси X отображает текущий масштаб и диапазон оси X.

5.3 Удаленное управление

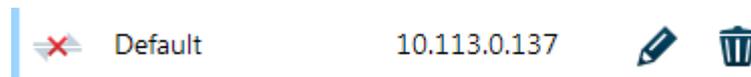
Имеются различные инструменты, позволяющие управлять прибором R&S FPC удаленно с другого компьютера (например, с ПК или планшета).

Для такого использования прибора R&S FPC необходимо установить соединение между обоими устройствами через интерфейс LAN, Wi-Fi или USB прибора R&S FPC.

Удаленный рабочий стол (R&S InstrumentView)

R&S InstrumentView — это программное обеспечение, содержащее различные полезные инструменты, в том числе приложение для подключения к удаленному рабочему столу. Эту программу вместе с руководством пользователя можно скачать с веб-сайта Rohde & Schwarz.

1. Установите программу на настольном ПК или ноутбуке.
2. Подсоедините прибор R&S FPC к компьютеру с помощью LAN-кабеля или USB-кабеля.
3. Запустите программу на компьютере (используя значок на рабочем столе или пункт "InstrumentView" в стартовом меню).
4. Установите подключение прибора R&S FPC в диспетчере подключений "Connection Manager".
 - а) Выберите вкладку "LAN" (локальная сеть), чтобы настроить параметры локальной сети LAN.



- б) Выберите значок карандаша (✎).
- в) Введите **IP-адрес** прибора R&S FPC, к которому нужно подключиться.
- г) Подтвердите ввод кнопкой "Connect" (подключить).

Можно подключиться к любому количеству приборов (в том числе, к другим поддерживаемым приборам типа R&S FSH или R&S FPH). Для этого просто выполните функцию "Add Another Device" (добавить другое устройство) и задайте для них сетевые настройки.

Кроме того, можно установить подключение через интерфейс USB на вкладке "USB" диспетчера подключений "Connection Manager".

5. Выберите функцию "Instrument" > "Remote Display" (удаленный дисплей).

Программа покажет текущую имитацию прибора R&S FPC со всеми имеющимися на передней панели клавишами.

Все, что будет сделано в приложении удаленного управления рабочим столом, будет также сделано на подключенном приборе R&S FPC.

Полное описание ПО R&S InstrumentView см. в руководстве пользователя к нему.

Совет: Режим лабораторного дисплея. Лабораторный дисплей позволяет получить одновременный доступ к нескольким приборам через удаленное подключение к рабочему столу. Дополнительную информацию см. в документации на ПО R&S InstrumentView.

Удаленный рабочий стол (R&S MobileView)

R&S MobileView — это приложение, которое позволяет осуществлять удаленное управление прибором R&S FPC с планшета или смартфона. Оно в основном работает как приложение для удаленного подключения к рабочему столу, встроенное в ПО R&S InstrumentView.

Это приложение можно скачать с Google Play Store (для устройств на базе Android) или с AppStore (для устройств на базе iOS). Для поиска приложения воспользуйтесь ключевыми словами "Rohde Schwarz MobileView".

1. Запустите прибор R&S FPC.
2. Сконфигурируйте планшет или телефон в качестве точки доступа для специального подключения (обычно в настройках телефона).
3. Подключите прибор R&S FPC к мобильному устройству.
 - а) Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки прибора.
 - б) Выберите параметр "WiFi": "On", чтобы включить функцию Wi-Fi.
 - в) Выберите пункт меню "Connect" (подключить), чтобы начать поиск имеющихся сетей Wi-Fi.

Прибор R&S FPC начинает поиск всех Wi-Fi сетей, которые может обнаружить (мобильные устройства, маршрутизаторы и т.д.).
 - г) Выберите сеть, к которой нужно подключиться.
 - д) Введите сетевой пароль с помощью буквенно-цифровых клавиш. Сетевой пароль должен отображаться в настройках точки доступа на мобильном устройстве.

Прибор R&S FPC установит подключение.
4. Запустите приложение R&S MobileView на мобильном устройстве.

Приложение отобразит список всех устройств R&S FPC, подключенных к данной точке доступа.
5. Выберите прибор R&S FPC, к которому нужно подключиться.

Приложение покажет текущую имитацию прибора R&S FPC со всеми имеющимися на передней панели клавишами.

Все, что будет сделано в приложении, будет также сделано на подключенном приборе R&S FPC.

Примечание – Если имеющееся устройство не поддерживает специальные соединения, необходимо подключить оба устройства к существующей беспроводной инфраструктуре (например, через маршрутизатор). После подключения мобильного устройства и прибора R&S FPC к сетевой инфраструктуре можно использовать приложение так же, как при специальном соединении.

Удаленное управление (командами SCPI)

Удаленное управление с помощью команд SCPI является методом автоматизации измерений путем написания сценариев или программ, содержащих все необходимые для проведения измерения инструкции. При запуске программы измерение выполняется автоматически от начала до конца. Ручное конфигурирование измерения с помощью клавиш функций, функциональных клавиш или приложений больше не нужно.

Таким образом, удаленное управление — это полезный инструмент для неоднократно выполняемых измерений, конфигурация которых известна и остается неизменной. Примером такого рода измерительных задач является тестирование устройств в условиях производства. Каждое устройство должно быть протестировано в одинаковых условиях.

Прибором можно управлять дистанционно с помощью команд SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments). Передача команды SCPI инициирует одно или несколько действий в приборе, например, изменяет состояние параметра или запускает измерение. Обычно для каждого доступного во встроенном ПО параметра имеется соответствующая команда SCPI.

Пример: команда SCPI для изменения центральной частоты
`[SENSe:] FREQuency:CENTer.`

Передавая последовательности этих команд, можно конфигурировать и выполнять полноценные измерения.

Имеется несколько инструментов, позволяющих подключаться к прибору, передавать отдельные команды и компилировать автоматизированные тестовые последовательности.

Один из этих инструментов поставляется вместе с библиотекой R&S VISA, доступной для скачивания на веб-сайте Rohde & Schwarz (слово для поиска: "R&S visa"). Библиотека VISA самостоятельно обеспечивает функции ввода и вывода, которые потребуются для связи между приборами.

Еще одним инструментом с более сложными сценариями испытаний является R&S Forum, также доступный для скачивания на веб-сайте Rohde & Schwarz (слово для поиска: "forum"). Он позволяет выполнять и редактировать примеры последовательностей сценариев и записывать собственные файлы сценариев, а также оперативно осуществлять дистанционное управление приборами. Файлы сценариев варьируются от простой последовательности команд (синтаксис командных файлов) до сложных программ, использующих язык программирования Python.

Пользовательская документация и справочная информация доступна для обоих инструментов. Если необходимо больше узнать об их функциях, см. соответствующие пользовательские руководства и указания по применению.

Следующее базовое введение в дистанционное управление основано на инструменте, который поставляется вместе с библиотекой R&S VISA.

1. Установите библиотеку R&S VISA на рабочем столе ПК или ноутбуке.
2. Подсоедините прибор R&S FPC к компьютеру с помощью LAN-кабеля или USB-кабеля.
3. Запустите программу RsVisaTester (поиск по слову "tester" в стартовом меню). Используйте 32-разрядную или 64-разрядную версию программы, в зависимости от своей операционной системы.

Откроется пользовательский интерфейс программы RsVisaTester.

4. Установите подключение к прибору R&S FPC.
 - а) В поле "Resource" (ресурс) введите **IP-адрес** прибора R&S FPC, к которому нужно подключиться.
 Формат ввода `tcpip::[::protocol][::instrument]`, пока можно опустить части команды в скобках. Просто введите команду `tcpip::>`.

- б) Подтвердите ввод кнопкой "Connect" (подключить).
 После успешного подключения в левой панели можно видеть, что ПО уже передало команды, необходимые для открытия соединения.
5. Введите команду в поле ввода на вкладке "Basics" (базовые), например, команду `*idn?` (не забудьте добавить знак вопроса). Затем нажмите кнопку "Query" (запрос).

Команда `*IDN?` (идентификации) запрашивает информацию о подключенном устройстве.

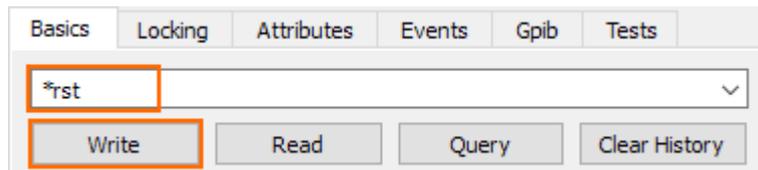
В данном случае должна вернуться строка похожего вида:

`Rohde&Schwarz,FPC,1328.6660K02/111111,1.00.`

Кнопка "Query" (запрос): используйте эту кнопку всякий раз, когда необходимо получить информацию из прибора (запрос).

Совет: исчерпывающее описание синтаксиса команд дистанционного управления и методов передачи команд см. в описании команд дистанционного управления.

6. Для следующей последовательности команд убедитесь, что приложение для анализа спектра является активным.
 Введите команду `instrument:select spec`. Затем нажмите кнопку "Write" (запись).
 Эта команда выберет приложение для анализа спектра.
 7. В начале последовательности команд необходимо в обязательном порядке установить стандартные значения настроек прибора. Предустановку параметров можно выполнить с помощью команды `*RST`.
 Введите команду в поле ввода и нажмите кнопку "Write" (запись).



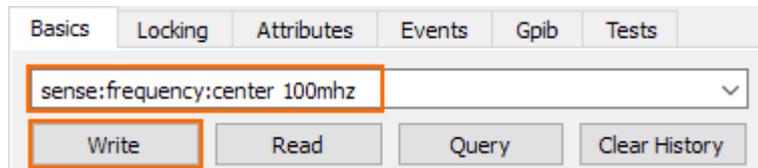
Настройки прибора R&S FPC будут сброшены на стандартные.

Кнопка "Write" (запись): используйте эту кнопку всякий раз, когда необходимо передать информацию в прибор.

- Введите другую команду, которая изменяет отдельную настройку прибора, например, `sense:frequency:center 100mhz` или в сокращенной форме `freq:cent 100MHZ`.

Затем нажмите кнопку "Write" (запись).

Новое состояние настройки, которую нужно изменить, определяется параметром, который добавляется после команды.



Команда `SENSE:FREQUENCY:CENTER` изменяет значение центральной частоты прибора R&S FPC.

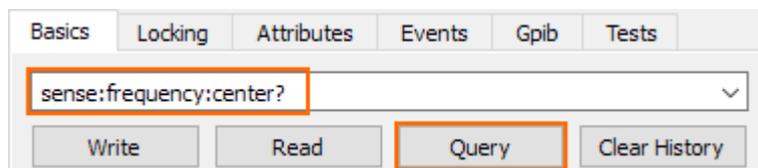
После выполнения предустановки центральная частота принимает значение половины поддерживаемого диапазона частот (500 МГц для приборов с диапазоном частот до 1 ГГц).



После передачи команды центральная частота примет значение 100 МГц. Это изменение можно наблюдать на экране прибора.



- Еще раз передайте эту команду, в этот раз в виде запроса. Чтобы запросить состояние настройки, добавьте знак вопроса вместо значения параметра (`sense:frequency:center?`). Затем нажмите кнопку "Query" (запрос).



Команда возвращает текущее состояние запрошенного параметра (в данном примере возвращаемое значение должно составить 100 МГц, поскольку оно только что поменялось на это значение).

Обратите внимание, что если не указано иное, запрос всегда возвращает числовое значение в производной единице СИ (Гц в случае частоты, но не кГц, МГц или ГГц) и с несколькими десятичными разрядами (обычно шестью).

Команды типа `SENSe:FREQuency:CENTer` выполняют и настройку и запрос. Другие команды не работают в обоих направлениях. Например, команда `*IDN` допустима только в виде запроса (настройка чего-либо недопустима). Команда `*RST`, например, допустима только в виде настройки (форма запроса недопустима). Информация об использовании команды включена в описание команды.

10. Передать последовательность команд для измерения спектра в окрестности частоты 100 МГц.

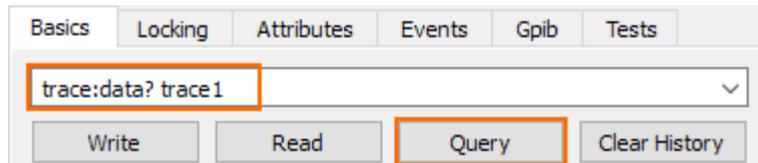
a) `initiate:continuous off`

Команда выбирает однократный режим качания, рекомендуемый для дистанционно выполняемых измерений.

b) `initiate:immediate;*wai`

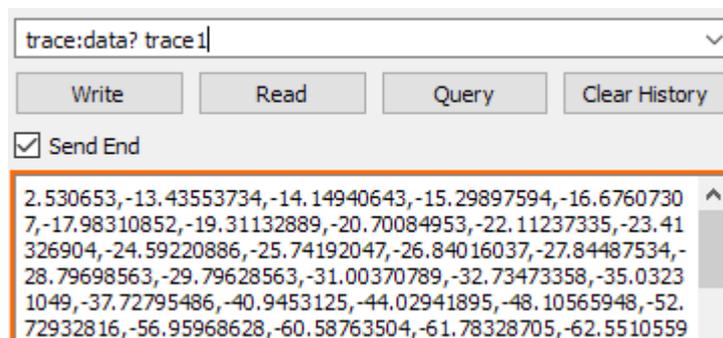
Можно записывать две команды в одну командную строку, но они должны быть разделены точкой с запятой (;). Первая команда (`INITiate:IMMediate`) инициирует измерение. Вторая команда (`*wai`) заставляет программу ждать, пока не будет выполнена предыдущая команда (`INITiate:IMMediate`), прежде чем передавать любые последующие команды. Такая синхронизация по окончании измерения очень важна, поскольку гарантирует, что перед выполнением других действий измерение уже завершилось.

11. По завершении измерения можно запросить его результаты (данные о кривой). Чтобы это сделать, отправьте запрос `trace:data? trace1`.



Команда `TRACe : DATA` является запросом, но в данном случае необходимо еще указать параметр. Этот параметр определяет принадлежность возвращаемых данных (в данном случае, данные о кривой 1; также можно было бы отобразить вторую кривую, чьи данные можно было запросить командой `TRACe : DATA TRACE2`).

Данные о кривой – это 1183 значения уровня (одно значение для каждого пикселя на экране). Значения измерены в дБмВт. Значения показываются в окне сообщения пользовательского интерфейса.



Можно скопировать данные о кривой из окна сообщения и вставить их в текстовый файл, электронную таблицу и т.п. для дальнейшего анализа. (Имеются также SCPI команды, которые автоматически копируют эти данные в файл, чтобы пользователю не приходилось делать это вручную.)

Совет: Журналирование команд. Все переданные команды с помощью `RsVisaTester` можно сохранить в журнальный файл (тип файла `.txt`) и в дальнейшем повторно их использовать.

Для этого включите функцию "Write Log" (вести журнал) и выберите каталог для сохранения файла (пункт меню "Change Log File" (изменить файл журнала)).



Рисунок 5-8 – Функция журналирования в приложении *VISA тестера*

Здесь был рассмотрен небольшой пример использования команд SCPI для измерения сигналов. В зависимости от измерительной задачи можно расширить последовательность команд, сохранить ее в виде сценария и автоматизировать измерение.

6 Обновление встроенного ПО

Новые версии встроенного ПО обычно содержат новые функции, улучшения существующих функций, исправления ошибок и т. д. При наличии новой версии встроенного ПО рекомендуется заменить старое встроенное ПО новым.

Процедура обновления встроенного ПО

Последнюю версию встроенного ПО можно скачать с интернет-сайта:

www.rohde-schwarz.com/firmware/fpc



Перед обновлением встроенного ПО необходимо сделать резервную копию пользовательских данных, которые хранятся на приборе R&S FPC (наборы данных, снимки экрана, коэффициенты преобразования и т. д.). Резервную копию можно сделать с помощью инструментов программного пакета R&S InstrumentView. Обновление встроенного ПО не удаляет и не изменяет эти данные, но после обновления рекомендуется выполнить сброс к заводским настройкам, чтобы обновить предустановленные предельные линии, таблицы каналов и т. д. А при сбросе к заводским настройкам пользовательские данные удаляются.

1. Скачайте программу установки обновления с интернет-сайта.
Обновление поставляется в виде одного .exe-файла.
2. Сохраните этот файл в корневом каталоге флэш-носителя.
3. Запустите .exe-файл, чтобы распаковать самораспаковывающийся zip-архив.

Будут извлечены следующие файлы.

- FPC_bootloader_<version>.bin
- FPC_osimage_<version>.bin
- FPC_updater_<version>.bin
- FPC_xmegaloadfiles_<version>.bin

Убедитесь, что в корневом каталоге флэш-носителя присутствуют только эти файлы.

4. Выключите прибор R&S FPC.
5. Подключите флэш-носитель к одному из USB-интерфейсов прибора R&S FPC.
6. Одновременно нажмите клавиши "Preset" и "8".



7. Включите прибор R&S FPC и продолжайте нажимать обе клавиши не менее 5 секунд после появления заставки.
8. Отпустите клавиши.

Процесс загрузки продолжится. Через несколько секунд на экране R&S FPC отобразится запрос о необходимости обновления встроенного ПО.

9. Нажмите клавишу "Enter" ("✓"), чтобы выполнить обновление встроенного ПО. (Отмена обновления выполняется с помощью клавиши "Esc".)

Обновление встроенного ПО занимает несколько минут. По его завершении на экране R&S FPC отобразится соответствующее сообщение.

Примечание – Не выключайте прибор R&S FPC в процессе обновления встроенного ПО.

10. Выключите прибор R&S FPC.

11. Включите прибор R&S FPC.

Прибор R&S FPC будет загружен с новой версией встроенного ПО.

12. Необязательно: после обновления встроенного ПО рекомендуется выполнить сброс к заводским настройкам, чтобы заменить предустановленные предельные линии, таблицы каналов и другие данные последними обновлениями.

Примечание – Прежде чем начать сброс к заводским настройкам, обязательно сделайте резервную копию своих данных, которые были сохранены на R&S FPC. В противном случае эти данные будут удалены.

7 Опции встроенного ПО

Прибор R&S FPC может быть оснащен дополнительными функциями или опциями встроенного ПО, например приложением для аналоговой демодуляции или приема сигналов. Эти опции встроенного ПО расширяют функциональность R&S FPC с помощью новых измерительных функций, настроек и т. д.

Установка опций встроенного ПО

Чтобы установить новую опцию встроенного ПО, необходимо ввести лицензионный ключ для проверки.

Лицензионный ключ входит в комплект поставки опции встроенного ПО.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки прибора.
2. Выберите пункт меню "Installed Options" (установленные опции).

На экране R&S FPC отобразится список всех опций, установленных в данный момент в приборе.

3. Выберите кнопку "Install Option" (установить опцию) и нажмите клавишу "Enter".

На экране R&S FPC откроется поле ввода.

4. Введите лицензионный ключ с помощью буквенно-цифровых клавиш и подтвердите ввод клавишей "Enter".

Лицензионный ключ представляет собой 32-значный номер.

Прибор R&S FPC выведет подтверждение об успешном завершении установки.

Если на экране R&S FPC отобразится сообщение "Invalid Key Code" (неверный код ключа), попробуйте ввести лицензионный ключ еще раз.

Использование менеджера лицензий R&S LicenseManager (онлайн-регистрация)

Менеджер лицензий R&S License Manager можно использовать для управления опциями в веб-браузере (Microsoft Internet Explorer, Mozilla Firefox и т.п.) с персонального компьютера (ПК).

Чтобы использовать менеджер R&S License Manager, необходимо подключить прибор R&S FPC к локальной сети (LAN). Подробную информацию о подключении прибора R&S FPC к сети см. в [главе 9.2 "Сетевая конфигурация"](#) на стр. 39.

После подключения R&S FPC к сети откройте веб-браузер.



Разрешите выполнение сценариев смешанного режима, например, разрешите в Google Chrome загрузку сценариев из небезопасных источников.

- ▶ Введите IP-адрес прибора R&S FPC в адресной строке веб-браузера.

 192.0.2.0

Веб-браузер откроет менеджер R&S License Manager. В этом разделе менеджера R&S License Manager можно устанавливать, активировать и регистрировать лицензии на приборе R&S FPC.

Страница содержит три области.

- В первой области отображаются сведения о подключенном устройстве, в том числе идентификатор устройства и его IP-адрес.

Connected Device

FPC1000	Device ID:	1328.6660K02-██████████
FPC1000	IP Address:	10.11██████████
Version: 1.05	Host Name:	localhost

- Вторая область содержит функции для установки и активации лицензий.

What do you want to do?

- [Install Registered License Keys and Activate Licenses](#) ⓘ
- [Register Licenses, Install License Keys and Activate Licenses](#) ⓘ
- [Reboot Device](#) ⓘ

- "Install Registered License Keys And Activate License" (установка зарегистрированных лицензионных ключей и активация лицензии)
Перейдите по этой ссылке, если приобретена зарегистрированная лицензия. Зарегистрированные лицензии работают только в сочетании с конкретным идентификатором устройства.
- "Register License, Install License Keys and Activate Licenses" (регистрация лицензии, установка лицензионных ключей и активация лицензий)
Перейдите по этой ссылке, если приобретена незарегистрированная лицензия. Незарегистрированные лицензии не привязаны к конкретному идентификатору устройства.
- "Reboot Device" (перезагрузка устройства)
Перейдите по этой ссылке, чтобы перезагрузить прибор R&S FPC.
- ⓘ
Открытие онлайн-справки по соответствующей теме.

- Третья область содержит подсказки по использованию менеджера лицензий, появляющиеся при наведении мыши на один из вариантов.

Help



Install Registered License Keys and Activate Licenses:

A registered license must be activated on a specific Rohde & Schwarz device, in order to enable functions which are covered by the license.

Use "Install Registered License Keys and Activate Licenses" to activate such licenses. You will be requested to enter registered license keys and to select the Device ID of the target device.

Менеджер R&S License Manager также содержит функции для управляемых лицензий опций, которые уже установлены на приборе R&S FPC.

- ▶ Выберите кнопку "Manage Licenses" (управлять лицензиями).

В веб-браузере откроется другой раздел менеджера R&S License Manager. В этом разделе R&S License Manager можно управлять лицензиями, уже установленными на приборе R&S FPC.

Страница содержит две области.

- В первой области находятся функции для управления лицензиями.
 - "Register Licenses" (регистрировать лицензии)
Перейдите по этой ссылке, если приобретена незарегистрированная лицензия и ее нужно зарегистрировать.

- "Unregister License" (отменить регистрацию лицензии)
Перейдите по этой ссылке, если была установлена переносимая лицензия. Переносимые лицензии могут использоваться с несколькими идентификаторами устройств. Однако, необходимо отменить регистрацию на одном устройстве, прежде чем использовать ее на другом.
- "Move Portable License" (переместить переносимую лицензию)
Перейдите по этой ссылке, если нужно переместить переносную лицензию. Перемещение переносной лицензии возможно без отмены регистрации лицензии.
- 
Открытие онлайн-справки по соответствующей теме.
- Вторая область содержит подсказки по использованию менеджера лицензий, появляющиеся при наведении мыши на один из вариантов.

После перехода по одной из ссылок следуйте инструкциям, отображаемым в веб-браузере. Если возникнут какие-либо проблемы при выполнении процедуры лицензирования, с помощью значка  можно в любое время получить доступ к онлайн-справке. Онлайн-справка содержит подробное описание всех функций, имеющихся в менеджере лицензий.

8 Предустановка параметров

Доступ: "Preset"

Доступ (конфигурация предустановленных параметров): "Setup" > "User Preference"

Доступ (сброс на заводские настройки): "Setup" > "Instrument Setup"

Для предустановки системы необходимо использовать команды дистанционного управления:

- см. описание команд дистанционного управления

Перед выполнением измерения рекомендуется выполнить предустановку прибора R&S FPC. В процессе предустановки все настройки прибора R&S FPC будут сброшены на свои стандартные значения. Восстановление стандартной конфигурации настроек имеет то преимущество, что старые настройки не будут влиять на измерения.

Значения стандартных настроек зависят от используемого приложения.

Предустановка параметров системы

1. Нажмите клавишу "Preset" (предустановка), чтобы восстановить стандартные настройки прибора.
Пользователь может также задать собственные стандартные настройки посредством набора данных. Прибор R&S FPC после нажатия клавиши "Preset" вместо заводских настроек восстановит конфигурацию, сохраненную в наборе данных.
2. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
3. Выберите пункт меню "User Preference" (предпочтения пользователя), чтобы открыть диалоговое окно пользовательских настроек.
4. Выберите пункт меню "Preset Mode" (режим предустановки), чтобы выбрать режим предустановки параметров.

- "Default" (стандартные)

Восстановление стандартной заводской конфигурации.

- "User" (пользовательские)

Восстановление пользовательских стандартных значений, взятых из набора данных. В этом случае нужно будет выбрать набор данных, который содержит стандартные значения.

5. Выберите пункт меню "Preset Dataset" (набор данных предустановки), чтобы выбрать набор данных.

При выполнении предустановки параметров прибора R&S FPC будет применяться конфигурация из набора данных.

Подробную информацию о пункте меню "Discard Calibration Data" (отменить данные калибровки) см. в разделе "[Выполнение стандартной калибровки](#)" на стр. 56.

Помимо предустановленных параметров можно также сбрасывать прибор в состояние при его поставке (сброс на заводские настройки).



Потенциальная опасность потери данных

Имейте в виду, что при сбросе прибора R&S FPC на заводские настройки все файлы, сохраненные в его внутренней памяти, будут удалены. Будут сохранены только файлы, которые были включены в поставку.

Сброс параметров системы

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть меню настройки прибора.
3. Выберите пункт "Reset to Factory Settings" (сброс на заводские настройки).
Прибор R&S FPC инициирует процесс сброса и выдаст запрос на подтверждение сброса. При выборе ответа "Yes" (да) система будет сброшена.

9 Настройка прибора

Доступ: "Setup" > "Instrument Setup"

Диалоговое окно "Instrument Setup" (настройка прибора) содержит общие параметры прибора R&S FPC, которые не зависят от используемого измерительного приложения.

• Использование BNC-разъема	39
• Сетевая конфигурация	39
• Дата и время	41
• Региональные настройки	42
• Настройки отображения	43
• Аудионастройки	43
• Настройки электропитания	44

9.1 Использование BNC-разъема

Команды дистанционного управления, необходимые для настройки BNC-разъема:

- см. описание команд дистанционного управления

BNC-разъем на задней панели прибора R&S FPC может быть использован для нескольких целей. Перед использованием разъема его необходимо соответствующим образом настроить.

Выбор варианта использования разъема BNC

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "BNC" в категории "Hardware" (аппаратные настройки).
4. Выберите один из пунктов меню.
 - "Trigger Input" (вход сигнала запуска)
Можно подключить [внешний источник сигнала запуска](#) и осуществлять запуск измерения.
 - "Reference Input" (вход опорного сигнала)
Можно подключить внешнюю опорную частоту и синхронизировать по ней частоту прибора R&S FPC.

9.2 Сетевая конфигурация

Команды дистанционного управления, необходимые для настройки сетевых параметров:

- см. описание команд дистанционного управления

Прибор R&S FPC может быть подключен к локальной вычислительной сети (ЛВС или LAN) с помощью стандартного LAN-кабеля. Прибор R&S FPC также может быть подключен к локальной беспроводной сети (WLAN или WiFi). Эта возможность полезна, например, для удаленной работы с прибором или в случае необходимости управлять прибором R&S FPC с помощью программного пакета R&S InstrumentView.

Интерфейс локальной сети LAN

При подключении анализатора R&S FPC к проводной сети (LAN) его следует подключать с помощью стандартного сетевого LAN-кабеля к порту LAN. Порт LAN расположен на задней панели прибора R&S FPC.

В случае проводной сети, чтобы установить сетевое подключение, необходимо задать несколько сетевых параметров.

Можно задать автоматическое получение сетевых параметров прибором R&S FPC из DHCP-сервера (протокол динамической конфигурации динамического хоста). В случае ручного назначения параметров, необходимо назначить анализатору R&S FPC фиксированный IP-адрес и маску подсети.



MAC-адрес

MAC-адрес представляет собой уникальный идентификатор сетевого адаптера, встроенного в прибор R&S FPC.

MAC-адрес прибора R&S FPC можно посмотреть в соответствующем поле в категории "LAN" (локальная сеть) диалогового окна "Instrument Setup" (настройка прибора).

Использование сервера DHCP

В сетях с сервером DHCP осуществляется автоматическое назначение сетевых параметров (IP-адрес, маска подсети и шлюз).

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "DHCP" в категории "LAN".
4. Выберите настройку "On" (вкл.) для включения DHCP.

Анализатор R&S FPC автоматически впишет сетевые параметры в соответствующие поля ("IP Address" (IP-адрес), "Subnet Mask" (маска подсети) и "Gateway" (шлюз)). Эта процедура может занять несколько секунд.

Подключение анализатора R&S FPC к локальной сети (LAN)

При необходимости ручной настройки сетевых параметров обеспечьте наличие свободных IP-адресов в сети, к которой будет подключаться прибор R&S FPC. Обратитесь к системному администратору с просьбой предоставить неиспользуемый IP-адрес (и другую необходимую сетевую информацию).

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "DHCP" из категории "LAN".
4. Выберите настройку "Off" (выкл.) для выключения DHCP.

После отключения функции DHCP можно задать IP-адрес "IP Address", маску подсети "Subnet Mask" и шлюз "Gateway" в соответствующих полях ввода.

Подключение анализатора R&S FPC к беспроводной локальной сети (WLAN)

Вместо подключения к локальной сети LAN можно подключить прибор R&S FPC к сети Wi-Fi.

Wi-Fi функции можно использовать для подключения анализатора R&S FPC к точке доступа (например, маршрутизатору или мобильному устройству, сконфигурированному в качестве точки доступа) и осуществлять удаленную работу с прибором.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Включите функцию Wi-Fi с помощью пункта меню "WiFi" в категории "WiFi".
4. Выберите пункт меню "Scan WiFi Networks" (найти WiFi сети) из категории "WiFi".
На экране анализатора R&S FPC откроется диалоговое окно, содержащее список всех доступных Wi-Fi сетей.
5. Выберите сеть, к которой нужно подключиться.
Прибор R&S FPC выдаст запрос на ввод пароля для доступа к сети.
(В случае открытой или общедоступной Wi-Fi сети пароль не требуется. Использование открытой Wi-Fi сети создает риски для безопасности, поэтому будьте осторожны при подключении к открытым Wi-Fi сетям.)
6. Введите пароль Wi-Fi сети.
Совет: нормативная информация. Чтобы посмотреть все технические нормы, которым соответствует прибор R&S FPC, выберите пункт меню "Regulatory Information" (нормативная информация).

9.3 Дата и время

Команды дистанционного управления, необходимые для настройки даты и времени:

- см. описание команд дистанционного управления

Прибор R&S FPC оснащен внутренними системными часами. Метки времени добавляются в различных приложениях (например, при создании файла типа снимка экрана).

Настройка даты

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "Set Date" (установить дату) в категории "Date and Time" (дата и время).
4. Введите необходимую дату с помощью цифровых клавиш.
Последовательность ввода зависит от выбранного [формата даты](#).
Если ввести неверную дату, то недействительная часть будет подсвечена прибором R&S FPC, а введенное значение не будет принято до тех пор, пока не будет введена действительная дата.

Установка системного времени

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.

3. Выберите пункт меню "Set Time" (установить время) в категории "Date and Time" (дата и время).
4. Введите необходимое время с помощью цифровых клавиш.
Если ввести неверное время, то недействительная часть будет подсвечена прибором R&S FPC, а введенное значение не будет принято до тех пор, пока не будет введено действительное время.

Выбор часового пояса

Отображаемое время представляет собой системное время (по умолч. UTC). Если необходимо создать другую метку времени без изменения системного времени, можно задать смещение, которое добавляется или вычитается из системного времени.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "Time Zone" (часовой пояс) в категории "Date and Time" (дата и время).
4. Введите необходимое смещение времени с помощью цифровых клавиш.

Примечание – Рекомендуется задавать часовой пояс до задания системного времени.

9.4 Региональные настройки

Команды дистанционного управления, необходимые для конфигурирования региональных настроек:

- см. описание команд дистанционного управления

Выбор языка пользовательского интерфейса

В приборе R&S FPC поддерживается несколько языков пользовательского интерфейса. При смене языка интерфейса все элементы пользовательского интерфейса, содержащие текст, переводятся на соответствующий язык.

Обратите внимание, что пункт меню "Language" (язык) остается на английском, независимо от выбранного языка.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "Language" (язык) в категории "Regional" (региональные).
4. Выберите предпочитаемый язык.

Выбор формата даты

Формат данных определяет способ отображения даты.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "Date Format" (формат даты) в категории "Regional" (региональные настройки).

4. Выберите необходимый формат даты.
 - "dd/mm/yyyy": день/месяц/год
 - "mm/dd/yyyy": месяц/день/год

Выборе единиц измерения длины

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "Length Unit" (единицы длины) в категории "Regional" (региональные).
4. Выберите необходимые единицы измерения длины.
 - "Meter": метрические единицы длины (метры)
 - "Feet": единицы длины британской системы (футы)

9.5 Настройки отображения

Команды дистанционного управления, необходимые для настройки отображения:

- см. описание команд дистанционного управления

Регулировка подсветки дисплея

Подсветка дисплея определяет яркость отображения.

Можно отрегулировать яркость подсветки, чтобы добиться хорошего восприятия информации на экране в зависимости от условий освещения.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "Display Backlight" (подсветка дисплея) в категории "Display" (отображение).
4. Выберите нужный уровень яркости подсветки.
Яркость подсветки задается в пределах от 0% до 100%, где 100% соответствует максимальной яркости.

9.6 Аудионастройки

Команды дистанционного управления, необходимые для настройки аудиовыхода:

- см. описание команд дистанционного управления

Настройка громкости нажатия клавиш

Громкость нажатия клавиши задает громкость звука, издаваемого прибором R&S FPC при нажатии аппаратной или функциональной клавиши.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "Key Click Volume" (громкость нажатия клавиши) в категории "Audio" (аудионастройки).
4. Выберите необходимый уровень громкости.
Уровень громкости задается в пределах от 0 до 100%, где 100% соответствуют максимальной громкости.

Настройка громкости системного зуммера

Громкость системного зуммера задает громкость зуммера прибора. Системный зуммер издает звук, например, при появлении окна сообщения.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "System Beeper Volume" (громкость зуммера) в категории "Audio" (аудионастройки).
4. Выберите необходимый уровень громкости.
Уровень громкости задается в пределах от 0 до 100%, где 100% соответствуют максимальной громкости.

Включение и выключение звукового сигнала при перегрузке по мощности

В случае обнаружения прибором R&S FPC перегрузки на одном из своих входов может быть включена звуковая сигнализация.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "Beep On Power Overload" (звук при перегрузке) в категории "Audio" (аудионастройки).
4. Выберите предпочитаемую настройку.
Если настройка включена, прибор R&S FPC будет издавать звук каждый раз при обнаружении перегрузки.

9.7 Настройки электропитания

Включение и выключение автоматической загрузки системы

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора), чтобы открыть диалоговое окно настройки прибора.
3. Выберите пункт меню "Auto Power Up On AC" (автоматическое включение при наличии питания) в категории "Power" (электропитание).

4. Выберите необходимую настройку.
 - "On": прибор R&S FPC будет автоматически загружаться при включении выключателя питания на задней панели.
 - "Off": после включения выключателя питания прибор R&S FPC будет находиться в дежурном режиме. Чтобы включить прибор, необходимо нажать кнопку питания на передней панели.

10 Управление данными

Доступ (сохранение и вызов наборов данных): "Save Recall"

Доступ (диспетчер файлов): "Save Recall" > "File Manager"

Доступ (пользовательские настройки): "Setup" > "User Preferences"

Команды дистанционного управления, необходимые для управления данными:

- см. описание команд дистанционного управления

В анализаторе R&S FPC имеется несколько инструментов для управления данными, связанных с выполнением измерительных задач. Данные, относящиеся к измерениям, могут иметь различные формы и форматы, например, предельные линии, таблицы каналов, конкретные настройки измерений, результаты измерений или снимки экрана. Все эти данные обычно хранятся в файле, характеристики и расширение которого зависят от типа данных. Таблицы каналов, например, хранятся в файлах с расширением `.chntab`, тогда как конфигурации измерений хранятся в файлах с расширением `.set`.

Некоторые типы данных, такие как предельные линии, коэффициенты преобразования или таблицы каналов, должны быть доступны перед выполнением измерения (например, предельные линии, преобразователи или таблицы каналов). Такие данные также называются шаблонами. Другие типы данных, такие как настройки измерений или снимки экрана, создаются только во время измерения или по его завершению. Такие данные также называются наборами данных.

Шаблоны и наборы данных

Шаблоны — это инструменты измерения или анализа, которые обычно применяются для измерения и которые влияют на результаты измерений. Типичным шаблоном, который можно использовать регулярно, является предельная линия или коэффициент преобразования. В приборе R&S FPC уже содержится несколько предварительно заданных шаблонов. При необходимости создания пользовательских шаблонов следует использовать программный пакет R&S InstrumentView.

Шаблоны могут иметь различные формы и форматы. Таким образом, каждый тип шаблона имеет свое расширение файла. Примеры: `.chntab` (таблица каналов), `rellim`, `abslim` (относительные и абсолютные предельные линии) или `pitrtd` и `sectrd` (первичные и вторичные коэффициенты преобразования).

В соответствующих контекстных меню шаблоны можно загрузить в нужное измерение.

- Загрузка предельных линий: см. [главу 14.12 "Предельные линии"](#) на стр. 130.
- Загрузка таблиц каналов: см. [главу 14.3.3 "Таблица каналов"](#) на стр. 97.
- Загрузка коэффициентов преобразования: см. [главу 13.4.4 "Измерительные преобразователи"](#) на стр. 104.

Дополнительную информацию о создании и редактировании шаблонов см. в документации на ПО R&S InstrumentView.

С другой стороны, наборы данных — это изображение конфигурации и результатов измерения. Как правило, они создаются только во время или по окончании измерения, и они включают в себя информацию об использовании шаблона в измерении. Наборы данных полезны, например, для воссоздания контекста измерения, для целей документирования или для проведения более подробного анализа с помощью другого инструмента. Набор данных можно также использовать для создания [пользовательского предустановленного состояния](#).

Устройства хранения

Все эти данные можно хранить во внутренней памяти прибора R&S FPC или на внешних устройствах хранения, в частности флэш-носителях, которые могут быть подключены к одному из USB-портов анализатора R&S FPC.

Стандартное устройство хранения определяется подключенными к прибору устройствами.

- Если подключен флэш-носитель, в первую очередь наборы данных сохраняются на нем.
- Внутренняя память используется только при отсутствии подключенных флэш-носителей.

Обратите внимание, что внутренняя память прибора R&S FPC ограничена несколькими мегабайтами.

Поэтому для сохранения данных измерений или снимков экрана рекомендуется использовать внешнее запоминающее устройство, такое как USB-носитель, а во внутренней памяти хранить только регулярно используемые шаблоны и наборы данных.

Если используется внешнее запоминающее устройство, доступное дисковое пространство ограничено только размером этого устройства хранения.



Свободное пространство внутренней памяти

Узнать объем свободного дискового пространства во внутренней памяти прибора R&S FPC можно в диспетчере файлов.

Откройте диспетчер файлов ("Save Recall" > "File Manager"). Свободное место на диске будет указано в верхней части диалогового окна.

Структура папок внутренней памяти

Внутренняя память имеет заданную структуру папок. В принципе, для каждого типа данных имеется своя собственная назначенная папка.

Например, имеется папка с названием `\Channel Tables`, которая содержит все таблицы каналов, которые поставляются вместе со встроенным ПО. Другая папка с названием `\Datasets` — это стандартная папка для сохранения наборов данных.

Конечно, можно сохранить набор данных в папке `\Limit Lines`, но для хорошей организации файлов рекомендуется не смешивать типы файлов.

Использование диспетчера файлов

Диспетчер файлов — это инструмент, который обеспечивает функции для управления файлами во внутренней памяти или на внешних устройствах хранения.

1. Нажмите клавишу "Save Recall" (сохранить вызвать), чтобы открыть меню файла.
2. Выберите пункт меню "File Manager", чтобы открыть диспетчер файлов.

На экране прибора R&S FPC отобразится содержание корневого каталога внутренней памяти.

Для перемещения по содержимому папки используйте поворотную ручку или клавиши курсора.

Нажмите клавишу "✓" или поворотную ручку дважды для доступа к содержанию выбранной папки.

3. Примените одно из действий для выбранного файла или папки.
 - "Preview" (предварительный просмотр)
См. "[Предпросмотр набора данных](#)" на стр. 50.

- "Load" (загрузить)
См. "[Восстановление наборов данных](#)" на стр. 50.
- "Sort" (сортировать)
Сортировка содержимого папки по конкретному критерию: в алфавитном порядке ("Sort on Name"), в хронологическом порядке ("Sort by Date / Time") или по размеру файла ("Sort on Size").
- "Show Compatible" (показать совместимые)
Фильтрация содержимого папки по их совместимости с текущей измерительной конфигурации.
- "Show All Files" (показать все файлы)
Удаление ранее примененного фильтра совместимости.
- "Edit" (редактировать)
Возможность редактирования файла или папки (элемента).
 - "Mark" (отметить): Выбор элемента. Можно распознать выбранный элемент по галочке перед именем элемента.
 - "Rename" (переименовать): Возможность переименования элемента.
 - "Cut" (вырезать): Возможность перемещения элемента в другое местоположение.
 - "Copy" (копировать): Копирование элемента в другое местоположение.
 - "Paste" (вставить): Вставка вырезанного или скопированного элемента в новое местоположение.
 - "Delete" (удалить): Удаление выбранного элемента.
 - "Refresh" (обновить): Обновление содержимого папки.



Файлы только для чтения

Если файл помечен символом блокировки в столбце "Stat" диспетчера файлов, он доступен только для чтения и не может быть отредактирован.

Снять атрибут "только для чтения" можно несколькими способами.

- Подключите прибор R&S FPC к ПК и запустите ПО R&S InstrumentView. В программе выполните команду "Instrument" > "File Transfer", выберите файл и заблокируйте или разблокируйте файл с помощью функции блокировки "Lock".
- Скопируйте файл на компьютер и снимите атрибут с помощью функций ОС Windows (щелкните правой кнопкой мыши на файле, выберите пункт "Properties" (свойства) и снимите флажок с флаговой кнопки "Readonly" (только для чтения)).
- Используйте команду `SYSTEM:SET:UNLOCK` для снятия атрибута "только для чтения". Имейте в виду, что сначала может потребоваться выбрать правильный каталог с помощью команды `MMEMORY:CDIRECTORY`.

Сохранение наборов данных

Набор данных содержит все виды информации о текущем измерении, такие как конфигурация измерения и результаты измерений.

1. Нажмите клавишу "Save Recall" (сохранить вызывать), чтобы открыть меню файла.
2. Выберите пункт меню "Save" (сохранить), чтобы открыть диспетчер файлов.
При сохранении набора данных прибор R&S FPC автоматически открывает папку `\Datasets`.

3. Если необходимо сохранить набор данных в другой папке или на внешнем запоминающем устройстве, перейдите к нужной папке.
4. Введите имя файла в поле ввода "Save As" (сохранить как).
Стандартное имя файла для наборов данных `Dataset###.set` с новым, следующим по порядку номером для каждого нового набора данных. Для файлов наборов данных используется расширение `.set`. При необходимости можно [изменить стандартное имя файла](#) для наборов данных.
Если ввести другое стандартное имя, прибор R&S FPC использует его и присвоит новый номер имени файла при следующем сохранении набора данных. Эта функция позволяет назначать последовательные имена файлов набора данных без ввода нового имени при каждом случае сохранения набора данных.
Имя файла можно ввести с помощью буквенно-цифровой клавиатуры. Каждой клавише соответствует более одного символа. Чтобы получить нужный символ, нажмите соответствующую клавишу соответствующее количество раз.
5. Подтвердите сохранение набора данных с помощью пункта меню "Save" (сохранить).

Задание метаинформации для наборов данных

В сохраняемые наборы данных можно включить различную метаинформацию. Эта метаинформация затем включается в отчеты об измерениях, которые создаются с помощью ПО R&S InstrumentView.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "User Preferences" (предпочтения пользователя).
3. Выберите один из пунктов в категории "Site" (место).
 - "Site Name" (место измерения):
Ввод названия места проведения измерения.
 - "User" (пользователь):
Ввод имени проводящего измерения.
 - "Comments" (комментарии):
Введите любой комментарий об измерении (обратите внимание, что длина комментария ограничена).

Анализатор R&S FPC добавляет введенную информацию к любому набору данных, который будет сохраняться с этого момента.

Изменение стандартного каталога для хранения данных

Прибор R&S FPC содержит несколько предустановленных каталогов, в которых хранятся определенные типы файлов. Например, прибор R&S FPC автоматически сохраняет снимки экрана в каталог `\Public\Screen Shots\`. При сохранении набора данных он автоматически открывает каталог `\Public\Datasets\` и так далее.

Если пользователь предпочитает хранить все свои данные, независимо от типа файла, в пользовательском каталоге, можно изменить стандартный каталог для хранения данных.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "User Preferences" (предпочтения пользователя).
3. Выберите пункт меню "Working Directory" (рабочий каталог).
На экране прибора R&S FPC откроется диспетчер файлов.

4. Выберите нужный каталог для хранения данных.
5. Подтвердите выбор с помощью пункта меню "Load" (загрузить).
6. Выберите пункт меню "Using Working Directory" (использовать рабочий каталог) и включите его (установив значение "On" (вкл.)).

Снимки экрана будут автоматически сохраняться в выбранном рабочем каталоге. При сохранении набора данных прибор R&S FPC автоматически откроет диспетчер файлов в рабочем каталоге.

Смена стандартного имени файла для наборов данных

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "User Preferences" (предпочтения пользователя).
3. Выберите пункт меню "Default Dataset Name" (стандартное имя набора данных) в категории "Dataset" (набор данных).
4. Введите нужное стандартное имя файла (имя файла по умолчанию).
С этого момента наборы данных в приборе R&S FPC будут сохраняться с введенным здесь именем файла. К имени файла по-прежнему будет добавляться последовательный номер (Result001, Result002 и т.д.).

Восстановление наборов данных

1. Нажмите клавишу "Save Recall" (сохранить вызвать), чтобы открыть меню файла.
2. Выберите пункт меню "Recall" (вызвать), чтобы открыть диспетчер файлов.
При восстановлении набора данных прибор R&S FPC автоматически открывает папку \Datasets.
3. Если необходимо восстановить набор данных из другой папки или с внешнего запоминающего устройства, перейдите к папке с набором данных.
4. Подтвердите выбор с помощью пункта меню "Load" (загрузить).

Предпросмотр набора данных

Перед восстановлением набора данных имеется возможность его предварительного просмотра. Эта функция может быть полезна, если пользователь не уверен в том, какой набор данных он хочет восстановить, и сначала хотел бы просмотреть все доступные наборы данных.

Функция предпросмотра похожа на снимок экрана и позволяет быстро оценить вид измерения и его настройки. При предпросмотре настройки измерения из набора данных не активируются в приборе R&S FPC.

1. Нажмите клавишу "Save Recall" (сохранить вызвать), чтобы открыть меню файла.
2. Выберите пункт меню "Recall" (вызвать), чтобы открыть диспетчер файлов.
При предварительном просмотре набора данных прибор R&S FPC автоматически открывает папку \Datasets.
3. Если необходимо осуществить предпросмотр набора данных из другой папки или с внешнего запоминающего устройства, перейдите к папке с набором данных.
4. Подтвердите выбор с помощью пункта меню "Preview" (предпросмотр).

Можно просмотреть все доступные наборы данных в выбранной папке с помощью пунктов меню "Prev" (предыдущий) и "Next" (следующий).

Когда найден набор данных, который требуется восстановить, его можно восстановить непосредственно с помощью пункта меню "Recall" (вызвать).

Создание снимков экрана

С помощью клавиши фотокамеры можно в любое время создать и сохранить снимок текущего экрана.

При наличии внешнего устройства хранения (USB-носителя) прибор R&S FPC сохраняет снимок экрана не него. Если внешнее запоминающее устройство не найдено, прибор R&S FPC сохраняет снимок экрана во внутреннюю память.

По умолчанию, снимок экрана сохраняется в файле с расширением `.png` и имеет название `Measurementxxx.png`, где `xxx` — это последовательный номер файла. Тип файла и его стандартное название (имя) могут быть изменены.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка), чтобы открыть меню настройки.
2. Выберите пункт меню "User Preference" (предпочтения пользователя), чтобы открыть меню пользовательских настроек.
3. Выберите пункт меню "Default Filename" (стандартное имя файла), чтобы изменить стандартное имя файла.
Введите любое желаемое имя файла с помощью буквенно-цифровых клавиш, например, имя "Screenshot". Теперь каждый сделанный снимок экрана будет иметь это имя.
4. Выберите пункт меню "Filename Counter Starts At" (счет файлов начинается с), чтобы изменить нумерацию снимков экрана.
Введите любой желаемый номер с помощью буквенно-цифровой клавиатуры, например, номер "100". Следующий сделанный снимок экрана будет начинаться с номера 100. Все последующие снимки экрана будут иметь номера, начиная с номера 100.
5. Выберите пункт меню "Capture Screen Format" (формат захвата экрана), чтобы выбрать тип файла для снимка экрана. Снимок экрана можно сохранить в виде файла с расширением `.png` или `.jpg`.

Предпросмотр снимков экрана

На приборе R&S FPC можно просматривать сделанные снимки экрана.

1. Нажмите клавишу "Save Recall" (сохранить вызвать), чтобы открыть меню файла.
2. Выберите пункт меню "Recall Screenshot" (вызвать снимок экрана), чтобы открыть диспетчер файлов.
3. Перейдите к снимку экрана, который требуется просмотреть.
4. Подтвердите выбор с помощью пункта меню "Preview" (предпросмотр).

11 Конфигурирование источника сигналов

Доступ: "Meas" > "Source"

Команды ДУ для конфигурирования источника сигналов:

- см. описание команд дистанционного управления.

Доступно для анализатора спектра R&S FPC1500, а также для приложений Spectrum (анализатор спектра) и VNA (векторный анализатор цепей).

Настройки источника сигналов отвечают за управление выходным сигналом на соответствующем ВЧ-разъеме, расположенном на передней панели прибора R&S FPC. Источник сигналов может быть использован, например, для измерений параметров передачи. Частота и уровень генерируемого сигнала являются переменными величинами.

Выбор выходной частоты

Выходная частота зависит от выбранного режима.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение).
2. Выберите пункт меню "Source" (источник) для вызова меню источника сигналов.
3. Выберите один из режимов источника сигналов.
 - "Off"
Выключение источника сигналов. Сигнал не выдается на ВЧ-разъем.
 - "CW"
Вызов поля ввода для задания выходной частоты. Выходной сигнал представляет собой немодулированный сигнал, частота которого остается неизменной в течение всего измерения.
 - "CW Coupled"
Выходной сигнал представляет собой немодулированный сигнал, частота которого связана с **центральной частотой**. При изменении центральной частоты анализатора спектра R&S FPC соответствующим образом изменяет частоту выходного сигнала.
 - "Tracking Generator"
Выходной сигнал представляет собой немодулированный сигнал, частота которого связана с частотой измерения.
Для измерений во временной области (полоса обзора = 0) следует использовать режим "CW" или "CW Coupled".
При измерениях во временной области (полоса обзора > 0) прибор R&S FPC автоматически задает частоту генерируемого сигнала равной частоте измерения. Таким образом, количество изменений частоты зависит от количества точек измерения.
Для выходного сигнала может быть задано дополнительное смещение частоты. При включении следящего генератора прибор R&S FPC открывает поле ввода "TG Offset" (смещение в следящем генераторе). При значении смещения 1 МГц, например, генерируется сигнал, частота которого на 1 МГц выше частоты измерения.
Задание смещения возможно лишь в том случае, если текущая полоса обзора уже полной полосы обзора (макс. полоса обзора = полная полоса обзора – смещение в следящем генераторе). В этом случае необходимо уменьшить ширину полной полосы обзора на значение смещения. Например, если ширина полной полосы обзора анализатора спектра R&S FPC равна 1 ГГц, а требуемое значение смещения составляет 200 МГц, следует сузить текущую полосу обзора до 800 МГц.

Задание уровня выходного сигнала

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Опасность повреждения прибора или ИУ

Убедитесь, что ИУ поддерживает работу на мощностях сигнала, генерируемого источником сигналов. Слишком высокие уровни мощности могут привести к повреждению ИУ.

Также следует убедиться, что уровень отраженной мощности не превышает 20 дБмВт. Более высокие уровни мощности могут привести к повреждению или разрушению выхода источника сигналов.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение).
2. Выберите пункт меню "Source" (источник) для вызова меню источника сигналов.
3. Выберите пункт меню "Level" (уровень).

Анализатор спектра R&S FPC вызовет поле ввода для задания уровня выходного сигнала.

12 Калибровка

Доступ: "Meas" > "Source" > "Normalization"

Команды ДУ для калибровки измерений:

- не поддерживаются.

Доступно для анализатора спектра R&S FPC1500, а также для приложений Spectrum (анализатор спектра) и VNA (векторный анализатор цепей).

Перед измерением S-параметров необходимо выполнить калибровку измерения. Калибровка, или коррекция систематической погрешности – это отдельное измерение, позволяющее определить систематические воспроизводимые погрешности.

Обнаруженные погрешности могут быть исключены из полученных результатов измерения, что в свою очередь обеспечивает повышение точности измерения.

Для выполнения калибровки необходима калибровочная мера (или комплект калибровки) с известными амплитудно-частотными характеристиками (амплитуда, фаза и частота). В ходе калибровки прибор R&S FPC осуществляет сравнение результатов измерения характеристик калибровочных мер с их известными идеальными характеристиками. Полученная разница используется для расчета систематических погрешностей и получения набора данных коррекции систематической погрешности.

Для успешного выполнения калибровки и получения действительных результатов необходимо обеспечить подключение калибровочной меры в опорной плоскости. Как правило, опорной плоскостью является выход измерительного ВЧ-кабеля.

Калибровка остается действительной даже после выключения анализатора спектра R&S FPC или переключения на другое приложение, поскольку калибровочные данные сохраняются во внутренней памяти прибора. При сохранении результатов измерения в набор данных калибровочные данные также сохраняются в этот набор. При вызове набора данных и повторном выполнении измерения необходимость в перекалибровке прибора R&S FPC отсутствует.

Перед выполнением калибровки анализатора спектра R&S FPC для текущего измерения необходимо задать параметры частоты, опорный уровень и уровни ослабления. При изменении одного из этих параметров после успешной калибровки последняя становится недействительной.

Состояния калибровки

Анализатор спектра R&S FPC может находиться в одном из нескольких состояний калибровки, как указано в поле информации о кривой в заголовке диаграммы. Возможные состояния зависят от типа калибровки.

- "(dcal)"
Анализатор спектра R&S FPC использует результаты стандартной калибровки. Для получения подробной информации обратитесь к подразделу "[Выполнение стандартной калибровки](#)" на стр. 56.
- "(uncal)"
Измерение не откалибровано. Отображаются нескорректированные результаты измерения.
- "(norm)"
Измерение откалибровано в режиме нормирования. Результаты измерения скорректированы соответствующим образом.
- "(cal)"
Измерение откалибровано в одном из режимов однопортовой калибровки. Результаты измерения скорректированы соответствующим образом.

- "(cal int)"
Поправочные данные между опорными точками результатов калибровки интерполируются. Интерполяция применяется при изменении одного из частотных параметров (начальная, конечная или центральная частота). В этом случае распределение точек измерения отличается от распределения, полученного в ходе калибровки. Это может приводить к увеличению погрешности измерения.

Типы калибровки

- **Normalize S21 (нормирование S21)**
Нормирование – это простой способ калибровки измерения с использованием всего одной калибровочной меры. Поправочные данные вычитаются из результатов этого измерения. Поскольку используется лишь одна калибровочная мера, развязка между двумя измерительными портами игнорируется. Как следствие, возможные взаимные помехи между измерительными портами не устраняются.
Доступно для следующих измерений: коэффициент передачи S21, измерения спектра с использованием источника сигналов.
Требуемые калибровочные меры: перемычка.
- **Full 1-Port (полная однопортовая)**
Измерительный порт 1 калибруется для выполнения измерений параметров отражения в полном частотном диапазоне прибора R&S FPC. Для выполнения калибровки необходимо обеспечить поочередное подключение следующих калибровочных мер: XX, K3 и нагрузка.
Доступно для следующих измерений: коэффициент отражения S11, однопортовое измерение потерь в кабеле, DTF (расстояние до места повреждения).
Требуемые калибровочные меры: XX, K3, нагрузка.
- **Easy 1-Port (простая однопортовая)**
Измерительный порт 1 калибруется для выполнения измерений на этом порте. Этот метод калибровки не требует использования калибровочных мер, поскольку прибор R&S FPC выполняет измерение только на открытом порте.
- **1-Port Selective Span (однопортовая с выборочным диапазоном)**
Измерительный порт 1 калибруется для выполнения измерений параметров отражения в текущем выбранном диапазоне частот (полосе обзора). Для выполнения калибровки необходимо обеспечить поочередное подключение следующих калибровочных мер: XX, K3 и нагрузка.
Доступно для следующих измерений: коэффициент отражения S11, однопортовое измерение потерь в кабеле, DTF (расстояние до места повреждения).
Требуемые калибровочные меры: XX, K3, нагрузка.

Выбор комплекта калибровки

Все комплекты калибровки обладают различными фазочастотными характеристиками. Таким образом, чтобы избежать появления фазовых погрешностей в ходе калибровки, необходимо указать конкретный используемый комплект. Анализатор спектра R&S FPC соответствующим образом скорректирует результаты измерения.

Пользователь может выбрать один из комплектов калибровки, предназначенных для использования с прибором R&S FPC, например R&S FSH-Z28 и -Z29. В этих комплектах содержатся объединенные калибровочные меры "Open" (XX), "Short" (K3) и "Load" (нагрузка). Характеристики этих калибровочных комплектов уже сохранены во встроенном ПО анализатора спектра R&S FPC.

Кроме того, пользователь может создавать и редактировать комплекты с помощью пакета программ R&S InstrumentView и затем передавать их в прибор R&S FPC.

При использовании комплектов калибровки следует убедиться в идентичности электрических длин в созданном комплекте и в комплектах R&S FSH-Z28 или -Z29. Электрическая длина калибровочных мер "Open" (XX) и "Short" (K3) в этих калибро-

вочных комплектах составляет 5,27 мм. Если электрическая длина отличается от указанной, может возникнуть дополнительная фазовая погрешность.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для входа в меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Calibrate" (калибровка) для входа в меню калибровки.
3. Выберите пункт меню "Calibration Kits <x>" (комплекты калибровки <x>).

Прибор R&S FPC вызовет диалоговое окно, в котором представлен список со всеми характеристиками калибровочных комплектов, сохраненных в приборе R&S FPC.

4. Выберите используемый комплект калибровки.

После выбора комплекта может быть запущена калибровка измерения.

Выполнение стандартной калибровки

Пользователь может выполнить полную однопортовую калибровку и сохранить поправочные значения в качестве результатов стандартной калибровки. Эти значения стандартной калибровки будут восстановлены после сброса прибора на начальные настройки. Стандартная калибровка может оказаться полезной, например, если одно и то же измерение повторяется несколько раз.

Конкретные значения стандартной калибровки остаются в памяти прибора R&S FPC до тех пор, пока не будет выполнена новая стандартная калибровка.

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка) для вызова меню настроек.
2. Выберите пункт меню "Instrument Setup" (настройка прибора) для вызова диалогового окна настройки прибора.
3. Выберите калибровочный комплект, используемый для выполнения стандартной калибровки (пункт меню "Calibration Kit" (комплект калибровки)).
4. Запустите калибровку с помощью кнопки "Perform Default Calibration" (выполнить стандартную калибровку).

Анализатор спектра R&S FPC инициирует процедуру калибровки. Следуйте отображаемым на экране указаниям. По завершении калибровки прибор R&S FPC отобразит информацию о дате последней калибровки, частоте последней калибровки и используемом комплекте калибровки в доступных только для чтения полях, расположенных под кнопкой "Calibrate" (калибровка).

Теперь прибор R&S FPC будет восстанавливать значения стандартной калибровки после сброса на начальные настройки.

Исключением из этого правила является тот случай, когда выключена функция "Discard Calibration Data" (сброс калибровочных данных).

5. Нажмите клавишу "Setup" (настройка) для вызова меню настроек.
6. Выберите пункт меню "User Preference" (пользовательская настройка) для вызова диалогового окна пользовательской настройки.
7. Выберите пункт меню "Discard Calibration Data" (сброс калибровочных данных).
 - "On": сброс текущих калибровочных данных. Если доступны данные стандартной калибровки, прибор R&S FPC восстановит эти значения.
 - "Off": сохранение текущих калибровочных данных. В этом случае прибор R&S FPC не восстанавливает данные стандартной калибровки.

Калибровка измерения

Приведенная ниже процедура описывает процесс нормирования.

Все остальные методы калибровки, как правило, работают по схожему принципу; отличием является лишь тип и количество калибровочных мер, которые необходимо использовать.

1. Отключите ИУ от ВЧ-кабеля.

ВЧ-кабель остается подключенным к прибору R&S FPC.

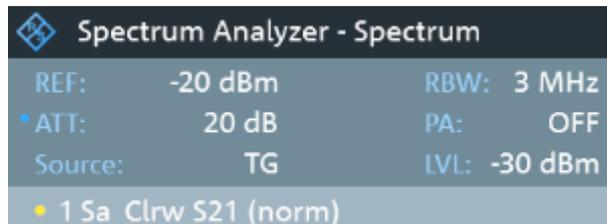
2. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для входа в меню измерения.
3. Выберите пункт меню "Signal Source" (источник сигналов) для вызова меню источника сигналов.
4. Включите "Tracking Generator" (следающий генератор).
5. Выберите пункт меню "Normalize S21" (нормирование S21).
Анализатор спектра R&S FPC выдаст запрос на установление соединения типа "Through" (перемычка) между портами 1 и 2.



6. Организуйте сквозное соединение типа "Through" между портами 1 и 2.
7. Выберите пункт меню "Continue" (продолжить) для запуска процедуры нормирования.
По завершении калибровки прибор R&S FPC ненадолго отобразит соответствующее сообщение ("Calibration Done" (калибровка завершена)).



В статусной строке теперь отображается метка соответствующего состояния.



Включение функции коррекции

По завершении процедуры нормирования или калибровки измерения необходимо задействовать функцию коррекции результатов измерения.

Если функция коррекции результатов не будет активирована, прибор R&S FPC отобразит нескорректированные результаты.

1. **В приложении Spectrum (анализатор спектра):**
Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для входа в меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Signal Source" (источник сигналов) для вызова меню источника сигналов.
3. Выберите пункт меню "Normalization S21" (нормирование S21).
Прибор R&S FPC применит поправочные значения (пункт меню будет выделен голубым цветом).
4. **В приложении VNA (векторный анализатор цепей):**
Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для входа в меню измерения.
5. Выберите пункт меню "Calibration" (калибровка) для вызова меню калибровки.
6. Выберите пункт меню "User Cal" (пользовательская калибровка).

Прибор R&S FPC применит поправочные значения (пункт меню будет выделен голубым цветом). При наличии данных стандартной калибровки эти значения будут применены, если не включена функция пользовательской калибровки.

13 Мастер измерений

Мастер измерений — это инструмент, который позволяет объединить отдельные конфигурации измерений в последовательность измерений (или набор измерений). Каждая отдельная конфигурация измерений основана на ранее сохраненном **наборе данных**. Поскольку все важные параметры необходимо задавать до начала самого измерения и их нельзя изменять после начала процедуры измерений, мастер представляет собой хороший метод избежать ошибок и сэкономить время на настройку измерений.

В данном разделе описаны функциональные возможности мастера измерений. Подробные сведения об отдельных измерениях, которые могут быть выполнены с помощью мастера, см. в соответствующих главах.

- [Глава 14 "Приложение Spectrum"](#) на стр. 66
- [Глава 15 "Приложение Receiver"](#) на стр. 134
- [Глава 16 "Аналоговая демодуляция"](#) на стр. 147
- [Глава 17 "Цифровая демодуляция"](#) на стр. 158

Мастер можно использовать для измерений во всех доступных приложениях.

Имейте в виду, что для применения мастера измерений необходимо установить и использовать программный пакет R&S InstrumentView.

Прежде чем можно будет использовать мастер измерений, необходимо задать набор измерений с помощью программного пакета R&S InstrumentView и перенести его в прибор R&S FPC.

ПО R&S InstrumentView доступно для скачивания на веб-сайте прибора R&S FPC по адресу www.rohde-schwarz.com/manual/fpc.

Создание набора измерений

Набор измерений состоит из нескольких наборов данных. Набор данных представляет собой файл, содержащий настройки определенной конфигурации прибора R&S FPC, например, частоту, масштаб шкалы и т.п.

Чтобы получить набор данных, настройте прибор R&S FPC как требуется и сохраните эту конфигурацию или используйте один из заранее заданных наборов данных.

Более подробную информацию о создании наборов измерений см. в разделе ["Сохранение наборов данных"](#) на стр. 48.

1. Запустите на ПК программу R&S InstrumentView.
2. Откройте в программе редактор "Wizard Set" ("Preparation" > "Wizard Sets"). В ПО R&S InstrumentView откроется диалоговое окно, содержащее все функции для управления наборами измерений.
3. Создайте новый набор измерений или откройте существующий набор для редактирования.
Задайте глобальные параметры набора измерений в категории "Global" (глобальные).

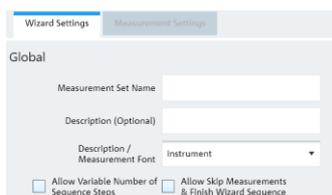


Рисунок 13-1 – Глобальные настройки набора измерений

4. Задайте имя набора "Measurement Set Name" (имя набора измерений) и, если требуется, описание измерений "Description" (описание).
5. **Опционально:** Выберите другой шрифт "Measurement Font" (шрифт измерения). Шрифт измерения выбирает тип шрифта, который используется для отображения инструкций на экране прибора R&S FPC.
6. **Опционально:** Включите функцию "Variable Number of Sequence Steps" (переменное число шагов последовательности).
При включении этой функции можно уменьшить число отдельных измерений в последовательности.
7. **Опционально:** Включите функцию "Allow Skip Measurements & Finish Wizard Sequence" (разрешить пропуск измерений и завершать работу мастера).
При включении этой функции можно пропускать измерение и выполнять следующее.
8. **Опционально:** Защитите набор измерений от неавторизованного доступа с помощью пароля (категория "Encryption" (шифрование)).
Когда набор измерений защищен паролем, редактировать его содержимое можно только после успешного ввода пароля.
Кроме того, можно управлять использованием наборов измерений, ограничив доступ к нему только приборами R&S FPC с конкретными серийными номерами. Все остальные устройства не смогут работать с этими файлами мастера измерений.
9. Добавьте один или несколько наборов данных в наборы измерений.
Можно предварительно просмотреть наборы данных с помощью кнопки "View" (просмотр), чтобы проверить конфигурацию данного набора данных. В панели предпросмотра к измеренным данным можно также применить инструменты анализа, такие как маркеры и предельные линии, или при необходимости изменить масштаб по оси Y.
После добавления не менее одного набора данных (отдельное измерение), можно задать различные свойства для этого измерения на вкладке "Measurement Settings" (настройки измерения).

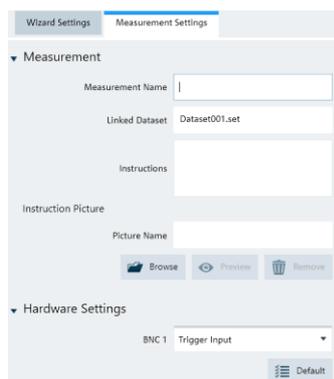


Рисунок 13-2 – Настройки измерения для набора данных

Сделайте это для всех наборов данных, добавленных в набор измерений.

10. Задайте имя "Measurement Name" (название измерения) и инструкции для этого измерения.
Инструкции можно добавить в виде текста или изображения.
11. **Опционально:** Сконфигурируйте аппаратные настройки "Hardware Settings".
12. Сохраните (функция "Save" (сохранить)) набор измерений (для файлов наборов измерений используется расширение .mdf).

Загрузка наборов измерений в прибор R&S FPC

После создания набора измерений можно загрузить его в прибор R&S FPC. После загрузки набора измерений, можно выполнить фактическую последовательность измерений, которая была задана с помощью прибора R&S FPC.

1. Откройте диалоговое окно "File Transfer" (передача файлов) в программе R&S InstrumentView ("Instrument" > "File Transfer").
2. Выберите папку "Wizard Sets" на приборе R&S FPC (левая панель) и на ПК (правая панель).
3. Выберите набор измерений, который требуется перенести.
4. Перенесите файл на прибор R&S FPC с помощью кнопки "<<".
Также для доступа к набору измерений в приборе R&S FPC можно использовать флэш-носитель.

Использование мастера измерений

После загрузки набора измерений в прибор R&S FPC можно запустить выполнение последовательности измерений.

1. Нажмите клавишу "Save Recall" (сохранить вызвать).
2. Выберите пункт меню "Wizard" (мастер), чтобы открыть меню мастера измерений.
3. Выберите пункт меню "Load Measurement Set" (загрузить набор измерений).
4. Выберите папку, которая содержит набор измерений, и выберите ее с помощью пункта меню "Load" (загрузить).

На экране анализатора R&S FPC отобразится описание измерения. Описание измерения содержит список отдельных измерений (наборов данных), заданных для набора измерений, и их текущее состояние ("`<done>`" (выполнено) или "`<not done>`" (не выполнено)).



Рисунок 13-3 – Описание измерения отображает последовательность измерений

Доступ к описанию измерения можно получить с помощью пункта меню "Measurement Specification" (описание измерения).

5. **Опционально:** Выберите одно из измерений. Можно просматривать и конфигурировать различные параметры набора измерений с помощью пункта меню "Measurement Setting" (настройка измерения).

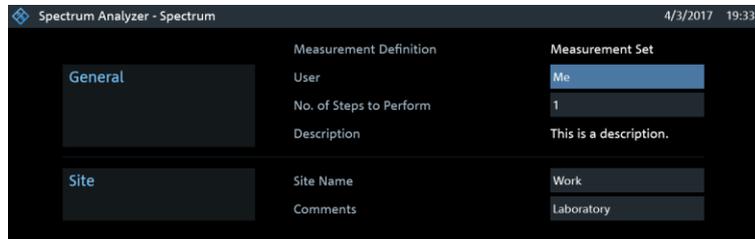


Рисунок 13-4 – Настройки измерения показывают подробности измерений в последовательности измерений

- "Measurement Definition" (определение измерения)
Отображение **имени** набора измерений, заданного с помощью ПО R&S InstrumentView.
- "User" (пользователь)
Ввод имени пользователя, проводящего измерения.
- "No of Steps to Perform" (число выполняемых этапов)
Ввод количества выполняемых измерений.
Данное поле позволяет сократить количество отдельных параметров и выполнить только те измерения, которые действительно необходимы. Если снизить количество измерений, анализатор R&S FPC пропускает последние измерения в последовательности.
Данное поле можно редактировать только при включенной функции "Allow Variable Number of Sequence Steps" (разрешить переменное число шагов последовательности) в редакторе "Wizard Set" ПО R&S InstrumentView.
- "Measurement Description" (описание измерения)
Отображение краткого описания измерения, заданного с помощью ПО R&S InstrumentView.
- "Site Name" (место измерения)
Ввод места проведения измерения.
- "Comments" (комментарии)
Ввод любых комментариев, касающихся измерения, например, внешние условия проведения измерения.

6. Запустите последовательность измерений с помощью пункта меню "Start Measurement" (запуск измерения).

Прибор R&S FPC начинает выполнять измерения, которые являются частью набора измерений. Последовательность измерений соответствует последовательности, заданной с помощью ПО R&S InstrumentView.

Имейте в виду, что при использовании мастера измерений изменить какой-либо параметр невозможно. Тем не менее, остаются доступными функции маркера и параметры масштабирования.

Перед каждым измерением мастер показывает окно сообщения, содержащее [инструкции](#) для этого измерения.



Рисунок 13-5 – Подготовьте измерение согласно описанию в появившемся сообщении

7. Подготовьте измерения в соответствии с инструкциями. После завершения подготовки можно запустить измерение.
8. Перед запуском измерения имеется несколько вариантов действий.
- "Continue" (продолжить)
Завершение текущего измерения и начало следующего измерения путем отображения необходимых приготовлений к нему.
 - "Repeat Measurement" (повторить измерение)
Повторение текущего измерения. Повторение измерения может быть полезно, например, если результаты не соответствуют ожиданиям и необходимо проверить результаты.
 - "Interrupt" (прервать)
Прерывание последовательности измерений. Прерывание измерения может стать необходимым, если измерение не дает ожидаемых результатов (например, отсутствуют нарушенные предельные линии).
В этом случае можно прервать последовательность измерений и попытаться найти источник проблемы, используя настройки или измерения, отличные от определенных в мастере измерений.
При прерывании последовательной работы мастера становятся доступны все функции, как если бы мастер не использовался. Результаты законченных измерений остаются в памяти.
Когда переконфигурирование измерения будет завершено, войдите в мастер измерений и возобновите последовательность измерений с помощью пункта меню "Resume Sequence" (возобновить последовательность).
 - "Skip" (пропустить)
Пропускает одно измерение и инициирует следующее.
Пропуск отдельных измерений возможен, когда включена функция "Allow to skip measurements and finish wizard sequence" (разрешить пропускать измерения и завершать последовательность мастера) в редакторе "Wizard Set" в приложении R&S InstrumentView.
 - "Finish Wizard" (завершить работу мастера)
Завершение последовательности измерений. Результаты законченных измерений остаются в памяти.

Завершение последовательности измерений возможно, когда включена функция "Allow to skip measurements and finish wizard sequence" (разрешить пропускать измерения и завершать последовательность мастера) в редакторе "Wizard Set" в приложении R&S InstrumentView.

- "Cancel" (отменить)
Прерывание последовательности измерений. Результаты законченных измерений утрачиваются.

Когда все измерения последовательности завершены, на экране прибора R&S FPC отображается соответствующее сообщение.



Рисунок 13-6 – Информация на экране о завершении выполнения всех измерений

Когда будут закончены все измерения, которые являются частью последовательности измерений, прибор R&S FPC выдаст запрос о сохранении результатов измерений.

9. Выберите пункт меню "Save Result" (сохранить результат), чтобы сохранить результаты.

Если сохранять результаты не требуется, можно отменить их с помощью пункта меню "Discard Result" (сбросить результат).

Совет: ограниченная внутренняя память. Если требуется сохранять результаты во внутренней памяти, убедитесь, что в наличии свободного места для их хранения. В противном случае, результаты могут быть потеряны. Если места недостаточно, можно удалить старые данные с помощью файлового менеджера. Дополнительную информацию см. в разделе "[Использование диспетчера файлов](#)" на стр. 47.

Результаты для набора измерений состоят из нескольких файлов, каждый из которых соответствует одному из измерений. Для удобства анализа прибор R&S FPC включает название измерения, заданное в диалоговом окне мастера измерений или ПО R&S InstrumentView, в имя файла.

Все файлы результатов, относящиеся к одному набору измерений, хранятся в одном каталоге.

Каталог назван по имени и месту измерения. Синтаксис имени имеет вид 'имяместа_измерение_#'.

Прибор R&S FPC добавляет номера в порядке возрастания как в файлы, так и в каталоги, если измерение или набор измерений выполняется более одного раза.

Анализ результатов

Программное обеспечение R&S InstrumentView содержит функции для анализа (оценки) результатов и составления отчетов об измерениях. Однако, прежде чем начать оценивать результаты, их необходимо загрузить на свой компьютер.

1. Откройте диалоговое окно "File Transfer" (передача файлов) в программе R&S InstrumentView ("Instrument" > "File Transfer").
2. Выберите папку "Wizard Sets" на приборе R&S FPC (левая панель) и на ПК (правая панель).
3. Выберите набор измерений, который требуется перенести.
4. Перенесите файл на прибор R&S FPC с помощью кнопки ">>".
Также для доступа к набору измерений в приборе R&S FPC можно использовать флэш-носитель.

Теперь, когда результаты доступны, можно приступить к составлению отчета об измерениях (протокола измерений) с помощью ПО R&S InstrumentView.

5. Запустите генератор отчетов "Report Generator".
С помощью этого редактора отчетов можно составлять отчеты об измерениях для всего набора измерений или только для выбранного набора данных. Также можно выполнять простые задачи, такие как активация или деактивация маркеров, которые были установлены во время измерения.
6. Добавляйте результаты, которые желаете включить в отчет, путем установки или удаления галочек на панели отчета.
7. Выберите желаемый формат отчета.
8. Создайте отчет кнопкой "Generate" (создать).

14 Приложение Spectrum

Приложение анализатора спектра (Spectrum) – это базовое приложение прибора R&S FPC, обеспечивающее доступ к функциональным возможностям классического анализатора спектра. В дополнение к базовым измерениям в частотной и временной областях приложение поддерживает ряд более сложных измерений, таких как измерение мощности в канале или OBW (занимаемая полоса частот).

Приложение Spectrum также предоставляет широкий спектр настроек и инструментов для конфигурирования измерений спектра и анализа полученных результатов.

Выбор приложения анализатора спектра Spectrum

1. Нажмите клавишу "Mode" (режим) для вызова меню режимов.
2. Выберите пункт меню "Spectrum" (спектр).

• Обзор конфигурации.....	66
• Типы измерений и окна отображения результатов	68
• Конфигурирование частоты.....	93
• Конфигурирование амплитуды.....	98
• Конфигурирование полосы пропускания	106
• Конфигурирование развертки	109
• Конфигурирование запуска.....	112
• Конфигурирование кривой.....	113
• Конфигурирование маркеров	119
• Функции маркеров.....	125
• Линии индикации.....	129
• Предельные линии.....	130

14.1 Обзор конфигурации

Диалоговое окно обзора конфигурации обеспечивает быстрый доступ к основным настройкам измерения.

Содержимое окна обзора конфигурации организовано в порядке поступления потоковых данных, что соответствует стандартной очередности конфигурирования измерения – от задания входных настроек до обработки и анализа данных.

Диалоговое окно обзора конфигурации позволяет с легкостью настраивать полный цикл измерения, избавляя от необходимости доступа к соответствующим меню функциональных клавиш.



Рисунок 14-1 – Обзор конфигурации в приложении Spectrum

Доступ к окну обзора конфигурации

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка) для вызова меню настроек.
2. Выберите пункт меню "Config Overview" (обзор конфигурации) для вызова диалогового окна обзора конфигурации.
В каждом подокне содержится несколько основных настроек измерения, которые могут быть изменены непосредственно в окне обзора конфигурации.
3. Выберите одно из подокон диалогового окна с помощью клавиш управления курсором или поворотной ручки.
4. Подтвердите выбор нажатием клавиши "✓".
Прибор R&S FPC откроет диалоговое окно с настройками.
5. Выберите настройку, которую необходимо изменить, с помощью клавиш управления курсором или поворотной ручки.
Эта настройка может быть изменена после подтверждения выбора с помощью клавиши "✓".
6. Для закрытия окна обзора конфигурации воспользуйтесь пунктом меню "Exit" (выход).

В окне обзора конфигурации имеется несколько подокон, в каждом из которых содержатся настройки, тематически связанные друг с другом.

- Подокно "Input" (вход)
Дополнительную информацию о содержимом подокна "Input" (вход) см. в [главе 14.4 "Конфигурирование амплитуды"](#) на стр. 98.
- Подокно "Amplitude" (амплитуда)
Дополнительную информацию о содержимом подокна "Amplitude" (амплитуда) см. в [главе 14.4 "Конфигурирование амплитуды"](#) на стр. 98.
- Подокно "Frequency" (частота)
Дополнительную информацию о содержимом подокна "Frequency" (частота) см. в [главе 14.3 "Конфигурирование частоты"](#) на стр. 93.
- Подокно "Bandwidth" (полоса частот)
Дополнительную информацию о содержимом подокна "Bandwidth" (полоса частот) см. в [главе 14.5 "Конфигурирование полосы пропускания"](#) на стр. 106.

Типы измерений и окна отображения результатов

- Подокно "Analysis" (анализ)
Дополнительную информацию о содержимом подокна "Analysis" (анализ) см. в [главе 14.8 "Конфигурирование кривой"](#) на стр. 113.
- Подокно "Trigger" (запуск)
Дополнительную информацию о содержимом подокна "Trigger" (запуск) см. в [главе 14.7 "Конфигурирование запуска"](#) на стр. 112.

14.2 Типы измерений и окна отображения результатов

Анализатор спектра R&S FPC обеспечивает возможность измерения сигналов в частотной или временной области.

Прибор R&S FPC также может быть дополнительно оснащен расширенными функциями измерения, такими как гармонические нелинейные искажения или OBW (занимаемая полоса частот). Для этих измерений доступны настройки и инструменты, позволяющие решать особые задачи измерения.

Измерение основных спектральных характеристик

Измерение основных спектральных характеристик не требует установки дополнительного оборудования в прибор R&S FPC.

1. Подключите ИУ к ВЧ-входу прибора R&S FPC.
2. Включите прибор R&S FPC.

Анализатор спектра R&S FPC выполнит измерение характеристик ИУ в частотной области со стандартными настройками. Результаты измерения отобразятся в виде кривой на диаграмме, показанной на экране прибора.

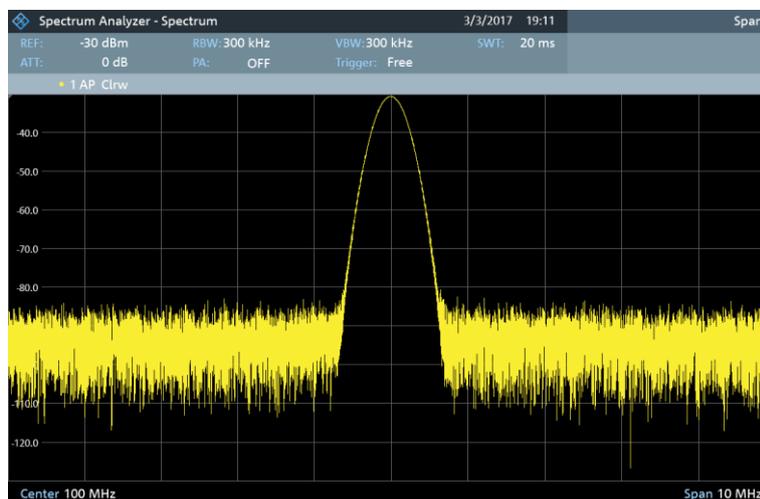


Рисунок 14-2 – Отображение сигнала в частотной области

Кроме того, характеристики ИУ могут быть измерены во временной области.

Измерения в частотной области

При измерении в частотной области прибор R&S FPC выполняет анализ характеристик входного сигнала в заданной **полосе обзора**. Это измерение может быть использовано, например, для получения основных результатов измерения, таких как пиковые уровни и форма огибающей спектра.

По горизонтальной оси отображается частота, а по вертикальной – уровни сигнала.

Измерение в частотной области – это режим измерения по умолчанию.

Измерения во временной области

При измерении во временной области прибор R&S FPC выполняет анализ характеристик сигнала во времени на конкретной частоте. Ширина полосы обзора при измерениях во временной области равна нулю (**режим нулевой полосы обзора**). Измерения во временной области могут быть использованы, например, для контроля характеристик сигнала и его поведения во времени.

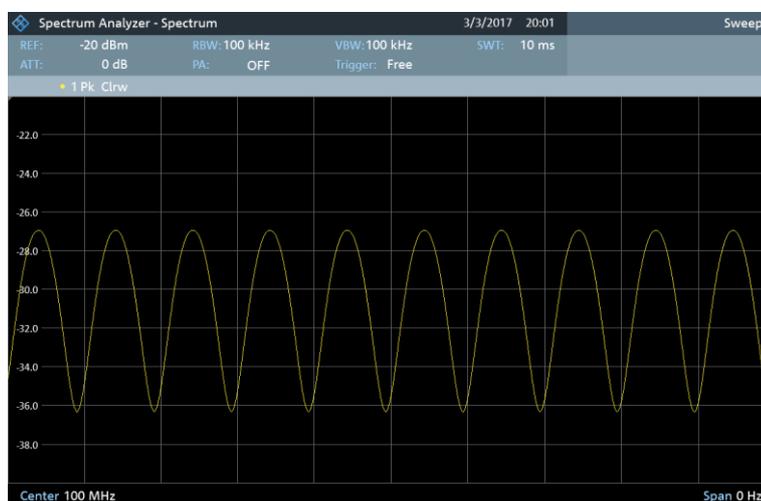


Рисунок 14-3 – Отображение сигнала во временной области

По горизонтальной оси отображается время, а по вертикальной – уровни сигнала.

Для измерения характеристик сигнала во временной области необходимо выбрать режим нулевой полосы обзора.

Выбор расширенных измерительных функций

В дополнение к рассмотренным базовым функциям измерения анализатор спектра R&S FPC может быть опционально оснащен расширенными функциями.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерений.
2. Выберите один из пунктов меню.
Выбор пункта "Spectrum" (спектр) вернет в режим базового спектрального анализа.

• Измерение мощности канала для сигналов с непрерывной модуляцией	70
• Интермодуляция третьего порядка	74
• Измерения уровня мощности сигналов TDMA	75
• Измерение нелинейных искажений	78
• Измерение коэффициента АМ-модуляции	79
• Измерение занимаемой полосы частот	81
• Работа с окном отображения результатов в виде спектрограммы	84

14.2.1 Измерение мощности канала для сигналов с непрерывной модуляцией

Доступ (меню измерения): "Meas" > "Measurement Mode" > "Channel Power"

Команды ДУ для управления измерениями мощности канала:

- см. описание команд дистанционного управления

Доступно с дополнительным приложением "Advanced Measurements" (расширенные функции измерения).

Функция измерения мощности канала позволяет проводить избирательное измерение уровня мощности модулированных сигналов. В отличие от измерителя мощности, выполняющего измерения в полном диапазоне частот, функция измерения мощности канала позволяет измерять мощность в отдельном канале передачи. Другие сигналы, содержащиеся в частотном спектре, не отображаются в окне результатов.

При измерении спектра в канале прибор R&S FPC использует полосу разрешения, ширина которой намного меньше ширины полосы пропускания канала. Затем он определяет полную мощность канала путем интегрирования результатов на кривой.

Это значит, что результаты измерения сравнимы с теми, которые могли бы быть получены с помощью теплового измерителя мощности. Узкая полоса разрешения играет роль узкополосного канального фильтра, что позволяет избежать влияния внеканального излучения на результаты измерения.

Выбор измерения мощности канала

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Measurement Mode" (режим измерения) для выбора измерения.
3. Выберите пункт меню "Channel Power" (мощность канала).
Прибор R&S FPC запустит измерение мощности канала.
Две вертикальные линии указывают полосу пропускания канала.

Функция измерения мощности канала обеспечивает отображение результатов и другой информации об измерении в заголовке диаграммы.

- **Power / Max Power (мощность / максимальная мощность)**
Отображение уровня мощности, измеренного в канале. Метка изменяется в зависимости от выбранного [режима мощности](#).
- **Channel BW (полоса пропускания канала)**
Отображение текущей выбранной полосы пропускания канала.

В нижней части диаграммы отображаются текущие выбранные [центральная частота](#) и [полоса обзора](#).

- [Информация об измерении](#) 71
- [Конфигурирование](#) 71

14.2.1.1 Информация об измерении

Для получения достоверных результатов измерения мощности канала необходимо обеспечить соблюдение следующих обязательных условий.

- Задайте соответствующую полосу пропускания канала.
На диаграмме должен отображаться только измеряемый сигнал. Наличие дополнительного сигнала приведет к искажению результатов измерения.
- Задайте надлежащую [полосу разрешения](#).
- Выберите [среднеквадратический детектор](#). Он обеспечивает достоверность результатов измерения мощности вне зависимости от исследуемого сигнала.

Задайте достаточную ширину [полосы обзора](#).

Полоса обзора всегда связана с полосой пропускания канала (полоса обзора в 1,2-5 раз шире полосы пропускания канала в зависимости от последней). При изменении полосы пропускания канала анализатор спектра R&S FPC автоматически изменяет полосу обзора, но не наоборот.

14.2.1.2 Конфигурирование

Доступ: "Meas"

Для функции измерения полосы пропускания канала имеется несколько специальных настроек. Все они доступны в меню измерения.

Задание полосы пропускания канала

Полоса пропускания канала – это полоса частот измеряемого сигнала.

Следует заметить, что полоса пропускания канала и [полоса обзора](#) связаны друг с другом. При выборе полосы пропускания канала прибор R&S FPC автоматически определяет полосу обзора, соответствующую заданной полосе пропускания канала (полоса обзора = 1,2 x полоса пропускания канала). Эта особенность гарантирует корректность измерений мощности канала.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Chan Bandwidth" (полоса пропускания канала).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания полосы пропускания канала.
3. Введите требуемую ширину полосы пропускания канала.

Примечание – Минимальное значение ширины полосы пропускания канала составляет 833 Гц при полосе обзора 1 кГц.

Измерение максимальной мощности канала

Если уровни сигнала варьируются в широких пределах, максимальная мощность канала может быть измерена с помощью функции удержания максимума (Max Hold).

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Power Display" (отображение уровня мощности).
3. Выберите пункт меню "Max Hold" (удержание максимума).
Среди полученных результатов отобразится наивысший измеренный уровень мощности канала (указывается как "Max Power" (максимальная мощность) в заголовке диаграммы).

Типы измерений и окна отображения результатов

4. Для возврата к обычному отображению мощности выберите пункт меню "Clear / Write" (очистка/запись).

Измерение плотности мощности канала

По умолчанию результаты измерения мощности канала прибором R&S FPC относятся к полной полосе пропускания выбранного канала. При этом можно также отобразить мощность канала, соответствующую полосе шириной 1 Гц. В этом случае результаты приводятся не в дБмВт, а в дБмВт/Гц.

С помощью этого метода оценки можно, например, измерить плотность мощности сигнала/шума.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Power Display" (отображение уровня мощности).
3. Выберите пункт меню "Channel Power / Hz" (мощность канала / Гц).

Среди полученных результатов отобразится мощность канала, измеренная в полосе шириной 1 Гц (это указывается другой единицей измерения в заголовке диаграммы с результатами измерения мощности канала).

4. Для возврата к обычному отображению мощности повторно выберите пункт меню "Channel Power / Hz" (мощность канала / Гц).

Выбор единиц измерения для отображения уровня мощности

Прибор R&S FPC позволяет отображать мощность в различных единицах измерения.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Power Unit" (единица измерения мощности) для вызова меню единиц измерения мощности.
3. Выберите требуемую единицу измерения.

Прибор R&S FPC отобразит уровень сигнала в выбранной единице измерения.

Примечание – по умолчанию используется единица измерения дБмВт.

Выбор стандарта

Основные настройки измерения могут быть сохранены в виде файла стандарта. При загрузке такого файла стандарта прибор R&S FPC автоматически конфигурирует соответствующий измерительный канал и задает общие настройки измерения.

Файлы стандарта для общих телекоммуникационных стандартов изначально содержатся во встроенном ПО прибора R&S FPC.

Для измерения сигналов других стандартов в ПО R&S InstrumentView имеется возможность создания и передачи пользовательских файлов стандарта в прибор R&S FPC. Дополнительную информацию см. в документации на ПО R&S InstrumentView.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Standard" (стандарт).

Прибор R&S FPC откроет диалоговое окно для выбора стандарта.

Типы измерений и окна отображения результатов

3. Выберите один из доступных стандартов.

Анализатор спектра R&S FPC загрузит конфигурацию для выбранного стандарта. Прибор автоматически выберет полосу обзора, полосу разрешения, полосу видеофильтра, время развертки и детектор согласно требованиям стандарта.

Если измерение больше не соответствует выбранному стандарту (например, было изменено значение параметра), прибор R&S FPC отобразит синюю точку перед меткой стандарта.

Задание опорного уровня

Опорный уровень – это уровень мощности, ожидаемый прибором R&S FPC на ВЧ-входе. При выборе опорного уровня убедитесь в отсутствии перегрузки прибора R&S FPC при подаче сигнала, уровень мощности которого превышает максимальный опорный уровень.

Поскольку мощность измеряется в **полосе разрешения**, ширина которой намного меньше ширины полосы частот сигнала, перегрузка прибора R&S FPC может возникнуть, даже если измерительная кривая находится в пределах диаграммы измерения. Чтобы избежать перегрузки, измерьте занимаемую полосу частот с использованием самой широкой полосы разрешения и пикового детектора. При выборе таких параметров кривая не сможет превысить опорный уровень.

Для упрощения работы и предотвращения ошибочных измерений в приборе R&S FPC имеется автоматическая процедура установки опорного уровня.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.

2. Выберите пункт меню "Level Adjust" (изменение уровня).

Прибор R&S FPC выполнит измерение для определения оптимального опорного уровня с использованием полосы разрешения шириной 1 МГц, полосы видеофильтра шириной 1 МГц и пикового детектора. По завершении автоматического измерения прибор R&S FPC установит оптимальный опорный уровень.

Изменение полосы обзора

Как правило, полоса обзора, выбираемая прибором R&S FPC, обеспечивает получение оптимальных результатов. Однако в некоторых случаях может возникнуть потребность в отображении спектра за пределами текущей полосы обзора для обнаружения других составляющих сигнала, которые следует включить в измерение. Таким образом, можно задать полосу обзора, которая до 10 раз шире полосы пропускания канала, что позволит увидеть спектр вне измерительного канала.

1. Нажмите клавишу "Span" (полоса обзора) для вызова меню полосы обзора.

2. Выберите пункт меню "Manual Span" (задание полосы обзора вручную).

Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания полосы обзора.

3. Введите требуемое значение ширины полосы обзора.

Примечание – Максимально возможная полоса обзора для измерения мощности канала в 10 раз шире полосы пропускания канала. При дальнейшем расширении полосы обзора результаты измерения мощности канала будут становиться менее точными, что связано с недостаточным количеством точек кривой в измеряемом канале.

14.2.2 Интермодуляция третьего порядка

Доступ: "Meas" > "Measurement Mode" > "Occupied Bandwidth"

Команды ДУ для управления измерением интермодуляции третьего порядка:

- см. описание команд дистанционного управления.

Доступно с дополнительным приложением "Advanced Measurements" (расширенные функции измерения).

Интермодуляция – это явление, возникающее при передаче сигналов на двух или более близкорасположенных частотах. Идеальное ИУ в этом случае выдавало бы те же сигналы, что были поданы на его вход. Однако на практике ИУ (такие как усилитель или смеситель) являются нелинейными. В результате этой нелинейности на различных частотах появляются дополнительные сигналы, что может оказывать негативное влияние на систему, например, вызывая помехи при передаче радиосигналов.

- Гармоники, кратные основной частоте (f^*x).
- Интермодуляционные составляющие, частоты которых являются суммой или разностью основных частот ($f_x + f_y$ и $f_y - f_x$).

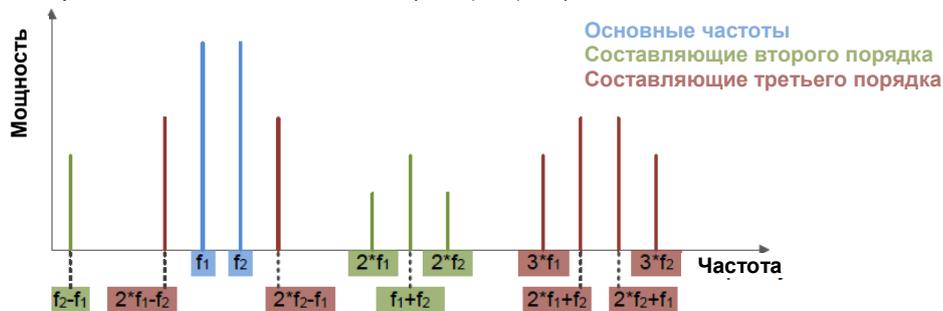
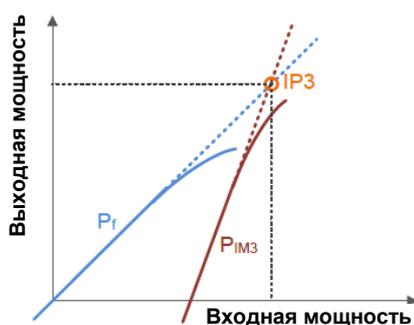


Рисунок 14-4 – Обзор интермодуляционных составляющих

Особый интерес представляют интермодуляционные составляющие третьего порядка, поскольку:

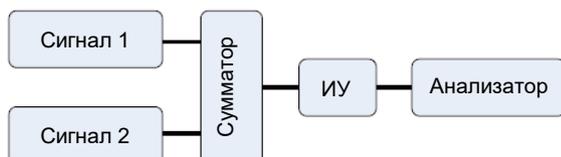
- их уровень сравнительно велик;
- они возникают в окрестности несущей частоты и, как следствие, их сложно отфильтровать.

Кроме того, уровень интермодуляционных составляющих возрастает при увеличении уровня входного сигнала в отношении 3:1, т. е. увеличение уровня входного сигнала на 1 дБ приводит к увеличению уровня составляющей третьего порядка на 3 дБ. В конечном счете, уровень интермодуляционных составляющих превысит уровень входного сигнала. Точка, в которой эти уровни сравниваются, называется точкой пересечения по интермодуляционным составляющим третьего порядка (IP3).



В рамках измерения интермодуляции третьего порядка (TOI) выполняется анализ интермодуляционных составляющих, возникающих на выходе ИУ, а также расчет точки пересечения по интермодуляционным составляющим третьего порядка. IP3 – это теоретическая точка пересечения ожидаемого уровня сигнала ИУ и уровня интермодуляционных составляющих. Таким образом, она является мерой линейности ИУ.

Для выполнения измерения TOI необходимы два сигнала с одинаковыми уровнями и немного отличающимися частотами, которые следует объединить и подать на ВЧ-вход анализатора спектра R&S FPC.



Выбор измерения точки TOI

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Measurement Mode" (режим измерения) для выбора измерения.
3. Выберите пункт меню "Third Order Intermod." (интермодуляция третьего порядка).
Анализатор R&S FPC запустит измерение интермодуляции третьего порядка. При этом прибор R&S FPC размещает два маркера (маркер 1 и маркер 2) на пиках сигнала (предположительно основных частот) и два маркера (маркер 3 и маркер 4) на интермодуляционных составляющих третьего порядка. Прибор R&S FPC рассчитывает точку пересечения по интермодуляционным составляющим третьего порядка на основании разницы уровней между двумя первыми маркерами и маркерами 3 и 4 и отображает результаты в заголовке диаграммы.

Поиск сигналов

Функция поиска сигналов – это простой способ обновления позиции маркеров и, как следствие, результатов измерения (например, в случае изменения частот сигнала).

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Search Signals" (поиск сигналов).
Анализатор спектра R&S FPC выполняет поиск сигналов, соответствующим образом размещает маркеры и обновляет результаты измерения TOI.

14.2.3 Измерения уровня мощности сигналов TDMA

Доступ: "Meas" > "Measurement Mode" > "TDMA Power"

Команды ДУ, требуемые для конфигурирования измерений уровня мощности сигналов TDMA:

- см. описание команд дистанционного управления.

Доступно с дополнительным приложением "Advanced Measurements" (расширенные функции измерения).

TDMA (множественный доступ с временным разделением каналов) – это метод доступа к каналу, при котором один канал делится между несколькими пользователями. Канал подразделяется на несколько временных слотов (интервалов). Каждому пользователю присваивается определенный временной слот (таймслот). Примером стандарта передачи, использующего метод TDMA, является GSM.

Типы измерений и окна отображения результатов

Измерение уровня мощности сигнала TDMA – это измерение во временной области, позволяющее определить мощность одного из таймслотов или мощность пакета.

Выбор измерения уровня мощности сигнала TDMA

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Measurement Mode" (режим измерения) для выбора измерения.
3. Выберите пункт меню "TDMA Power" (мощность сигнала TDMA).

Прибор R&S FPC1000 запустит измерение мощности сигнала во временной области.

При запуске TDMA-измерения анализатор спектра R&S FPC автоматически сузит полосу обзора до 0 Гц.

Во избежание получения некорректных результатов измерения уровня мощности сигнала во временной области следует убедиться, что в выбранную полосу разрешения попадает весь сигнал. Если ширина полосы разрешения слишком мала, отображаемый уровень мощности будет меньше фактического уровня.

Функция TDMA-измерения мощности обеспечивает отображение результатов и другой информации об измерении в заголовке диаграммы.

- **Power (мощность)**
Отображение уровня мощности измеренного пакета в дБмВт.
- **Burst Length (длина пакета)**
Отображение длины измеренного пакета в секундах.

Выбор стандарта

Быстрым способом конфигурирования измерения является сохранение конфигурации определенного измерения в файл с возможностью ее последующего восстановления. Этот способ особенно полезен, например, при измерении сигнала в тестовых сценариях, отвечающих требованиям стандартов электросвязи.

Конфигурации для общих стандартов электросвязи изначально представлены во встроенном ПО прибора R&S FPC.

Для измерения сигналов других стандартов в ПО R&S InstrumentView имеется возможность создания и передачи пользовательских конфигурационных файлов в прибор R&S FPC. Дополнительную информацию см. в документации на ПО R&S InstrumentView.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Standard" (стандарт).
3. Выберите один из доступных стандартов в диалоговом окне.

Анализатор спектра R&S FPC загрузит конфигурацию для выбранного стандарта.

В зависимости от выбранного файла прибор R&S FPC автоматически задает полосу обзора, полосу разрешения, полосу видеосигнала, время развертки и детектор в соответствии с требованиями стандарта.

Если конфигурация была изменена и один из параметров отличается от конфигурационного значения в открытом файле, прибор R&S FPC отобразит синюю точку напротив отображения стандарта.

Задание опорного уровня

Опорный уровень – это уровень мощности, ожидаемый прибором R&S FPC на ВЧ-входе. При выборе опорного уровня убедитесь в отсутствии перегрузки прибора R&S FPC при приложении сигнала, уровень мощности которого превышает максимальный опорный уровень.

Поскольку мощность измеряется в **полосе разрешения**, ширина которой намного меньше ширины полосы частот сигнала, перегрузка прибора R&S FPC может возникнуть, даже если кривая находится в пределах диаграммы измерения. Чтобы избежать перегрузки, измерьте занимаемую полосу частот с использованием самой широкой полосы разрешения и пикового детектора. При выборе таких параметров кривая не сможет превысить опорный уровень.

Для упрощения работы и во избежание ошибок измерения в приборе R&S FPC имеется автоматическая программа задания опорного уровня.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.

2. Выберите пункт меню "Level Adjust" (изменение уровня).

Прибор R&S FPC выполнит измерение для определения оптимального опорного уровня. При этом используются полоса разрешения 1 МГц, полоса видеофильтра 1 МГц и пиковый детектор. По завершении автоматического измерения прибор R&S FPC задаст оптимальный опорный уровень.

Задание длины пакетного сигнала

Значение Burst Length, или время измерения определяет ожидаемую длину пакета импульсов. Время измерения – это временной интервал, в рамках которого измеряется уровень мощности сигнала.

Минимальная длина пакета – это временной интервал, соответствующий одному пикселю кривой. Максимальная длина пакета соответствует текущему времени развертки (при этом время развертки – это полный временной интервал по оси X).

Длина пакета должна быть равна или меньше времени развертки. Если заданная длина пакета превышает время развертки, прибор R&S FPC выберет длину пакета, равную текущему времени развертки. Для измерения более длинного пакета в первую очередь необходимо увеличить время развертки.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.

2. Выберите пункт меню "Burst Length" (длина пакета).

Прибор R&S FPC вызовет поле ввода для задания длины пакета.

3. Введите ожидаемое значение длины пакета.

Прибор R&S FPC выполнит анализ мощности пакета. Текущая длина пакета указывается на диаграмме двумя синими вертикальными линиями (первая линия, указывающая начало пакета, как правило, совпадает с началом оси X).

Использование функции запуска

Использование функции **запуска** – это наилучший способ измерения пакетов импульсов, поскольку отображение пакета в этом режиме остается стабильным. Пользователь может использовать как запуск по видеосигналу, так и запуск по внешнему сигналу (если ИУ оснащено оборудованием, способным генерировать сигнал запуска). Функциональные возможности обоих источников сигналов запуска идентичны тем, которые реализованы в приложении Spectrum (анализатор спектра).

1. Подключите выход сигнала запуска ИУ к входу сигнала запуска прибора R&S FPC.

2. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.
3. Выберите пункт меню "Trigger" (запуск) для вызова меню запуска.
4. Выберите источник запуска ("Video" (видеосигнал) или "External Rise / Fall" (передний/задний фронт внешнего сигнала)).
5. Выберите пункт меню "External Rise" (передний фронт внешнего сигнала) или "External Fall" (задний фронт внешнего сигнала).
Прибор R&S FPC инициирует функцию запуска и отобразит результаты измерения.

14.2.4 Измерение нелинейных искажений

Доступ: "Meas" > "Measurement Mode" > "Harmonic distortion"

Команды ДУ для конфигурирования измерений нелинейных искажений:

- см. описание команд дистанционного управления.

Доступно с дополнительным приложением "Advanced Measurements" (расширенные функции измерения).

Измерение нелинейных искажений – это простой способ обнаружения гармоник сигнала и определения их характеристик.

В идеальном случае спектр сигнала представляет собой отдельный пик. Однако на практике в системах присутствуют неоднородности (например, нелинейности), наличие которых приводит к добавлению спектральных составляющих к исходному сигналу (основная частота которого соответствует центральной частоте анализатора). Среди этих дополнительных спектральных составляющих выделяются гармоники (также называемые обертонами) – сигналы с частотами, превышающими основную частоту и кратными основной частоте в спектре. Хотя уровень всех гармоник ниже уровня основной частоты, они все равно оказывают влияние на сигнал в целом.

Измерение нелинейных искажений выполняется для обнаружения гармоник измеряемого сигнала. При запуске измерения прибор R&S FPC выполняет поиск первой гармоники сигнала (т. е. сигнала с наивысшим уровнем) в заданном частотном диапазоне. Количество искомых гармоник зависит от количества гармоник, которое было задано пользователем. Масштаб по оси частот при этом изменяется таким образом, чтобы были отображены все гармоники.

Кроме того, прибор R&S FPC рассчитывает суммарный коэффициент нелинейных искажений (КНИ или THD). Коэффициент THD – это среднеквадратичное значение, вычисляемое по всем гармоникам относительно уровня мощности основной частоты.

Выбор измерения нелинейных искажений

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Measurement Mode" (режим измерения) для выбора измерения.
3. Выберите пункт меню "Harmonic Distortion" (нелинейные искажения).
Анализатор спектра R&S FPC запустит измерение нелинейных искажений и разместит маркеры на каждой обнаруженной гармонике.
Кроме того, прибор рассчитает значение THD и отобразит результаты в заголовке диаграммы.

Задание количества гармоник

Анализатор спектра R&S FPC поддерживает возможность одновременного измерения до шести гармоник.

По умолчанию прибор R&S FPC отображает основную частоту сигнала и его первую гармонику. Основная частота и ее гармоники указываются маркерами, которые размещаются прибором R&S FPC на обнаруженных пиках. Следует заметить, что все установленные маркеры являются нормальными и показывают абсолютные значения частоты гармоник.

В то же время прибор R&S FPC рассчитывает значения для суммарного коэффициента нелинейных искажений (THD) и отображает результаты в окне, расположенном над диаграммой кривой. Значения приводятся в % и дБ.

1. Если необходимо выполнить анализ нескольких гармоник, нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Harmonics" (гармоники).
3. Введите количество гармоник, которые следует отобразить.
Прибор R&S FPC обновит измерение соответствующим образом.

Оптимизация настроек измерения

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Adjust Settings" (изменение настроек).
Прибор R&S FPC изменит опорный уровень, частоту и полосу обзора для наилучшего отображения всех гармоник.

14.2.5 Измерение коэффициента амплитудной модуляции

Доступ: "Meas" > "Measurement Mode" > "AM Modulation Depth"

Команды ДУ для конфигурирования измерений коэффициента амплитудной модуляции:

- см. описание команд дистанционного управления.

Амплитудная модуляция (AM) – это схема модуляции, при которой амплитуда несущего сигнала изменяется в соответствии с формой передаваемого сигнала.

С помощью измерения коэффициента амплитудной модуляции можно выполнить анализ AM-сигналов и отобразить спектральные характеристики сигнала. Кроме того, на основании результатов измерения можно определить коэффициент модуляции сигнала. Коэффициент AM характеризует степень изменения модулированного сигнала относительно амплитуды несущей. Коэффициент AM (значение m) рассчитывается следующим образом.

$m = \text{пиковая амплитуда сигнала} / \text{амплитуда немодулированной несущей}$

В случае $m = 0,5$, например, амплитуда несущей изменяется в пределах 50 % выше и ниже уровня немодулированной несущей.

Если $m = 1$, амплитуда несущей изменяется в пределах 100 %.

Следует заметить, что измерение выполняется надлежащим образом лишь в том случае, если измеряется AM-сигнал.

Выбор измерения коэффициента AM

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Measurement Mode" (режим измерения) для выбора измерения.
3. Выберите пункт меню "AM Modulation Depth" (коэффициент AM).
Прибор R&S FPC измерит коэффициент модуляции путем размещения трех маркеров на кривой.

Первый маркер размещается на пиковом уровне, при этом прибор R&S FPC полагает, что наивысшим уровнем является уровень несущей. Второй и третий маркеры являются дельта-маркерами. Эти маркеры симметричным образом размещаются на соседних пиковых значениях слева и справа от несущей.

Исходя из значений маркеров прибор R&S FPC рассчитывает коэффициент AM. Коэффициент AM – это отношение значения мощности опорного маркера к значениям мощности дельта-маркеров. Если уровни мощности в боковых полосах AM неодинаковы, прибор R&S FPC использует среднее значение, рассчитанное по уровням из двух боковых полос. Если анализатор спектра R&S FPC не может обнаружить AM-несущую, отображается сообщение о невозможности выполнения измерения.

Перемещение маркеров

При необходимости можно перемещать маркеры на другие позиции вручную и по отдельности.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите один из пунктов меню "Marker <x>" (маркер <x>) для выбора соответствующего маркера.
3. Переместите маркер на новую позицию.

Задание порогового значения

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Threshold" (пороговое значение).
Прибор R&S FPC1000 откроет поле ввода для задания порогового значения.
3. Введите требуемое пороговое значение.

Пороговое значение отображается в области диаграммы в виде горизонтальной синей кривой. Сигналы, находящиеся ниже этого порога, не интерпретируются в качестве сигналов боковой полосы.

Оптимизация настроек измерения

Для получения наилучших результатов можно воспользоваться автоматической процедурой настройки, представленной в анализаторе спектра R&S FPC.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Adjust Settings" (изменение настроек).
Прибор R&S FPC выполнит измерение для определения идеальных значений опорного уровня, частоты и полосы обзора для отображения всех гармоник.

14.2.6 Измерение занимаемой полосы частот

Доступ: "Meas" > "Measurement Mode" > "Occupied Bandwidth"

Команды ДУ для управления измерением занимаемой полосы частот:

- см. описание команд дистанционного управления

Доступно с дополнительным приложением "Advanced Measurements" (расширенные функции измерения).

Важной характеристикой модулированного сигнала является занимаемая им полоса частот (OBW). В системах радиосвязи, например, занимаемая полоса частот должна быть ограничена для обеспечения передачи данных без внесения искажений в соседние каналы. Занимаемая полоса частот определяется как полоса частот, содержащая определенный процент полной мощности передачи.

Процентное содержание может задаваться в диапазоне от 10 до 99 %. Во многих стандартах процентное содержание мощности в занимаемой полосе частот должно составлять 99 %.

После задания полосы пропускания канала прибор R&S FPC автоматически выбирает параметры измерения, обеспечивающие наилучшие результаты.

Выбор измерения OBW

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Measurement Mode" (режим измерения) для выбора измерения.
3. Выберите пункт меню "Occupied Bandwidth" (занимаемая полоса частот).
Прибор R&S FPC запустит измерение занимаемой полосы частот.
Занимаемая полоса частот указывается двумя вертикальными линиями.

Функция измерения занимаемой полосы частот обеспечивает отображение результатов и другой информации об измерении в заголовке диаграммы.

- **Occupied bandwidth (занимаемая полоса частот)**
Отображение занимаемой полосы частот в Гц.
- **Standard (стандарт)**
Отображение выбранного стандарта, если он был выбран.
- **% power BW (% мощности в занимаемой полосе частот)**
Отображение процентного содержания мощности в занимаемой полосе частот.
- **Channel BW (полоса пропускания канала)**
Отображение полосы пропускания канала.

В нижней части диаграммы отображаются текущие выбранные центральная частота и полоса обзора.

- [Информация об измерении](#) 81
- [Конфигурирование](#) 82

14.2.6.1 Информация об измерении

Для получения достоверных результатов измерения занимаемой полосы частот необходимо обеспечить соблюдение следующих обязательных условий.

- Задайте соответствующую полосу пропускания канала.

Типы измерений и окна отображения результатов

На диаграмме должен отображаться только измеряемый сигнал. Наличие дополнительного сигнала приведет к искажению результатов измерения.

- Задайте надлежащую **полосу разрешения**.

Ширина полосы разрешения должна находиться в диапазоне от 1 до 4 % от ширины полосы пропускания канала. Это гарантирует высокую точность измерения занимаемой полосы частот.

- Задайте достаточную **полосу видеофильтра**.

Ширина полосы видеофильтра должна как минимум в три раза превышать ширину полосы разрешения. Это позволяет избежать получения недостоверных результатов из-за сжатия пиков сигнала видеофильтром.

- Выберите **среднеквадратический детектор**. Он обеспечивает достоверность результатов измерения мощности вне зависимости от исследуемого сигнала.

Некоторые спецификации измерения (например, PDC, RCR STD-27B) требуют использования пикового детектора для измерения занимаемой полосы обзора. В таких случаях необходимо изменить настройки детектора соответствующим образом.

- Выберите соответствующее **время развертки**.

14.2.6.2 Конфигурирование

Доступ: "Meas"

Для функции измерения занимаемой полосы частот имеется несколько специальных настроек. Все они доступны в меню измерения.

Задание процентного содержания мощности в занимаемой полосе частот

Процентное содержание мощности для анализа в занимаемой полосе частот по умолчанию составляет 99 %, что удовлетворяет требованиям большинства стандартов. Если для измерения требуется другое процентное содержание мощности, это значение может быть изменено.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "% Power Bandwidth" (% мощности в занимаемой полосе частот).

Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания процентного содержания мощности.

3. Введите процентное содержание мощности, требуемое для измерения.

Анализатор спектра R&S FPC отобразит занимаемую полосу частот в графическом виде в окне кривой и в численном виде над окном кривой.

Примечание – Введенное здесь значение представляет собой процентное содержание мощности, которая должна находиться в полосе пропускания канала, относительно мощности в полной полосе обзора (процентное значение от полной мощности).

Задание полосы пропускания канала

Полоса пропускания канала – это полоса частот измеряемого сигнала.

Следует заметить, что прибор R&S FPC всегда выбирает **полосу обзора**, равную полосе пропускания канала.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Chan Bandwidth" (полоса пропускания канала).

Типы измерений и окна отображения результатов

Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания полосы пропускания канала.

3. Введите требуемую ширину полосы пропускания канала.

Примечание – Минимальное значение ширины полосы пропускания канала составляет 2 кГц для полосы обзора 1 кГц.

Выбор стандарта

Основные настройки измерения могут быть сохранены в виде файла стандарта. При загрузке такого файла стандарта прибор R&S FPC автоматически конфигурирует соответствующий измерительный канал и задает общие настройки измерения.

Файлы стандарта для общих телекоммуникационных стандартов изначально содержатся во встроенном ПО прибора R&S FPC.

Для измерения сигналов других стандартов в ПО R&S InstrumentView имеется возможность создания и передачи пользовательских файлов стандарта в прибор R&S FPC. Дополнительную информацию см. в документации на ПО R&S InstrumentView.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Standard" (стандарт).

Прибор R&S FPC откроет диалоговое окно для выбора стандарта.

3. Выберите один из доступных стандартов.

Анализатор спектра R&S FPC загрузит конфигурацию для выбранного стандарта. Прибор автоматически выберет полосу обзора, полосу разрешения, полосу видеочастотного фильтра, время развертки и детектор согласно требованиям стандарта.

Если измерение больше не соответствует выбранному стандарту (например, было изменено значение параметра), прибор R&S FPC отобразит синюю точку перед меткой стандарта.

Задание опорного уровня

Опорный уровень – это уровень мощности, ожидаемый прибором R&S FPC на ВЧ-входе. При выборе опорного уровня убедитесь в отсутствии перегрузки прибора R&S FPC при подаче сигнала, уровень мощности которого превышает максимальный опорный уровень.

Поскольку мощность измеряется в **полосе разрешения**, ширина которой намного меньше ширины полосы частот сигнала, перегрузка прибора R&S FPC может возникнуть, даже если кривая находится в пределах диаграммы измерения. Чтобы избежать перегрузки, измерьте занимаемую полосу частот с использованием самой широкой полосы разрешения и пикового детектора. При выборе таких параметров кривая не сможет превысить опорный уровень.

Для упрощения работы и предотвращения ошибочных измерений в приборе R&S FPC имеется автоматическая процедура установки опорного уровня.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Level Adjust" (изменение уровня).

Прибор R&S FPC выполнит измерение для определения оптимального опорного уровня с использованием полосы разрешения шириной 1 МГц, полосы видеочастотного фильтра шириной 1 МГц и пикового детектора. По завершении автоматического измерения прибор R&S FPC установит оптимальный опорный уровень.

Изменение полосы обзора

Как правило, полоса обзора, выбираемая прибором R&S FPC, обеспечивает получение оптимальных результатов. Однако в некоторых случаях может возникнуть потребность в отображении спектра за пределами текущей полосы обзора для обнаружения других составляющих сигнала, которые следует включить в измерение. Таким образом, можно задать полосу обзора, которая в 10 раз шире полосы пропускания канала, что позволит увидеть спектр вне измерительного канала.

1. Нажмите клавишу "Span" (полоса обзора) для вызова меню полосы обзора.
2. Выберите пункт меню "Manual Span" (задание полосы обзора вручную).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания полосы обзора.
3. Введите требуемое значение ширины полосы обзора.

Примечание – Максимально возможная полоса обзора для измерения мощности канала в 10 раз шире полосы пропускания канала. При дальнейшем расширении полосы обзора результаты измерения мощности канала будут становиться менее точными, что связано с недостаточным количеством точек кривой в измеряемом канале.

14.2.7 Работа с окном отображения результатов в виде спектрограммы

Доступ (меню измерения): "Meas" > "Measurement Mode" > "Spectrogram"

Доступ (меню измерения): "Meas" > "Measurement Mode" > "Spectrogram Playback"

Команды ДУ для управления спектрограммой:

- не поддерживаются.

Доступно с дополнительным приложением "Advanced Measurements" (расширенные функции измерения).

В окне отображения результатов в виде спектрограммы приводится спектральная плотность сигнала, представленная одновременно в частотной и временной областях.

Как и в других окнах отображения результатов, по оси X представлена [полоса обзора](#) частот. Ось Y представляет время. Временные значения на спектрограмме следуют в хронологическом порядке сверху вниз. Таким образом, верх диаграммы – это настоящее время. Третье измерение представляет собой амплитуду, значения которой отображаются для каждой частоты; при этом каждому уровню мощности ставится в соответствие определенный цвет.

Цвет, который присваивается прибором R&S FPC измеренному уровню мощности, зависит от:

- выбранной таблицы цветов;
- опорного уровня спектрограммы;
- диапазона уровней спектрограммы.

Спектрограмма состоит из горизонтальных строк высотой в один пиксель, называемых кадрами. По умолчанию кадр добавляется к спектрограмме после каждого цикла [развертки](#). Это значит, что объем данных в кадре зависит от времени развертки. Поскольку значения на спектрограмме в приборе R&S FPC следуют сверху вниз, более старые временные строки смещаются на одну позицию вниз, поэтому текущий кадр всегда находится на диаграмме сверху. Как следствие, последовательность кадров представлена в хронологическом порядке.

Выбор окна отображения результатов в виде спектрограммы

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Measurement Mode" (режим измерения) для вызова меню режима измерения.
3. Выберите пункт меню "Spectrogram" (спектрограмма).
Прибор R&S FPC запустит процедуру записи спектрограммы.



По умолчанию окно с отображением результатов в виде спектрограммы состоит из двух окон. В верхнем окне отображается **измеренный спектр** в виде кривой. В нижнем окне отображаются результаты измерения в виде спектрограммы. Объем информации, содержащейся в спектрограмме, ограничивается внутренней памятью прибора R&S FPC. Анализатор спектра R&S FPC может хранить до 1024 кадров (= кривых). Если измерение выполняется дольше, более старые кадры удаляются. Поскольку высота дисплея меньше 1024 пикселей, часть данных пропадает с отображения через некоторое время (но остается в памяти прибора).

- **Запись спектрограммы** 85
- **Определение цветов** 87
- **Воспроизведение спектрограммы** 90

14.2.7.1 Запись спектрограммы

При работе в режиме непрерывной развертки прибор R&S FPC запускает процедуру записи данных спектрограммы при входе в режим спектрограммы. При этом можно увидеть, как с каждым циклом развертки, добавляющим дополнительную строку на спектрограмму, заполняется содержимое окна отображения результатов в виде спектрограммы.

При работе в режиме однократной развертки прибор R&S FPC не добавляет строку на спектрограмму до тех пор, пока не будет инициирован следующий цикл однократной развертки.

Управление обновлением спектрограммы

В режиме непрерывной развертки поддерживается возможность прерывания записи спектрограммы.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Hold" (удержание).
Запись спектрограммы будет остановлена. Новые строки не будут добавляться на спектрограмму.
При этом само измерение остановлено не будет. Кривая в окне отображения спектра продолжит обновляться в непрерывном режиме. Для полной остановки измерения необходимо переключиться в **режим однократной развертки**. В этом случае прибор R&S FPC завершит текущий цикл развертки и остановит измерение. Данные спектрограммы, записанные к этому моменту, будут сохранены.
3. Повторно выберите пункт меню "Hold" (удержание).
Прибор R&S FPC возобновит обновление спектрограммы.
Окно с отображением результатов в виде спектрограммы будет заполняться новыми строками до тех пор, пока не будет изменена настройка измерения.

Типы измерений и окна отображения результатов

При изменении настройки (например, центральной частоты) спектрограмма очищается и начинает заполняться заново.

4. Спектрограмма также может быть очищена вручную. Нажмите клавишу "Meas" (измерение).
5. Выберите пункт меню "Clear" (очистка).

Сброс спектрограммы

Анализатор спектра R&S FPC очищает окно отображения результатов в виде спектрограммы при изменении настройки измерения, например, одной из настроек частоты или полосы разрешения.

Спектрограмма также может быть очищена по команде пользователя.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Clear" (очистка).

Прибор R&S FPC удалит текущие данные спектрограммы и запустит новый цикл записи.

Отображение спектрограммы в полноэкранном режиме

По умолчанию спектрограмма занимает половину области диаграммы, поскольку в верхней части диаграммы отображаются результаты текущей развертки в виде измерительной кривой. Отображение спектрограммы в полноэкранном режиме позволяет увидеть более старые данные сигналов.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Full Screen" (полноэкранный режим).

Теперь прибор R&S FPC использует всю область диаграммы для отображения спектрограммы в полноэкранном режиме. Количество строк спектрограммы и, как следствие, охватываемый временной интервал, увеличиваются более чем в два раза.

Примечание – Для оценки результатов измерения может потребоваться, чтобы окно отображения спектра оставалось видимым. Для этого в окне спектрограммы имеется скрытая полоса прокрутки, которая может быть использована для перемещения к требуемому кадру путем прокрутки вверх и вниз по содержимому спектрограммы.

Просмотр содержимого спектрограммы путем прокрутки

По мере добавления новых строк на спектрограмму более старые данные смещаются вниз до тех пор, пока полностью не пропадут с отображения спектрограммы. При этом старые данные остаются доступными, но для отображения этих частей спектрограммы необходимо выполнить прокрутку по ее содержимому.

Стрелки в правой части окна спектрограммы указывают на то, что на экране отображаются не все доступные данные.

- ▶ Нажмите клавишу управления курсором "Вверх" или "Вниз".

Прибор R&S FPC выполнит прокрутку по архивным данным спектрограммы.

Символы в правой части спектрограммы указывают позицию участка спектрограммы, отображаемого в данный момент на экране.

- Одиночная стрелка вниз, отображаемая в правом нижнем углу спектрограммы, указывает на то, что самый верхний кадр представляет самый последний записанный кадр.

Типы измерений и окна отображения результатов

- Две стрелки (одна вверх и одна вниз) указывают на то, что отображаемая область спектрограммы находится где-то посередине доступных архивных данных.
- Одиночная стрелка вверх, отображаемая в правом верхнем углу спектрограммы, указывает на то, что нижняя строка спектрограммы представляет конец буфера архива.

14.2.7.2 Определение цветов

Цвета являются важным элементом спектрограммы. Прибор R&S FPC поддерживает различные функции настройки отображения для максимально удобного просмотра результатов.

Выбор цветовой схемы

Первым и наиболее очевидным способом настройки цветов является выбор различных цветовых схем.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Settings" (настройки) для вызова меню настроек спектрограммы.
3. Выберите пункт меню "Color Table" (таблица цветов) для вызова меню таблицы цветов.
4. Выберите наиболее подходящую цветовую схему.

Прибор R&S FPC настроит экранные цвета в соответствии с выбранной схемой.

Доступны следующие цветовые схемы:

- Default (по умолчанию);
- Green-Yellow (зелено-желтая);
- Green-Blue (зелено-синяя);
- Black-White (черно-белая);
- Red-Purple (красно-фиолетовая);
- Blue-Black (сине-черная).

Настройка цветового распределения

Цветовое распределение в стандартной конфигурации может оказаться неидеальным. В приборе R&S FPC имеется несколько настроек для дополнительного улучшения цветного отображения содержимого спектрограммы.

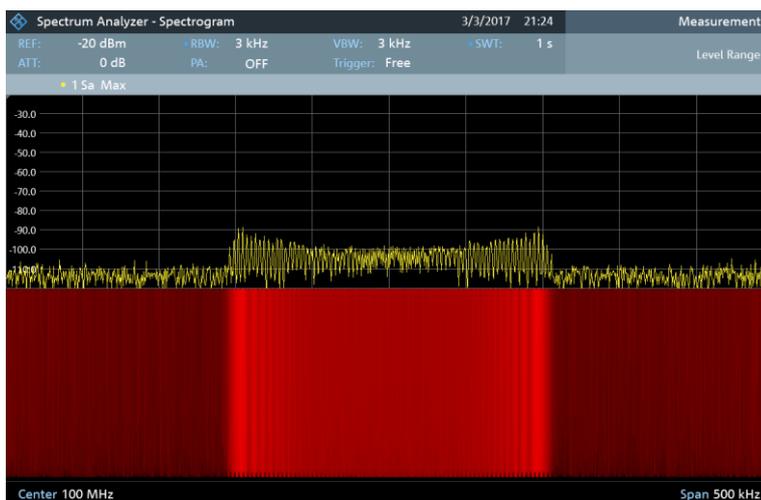
Рассматриваемые ниже примеры основаны на красно-фиолетовой цветовой схеме.

Первый метод заключается в отсечении по опорному уровню. Он позволяет убрать из цветовой карты те амплитуды, которые не являются частью сигнала.

Пример: по умолчанию опорный уровень спектрограммы равен -20 дБмВт.

Это значит, что составляющие сигнала с амплитудой -20 дБмВт будут отображены на спектрограмме в красном цвете, а составляющие сигнала с очень низкими значениями амплитуды будут фиолетовыми. Промежуточные значения будут иметь различные оттенки этих цветов. Поскольку цвета распределены в очень широком диапазоне (около 100 дБмВт или более), вероятно, подробности сигнала будут неразличимы.

Типы измерений и окна отображения результатов



В свою очередь, цветовая карта может быть настроена в соответствии с полной формой измеряемого сигнала. Предположим, например, что амплитуда сигнала варьируется в диапазоне 30 дБ с максимальным значением амплитуды около -80 дБмВт и минимальным значением амплитуды около -120 дБмВт. При использовании настроек по умолчанию спектрограмма будет отображаться исключительно в красном цвете, что усложняет различение уровней амплитуды. Это происходит потому, что оттенки фиолетового цвета находятся за пределами диапазона.

Для улучшения результатов измените опорный уровень спектрограммы на значение в окрестности первого максимального измеренного уровня мощности.

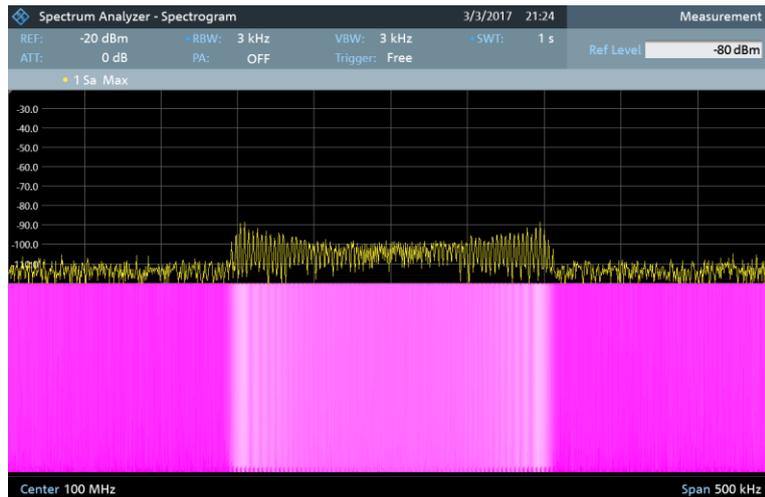
1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Level Range" (диапазон уровней) для вызова меню диапазона уровней.
3. Выберите пункт меню "Reference Level" (опорный уровень).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания опорного уровня спектрограммы. Опорный уровень должен находиться в окрестности максимального уровня, который был измерен при построении спектрограммы. В рассматриваемом примере опорный уровень должен составлять примерно -80 дБмВт.

4. Введите требуемый опорный уровень.

Прибор R&S FPC установит опорный уровень спектрограммы на введенное значение.

Следует заметить, что опорный уровень спектрограммы не влияет на **опорный уровень** анализатора спектра. Аналогичным образом, опорный уровень анализатора спектра не влияет на спектрограмму. Как следствие, кривая спектра остается неизменной.

Типы измерений и окна отображения результатов



Тем не менее, даже после внесения изменений подробности сигналов все еще плохо различимы. Единственным изменением в рассматриваемом примере стало смещение цветов в сторону фиолетового, поскольку цвет, соответствующий опорному уровню, изменился с красного на фиолетовый. Все другие цвета, входящие в цветовую схему, остались невостребованными, потому что диапазон уровней спектрограммы не изменился (100 дБ).

5. Выберите пункт меню "Level Range" (диапазон уровней).

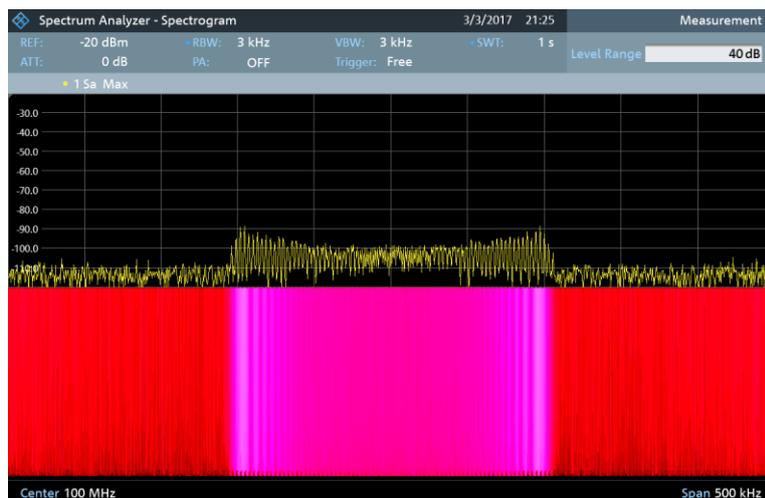
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания диапазона уровней спектрограммы.

В рассматриваемом примере диапазон уровней сигнала простирается от -80 дБмВт до -120 дБмВт.

6. Таким образом, для охвата полного диапазона уровней сигнала необходимо задать для диапазона уровней значение 40 дБ.

После изменения диапазона уровней прибор R&S FPC сможет соотнести полный диапазон цветов с диапазоном уровней сигнала.

Теперь составляющие сигнала с низкими амплитудами будут отображаться в оттенках красного цвета, а составляющие сигнала с высокими амплитудами – в оттенках фиолетового цвета.



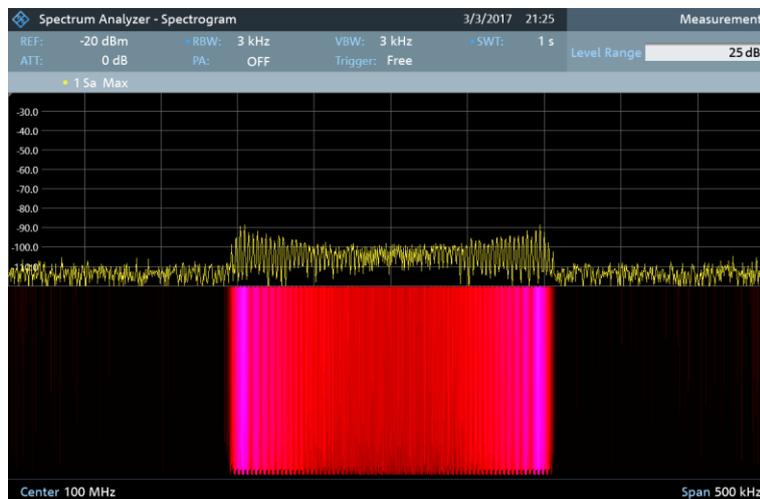
Типы измерений и окна отображения результатов

Таким образом, наилучшим способом отображения спектрограммы является сужение диапазона уровней до тех пор, пока составляющая сигнала с наименьшей амплитудой не будет приведена в соответствие нижнему уровню цветовой карты, а составляющая сигнала с наивысшей амплитудой – верхнему уровню цветовой карты.

Примечание – Для настройки диапазона отображаемых уровней можно также воспользоваться пунктом меню "Auto Range" (автоматическая настройка диапазона). В этом случае прибор R&S FPC выберет диапазон уровней, наилучшим образом соответствующий текущему измеренному сигналу.

Наконец, можно настроить спектрограмму таким образом, чтобы пики сигналов отображались в цвете, а собственный шум оставался черным. Для этого необходимо уменьшать диапазон уровней до тех пор, пока уровень собственных шумов не выйдет за пределы диапазона отображения.

7. Вместо 40 дБ задайте для диапазона уровней значение 30 или даже 25 дБ.



Это обеспечит высокий контраст между составляющими сигнала, которые находятся выше уровня собственных шумов, и собственным шумом, отображаемым в черном цвете.

Для отображения подробностей собственных шумов и исключения пиковых уровней необходимо снизить опорный уровень спектрограммы до значения, лишь немного превышающего уровень собственных шумов.

Прибор R&S FPC отобразит составляющие сигнала, находящиеся выше опорного уровня, в том цвете, который показан на верхней границе цветовой карты.

14.2.7.3 Воспроизведение спектрограммы

Сохранение данных спектрограммы

Данные спектрограммы могут быть сохранены для включения в отчет или последующего анализа.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Save" (сохранить) для вызова диспетчера файлов.
3. Введите имя спектрограммы с помощью буквенно-цифровых клавиш.

По умолчанию прибор R&S FPC сохраняет спектрограмму в файл с именем `Spectrogram###`, где номер присваивается в порядке возрастания. Файлы с данными спектрограммы имеют расширение `*.spm`.

Типы измерений и окна отображения результатов

4. Нажмите функциональную клавишу "Save" (сохранить) для сохранения спектрограммы.

Сохраненная спектрограмма может быть воспроизведена в любой момент времени. Количество спектрограмм, которые могут быть сохранены во внутреннюю память анализатора спектра R&S FPC, зависит от того, какие наборы данных уже хранятся в памяти прибора.

Воспроизведение спектрограммы

Если спектрограмма была записана и сохранена во внутренней памяти прибора или на карте памяти, результаты измерения могут быть просмотрены позже.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Measurement Mode" (режим измерения).
3. Выберите пункт меню "Spectrogram Playback" (воспроизведение спектрограммы).
Прибор R&S FPC перейдет в режим воспроизведения спектрограммы. В режиме воспроизведения запись данных не производится. Отображаются только те данные, которые уже были записаны.

Восстановление спектрограммы

Спектрограмма, когда-то записанная и сохраненная во внутреннюю память прибора R&S FPC или на карту памяти, может быть восстановлена.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Recall" (вызов).
Прибор R&S FPC вызовет диспетчер файлов.
3. Выберите требуемый файл. Файлы с данными спектрограммы имеют расширение *.spm.

Прибор R&S FPC загрузит спектрограмму и отобразит данные на дисплее.

В режиме воспроизведения спектрограммы доступны те же функции, что и в режиме записи, например, пользовательская настройка отображения.

При этом можно просматривать не только тот спектр, который соответствует текущему выбранному кадру спектрограммы, но и спектры всех записанных кадров.

Работа с временными линиями в режиме воспроизведения

Для определения конкретного момента времени и отображения соответствующего спектра можно воспользоваться двумя временными линиями.

При переходе в режим воспроизведения прибор R&S FPC отображает на спектрограмме две временные линии.

Обе временные линии (T1 и T2) соответствуют абсолютному значению времени, позиция которого относится к самому последнему временному кадру (верх диаграммы). Обе временные линии расположены на самой последней строке спектрограммы вверху окна отображения результатов.

Пользователь может выбрать конкретный кадр спектрограммы, находящийся в памяти прибора R&S FPC.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.

Типы измерений и окна отображения результатов

2. Выберите пункт меню "Time Line <x>" (временная линия <x>).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания позиции соответствующей временной линии (T1 или T2).
3. Разместите временную линию, введя соответствующий номер или переместив линию с помощью поворотной ручки.
Ввод номера 0 означает установку маркера временной линии на самый последний кадр. Максимальное доступное для ввода значение составляет 1024 (максимальное число кадров, которое прибор R&S FPC может хранить в своей памяти).

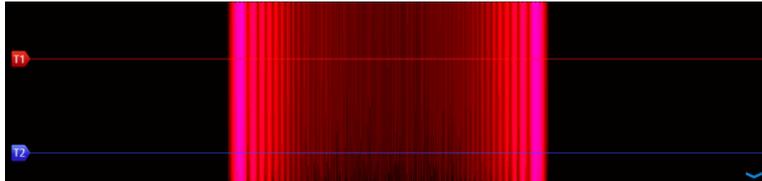


Рисунок 14-5 – Временные линии на спектрограмме

Следует заметить, что на экране видны не все кадры. Если кадр является устаревшим и не входит в видимую область, временная линия также не будет видна; чтобы увидеть ее, необходимо выполнить прокрутку по содержимому спектрограммы.

В верхнем окне отображается спектр кадра на позиции временной линии. Перемещая временную линию, можно просматривать архивные спектры, сохраненные в памяти прибора.

В поле информации о маркерах прибор R&S FPC отображает временную метку временной линии.

Временная метка первой временной линии T1 всегда приводится относительно самого верхнего кадра. Временная метка 00:00:50:000, например, означает, что данные были измерены за 50 секунд до появления самого верхнего кадра.

В дополнение к временной линии (горизонтальный маркер) можно воспользоваться (вертикальными) маркерами, представленными на спектрограмме.

С помощью [маркера](#) и временной линии можно определить точный момент возникновения конкретного события на спектрограмме.

4. Нажмите клавишу "Marker" (маркер).
Прибор R&S FPC включит маркер и поместит его на пиковом уровне текущего отображаемого спектра.
5. Используя поворотную ручку или клавиши управления курсором, переместите маркер по оси X на анализируемую частоту, или непосредственно введите значение частоты с помощью цифровых клавиш.
6. Нажмите функциональную клавишу "Time Line" (временная линия) и пролистывайте спектры с помощью поворотной ручки или клавиш управления курсором, пока в верхнем окне не отобразится требуемый спектр.
Временная метка выбранной временной линии (отображается в поле над областью диаграммы) точно указывает момент возникновения события, представленного в спектре.

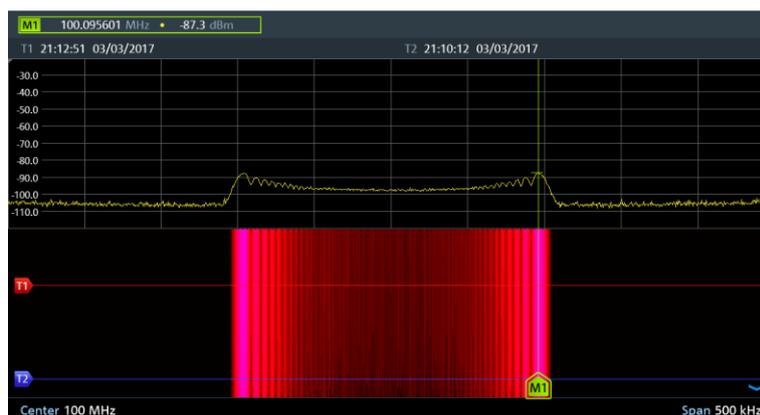


Рисунок 14-6 – Временные линии и маркеры на спектрограмме

Возврат в режим записи спектрограммы в реальном масштабе времени

При нахождении в режиме воспроизведения можно выполнить возврат в режим записи спектрограммы.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Live Update" (автоматическое обновление).
Прибор R&S FPC вернется в режим измерения в реальном масштабе времени.

14.3 Конфигурирование частоты

Доступ (меню частоты): "Freq"

Доступ (меню полосы обзора): "Span"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Frequency" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования частоты:

- см. описание команд дистанционного управления

Основным назначением анализатора спектра является измерение частоты и уровня мощности сигнала и отображение этих характеристик на диаграмме. По оси X диаграммы обычно показана информация о частоте сигнала, а по оси Y – информация об уровне.

Что касается информации о частоте, то типовая задача измерения не требует определения характеристик в полном частотном диапазоне, поддерживаемом прибором R&S FPC. Вместо этого, как правило, целесообразно выполнять измерение характеристик в ограниченном диапазоне частот.

В приборе R&S FPC имеется несколько настроек для управления частотным диапазоном, в котором проводится фактическое измерение.

Частотный диапазон может быть задан несколькими способами:

- На основе центральной частоты и полосы обзора в ее окрестности.

- На основе начальной и конечной частоты, из которой автоматически вычитается центральная частота.
 - На основе таблицы каналов, в которой содержится информация (о частоте) для нескольких каналов передачи.
- | | |
|---------------------------|----|
| • Частота измерения | 94 |
| • Полоса обзора | 96 |
| • Таблица каналов | 97 |

14.3.1 Частота измерения

Частота измерения (или центральная частота) – это частота, на которую настраивается анализатор спектра. Она соответствует частоте по центру оси X в области диаграммы.

При известной (приблизительно) частоте измеряемого сигнала можно просто привести частоту ИУ в соответствие центральной частоте и задать подходящую [полосу обзора](#).

При измерении неизвестных сигналов в широком частотном диапазоне, например, гармоник, целесообразно задавать частотный диапазон на основе [начальной и конечной частот](#).

Задание центральной частоты

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Center Freq" (центральная частота).

Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания центральной частоты.

Совет: при нажатии клавиши "Freq" (частота) прибор R&S FPC автоматически откроет поле ввода для задания центральной частоты. Если поле ввода неактивно, оно может быть открыто с помощью пункта меню "Center Freq" (центральная частота).

3. Введите требуемую частоту.

Введенная частота становится новой центральной частотой.

В процессе настройки центральной частоты может быть получено значение, выходящее за пределы максимальной полосы обзора анализатора спектра R&S FPC. В этом случае прибор R&S FPC автоматически уменьшит ширину полосы обзора.

Частота также может быть задана путем выбора конкретного канала передачи. В этом случае частота задается в таблице каналов. Дополнительную информацию см. в подразделе ["Работа с таблицами каналов"](#) на стр. 76.

Задание размера шага по частоте

Центральная частота может быть с легкостью изменена с фиксированным размером шага с помощью поворотной ручки или клавиш управления курсором.

При выборе центральной частоты с помощью поворотной ручки или клавиш управления курсором размер каждого шага зависит от ширины полосы обзора. Наименьший возможный размер шага при использовании поворотной ручки равен одному пикселю. При использовании клавиш управления курсором размер шага равен 10 % от ширины полосы обзора, или одному делению координатной сетки.

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "CF Step Size" (размер шага центральной частоты) для вызова меню размера шага по частоте.
3. Выберите один из вариантов задания размера шага.
 - "0.1 x Span"
Размер шага равен 10% от ширины полосы обзора, или одному делению по горизонтальной оси.
 - "= Center"
Размер шага соответствует центральной частоте.
Этот размер шага идеально подходит для измерений гармоник. При увеличении или уменьшении центральной частоты она автоматически перемещается на следующую гармонику.
 - "Manual <x> Hz"
Задание пользовательского размера шага.
Этот вариант задания размера шага упрощает анализ спектра с частотами, интервалы между которыми постоянны.

Прибор R&S FPC соответствующим образом изменит размер шага.

При выборе размера шага, равного 10 % от ширины полосы обзора или соответствующего центральной частоте, прибор R&S FPC задает размер шага внутренними средствами. При задании размера шага вручную откроется поле ввода, в котором может быть введено требуемое значение.

Задание смещения частоты

Функция смещения частоты позволяет сдвигать отображаемые частоты на определенное значение в направлении более высокой или низкой частоты. Этот сдвиг является чисто арифметической операцией – измеренная частота остается неизменной.

Сдвиг частоты на другое значение может оказаться полезным, например, при работе с ИУ преобразования частоты, такими как спутниковые понижающие преобразователи. При этом в результатах измерения может быть отображена исходная непреобразованная входная частота ИУ.

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Freq Offset" (смещение частоты).

Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания смещения частоты.

3. Введите требуемое смещение частоты.

Прибор R&S FPC добавит смещение частоты к заданной центральной частоте.

Использование функции смещения частоты указывается синей точкой на метке центральной частоты.

Положительное смещение частоты может выполняться в диапазоне от 1 Гц до 100 ГГц с шагом 1 Гц. Максимальное отрицательное смещение частоты зависит от заданной начальной частоты. Начальная частота с учетом смещения всегда ≥ 0 Гц.

14.3.2 Полоса обзора

Полоса обзора – это частотный диапазон, охватываемый измерением. Измерение может выполняться в полном частотном диапазоне прибора R&S FPC или на его участке. Полоса обзора также определяет, какая информация о частоте отображается на диаграмме измерения; полоса обзора – это частотный диапазон в окрестности заданной **центральной частоты**.

Доступная полоса обзора для измерений в частотной области зависит от модели прибора.

Требуемая ширина полосы обзора зависит от полосы частот измеряемого сигнала и типа выполняемого измерения. Общим правилом является выбор такой ширины полосы обзора, которая как минимум в два раза превышает ширину полосы частот, занимаемой измеряемым сигналом.

Полоса обзора может быть задана в непосредственном виде или на основе начальной и конечной частоты.

Задание полосы обзора

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Manual Span" (задание полосы обзора вручную).

Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания полосы обзора.

Совет: при нажатии клавиши "Span" (полоса обзора) прибор R&S FPC автоматически откроет поле ввода для задания полосы обзора. Если поле ввода неактивно, оно может быть открыто с помощью пункта меню "Manual Span" (задание полосы обзора вручную).

3. Введите ширину полосы обзора.

Прибор R&S FPC изменит ширину полосы обзора по горизонтальной оси на введенное значение.

Совет: если выбрана полоса обзора шириной 0 Гц (нулевая полоса обзора), прибор R&S FPC выполняет измерения во временной области.

В этом случае анализатор спектра R&S FPC измеряет сигнал только на текущей центральной частоте. Вместо отображения спектра прибор R&S FPC показывает уровень мощности сигнала в определенном временном интервале (как осциллограф). Горизонтальная ось становится осью времени. Отображение всегда начинается с 0 секунд и заканчивается по истечении текущего заданного времени развертки.

Измерения во временной области могут быть выбраны без ввода значения вручную. Выберите пункт меню "Zero Span" (нулевая полоса обзора) для получения полосы обзора шириной 0 Гц.



Измерения в полной полосе обзора

Полоса обзора, которая охватывает весь частотный диапазон, поддерживаемый прибором R&S FPC, может быть быстро восстановлена с помощью пункта меню "Full Span" (полная полоса обзора), что не требует ввода значения вручную.

Для возврата к более узкой полосе обзора восстановите последнюю выбранную полосу обзора с помощью пункта меню "Last Span" (последняя полоса обзора).

Задание начальной и конечной частот

Задание начальной и конечной частот хорошо подходит, например, для измерений гармоник или сигналов, точная частота которых неизвестна. При задании начальной и конечной частот центральная частота автоматически изменяется таким образом, чтобы находиться посередине интервала, определяемого начальной и конечной частотами.

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Start Freq" (начальная частота).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания начальной частоты.
3. Введите начальную частоту.
4. Выберите пункт меню "Stop Freq" (конечная частота).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания конечной частоты.
5. Введите конечную частоту.

Совет: при вводе конечной частоты, выходящей за пределы максимального частотного диапазона, прибор R&S FPC задаст конечную частоту на максимально возможное значение.

Анализатор спектра R&S FPC настроит горизонтальную ось в соответствии с введенными значениями, начиная с начальной частоты и заканчивая конечной.

Метки по горизонтальной оси изменятся с "Center" (центральная частота) и "Span" (полоса обзора) на "Start" (начальная частота) и "Stop" (конечная частота).

14.3.3 Таблица каналов

Работа с таблицами каналов

Почти во всех передающих системах реализовано распределение выделенных частотных диапазонов по каналам. Каждому каналу соответствует отдельная частота. Для упрощения работы с такими системами можно воспользоваться таблицей каналов вместо ввода частот вручную.

Прибор R&S FPC поставляется с целым рядом таблиц каналов, для использования которых не требуется дополнительных действий. Для проведения испытаний на соответствие отсутствующим в списке стандартам передачи можно вручную создать собственные таблицы каналов с помощью редактора таблиц каналов "Channel Table Editor", входящего в пакет программ R&S InstrumentView. Для использования одной из таких таблиц необходимо просто скопировать таблицу каналов в прибор R&S FPC.

Дополнительную информацию см. в руководстве по эксплуатации пакета программ R&S InstrumentView.

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Frequency Mode" (режим частоты) для вызова меню режимов частоты.
3. Выберите пункт меню "Channel Downlink" (нисходящий канал) или "Channel Uplink" (восходящий канал).
Прибор R&S FPC вызовет диалоговое окно для выбора таблицы каналов.
4. Выберите одну из доступных таблиц каналов.

После активации таблицы каналов прибор R&S FPC будет настроен в соответствии с содержащимися в таблице данными. Вместо центральной частоты прибор R&S FPC отобразит номер текущего активного канала, включая имя канала. Центральная частота канала определена в таблице каналов и является частотой, соответствующей выбранному каналу.

Выбор канала вместо центральной частоты

При выборе режима **ввода частоты на основе каналов** ввод центральной, начальной или конечной частоты становится недоступным.

Вместо этого необходимо выбрать канал. Прибор R&S FPC изменит центральную, начальную и конечную частоты в соответствии с содержимым таблицы каналов.

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Center Frequency" (центральная частота).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для выбора конкретного канала.
3. Выберите канал, который необходимо проанализировать.
Прибор R&S FPC изменит частоту в соответствии с содержимым таблицы каналов и выбранным каналом.
Номера каналов назначаются частотам следующим образом:
 - Первому каналу присваивается имя канала и частота.
 - Всем последующим каналам присваиваются номера в порядке возрастания.
 - Разнесение частот между каналами фиксировано. Оно может также быть отрицательным. В этом случае центральная частота прибора R&S FPC уменьшается с увеличением номеров каналов.
 - В передающих системах, имеющих пропуски в частотном диапазоне (например, телевизионных), таблица каналов может охватывать несколько диапазонов.

14.4 Конфигурирование амплитуды

Доступ: "Ampt"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Amplitude" (выбранные настройки)

В дополнение к измерению частоты сигнала в анализаторе спектра имеется еще одна важная функция – измерение характеристик уровня сигнала.

В приборе R&S FPC имеется несколько настроек, влияющих на способ измерения уровня и отображение измеренных значений.

Команды ДУ для конфигурирования амплитуды:

- см. описание команд дистанционного управления

Выбор входного импеданса

ВЧ-вход прибора имеет импеданс 50 Ом.

Для получения входного импеданса 75 Ом необходимо подключить к ВЧ-входу один из поддерживаемых согласующих переходников. Если один из поддерживаемых согласующих проводников подключен, можно изменить входной импеданс. В этом случае прибор R&S FPC автоматически учтет коэффициент преобразования.

Согласующие переходники доступны в виде принадлежностей. Информацию для заказа см. в технических данных.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Impedance" (импеданс) для вызова меню импеданса.
3. Выберите требуемое значение входного импеданса.

Если подключен один из поддерживаемых согласующих переходников, в дополнение к значению импеданса "50 Ω" (50 Ом) может быть выбрано значение "75 Ω" (75 Ом). Анализатор спектра R&S FPC поддерживает следующие согласующие переходники: "75 Ω RAM", "75 Ω RAZ" или "75 Ω FSH-Z38".

- Опорный уровень 99
- Чувствительность измерения 101
- Масштаб по оси Y 103
- Измерительные преобразователи 104

14.4.1 Опорный уровень

Опорный уровень – это уровень сигнала, ожидаемый анализатором на ВЧ-входе. Фактически, он должен немного превышать ожидаемый уровень измеряемого сигнала. При необходимости анализатор также обеспечивает ослабление или усиление сигнала для получения наилучшего динамического диапазона.

При задании низкого опорного уровня (т. е. если ожидается слабый сигнал) анализатор усиливает сигнал внутренними средствами, что обеспечивает четкое отображение даже слабых сигналов. С другой стороны, при приложении сильного (или неизвестного) сигнала необходимо убедиться в том, что задаваемый опорный уровень достаточно высок для этого сигнала – это позволит избежать перегрузки сигнального тракта. Высокий опорный уровень также гарантирует нахождение отображаемого сигнала в диапазоне отображения.

При измерении спектра сложного сигнала следует убедиться, что опорный уровень достаточно высок для того, чтобы охватить все сигналы, и что все сигналы находятся в пределах [диапазона отображения](#).

Опорный уровень на диаграмме измерения представлен самой верхней линией координатной сетки.

Задание опорного уровня

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Reference Level" (опорный уровень).

Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания опорного уровня.

Совет: при нажатии клавиши "Ampt" (амплитуда) прибор R&S FPC автоматически откроет поле ввода для задания опорного уровня. Если поле ввода неактивно, оно может быть открыто с помощью пункта меню "Reference Level" (опорный уровень).

3. Введите опорный уровень.

Если изменение опорного уровня происходит, когда кривая уже отображена, прибор R&S FPC соответствующим образом изменит положение кривой.

Текущий опорный уровень указывается в строке состояния. Синяя точка перед меткой "Ref:" указывает на использование [смещения опорного уровня](#).

Задание смещения опорного уровня

Смещение опорного уровня – это арифметическая операция. При этом происходит сдвиг измеренных уровней на определенное значение и соответствующее изменение масштаба по оси Y.

Такое смещение может оказаться полезным, например, при включении внешнего аттенюатора или усилителя между ИУ и ВЧ-входом. Анализатор спектра R&S FPC автоматически учитывает ослабление или усиление при отображении уровня, что избавляет от необходимости в ручных вычислениях. Ослабление, вводимое на ВЧ-входе, задается в виде положительного значения, а усиление – в виде отрицательного значения.

Следует заметить, однако, что внутренний опорный уровень (используемый для приведения аппаратных настроек в соответствие ожидаемому сигналу) игнорирует смещение опорного уровня. Таким образом, необходимо учитывать фактический уровень мощности, на котором должен работать анализатор спектра R&S FPC. Не следует полагаться лишь на отображаемый опорный уровень (внутренний опорный уровень = отображаемый опорный уровень – смещение).

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Range / Ref Position" (диапазон / позиция опорного уровня) для вызова меню диапазона отображения.
3. Выберите пункт меню "Reference Offset" (смещение опорного уровня).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания смещения опорного уровня.
4. Введите требуемое смещение опорного уровня.
Прибор R&S FPC изменит положение кривой и масштаб по оси Y, как только будут применены изменения.
Синяя точка перед меткой "Ref:" в строке состояния указывает на использование смещения опорного уровня.

REF: -25 dBm

Рисунок 14-7 – Индикатор смещения опорного уровня

Задание позиции опорного уровня

По умолчанию опорный уровень соответствует линии координатной сетки в верхней части диаграммы. Текущая позиция опорного уровня указывается небольшим серым треугольником на оси Y.



Рисунок 14-8 – Индикатор позиции опорного уровня

При необходимости позиция опорного уровня может быть приведена в соответствие другой линии координатной сетки.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Range / Ref Position" (диапазон / позиция опорного уровня) для вызова меню диапазона отображения.
3. Выберите пункт меню "Reference Position 10 ..." (позиция опорного уровня 10 ...). Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания позиции опорного уровня.
4. Введите номер линии координатной сетки (от 0 до 10), которая будет принята в качестве опорного уровня.
"0" соответствует линии координатной сетки в нижней части диаграммы. "10" соответствует линии координатной сетки в верхней части диаграммы.
Прибор R&S FPC соответствующим образом изменит положение кривой.

14.4.2 Чувствительность измерения

В приборе R&S FPC имеется несколько способов улучшения (управления) чувствительности измерения.

ВЧ-аттенюатор

Внутренний ВЧ-аттенюатор – это аппаратный компонент, предназначенный для управления чувствительностью измерения.

Он непосредственно связан с опорным уровнем и обладает следующими свойствами.

- Высокое ослабление обеспечивает защиту входного смесителя. Защита входного смесителя – это основная задача аттенюатора.
- Высокое ослабление обеспечивает достоверность результатов измерения. Сигналы, уровень которых превышает допустимое значение, могут исказить результаты измерения.
- Высокое ослабление приводит к увеличению уровня собственных шумов (т.е. минимального уровня шума), что уменьшает чувствительность измерения: при увеличении ослабления на 10 дБ чувствительность уменьшается на 10 дБ (другими словами, отображаемый уровень шума увеличивается на 10 дБ).
- Высокое ослабление избавляет от нелинейных искажений.

В зависимости от требуемой испытательной установки необходимо найти компромисс между высокой чувствительностью, низким уровнем нелинейных искажений и защитой входного смесителя. Оптимальным решением этой задачи является автоматическое определение идеального ослабления с помощью прибора R&S FPC. Функция автоматического определения ослабления не обязательно использует максимальный динамический диапазон, однако всегда обеспечивает действительные и достоверные результаты измерения.

При задании ослабления вручную и измерении неизвестных сигналов, особенно в случае ИУ с высоким уровнем радиопомех, перед приложением сигнала всегда следует выбирать максимально возможное значение ослабления.

Если необходимо получить лучшую чувствительность или более высокое отношение сигнала к шуму, убедитесь, что уровень приложенного сигнала не выходит за установленные пределы, и лишь затем уменьшайте ослабление.

Задание ВЧ-ослабления

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.

2. Выберите пункт меню "Attenuator" (аттенюатор) для вызова меню аттенюатора.
3. В приборе R&S FPC имеется несколько режимов ослабления.
 - "Manual Att <x> dB"

Задание ослабления вручную с шагом 5 дБ.
 Диапазон допустимых значений: от 0 до 40 дБ.
 Режим задания ослабления вручную указывается синей точкой перед меткой "Att:" в строке состояния.

• ATT: 5 dB

Рисунок 14-9 – Индикатор задания ослабления вручную

- "Auto Low Distortion"

Выбор ослабления и усиления, обеспечивающих получение результатов с хорошим отношением сигнала к шуму.
 При этом снижается отображаемый уровень паразитных составляющих. Кроме того, происходит увеличение отображаемого уровня собственных шумов (в связи с более высоким ослаблением).
 Информацию о зависимостях между опорным уровнем и приложенным ослаблением см. в [таблице 14-1](#).
- "Auto Low Noise"

Выбор ослабления и усиления, обеспечивающих увеличение чувствительности прибора R&S FPC.
 Этот режим позволяет добиться более наглядного отображения паразитных составляющих и поэтому может быть использован для анализа сигналов, уровень которых сопоставим с уровнем шума. Тем не менее, в общем случае отношение сигнала к шуму может ухудшиться.
 Информацию о зависимостях между опорным уровнем и приложенным ослаблением см. в [таблице 14-1](#).

Текущее ослабление указывается в настройках измерения.

Таблица 14-1 – Зависимости между выбранным опорным уровнем и ослаблением

Опорный уровень	Предусилитель выключен (OFF) ВЧ-ослабление		Предусилитель включен (ON) ВЧ-ослабление	
	Низкий уровень шума	Низкий уровень искажений	Низкий уровень шума	Низкий уровень искажений
≤-30 дБмВт	0 дБ	0 дБ	0 дБ	0 дБ
от -29 до -25 дБмВт	0 дБ	0 дБ	0 дБ	5 дБ
от -24 до -20 дБмВт	0 дБ	0 дБ	0 дБ	10 дБ
от -19 до -15 дБмВт	0 дБ	5 дБ	5 дБ	15 дБ
от -14 до -10 дБмВт	0 дБ	10 дБ	10 дБ	20 дБ
от -9 до -5 дБмВт	5 дБ	15 дБ	15 дБ	25 дБ
от -4 до 0 дБмВт	10 дБ	20 дБ	20 дБ	30 дБ
от 1 до 5 дБмВт	15 дБ	25 дБ	25 дБ	35 дБ
от 6 до 10 дБмВт	20 дБ	30 дБ	30 дБ	40 дБ
от 11 до 15 дБмВт	25 дБ	35 дБ	35 дБ	40 дБ
от 16 до 20 дБмВт	30 дБ	40 дБ	40 дБ	40 дБ

Опорный уровень	Предусилитель выключен (OFF) ВЧ-ослабление		Предусилитель включен (ON) ВЧ-ослабление	
	Низкий уровень шума	Низкий уровень искажений	Низкий уровень шума	Низкий уровень искажений
от 21 до 25 дБмВт	35 дБ	40 дБ	40 дБ	40 дБ
от 26 до 30 дБмВт	40 дБ	40 дБ	40 дБ	40 дБ

Предусилитель

Внутренний предусилитель 20 дБ – это еще один аппаратный компонент, предназначенный для управления чувствительностью измерения.

При включении предусилителя все сигналы усиливаются на 20 дБ.

Использование предусилителя следующим образом влияет на измерение.

- Предусилитель позволяет обнаруживать даже самые слабые сигналы.
- Предусилитель уменьшает коэффициент шума прибора R&S FPC, что приводит к увеличению чувствительности. Как следствие, его рекомендуется использовать при измерениях, требующих максимальной чувствительности.
- Предусилитель уменьшает динамический диапазон. Если измерение должно проводиться при максимальном динамическом диапазоне, предусилитель следует отключить.

Коэффициент усиления предусилителя автоматически учитывается при отображении уровня.

Включение и выключение предусилителя.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Preamplifier" (предусилитель).
Прибор R&S FPC включит или выключит предусилитель.
Состояние предусилителя указывается в строке состояния.

14.4.3 Масштаб по оси Y

Масштаб по оси Y зависит от единиц измерения, выбранных для измерения и диапазона отображения.

Выбор единиц измерения для отображения

Анализатор спектра, как правило, отображает уровни сигнала в дБмВт (dBm).

При необходимости можно выбрать другие единицы измерения. В этом случае анализатор автоматически преобразует результаты в соответствии с выбранными единицами измерения.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Unit" (единица измерения) для вызова меню единиц измерения.
3. Выберите одну из доступных единиц измерения для отображения.
Прибор R&S FPC соответствующим образом изменит метки по вертикальной оси.

Задание диапазона отображения

Диапазон отображения определяет масштаб или разрешение по оси Y.

По умолчанию диапазон отображения представлен в логарифмическом масштабе и охватывает 100 дБ. Этот масштаб соответствует разрешению 10 дБ на деление координатной сетки. Прибор R&S FPC поддерживает и другие диапазоны отображения, которые позволяют как увеличить, так и уменьшить разрешение по оси Y.

Следует заметить, что увеличение разрешения по оси Y не приводит к увеличению точности результатов измерения. При этом лишь упрощается считывание значений измерительной кривой.

Кроме того, по вертикальной оси может быть выбран линейный масштаб. В этом случае уровни мощности будут представлены в виде процентного значения от опорного уровня. Линейный масштаб может быть использован, например, для отображения АМ-несущих во временной области.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Range / Ref Position" (диапазон / позиция опорного уровня) для вызова меню диапазона отображения.
3. Выберите требуемый диапазон отображения.
 - "Auto Range"
Автоматическое задание масштаба по оси Y для обеспечения идеального отображения измеренного сигнала.
 - "Range <x> dB"
Открытие поля ввода для задания пользовательского диапазона отображения.
 - "Linear 0 - 100 %"
Переход к линейному масштабу.
Следует заметить, что функция "Auto Range" (автоматическая настройка диапазона) не поддерживается в случае линейного масштаба по оси Y.
Прибор R&S FPC соответствующим образом изменит масштаб по вертикальной оси.

14.4.4 Измерительные преобразователи

Результаты измерений, выполняемых с использованием измерительных преобразователей или антенн, как правило, должны быть скорректированы с учетом их АЧХ. Соответствующие поправочные значения задаются в виде коэффициентов преобразования. При использовании коэффициентов преобразования эти поправочные значения могут напрямую учитываться в результатах измерения.

Коэффициент преобразования состоит из нескольких точек данных; каждая точка определяется частотой и соответствующим поправочным значением для этой частоты. Единицы измерения поправочного значения зависят от используемого измерительного преобразователя. Например, при измерениях напряженности поля с помощью антенны напряженность электрического поля отображается в дБмкВ, поэтому значения уровней для коэффициента преобразования также должны задаваться в дБмкВ.

Коэффициенты преобразования также могут быть использованы для коррекции частотно-зависимого ослабления, например, в кабеле между ИУ и ВЧ-входом прибора R&S FPC.

Коэффициенты преобразования могут быть созданы и изменены в пакете программ R&S InstrumentView, и затем переданы во внутреннюю память прибора R&S FPC. Каждый коэффициент преобразования может содержать до 1000 опорных значений. Интерполяция между значениями выполняется с помощью модифицированного

сплайнового алгоритма. Этот алгоритм позволяет с легкостью моделировать поправочные коэффициенты обычных измерительных преобразователей, даже если доступно сравнительно немного значений, таких как максимумы, минимумы и точки перегиба. Одновременно могут использоваться два измерительных преобразователя. В качестве единиц измерения для второго измерительного преобразователя следует выбрать дБ. Прибор R&S FPC объединяет коэффициенты двух измерительных преобразователей для получения общего коэффициента преобразования.

Для коэффициентов преобразования доступны следующие единицы измерения:

- дБ;
- дБмкВ/м;
- дБмкА/м;
- Вт/м².

Выбор единиц измерения дБ не влияет на размерность, заданную в приборе R&S FPC. Эти единицы измерения могут быть использованы, например, для компенсации частотно-зависимых потерь и усиления на входе прибора R&S FPC. Единицы измерения дБмкВ/м и дБмкА/м позволяют преобразовать выходную мощность антенны в напряженность электрического или магнитного поля. Единицы измерений Вт/м² используются для расчета и отображения плотности потока мощности.

Например, для компенсации потерь в кабеле между измерительным преобразователем и ВЧ-входом в приборе R&S FPC могут быть задействованы сразу два измерительных преобразователя. При этом один из них должен быть задан в дБ, т.е. обеспечивать соответствие значению ослабления или усиления.

Выбор коэффициентов преобразования

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Transducer" (измерительный преобразователь) для вызова меню измерительного преобразователя.

Примечание – Можно выбрать два измерительных преобразователя: первичный и вторичный.

3. Выберите пункт меню "Select Primary" (выбрать первичный преобразователь).
Прибор R&S FPC вызовет подменю для выбора требуемого коэффициента преобразования.
4. Выберите требуемый коэффициент преобразования и подтвердите выбор с помощью пункта меню "Load" (загрузить).

Прибор R&S FPC применит поправочные значения к результатам измерения.

В качестве примера рассмотрим коэффициент преобразования антенны R&S HL223, заданный в диапазоне от 200 МГц до 1300 МГц. Прибор R&S FPC отобразит шум в этом частотном диапазоне в виде функции от частоты, инкрементированной коэффициентом преобразования. Вне диапазона измерительного преобразователя прибор R&S FPC задаст коэффициент преобразования на нулевое значение, т.е. измерения в этом диапазоне не дадут значимых результатов.

Второй коэффициент преобразования может быть выбран с помощью пункта меню "Select Secondary" (выбрать второй коэффициент преобразования). Второй коэффициент преобразования в этом случае добавляется к первому. В качестве единиц измерения второго коэффициента преобразования всегда следует использовать дБ; в противном случае добавление не будет иметь смысла. При выборе второго коэффициента преобразования в диалоговом окне отображаются только те коэффициенты преобразования, которые представлены в дБ.

Задание размерности для измерений с измерительными преобразователями

Если в качестве размерности для измерительного преобразователя выбраны дБ, такие единицы измерения, как дБмВт, дБмВ или дБмкВ остаются неизменными.

Конфигурирование полосы пропускания

Линейные единицы измерения, такие как вольты и ватты, недоступны и неактивны в меню единиц измерения.

Если в качестве размерности для измерительного преобразователя выбраны дБмкВ/м или дБмкА/м, эти единицы измерения также используются при отображении уровня прибором R&S FPC. Это значит, что для оси уровня на диаграмме и для уровня на позиции маркера используются единицы измерения, заданные для преобразователя. Если в качестве размерности для преобразователя выбраны дБмкВ/м, может быть выполнено переключение на отображение абсолютного уровня в В/м.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Unit" (единица измерения) для вызова меню единиц измерения.
3. Выберите требуемые единицы измерения (для выбора доступны только те единицы, которые совместимы с коэффициентом преобразования).

Прибор R&S FPC применит выбранные единицы измерения.

Совет: при использовании измерительного преобразователя с размерностью дБмкА/м переключение на другие единицы измерения невозможно. Уровень всегда отображается в дБмкА/м.

Задание опорного уровня

Измерительный преобразователь выполняет смещение кривой на соответствующее значение в зависимости от частоты. Положительные коэффициенты преобразования увеличивают уровень, а отрицательные – снижают. Чтобы кривая постоянно находилась в пределах диаграммы, прибор R&S FPC соответствующим образом изменяет опорный уровень. Опорный уровень смещается на максимальное значение коэффициента преобразования в положительном или отрицательном направлении.

Частотный диапазон измерительного преобразователя

Если ширина заданного частотного диапазона превосходит ширину полосы обзора, в которой определен измерительный преобразователь, прибор R&S FPC принимает коэффициент преобразования вне заданного диапазона равным нулю.

Наборы данных с коэффициентами преобразования

Прибор R&S FPC сохраняет наборы данных вместе со всеми коэффициентами преобразования, которые могли быть задействованы при проведении измерения. При вызове такого набора данных также задействуются соответствующие коэффициенты преобразования. При этом коэффициенты преобразования, вызванные в составе набора данных, не появляются в списке коэффициентов преобразования.

14.5 Конфигурирование полосы пропускания

Доступ: "BW"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Bandwidth" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования полосы пропускания:

- см. описание команд дистанционного управления

Анализатор спектра оснащен двумя основными фильтрами – разрешающим фильтром и видеофильтром – влияющими на результаты измерения. Полоса пропускания этих фильтров должна выбираться в соответствии с задачей измерения.

- [Разрешающий фильтр](#) 107
- [Видеофильтр](#) 108

14.5.1 Разрешающий фильтр

Разрешающий фильтр (или ПЧ-фильтр) – это полосовой фильтр с полосой пропускания по уровню -3 дБ, расположенный в ПЧ-тракте анализатора. Полоса пропускания такого фильтра определяет, насколько хорошо будут различаться отдельные спектральные составляющие в случае измерений в частотной области.

Полоса разрешения (RBW) следующим образом влияет на измерение.

- **Избирательность**
Измерение и отображение двух или более спектральных составляющих с близкими частотами требует использования фильтра с полосой разрешения (RBW), достаточно узкой для различения этих составляющих. В противном случае они будут отображены как одна составляющая.
Два сигнала с одинаковыми амплитудами могут быть различены, если полоса разрешения уже или равна разнесению частот сигналов.
Наивысшая избирательность достигается при наименьшей полосе пропускания. Увеличение полосы пропускания приводит к пропорциональному снижению избирательности.
- **Шум**
Полоса пропускания разрешающего фильтра влияет на уровень шума, отображаемого прибором R&S FPC. Чем уже полоса пропускания, тем меньше шум.
Увеличение полосы пропускания в три раза приводит к повышению отображаемого уровня шума приблизительно на 5 дБ (точнее, на 4,77 дБ). При увеличении полосы пропускания в 10 раз отображаемый уровень шума также увеличивается в 10 раз (10 дБ).
- **Скорость измерения**
Полоса разрешения влияет на скорость измерения. Для отображения точного спектра необходимо дождаться установления сигнала на выходе разрешающих фильтров на всех искомым частотах. Узкополосные фильтры имеют более высокое время установления по сравнению с широкополосными. Как следствие, с уменьшением ширины полосы разрешения **время развертки** увеличивается.
Уменьшение полосы пропускания в три раза приводит к увеличению времени измерения в 9 раз. При уменьшении полосы пропускания в 10 раз время измерения увеличивается в 100 раз.

Задание полосы разрешения

1. Нажмите клавишу "BW" (полоса частот) для вызова меню полосы разрешения.
2. Выберите один из пунктов меню "RBW: <x>".
 - "RBW: Manual"
Открытие поля ввода для выбора одной из доступных полос разрешения.
При задании полосы разрешения, не поддерживаемой анализатором спектра R&S FPC, прибор округлит введенное значение до следующей доступной полосы разрешения. Дополнительную информацию о доступных значениях полосы разрешения см. в технических данных.
Следует заметить, что полоса разрешения 200 кГц вводится вручную с помощью цифровых клавиш. Эта ширина полосы не может быть выбрана ни при включенной функции "RBW: Auto", ни при использовании поворотной ручки или клавиш управления курсором.
Ручной выбор полосы разрешения (RBW) указывается синей точкой перед меткой "RBW" в строке состояния.



Рисунок 14-10 – Индикатор задания полосы разрешения вручную

- "RBW: Auto"

Автоматический выбор соответствующей полосы разрешения в зависимости от текущей [полосы обзора частот](#).



Автоматическое задание времени развертки

В режиме по умолчанию прибор R&S FPC автоматически задает время развертки при изменении полосы разрешения. Это гарантирует, что время установления, требуемое для выбранного разрешающего фильтра, учитывается должным образом.

При использовании узкополосных разрешающих фильтров и широкой полосе обзора максимальное время развертки может быть превышено. Чтобы избежать этого, прибор R&S FPC автоматически настраивает полосу обзора по истечении максимального времени развертки.

14.5.2 Видеофильтр

Видеофильтр – это ФНЧ, расположенный после [детектора огибающей](#) и обеспечивающий отсеивание высокочастотных составляющих напряжения сигнала. Эта процедура сглаживает кривую и упрощает считывание значений уровней.

Напряжение видеосигнала – это (постоянное) напряжение, получаемое при прохождении ПЧ-сигнала через детектор огибающей, который удаляет ПЧ-составляющие и выдает огибающую сигнала. Эта огибающая также называется видеосигналом.

На приведенном ниже рисунке этот процесс рассмотрен на примере АМ-сигнала во временной области.

В случае АМ-сигнала в огибающей (или видеосигнале) содержится постоянная составляющая, уровень которой соответствует уровню несущей. В видеосигнале также содержится переменная составляющая, частота которой соответствует частоте АМ.

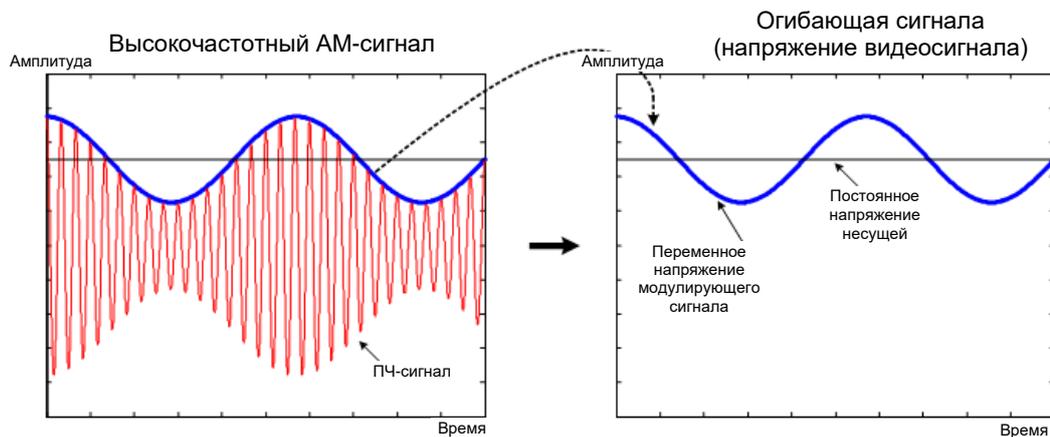


Рисунок 14-11 – Напряжение видеосигнала на примере АМ-сигнала

Если полоса пропускания видеофильтра меньше частоты переменной составляющей, последняя подавляется в зависимости от своей максимальной частоты. Если требуется точное отображение АМ-составляющей, частота среза фильтра должна превышать частоту модуляции.

Если в синусоидальном сигнале присутствуют помехи, модулирующий сигнал можно рассматривать как шум. При уменьшении полосы видеофильтра высокочастотные шумовые составляющие, частота которых превышает частоту среза видеофильтра, могут быть отсеяны. Чем меньше полоса видеофильтра, тем меньше амплитуда шума

на его выходе.

Полоса видеофильтра (VBW) следующим образом влияет на измерение:

- Если необходимо обеспечить отсутствие шума в сигнале, следует выбрать наименьшую возможную ширину полосы видеофильтра ($\leq 0,1 \times \text{RBW}$).
- При измерениях модулированных сигналов ширина полосы видеофильтра должна быть достаточно большой для того, чтобы избежать отсеивания значимых модуляционных составляющих ($\geq \text{RBW}$).
- При измерениях импульсных сигналов полоса видеофильтра должна быть как минимум в три раза шире полосы разрешения, чтобы избежать искажений фронтов импульсов.

Задание полосы видеофильтра

1. Нажмите клавишу "BW" (полоса частот) для вызова меню полосы видеофильтра.
2. Выберите один из пунктов меню "RBW: <x>".

- "VBW: Manual"

Открытие поля ввода для выбора одной из доступных полос видеофильтра.

При задании полосы видеофильтра, не поддерживаемой анализатором спектра R&S FPC, прибор округлит введенное значение до следующей доступной полосы видеофильтра. Дополнительную информацию о доступных значениях полосы видеофильтра см. в техническом данных.

Выбор полосы видеофильтра (VBW) вручную указывается синей точкой перед меткой "VBW" в строке состояния.

• VBW: 1 kHz

Рисунок 14-12 – Индикатор задания полосы видеофильтра вручную

- "VBW: Auto"

Автоматический выбор соответствующей полосы видеофильтра в зависимости от текущей полосы разрешения.

3. Введите требуемую ширину полосы видеофильтра.
Прибор R&S FPC применит полосу видеофильтра, заданную для измерения.

14.6 Конфигурирование развертки

Доступ: "Sweep"

Команды ДУ для управления разверткой:

- см. описание команд дистанционного управления

"Развертка" – это еще один термин, который связан с процедурой измерения, выполняемой анализатором спектра (традиционные анализаторы спектра оснащаются настраиваемым гетеродином, который выполняет "развертывание" по всему частотному спектру для определения частотных характеристик приложенного сигнала).

- [Время развертки](#) 110
- [Режим развертки](#) 110
- [Тип развертки](#) 111

14.6.1 Время развертки

Время развертки (или время измерения) – это время, затрачиваемое анализатором на сбор и анализ данных в выбранной **полосе обзора частот**. Широкая полоса обзора требует большего времени измерения, чем узкая. Как правило, анализатор спектра R&S FPC требует как минимум 20 мс на каждые 600 МГц полосы обзора.

Помимо полосы обзора, время измерения также зависит от выбранной **полосы разрешения**: более узкая полоса разрешения требует больше времени на установление, чем широкая. Если время измерения слишком мало, сигнал на выходе разрешающего фильтра не успеет установиться. В этом случае отображаемые уровни будут слишком низкими.

В состоянии по умолчанию прибор R&S FPC автоматически выбирает время измерения, обеспечивающее достоверность и действительность результатов измерения для выбранных полосы обзора и полосы разрешения. При изменении полосы обзора или полосы разрешения анализатор спектра R&S FPC соответствующим образом изменит время измерения.

При измерении во временной области (полоса обзора = 0) прибор R&S FPC отображает напряжение видеосигнала во времени.

Горизонтальная ось становится осью времени, начинающейся с 0 секунд и заканчивающейся выбранным значением времени измерения.

Задание времени развертки

1. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.

2. Выберите один из пунктов меню "Sweep time: <x>".

- "Sweep time: Manual"

Открытие поля ввода для задания времени измерения.

Выбор времени измерения вручную указывается синей точкой перед меткой "SWT" в строке состояния.



Рисунок 14-13 – Индикатор выбора времени развертки (измерения) вручную

Если задать для времени развертки значение меньше автоматически устанавливаемого, перед меткой "SWT" отобразится красная точка, и само значение будет выводиться красным цветом.



Рисунок 14-14 – Индикатор малого времени развертки

- "Sweep time: Auto"

Автоматический выбор соответствующего времени измерения в зависимости от текущей **полосы обзора** и **полосы разрешения**.

Совет: при нажатии клавиши "Sweep" (развертка) прибор R&S FPC автоматически откроет поле ввода для задания времени развертки. Если поле ввода неактивно, оно может быть открыто с помощью пункта меню "Sweep time: Manual" (время развертки: вручную).

14.6.2 Режим развертки

Режим развертки определяет, с какой периодичностью анализатор выполняет измерения частотного спектра.

В непрерывном режиме прибор R&S FPC повторяет измерение в выбранной полосе обзора до тех пор, пока оно не будет остановлено пользователем. Результаты измерения соответствующим образом обновляются.

В режиме однократной развертки анализатор спектра R&S FPC однократно измеряет частотный спектр и затем останавливает измерение, больше не обновляя результаты. Следующее измерение запускается лишь после того, как будет инициировано пользователем. Следует заметить, что в [режиме усреднения кривой](#) один цикл развертки может включать несколько измерений; развертка будет остановлена после их выполнения.

Выбор режима развертки

1. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.
2. Выберите пункт меню "Continuous Sweep" (непрерывная развертка).
Прибор R&S FPC запустит непрерывное измерение в выбранной [полосе частот](#).
Для прерывания непрерывного измерения повторно выберите пункт меню "Continuous Sweep" (непрерывная развертка).
3. Выберите пункт меню "Single Sweep" (однократная развертка).
Прибор R&S FPC запустит однократное измерение в выбранной [полосе частот](#).

14.6.3 Тип развертки

Тип развертки определяет способ захвата и обработки данных прибором R&S FPC.

Тип развертки также влияет на скорость измерения.

Выбор типа развертки

1. Нажмите клавишу "Setup" (настройка) для вызова меню настроек.
2. Выберите пункт меню "User Preference" (настройки пользователя).
3. Выберите пункт меню "Sweep / FFT Mode" (развертка/режим БПФ) в категории "Spectrum" (спектр).
4. Выберите тип развертки из выпадающего меню.
Подходящий для пользовательской измерительной конфигурации тип развертки зависит от полосы обзора, полосы разрешения, полосы видеофильтра и настроек времени развертки.
 - "Auto"
Прибор R&S FPC автоматически выбирает самый быстрый тип развертки для текущей измерительной конфигурации.
 - "Always Sweep"
Прибор R&S FPC использует гетеродин для получения квазианалогового спектра от начальной до конечной частоты (аналоговая развертка).
 - "Prefer FFT"
Прибор R&S FPC дискретизирует уровни сигнала во времени на определенном значении частоты и преобразует его в спектр с помощью быстрого преобразования Фурье (БПФ).

Обратите внимание, что БПФ-развертка невозможна при следующих условиях:

- для измерений во временной области (нулевая полоса обзора);
- для измерений мощности TDMA сигналов;

- для измерений со стробируемым запуском;
- если полоса обзора частот меньше полосы разрешения (RBW);
- если полоса разрешения (RBW) превышает 300 кГц.

14.7 Конфигурирование запуска

Доступ: "Sweep"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Trigger" (выбранные настройки)

Команды ДУ для запуска измерений:

- см. описание команд дистанционного управления

В большинстве случаев целесообразно либо выполнять сбор данных лишь в момент возникновения интересующих событий в спектре, либо захватывать отдельные участки сигнала. При этом можно воспользоваться функцией запуска. Запуск представляет собой отклик на определенные события. При использовании функции запуска анализатор начинает измерение лишь после выполнения ряда условий запуска.

Выбор источника запуска

Источник запуска определяет тип события, условие которого должно быть удовлетворено для запуска сбора данных.

1. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.
2. Выберите пункт меню "Trigger" (запуск) для вызова меню запуска.
3. Выберите один из источников запуска.

- "Free Run"

Источник запуска не предусмотрен. Измерение может быть запущено и остановлено вручную в любой момент времени.

- "Video Trigger"

Измерение запускается, когда напряжение видеосигнала превышает определенный уровень.

При выборе запуска по видеосигналу анализатор спектра R&S FPC откроет поле ввода для задания уровня запуска, который должен быть достигнут или превышен видеосигналом. Уровень запуска по видеосигналу – это процентное значение от высоты диаграммы (от 0 до 100 %). Абсолютный уровень запуска указывается небольшим символом (■) на оси Y диаграммы.

Запуск по видеосигналу доступен только для измерений во временной области (полоса обзора = 0). При работе в частотной области измерение никогда не запускается по видеосигналу (невозможно гарантировать, что на начальной частоте будет присутствовать напряжение видеосигнала).

- "External Rise" / "External Fall"

Измерение запускается по переднему или заднему фронту внешнего сигнала запуска.

"External Rise": измерение запускается, когда уровень сигнала запуска поднимается выше 1,4 В (уровень TTL-сигнала).

"External Fall": измерение запускается, когда уровень сигнала запуска падает ниже 1,4 В (уровень TTL-сигнала).

Внешний источник запуска может быть подключен к соответствующему BNC-разъему на задней панели прибора R&S FPC.

Следует заметить, что BNC-разъем должен быть сконфигурирован в качестве **входа запуска** в настройках прибора.

Совет: до тех пор, пока измерение не началось, в области диаграммы прибора R&S FPC отображается надпись "Waiting for Trigger" (ожидание запуска).

Задание задержки запуска

При использовании внешнего запуска начало измерения может быть задержано относительно события запуска. Таким образом, событие запуска и начало измерения могут быть разнесены во времени.

1. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.
2. Выберите пункт меню "Trigger" (запуск) для вызова меню запуска.
3. Выберите пункт меню "Trigger Delay" (задержка запуска).

Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания времени задержки.

Диапазон значений задержки запуска: от 0 до 100 с. Разрешение, с которым может быть выбрано время задержки, зависит от поддиапазона времени задержки (см. [таблицу 14-2](#)).

Таблица 14-2 – Зависимости между временем задержки и разрешением

Задержка запуска	Разрешение
от 0 с до 1 мс	10 мкс
от 1 мс до 10 мс	100 мкс
от 10 мс до 100 мс	1 мс
от 100 мс до 1 с	10 мс
от 1 с до 10 с	100 мс
от 10 с до 100 с	1 с

14.8 Конфигурирование кривой

Доступ: "Trace"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Analysis" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования кривых:

- см. описание команд дистанционного управления

Кривая – это графическое представление измеренного спектра. На диаграмме она отображается в виде цветного графика. В зависимости от конфигурации кривой прибор R&S FPC по-разному оценивает и отображает измерительные данные.

Выбор кривой

Прибор R&S FPC может одновременно отобразить до двух кривых с различными конфигурациями.

Перед конфигурированием кривой следует выбрать кривую, параметры которой необходимо изменить.

1. Нажмите клавишу "Trace" (кривая) для вызова меню кривой.
2. Выберите пункт меню "Select Trace" (выбрать кривую).
Номер текущей выбранной кривой будет выделен.

Выбор второй кривой

Анализатор спектра R&S FPC поддерживает возможность отображения двух кривых. Обе кривые базируются на одних и тех же настройках за исключением таких настроек кривой, как [режим кривой](#) или [детектор](#). Вторая кривая может быть использована, например, для сравнения настроек двух различных детекторов.

По умолчанию активна только кривая 1.

1. Нажмите клавишу "Trace" (кривая) для вызова меню кривой.
2. Выберите пункт меню "Trace <x>" (кривая <x>).
Анализатор спектра R&S FPC активирует вторую кривую, цвет которой отличается от цвета первой кривой.
Вторая кривая становится активной сразу после включения. Все действия (например, изменение детектора или арифметические операции с кривой) применяются к активной кривой.
3. По умолчанию для второй кривой выбран режим "Blank" (скрыта). Чтобы отобразить вторую кривую, необходимо выбрать для нее другой режим.
4. Выберите детектор для второй кривой.
Анализатор спектра R&S FPC обновит обе кривые в соответствии с их настройками. В поле информации о кривой над областью диаграммы отображаются настройки для обеих кривых.

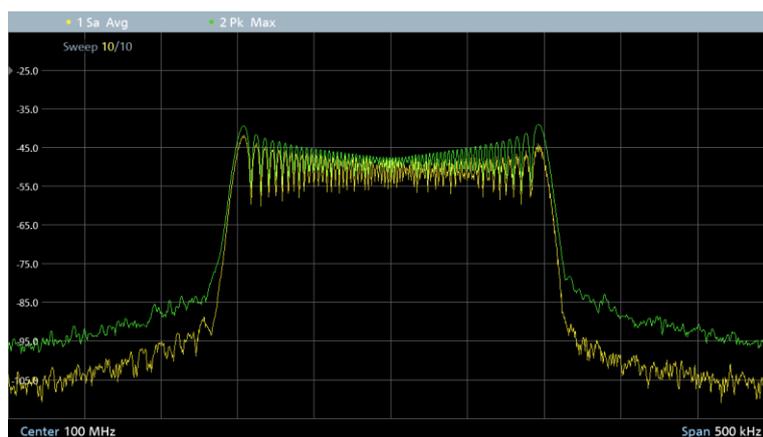


Рисунок 14-15 – Отображение двух кривых и информации о кривой над областью диаграммы

- [Режим кривой](#) 115
- [Детектор](#) 116
- [Кривые в памяти](#)..... 117

14.8.1 Режим кривой

Режим кривой определяет способ записи или отображения кривой прибором R&S FPC, а также тип отображаемых результатов.

Следует заметить, что при каждом изменении режима кривой прибор R&S FPC очищает память кривой.

Доступны следующие режимы кривой:

- "Clear/Write" (очистка/запись)

Перезапись отображаемых результатов измерения при запуске нового цикла развертки.

При выборе режима "Clear / Write" (очистка/запись) автоматически выбирается автопиковый **детектор** ("Auto Peak").
- "Max Hold" (удержание максимума)

Отображение наивысших уровней, измеренных за несколько циклов развертки.

При выборе режима "Max Hold" (удержание максимума) автоматически выбирается максимально-пиковый **детектор** ("Max Peak").

Для перезаписи кривой Max Hold измените параметр (например, полосу обзора) таким образом, чтобы сравнение результатов больше не выполнялось.

Режим кривой "Max Hold" – это отличный способ обнаружения перемежающихся сигналов или максимальных значений флуктуирующих сигналов.
- "Min Hold" (удержание минимума)

Отображение наименьших уровней, измеренных за несколько циклов развертки.

При выборе режима "Min Hold" (удержание минимума) автоматически выбирается минимально-пиковый **детектор** ("Min Peak").

Для перезаписи кривой Min Hold измените параметр (например, полосу обзора) таким образом, чтобы сравнение результатов больше не выполнялось.

Режим кривой "Min Hold" – это отличный способ выделения сигналов на фоне шума или подавления перемежающихся сигналов.
- "Average" (усреднение)

Отображение средних уровней, измеренных за несколько циклов развертки.

В режиме "Average" (усреднение) выполняется расчет (скользящего) среднего значения уровней мощности для каждого пикселя по нескольким циклам развертки.

Усреднение уменьшает влияние шума, но не оказывает воздействия на синусоидальные сигналы.

Режим "Average" – это отличный способ обнаружения сигналов на фоне шума.

При выборе режима "Average" (усреднение) автоматически выбирается **детектор** одного отсчета ("Sample").
- "View" (просмотр)

Удержание отображаемых результатов без их последующего обновления.

Режим "View" (просмотр) – это хороший способ анализа кривой, например, с помощью маркеров.

Изменение настроек измерения при нахождении кривой в режиме "View" не оказывает влияния на отображаемую кривую. Единственным исключением является изменение масштаба по оси X – в этом случае анализатор спектра R&S FPC записывает новую кривую. Факт несоответствия отображаемой кривой текущим настройкам измерения указывается на диаграмме символом звездочки (★).
- "Blank" (гашение)

Удаление кривой из окна диаграммы.

Выбор режима кривой

1. Нажмите клавишу "Trace" (кривая) для вызова меню кривой.
2. Выберите пункт меню "Trace Mode" (режим кривой) для вызова меню режима кривой.
3. Выберите режим кривой, который будет использован в работе.
При выборе режима усреднения кривой (пункт меню "Average") анализатор спектра R&S FPC откроет поле ввода для задания количества измерений, используемых при усреднении ("Average Count").
4. Введите количество разверток, используемых при усреднении.
Теперь в режиме непрерывной развертки прибор R&S FPC выполняет расчет скользящего среднего по заданному количеству разверток. В режиме однократной развертки прибор останавливает измерение по завершении заданного количества разверток и выполняет усреднение кривой.

14.8.2 Детектор

Количество отсчетов, собираемых в рамках одного цикла развертки, как правило, очень высоко, особенно в случае широкой полосы обзора. Однако объем данных, которые могут быть отображены по оси Y на дисплее анализатора спектра R&S FPC, ограничен разрешением дисплея прибора (в одном пикселе обычно объединяется множество точек измерения). Как следствие, анализатору спектра приходится уменьшать количество данных и объединять результаты измерения, чтобы уместить их на дисплее.

Детектор определяет способ, с помощью которого в приборе R&S FPC выполняется объединение и отображение результатов для одного пикселя. Исходными данными являются значения напряжения видеосигнала анализатора.

Поддерживаются следующие детекторы:

- "Auto Peak" (автопиковый)
Автопиковый детектор отображает наибольший и наименьший уровни мощности, которые были измерены в частотном диапазоне, охватываемом пикселем.
Использование автопикового детектора не приводит к потере информации. Если уровень мощности сигнала флуктуирует (например, при наличии шума), ширина кривой зависит от амплитуды флуктуации сигнала.
- "Max Peak" (максимально-пиковый)
Максимально-пиковый детектор отображает только наивысший уровень, который был измерен в частотном диапазоне, охватываемом пикселем.
Максимально-пиковый детектор используется, например, для измерений импульсных или ЧМ-сигналов.
- "Min Peak" (минимально-пиковый)
Минимально-пиковый детектор отображает только наименьший уровень, который был измерен в частотном диапазоне, охватываемом пикселем.
Минимально-пиковый детектор позволяет отображать уровни синусоидальных сигналов с высокой точностью и обеспечивает подавление шума. В результате, его можно использовать для обнаружения синусоидальных сигналов на фоне шума.
- "RMS" (СКЗ)
Детектор среднеквадратического значения (СКЗ-детектор) измеряет спектральную плотность мощности по одному пикселю. В случае измерений мощности СКЗ-детектор всегда показывает реальную мощность сигнала независимо от его формы.

СКЗ-детектор идеально подходит для измерений цифровых модулированных сигналов благодаря стабильности и достоверности показаний мощности. Большое время развертки позволяет добиться большей стабильности отображения, поскольку при этом увеличивается время измерения для каждого пикселя.

Использование СКЗ-детектора в сочетании с большим временем развертки также позволяет получить стабильные результаты измерения шума.

Однако полоса частот, которую занимает измеряемый сигнал, должна быть как минимум равна полосе частот, охватываемой пикселем кривой, или выбранной полосе разрешения (той из них, которая больше). В противном случае уровень мощности, который отображается прибором R&S FPC, будет слишком низким, поскольку в частотном диапазоне, охватываемом пикселем, присутствуют спектральные составляющие, не принадлежащие наблюдаемому сигналу (например, шум).

Для получения реального уровня мощности полоса видеофильтра (VBW) также должна быть больше полосы разрешения (RBW). В противном случае эффект усреднения, вызванный ограничением полосы видеофильтра, проявится до того, как будет рассчитано среднеквадратическое значение.

- "Sample" (отсчетов)

Детектор отсчетов отображает последний уровень, который был измерен в частотном диапазоне, охватываемом пикселем.

Детектор отсчетов может быть использован для измерений во временной области (в нулевой полосе обзора), поскольку это единственный способ достоверного представления временных характеристик видеосигнала.

Использование детектора отсчетов для измерений в частотной области является отличным способом измерения мощности шума, поскольку шум, как правило, имеет равномерный спектр с нормальным распределением амплитуды.

Применение детектора отсчетов для измерений в полосе обзора, превышающей "RBW*1183" (количество точек отображения), может привести к потере сигнала.

- "Auto Detector" (автовыбор детектора)

Автоматический выбор одного из детекторов в зависимости от выбранного режима кривой.

Дополнительную информацию см. в [главе 14.8.1 "Режим кривой"](#) на стр. 115.

Выбор детектора

1. Нажмите клавишу "Trace" (кривая) для вызова меню кривой.
2. Выберите пункт меню "Detector" (детектор) для вызова меню детектора. Прибор R&S FPC вызовет подменю для выбора режима детектора.
3. Выберите требуемый детектор.

14.8.3 Кривые в памяти

Работа с кривыми в памяти

Образ обеих кривых может быть сохранен в памяти прибора R&S FPC для последующего воспроизведения, сравнения с текущей кривой или выполнения арифметических операций с кривой. Для отображения кривой в памяти и текущей кривой используются разные оттенки цвета, что обеспечивает их различие. В приложении Spectrum прибор R&S FPC поддерживает три кривых в памяти.

При сохранении набора данных прибор R&S FPC также сохраняет соответствующую кривую в памяти кривой. При последующем воспроизведении набора данных соответствующая кривая в памяти может быть отображена как обычная кривая.

1. Нажмите клавишу "Trace" (кривая) для вызова меню кривой.
2. Выберите кривую, которую необходимо сохранить в памяти кривой, с помощью пункта меню "Select Trace" (выбрать кривую).
Прибор R&S FPC сохранит выбранную кривую.
3. Выберите пункт меню "Memory Traces" (кривые в памяти).
4. Выберите пункт меню "Trace ► Memory <x>" (кривая ► память <x>).
Анализатор спектра R&S FPC сохранит данные кривой в своей памяти. Пункт меню "Memory" (память) станет активным.
5. Выберите пункт меню "Show Memory <x>" (показать память <x>).
Прибор R&S FPC отобразит кривую в памяти с другим оттенком цвета соответствующей кривой. Пункт меню "Show Memory <x>" (память) будет выделен.

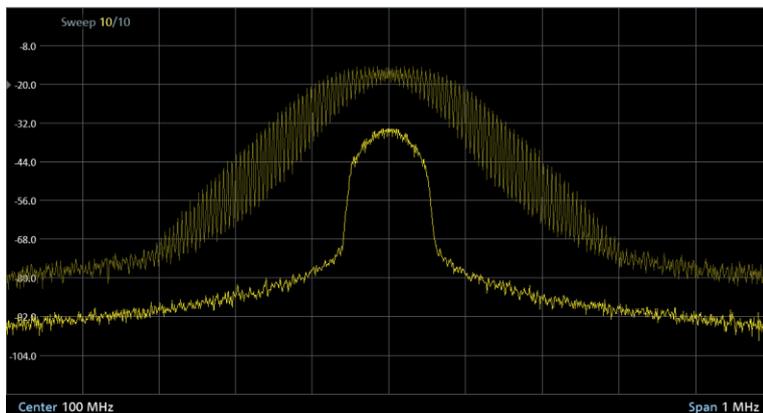


Рисунок 14-16 – Текущая кривая (ярко-желтый цвет) и кривая в памяти (бледно-желтый цвет)

Выполнение арифметических операций с кривой

Функция арифметических операций позволяют вычесть кривую в памяти из текущей кривой (и наоборот) и затем отобразить результаты.

1. Нажмите клавишу "Trace" (кривая) для вызова меню кривой.
2. Выберите пункт меню "Trace ► Memory" (кривая ► память).
Прибор R&S FPC сохранит выбранную кривую.
3. Выберите пункт меню "Trace Math" (арифметические операции с кривой).
Анализатор спектра R&S FPC вызовет подменю для выбора математических операций, которые могут быть применены к кривым.
4. Выберите пункт меню "Trace - Memory" (кривая - память) или "Memory - Trace" (память - кривая).
Прибор R&S FPC рассчитает и отобразит расчетную кривую (кривая в памяти остается неизменной, результат записывается в активную кривую).

Совет: для выключения функции арифметических операций выберите пункт меню "Off" (выкл).

Если функция автоматических операций активна, можно изменить положение расчетной кривой, выбрав пункт меню "Math Position" (положение расчетной кривой).

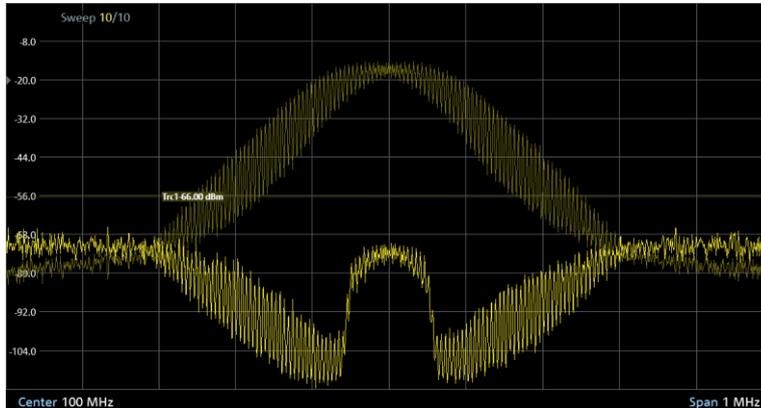


Рисунок 14-17 – Результаты выполнения арифметических операций с кривой ("Trace - Memory")

14.9 Конфигурирование маркеров

Доступ (меню маркеров): "Mkr"

Доступ (меню размещения маркеров): "Mkr→"

Команды ДУ для управления маркером:

- см. описание команд дистанционного управления

Маркеры – это инструмент, позволяющий определять характеристики сигнала в любой точке измерения на кривой. Они указывают горизонтальные и вертикальные координаты точек кривой, например, частоту и уровень, измеренные в конкретной точке кривой.

Анализатор спектра R&S FPC поддерживает шесть маркеров, пять из которых могут быть использованы в качестве обычных маркеров или дельта-маркеров. Обычные маркеры указывают абсолютные значения, а дельта-маркеры – значения относительно первого маркера (маркер 1 или "M1"). Первый маркер (опорный маркер) всегда используется в качестве обычного.

Позиция маркера по горизонтали указывается вертикальной линией, проходящей через всю область диаграммы (непрерывные линии для обычных маркеров и пунктирные для дельта-маркеров). Анализатор спектра R&S FPC также отображает пиктограмму маркера под линией для указания позиции маркера (M1). Текущий выбранный маркер указывается линией, отображаемой вокруг пиктограммы (M1). На пиктограмме также содержится информация о типе маркера: "M" для обычного маркера, "D" для дельта-маркера, включая номер маркера (от "M1" до "M6" и от "D2" до "D6").

Позиция маркера по вертикали указывается короткой горизонтальной линией непосредственно на кривой.



Рисунок 14-18 – Индикатор позиции маркера по вертикали

Координаты маркера также приводятся в численном виде в списке маркеров, отображаемом над областью диаграммы. Список маркеров открывается при включении первого маркера.

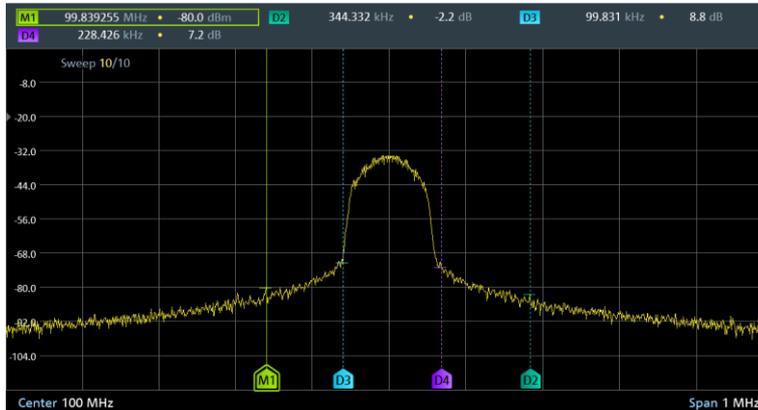


Рисунок 14-19 – Информация о маркерах в области диаграммы и список маркеров над диаграммой

В списке маркеров содержится следующая информация:

- Номер и тип маркера.
"M" для обычных маркеров, "D" для дельта-маркеров, включая номер маркера (от "M1" до "M6" и от "D2" до "D6").
Пиктограмма текущего выбранного маркера обрамлена цветной линией.
 - Позиция маркера по горизонтали.
Позиция маркера по горизонтали, как правило, представляет собой значение частоты. При измерениях в **нулевой полосе обзора** по оси X отображаются значения времени. Обычные маркеры указывают абсолютные значения, а дельта-маркеры – расстояние (относительное) до первого маркера (опорного маркера).
На [рисунке 14-19](#), например, частота первого маркера ("M1") – это абсолютное значение, тогда как частота второго маркера (дельта-маркера) – это значение смещения относительно первого маркера. Поскольку второй маркер расположен слева от первого, его значение отрицательно.
 - Позиция маркера по вертикали.
Позиция маркера по вертикали, как правило, представляет собой измеренный уровень. Обычные маркеры отображают измеренный уровень в виде абсолютного значения в дБмВт. Дельта-маркеры указывают уровень относительно первого маркера.
На [рисунке 14-19](#), например, уровень, измеренный в позиции дельта-маркера 2 ("D2"), на несколько дБ меньше уровня, измеренного в позиции маркера 1 ("M1").
- | | |
|---|-----|
| • Размещение маркеров | 120 |
| • Автоматическое размещение маркеров | 123 |
| • Диапазоны поиска с помощью маркеров | 124 |

14.9.1 Размещение маркеров

Маркеры могут быть размещены на любой требуемой точке кривой. Кроме того, анализатор спектра R&S FPC оснащен рядом полезных инструментов для [автоматического](#) размещения маркеров.

Размещение маркера

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
Если ни один маркер еще не активен, прибор R&S FPC автоматически включит обычный маркер ("M1") и поместит его на наивысшем измеренном уровне. Кроме того, откроется поле ввода "Marker" (маркер).
Поле ввода "Marker" (маркер) позволяет задать позицию маркера по оси X.
2. Позиция маркера может быть изменена несколькими способами.
 - Переместите маркер с помощью клавиш управления курсором.
Для смещения маркера влево или вправо относительно текущей позиции воспользуйтесь клавишами управления курсором "Вверх" и "Вниз". Размер шага (расстояние, на которое смещается маркер) составляет 10 % от ширины полосы обзора.
 - Переместите маркер с помощью поворотной ручки.
Для смещения маркера влево или вправо относительно текущей позиции воспользуйтесь поворотной ручкой.
Размер шага (расстояние, на которое смещается маркер) составляет один пиксель.
 - Задайте позицию маркера с помощью цифровых клавиш.
Введите конкретное значение частоты или времени для смещения маркера на соответствующую позицию (например, 100 МГц, если необходимо узнать значение уровня, измеренного на этой частоте).
 - Разместите маркер **автоматически**.
Маркер может быть выключен в любой момент времени с помощью пункта меню "Marker 1" (маркер 1).

Добавление дополнительных маркеров

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
Прибор R&S FPC одновременно включит первый маркер ("M1").
2. Выберите пункт меню "Marker <x>" (не "Marker 1", поскольку это приведет к отключению первого маркера).
Прибор R&S FPC добавит второй маркер на диаграмму.
Если обычный маркер уже включен, каждый добавляемый маркер автоматически становится дельта-маркером.
Действуя таким образом, добавьте требуемое количество маркеров.
Дельта-маркеры могут смещаться аналогично обычным маркерам. Следует заметить, что при задании позиции дельта-маркера с помощью цифровых клавиш вводимое значение – это значение относительно первого маркера. Положительные значения соответствуют позиции справа от опорного маркера, а отрицательные значения – позиции слева от опорного маркера.
3. Если включено больше одного маркера, сначала выберите маркер, который необходимо переместить.
Выбранные маркеры указываются выделенной функциональной клавишей и окруженной цветной линией пиктограммой маркера. Если маркер, который необходимо переместить, еще не выбран, выберите его нажатием соответствующей функциональной клавиши ("marker <x>").
Совет: можно включить все шесть маркеров одновременно с помощью пункта меню "All Markers On" (все маркеры вкл.) в меню маркеров. Прибор R&S FPC поместит маркеры на шести самых высоких сигналах в порядке следования.

Выбор типа маркера

Тип маркера может быть изменен для маркеров 2-6.

Поскольку маркер 1 является опорным для дельта-маркеров, он всегда используется в качестве обычного и не может быть преобразован в дельта-маркер.

1. Включите обычный маркер и дельта-маркер.
2. Выберите дельта-маркер, если он еще не выбран.
3. Выберите пункт меню "Marker Type" (тип маркера).

Дельта-маркер превратится в обычный маркер. Его метка соответствующим образом изменится (с "D<x>" на "M<x>"), а координаты будут представлены абсолютными значениями.

Удаление обычных маркеров или дельта-маркеров

Обычные маркеры или дельта-маркеры могут быть удалены в любое время.

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Выберите обычный маркер или дельта-маркер, который необходимо удалить, с помощью соответствующей функциональной клавиши "Marker <x>".
Прибор R&S FPC выберет соответствующий обычный маркер или дельта-маркер.
3. Удалите обычный маркер или дельта-маркер, повторно нажав соответствующую функциональную клавишу.
Прибор R&S FPC удалит выбранный обычный маркер или дельта-маркер.



Выключение маркеров

При удалении маркера 1 (M1) все дельта-маркеры, связанные с этим маркером, также будут удалены. Это не влияет на отображение остальных маркеров.

Вместо удаления выбранных маркеров по отдельности можно одновременно удалить все маркеры.

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Нажмите функциональную клавишу "All Marker Off" (выключить все маркеры).
Прибор R&S FPC удалит все обычные маркеры и дельта-маркеры.

Выбор типа отображения маркеров

Маркеры можно позиционировать по частоте или по каналу.

Определение позиции маркера по каналу возможно, если измерение основано на [таблице каналов](#).

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Выберите пункт меню "Marker Display" (отображение маркера).
3. Выберите предпочитаемый режим ввода ("Frequency Display" (отображение частоты) или "Channel Display" (отображение канала)).
При выборе отображения канала для позиционирования маркера введите номер канала вместо значения частоты.

14.9.2 Автоматическое размещение маркеров

Прибор R&S FPC оснащен несколькими полезными инструментами для автоматического размещения маркеров (например, на пиковом уровне) и инструментами, обеспечивающими изменение настроек прибора в соответствии с текущей позицией маркера.

Выбор маркера

Если имеется более одного активного маркера, необходимо выбрать маркер, который будет перемещен первым.

1. Нажмите клавишу "Mkr→" (поместить маркер) для вызова меню размещения маркеров.
2. Выбирайте пункт меню "Select Marker" (выбрать маркер) до тех пор, пока не будет выбран перемещаемый маркер.
Выбранный маркер отмечается рамкой вокруг маркера в списке маркеров и рамкой вокруг значка маркера на диаграмме.

Автоматическое размещение маркеров

1. Нажмите клавишу "Mkr→" (поместить маркер) для вызова меню размещения маркеров.
Совет: функции размещения маркеров доступны лишь в случае, если активен хотя бы один маркер. Если не активен ни обычный маркер, ни дельта-маркер, эти функции неприменимы.
2. Выберите пункт меню функции размещения, которую необходимо использовать.
 - "Set To Peak" (разместить на пике)
Размещение активного маркера или дельта-маркера на наибольшее значение уровня кривой.
 - "Set To Next Peak" (разместить на следующем пике)
Размещение активного маркера или дельта-маркера на следующее наибольшее значение уровня кривой относительно текущей позиции.
 - "Set To Minimum" (разместить на минимуме)
Размещение активного маркера или дельта-маркера на наименьшее значение уровня кривой.
 - "All Marker to Peak" (разместить все маркеры на пиках)
Размещение всех существующих маркеров на наибольшие значения уровня кривой, выполняемое в иерархическом порядке: маркер 1 размещается на наивысшем уровне, маркер 2 – на втором по величине уровне, и так далее.
 - "Center = Marker Freq" (центральная частота = частота маркера)
Приведение центральной частоты в соответствие частоте выбранного обычного маркера или дельта-маркера.
 - "Ref Level = Marker Level" (опорный уровень = уровень маркера)
Приведение опорного уровня в соответствие уровню выбранного обычного маркера или дельта-маркера.

Сохранение маркера на пике

При включении маркера он остается на начальной частоте по умолчанию. Функция отслеживания маркера – это инструмент, который позволяет отслеживать сигнал при изменении его частоты.

1. Нажмите клавишу "Mkr→" (поместить маркер) для вызова меню размещения маркеров.
2. Выберите пункт меню "Marker Tracking" (отслеживание маркера), чтобы включить функцию отслеживания маркера.

Маркер остается на пиковом уровне при изменении его положения в спектре. Символ цепи в списке маркеров указывает на то, что функция отслеживания маркера включена.

M1 299.830795 MHz  -72.75 dBm

Если определен [диапазон поиска](#), маркер отслеживает сигнал, только если он находится в пределах диапазона поиска.

14.9.3 Диапазоны поиска с помощью маркеров

В режиме [автоматического](#) размещения маркеров прибор R&S FPC выполняет поиск возможных позиций маркеров во всей текущей полосе обзора. В некоторых случаях может оказаться эффективным поиск в более узком частотном диапазоне. При этом пользователь может задать диапазон поиска с помощью маркеров.

Задание диапазона поиска с помощью маркеров

1. Нажмите клавишу "Mkr→" (поместить маркер) для вызова меню размещения маркеров.
2. Выберите пункт меню "Search Range" (диапазон поиска) для вызова меню диапазона поиска.
3. Выберите пункт меню "Search Range 1" (диапазон поиска 1).
Прибор R&S FPC вызовет подменю для настройки диапазона поиска 1.
4. Выберите пункт меню "Lower Limit ..." (нижний предел).
Прибор R&S FPC вызовет поле ввода для задания нижнего предела диапазона поиска 1.
5. Введите нижний предел диапазона поиска, который необходимо использовать.
Прибор R&S FPC отобразит вертикальную линию на выбранной позиции и отметит ее как 1 (для диапазона поиска 1).
6. Выберите пункт меню "Upper Limit ..." (верхний предел).
Прибор R&S FPC вызовет поле ввода для задания верхнего предела диапазона поиска 1.
7. Введите верхний предел диапазона поиска, который необходимо использовать.
Прибор R&S FPC отобразит еще одну вертикальную линию на выбранной позиции и отметит ее как 1 (для диапазона поиска 1).

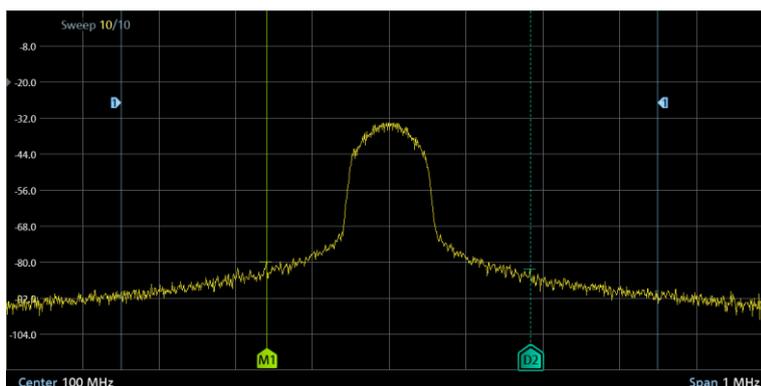


Рисунок 14-20 – Линии диапазона поиска с помощью маркеров

- Для использования диапазона поиска 1 для измерений выберите пункт меню "Set to Search Range 1" (настроиться на диапазон поиска 1).

Прибор R&S FPC применит диапазон поиска к функциям "Set To Peak" (разместить на пике), "Set To Next Peak" (разместить на следующем пике), "Set To Minimum" (разместить на минимуме) и "All Marker To Peak" (разместить все маркеры на пиках) и разместит обычные или дельта-маркеры в этом диапазоне.

Примечание – Можно также задать второй диапазон поиска с помощью маркеров, выбрав пункт меню "Search Range 2" (диапазон поиска 2) и аналогичным образом повторив остальные действия.

Выключение диапазонов поиска с помощью маркеров

- Нажмите клавишу "Mkr→" (поместить маркер) для вызова меню размещения маркеров.
- Выберите пункт меню "Search Range Off" (выключить диапазон поиска).
Прибор R&S FPC выключит все диапазоны поиска и удалит вертикальные линии диапазонов поиска.

14.10 Функции маркеров

Доступ: "Mkr"

Команды ДУ для управления функциями маркеров:

- см. описание команд дистанционного управления

Функции маркеров – это измерения, выполняемые с помощью маркеров. В зависимости от выбранной функции маркеров прибор R&S FPC выполняет измерение определенных характеристик сигнала на позиции маркера.

Функции маркеров применяются к текущему выбранному маркеру.



Выключение функций маркера

Повторный выбор активной функции маркера выключит эту маркерную функцию.

• Измерения шума	126
• Частотомер	126
• Измерение полосы частот сигнала	127
• Демодуляция по маркеру	128

14.10.1 Измерения шума

Доступ: "Mkr" > "Marker Mode" > "Noise"

Измерение шума с помощью маркеров позволяет вычислить плотность мощности шума на позиции маркера в дБмВт/Гц. Прибор R&S FPC учитывает несколько переменных при расчете плотности мощности шума, включая значения пикселей кривой, ширину полосы разрешения, используемый детектор и режим отображения уровня (абсолютные или относительные значения). Для стабилизации отображения мощности шума анализатор спектра R&S FPC использует пиксель, на котором расположен маркер, и по четыре пикселя справа и слева от него.

Информация о плотности мощности шума может оказаться полезной при измерениях помех или цифровых модулированных сигналов. Однако достоверность результатов гарантируется лишь в том случае, если спектр в окрестности маркера имеет плоскую амплитудно-частотную характеристику. При измерении плотности мощности шума дискретных сигналов результаты измерения недействительны.

Следует заметить, что функция измерения шума работает только для обычного маркера 1 (M1) или дельта-маркера 2 (D2).

Измерение плотности мощности шума

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Выберите пункт меню "Marker Mode" (режим маркера) для вызова меню функций маркеров.
3. Выберите пункт меню "Noise" (шум).
Прибор R&S FPC отобразит плотность мощности шума на частоте маркера в списке маркеров в дБмВт/Гц. Если при измерении используется дельта-маркер, результаты приводятся в дБн/Гц, а опорным маркером является маркер 1. Это может оказаться полезным, например, при измерениях фазовых шумов.
4. Повторно выберите пункт меню "Noise" (шум) для выключения измерения шума.

14.10.2 Частотомер

Доступ: "Mkr" > "Marker Mode" > "Frequency Count"

Прибор R&S FPC оснащен частотомером. Частотомер обеспечивает возможность высокоточного измерения частоты на позиции маркера 1 (M1).

При расчете позиции маркера по горизонтали прибор R&S FPC учитывает текущую полосу обзора, центральную частоту и частоту пикселя, на котором расположен маркер. Поскольку кривая содержит ограниченное количество пикселей, позиция маркера, как правило, является приблизительной, особенно если полоса обзора очень широка.

Использование частотомера позволяет измерить частоту на позиции маркера с более высокой точностью. При включении функции частотомера прибор R&S FPC выполня-

ет кратковременную остановку измерения на позиции маркера и измеряет частоту с помощью внутреннего источника опорной частоты.

Таким образом, точность результатов зависит только от погрешности внутреннего источника опорной частоты. Частотомер имеет разрешение 0,1 Гц и, как следствие, обеспечивает гораздо более точные результаты. Повышение точности не оказывает негативного влияния на скорость измерения (благодаря особому алгоритму обработки модулирующего I/Q-сигнала).

Частотомер обеспечивает высокую точность измерения синусоидальных сигналов лишь в том случае, если их уровень превышает уровень собственных шумов как минимум на 20 дБ. При меньшем отношении сигнала к шуму последний оказывает негативное влияние на результаты измерения.

Измерение частоты

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Выберите пункт меню "Marker Mode" (режим маркера) для вызова меню функций маркеров.
3. Выберите пункт меню "Frequency Count" (частотомер).
Прибор R&S FPC отобразит точно измеренное значение частоты на позиции маркера в списке маркеров.
4. Повторно выберите пункт меню "Frequency Count" (частотомер) для выключения частотомера.

14.10.3 Измерение полосы частот сигнала

Доступ: "Mkr" > "Marker Mode" > "N dB Down"

Полоса частот сигнала может быть измерена с помощью функции маркера "n dB down" (на n дБ ниже).

Функция маркера "n dB down" использует текущее значение маркера 1 (M1) в качестве опорной точки. Она включает два временных маркера сигнала, уровень которых на n дБ раз ниже уровня опорной точки. Один временный маркер размещается слева, а второй – справа от опорного маркера. Значение по умолчанию для "n" составляет 3 дБ, однако оно может быть изменено.

При задании положительного смещения оба временных маркера размещаются под активным опорным маркером. При задании отрицательного значения (например, для измерений с использованием режекторного фильтра), оба временных маркера размещаются над активным опорным маркером.

Измерение полосы частот сигнала

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Выберите пункт меню "Marker Mode" (режим маркера) для вызова меню функций маркеров.
3. Выберите пункт меню "N dB Down" (на N дБ ниже).
Прибор R&S FPC отобразит на диаграмме две вертикальные линии, представляющие временные маркеры, и измерит расстояние (полосу частот) между этими двумя линиями.
4. Выберите пункт меню "N dB <x>" для задания расстояния между временными маркерами.

Примечание – По умолчанию временные маркеры размещаются на 3 дБ ниже опорного маркера.

14.10.4 Демодуляция по маркеру

Доступ: "Mkr" > "Marker Demodulation"

Прибор R&S FPC оснащен демодулятором АМ и ЧМ-сигналов, позволяющим демодулировать и контролировать аудиосигналы. Демодуляция выполняется на частоте маркера.

Демодулированный сигнал может быть прослушан с помощью внутреннего громкоговорителя или наушников, которые подключаются к 3,5 мм разъему для наушников, расположенному на передней панели прибора R&S FPC.

При демодуляции АМ-сигналов анализатор спектра R&S FPC преобразует напряжение видеосигнала в слышимый звук. Таким образом, для опорного уровня должно быть задано значение, близкое к уровню демодулируемого сигнала.

При проведении измерений во временной области прибор R&S Spectrum Rider выполняет демодуляцию в непрерывном режиме. При измерениях в частотной области можно задать временной интервал, в рамках которого прибор R&S FPC будет выполнять демодуляцию сигнала на частоте маркера. Развертка по частоте приостановится на частоте маркера на это время, и лишь затем будет завершена.

Команды ДУ для конфигурирования параметров маркеров:

- см. описание команд дистанционного управления

Выбор типа демодуляции

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Выберите пункт меню "Marker Demodulation" (демодуляция по маркеру) для вызова меню демодуляции по маркеру.
3. Выберите пункт меню "AM" (АМ) или "FM" (ЧМ).
Прибор R&S FPC выполнит демодуляцию сигнала в соответствии с выбранной схемой демодуляции.
Примечание – При включении демодулятора прибор R&S FPC автоматически выключает функцию шумового маркера или частотомера.
4. Выберите пункт меню "Demodulation Off" (выключить демодуляцию) для выключения функции демодуляции по маркеру.

Задание времени демодуляции

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Выберите пункт меню "Marker Demodulation" (демодуляция по маркеру) для вызова меню демодуляции по маркеру.
3. Выберите пункт меню "Time <x>" (время <x>).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания времени демодуляции.
4. Введите время демодуляции, которое необходимо использовать.

Примечание – Диапазон допустимых значений простирается от 100 мс до 500 с. При работе во временной области прибор R&S FPC выполняет демодуляцию в непрерывном режиме. При этом время демодуляции не имеет значения.

Задание уровня громкости сигнала

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Выберите пункт меню "Marker Demodulation" (демодуляция по маркеру) для вызова меню демодуляции по маркеру.
3. Выберите пункт меню "Volume <x>" (громкость <x>).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания уровня громкости демодулированного сигнала.
4. Выберите наиболее комфортный уровень громкости.

Примечание – Уровень громкости демодулированного сигнала задается в виде процентного значения (от 0 до 100 %), где 100 % соответствует максимальному уровню громкости.

Дополнительную информацию об общих функциях управления уровнем громкости см. в [главе 9.6 "Аудионастройки"](#) на стр. 43.

14.11 Линии индикации

Доступ: "Lines"

Команды ДУ для конфигурирования линий индикации:

- см. описание команд дистанционного управления

Линии индикации, как и маркеры, позволяют определить уровень сигнала.

Линия индикации – это прямая горизонтальная линия, соответствующая определенному значению уровня. Линия индикации может быть размещена на любом пикселе отображения. Это значит, что погрешность размещения и точная позиция линии индикации по вертикали зависит от разрешения по вертикальной оси. При диапазоне отображения 100 дБ, например, каждый пиксель соответствует 0,3 дБ. В этом случае погрешность линии индикации составляет 0,3 дБ. Если значение задается с более высоким разрешением, прибор R&S FPC округлит его.

Для перемещения линии индикации можно также воспользоваться поворотной ручкой или клавишами управления курсором. Размер шага при перемещении с помощью поворотной ручки равен одному пикселю. Размер шага при использовании клавиш управления курсором составляет 10 % от диапазона отображения.

Использование линий индикации

1. Нажмите клавишу "Lines" (линии) для вызова меню линий.
2. Выберите пункт меню "Display Line" (отобразить линию).
Прибор R&S FPC отобразит линию индикации в виде синей горизонтальной линии. Позиция линии по вертикали (как правило, значение уровня) приводится в таблице, расположенной над областью диаграммы.
При включении линии индикации прибор R&S FPC также открывает поле ввода для задания позиции линии по вертикали.
3. Для размещения линии индикации введите значение уровня в поле ввода.
Для перемещения линии индикации можно также воспользоваться поворотной ручкой или клавишами управления курсором.

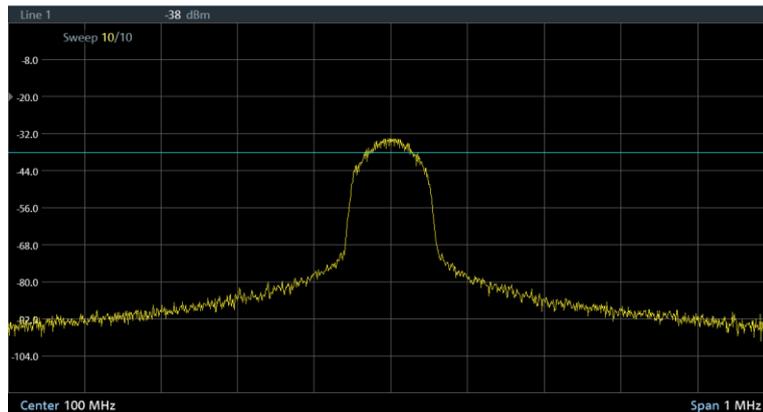


Рисунок 14-21 – Линия индикации на уровне -38 дБмВт

14.12 Пределные линии

Доступ (меню пределных линий): "Lines"

Пределные линии – это инструмент анализа, позволяющий сравнивать измеренные уровни сигнала с соответствующими спецификациями и определять, удовлетворяют ли уровни сигнала требованиям, которые приводятся в спецификациях.

Команды ДУ для конфигурирования пределных линий:

- см. описание команд дистанционного управления

Пределная линия формируется двумя или более точками, соединенными в виде линии. Каждая из точек, определяющих форму пределной линии, имеет две координаты. Первая задает позицию по горизонтали (например, частоту), а вторая – позицию по вертикали (как правило, значение уровня). Для создания пределной линии может быть использовано до 1000 точек.

Значения, определяющие характеристики пределной линии по горизонтали, могут задаваться как в абсолютном (например, частота в МГц), так и в относительном виде, при этом в качестве опорной точки выступает центр кривой измерения (например, центральная частота). Относительные значения могут оказаться полезными, например, если при измерении модулированных выходных сигналов необходимо изменить центральную частоту, не оказав влияния на пределную линию. Абсолютные значения пределных линий имеют файловое расширение `.abslim`, а относительные – `.rellim`.

Значения, определяющие характеристики по вертикали, всегда измеряются в дБ и представляют собой значения уровня. Если пределная линия включена при использовании линейного масштаба по вертикальной оси (такие единицы измерения, как В или Вт), прибор R&S FPC автоматически изменит масштаб на логарифмический.

При включении пределной линии прибор R&S FPC выполняет проверку нарушения сигналом пределной линии в одной или нескольких точках. Если один или несколько уровней сигнала превысят пределное значение, прибор R&S FPC оповестит о не пройденной проверке пределов с помощью нескольких индикаторов:

- Общее сообщение в заголовке диаграммы, указывающее на нарушение пределной линии (включая нарушившую предел кривую).
- Звуковой сигнал, воспроизводимый при каждом нарушении пределной линии.

Пределные линии могут быть созданы и изменены в ПО R&S InstrumentView, и затем переданы во внутреннюю память прибора R&S FPC. Количество предельных линий, которые могут быть сохранены в памяти, зависит от того, какие наборы данных уже сохранены в приборе R&S FPC, а также от объема памяти используемого внешнего запоминающего устройства (например, флэш-носителя).

Выбор предельной линии

Перед выбором предельной линии необходимо определить, будет ли она использоваться в качестве верхней или нижней.

Верхняя предельная линия позволяет выполнить проверку на предмет нахождения сигнала ниже предельной линии.

Нижняя предельная линия позволяет выполнить проверку на предмет нахождения сигнала выше предельной линии.

Следует также убедиться, что предельная линия совместима с текущим масштабом по оси X.

1. Нажмите клавишу "Lines" (линии) для вызова меню линий.
2. Убедитесь, что пункт меню "Show Limit Lines" (показать предельные линии) активен (выделен).
3. Выберите пункт меню "Upper Limit" (верхний предел) или "Lower Limit" (нижний предел).
4. Выберите пункт меню "Load From File" (загрузить из файла) для вызова диспетчера файлов.

Прибор R&S FPC откроет каталог, в котором по умолчанию содержатся предельные линии (\LimitLines\). Если предельные линии были сохранены в другом каталоге, сначала необходимо перейти к этому каталогу.

По умолчанию прибор R&S FPC отобразит все предельные линии, доступные в выбранном каталоге (файлы с расширением .abslim или .rellim), даже те, которые не совместимы с текущим масштабом диаграммы.

5. Выберите пункт меню "Show Compatible" (показать совместимые) для отбора доступных предельных линий.

Прибор R&S FPC отобразит только те предельные линии, которые могут быть применены к диаграмме в текущем масштабе.

6. Выберите один из доступных файлов и подтвердите выбор с помощью пункта меню "Load" (загрузить).

Прибор R&S FPC отобразит предельную линию. В области диаграммы предельная линия представлена красной линией, форма которой зависит от заданных пределов.

При выборе предельной линии, не совместимой с текущим масштабом диаграммы, прибор R&S FPC отобразит сообщение о том, что применение выбранной предельной линии невозможно.

Использование пороговой линии

Пороговая линия – это прямая горизонтальная предельная линия, пределы которой остаются неизменными во всем частотном диапазоне.

1. Нажмите клавишу "Lines" (линии) для вызова меню линий.
2. Убедитесь, что пункт меню "Show Limit Lines" (показать предельные линии) активен (выделен).
3. Выберите пункт меню "Upper Limit" (верхний предел) или "Lower Limit" (нижний предел).
4. Выберите пункт меню "Set Threshold" (задать предел).

Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания порога предельной линии.

5. Введите требуемый порог.

Прибор R&S FPC отобразит пороговую линию. Пороговая линия представлена прямой красной линией.

Скрытие предельной линии

Функция скрытия предельной линии позволяет быстро переключаться между режимами отображения и скрытия предельной линии и оценивать результаты проверки пределов без полного **отключения** этой функции.

При скрытии предельной линии проверка пределов больше не выполняется, однако предельные линии остаются в памяти.

1. Нажмите клавишу "Lines" (линии) для вызова меню линий.
2. Выберите пункт меню "Show Limit Line" (отобразить предельную линию).
 - Пункт меню "Show Limit Line" выделен: отображение предельной линии и оценка результатов проверки пределов.
 - Пункт меню "Show Limit Line" не выделен: скрытие предельной линии, оценка результатов проверки пределов не выполняется.

Удаление предельных линий

После удаления предельной линии она перестает учитываться при оценке характеристик сигнала. Если необходимо использовать предельную линию повторно, снова **выберите** ее.

1. Нажмите клавишу "Lines" (линии) для вызова меню линий.
2. Выберите пункт меню "Upper Limit" (верхний предел) или "Lower Limit" (нижний предел).
3. Выберите пункт меню "Remove" (удалить).

Выполнение проверки пределов

Если предельные линии включены, прибор R&S FPC выполняет автоматическую проверку кривой на предмет нарушения пределов после каждого цикла развертки по частоте. Пока сигнал не нарушает предельную линию, прибор R&S FPC отображает сообщение "Pass" (норма, проверка пройдена) на диаграмме измерения. Как только одно из значений (один пиксель) выходит за пределы, прибор R&S FPC отображает значение "Fail" (нарушение, проверка не пройдена) в области диаграммы.

Проверка пределов относится к частотному диапазону, заданному предельной линией, а не к полосе обзора.



Нарушение пределов

Следует заметить, что проверка пределов считается не пройденной лишь в том случае, если уровень сигнала превысил предельную линию.

Если уровень сигнала равен предельному значению, проверка пределов считается пройденной.

Для индикации нарушения предела можно также включить звуковой сигнал оповещения.

1. Нажмите клавишу "Lines" (линии) для вызова меню линий.
2. Выберите пункт меню "Audio Beep" (звуковой сигнал).

Пункт меню "Audio Beep" (звуковой сигнал).

Если функция звукового сигнала активна, прибор R&S FPC подает звуковой сигнал при каждом нарушении предела.

Функция звукового сигнала активна, если выделен пункт меню "Audio Beep" (звуковой сигнал).

15 Приложение Receiver

Доступно с опциональным приложением приемника (Receiver).

Приложение Receiver (приемник) позволяет измерять уровень мощности на конкретной частоте или частотах из заданного набора вместо развертки по частотному спектру (или его участку). Прибор R&S FPC отображает результаты в соответствующих окнах, которые специально предназначены для решения таких задач измерения.

Режим приемника также добавляет необходимые функции, такие как дополнительные значения ширины полосы пропускания или детекторы, для выполнения измерений согласно стандартам CISPR.

Выбор приложения Receiver

1. Нажмите клавишу "Mode" (режим) для вызова меню режимов.
2. Выберите пункт меню "Receiver" (приемник).

• Типы измерений и окна отображения результатов	134
• Конфигурирование частоты	138
• Конфигурирование амплитуды	142
• Конфигурирование полосы пропускания	143
• Конфигурирование развертки	144
• Конфигурирование кривой	144
• Предельные линии	145
• Конфигурирование маркеров	145

15.1 Типы измерений и окна отображения результатов

Доступ: "Meas"

Команды ДУ для конфигурирования измерений:

- см. описание команд дистанционного управления

При работе в режиме приемника прибор R&S FPC поддерживает два режима измерения:

- измерение на фиксированной частоте;
- сканирование по частоте.

Режим измерения на фиксированной частоте с построением полосовой диаграммы предназначен для измерений на отдельных частотах. Режим сканирования по частоте позволяет выполнять сканирование по частотам из заданного набора.

• Измерение полосовой диаграммы	134
• Сканирование по частоте	136
• Информация о максимальных значениях Max Hold	138

15.1.1 Измерение полосовой диаграммы

Доступ: "Meas" > "Bargraph"

Типы измерений и окна отображения результатов

Измерение с построением полосовой диаграммы позволяет измерять уровень сигнала на **отдельной частоте** и отображать результаты в виде полосовой диаграммы.

Отображение результатов в виде полосовой диаграммы – это основной режим отображения результатов, позволяющий увидеть уровень сигнала на конкретной частоте. Уровень сигнала отображается как в виде численного значения, так и графически на полосовой диаграмме.

Результаты на полосовой диаграмме отображаются сразу после входа в приложение Receiver (для текущей выбранной частоты). Результаты непрерывно обновляются. Текущий уровень сигнала представлен на полосовой диаграмме светло-голубыми вертикальными линиями. Единицы измерения отображаемых уровней мощности могут изменяться и зависят от заданной размерности.

Масштаб полосовой диаграммы определяется текущим опорным уровнем и диапазоном отображения.

В дополнение к текущему уровню сигнала на полосовой диаграмме также отображается наивысший уровень сигнала, полученный с начала измерения (информация **Max Hold**). Он остается действительным даже при изменении настроек приемника (например, значений частоты или ослабления) и может быть сброшен лишь по команде пользователя.

Информация о максимальных значениях (Max Hold) представлена на полосовой диаграмме темно-синей вертикальной линией, а также отображается темно-синим шрифтом над диаграммой.

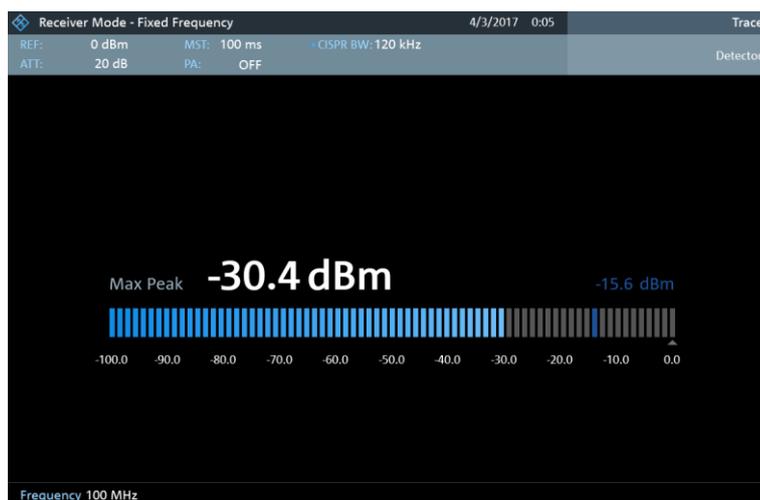


Рисунок 15-1 – Полосовая диаграмма с результатами измерения на фиксированной частоте, включая информацию о максимальных значениях

Выбор измерений полосовой диаграммы

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Bargraph" (полосовая диаграмма).
Прибор R&S FPC отобразит уровень сигнала, измеренный на текущей частоте приема.

Отображение второй полосовой диаграммы

Может быть отображена вторая полосовая диаграмма с другой конфигурацией (например, с другим детектором).

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Show Bargraph 2" (показать полосовую диаграмму 2).

Типы измерений и окна отображения результатов

3. Нажмите клавишу "Trace" (кривая) для вызова меню кривых.
4. Выберите пункт меню "Trace <x>" (кривая <x>), чтобы выбрать одну из полосовых диаграмм.
5. Сконфигурируйте обе полосовые диаграммы.

15.1.2 Сканирование по частоте

Доступ: "Meas" > "Frequency Scan"

Доступ (стиль кривой): "Trace" > "Trace Style: <x>"

В отличие от измерений полосовой диаграммы, сканирование по частоте позволяет выполнять измерения на частотах приема из заданного набора. При сканировании измерение выполняется только на тех частотах, которые определены в [частотном диапазоне](#). Расстояние между частотами приема не учитывается при измерении.

Анализатор спектра R&S FPC отображает результаты сканирования по частоте в графическом окне отображения результатов. По горизонтальной оси на этом отображении представлен частотный спектр, охватываемый сканированием. По вертикальной оси представлен уровень сигнала.

Уровни сигнала для каждой частоты, измеренные в ходе сканирования, представлены вертикальными линиями на измеренных частотах приема. Этот тип отображения подчеркивает тот факт, что при сканировании измерение выполняется только на отдельных частотах приема; промежуточные значения частоты не включаются в измерение.

Желтые линии (или зеленые линии, если отображается вторая кривая) указывают текущий уровень сигнала. Синие линии указывают наивысший уровень, полученный с начала измерения (информация [Max Hold](#)).

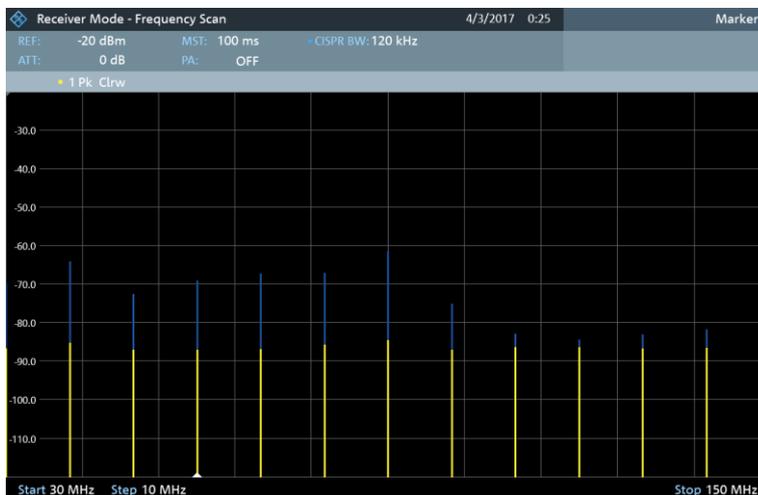


Рисунок 15-2 – Сканирование на фиксированных частотах в диапазоне от 30 до 150 МГц с шагом 10 МГц

Выбор сканирования по частоте

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Frequency Scan" (сканирование по частоте).
Прибор R&S FPC отобразит диаграмму сканирования. Для каждой измеренной частоты будет отображен вертикальный столбец.

Отображение второй кривой

Можно отобразить вторую кривую с другой конфигурацией (например, с другим режимом кривой или другим детектором).

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Show Trace 2" (показать кривую 2).
3. Нажмите клавишу "Trace" (кривая) для вызова меню кривой.
4. Выберите пункт меню "Trace <x>" (кривая <x>), чтобы выбрать одну из кривых.
5. Сконфигурируйте обе кривые.

Выбор стиля кривой

Стиль кривой определяет то, как выглядит кривая.

1. Нажмите клавишу "Trace" (кривая) для вызова меню кривой.
2. Выберите стиль кривой.
 - "Trace Style: Lines": отображение вертикальной линии для каждой частоты приема, как описано выше.
 - "Trace Style: Polygons": отображение кривой в виде непрерывной горизонтальной линии. Промежутки между частотами измерения визуализируются посредством интерполяции.

Отображение списка пиков

В качестве альтернативы анализа результатов сканирования по диаграмме можно отобразить их в виде таблицы.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "View Peak List" (посмотреть список пиков).

Прибор R&S FPC отобразит список пиков.

В заголовке таблицы показан номер кривой и детектор, примененный к соответствующей кривой.

Каждая строка в таблице представляет **точку измерения**. Если сканирование оценивает более 15 частот, в таблице показаны только самые высокие уровни.

Для каждой частоты в списке пиков показана следующая информация.

- **Peak (пик)**
Порядковый номер от 1 до 15.
- **Frequency (частота)**
Частота, на которой был измерен пиковый уровень.
- **Level (уровень)**
Уровень пика.
- **Delta Limit (дельта до предела)**
Расстояние до предельной линии, если она активна.

Если активна **вторая кривая**, в списке пиков показываются самые высокие пики обеих кривых.

15.1.3 Информация о максимальных значениях Max Hold

Доступ: "Meas"

Информация о максимальных значениях Max Hold отображается как при измерениях полосовой диаграммы, так и при сканировании по частоте, и содержит наивысший уровень, полученный с начала измерения.

При измерениях полосовой диаграммы прибор R&S FPC отображает наивысший измеренный уровень независимо от выбранной частоты. Если, например, сначала был измерен уровень сигнала 110 дБмкВ на частоте 100 МГц, а затем после изменения частоты было получено значение 100 дБмкВ, наивысшим измеренным уровнем будет считаться значение 100 дБмкВ.

При сканировании по частоте прибор R&S FPC отображает наивысший уровень на всех частотах, охватываемых частотным диапазоном. Информация Max Hold указывается синей линией, которая связана с желтой линией, указывающей текущий уровень сигнала.

Информация Max Hold приводится в обоих режимах отображения частоты (индикация частоты и индикация канала).

Сброс информации Max Hold

Для запуска нового измерения Max Hold необходимо выполнить сброс информации Max Hold.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Refresh Max Hold" (обновить информацию Max Hold).

15.2 Конфигурирование частоты

Доступ: "Freq"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Frequency" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования частоты:

- см. описание команд дистанционного управления

Конфигурация частоты в приложении Receiver зависит от выбранного [измерения](#).

В случае сканирования на фиксированной частоте задается отдельная частота приема, на которой выполняется анализ.

В случае сканирования по частоте задается частотный диапазон и размер шага. Сочетание этих методов определяет частоты, измеряемые в ходе сканирования.

- [Конфигурирование частоты \(полосовая диаграмма\)](#) 139
- [Конфигурирование частоты \(сканирование по частоте\)](#) 140

15.2.1 Конфигурирование частоты (полосовая диаграмма)

В режиме измерения полосовой диаграммы прибор R&S FPC определяет уровень мощности только на отдельной частоте. Измерение может выполняться на любых частотах, поддерживаемых прибором R&S FPC.

Задание частоты приема

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Frequency" (частота).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания частоты приема.
3. Введите требуемое значение частоты приема.
Введенная частота становится новой частотой приема. Прибор R&S FPC обновит полосовую диаграмму соответствующим образом.
Частота также может быть задана путем выбора конкретного канала передачи. В этом случае частота задается в [таблице каналов](#).

Задание размера шага по частоте

Для быстрого изменения частоты с помощью поворотной ручки задайте размер шага по частоте.

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Frequency Step" (шаг по частоте) для вызова меню размера шага по частоте.
3. Выберите один из вариантов задания размера шага.
 - "0.1 x RBW"
Размер шага равен 10 % от полосы разрешения.
 - "= Center"
Размер шага соответствует центральной частоте.
 - "Manual <x> Hz"
Задание любого требуемого размера шага в поле ввода, которое откроется при выборе этой опции.
Прибор R&S FPC соответствующим образом изменит размер шага.

Использование таблиц каналов

Для измерений в системах, которые используют каналы вместо отдельных частот, можно также загрузить [таблицу каналов](#) и измерить мощность канала.

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Frequency Mode" (режим частоты).
3. Выберите пункт меню "Channel Downlink" (нисходящий канал) или "Channel Uplink" (восходящий канал) для выбора таблицы каналов.
Следует заметить, что при работе с таблицами каналов частота выбирается в виде канала. Канал определяет частоту приема.

15.2.2 Конфигурирование частоты (сканирование по частоте)

В режиме измерения со сканированием по частоте прибор R&S FPC определяет уровни мощности на отдельных частотах из заданного набора.

Диапазон сканирования определяет частотный диапазон, в котором выполняется сканирование. Таким образом, для диапазона сканирования необходимо задать начальную и конечную частоты, а также размер шага сканирования. Размер шага определяет (равноудаленное) расстояние между частотами приема и, следовательно, в сочетании с начальной и конечной частотами, количество частот приема, учитываемых в сканировании. Каждая частота приема отображает одну точку измерения.

Пример:

При задании диапазона сканирования от 100 МГц до 200 МГц с шагом 10 МГц анализ будет выполнен на частотах приема 100 МГц, 110 МГц, 120 МГц, ..., 200 МГц. Таким образом, этот диапазон сканирования определяет набор из 11 частот приема.

Задание диапазона сканирования

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Start Frequency" (начальная частота).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания начальной частоты диапазона сканирования.
3. Введите частоту, на которой должно начинаться сканирование.
4. Выберите пункт меню "Stop Frequency" (конечная частота).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания конечной частоты диапазона сканирования.
5. Введите частоту, на которой должно завершаться сканирование.
6. Выберите пункт меню "Scan Step" (размер шага по частоте).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания размера шага по частоте при сканировании.
7. Введите требуемый размер шага.
8. Выберите пункт меню "Full Scan" (полное сканирование), чтобы выполнить сканирование во всем частотном диапазоне прибора R&S FPC.

Выполнение сканирование по каналам

Вместо сканирования по частоте можно выполнить сканирование по каналам. Сканирование по каналам выполняется на основе содержимого таблицы каналов. В случае измерений, выполняемых на основе [таблицы каналов](#), набор частот приема (или каналов) определяется в таблице каналов.

В таблице каналов могут быть заданы требуемые частоты приема. Количество частот приема зависит от количества каналов, входящих в таблицу каналов, при этом между частотами приема допустимы пропуски.

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Frequency Mode" (режим частоты).
3. Выберите пункт меню "Channel Downlink" (нисходящий канал) или "Channel Uplink" (восходящий канал) для выбора таблицы каналов.

Выбор масштаба по оси X

Ось X может отображаться в линейном или логарифмическом масштабе.

При линейном отображении частоты распределяются по оси X линейно. Это означает, что весь частотный диапазон делится на количество точек измерения, а расстояние между точками измерения одинаково. Линейный масштаб удобен для точного определения частот в небольшом диапазоне.



Рисунок 15-3 – Линейный масштаб по оси X: расстояние между точками измерения одинаково, например, 200 кГц

Однако, если на одном и том же отображении появляются высокие и низкие частоты, трудно точно определить отдельные или различить близкорасположенные частоты.

При логарифмическом отображении низкие частоты распределяются по гораздо большей области отображения, в то время как высокие частоты концентрируются в меньшей области. Теперь намного легче различить несколько низких частот, так как они распределены по более широкой области. Логарифмический масштаб удобен для обзорных измерений, когда на одной диаграмме требуется отобразить большой диапазон частот.

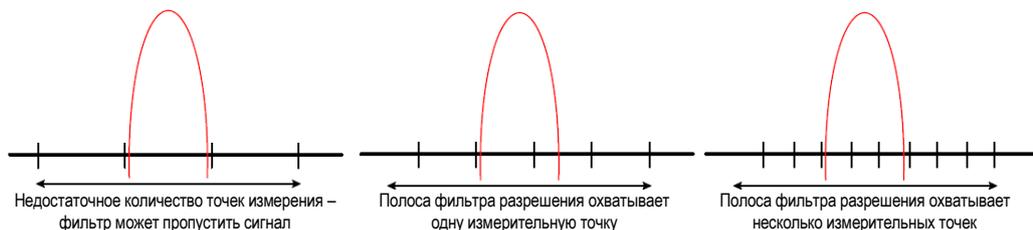
Однако при логарифмическом масштабировании с увеличением частоты разрешение по частоте между двумя точками измерения ухудшается.



Рисунок 15-4 – Логарифмический масштаб по оси X: переменное расстояние между точками измерения

В спектре от 10 до 100 Гц расстояние составляет несколько Гц. Между 100 МГц и 1 ГГц расстояние составляет несколько МГц.

Таким образом, для логарифмического масштаба по оси X количество точек измерения должно быть достаточно большим, чтобы точно различать высокие частоты. Полоса разрешения должна охватывать как минимум одну точку измерения (это означает, что расстояние между двумя точками измерения не должно превышать полосу разрешения RBW). Если это условие не выполняется, полезные сигналы или помехи могут быть пропущены в спектре, особенно узкополосные помехи.



1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Linear Scale" (линейный масштаб) или "Log Scale" (логарифмический масштаб).

Прибор R&S FPC соответствующим образом изменит масштаб по оси X.

15.3 Конфигурирование амплитуды

Доступ: "Ampt"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Amplitude" (выбранные настройки)

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Input" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования амплитуды:

- см. описание команд дистанционного управления

Следующие настройки амплитуды, доступные в приложении Receiver, аналогичны настройкам в приложении Spectrum.

- "Reference Level": [глава 14.4.1 "Опорный уровень"](#) на стр. 99.
- "Range / Ref Position" > "Auto Range": [глава 14.4.3 "Масштаб по оси Y"](#) на стр. 103.
- "Range / Ref Position" > "Range <x>dB": [глава 14.4.3 "Масштаб по оси Y"](#) на стр. 103.
- "Range / Ref Position" > "Linear 0 - 100%": [глава 14.4.3 "Масштаб по оси Y"](#) на стр. 103.
- "Range / Ref Position" > "Ref Position": подраздел ["Задание позиции опорного уровня"](#) на стр. 79.
- "Range / Ref Position" > "Reference Offset": подраздел ["Задание смещения опорного уровня"](#) на стр. 100.
- "Unit": подраздел ["Выбор единиц измерения для отображения"](#) на стр. 103.
- "Preamplifier": подраздел ["Предусилитель"](#) на стр. 103.
- "Attenuator": подраздел ["ВЧ-аттенюатор"](#) на стр. 101.
- "Impedance": подраздел ["Выбор входного импеданса"](#) на стр. 98.
- "Transducer": [глава 14.4.4 "Измерительные преобразователи"](#) на стр. 104.

Задание масштаба полосовой диаграммы

Масштаб полосовой диаграммы определяется [опорным уровнем](#) и диапазоном уровней.

Опорный уровень – это максимальный уровень мощности, отображаемый на полосовой диаграмме. Опорный уровень должен задаваться таким образом, чтобы он не мог быть превышен уровнем сигнала. Кроме того, он должен быть достаточно высок для того, чтобы сигнал не скрывался в собственном шуме.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Reference Level" (опорный уровень).
3. Задайте опорный уровень, который лучше всего подходит для измерения.
При измерении неизвестных сигналов используйте высокое значение опорного уровня в сочетании с большим ослаблением, что позволит избежать перегрузки входа.

В режиме по умолчанию опорный уровень соответствует уровню справа от полосовой диаграммы. Треугольник на шкале полосовой диаграммы указывает позицию опорного уровня.

При необходимости опорный уровень может быть перемещен на другую позицию на шкале полосовой диаграммы.

Конфигурирование полосы пропускания

4. Выберите пункт меню "Range / Ref Position" (диапазон / позиция опорного уровня) для вызова соответствующего меню.
5. Выберите пункт меню "Ref Position <x>" (позиция опорного уровня <x>).
6. Переместите опорный уровень на другую позицию на шкале полосовой диаграммы.
Диапазон допустимых значений: от 0 до 10. "0" соответствует левой стороне полосовой диаграммы, а "10" – ее правой стороне.
Кроме того, можно выбрать диапазон уровней, охватываемых полосовой диаграммой. В режиме по умолчанию полосовая диаграмма охватывает 100 значений выбранной единицы измерения (например, 100 значений в дБмкВ).
7. Выберите пункт меню "Range <x>" (диапазон <x>).
8. Задайте требуемый диапазон уровней.
Совет: автоматическая настройка диапазона. При выборе пункта меню "Auto Range" (автоматическая настройка диапазона) прибор R&S FPC автоматически настроит диапазон полосовой диаграммы исходя из уровня текущего приложенного сигнала.

15.4 Конфигурирование полосы пропускания

Доступ: "BW"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Bandwidth" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования полосы пропускания:

- см. описание команд дистанционного управления

Приложение Receiver добавляет полосы пропускания по уровню -6 дБ к [полосам пропускания](#) по уровню -3 дБ, уже доступным в других приложениях. Полосы пропускания по уровню -6 дБ – это особые полосы пропускания, используемые для выполнения измерений в соответствии с требованиями стандарта CISPR16.

Прибор R&S FPC обеспечивает автоматический выбор полосы пропускания для стандартов CISPR. При этом прибор R&S FPC автоматически выбирает соответствующую полосу пропускания CISPR в зависимости от частоты приема:

- частоты < 150 кГц: полоса пропускания CISPR 200 Гц;
- частоты от 150 кГц до 30 МГц: полоса пропускания CISPR 9 кГц;
- частоты от 30 МГц до 1 ГГц: полоса пропускания CISPR 120 кГц;
- частоты > 1 ГГц: полоса пропускания CISPR 1 МГц.

Выбор полосы пропускания

1. Нажмите клавишу "BW" (полоса частот) для вызова меню полосы пропускания.
2. Выберите один из пунктов меню:
 - "RBW: Manual": выбор полосы пропускания по уровню -3 дБ;
 - "CISPR BW: Manual": выбор полосы пропускания по уровню -6 дБ;
 - "CISPR BW: Auto": автоматический выбор полосы пропускания по уровню -6 дБ в зависимости от частоты приема (см. таблицу выше).

15.5 Конфигурирование развертки

Доступ: "Sweep"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Bandwidth" (выбранные настройки)

Команды ДУ для управления измерением:

- см. описание команд дистанционного управления

Меню развертки предоставляет настройки для управления измерением и позволяет определить способ сбора данных.

Задание времени измерения

Время измерения – это время, в течение которого прибор R&S FPC собирает данные на каждой частоте измерения для расчета результатов для этой частоты в соответствии с выбранным детектором.

1. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.
2. Выберите пункт меню "Measurement Time" (время измерения).
3. Задайте требуемое время измерения.

Выбор режима измерения

При входе в режим приемника прибор R&S FPC выполняет повторяющиеся измерения на частоте приема или на частотах из набора в течение заданного времени измерения. Для измерения на фиксированной частоте или выполнения однократного сканирования по частоте выберите режим однократного сканирования.

1. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.
2. Выберите пункт меню "Continuous Scan" (непрерывное сканирование).

Прибор R&S FPC запустит непрерывное измерение на выбранной [частоте приема](#) или в [диапазоне сканирования](#).

Для прерывания непрерывного измерения повторно выберите пункт меню "Continuous Sweep" (непрерывная развертка).

3. Выберите пункт меню "Single Scan" (однократное сканирование).

Прибор R&S FPC запустит однократное измерение на выбранной [частоте приема](#) или в [диапазоне сканирования](#).

15.6 Конфигурирование кривой

Доступ: "Trace"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Analysis" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования кривых:

- см. описание команд дистанционного управления

Настройки кривой в приложении Receiver рассматриваются в других разделах:

- "Select Trace": [глава 14.8 "Конфигурирование кривой"](#) на стр. 113
- "Trace Mode": [глава 14.8.1 "Режим кривой"](#) на стр. 115
(Следует заметить, что режимы кривой "Blank" (скрыта) и "View" (просмотр) недоступны в приложении Receiver.)
- "Detector": [глава 14.8.2 "Детектор"](#) на стр. 116
Приложение Receiver поддерживает детекторы "Max Peak" (максимально-пиковый), "Average" (усредняющий) и "RMS" (среднеквадратический).
Кроме того, приложение Receiver поддерживает детектор "Quasi Peak" (квазипиковый). Квазипиковый детектор отображает максимальное значение, обнаруженное в ходе измерения и взвешенное согласно стандарту CISPR 16-1-1.
- "Memory" / "Trace ► Memory": [глава 14.8.3 "Кривые в памяти"](#) на стр. 117
- "Trace Style": подраздел ["Выбор стиля кривой"](#) на стр. 137

15.7 Пределные линии

Доступ (меню предельных линий): "Lines"

Команды ДУ для управления маркером:

- см. описание команд дистанционного управления

Подробную информацию о предельных линиях см. в [главе 14.12 "Пределные линии"](#) на стр. 130:

В приложении Receiver предельные линии должны быть совместимы как с [масштабом по оси Y](#), так и с [масштабом по оси X](#).

Настройки предельных линий в приложении Receiver рассматриваются в других разделах:

- "Show Limit Lines": подраздел ["Выбор предельной линии"](#) на стр. 131
- "Upper Limit": подраздел ["Выбор предельной линии"](#) на стр. 131
- "Lower Limit": подраздел ["Выбор предельной линии"](#) на стр. 131
- "Audio Беер": подраздел ["Выполнение проверки пределов"](#) на стр. 132

Выбор кривой для проверки пределов

Если при измерении используются две кривые, можно выбрать, для какой из них будет выполняться проверка пределов.

1. Нажмите клавишу "Lines" (линии) для вызова меню предельных линий.
2. Выберите пункт меню "Select Trace <x>" (выбрать кривую <x>), чтобы выбрать кривую.
Выбранная кривая будет подсвечена синим цветом.

15.8 Конфигурирование маркеров

Доступ: "Mkr"

Доступ: "Mkr→"

Команды ДУ для управления маркером:

- см. описание команд дистанционного управления

Следует заметить, что маркеры доступны только в случае [сканирований по частоте](#).

Настройки маркеров в приложении Receiver рассматриваются в других разделах:

- "Mkr" > "Marker <x>": [глава 14.9.1 "Размещение маркеров"](#) на стр. 120
- "Mkr" > "Marker Type": подраздел ["Выбор типа маркера"](#) на стр. 122
- "Mkr" > "Marker Demodulation": [глава 14.10.4 "Демодуляция по маркеру"](#) на стр. 128
- "Mkr" > "All Markers Off": подраздел ["Удаление обычных маркеров или дельта-маркеров"](#) на стр. 122
- "Mkr→" > "Set to <x>": [глава 14.9.2 "Автоматическое размещение маркеров"](#) на стр. 123
- "Mkr→" > "Marker Tracking": [глава 14.9.2 "Автоматическое размещение маркеров"](#) на стр. 123
- "Mkr→" > "Search Ranges": [глава 14.9.3 "Диапазоны поиска с помощью маркеров"](#) на стр. 124

Синхронизация частоты полосовой диаграммы и позиции маркера

[Частота приема на полосовой диаграмме](#) и позиция маркера в окне сканирования по частоте могут быть синхронизированы.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите и запустите "Frequency Scan" (сканирование по частоте).
3. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
4. Выберите маркер и поместите его на одну из частот измерения.
5. Выберите пункт меню "Marker To Fixed Freq" (поместить маркер на фиксированную частоту).

Анализатор спектра R&S FPC изменит частоту приема на значение частоты маркера. В то же время прибор R&S FPC запустит измерение на фиксированной частоте и определит уровень на новой частоте приема.

Выбор режима отображения маркера

В случае сканирований по частоте, выполняемых на основе [таблицы каналов](#), можно определить способ отображения информации о маркерах: в виде частоты или в виде номера канала.

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Выберите пункт меню "Marker Display" (отображение маркеров).
3. Выберите предпочитаемый режим отображения маркеров.
 - "Frequency Display": отображение позиции маркера в виде частоты канала.
 - "Channel Display": отображение позиции маркера в виде номера канала.

Выбор не влияет на отображаемый уровень маркера.

16 Аналоговая демодуляция

Доступно с опциональным приложением "AM, FM, ASK, FSK Demodulation" (демодуляция AM, ЧМ, AMн, ЧМн).

Приложение аналоговой демодуляции позволяет демодулировать сигналы с амплитудной (AM) и частотной (ЧМ) модуляцией, а также отображать различные особенности модулированных и демодулированных сигналов. Результаты могут отображаться на диаграмме в виде численных значений или в виде кривой, что позволяет получить представление о погрешности модуляции сигнала.

Выбор измерительного приложения аналоговой демодуляции

1. Нажмите клавишу "Mode" (режим) для вызова меню режимов.
2. Выберите пункт меню "Analog Demod" (аналоговая демодуляция).

• Типы измерений и окна отображения результатов	147
• Конфигурирование частоты	150
• Конфигурирование амплитуды	150
• Конфигурирование полосы пропускания	151
• Конфигурирование развертки	155
• Пределы	156

16.1 Типы измерений и окна отображения результатов

Доступ: "Meas"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Analysis" (выбранные настройки)

Команды ДУ, требуемые для управления измерениями и окнами отображения результатов:

- см. описание команд дистанционного управления

Измерительное приложение аналоговой демодуляции обеспечивает доступ к нескольким измерениям, а также окнам с численным и графическим отображением результатов. Эти окна отображения результатов позволяют увидеть различные особенности и характеристики демодулированного сигнала.

Выбор измерения

Тип измерения определяет область модуляции. Область модуляции задает тип сигнала, который необходимо демодулировать (ЧМ- или AM-сигнал). Обработка сигналов различается в зависимости от выбранной области.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите область сигнала, который необходимо демодулировать.
 - "AM Domain": демодулирование амплитудно-модулированных (AM) сигналов.
 - "FM Domain": демодулирование частотно-модулированных (ЧМ) сигналов.

Убедитесь, что приложенный сигнал имеет соответствующую область модуляции. При подаче сигнала, область модуляции которого отличается от выбранной, результаты будут недействительны.

Типы измерений и окна отображения результатов

Процедура демодуляции запускается сразу после выбора типа измерения. По умолчанию прибор R&S FPC отображает результаты в численном виде; при этом можно также отобразить результаты в графическом виде.

Выбор окна отображения результатов

Оба типа измерения поддерживают отображение результатов в численном и графическом виде. Оба окна отображения результатов базируются на одних и тех же результатах измерения (обработка сигналов также выполняется одинаково), но отображают результаты в различном формате.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите область сигнала, который необходимо демодулировать.
3. Выберите окно отображения результатов.
 - "Mod. Trace": отображение характеристик сигнала на диаграмме в графическом виде.

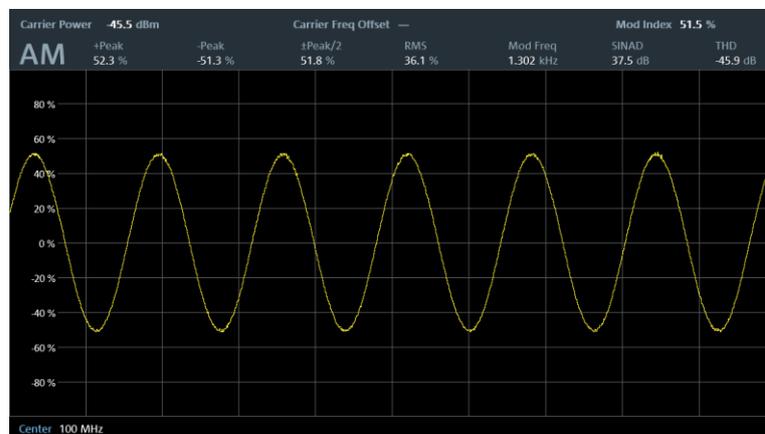


Рисунок 16-1 – Отображение осциллограммы AM-сигнала

По оси X представлены демодуляционные характеристики сигнала во времени. По оси Y отображается коэффициент модуляции в % (AM-сигналы) или девиация частоты в Гц (ЧМ-сигналы). Частота несущей (центральная частота) сигнала указывается в нижней части диаграммы.

В заголовке диаграммы содержатся самые важные характеристики сигнала, представленные в численном виде. Эти численные значения также входят в сводную таблицу численных результатов. Следует заметить, что отображение чисел в красном цвете указывает на нарушение предела при включенной [проверке пределов](#).

- "Mod. Summary": отображение характеристик сигнала в численном виде в таблице.

Подробную информацию об отдельных значениях см. в подразделе "[Сводная таблица численных результатов](#)" на стр. 148.

Сводная таблица численных результатов

В сводной таблице численных результатов содержатся различные характеристики демодулированного сигнала, представленные в численном виде.

Типы измерений и окна отображения результатов

AM Demod	Result	Upper Limit	Lower Limit	Status
Carrier Freq Offset	—	100.0 Hz	-9999999.9 Hz	—
Carrier Power	-45.5 dBm	50.0 dBm	-50.0 dBm	Pass
Modulation Index	51.5 %	100.0 %	0.0 %	Pass
+Peak	52.3 %	100.0 %	0.0 %	Pass
-Peak	-51.3 %	0.0 %	-100.0 %	Pass
±Peak/2	51.8 %	50.0 %	0.0 %	Fail
RMS	36.1 %	50.0 %	0.0 %	Pass
Modulation Freq	1.302 kHz	1.000 kHz	0.000 kHz	Fail
SINAD	37.5 dB	100.0 dB	-20.0 dB	Pass
THD	-45.9 dB	20.0 dB	-100.0 dB	Pass

Center 100 MHz

Рисунок 16-2 – Численные результаты для AM-сигнала, включая проверку пределов

Для каждой характеристики прибор R&S FPC отображает измеренное значение "Result" (результат) и, при использовании **пределов**, заданные значения "Upper Limit" (верхний предел) и "Lower Limit" (нижний предел), включая значение "Status" (состояние) проверки пределов ("Pass" (норма) или "Fail" (нарушение)).

Оценка выполняется для следующих результатов:

- **Carrier Freq Offset** (смещение частоты несущей)
Отображение девиации рассчитанной частоты несущей относительно идеальной частоты несущей в Гц.
- **Carrier Power** (мощность несущей)
Отображение мощности немодулированной несущей в дБмВт.
- **Freq Deviation** (девиация частоты, область ЧМ)
Отображение девиации частоты, с которой модулируется сигнал несущей.
- **Modulation Rate** (частота модуляции, область ЧМ)
Отображение отношения девиации частоты к начальной девиации.
- **Modulation Depth** (коэффициент модуляции, область АМ)
Отображение разности амплитуд, с которой модулируется сигнал несущей.
- **+Peak / -Peak** (положительный/отрицательный максимум)
Отображение минимальной и максимальной девиации частоты (ЧМ-сигналы) или коэффициента модуляции (АМ-сигналы).
- **±Peak/2** (половинный максимум)
Отображение усредненной девиации частоты (ЧМ-сигналы) или коэффициента модуляции (АМ-сигналы).
 $(| +Peak | + | -Peak |) / 2$
- **RMS** (среднеквадратическое значение)
Отображение СКЗ девиации частоты (ЧМ-сигналы) или коэффициента модуляции (АМ-сигналы).
- **Modulation Frequency** (частота модуляции)
Отображение частоты модуляции.
- **SINAD** (отношения сигнала к шуму и искажениям)
Отображение отношения сигнала к шуму и искажениям.

В SINAD измеряется отношение полной мощности к мощности шума и нелинейных искажений. Мощность шума и гармоник рассчитывается в пределах полосы спектра аудиосигнала. Смещение постоянной составляющей при этом не учитывается.

- **THD** (коэффициент нелинейных искажений)
Отображение коэффициента нелинейных искажений.
Коэффициент THD представляет собой отношение среднеквадратической суммы напряжений гармоник к среднеквадратической сумме напряжений основной частоты и гармоник. В полосе спектра звуковых частот учитываются гармоники вплоть до десятого порядка.

16.2 Конфигурирование частоты

Доступ: "Freq"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Frequency" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования частоты:

- см. описание команд дистанционного управления

Анализатор спектра R&S FPC может демодулировать сигнал, только если частота сигнала несущей известна. Таким образом, для отображения в приложении какой-либо полезной информации о сигнале необходимо задать частоту сигнала несущей.

Ширина захваченного сигнала ("полоса обзора") определяется [полосой демодуляции](#).

Если частота сигнала несущей неизвестна, необходимо определить ее. Это можно сделать, например, выполнив поиск по частотному спектру в приложении Spectrum в области, где предположительно находится частота несущей.

Настройки частоты в приложении аналоговой модуляции описываются в других разделах:

- "Center Frequency": подраздел ["Задание центральной частоты"](#) на стр. 94;
- "Frequency Step Size": подраздел ["Задание размера шага по частоте"](#) на стр. 94.

16.3 Конфигурирование амплитуды

Доступ: "Amp"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Amplitude" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования амплитуды:

- см. описание команд дистанционного управления

Настройки амплитуды в приложении аналоговой модуляции описываются в других разделах:

- "Reference Level": [глава 14.4.1 "Опорный уровень"](#) на стр. 99;
- "Preamplifier": подраздел ["Предусилитель"](#) на стр. 103;
- "Attenuator": подраздел ["ВЧ-аттенюатор"](#) на стр. 101;
- "Impedance": подраздел ["Выбор входного импеданса"](#) на стр. 98.

При выборе окна графического отображения результатов можно также настроить масштаб по оси Y.

Настройка масштаба по оси Y (АМ-сигналы)

Результаты по оси Y отображаются в виде процентных значений, представляющих собой коэффициент модуляции. Коэффициент модуляции показывает степень отклонения модулированного сигнала от немодулированного (0 %).

Для АМ-сигналов может быть задан диапазон отображения по оси Y. Диапазон отображения задается в виде отступления (девиации) от нулевой линии на деление координатной сетки.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Deviation Per Division" (девиация на деление).
3. Введите значение между 0,1 % и 100 %. Если введенное значение не поддерживается, прибор R&S FPC округлит его до следующего поддерживаемого значения. При вводе значения 98 %, например, прибор R&S FPC использует значение 100 %. Таким образом, диапазон отображения может быть задан в пределах от $\pm 0,5$ % до ± 500 %.

Настройка масштаба по оси Y (ЧМ-сигналы)

Значения по оси Y показывают степень отклонения модулированного сигнала от немодулированного (0 Гц). Значения измеряются в Гц.

Для ЧМ-сигналов может быть задан диапазон отображения по оси Y (вручную или автоматически). Диапазон отображения задается в виде отступления (девиации) от нулевой линии на деление координатной сетки.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
Ручная настройка масштаба по оси Y:
2. Выберите пункт меню "Deviation Per Division" (девиация на деление).
3. Введите значение между 1 кГц и 1 МГц. Если введенное значение не поддерживается, прибор R&S FPC округлит его до следующего поддерживаемого значения. При вводе значения 412 кГц, например, прибор R&S FPC использует значение 500 кГц. Таким образом, диапазон отображения может быть задан в пределах от ± 5 кГц до ± 5 МГц.
Автоматическая настройка масштаба по оси Y:
4. Выберите пункт меню "Scale Adjuts" (настройка масштаба).
Прибор R&S FPC автоматически настроит масштаб по оси Y в зависимости от демодулированного сигнала.

16.4 Конфигурирование полосы пропускания

Доступ: "BW"

Доступ (аудиофильтр НЧ): "Meas" > "Audio Lowpass"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Bandwidth" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования полосы пропускания:

- см. описание команд дистанционного управления

Выбор полосы демодуляции

Полоса демодуляции (DBW) определяет частотный диапазон в окрестности демодулируемой центральной частоты. Следует заметить, что это не полоса пропускания фильтра по уровню -3 дБ; это полезная полоса пропускания, свободная от искажений в части фазы и амплитуды.

Как правило, следует выбирать максимально узкую полосу демодуляции, что позволит добиться более высокого отношения сигнала к шуму. Уровень паразитной ЧМ, вызванной собственными шумами и фазовым шумом, значительно возрастает с увеличением ширины полосы частот, особенно в случае ЧМ.

В случае АМ ширина DBW должна быть \geq удвоенной частоте модуляции.

В случае ЧМ ширина DBW должна быть \geq удвоенной сумме частот девиации и частоты модуляции.

1. Нажмите клавишу "BW" (полоса частот) для вызова меню полосы демодуляции.
2. Выберите пункт меню "Manual DBW" (задание полосы демодуляции вручную).
3. Введите требуемую ширину полосы демодуляции.
Если введенное значение не поддерживается, прибор R&S FPC округлит его до следующего поддерживаемого значения.
Следует заметить, что выбранная полоса пропускания также определяет выходную частоту дискретизации и время измерения (см. [таблицу 16-1](#)).

Выбор аудиофильтра НЧ

Аудиофильтр НЧ – это прореживающий фильтр, позволяющий улучшить измерение низких частот модуляции.

В [таблицах 16-1 – 16-6](#) содержится информация о различных диапазонах звуковых частот, представленных в виде функции от полосы демодуляции и аудиофильтра.

В большинстве случаев достаточно аудиофильтра с характеристикой "DBW/1". Для измерения низких частот модуляции, не охватываемых нижней границей диапазона DBW/1, рассмотрите возможность выбора другого аудиофильтра, который удовлетворяет поставленным требованиям. При использовании аудиофильтра "DBW/10", "DBW/30" или "DBW/100" нижняя и верхняя пороговые звуковые частоты уменьшаются в 10, 30 или 100 раз, соответственно.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Audio Lowpass" (аудиофильтр НЧ).
3. Выберите фильтр, который необходимо использовать ("DBW/1", "DBW/10", "DBW/30" или "DBW/100").

Пример:

Предположим, что частота модуляции АМ-сигнала равна 1 кГц.

Для обеспечения корректной демодуляции ширина полосы демодуляции должна составлять как минимум 2 кГц (2 x частота модуляции).

Поскольку полоса демодуляции (DBW) шириной 1 кГц недоступна, выберите следующее более высокое значение (10 кГц).

Можно воспользоваться стандартным аудиофильтром "DBW/1", поскольку он поддерживает диапазон частот от 30 Гц до 5 кГц (см. [таблицу 16-3](#)).

Для измерения более низких частот модуляции воспользуйтесь другим аудиофильтром. При использовании фильтра "DBW/10", например, диапазон измерения звуковой частоты сужается в 10 раз до 3 Гц – 500 Гц (см. [таблицу 16-4](#)).

Выбор времени ЧМ-радиовещания

Время ЧМ-радиовещания определяет постоянную времени фильтра коррекции предискажений.

Такой фильтр коррекции предискажений, как правило, используется в ЧМ-радиовещании для улучшения отношения сигнала к шуму. При этом передаваемый модулированный сигнал пропускается через фильтр предискажений, что позволяет, например, удалить частоты, на которых чаще возникают помехи.

Фильтр коррекции предискажений применяет инвертированную функцию предискажений к демодулированному сигналу.

Этот фильтр доступен для полос демодуляции 200 кГц и 300 кГц.

1. Нажмите клавишу "BW" (полоса частот) для вызова меню полосы демодуляции.
2. Выберите пункт меню "FM Broadcast" (ЧМ-радиовещание).
3. Выберите требуемую постоянную времени.
 - "Off": фильтр коррекции предискажений не используется.
 - "50 μ s": постоянная времени 50 мкс (используется, например, для ЧМ-радиовещания в Европе).
 - "75 μ s": постоянная времени 75 мкс (используется, например, для ЧМ-радиовещания в Северной Америке).

Задание девиации частоты ЧМ-сигнала

Девиация частоты определяет разницу между модулированной частотой и центральной частотой.

1. Нажмите клавишу "BW" (полоса частот) для вызова меню полосы демодуляции.
2. Выберите пункт меню "Frequency Deviation" (девиация частоты).
3. Введите девиацию частоты измеряемого сигнала.

Таблица 16-1 – Время измерения для различных полос демодуляции

Полоса демодуляции [Гц]	Время измерения [мс]
2000000	1
989000	3
650000	4
500000	6
300000	10
200000	16
100000	32
50000	65
30000	112
20000	163
10000	327

Конфигурирование полосы пропускания

Таблица 16-2 – Расчет времени измерения для аудиофильтров НЧ

Аудиофильтр НЧ	Время измерения
DBW/1	x 1
DBW/10	x 10
DBW/30	x 30
DBW/100	x 100

Таблица 16-3 – Минимальная и максимальная частоты модуляции для аудиофильтра НЧ: DBW/1

Полоса демодуляции	Частота модуляции [Гц]	
	Минимальная	Максимальная
2000000	6100	1000000
989000	3050	500000
650000	2350	325000
500000	1520	250000
300000	950	150000
200000	610	100000
100000	300	50000
50000	150	25000
30000	90	15000
20000	60	10000
10000	30	5000

Таблица 16-4 – Минимальная и максимальная частоты модуляции для аудиофильтра НЧ: DBW/10

Полоса демодуляции	Частота модуляции [Гц]	
	Минимальная	Максимальная
2000000	610	100000
989000	305	50000
650000	230	32500
500000	150	25000
300000	95	15000
200000	60	10000
100000	30	5000
50000	15	2500
30000	10	1500
20000	6	1000
10000	3	500

Таблица 16-5 – Минимальная и максимальная частоты модуляции для аудиофильтра НЧ: DBW/30

Полоса демодуляции	Частота модуляции [Гц]	
	Минимальная	Максимальная
2000000	185	30303
989000	90	15152
650000	70	9848
500000	45	7576
300000	30	4545
200000	20	3030
100000	10	1515
50000	5	758
30000	3	455
20000	3	303
10000	3	152

Таблица 16-6 – Минимальная и максимальная частоты модуляции для аудиофильтра НЧ: DBW/100

Полоса демодуляции	Частота модуляции [Гц]	
	Минимальная	Максимальная
2000000	60	10000
989000	30	5000
650000	25	3250
500000	15	2500
300000	10	1500
200000	6	1000
100000	3	500
50000	3	250
30000	3	150
20000	3	100
10000	3	50

16.5 Конфигурирование развертки

Доступ: "Sweep"

Команды ДУ для управления измерением:

- см. описание команд дистанционного управления

Меню развертки содержит настройки для управления измерением и позволяет определить способ сбора данных.

Выбор режима измерения

Режим измерения определяет, как часто выполняется демодулирование данных.

В непрерывном режиме прибор R&S FPC демодулирует сигнал до тех пор, пока пользователь не выполнит остановку демодуляции. Результаты измерения соответствующим образом обновляются.

В режиме однократного измерения анализатор спектра R&S FPC однократно демодулирует сигнал и затем останавливает демодуляцию, больше не обновляя результаты. Следующее измерение запускается лишь после того, как будет инициировано пользователем.

1. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.
2. Выберите пункт меню "Continuous Sweep" (непрерывная развертка).
Прибор R&S FPC запустит процедуру демодуляции сигнала в непрерывном режиме.
Для прерывания непрерывного измерения повторно выберите пункт меню "Continuous Sweep" (непрерывная развертка).
3. Выберите пункт меню "Single Sweep" (однократная развертка).
Прибор R&S FPC выполнит однократную демодуляцию сигнала и отобразит результаты этого измерения.

16.6 Пределы

Доступ (меню пределов): "Lines"

Команды ДУ для конфигурирования пределов:

- см. описание команд дистанционного управления

Пределы – это инструмент анализа, позволяющий сравнивать измеренные уровни сигнала с соответствующими спецификациями и определять, удовлетворяют ли измеренные характеристики сигнала требованиям, которые приводятся в этих спецификациях. Пределы могут задаваться для всех численных результатов, доступных в сводной таблице результатов для АМ- и ЧМ-сигналов.

Следует заметить, что пределы могут задаваться только для численных результатов. В случае графических результатов для аналоговой демодуляции пределы или предельные линии не поддерживаются.

Для использования пределов необходимо создать набор предельных значений с помощью инструментов "AM Limits" (пределы для АМ-сигналов) и "FM Limits" (пределы для ЧМ-сигналов), доступных в ПО R&S InstrumentView. Функциональные возможности этих инструментов позволяют определять пределы для каждого типа результатов и выполнять проверку на предмет соответствия заданным пределам.

Дополнительную информацию о создании, редактировании и передаче пределов в прибор см. в руководстве по эксплуатации ПО R&S InstrumentView.

Выбор и проверка пределов

1. Нажмите клавишу "Lines" (линии) для вызова меню пределов.
2. Выберите пункт меню "Select Limits" (выбрать пределы) для вызова диспетчера файлов.

3. Перейдите к набору данных, в котором содержатся требуемые пределы.
Убедитесь, что выбранный набор данных сочетается с текущим измерением: пределы для измерений АМ-сигналов имеют файловое разрешение `.amlim`, а пределы для измерений ЧМ-сигналов – файловое разрешение `.fmlim`.
Для отображения только тех файлов, которые могут быть использованы в текущем режиме измерения, воспользуйтесь пунктом меню "Show Compatible" (показать совместимые).
4. Выберите один из доступных файлов и подтвердите выбор с помощью пункта меню "Load" (загрузить).
Анализатор спектра R&S FPC отобразит верхнее и нижнее предельные значения, которые заданы в соответствующих столбцах сводной таблицы результатов, содержащейся в файле. Прибор выполнит автоматическую проверку на предмет нахождения результатов в заданных пределах. Результаты, прошедшие проверку пределов, отмечаются сообщением "Pass" (норма, зеленый шрифт); результаты, нарушившие пределы, отмечаются сообщением "Fail" (нарушение, красный шрифт).

Удаление пределов

1. Нажмите клавишу "Lines" (линии) для вызова меню пределов.
2. Выберите пункт меню "Clear Limits" (сбросить пределы).
Прибор R&S FPC удалит предельные значения из сводной таблицы результатов и перестанет выполнять соответствующую проверку.

Включение и выключение аудиосигнала для индикации нарушения пределов

1. Нажмите клавишу "Lines" (линии) для вызова меню пределов.
2. Выберите пункт меню "Audio Beep" (звуковой сигнал).
Прибор R&S FPC воспроизведет звуковой сигнал, если любой из измеренных результатов не пройдет проверку пределов.

17 Цифровая демодуляция

Доступно с опциональным приложением "AM, FM, ASK, FSK Demodulation" (демодуляция AM, ЧМ, АМн, ЧМн).

Приложение цифровой демодуляции позволяет демодулировать сигналы с амплитудной (АМн) и частотной (ЧМн) манипуляцией. Приложение позволяет выполнять анализ этих сигналов и отображать различные особенности модулированных и демодулированных сигналов.

Результаты могут быть представлены в различных окнах отображения, что позволяет получить представления о погрешности модуляции сигнала.

Выбор измерительного приложения цифровой демодуляции

1. Нажмите клавишу "Mode" (режим) для вызова меню режимов.
2. Выберите пункт меню "Digital Demod" (цифровая демодуляция).

• Типы измерений и окна отображения результатов	158
• Конфигурирование измерения	163
• Конфигурирование частоты	166
• Конфигурирование амплитуды	167
• Конфигурирование развертки	168
• Конфигурирование запуска	169

17.1 Типы измерений и окна отображения результатов

Доступ: "Meas"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Analysis" (выбранные настройки)

Команды ДУ, требуемые для управления измерениями и окнами отображения результатов:

- см. описание команд дистанционного управления

Целью процедуры цифровой демодуляции является определение качества сигнала, передаваемого испытуемым устройством (ИУ), путем его сравнения с идеальным сигналом. ИУ, как правило, соединено с анализатором посредством кабеля. Основная задача анализатора состоит в определении идеального сигнала. Таким образом, анализатору необходимо восстановить идеальный сигнал из измеренного сигнала, переданного ИУ. Этот идеальный сигнал, как правило, называется опорным, тогда как сигнал, передаваемый ИУ, именуется измеряемым.

После выделения опорного сигнала приложение цифровой демодуляции выполняет сравнение измеряемого и опорного сигналов и отображает результаты этого сравнения.

Типы измерений и окна отображения результатов

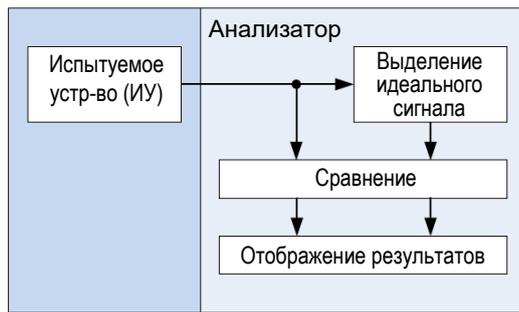


Рисунок 12-1 – Принцип демодуляции

Прибор R&S FPC поддерживает несколько видов измерений и окон отображения результатов в численном и графическом виде. Такие окна отображения результатов позволяют увидеть различные особенности и характеристики демодулированного сигнала.

Выбор измерения

Тип измерения определяет схему модуляции сигнала. Обработка сигналов различается в зависимости от выбранной схемы модуляции.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите схему модуляции сигнала, который необходимо измерить.
 - "ASK": демодулирование сигналов с модуляцией АМн-2 (2ASK).
Амплитудная манипуляция (АМн) – это схема цифровой модуляции, использующая изменение амплитуды несущей для передачи различных значений (или символов). Каждое значение соответствует различной амплитуде. В самой основной схеме (АМн-2) используется два (двоичных) значения: 0 и 1. При появлении значения 1 сигнал передается с конкретным фиксированным значением амплитуды. При возникновении значения 0 сигнал передается с уменьшенной амплитудой.

В большинстве случаев значение амплитуды сигнала "1" соответствует 100 %, а значение амплитуды сигнала "0" – близко к 0 % от номинальной амплитуды несущей (ООК = "on-off-keying", амплитудная манипуляция). Прибор R&S FPC обнаруживает различные амплитуды, демодулирует сигнал и восстанавливает исходную последовательность цифровых символов.

Для обеспечения корректной демодуляции необходимо задать [центральную частоту](#) равной частоте несущей АМн-сигнала.

- "FSK": демодулирование сигналов с модуляцией ЧМн-2 (2FSK).
Частотная манипуляция (ЧМн) – это схема цифровой модуляции, использующая изменение частоты несущей для передачи различных значений (или символов). Каждое значение соответствует различной частоте. В самой основной схеме (ЧМн-2) используется два (двоичных) значения: 0 и 1. При появлении значения 0 сигнал передается на конкретной частоте f_1 . При возникновении значения 1 сигнал передается на частоте f_2 .

Для обеспечения корректной демодуляции необходимо задать [центральную частоту](#) равной среднему арифметическому значению частот f_1 и f_2 .

Убедитесь, что подаваемый сигнал имеет соответствующую схему модуляции. При приложении сигнала, схема модуляции которого отличается от выбранной, результаты будут недействительными.

Типы измерений и окна отображения результатов

Процедура демодуляции запускается сразу после выбора типа измерения. По умолчанию прибор R&S FPC отображает результаты в численном виде; при этом также поддерживается возможность отображения результатов в графическом виде.

Выбор окна отображения результатов

Оба типа измерения поддерживают несколько окон отображения результатов. Информация, приводимая во всех окнах отображения результатов, базируется на одних и тех же результатах измерения (обработка сигналов также выполняется одинаково), однако тип отображаемой информации различен.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите схему модуляции сигнала, который необходимо демодулировать (AMн (ASK) или ЧМн (FSK)).
3. Выберите окно отображения результатов.

- "Eye Diagram": индикация погрешности модуляции путем анализа перехода из одного состояния модуляции в другое.

Открытый "глаз" указывает на наличие незначительных искажений при передаче сигнала. Закрытый "глаз" указывает на плохое качество сигнала: слишком большая или малая длительность сигнала, плохая синхронизация, слишком высокая зашумленность, слишком высокие уровни выбросов или провалов сигнала и т.д.

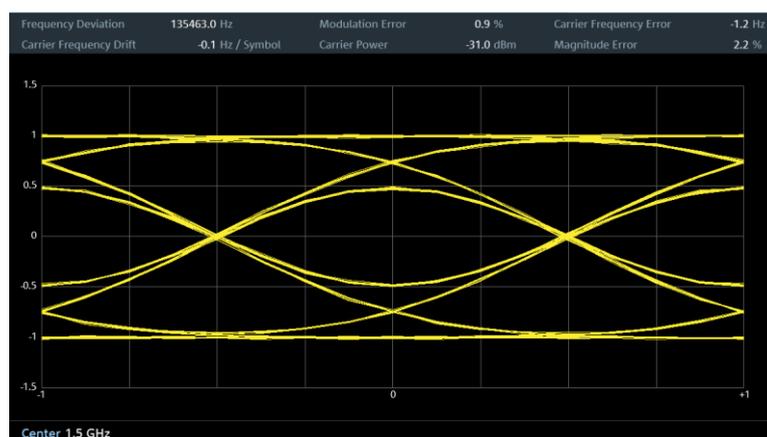


Рисунок 17-2 – Глазковая диаграмма сигнала с ЧМн-2

- "Symbols": отображение потока символов или двоичных чисел, передаваемых в сигнале.

Типы измерений и окна отображения результатов

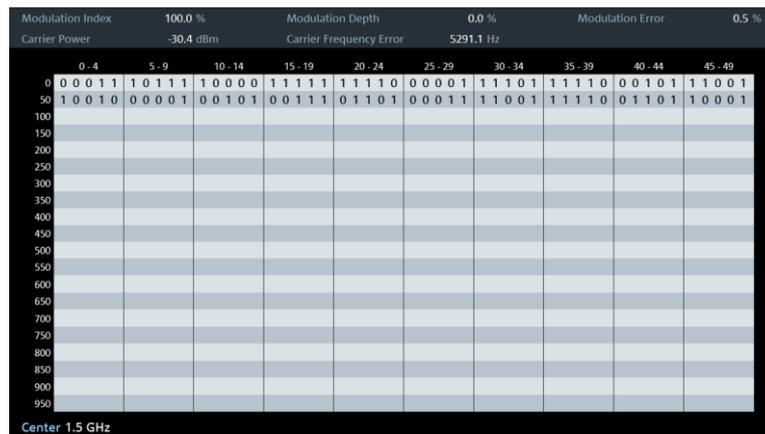


Рисунок 17-3 – Поток символов сигнала с АМн-2

- "Modulation Depth" (АМн): отображение коэффициента модуляции сигнала (дополнительную информацию см. в подразделе "[Коэффициент модуляции и индекс модуляции](#)" на стр. 162).



Рисунок 17-4 – Коэффициент модуляции сигнала с АМн-2

- "Modulation Deviation" (ЧМн): отображение сдвига частоты сигнала. Сдвиг частоты (или девиация частоты) – это разность между частотами метки (mark, двоичное значение 1) и пробела (space, двоичное значение 0), представляющими двоичные символы.

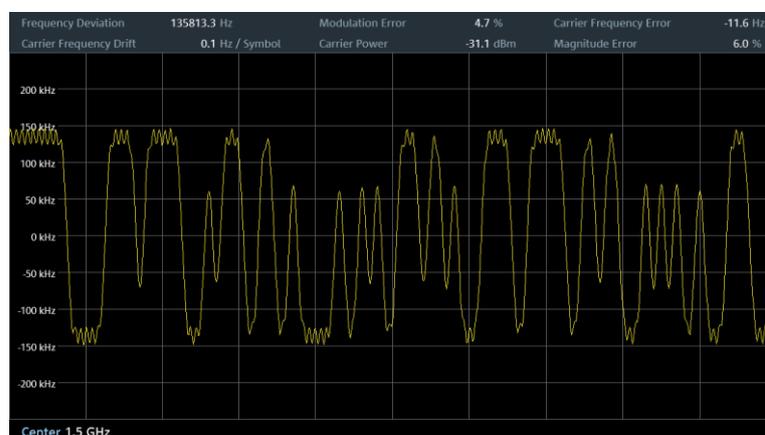


Рисунок 17-5 – Девиация модуляции сигнала с ЧМн-2

Типы измерений и окна отображения результатов

- "Modulation Error": отображение ошибки модуляции во времени (% для АМн и Гц для ЧМн). Ошибка модуляции характеризует отклонение позиций измеренных символов от позиций идеальных символов. Позиции идеальных символов определены в опорном сигнале.

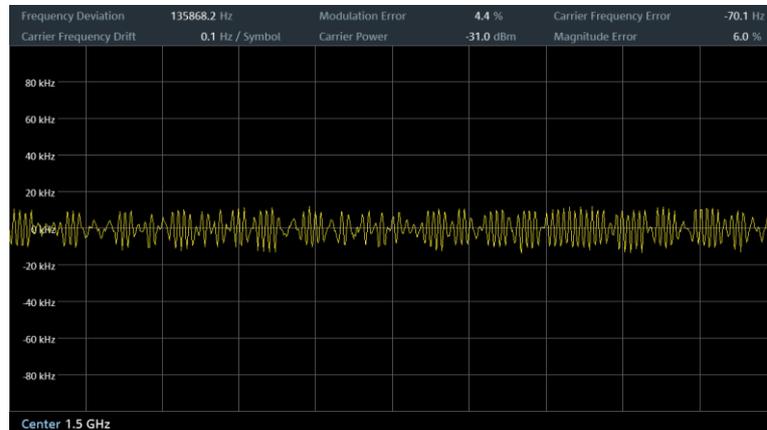


Рисунок 17-6 – Ошибка модуляции сигнала с ЧМн-2

Численные результаты

В заголовке диаграммы содержатся различные численные результаты для модулированных и немодулированных сигналов.

- **Frequency Deviation** (девиация частоты, ЧМн)
Отклонение частоты измеренного сигнала от частоты опорного сигнала.
- **Carrier Frequency Drift** (дрейф частоты несущей, ЧМн)
Дрейф частоты несущей измеренного сигнала.
- **Magnitude Error** (ошибка по амплитуде, ЧМн)
Разность между амплитудами измеренного и опорного сигналов.
- **Modulation Index** (индекс модуляции, АМн)
Индекс модуляции измеренного сигнала.
- **Modulation Depth** (коэффициент модуляции, АМн)
Коэффициент модуляции измеренного сигнала.
- **Modulation Error** (ошибка модуляции)
Девиация модуляции измеренного сигнала и опорного сигнала.
- **Carrier Power** (мощность несущей)
Мощность измеренного сигнала несущей.
- **Carrier Frequency Error** (ошибка частоты несущей)
Среднее значение смещения частоты несущей в Гц.

Коэффициент и индекс модуляции

Коэффициент модуляции указывает падение амплитуды в состоянии с низким уровнем (двоичное значение 1 = состояние с высоким уровнем, или модулированный сигнал; значение 0 = состояние с низким уровнем, или немодулированный сигнал). Амплитуда в состоянии с высоким уровнем приводится к 100 % (верх диаграммы по умолчанию). Коэффициент модуляции – это величина в %, на которую уменьшается амплитуда в состоянии с низким уровнем. Коэффициент модуляции, таким образом, представляет собой значение <100 %.

Другим способом представления изменений амплитуды АМн-сигнала является индекс модуляции. Этот способ берет начало в приложениях аналоговой демодуляции. Прибор R&S FPC отображает информацию о модуляции в виде численного результата в заголовке диаграммы.

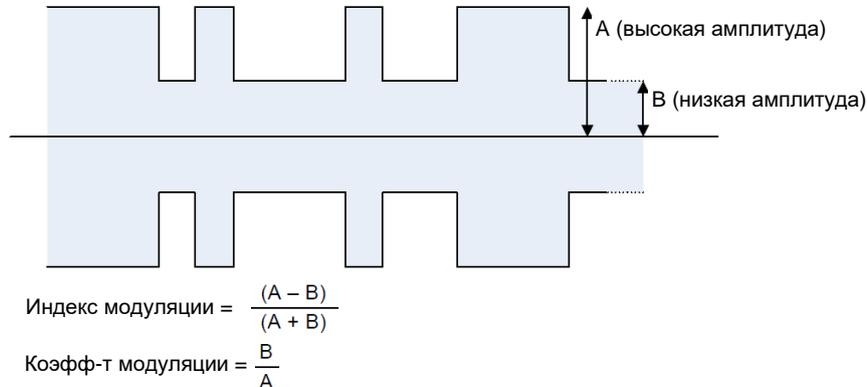


Рисунок 17-7 – Вычисление индекса и коэффициента модуляции

17.2 Конфигурирование измерения

Доступ: "Meas" > "Demod Parameters"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Bandwidth" (выбранные настройки)

Команды ДУ, требуемые для определения параметров демодуляции:

- см. описание команд дистанционного управления

Системы цифровой модуляции требуют использования передающего (Tx) фильтра для ограничения полосы частот передаваемого сигнала. Для успешной демодуляции сигнала принимающей стороне должны быть известны характеристики этого фильтра. Иногда для обеспечения надлежащей демодуляции необходим дополнительный принимающий (Rx) фильтр. Кроме того, следует определить другие параметры демодуляции, такие как символьная скорость или девиация ЧМн.

Прочие параметры демодуляции, такие как коэффициент избыточности при дискретизации, опорный фильтр или измерительный фильтр автоматически выбираются прибором R&S FPC.

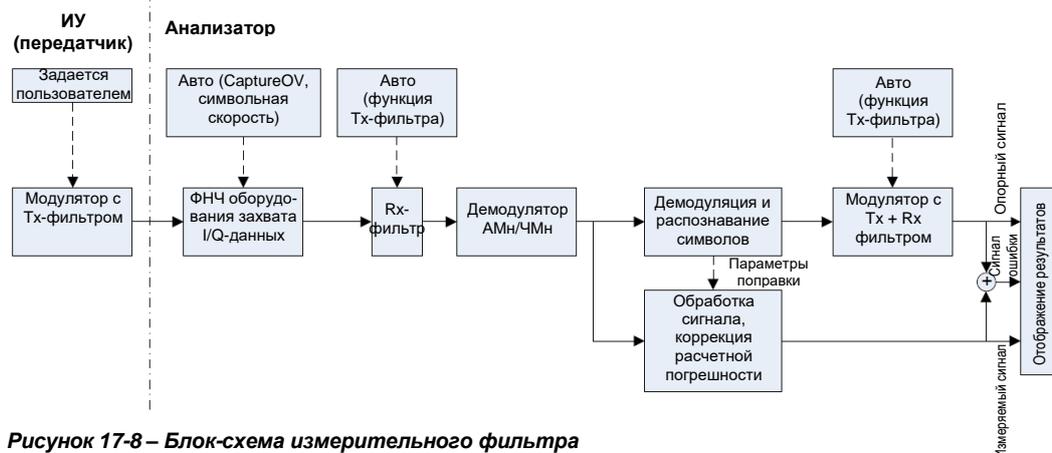


Рисунок 17-8 – Блок-схема измерительного фильтра

Выбор типа фильтра

В приборе R&S FPC имеется несколько типов фильтров, которые должны соответствовать передающему фильтру ИУ.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Demod Parameters" (параметры демодуляции) для вызова меню демодуляции.
3. Выберите пункт меню "Filter Type" (тип фильтра) для вызова меню типа фильтра.
4. Выберите фильтр, соответствующий измеряемому сигналу. Тип фильтра должен быть идентичен тому, который используется передатчиком; например, если передатчик использует гауссовский фильтр, анализ сигнала также должен выполняться с помощью гауссовского фильтра. В противном случае результаты измерения будут недействительными.

В приборе R&S FPC содержатся фильтры следующих типов:

- "Root Raised Cosine" (RRC, корень из приподнятого косинуса);
- "Raised Cosine" (RC, приподнятый косинус);
- "Gaussian" (гауссовский);
- "Unfiltered" (фильтр не используется).

Для всех фильтров может быть задан коэффициент сглаживания.

Задание коэффициента сглаживания измерительного фильтра

Коэффициент сглаживания определяет крутизну частотной характеристики или полосу пропускания фильтра. В большинстве радиопередающих систем используется коэффициент сглаживания от 0,3 до 1. Увеличение коэффициента сглаживания приводит к расширению полосы пропускания фильтра.

Для фильтра с характеристикой типа RC (приподнятый косинус) или RRC (корень из приподнятого косинуса) полоса пропускания определяется в виде значения "Alpha". В случае гауссовского фильтра полоса пропускания задается значением "BT".

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Demod Parameters" (параметры демодуляции) для вызова меню демодуляции.
3. Выберите пункт меню "Alpha/BT".
4. Введите требуемый коэффициент сглаживания (значение между 0 и 1).

Задание символьной скорости

Символьная скорость определяет количество символов, передаваемых в единицу времени (в приборе R&S FPC значение представлено в Гц). Как следствие, символьная скорость также указывает количество переходов сигнала из одного состояния в другое (из 0 в 0, из 0 в 1 и т.д.), выполняемых в эту единицу времени.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Demod Parameters" (параметры демодуляции) для вызова меню демодуляции.
3. Выберите пункт меню "Symbol Rate" (символьная скорость).
4. Задайте символьную скорость измеряемого сигнала.

Задание количества символов в сигнале

Анализатор спектра поддерживает возможность задания количества одновременно отображаемых символов.

Прибор R&S FPC всегда захватывает 4000 отсчетов исходных данных. Этот параметр управляет лишь количеством демодулируемых и отображаемых из них отсчетов.

Поддерживаемое количество символов зависит от выбранного [типа фильтра](#).

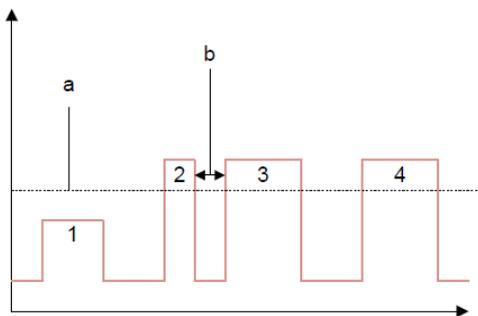
1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Demod Parameters" (параметры демодуляции) для вызова меню демодуляции.
3. Выберите пункт меню "Number of Symbols" (количество символов).
4. Требуемым образом увеличьте или уменьшите количество отображаемых символов.

Включение и выключение обработки пакетных сигналов

Обработка пакетного сигнала – это инструмент, похожий на функцию запуска, который автоматически определяет начало и конец пакетного сигнала в буфере захвата.

Пакетный сигнал не обнаруживается:

- Если мощность пакетного сигнала ниже определенного порога.
- Если пакетный сигнал слишком короткий.
- Если время между пакетными сигналами слишком мало.



- a = Минимально необходимый уровень сигнала
b = Время между пакетными сигналами
1 = Нет пакетного сигнала, поскольку рост уровня сигнала недостаточен
2 = Нет пакетного сигнала, поскольку пакетный сигнал слишком короткий
3 = Нет пакетного сигнала, поскольку рост уровня сигнала после последнего события происходит слишком быстро
4 = Пакетный сигнал, поскольку уровень сигнала достаточно высок, пакет достаточно длинный, и время между пакетами было достаточно большим

При обнаружении пакетного сигнала прибор R&S FPC пытается его демодулировать на основе заданных пользователем параметров демодуляции и отображает результаты.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Demod Parameters" (параметры демодуляции) для вызова меню демодуляции.
3. Выберите пункт меню "Burst Processing" (обработка пакетов).

Прибор R&S FPC ищет возможные пакетные сигналы в буфере захвата и демодулирует сигнал.

Выбор стандарта

Для измерений ЧМн-сигналов можно выбрать один из нескольких предварительно заданных стандартов.

При выборе одного из этих стандартов автоматически конфигурируются различные параметры измерения, соответствующие этому стандарту: [символьная скорость](#), [количество символов](#) и [характеристики фильтра](#) (тип фильтра и коэффициент скругления).

Таким образом, ручная настройка этих параметров не требуется.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Standard" (стандарт) для вызова меню стандартов.
3. Выберите один из следующих пунктов меню.
 - "Bluetooth LE": для измерений на устройствах Bluetooth с низким энергопотреблением.
 - "Tire Pressure": для измерений на устройствах, которые проверяют давление в шинах автомобилей.
 - "Off": для измерений других сигналов.

17.3 Конфигурирование частоты

Доступ: "Freq"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Frequency" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования частоты:

- см. описание команд дистанционного управления

Анализатор спектра R&S FPC может демодулировать сигнал, только если частота сигнала несущей известна. Таким образом, для отображения в приложении какой-либо полезной информации о сигнале необходимо задать частоту сигнала несущей.

Если частота сигнала несущей неизвестна, следует определить ее, например, выполнив поиск по частотному спектру в приложении Spectrum в области, где предположительно находится несущая.

Настройки частоты в приложении цифровой модуляции описываются в других разделах:

- "Center Frequency": подраздел "Задание центральной частоты" на стр. 94;
- "Frequency Step Size": подраздел "Задание размера шага по частоте" на стр. 94;
- "Frequency Offset": подраздел "Задание смещения частоты" на стр. 95.

17.4 Конфигурирование амплитуды

Доступ: "Ampt"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Amplitude" (выбранные настройки)

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Input" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования амплитуды:

- см. описание команд дистанционного управления

Настройки амплитуды в приложении цифровой демодуляции описываются в других разделах:

- "Reference Level": глава 14.4.1 "Опорный уровень" на стр. 99;
- "Preamplifier": подраздел "Предусилитель" на стр. 103;
- "Attenuator": подраздел "ВЧ-аттенюатор" на стр. 101;
- "Impedance": подраздел "Выбор входного импеданса" на стр. 98.

При выборе одного из окон графического отображения результатов можно также настроить масштаб по оси Y.

Задание позиции опорного уровня (сигналы АМн)

В окнах графического представления результатов можно задать позицию опорного уровня по оси Y.

Позиция опорного уровня соответствует верхней линии координатной сетки (100 % по умолчанию). Процентное значение для позиции опорного уровня может быть изменено, например, для более подробного отображения сигнала.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Ref Position" (позиция опорного уровня).
Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания позиции опорного уровня.
3. Введите процентное значение, которое будет отображаться в качестве верхней границы диаграммы.
Прибор R&S FPC соответствующим образом изменит масштаб по оси Y и положение кривой.

Изменение масштаба по оси Y

Для измерений АМн- и ЧМн-сигналов можно настроить диапазон отображения по оси Y.

Диапазон отображения задается в виде значения, охватываемого делением координатной сетки. Это значение, увеличенное в 10 раз, представляет собой полный диапазон отображения.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Deviation Per Division" (девиация на деление).
3. Введите требуемое значение девиации.
Прибор R&S FPC соответствующим образом изменит масштаб по оси Y. Следует заметить, что кривая также сжимается или расширяется соответствующим образом.

17.5 Конфигурирование развертки

Доступ: "Sweep"

Команды ДУ для управления измерением:

- см. описание команд дистанционного управления

Меню развертки предоставляет настройки для управления измерением и позволяет определить способ сбора данных.

Выбор режима измерения

Режим измерения определяет, как часто выполняется демодулирование данных.

В непрерывном режиме прибор R&S FPC демодулирует сигнал до тех пор, пока пользователь не выполнит остановку демодуляции. Результаты измерения соответствующим образом обновляются.

В режиме однократного измерения анализатор спектра R&S FPC однократно демодулирует сигнал и затем останавливает демодуляцию, больше не обновляя результаты. Следующее измерение запускается лишь после того, как будет инициировано пользователем.

1. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.
2. Выберите пункт меню "Continuous Sweep" (непрерывная развертка).
Прибор R&S FPC начнет демодулировать сигнал в непрерывном режиме.
Для прерывания непрерывного измерения повторно выберите пункт меню "Continuous Sweep" (непрерывная развертка).
3. Выберите пункт меню "Single Sweep" (однократная развертка).
Прибор R&S FPC выполнит однократную демодуляцию сигнала и отобразит результаты этого измерения.

17.5.1 Справка по функциям

Непрерывное измерение	168
Однократное измерение	169

Непрерывное измерение

См. подраздел "[Выбор режима измерения](#)" на стр. 168.

Команда ДУ:

Тип измерения: INITiate:CONTinuous

Новая последовательность измерений: INITiate[:IMMEDIATE]

Однократное измерение

См. подраздел "Выбор режима измерения" на стр. 168.

Команда ДУ:

Тип измерения: INITiate:CONTinuous

Новая последовательность измерений: INITiate[:IMMEDIATE]

17.6 Конфигурирование запуска

Доступ: "Sweep" > "Trigger"

Команды ДУ для запуска измерений:

- см. описание команд дистанционного управления

Настройки запуска в приложении цифровой демодуляции описываются в других разделах:

- "Free Run": глава 14.7 "Конфигурирование запуска" на стр. 112;
- "External Rise": глава 14.7 "Конфигурирование запуска" на стр. 112;
- "External Fall": глава 14.7 "Конфигурирование запуска" на стр. 112.

В дополнение к настройкам запуска, доступным в приложении Spectrum, приложение цифровой демодуляции содержит источник запуска по I/Q-мощности.

Использование запуска по I/Q-мощности

Запуск по I/Q-мощности инициирует измерение, когда величина дискретизированных I/Q-данных превышает определенный уровень.

1. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.
2. Выберите пункт меню "Trigger" (запуск) для вызова меню запуска.
3. Выберите пункт меню "IQ Power <x>" (IQ-мощность <x>).

Прибор R&S FPC откроет поле ввода для задания уровня запуска.

4. Задайте необходимый уровень запуска.

Чтобы убедиться, что функция запуска инициирует измерение, рекомендуем задавать уровень запуска примерно на 6 дБ ниже, чем фактический ожидаемый уровень сигнала.

Обратите внимание, что пакетный сигнал распознается только в том случае, если он не слишком короткий и если интервал между двумя пакетами не слишком короткий.

18 Векторный анализатор цепей

Доступно для анализатора спектра R&S FPC1500 с дополнительным приложением VNA (векторный анализатор цепей).

Приложение векторного анализатора цепей (VNA) обеспечивает функциональные возможности для определения характеристик цепей с одним или двумя портами. Приложение VNA позволяет определять характеристики отражения или передачи испытуемого устройства (ИУ). В дополнение к величинам мощности передачи и отраженной мощности с помощью векторных измерений можно определить фазочастотные характеристики ИУ.

Все измерения, поддерживаемые приложением VNA, требуют использования следящего генератора, который имеется в анализаторе спектра R&S FPC1500 (ВЧ-выход). Следящий генератор передает опорный сигнал на измерительный порт через внутренний КСВН-мост. Опорный сигнал (или задающий сигнал) служит основой для расчета результатов.

Выбор измерительного приложения VNA

1. Нажмите клавишу "Mode" (режим) для вызова меню режимов.
2. Выберите пункт меню "Vector Network Analyzer" (векторный анализатор цепей).

• Типы измерений и окна отображения результатов	170
• Конфигурирование частоты	179
• Конфигурирование амплитуды	181
• Конфигурирование полосы пропускания	182
• Конфигурирование развертки	183
• Конфигурирование кривой	184
• Конфигурирование маркеров	184
• Конфигурирование предельных линий	186

18.1 Типы измерений и окна отображения результатов

Доступ: "Meas"

Команды ДУ, требуемые для управления измерениями и окнами отображения результатов:

- см. описание команд дистанционного управления.

В приложении VNA имеется несколько видов измерений, обеспечивающих решение различных задач. Для каждого измерения может также быть выбран один из нескольких форматов отображения результатов для их всестороннего представления.

• Измерение коэффициента передачи (S21)	171
• Измерение коэффициента отражения (S11)	171
• Однопортовое измерение потерь в кабеле	172
• Измерение расстояния до места повреждения (DTF)	173
• Форматы измерения	175
• Конфигурирование DTF измерения	177

18.1.1 Измерение коэффициента передачи (S21)

Доступ: "Meas" > "Transmission S21"

Измерение коэффициента передачи (S21) позволяет определить, какая часть задающего сигнала проходит через ИУ в прямом направлении (от порта 1 до порта 2). Как следствие, оно выступает в качестве индикатора потерь или усиления, имеющего место в ИУ. Результирующая кривая представляет собой отношение отраженной мощности, измеренной на ВЧ-входе, к задающему сигналу в выбранном частотном диапазоне.

Дополнительную информацию о поддерживаемых форматах отображения результатов см. в [главе 18.1.5 "Форматы измерения"](#) на стр. 175.

Для измерения коэффициента передачи необходимо подключить оба порта ИУ (вход и выход) к ВЧ-выходу и ВЧ-входу прибора R&S FPC. Источник сигналов (ВЧ-выход) генерирует задающий сигнал, на ВЧ-входе измеряется сигнал, поступающий из ИУ.

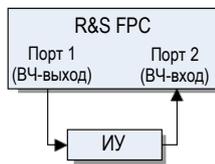


Рисунок 18-1 – Установка для измерения коэффициента передачи S21

Измерение коэффициента передачи

1. Подключите ИУ к анализатору спектра R&S FPC, как показано на [рисунке 18-1](#).
2. Определите параметры частоты для измерения.
Дополнительную информацию см. в [главе 18.2 "Конфигурирование частоты"](#) на стр. 179.
3. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для входа в меню измерения.
4. Выберите пункт меню "Transmission S21" (коэффициент передачи S21) для запуска измерения.
5. Выполните калибровку измерения коэффициента передачи.
Дополнительную информацию см. в [главе 12 "Калибровка"](#) на стр. 54.
6. По завершении калибровки запустите фактическое измерение (в режиме однократной или непрерывной развертки).

18.1.2 Измерение коэффициента отражения (S11)

Доступ: "Meas" > "Reflection S11"

Измерение коэффициента отражения (S11) позволяет определить, какая часть ВЧ-мощности отражается от порта подключенного ИУ. Результирующая кривая представляет собой отношение отраженной мощности к задающему сигналу в выбранном частотном диапазоне. Отображаемое содержимое зависит от выбранного [формата результатов](#).

Для выполнения измерения необходимо подключить порт ИУ к ВЧ-выходу прибора R&S FPC. При этом другой порт ИУ должен быть нагружен на согласованную нагрузку.

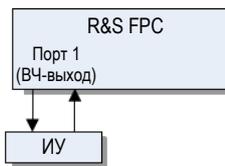


Рисунок 18-2 – Установка для измерения коэффициента отражения S11

При измерении коэффициента отражения для системы, включающей два или более системных компонента, полученные результаты будут суммированы по этим компонентам. Как следствие, при этом отображается лишь общее значение величины отраженной мощности в выбранном частотном диапазоне.

Измерение коэффициента отражения

1. Подключите ИУ к анализатору спектра R&S FPC, как показано на [рисунке 18-2](#).
2. Определите частотные параметры измерения.
Дополнительную информацию см. в [главе 18.2 "Конфигурирование частоты"](#) на стр. 179.
3. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для входа в меню измерения.
4. Выберите пункт меню "Reflection S11" (коэффициент отражения S11) для запуска измерения.
5. Выполните калибровку измерения коэффициента отражения.
Дополнительную информацию см. в [главе 12 "Калибровка"](#) на стр. 54.
6. По завершении калибровки запустите фактическое измерение (режим однократной или непрерывной развертки).

18.1.3 Однопортовое измерение потерь в кабеле

Доступ: "Meas" > "1-Port Cable Loss"

Измерение потерь в кабеле представляет собой измерение коэффициента отражения в случае разомкнутого кабеля. Оно позволяет определить, какая часть ВЧ-энергии теряется сигналом при прохождении по кабелю. Потери энергии зависят от частоты сигнала и длины кабеля.

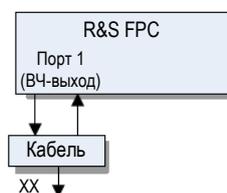


Рисунок 18-3 – Установка для однопортового измерения потерь в кабеле

По умолчанию анализатор спектра R&S FPC измеряет потери в кабеле в полном диапазоне частот (полная полоса обзора прибора R&S FPC). При уменьшении полосы обзора убедитесь в том, что новое значение отвечает требованиям измерения, особенно в части высоких центральных частот. Кроме того, необходимо учесть длину кабеля и длину волны на выбранной центральной частоте. Для типовой кривой потерь в кабеле следует выбрать такую ширину полосы обзора, которая позволяет охватить как минимум один пик и один минимум. В противном случае результаты измерения могут оказаться недействительными.

Если величина потерь в кабеле постоянна в широкой полосе обзора (например, в случае низких центральных частот), ширина полосы обзора может быть произвольной.

Следует заметить, что если уровень потерь в кабеле превышает 20 дБ, рекомендуется использовать измерение коэффициента передачи S21, поскольку результаты измерения потерь в кабеле могут оказаться недействительными.

Измерение потерь в кабеле

1. Подключите ИУ к анализатору спектра R&S FPC, как показано на [рисунке 18-2](#). Убедитесь, что конец кабеля разомкнут.
2. Определите частотные параметры измерения.
Дополнительную информацию см. в [главе 18.2 "Конфигурирование частоты"](#) на стр. 179.
3. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для входа в меню измерения.
4. Выберите пункт меню "Reflection S11" (коэффициент отражения S11) для запуска измерения.
5. Выполните калибровку измерения потерь в кабеле.
Дополнительную информацию см. в [главе 12 "Калибровка"](#) на стр. 54.
6. По завершении калибровки запустите фактическое измерение (режим однократной или непрерывной развертки).

18.1.4 Измерение расстояния до места повреждения (DTF)

Доступ: "Meas" > "Distance-To-Fault"

Измерение расстояния до места повреждения (DTF) позволяет точно локализовать неисправности в передающей системе. Подключив конец кабеля к прибору R&S FPC и выполнив DTF измерение, можно получить точное расстояние до места повреждения (в метрах или футах) независимо от причины возникновения неисправности. Типовыми неисправностями могут являться, например, обрыв кабеля, наличие частичных отражений, ослабленное кабельное соединение или коррозия кабеля.

Кроме того, измерение позволяет получить значение в дБ, характеризующее степень неисправности. Эти сведения позволяют локализовать компонент, в котором возникла неисправность, и определить, насколько проблема критична.

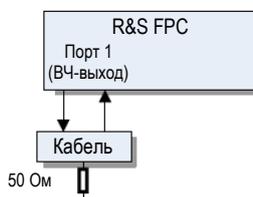


Рисунок 18-4 – Установка для DTF измерения

Для определения расстояния до места повреждения кабеля прибор R&S FPC выполняет измерение отраженных сигналов в испытуемом кабеле в частотной области. Сначала прибор R&S FPC определяет величину отражений на конкретной частоте путем сравнения фаз отраженного сигнала и опорного сигнала, вырабатываемого следящим генератором. Затем он выполняет обратное быстрое преобразование Фурье (ОБПФ) принятого сигнала. Используя информацию о характеристиках кабеля, прибор R&S FPC позволяет определить расстояние, проходимое отраженной волной.

Типы измерений и окна отображения результатов

Высокая чувствительность позволяет точно локализовать неисправности в кабеле при проведении измерения в частотной области с последующим выполнением ОБПФ. Для обеспечения высокого уровня точности прибор R&S FPC учитывает также ослабление при прохождении сигнала по кабелю.

Если измерение выполняется только для кабеля, следует подключить согласованную нагрузку к его свободному концу.

Дополнительную информацию о конфигурировании измерений DTF см. в [главе 18.1.6 "Конфигурирование DTF измерения"](#) на стр. 177.

Измерение расстояния до места повреждения

1. Подключите ИУ к анализатору спектра R&S FPC.
Убедитесь, что конец кабеля нагружен.
2. Определите параметры частоты для измерения.
Дополнительную информацию см. в [главе 18.2 "Конфигурирование частоты"](#) на стр. 179.
3. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для входа в меню измерения.
4. Выберите пункт меню "Distance To Fault" (расстояние до места повреждения) для запуска измерения.
5. Выполните калибровку измерения потерь в кабеле.
Дополнительную информацию см. в [главе 12 "Калибровка"](#) на стр. 54.
6. По завершении калибровки запустите фактическое измерение (режим однократной или непрерывной развертки).

Отображение списка DTF

В списке DTF представлены результаты измерения расстояния до места повреждения в численном виде.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "DTF Config" (конфигурирование DTF) для вызова меню конфигурирования DTF.
3. Выберите пункт меню "DTF List" (список DTF).
Прибор R&S FPC представит результаты в численном виде вместо отображения диаграммы. В окне отображения результатов приводятся пики, обнаруженные в ходе измерения.

В списке DTF содержится следующая информация:

- "Peak": указание пика, к которому относятся результаты.
- "Distance": указание расстояния от измерительной плоскости до пика.
- "Return Loss": указание потерь на отражение для пика.

Для ограничения объема информации, отображаемой в списке, можно задать пороговый уровень для списка DTF, так чтобы в список включались только те пики, уровень которых выше указанного значения.

4. Выберите пункт меню "DTF List Threshold" (порог списка DTF) для задания порогового уровня.
Анализатор R&S FPC будет отображать только те пики, уровень которых выше заданного порогового значения.

18.1.5 Форматы измерения

Доступ: "Meas" > "Format"

Пользователь может выбрать один из нескольких форматов отображения результатов измерений VNA.

Выбор формата измерения

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Format" (формат) для доступа к форматам измерения.
3. Выберите требуемое измерение.

Доступные форматы измерения зависят от вида измерения, как показано ниже.

Анализатор спектра R&S FPC поддерживает следующие форматы измерения.

- "Return Loss"
Отображение величины отраженной мощности (потери на отражение). По оси Y отображаются потери на отражение (дБ). По оси X представлен выбранный частотный диапазон.
Доступно для измерений типа [reflection](#) (отраженная волна) и [DTF](#) (расстояние до места повреждения).
- "SWR"
Отображение коэффициента стоячей волны (по напряжению) для ИУ.
КСВ – это отношение максимального и минимального напряжений, возникающих в линии электропередачи. Этот коэффициент является мерой отраженной мощности на входе ИУ.
По логарифмической оси Y отображаются значения КСВ (безразмерные). По оси X представлен выбранный частотный диапазон.
Доступно для измерений типа [reflection](#) (отраженная волна) и [DTF](#) (расстояние до места повреждения).
- "Smith Chart"
Отображение результатов измерения в виде диаграммы полных сопротивлений.
Диаграмма полных сопротивлений – это круговая диаграмма, главным образом иллюстрирующая характеристики полного сопротивления или отражения ИУ.
Доступно для измерения типа [reflection](#) (отраженная мощность).
- "Phase"
Отображение фазочастотных характеристик ИУ.
По линейной оси Y отображается фаза (градусы). По оси X представлен выбранный частотный диапазон.
Доступно для измерения типа [reflection](#) (отраженная мощность).
- "Cable Loss"
Отображение величины отраженной мощности (потери в кабеле).
Измерение потерь в кабеле – это способ определения ослабления в кабеле в конкретном частотном диапазоне.
По оси Y отображаются потери в кабеле (дБ). По оси X представлен выбранный частотный диапазон.
Доступно для измерения типа [cable loss](#) (потери в кабеле).
- "Cable Loss (Short+Open)/2"
Отображение величины отраженной мощности (потери в кабеле). Этот формат измерения является уточненным способом расчета потерь в кабеле.

При выборе этого формата прибор R&S FPC выдает запрос на выполнение калибровки измерения с использованием калибровочных мер КЗ и ХХ. Этот метод расчета потерь в кабеле обеспечивает более точное отображение кривой потерь в кабеле, тем самым помогая избежать ошибок измерения. Доступно для измерения типа [cable loss](#) (потери в кабеле).

Развертывание фазы

Пользователь может выполнить развертывание фазы для расширения диапазона фаз.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для входа в меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Phase" (фаза).
3. Выберите пункт меню "Unwrap" (развернуть).

Отображение электрической длины ИУ

Электрическая длина – это численное значение, отображаемое в дополнение к результатам другого формата измерения. Если данный формат активен, электрическая длина отображается независимо от текущего выбранного формата.

Электрическая длина рассчитывается на основании фазовой задержки.

$$\tau_{\Phi} = \frac{\Delta\Phi}{2\pi\Delta f}$$

где $\Delta\Phi$ – это девиация фазы в полном частотном диапазоне. Формула для электрической длины имеет следующий вид:

$$l_{\Phi} = \tau_{\Phi} c_0$$

где c_0 – это скорость света.

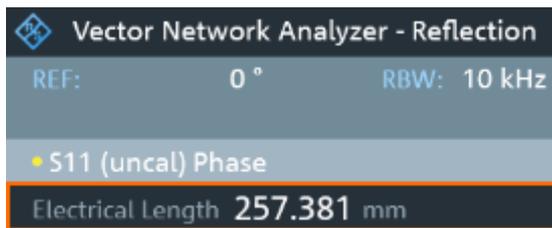
По определению электрическая длина рассчитывается исходя из скорости света в вакууме и дифференциальной групповой задержки. В данном случае групповая задержка замена на фазовую, что сделано по двум причинам:

- электрическая длина должна быть определена только для недисперсионных ИУ, у которых фазовая и групповая задержки одинаковы;
- в связи со значительно более широкой апертурой достоверность измерения фазовой задержки намного выше, чем достоверность измерения групповой задержки.

Результат вычисления электрической длины является достоверным, лишь если разность фаз между двумя соседними измерительными портами не превышает 180°.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для входа в меню измерения.
2. Выберите пункт меню "Phase" (фаза).
3. Выберите пункт меню "Electrical Length" (электрическая длина).

Анализатор спектра R&S FPC отобразит электрическую длину в заголовке диаграммы.



При расчете электрической длины пользователь может задать для нее дополнительное смещение, которое будет учитываться при измерении.

4. Выберите пункт меню "Length Offset" (смещение длины).
5. Задайте требуемое значение смещения.

18.1.6 Конфигурирование DTF измерения

Доступ: "Meas" > "DTF Config"

Для получения действительных результатов измерения необходимо определить характеристики испытуемого кабеля, такие как модель или диапазон частот.

Команды ДУ для конфигурирования полосы пропускания:

- см. описание команд дистанционного управления.
- [Модели кабелей](#)..... 177
- [Длина кабеля](#)..... 178

18.1.6.1 Модели кабелей

Для определения скорости распространения и, как следствие, точного расстояния до любого места повреждения следует указать модель кабеля, который необходимо проверить.

Анализатор спектра R&S FPC поставляется с набором предварительно заданных моделей кабелей, которые можно использовать без ограничений. Чтобы выполнить испытание кабеля, отсутствующего в списке, воспользуйтесь возможностью создания пользовательских моделей кабелей. Пользовательские модели кабелей могут быть созданы непосредственно в приборе R&S FPC или с помощью редактора "Cable Model Editor" пакета программ R&S InstrumentView.

Выбор предварительно заданной модели кабеля

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "DTF Config" (конфигурирование DTF) для вызова меню конфигурирования DTF.
3. Выберите пункт меню "Select Cable Model" (выбрать модель кабеля).
Прибор R&S FPC вызовет диалоговое окно для выбора модели кабеля.
4. Выберите модель испытываемого кабеля из списка.
5. Подтвердите выбор с помощью пункта меню "Load" (загрузить).
Анализатор спектра R&S FPC отобразит текущую выбранную модель кабеля в заголовке диаграммы.
6. Для выполнения измерения без использования конкретной модели кабеля просто выберите пункт меню "Clear Cable Model" (сбросить модель кабеля).

Создание пользовательской модели кабеля

Прибор R&S FPC поддерживает два способа задания пользовательских моделей кабелей.

Первым способом является использование редактора "Cable Model Editor", входящего в состав пакета программ R&S InstrumentView. Пакет программ R&S InstrumentView свободно доступен в сети Интернет. Использование этого ПО позволяет создать модель кабеля в ПК и затем передать ее в прибор R&S FPC, после чего она может быть выбрана как и любая другая предварительно заданная модель.

Если при отсутствии доступа к ПК необходимо использовать модель кабеля, отсутствующую в памяти анализатора спектра R&S FPC, можно определить характеристики кабеля на временной основе непосредственно в приборе R&S FPC. Однако сохранение такой модели кабеля невозможно. Заданные характеристики будут потеряны при внесении изменений или загрузке другой модели кабеля.

1. Нажмите клавишу "Meas" (измерение) для вызова меню измерения.
2. Выберите пункт меню "DTF Config" (конфигурирование DTF) для вызова меню конфигурирования DTF.
3. Выберите пункт меню "Define User Model" (задать пользовательскую модель).
4. Задайте характеристики кабеля с помощью соответствующих пунктов меню.
 - "Frequency": задание частоты, к которой будут применены характеристики кабеля.
 - "Velocity": определение скорости распространения сигнала в кабеле.
 - "Loss": задание потерь в кабеле на соответствующей частоте.

Следует заметить, что при изменении любого параметра кабеля или загрузке другой модели кабеля временные данные пропадают, поэтому для выполнения нового измерения их требуется задать повторно.

После задания характеристик кабеля необходимо дополнительно задействовать пользовательскую модель кабеля.

5. Выберите пункт меню "User Model" (пользовательская модель) для активации характеристик кабеля. Пункт меню будет выделен голубым цветом, указывающим используемую конфигурацию кабеля.

18.1.6.2 Длина кабеля

Анализатор спектра R&S FPC использует информацию о длине кабеля для определения полосы обзора для измерения. Чем длиннее испытуемый кабель, тем уже полоса обзора. Длина кабеля является основой для расчета затухания в кабеле наряду с моделью кабеля. Затухание в кабеле, в свою очередь, необходимо для правильного расчета величины отраженной мощности в месте повреждения кабеля. Длина кабеля также определяет масштаб по оси X.

Если заданная длина кабеля меньше фактической, прибор R&S FPC не сможет отобразить повреждения во всем кабеле. Отраженная волна на конце кабеля также не будет показана. Однако преднамеренный ввод слишком малого значения длины кабеля является хорошим способом увеличения точности измерения в случае повреждения, локализованного вблизи плоскости измерения. Если заданная длина кабеля превышает фактическую, результаты для избыточной длины являются недействительными, поскольку они получены под влиянием множественных отражений.

Задание длины кабеля

Длина кабеля – это сумма начального и конечного расстояний, заданных для измерения.

Если точная длина кабеля неизвестна, задайте значение, на 20-50 % превышающее наиболее точную оценку.

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для входа в меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Start Distance" (начальное расстояние) для задания начальной точки измерения.
3. Выберите пункт меню "Stop Distance" (конечное расстояние) для задания конечной точки измерения.

Максимальная длина кабеля, подходящая для выполнения измерений, зависит от затухания в кабеле. Поскольку тестовый сигнал должен быть пропущен по кабелю в обе стороны, отраженный на конце кабеля и уже ослабленный сигнал поступает на вход делителя мощности ослабленным дважды. Увеличение длины кабеля приводит к сужению динамического диапазона.

18.2 Конфигурирование частоты

Доступ: "Freq"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Stimulus" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования частоты:

- см. описание команд дистанционного управления.

Измерения VNA выполняются в конкретном частотном диапазоне по определенному количеству дискретных [точек измерения](#). Пользователь может задать частотный диапазон путем указания центральной частоты, а также начальной и конечной частот, или полосы обзора, как в приложении Spectrum (анализатор спектра).

Прибор R&S FPC отображает информацию о частоте по оси X (за исключением измерения DTF, где по оси X отображается длина кабеля).

Настройки частоты в приложении VNA (векторный анализатор цепей) рассматриваются в другом месте:

- "Center Frequency" (центральная частота): подраздел ["Задание центральной частоты"](#) на стр. 94;
- "Start Frequency" (начальная частота) и "Stop Frequency" (конечная частота): [глава 14.3.2 "Полоса обзора"](#) на стр. 96;
- "Manual Span" (задание полосы обзора вручную): [глава 14.3.2 "Полоса обзора"](#) на стр. 96;
- "Full Span" (полная полоса обзора): [глава 14.3.2 "Полоса обзора"](#) на стр. 96 (недоступно для измерений DTF);
- "Signal Standard" (стандарт сигнала): [глава 14.3.3 "Таблицы каналов"](#) на стр. 97.

Задание частотного диапазона для DTF измерений

При задании частотного диапазона для DTF измерения рекомендуется сначала задать полосу обзора, а затем центральную частоту.

Полоса обзора при этом может быть задана вручную или автоматически.

1. Нажмите клавишу "Span" (полоса обзора) для вызова меню полосы обзора.

2. Выберите пункт меню "Auto Span" (автоматическое задание полосы обзора).
Анализатор R&S FPC автоматически рассчитывает оптимальную ширину полосы обзора для получения наилучшего разрешения по длине. Если требуемая ширина полосы обзора слишком велика для текущей центральной частоты, прибор R&S FPC установит центральную частоту на минимально возможное значение.

или

3. Выберите пункт меню "Manual Span" (задание полосы обзора вручную).
4. Введите требуемое значение ширины полосы обзора.
Прибор R&S FPC применит новую ширину полосы обзора.
Следует заметить, что максимальная ширина полосы обзора, которая может быть задана, зависит от максимальной заданной длины кабеля и никогда не превышает ширину полосы обзора, рассчитанную функцией "Auto Span" (автоматическое задание полосы обзора). Минимальная ширина полосы обзора, которая может быть задана, равна 10 МГц.
5. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
6. Выберите пункт меню "Center Frequency" (центральная частота) для задания центральной частоты.
При изменении центральной частоты полоса обзора остается неизменной.
Кроме того, частотный диапазон может быть задан в виде функции от центральной частоты, а также начальной и конечной частот. Начальная и конечная частоты в этом случае определяют ширину полосы обзора.
7. Выберите пункт меню "Start Frequency" (начальная частота) или "Stop Frequency" (конечная частота) для задания полосы обзора.
Центральная частота автоматически установится на значение, равноудаленное от начальной и конечной частот.

Задание отображаемого частотного диапазона

После задания полосы обзора можно определить отображаемый частотный диапазон для прибора R&S FPC.

По умолчанию прибор R&S FPC изменяет параметры "DTF start" (начальная частота DTF) и "DTF stop" (конечная частота DTF) в соответствии с полосой обзора и центральной частотой. Расстояние от центральной частоты до начальной и конечной частот одинаково. Параметры "DTF start" (начальная частота DTF) и "DTF stop" (конечная частота DTF) могут также быть заданы напрямую.

1. Нажмите клавишу "Freq" (частота) для вызова меню частоты.
2. Выберите пункт меню "Center Frequency" (центральная частота) для задания центральной частоты.

Связь настроек частоты и полосы обзора при выполнении измерений

По умолчанию для измерения DTF определена собственная конфигурация, задающая настройки частоты и полосы обзора. Для других измерений (коэффициент отражения S11, коэффициент передачи S21 и потери в кабеле) используются одинаковые настройки частоты и полосы обзора.

Настройки частоты и полосы обзора могут быть связаны для всех измерений.

1. Выберите DTF измерение.
2. Нажмите клавишу "Span" (полоса обзора) для вызова меню полосы обзора.
3. Выберите пункт меню "Coupled Span" (связанная полоса обзора).

Прибор R&S FPC свяжет настройки частоты и полосы обзора для всех измерений.

18.3 Конфигурирование амплитуды

Доступ: "Ampt"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Amplitude" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования амплитуды:

- см. описание команд дистанционного управления.

В приборе R&S FPC имеется несколько способов изменения масштаба по оси Y диаграммы измерения.

Задание опорного значения

Опорное значение определяет амплитуду на позиции опорной линии. Опорное значение задается в дБ.

Прибор R&S FPC указывает позицию опорного значения с помощью символа треугольника  0.0 на вертикальной оси.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Reference" (опорное значение).
3. Задайте опорное значение в дБ.

Анализатор спектра R&S FPC соответствующим образом изменит масштаб по оси Y. Положение кривой на диаграмме остается неизменным. Положение опорной линии на диаграмме также остается неизменным.

Задание положения опорной линии

Позиция опорного уровня определяет положение опорной линии на диаграмме. Позиция опорного уровня – это линейная величина, принимающая значение от 0 до 10. Каждое значение представляет собой одну горизонтальную линию координатной сетки на диаграмме. Значение 100 соответствует линии координатной сетки на верхней границе диаграммы, а значение 0 – на нижней границе.

При изменении позиции опорного уровня прибор R&S FPC также изменяет положение кривой на величину этого изменения. Опорное значение при этом не изменяется.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Range/Ref Pos" (диапазон/позиция опорного уровня).
3. Выберите пункт меню "Ref Position" (позиция опорного уровня).
4. Выберите линию координатной сетки, соответствующую опорному значению.

Прибор R&S FPC изменит положение кривой и треугольника, указывающего позицию опорного уровня. Масштаб по оси Y остается неизменным.

Задание диапазона отображения

Диапазон отображения определяет масштаб по вертикальной оси и, как следствие, интервал значений амплитуды, охватываемых двумя горизонтальными линиями координатной сетки.

Единицы измерения зависят от формата измерения.

При изменении диапазона отображения можно увеличить или уменьшить амплитуду сигнала, отображаемого прибором R&S FPC, например для охвата участков сигнала, выходящих за пределы экранного отображения. Позиция опорного значения и положение кривой при этом не изменяются.

1. Нажмите клавишу "Ampt" (амплитуда) для вызова меню амплитуды.
2. Выберите пункт меню "Range/Ref Pos" (диапазон/позиция опорного уровня).
3. Выберите один из пунктов меню для установки требуемого диапазона отображения.
 - "Range": задание диапазона по оси Y в логарифмическом масштабе (дБ). По умолчанию ось Y охватывает диапазон уровней 100 дБ, однако это значение может быть увеличено или уменьшено.
 - "Linear": выбор линейного масштаба по оси Y (%). Охватываемый диапазон всегда равен 100 %.
 - "SWR Scale": задание диапазона по оси Y для [формата измерения SWR](#) применительно к минимальному и максимальному значениям, отображаемым по оси Y.
 - "Auto Range": выбор такого масштаба по оси Y, чтобы результаты измерения идеально размещались на экране. Это обеспечивается путем определения минимального и максимального значений кривой и настройки вертикальной оси согласно этим значениям.
4. Выберите пункт меню "Full Scale" (полный масштаб) для восстановления стандартного диапазона отображения.

18.4 Конфигурирование полосы пропускания

Доступ: "BW"

Команды ДУ для конфигурирования полосы пропускания:

- см. описание команд дистанционного управления.

Полоса измерения определяет коэффициент шума приемника. Узкая полоса пропускания обеспечивает лучшие динамические характеристики для измерений VNA. Однако сужение полосы пропускания приводит к увеличению длительности измерения, что связано с временем установления фильтра.

Задание полосы измерения

1. Нажмите клавишу "BW" (полоса частот) для вызова меню полосы измерения.
2. Выберите один из пунктов меню "RBW: <x>".
 - "RBW: Manual"
Открытие поля ввода для выбора одной из доступных полос разрешения. При задании полосы разрешения, не поддерживаемой анализатором спектра R&S FPC, прибор округлит введенное значение до следующей доступной полосы разрешения. Дополнительную информацию о доступных значениях полосы разрешения см. в технических данных.

Выбор полосы разрешения (RBW) вручную указывается синей точкой перед меткой "RBW" в строке состояния.

• RBW: 1 kHz

Рисунок 18-5 – Индикатор установки полосы разрешения вручную

- "RBW: Auto"
Автоматический выбор соответствующей полосы разрешения в зависимости от текущей [полосы обзора](#). Автоматический выбор полосы – это компромисс между скоростью и качеством измерения.

18.5 Конфигурирование развертки

Доступ: "Sweep"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Analysis" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования амплитуды:

- см. описание команд дистанционного управления.

Термин "Sweep" (развертка) – это еще одно название процедуры измерения, выполняемой анализатором. В приложении VNA имеется несколько инструментов для управления измерением сигнала, выполняемым с помощью прибора R&S FPC.

Выбор режима измерения

Режим измерения определяет, как часто выполняется измерение данных.

В непрерывном режиме прибор R&S FPC измеряет сигнал до тех пор, пока пользователь не выполнит остановку измерения. Результаты измерения при этом соответствующим образом обновляются.

В режиме однократного измерения анализатор спектра R&S FPC однократно измеряет сигнал и затем останавливает измерение, больше не обновляя результаты. Следующее измерение запустится лишь тогда, когда будет инициировано пользователем.

1. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.
2. Выберите пункт меню "Continuous Sweep" (непрерывная развертка).
Прибор R&S FPC запустит процедуру демодуляции сигнала в непрерывном режиме.
Для прерывания непрерывного измерения повторно выберите пункт меню "Continuous Sweep" (непрерывная развертка).
3. Выберите пункт меню "Single Sweep" (однократная развертка).
Прибор R&S FPC выполнит однократное измерение сигнала и отобразит результаты этого измерения.
4. Для прерывания измерения в любой момент времени и в любом из двух режимов выберите пункт меню "Hold" (удержание). Повторно выберите "Hold" для возобновления измерения.

Задание количества точек измерения

Количество точек измерения определяет количество измерений, выполняемых в рамках цикла развертки. При этом косвенно определяются частоты этих измерений. Расстояние между двумя соседними точками измерения зависит от текущего заданного частотного диапазона (полоса обзора разбивается отдельными точками). При этом точки измерения равномерно распределяются по выбранному диапазону частот.

Количество точек также определяет разрешение и, как следствие, точность измерения, и влияет на время измерения. По умолчанию прибор R&S FPC позволяет оценить 201 точку измерения. Такое количество точек обеспечивает приемлемую скорость измерения и достаточную точность. Для выполнения измерений с более высоким или более низким разрешением по частоте следует изменить количество точек измерения. Обратите внимание, что задание большего количества точек измерения приводит к увеличению времени измерения.

1. Нажмите клавишу "Sweep" (развертка) для вызова меню развертки.
2. Выберите пункт меню "Number of Points" (количество точек).
3. Введите количество точек измерения в поле ввода.

18.6 Конфигурирование кривой

Доступ: "Trace"

Доступ: "Setup" > "Config Overview" > "Analysis" (выбранные настройки)

Команды ДУ для конфигурирования кривых:

- см. описание команд дистанционного управления.

Настройки кривой в приложении VNA (векторный анализатор цепей) рассматриваются в другом месте:

- "Trace Mode": [глава 14.8.1 "Режим кривой"](#) на стр. 115 (следует заметить, что приложение VNA поддерживает только режимы кривой "Clear/Write" (очистка/запись) и "Average" (усреднение));
- "Memory"/"Trace > Memory": [глава 14.8.3 "Кривые в памяти"](#) на стр. 117.

18.7 Конфигурирование маркеров

Доступ: "Mkr"

Доступ: "Mkr→"

Команды ДУ для управления маркером:

- см. описание команд дистанционного управления.

Настройки маркеров в приложении VNA рассматриваются в других разделах:

- "Mkr" > "Marker <x>": [глава 14.9.1 "Размещение маркеров"](#) на стр. 120
- "Mkr" > "Marker Type": подраздел ["Выбор типа маркера"](#) на стр. 122
- "Mkr" > "All Markers Off": подраздел ["Удаление обычных маркеров или дельта-маркеров"](#) на стр. 122

- "Mkr→" > "Set to <x>": [глава 14.9.2 "Автоматическое размещение маркеров"](#) на стр. 123
- "Mkr→" > "Marker Tracking": [глава 14.9.2 "Автоматическое размещение маркеров"](#) на стр. 123
- "Mkr→" > "Search Ranges": [глава 14.9.3 "Диапазоны поиска с помощью маркеров"](#) на стр. 124

Использование маркеров на диаграмме полных сопротивлений

В дополнение к стандартным функциям маркеров диаграмма полных сопротивлений Вольперта-Смита поддерживает также несколько форматов вывода значений маркеров.

По умолчанию позиция маркера определяется частотой маркера и комплексным сопротивлением (Ом). Комплексное сопротивление в этом случае рассчитывается следующим образом: (действительная составляющая) + j (мнимая составляющая).

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Выберите пункт меню "Marker Mode" (режим маркера).
3. Выберите требуемый режим маркера.
 - "dB Magnitude + Phase"
Отображение амплитуды (в дБ) и фазы на текущей позиции маркера.
 - "Lin Magn + Phase (Rho)"
Отображение преобразованной амплитуды (в %) и фазы (в rho) на текущей позиции маркера.
 - "Real + Imag (Rho)"
Отображение действительной и мнимой составляющих на текущей позиции маркера.
 - "R + jX"
Отображение действительной и мнимой составляющих полного сопротивления на позиции маркера. Мнимая составляющая преобразована в индуктивность или емкость. При этом учитываются частота и знак на позиции маркера.
 - "G + jB"
Отображение действительной и мнимой составляющих полной проводимости на позиции маркера. Мнимая составляющая преобразована в индуктивность или емкость. При этом учитываются частота и знак на позиции маркера.
 - "(R + jX / Z0)"
Отображение действительной и мнимой составляющих стандартизированного полного сопротивления.
 - "(G + jB / Y0)"
Отображение действительной и мнимой составляющих стандартизированной полной проводимости.

Выбор опорного импеданса для диаграммы полных сопротивлений

Значение опорного импеданса по умолчанию (точка согласования в центре диаграммы полных сопротивлений) равно 50 Ом. При этом можно также выполнять измерения отраженной волны в сетях с другим значением импеданса.

1. Нажмите клавишу "Mkr" (маркер) для вызова меню маркеров.
2. Выберите пункт меню "Marker Mode" (режим маркера).

3. Выберите пункт меню "Reference Impedance" (опорный импеданс) для задания требуемого значения опорного импеданса.

Значение может задаваться в диапазоне от 1 МОм до 10 КОм.

18.8 Конфигурирование предельных линий

Доступ: "Lines"

Команды ДУ для работы с предельными линиями:

- см. описание команд дистанционного управления.

Настройки предельных линий в приложении VNA рассматриваются в других разделах:

- "Display Line": [глава 14.11 "Линии индикации"](#) на стр. 129
- [глава 14.9.1 "Размещение маркеров"](#) на стр. 120
- "Show Limit Line": подраздел ["Выбор предельной линии"](#) на стр. 131
- "Upper Limit": [глава 14.10.4 "Демодуляция по маркеру"](#) на стр. 128
- "Lower Limit": [глава 14.10.4 "Демодуляция по маркеру"](#) на стр. 128
- "Audio Веер": подраздел ["Выполнение проверки пределов"](#) на стр. 132

Предметный указатель

А

Автоматическая загрузка системы.....	44
Адрес IP.....	39
АМн.....	158
Аналоговая демодуляция.....	147, 158
Аудио.....	43
Аудио ФНЧ.....	152

Б

Брошюра.....	7
--------------	---

В

Векторный анализ цепей.....	170
Векторный анализатор цепей (приложение VNA).....	170
Видеофильтр.....	108
Воспроизведение спектрограмм.....	90
Восходящий канал.....	97
Время.....	41
Время демодуляции.....	128
Время измерения.....	110, 144
Мощность TDMA.....	77
Время развертки.....	110
Вход запуска.....	39
Входной импеданс.....	98
ВЧ-ослабление.....	101
Выбор канала.....	98

Г

Глазковая диаграмма.....	160
Громкость.....	43
Громкость (демодуляция по маркеру).....	128
Громкость зуммера.....	43
Громкость нажатия клавиш.....	43

Д

Дата.....	41
Девияция модуляции.....	161
Девияция частоты.....	153
Дельта-маркер.....	119
Демодуляция.....	
Цифровая.....	158
Демодуляция АМ.....	128
Демодуляция по маркеру.....	128
Детектор (CISPR).....	145
Детектор CISPR.....	145
Диапазон отображения.....	104
Диапазон поиска.....	124
Диапазон сканирования.....	140
Диапазон уровней (спектрограмма).....	87
Диспетчер файлов.....	47
Дистанционное управление.....	27
Дистанционное управление посредством SCPI.....	27
Длина пакетного сигнала.....	77
Документы.....	7

Е

Единицы измерения.....	103
Единицы мощности.....	72

З

Занимаемая полоса.....	81
------------------------	----

И

Измерение.....	
Занимаемая полоса OBW.....	81
Интермодуляция 3-го порядка.....	74
Коэффициент АМ.....	79
Мощность TDMA.....	75
Мощность в канале.....	70
Нелинейные искажения.....	78
Полосовая диаграмма.....	134
Сканирование частот.....	136
Измерение полосы сигнала.....	127
Измерение шума.....	126
Импеданс.....	98
Индекс модуляции.....	161
Инструкции по безопасности.....	7
Интермодуляция.....	74
Интермодуляция 3-го порядка.....	74
Источник сигналов.....	52

К

Конечная частота.....	97, 140
Конфигурирование амплитуды.....	98, 150, 167
Коэффициент ВТ.....	164
Коэффициент THD.....	78
Коэффициент альфа.....	164
Коэффициент модуляции АМ.....	79
Коэффициент модуляции.....	79, 161
Коэффициент скругления.....	164

Л

Линии.....	130, 145
Локальная сеть LAN.....	39

М

Максимальное значение Max hold.....	138
Маркер.....	119
Маска подсети.....	39
Масштаб по оси Y.....	104
Место на диске.....	47
Модель кабеля.....	177
Мощность TDMA.....	75
Мощность в канале.....	70

Н

На n дБ ниже.....	127
Набор данных.....	46
Настройка на частоту маркера.....	146
Начальная частота.....	97, 140
Нелинейные гармонические искажения.....	78
Непрерывное измерение.....	
Анализатор спектра.....	110
Аналоговая демодуляция.....	156
ВАЦ (VNA).....	183
Приемник.....	144
Цифровая демодуляция.....	168

Нисходящий сигнал	97	Предустановки	37
Нулевая полоса обзора	96	Приемник	134
О		Примечания к выпуску ПО	8
Обновление встроенного ПО	32	ПЧ-фильтр	107
Однократное измерение		Р	
Анализатор спектра	110	Разъем BNC	39
Аналоговая демодуляция	156	Расстояние до места повреждения	173
ВАЦ	183	Режим измерения	
Приемник	144	Анализатор спектра	110
Цифровая демодуляция	168	Аналоговая демодуляция	156
Опорный вход	39	ВАЦ	183
Опорный уровень (спектрограмма)	87	Приемник	144
Опорный уровень	99	Цифровая демодуляция	168
Мощность TDMA	77	Режим отображения маркера	146
Мощность в канале	73	Режим развертки	110
Полоса OBW	83	Режим частоты	97
Опции встроенного ПО	34	Рекомендации по применению	8
Опциональные приложения	34	Руководства по применению	8
Ослабление	101	Руководство по техническому обслуживанию	7
Отображение	43	Руководство по эксплуатации	7
Отражение	171	С	
Отслеживание маркеров	124	Сервер DHCP	39
Официальные документы	8	Сетевая конфигурация	39
Ошибка модуляции	162	Сеть Wi-Fi	39
П		Сеть WLAN	39
Параметр S11	171	Символы	160, 165
Параметр S21	171	Символьная скорость	165
Первые шаги	7	Системная дата	41
Перегрузка по мощности	43	Системное время	41
Передача	171	Сканирование каналов	140
Плотность мощности в канале	72	Следящий генератор	52
ПО InstrumentView	25	Смещение	
ПО MobileView	26	Опорный уровень	100
Подсветка	43	Частота	95
Поиск маркера	124	Смещение опорного уровня	100
Позиция маркера	120, 123	Смещение частоты	95
Позиция опорного уровня	100, 167	Согласующие переходники	98
Полная полоса обзора	96	Список маркеров	119
Полоса	182	Стандарт	
Видеофильтр	108	Мощность в канале	72
Демодуляция	151	Полоса OBW	76, 83
Разрешение	107	Стойка	12
Разрешение (CISPR)	143	Т	
Полоса CISPR	143	Таблица каналов	
Полоса DBW	151	Анализатор спектра	97
Полоса OBW	81	Приемник	139, 140
Полоса RBW	107	Технические данные	7
Полоса VBW	108	Тип маркера	122
Полоса видеофильтра	108	Точка IP3	74
Полоса демодуляции	151	Точка TOI	74
Полоса измерения	182	У	
Полоса канала		Управление	
Занимаемая OBW	82	SCPI	27
Мощность в канале	71	ПО InstrumentView	25
Полоса обзора частот	96	ПО MobileView	26
Полоса обзора	96, 110	Ф	
Полоса разрешения (CISPR)	143	Фильтр демодуляции	164
Полоса разрешения	107, 110	Фильтр предискажений	153
Пользовательская модель кабеля	178	Фильтр разрешения	107
Пороговая линия	130, 145		
Последняя полоса обзора	96		
Потери в кабеле	172		
Потери в кабеле 1-портовые	172		
Пределы	156		
Предельная линия	130, 145		
Предусилитель	103		

Флэш-носитель	47
Флэш-память	47
Формат	175
Формат даты	42
Форматы ВАЦ	175
Функция DTF	173
Функция маркера	
Демодуляция	128
Измерение шума	126
На n дБ ниже	127
Частотомер	126

Х

Хранилище	47
-----------------	----

Ц

Цвета (спектрограмма)	87
Цвета на спектрограмме	87
Цветовая схема	43
Центральная частота	94, 98
Цифровая модуляция	158

Ч

Часовой пояс	41
Частота	93, 94, 139, 150, 166, 179
Частота измерения	94, 139
Частота приема	139
Частота приема (сканирование)	140
Частотомер	126
ЧМ-вещание	153
ЧМ-демодуляция	128
ЧМн	158
Чувствительность	101
Чувствительность измерения	101, 103

Ш

Шаблон	46
Шаг	94, 139
Шаг вручную	94, 139
Шаг по частоте	94, 139
Шлюз	39

Э

Электростатический разряд	10
ЭСР	10

Я

Язык	42
Яркость (дисплея)	43