



# Анализатор электрических цепей и сигналов комбинированный портативный

## AT4957B/D/E/F

### Руководство по эксплуатации



## Введение

Благодарим за приобретение и использование портативного комбинированного анализатора цепей и сигналов AkmeTech AT4957D/E/F, изготовленного АО «АКМЕТРОН». Компания всегда соблюдает требования стандарта ISO9000 в ходе производства и придерживается принципов ориентированности на заказчика и обеспечения высокого качества. Внимательно прочитайте данное руководство, чтобы облегчить эксплуатацию. Мы приложим все усилия для удовлетворения ваших потребностей, предоставляя вам рабочие устройства с более высокой затратной эффективностью и лучшим послепродажным обслуживанием. Мы всегда придерживаемся принципа "Хорошее качество, удовлетворительное обслуживание", предоставляя заказчикам удовлетворяющие требованиям изделия и услуги, а также обеспечивая им удобство и упрощение работы. Ниже представлен телефон горячей линии, и мы с нетерпением ждем вашего звонка:

**Москва**

**Тел.: +7 (495) 252-00-96**

**Веб-сайт: [www.akmetron.ru](http://www.akmetron.ru)**

**Адрес электронной почты: [info@akmetron.ru](mailto:info@akmetron.ru)**

**Адрес: Россия, Москва, ул. Рабочая, 93, стр.2, БЦ «Новорогожский», офис АО «АКМЕТРОН»**

**Почтовый индекс: 109544**

В данном руководстве представлена информация об областях применения, рабочих характеристиках и особенностях, основных принципах работы, использовании, техническом обслуживании микроволнового анализатора AT4957D/E/F, а также о мерах предосторожности при работе с ним, что облегчит быстрое понимание использования и принципиальных особенностей анализатора. Внимательно прочитайте данное руководство для обеспечения правильной эксплуатации и повышения экономической эффективности.

Возможны ошибки и пропуски из-за нехватки времени и ограниченности знаний у составителя. Очень приветствуются ваши ценные комментарии и предложения! Приносим извинения за неудобства, обусловленные нашими ошибками.

---

Настоящее руководство представляет собой первую версию руководства по эксплуатации микроволнового анализатора AT4957D/E/F под номером А.1.

В его содержание могут вноситься изменения без уведомления. АО «АКМЕТРОН» сохраняет за собой право на толкование содержания настоящего документа и условий, представленных в нем.



### **ЗАЯВЛЕНИЕ**

Авторское право на настоящее руководство по эксплуатации принадлежит АО «АКМЕТРОН». Организациям и физическим лицам запрещено вносить изменения в содержание настоящего руководства по эксплуатации, а также копировать или распространять настоящее руководство по эксплуатации с целью получения прибыли без нашего разрешения. АО «АКМЕТРОН» сохраняет за собой право обращаться с иском в суд в отношении любого нарушителя.

---

**Редакция**

22 февраля 2024 года

## Содержание

Глава I Обзор .....	1
Раздел 1 Обзор изделия .....	1
Раздел 2 Меры предосторожности в обеспечении безопасности .....	3
Раздел 3 Защита окружающей среды .....	4
Раздел 4 Другие меры предосторожности .....	4
<b>Часть I Инструкции по эксплуатации .....</b>	<b>6</b>
Глава II Инструкции для пользователя .....	7
Раздел 1 Контроль распаковывания .....	7
Раздел 2 Меры предосторожности перед включением питания .....	7
Раздел 3 Инструкция по работе аккумулятора .....	9
Раздел 4 Включение и выключение анализатора .....	11
Раздел 5 Стандартное техническое обслуживание .....	11
Глава III Основные инструкции по быстрому пуску .....	13
Раздел 1 Правильное использование соединительных разъемов .....	13
Раздел 2 Передняя панель .....	15
Раздел 3 Настройка системы .....	22
Раздел 4 Сброс настроек .....	25
Раздел 5 Управление файлами .....	28
Глава IV Режим векторного анализатора цепей .....	33
Раздел 1 Основы работы .....	33
Раздел 2 Установка частоты .....	35
Раздел 3 Настройка амплитуды / шкалы экрана .....	36
Раздел 4 Настройка полосы пропускания .....	37
Раздел 5 Настройка развертки .....	37
Раздел 6 Настройка трассы .....	38
Раздел 7 Использование маркеров .....	39
Раздел 8 Оптимизация измерений .....	40
Раздел 9 Описание меню .....	50
Раздел 10. Технические характеристики .....	63
Раздел 11 Рекомендуемые методы тестирования .....	64
Глава V Режим анализатора спектра .....	72
Раздел 1 Основы работы .....	72
Раздел 2 Установка частоты .....	73
Раздел 3 Настройка амплитуды / масштаба .....	74
Раздел 4 Настройка полосы пропускания .....	75
Раздел 5 Настройка развертки .....	77
Раздел 6 Настройка трассы .....	80
Раздел 7 Поиск пика и настройка маркеров .....	82
Раздел 8 Управление оптимизацией .....	84
Раздел 9 Описание меню .....	107
Раздел 10. Технические характеристики .....	121
Раздел 11 Рекомендуемый метод тестирования .....	123

Глава VI Режим кабельного и антенного тестирования (дополнительно).....	134
Раздел 1 Основные операции .....	134
Раздел 2 Настройка частоты .....	136
Раздел 3 Настройка амплитуды/линейки .....	136
Раздел 4 Настройки полосы пропускания .....	137
Раздел 5 Настройки развертки.....	138
Раздел 6 Настройки трассы и предельной линии .....	139
Раздел 7 Использование маркеров .....	140
Раздел 8 Оптимизация измерений .....	140
Раздел 9 Измерение расстояния до места повреждения/неопределенности.....	143
Раздел 10 Описание меню .....	147
Раздел 11. Технические характеристики.....	155
Раздел 12 Рекомендуемый метод тестирования .....	156
Глава VII Режим мониторинга мощности (опция) .....	157
Раздел 1 Основные операции .....	157
Раздел 2 Настройка частоты .....	157
Раздел 3 Настройка амплитуды/масштаба.....	158
Раздел 4 Настройки полосы пропускания.....	159
Раздел 5 Описание меню .....	160
Раздел 6. Технические характеристики.....	162
Глава VIII Режим векторного измерения напряжения (опция) .....	163
Раздел 1 Основные операции .....	163
Раздел 2 Описание меню .....	168
Глава IX Режим USB-измерителя мощности (опция) .....	172
Раздел 1 Основные операции .....	172
Раздел 2 Описание меню .....	175
<b>Часть II Технические инструкции.....</b>	<b>178</b>
Глава X Принципы работы и ключевые технологии прибора .....	179
Раздел 1 Общий принцип работы и блок-схема аппаратных функций .....	179
Раздел 2 Ключевые технологии.....	179
<b>Часть III Инструкции по техническому обслуживанию .....</b>	<b>181</b>
Глава XI Техническое обслуживание микроволнового анализатора.....	182
Приложение 1 Бланк протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D.....	183
Приложение 2 Бланк протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957E .....	187
Приложение 3 Протокол тестирования микроволнового анализатора AT4957F .....	191
Приложение 4 Пояснение терминов .....	196

# Глава I Обзор

## Раздел 1 Обзор изделия

Портативный комбинированный анализатор цепей и сигналов AkmeTech AT4957D/E/F отличается малыми размерами, легким весом, ориентированностью на пользователя, а также точностью измерений и может выполнять такие функции как: векторный анализ цепей, тестирование линий передачи и антенн, измерение во временной области, анализ спектра, мониторинг мощности и измерение векторного напряжения. В анализаторе предусмотрено два режима питания, а именно: от внешнего источника питания или от съемного аккумулятора, а также, прибор оснащен портами LAN и USB для программного управления.

### 1 Основные особенности:

#### 1.1 Несколько режимов измерения

- Режим векторного анализатора цепей (VNA): для проведения анализа полной матрицы S-параметров (вносимые потери и усиление);
- Режим анализатора кабелей и антенн (CAT) (опция): для проведения анализа кабельных трактов и антенн (обратные потери и определение расстояния до неоднородности);
- Режим анализатора спектра (SA): для проведения анализа спектра, интерферометрического анализа, измерения мощности канала, измерения OBW (занимаемая ширина полосы частот) и измерения ACPR (коэффициент мощности по соседнему каналу);
- Режим мониторинга мощности (PM) (опция): для измерения мощности;
- Режим USB-измерителя мощности (USB-PM) (опция): для точного измерения мощности незатухающей волны (CW) с помощью внешнего USB-измерителя мощности;
- Векторный вольтметр (VVM) (опция): для измерения амплитуды, фазы, коэффициента стоячей волны, а также полного сопротивления;
- Источник сигнала (SG) (опция): для генерирования вспомогательного сигнала.

#### 1.2 Высокие рабочие характеристики

- Частотный диапазон: 30 кГц~40 ГГц;
- Способен анализировать типовой фазовый шум, превышающий -100 дБн/Гц при несущей частоте 1 ГГц с отстройкой по частоте 10 кГц и 30 кГц;
- Типовой средний уровень шума до -151 дБм при 4 ГГц;
- Суммарная абсолютная погрешность измерения амплитуды до  $\pm 1,2$  дБ при 26,5 ГГц;
- Макс. динамический диапазон системы до 95 дБ;
- Полностью цифровой анализ (тракт) промежуточной частоты (IF) без ухудшения точности.

#### 1.3 Гибкость

- Малый размер, легкий вес и встроенный литиевый аккумулятор, облегчают эксплуатацию в полевых условиях;
- Идеальная функция автоматической диагностики и самопроверки состояния;
- Интеллектуальная функция управления электропитанием с индикацией разряда и предупреждением о малой емкости аккумулятора;
- Серийная продукция со множеством опций, удовлетворяющих различным требованиям заказчиков.

#### 1.4 Удобный интерфейс пользователя

- Интерфейс пользователя на китайском и английском языках, со встроенной инструкцией по эксплуатации и только справочной информацией;
- Жидкокристаллический дисплей с сенсорным экраном диагональю 8,4 дюйма, обладающим высокой яркостью и высоким разрешением, с обзором на 170 градусов и четкой видимостью в условиях прямого солнечного света.

## 1.5 Общий интерфейс

- Порты USB2.0 двух типов, предусмотренные для подключения портативных устройств хранения и для связи с персональным компьютером, соответственно;
- Один сетевой порт 10/100 Мбит/с для создания локальной сети и дистанционного управления.

## 2 Типовые области применения

### 2.1 Многократные полевые испытания

- Тест для определения рабочих характеристик фильтра  
Проверяются такие показатели фильтра как вносимые потери, пульсация и внеполосное подавление.
- Измерение во временной области  
Определение длины кабеля и позиционирование неисправностей в режиме анализатора кабельных трактов и антенн или, при использовании функции анализа во временной области режима векторного анализатора цепей.
- Тестирование радиолокационных систем и систем связи.  
Измеряются параметры рассеяния радиолокационной сети  
Его можно использовать для точного тестирования частоты, мощности, фазового шума различных сигналов во время генерирования сигналов, а также различных ложных сигналов, паразитных сигналов, гармонических искажений и характеристик модуляции сигналов в ходе исследований и разработок различных военных и гражданских радиолокационных систем и систем связи.
- Управление мониторингом спектра  
Возможность управления бортовым радиочастотным сигналом в диапазоне регулирования, а также для быстрого определения и поиска различных помеховых сигналов. Например, можно осуществлять мониторинг и измерение спектра в таких местах, как военные радиостанции, вещательные станции, оборудование связи, аэропорты, базовые станции и чувствительные зоны. Также можно использовать для радиомониторинга благодаря функции аудиодемодуляции.
- Мониторинг спутников связи  
Использование для мониторинга качества спектра сигнала, контроля мощности и состояния регулирования мощности спутника связи, а также для распознавания и поиска помеховых сигналов, обеспечивая тем самым безопасность, надежность и устойчивость сети спутниковой связи.
- Тест на радиочастотную идентификацию (RFID)  
Можно проверить передаваемое паразитное излучение и напряженность поля радиозапросчика, девиацию частоты и занимаемую полосу частот, а также измерить время опроса и время работы системы радиочастотной идентификации.
- Тест Bluetooth  
Можно использовать для тестирования мощности, спектра мощности, модуляции передатчика и рассеянного излучения приемопередатчика системы Bluetooth.

### 2.2 Тестирование компонентов, деталей и всего прибора

Прибор можно использовать для измерения S-параметров тестируемого устройства как, амплитуды, фазы и группового времени запаздывания. Прибор отличается эффективностью, высокой способностью коррекции ошибок, что широко применяется в таких военных и гражданских областях, как компоненты, радиолокация, авиакосмическая отрасль, радиоэлектронная борьба и противодействие, связь, радио и телевидение.

Можно использовать для тестирования таких параметров, как усиление, амплитудно-частотной характеристики, полоса пропускания, вносимые потери, потери при преобразовании частоты, изоляция и искажение, таких компонентов и частей как кабель, соединительный разъем, усилитель, фильтр, миксер, аттенюатор, изолятор и ответвитель.

Можно использовать для тестирования различных приборов и оборудования для определения таких рабочих характеристик как частота, мощность, фазовый шум, паразитные, гармонические искажения и модуляционные характеристики, при исследовании, разработке, производстве и техническом обслуживании генератора сигналов.

## **Раздел 2 Меры предосторожности в обеспечении безопасности**

Внимательно прочитайте и строго соблюдайте следующие меры предосторожности для обеспечения безопасности!

Мы приложим все усилия для гарантии соответствия всех производственных процессов современным стандартам безопасности и предоставления пользователям высокой гарантии безопасности. Проектирование и тестирование нашей продукции и используемого вспомогательного оборудования соответствуют применимым стандартам безопасности, и используется система обеспечения качества для осуществления мониторинга качества продукции и обеспечения того, чтобы продукция всегда соответствовала таким стандартам. Для поддержания оборудования в хорошем состоянии и обеспечения эксплуатационной безопасности соблюдайте меры предосторожности, упомянутые в настоящем руководстве по эксплуатации. Если у вас есть какие-либо вопросы, не стесняйтесь связаться с нами.

Кроме того, правильное использование данного изделия также является предметом вашей ответственности. Данное изделие пригодно для использования в промышленных и лабораторных областях или для измерений в полевых условиях. Всегда пользуйтесь изделием правильно во избежание получения травм или повреждения имущества. Вы несете ответственность за проблемы, возникающие в результате ненадлежащего использования изделия или несоблюдения требований. При применении изделия в несоответствующих целях или ненадлежащим образом изготовитель ответственности не несет. Соблюдение требований к эксплуатации изделия, упомянутых в настоящем документе, означает необходимость следовать инструкциям по эксплуатации, представленным в документации на изделие, и соблюдать ограничения производственных операций. Оператор, эксплуатирующий изделие, должен обладать определенными профессиональными знаниями, поэтому эксплуатировать данное изделие могут только профессионалы или те лица, которые прошли тщательное обучение и обладают необходимыми навыками. Храните основные инструкции по технике безопасности и документацию на продукцию надлежащим образом и предоставляйте их конечным пользователям. Для предотвращения получения травмы или причинения имущественного ущерба, обусловленных опасными ситуациями, всегда соблюдайте инструкции по технике безопасности. Для этого внимательно прочитайте и уясните инструкции по технике безопасности, прежде чем приступить к эксплуатации данного прибора. Соблюдайте меры предосторожности для обеспечения безопасности, представленные в соответствующих разделах документа.

### **1 Безопасность прибора**

- a) Для транспортировки прибора используйте указанную упаковочную коробку, и не допускайте какого-либо падения или сильных столкновений в ходе транспортировки во избежание повреждения прибора.
- b) Для питания прибора пожалуйста используйте адаптер "переменного тока", поставляемый вместе с прибором. Ненадлежащее использование адаптера питания вызовет повреждение внутреннего аппаратного обеспечения прибора.
- c) Питание прибора должно осуществляться от стабилизированного источника питающего напряжения 220 Вольт переменного тока с использованием 3-жильного кабеля во избежание какого-либо повреждения внутреннего аппаратного обеспечения прибора из-за пикового импульса высокой мощности.
- d) Обеспечьте надлежащее заземление источника питания во избежание повреждения прибора.
- e) Во избежание повреждения прибора из-за статического электричества принимайте антистатические меры, такие как ношение антистатического браслета на запястье при работе с прибором.
- f) Не превышайте максимальный уровень входного сигнала или напряжение постоянного тока, указанные на передней панели у входного разъема прибора, во избежание повреждения прибора.
- g) Если питание прибора осуществляется от встроенного аккумулятора, пожалуйста заменяйте аккумулятор, если это необходимо, на аккумулятор такого же типа во избежание риска взрыва.

- h) Не вставляйте никакие предметы в прибор через вентиляционные отверстия в его корпусе и не допускайте попадания жидкости на корпус или внутрь его во избежание какого-либо внутреннего короткого замыкания и/или поражения электрическим током, пожара или получения травмы.
- i) Не закрывайте какие-либо отверстия в корпусе изделия, которые используется для внутренней вентиляции и предотвращения перегрева изделия. Не ставьте изделие на диван или одеяло, либо в закрытый шкаф, если он не вентилируется надлежащим образом.
- j) Не размещайте оборудование на тепловыделяющих устройствах, например, на нагревательный прибор или нагревательный вентилятор, и поддерживайте температуру окружающей среды ниже максимальной температуры, указанной в руководстве по эксплуатации.
- k) Учтите, что прибор может выделять ядовитый газ или жидкость при горении.

## 2 Меры предосторожности для обеспечения безопасности персонала

- a) Используйте соответствующую ручную тележку для перевозки прибора и упаковочной коробки с осторожностью во избежание получения травмы вследствие падения прибора.
- b) Обеспечьте надлежащее заземление источника питания во избежание травмирования персонала.
- c) Сначала выключайте питание, прежде чем приступить к протирке прибора, во избежание поражения электрическим током. Для протирания поверхности прибора используйте сухую или слегка намоченную ткань (не пытайтесь протирать внутреннюю поверхность прибора).
- d) Перед эксплуатацией изделия сначала проведите специальное обучение операторов, и соблюдайте осторожность во время эксплуатации. Для работы с прибором допускайте персонал, находящийся в нормальном здоровом и психическом состоянии, во избежание получения травм или причинения материального ущерба.
- e) Не используйте изделие с поврежденной линией питания. Регулярно проверяйте состояние линии питания. Примите соответствующие меры для обеспечения безопасности, и расположите линию питания надлежащим образом для обеспечения отсутствия повреждений в ней и для того, чтобы персонал не спотыкался и не подвергся поражению электрическим током.
- f) Не пользуйтесь прибором на открытом воздухе при плохих погодных условиях, как гроза, во избежание повреждения прибора или получения травмы.

## Раздел 3 Защита окружающей среды

### 1 Обработка упаковочных ящиков

Мы гарантируем, что упаковочные материалы изделия безвредны. Их можно сохранить для дальнейшей транспортировки или подвергнуть переработке в соответствии с местными нормативными требованиями по охране окружающей среды.

### 2 Обработка отходов

- a) Компоненты и части, замененные во время технического обслуживания и модернизации, будут переработаны компанией АО «АКМЕТРОН»; бракованный прибор нельзя выбрасывать или утилизировать по собственному усмотрению, он должен быть переработан компанией АО «АКМЕТРОН» или на аттестованных профессиональных перерабатывающих объектах.
- b) Аккумулятор, извлеченный из прибора при замене, нельзя выбрасывать по собственному усмотрению, он подлежит переработке согласно перечню химических отходов.

Упомянутые выше операции выполняются в соответствии с *Регламентом о переработке отходов электрической и электронной продукции и управлении ими и местными законами, и нормативными положениями об охране окружающей среды.*

## Раздел 4 Другие меры предосторожности

Сначала внимательно прочитайте руководство по эксплуатации перед эксплуатацией прибора и уделите внимание следующему:

- a) Поддерживайте рабочую температуру прибора в пределах  $-10^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ , и не блокируйте вентиляционные отверстия в корпусе прибора во время эксплуатации.

- b) Принимайте антистатические меры, такие как антистатический настольный коврик, браслет на руку или ногу для предотвращения повреждения прибора статическим электричеством, при этом антистатическое напряжение не должно превышать 500 В.
- c) Ничего не кладите на прибор во избежание его продавливания или повреждения.
- d) Используйте соединительные разъемы и кабели, отвечающие требованиям к измерениям, и проверяйте их сначала перед эксплуатацией.
- e) Следите за тем, чтобы мощность сигнала, подаваемая на радиочастотный вход микроволнового анализатора, была ниже максимального безопасного входного уровня для предотвращения перегорания прибора.
- f) Во время измерения следите за тем, чтобы уровень сигнала постоянного тока, подаваемый на радиочастотный вход микроволнового анализатора, был не выше номинального значения для предотвращения повреждения внутренних компонентов прибора.
- g) Пользователь должен понимать особенности тестируемого сигнала для того, чтобы правильно задавать различные параметры микроволнового анализатора.
- h) Для обеспечения оптимальных результатов измерения обязательно прогрейте прибор в течение 30 минут.
- i) Отрегулируйте аттенюатор или опорный уровень микроволнового анализатора таким образом, чтобы пиковое значение тестируемого сигнала отображалось сразу под верхней границей экрана.
- j) Пользователь может удалять только файлы, сохраненные им, и не может удалять системные файлы.
- k) При передаче файлов через USB-порт следите за тем, чтобы носитель был защищен и надежен для предотвращения повреждения микроволнового анализатора.
- l) В случае возникновения какой-либо неисправности прибора не разбирайте его. Просто отправьте его обратно на завод-изготовитель для осуществления технического обслуживания.

В руководстве по эксплуатации используются символы безопасности, показанные ниже. Ознакомьтесь с ними и их значениями и прочитайте сначала, как минимум, часть I руководства по эксплуатации, прежде чем приступить к эксплуатации, для гарантии безопасности персонала и рабочих характеристик прибора.



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

**Символ "ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ" указывает на опасность. Он напоминает пользователю об определенных процессах, на которые необходимо обратить особое внимание. Если соответствующие операции или сопутствующие правила не выполняются или не соблюдаются надлежащим образом, тогда может произойти повреждение прибора или травмирование персонала.**



**ПРИМЕЧАНИЕ:**

**"ПРИМЕЧАНИЕ" напоминает пользователям об информации, на которую необходимо обратить особое внимание. Данный символ напоминает пользователю об информации или инструкции по эксплуатации, на которые необходимо обратить внимание.**

# **Часть I Инструкции по эксплуатации**

## Глава II Инструкции для пользователя

Спасибо за использование портативного комбинированного анализатора цепей и сигналов AkmeTech AT4957D/E/F, изготовленного АО «АКМЕТРОН». Пожалуйста, внимательно прочитайте данную главу во избежание какого-либо повреждения прибора или какой-либо аварийной ситуации из-за неправильной эксплуатации. В случае возникновения какой-либо проблемы, пожалуйста, своевременно свяжитесь с нами для быстрого принятия решения.

### Раздел 1 Контроль распаковывания

Распакуйте и проверьте содержимое коробки в соответствии с инструкциями, представленными ниже; прежде чем приступить к эксплуатации, сперва прочитайте раздел 2 данной главы "Меры предосторожности при включении питания", чтобы в первую очередь выявить неполадки и избежать каких-либо несчастных случаев. В случае возникновения какой-либо проблемы незамедлительно свяжитесь с нами для быстрого принятия решения.

#### 1 Этапы контроля

- a) Проверьте, не повреждены ли упаковочная коробка и прокладочный материал.
- b) Сохраните оригинальный упаковочный материал для транспортировки в будущем.
- c) Извлеките прибор из упаковочной коробки и проверьте его на наличие какого-либо повреждения, возникшего во время транспортировки.
- d) Проверьте, соответствует ли модель прибора и предоставлены ли все принадлежности и документы вместе с прибором согласно упаковочному листу.

В случае возникновения какого-либо повреждения упаковочной коробки и демпфирующего материала в коробке сначала проверьте наличие какого-либо поврежденного предмета внутри, а затем проведите тестирование электрических рабочих характеристик прибора.

#### 2 Принадлежности и документы, необходимые в упаковочной коробке

- a) Кабель питания, 1 шт.
- b) Адаптер питания от сети переменный тока, 1 шт.
- c) Подзаряжаемый литиевый аккумулятор, 1 шт.
- d) Кабель для USB-порта, 1 шт
- e) *Краткое руководство по эксплуатации микроволнового анализатора AT4957D/E/F*, 1 шт.
- f) Компакт-диск, 1 шт.
- g) Упаковочный лист, 1 комплект.
- h) Сертификат качества, 1 шт.

В случае отсутствия какой-либо принадлежности или повреждения прибора при транспортировке проинформируйте нас об этом для быстрого ремонта или быстрой замены при возникновении необходимости. Сохраните транспортные материалы для упаковки и транспортировки в будущем. По поводу способа обращения смотрите раздел "послепродажное обслуживание микроволнового анализатора".



#### ПРИМЕЧАНИЕ:

Изделие представляет собой электронное устройство, которое указывается в национальном справочнике опасных отходов после отбраковки. Не выбрасывайте его в мусорное ведро после отбраковывания. Утилизируйте изделие согласно национальным и местным законам и регламентам. Если необходимо, свяжитесь с производителем по поводу утилизации.

### Раздел 2 Меры предосторожности перед включением питания

#### 1 Требования к источнику питания

Портативный комбинированный анализатор цепей и сигналов AkmeTech AT4957D/E/F поставляется с источником питания следующих трех типов:

- a) Питание осуществляется от сети переменного тока с использованием адаптера сети переменного тока

При подключении к источнику питания переменного тока должен использоваться кабель питания и адаптер питания переменного тока, предоставленный вместе с прибором. В адаптер подается питание 220 В / 50 Гц переменного тока. Для микроволнового анализатора предлагается использовать источник питания 220 В переменного тока со стабилизацией напряжения во избежание или для ослабления взаимных помех между несколькими единицами оборудования, обусловленных использованием общего источника питания (особенно во избежание какого-либо повреждения микроволнового анализатора из-за пиковых импульсных помех, наводимых оборудованием высокой мощности).

В представленной ниже таблице показаны требования к источнику питания для обеспечения нормальной работы адаптера:

Таблица 2-1 требования к источнику питания

Параметр источника питания	Области применения
Входное напряжение	100 В - 240 В переменного тока
Номинальный выходной ток	$\geq 1,7$ А
Рабочая частота	50 / 60 Гц
Ток/напряжение на выходе	15,0 В / 4,0 А



**ПРИМЕЧАНИЕ:** Соблюдайте содержимое на паспортной табличке адаптера питания в части рабочего напряжения и частотного диапазона!

b) Питание от источника питания постоянного тока

Напряжение: 13 В ~ 17 В (без аккумулятора), 15 В ~ 17 В (с аккумулятором)

Ток: 4 А (минимум)

c) Встроенная аккумуляторная батарея

В качестве встроенной аккумуляторной батареи используется перезаряжаемый литиевый аккумулятор, основные рабочие характеристики которого показаны ниже:

Номинальное напряжение: 10,8 В

Номинальная емкость: 7800 мАч

Длительность работы: примерно 2,5 ч

Время зарядки: примерно 6 ч



**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

Подзаряжаемый аккумулятор нельзя подвергать воздействию огневой и высокотемпературной среды, и он должен находиться в недоступном для детей месте. Если аккумулятор установлен ненадлежащим образом, может произойти взрыв. Подзаряжаемый аккумулятор можно использовать неоднократно. Поместите его в соответствующий контейнер во избежание какого-либо короткого замыкания.

## 2 Выбор кабеля питания

Портативный комбинированный анализатор цепей и сигналов AkmeTech снабжен трехжильным силовым кабелем, отвечающим международному стандарту безопасности. При подключении прибора к соответствующей розетке питания с защитным заземлением подключайте корпус прибора к земле через шнур питания. Рекомендуется использовать шнур питания, предоставленный вместе с прибором, и меняйте его на шнур питания 250 В / 10 А того же самого типа, при возникновении такой необходимости. По поводу первоначального включения питания смотрите раздел 4 данной главы "Включение и выключение анализатора".

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

**Плохое или неправильное заземление может повредить анализатор AT4957 или даже привести к травмированию персонала. Сначала удостоверьтесь в том, что анализатор надежно заземлен через шнур питания, прежде чем включить его питание и запустить его.**

**Сначала обеспечьте нормальное напряжение питания, прежде чем включить питание и запустить анализатор!**

**3 Электростатическая защита**

Электростатическую защиту всегда можно игнорировать. Разряд статического электричества, накопленного в человеческом теле, может повредить чувствительные компоненты цепи внутри прибора, что резко снизит надежность прибора. Даже незаметный крошечный разряд статического электричества может необратимо повредить прибор. Поэтому, при каждой возможности следует принимать следующие меры электростатической защиты в максимально возможной степени:

- a) Проводите тест на рабочем месте с использованием заземления и токопроводящего настольного коврика.
- b) При прикосновении к устройствам и принадлежностям и при проведении тестирования носите антистатический запястный браслет, и подсоединяйте браслет к токопроводящему настольному коврику.
- c) Носите антистатический запястный браслет при работе в зонах с проводящим грунтом, даже когда проводимость такого грунта является неопределенной (сомнительной).
- d) Заземлите себя один раз, удерживая заземленный тестовый порт прибора или оболочку соединительного разъема тестового кабеля при очистке/проверке тестовых портов на наличие устройств и приборов, чувствительных к электростатическому разряду, или токопроводящего соединения.
- e) Сначала заземлите центральную жилу кабеля перед подключением кабеля к тестовому порту прибора или к устройствам, чувствительным к электростатическому разряду, с помощью следующих средств: подключите устройство для короткого замыкания к одному концу кабеля для осуществления короткого замыкания между кабелем и центральной жилой, либо плотно возьмитесь за оболочку соединительного разъема кабеля, подключите другой конец кабеля, а затем снимите устройство для короткого замыкания, нося при этом антистатический запястный браслет.

**Раздел 3 Инструкция по работе аккумулятора****1 Установка и замена аккумулятора**

Портативный комбинированный анализатор цепей и сигналов AT4957D/E/F снабжен подзаряжаемым литиевым аккумулятором высокой емкости с временем работы до 2-х часов. Для проведения длительных полевых испытаний пользователи могут приобрести резервные аккумуляторы во избежание какого-либо прерывания испытания из-за недостаточной емкости аккумулятора. Извлеките аккумулятор из аккумуляторного отсека в случае транспортировки или долговременного хранения с тем, чтобы гарантировать срок службы аккумулятора.

Этапы установки аккумулятора следующие:

Откройте крышку аккумуляторного отсека, поместите аккумулятор в аккумуляторный отсек, вдавите аккумулятор, а затем закройте крышку аккумуляторного отсека.

**2 Зарядка аккумулятора**

Портативный комбинированный анализатор цепей и сигналов AT4957D/E/F снабжен подзаряжаемым литиевым аккумулятором с этапами зарядки, показанными ниже:

- a) Отключите микроволновый анализатор и поместите аккумулятор в аккумуляторный отсек.
- b) Подключите выходной соединительный разъем адаптера к порту ввода питания микроволнового анализатора.
- c) Подключите соединительный разъем адаптера к источнику питания 220 В переменного тока посредством шнура питания. В это время индикатор питания на передней панели микроволнового анализатора мерцает желтым цветом, и аккумулятор зарядится быстро. После зарядки индикатор обычно горит, и зарядное устройство будет автоматически отключено для защиты аккумулятора.

Когда анализатор выключен или запущен, в него установлен аккумулятор, и он соединен с адаптером с недостаточным питанием, система будет контролировать зарядное устройство для автоматической зарядки аккумулятора до его полной зарядки.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

**Аккумулятор должен заряжаться зарядным устройством, соответствующим микроволновому анализатору или от аккумулятора, при непрерывной зарядке не дольше 24 часов!**

### 3 Срок службы аккумулятора

Аккумулятор во время работы накапливает и теряет электроэнергию, и его емкость снизится до 80% от ее исходного уровня после непрерывной работы в течение 12 месяцев. Количество циклов зарядки и разрядки аккумулятора может составлять до 300-500, но в конечном итоге он утратит свою емкость. Аккумулятор должен быть заменен, если время его работы значительно меньше нормального времени при полной емкости.

### 4 Техническое обслуживание аккумулятора

Извлеките аккумулятор и храните его отдельно, если он не будет использоваться в течение длительного времени, выполняйте разрядку и зарядку аккумулятора один раз в 3 месяца, и следите за тем, чтобы емкость аккумулятора составляла 60%~70% от полной емкости для гарантии срока службы аккумулятора. Если емкость аккумулятора может быть израсходована до его повторной зарядки, то его можно использовать более длительное время с хорошей производительностью.

### 5 Другая информация об аккумуляторе

- a) Отключайте адаптер от источника питания, когда он не используется.
- b) Выполняйте зарядку аккумулятора с использованием указанного или сертифицированного зарядного устройства при времени зарядки не более 24 часов для обеспечения нормального срока службы аккумулятора.
- c) Аккумулятор с полной емкостью будет автоматически разряжаться, если он не будет использоваться в течение длительного времени. Емкость и срок службы аккумулятора сокращаются, если аккумулятора хранится в месте со слишком низкой или слишком высокой температурой. Аккумулятор быстро разряжается при высокой температуре снаружи.
- d) Частая (регулярная) разрядка может улучшить рабочие характеристики аккумулятора и продлить срок его службы.
- e) Не наматывайте провода на обоих концах аккумулятора.
- f) Прекращайте использование аккумулятора в случае возникновения какого-либо запаха, изменения цвета, деформации или иной ненормальности во время использования, зарядки и хранения аккумулятора.
- g) Никогда не допускайте короткого замыкания полярности аккумулятора или попадания на аккумулятор влаги во избежание какой-либо опасности.
- h) Не роняйте аккумулятор, не разрезайте его и не пытайтесь его разобрать.
- i) Никогда не используйте поврежденное или неподходящее зарядное устройство для зарядки аккумулятора.
- j) Всегда используйте аккумулятор по назначению.
- k) Выполняйте переработку или надлежащую утилизацию аккумулятора, и не выбрасывайте его на мусорную свалку.
- l) Не бросайте аккумулятор в огонь.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

**Аккумулятор, извлеченный из прибора при замене, нельзя выбрасывать по собственному усмотрению, он подлежит переработке согласно перечню химических отходов.**

## Раздел 4 Включение и выключение анализатора

Подключите 3-жильный шнур питания к адаптеру питания, поставляемому вместе с микроволновым анализатором в упаковочной коробке. Применяемый диапазон напряжения обозначен на паспортной табличке адаптера, напоминая пользователям об использовании напряжения в соответствии с требованиями. Подключите штекер адаптера питания к разъему питания прибора, а кабель питания к розетке сети питания (индикатор питания на передней панели загорится желтым цветом). Не подключайте какое-либо оборудование к микроволновому анализатору перед его запуском. Если подтверждается, что все в порядке, тогда включите микроволновый анализатор нажатием желтой кнопки на левой нижней части передней панели прибора, и в это время индикатор питания на передней панели загорится зеленым цветом.



### ПРИМЕЧАНИЕ:

Для подачи питания в анализатор используйте адаптер питания, предоставленный вместе с микроволновым анализатором, или встроенный аккумулятор, и обеспечьте надлежащее заземление источника питания. В противном случае, его нельзя использовать.



### ПРИМЕЧАНИЕ:

Клавиши, обозначенные в руководстве по эксплуатации символом [ ], представляют собой аппаратные клавиши, а именно: клавиши на передней панели, например, [Freq] (Частота). Программное меню, соответствующее программным клавишам, обозначены символом [ ], например, [Start Freq] (Начальная частота).

### 1 Включение анализатора

- a) Подключите микроволновый анализатор к источнику питания переменного тока посредством 3-жильного шнура питания или убедитесь в том, что прибор снабжен аккумулятором с емкостью более 10%.
- b) Нажмите желтую кнопку [  ] вкл/выкл питания в нижнем левом углу передней панели примерно на 3 секунды, и отпустите ее после того, как услышите “звуковой сигнал” от зуммера. В это время индикатор питания горит зеленым цветом, и прибор отображает загрузочный экран.
- c) Запуск системы прибора займет примерно 15 секунд. Прибор запустит главную измерительную программу после выполнения серии программ самопроверки. Сначала предварительно прогрейте прибор в течение 15 минут перед выполнением измерений, чтобы обеспечить указанные рабочие характеристики прибора.

### 2 Выключение анализатора

Нажмите желтую кнопку [  ] вкл/выкл питания в нижнем левом углу передней панели примерно на 3 секунды, микроволновый анализатор автоматически выйдет из прикладной программы измерений и выключится питание.

## Раздел 5 Стандартное техническое обслуживание

### 1 Очистка передней панели микроволнового анализатора

После эксплуатации в течение некоторого времени выполните представленные ниже шаги для очистки передней панели микроволнового анализатора.

- a) Отключите микроволновый анализатор и выньте шнур питания.
- b) Окуните кусок чистой и мягкой хлопчатой ткани в специальное средство для очистки прибора (этиловый спирт запрещен) и затем осторожно протрите переднюю панель.
- c) Протрите ее куском чистой мягкой хлопчатой ткани.
- d) Подключите шнуру питания после высыхания специального средства для очистки.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

На поверхности дисплея имеется антистатическое покрытие. Не используйте средства для очистки с содержанием фторида, кислоты и щелочи. Не распыляйте средство для очистки непосредственно на панель, в противном случае, оно может проникнуть в прибор и повредить его.

**2 Очистка и проверка соединения микроволнового анализатора**

Регулярно очищайте тестовый порт прибора или принадлежности. Протирайте внутреннюю и внешнюю поверхности соединения куском мягкой хлопчатой ткани или тампоном, смоченным в абсолютном этиловом спирте. Проверяйте центральную жилу и соединение на наличие какой-либо поломки или какого-либо повреждения. После длительного использования может произойти истирание соединения. Если определить рабочие характеристики соединения невозможно, тогда можно воспользоваться измерителем, чтобы измерить его механическую прочность и подтвердить, что оно находится в нормальном состоянии. Проверяйте тестовый кабель, чтобы убедиться в том, что он имеет гладкий внешний вид и на нем нет следов изгибания, царапин, изломов и трещин.

**3 Регулярная калибровка**

Рекомендуется ежегодно возвращать прибор производителю для осуществления калибровки и технического обслуживания с тем, чтобы обеспечить рабочие характеристики, а также точность и согласованность измерений прибора.

## Глава III Основные инструкции по быстрому пуску

В данной главе представлены основные инструкции по быстрому пуску комбинированного анализатора AT4957D/E/F, которые помогут пользователям быстро понять основной принцип работы прибора.

### Раздел 1 Правильное использование соединительных разъемов

При проведении различных испытаний с использованием микроволнового анализатора предполагается использование разъемов, поэтому необходимо уделять внимание следующим мерам предосторожности в части работы соединительного разъема.

#### 1 Проверка соединительного разъема

При проведении контроля соединительного разъема следует носить антистатический браслет. Рекомендуется тщательно проверять следующие элементы:

- изношена ли гальванически покрытая поверхность или нет, и имеются ли глубокие царапины;
- не деформирована ли резьба;
- имеются ли металлические частицы на витках резьбы и на стыковочной плоскости соединительного разъема;
- Не погнут ли или не сломан ли внутренний проводник;
- Правильно ли вращается винтовая гильза соединительного разъема.



#### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Любой поврежденный соединительный разъем может повредить исправный соединительный разъем, подключенный к нему, даже при осуществлении соединения в первый раз. Для того чтобы защитить каждый интерфейс самого микроволнового анализатора, соединительный разъем необходимо проверять перед его эксплуатацией.

#### 2 Метод подключения

Перед подключением соединительные разъемы следует осмотреть и очистить для обеспечения чистоты и исправности. Перед подключением следует надевать антистатический браслет. Подходящие метод подключения и шаги, следующие:

- Как показано на рисунке 3-1, совместите оси двух сопрягающихся устройств так, чтобы центральный проводник одного соединительного разъема входил в гнездо другого соединительного разъема.



Рисунок 3-1 Оси сопряженных устройств по прямой линии

- Как показано на рисунке 3-2, удерживайте соединительные разъемы напротив друг к друга так, чтобы их можно было плавно соединить. Поворачивайте гайку соединительного разъема (заметьте, не поворачивая сам соединительный разъем) до тех пор, пока она не будет затянута, и при этом не должно быть относительного вращательного движения между соединительными разъемами во время соединения.

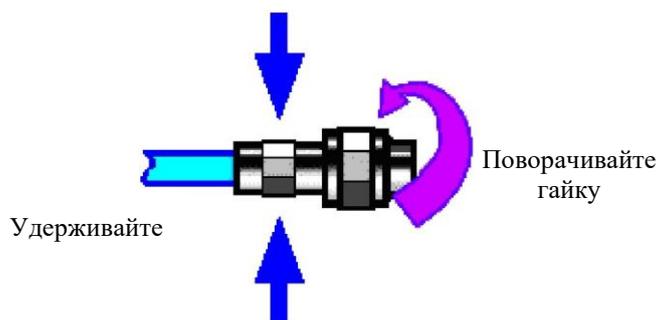


Рисунок 3-2 Метод соединения

- с) Как показано на рисунке 3-3, затяните разъемы тарированным ключом, чтобы завершить выполнение соединения. Обратите внимание на то, что момент затяжки не должен превышать первоначальной точки складывания. Используйте вспомогательный ключ для предотвращения вращения разъема.

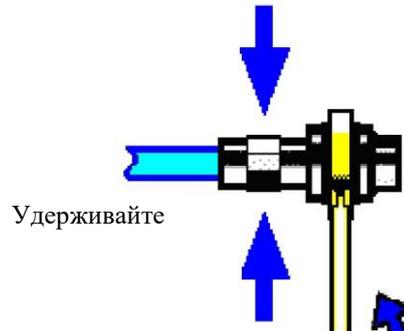


Рисунок 3-3 Завершение соединения с помощью тарированного ключа

### 3 Метод отсоединения

- Удерживайте разъемы для предотвращения их перекручивания, тряски или сгибания;
- Можно использовать рожковый гаечный ключ для предотвращения вращения корпуса разъема;
- Ослабьте гайку соединительного разъема с помощью другого гаечного ключа;
- Вращайте гайку соединительного разъема рукой, чтобы завершить отсоединение;
- Аккуратно потяните два разъема в стороны.

### 4. Использование тарированного ключа

Схема использования тарированного ключа показана на рисунке 3-4. При его использовании следует уделить внимание следующим моментам:

- Перед использованием убедитесь в том, что крутящий момент тарированного ключа настроен правильно;
- Убедитесь в том, что угол между тарированным ключом и другим ключом (используемым для поддержки соединительного разъема или кабеля) составляет в пределах  $90^\circ$ , прежде чем приложить усилие;
- Осторожно возьмитесь за конец рукоятки тарированного ключа и приложите усилие в направлении, перпендикулярном рукоятке, до достижения момента складывания ключа.



Прекратите прикладывать усилия, когда ручка изогнута

Рисунок 3-4. Использование тарированного ключа

## Раздел 2 Передняя панель

Внешний вид передней панели микроволнового анализатора AT4957D/E/F показан на рисунке 3-5:



Рис. 3-5 Передняя панель микроволнового анализатора AT4957D/E/F

### 1 Описание клавиш

#### а) Область функциональных клавиш

Она используется для изменения настроек параметров измерений и представлена шестью клавишами.

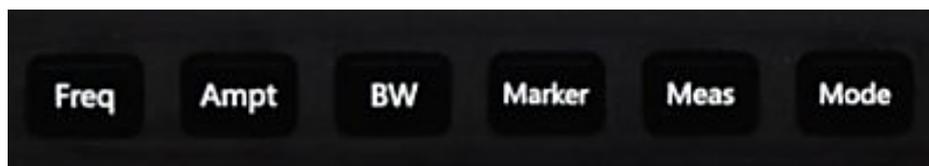


Рис. 3-6 Клавиши настройки параметров

#### 1) [Freq]

- Настраивайте центральную частоту, начальную/конечную частоту, размах и шаг частоты для измерения в режимах измерения антенны, векторного анализатора цепей, спектрального анализатора и мониторинга мощности.
- Настраивайте центральную частоту в режиме USB-измерителя мощности и в режиме измерения векторного напряжения.

#### 2) [Ampt]

- Настраивайте такие параметры, как авто шкала, опорный уровень, опорное положение, шкала и выходная мощность в режимах тестирования антенны и векторного анализатора цепей.
- Настраивайте такие параметры амплитуды для отображения результата измерения, как опорный уровень, величину ослабления (аттенюатор), шкалу дисплея, единицы измерения и предварительное усиление в режиме анализатора спектра.

- Настраивайте такие параметры, как опорное значение, соотношение, мин. и макс. уровни, относительные измерения состояние вкл/выкл и смещение в режиме мониторинга мощности и режиме USB-измерителя мощности. Настраивайте состояние вкл/выкл предварительного усилителя в режиме мониторинга мощности.

## 3) [BW]

- Настраивайте параметров развертки: усреднение, сглаживание и полоса пропускания промежуточной частоты в режиме тестирования антенн и в режиме векторного анализатора сетей.
- Настраивайте такие параметры, как полоса разрешения (RBW), полоса видеофильтра (VBW), тип детектора и усреднение в режиме анализатора спектра.
- Настраивайте такие параметры, как усреднение в режиме мониторинга мощности.
- Настраивайте параметр усреднения в режиме USB-измерителя мощности.

## 4) [Marker]

- Функциональное меню, относящиеся к маркеру в режиме тестирования антенны или в режиме векторного анализатора цепей, включая такие настройки, как переключение маркера, включение и выключение маркера, поиск пика маркера, дельта-маркер и функция маркера.
- Откройте меню, относящееся к маркеру в режиме спектрального анализатора, включая такие настройки, как переключение маркера, включение и выключение маркера, поиск пика маркера, дельта-маркер, маркер счетчика и шума.

## 5) [Meas]

- Выбирайте формат данных измерений в режиме тестирования антенн, включая коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН)(VSWR), обратные потери, импеданс, потери в кабеле, расстояние до места неоднородности КСВН и расстояние до места неоднородности обратных потерь.
- Выбирайте необходимые параметры измерения S-параметров, формат данных и временную область в режиме векторного анализатора цепей.
- Выбирайте различные функции измерений, в том числе измерение напряженности поля, мощность в канале, занимаемую полосу частот (OBW), AM/FM модуляцию и мощность в соседнем канале, и настраивайте выходную мощность источника сигнала в режиме анализатора спектра.
- Настраивайте такие параметры, как тип измерения, выбор порта, формат измерения, вкл/выкл относительных измерений и выходную мощность в режиме измерения векторного напряжения.

## 6) [Mode]

- Выбирайте режим работы микроволнового анализатора, в том числе тестирование антенны, векторный анализатор цепей, анализатор спектра, мониторинг мощности, USB-измеритель мощности и измерение векторного напряжения (векторный вольтметр).

## b)



Клавиша питания

При нажатии клавиши включение или выключение прибора произойдет в течение 3 секунд.

Индикатор клавиши питания представляет собой индикатор рабочего состояния прибора, указывающий на тип источника питания и рабочее состояние прибора, при этом цвет индикатора и соответствующее рабочее состояние прибора показаны ниже:

- 1) Индикатор постоянно горит желтым цветом, если: прибор подключен к внешнему источнику питания, не снабжен аккумулятором, снабжен аккумулятором с емкостью 100%, и находится в выключенном состоянии.
- 2) Индикатор постоянно горит зеленым цветом, если прибор подключен к внешнему источнику питания, не снабжен аккумулятором, снабжен аккумулятором с емкостью 100%, и находится во включенном состоянии.
- 3) Если прибор подключен к внешнему источнику питания, снабжен аккумулятором с емкостью менее 100%, и находится в выключенном состоянии, тогда индикатор мерцает

желтым цветом, указывая на то, что он в настоящий момент заряжает аккумулятор. По достижении полного заряда аккумулятора, прибор прекращает зарядку, и индикатор переключается на желтый цвет и горит постоянно.

- 4) Если прибор подключен к внешнему источнику питания, снабжен аккумулятором с емкостью менее 100% и находится во включенном состоянии, тогда индикатор мерцает зеленым цветом, указывая на то, что он в настоящий момент времени заряжает аккумулятор, по достижении полного заряда прибор прекращает зарядку, и индикатор переключается на зеленый цвет и горит постоянно.
- 5) Индикатор выключен, если прибор не подключен к внешнему источнику питания, снабжен аккумулятором, и находится в выключенном состоянии.
- 6) Индикатор постоянно горит зеленым цветом, если прибор не подключен к внешнему источнику питания, не снабжен аккумулятором, и находится во включенном состоянии.

c) Громкоговоритель (динамик)

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F снабжен громкоговорителем. На изображении показано место расположения громкоговорителя, и отверстие под громкоговоритель необходимо содержать в чистоте с тем, чтобы гарантировать звуковой эффект.

d) Ролик (поворотная ручка)

Используется для перемещения курсора и изменения текущих значений параметров. Он используется для точной настройки, способен регулировать параметр до получения желательного значения.

e) Клавиши 

Указывают направление вверх и вниз для управления шагом или выбора текущих опций по направлению вверх или вниз (в дальнейшем будут обозначаться как [↑] и [↓]).

f) Клавиши  , [Esc] и [Enter]

 представляет собой клавишу "Backspace" для удаления цифры или знака слева, введенного последний раз (в дальнейшем будет обозначаться как [←]).

[Esc] Используется для игнорирования настройки и ввода в диалоговом окне или для закрытия диалогового окна.

[Enter] Используется для подтверждения настройки и введенного значения в диалоговом окне и для закрытия диалогового окна.

g) Область клавиш ввода цифр (знаков)

Используется для ввода конкретного значения, быстрого переключения с одного значения на другое, а также для изменения настройки измерения.

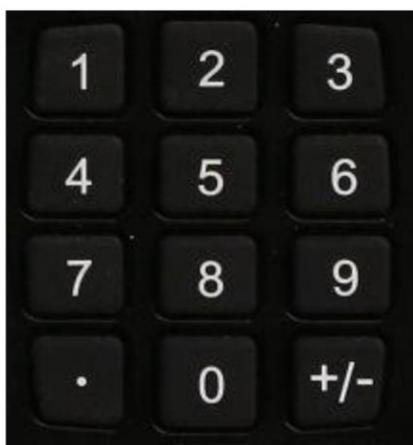


Рисунок 3-7 Числовые клавиши

[•] клавиша десятичной запятой

Она используется для ввода десятичной запятой при вводе десятичного значения с десятичным разрядом.

[+/-] Положительный знак / отрицательный знак

Она используется для того, чтобы сначала включить ввод положительного/отрицательного значения, прежде чем ввести значение.

Она используется для ввода значений таких параметров, как частота, амплитуда и маркер, и для завершения ввода нажимайте соответствующую клавишу единицы измерения или клавишу [Enter].

h) [Preset]

Она используется для сброса настроек системы, перезапуска системы, возобновления или восстановления. Для сброса настроек системы просто нажмите клавишу, а затем отпустите ее.

## 2 Тестовый порт



Рисунок 3-8 Тестовый порт

Портативный комбинированный анализатор цепей и сигналов AT4957D/E/F снабжен 5-ю главными тестовыми портами в верхней части корпуса, а именно: измерительными портами 1 и 2 для режима векторного анализа цепей, портом ввода/вывода опорного сигнала с частотой 10 МГц, портом GPS, а также входным портом для режима анализатора спектра.

а) Порты для режима векторного анализа цепей

Два тестовых порта используются в режиме векторного анализатора цепей микроволнового анализатора, представляют собой порты с импедансом 50 Ом и типом разъемов, в зависимости от модели прибора: N-розетка (female) или типами 3,5 мм / 2,4 мм вилка (male), которые имеют обозначения “Port 1” и “Port 2” соответственно, и могут переключаться между РЧ источником и приемником, для измерения тестируемого устройства в обоих направлениях.

б) Порт ввода/вывода опорного сигнала с частотой 10 МГц

Данный порт микроволнового анализатора AT4957D/E/F с обозначением “10 MHz In/Out”, импедансом 50 Ом и разъемом типа BNC-розетка, может принимать внешний синусоидальный сигнал с частотой 10 МГц в качестве опорного сигнала синхронизации по фазе, входной сигнал должен отвечать требованиям 10 МГц  $\pm$  100 Гц по частоте и 0 дБм по амплитуде (предельное значение: -20 дБм ~ +10 дБм); он также может выводить синусоидальный сигнал с частотой 10 МГц в качестве сигнала опорной частоты для внешнего оборудования.

с) Порт GPS

Данный порт с разъемом типа BNC-розетка используется для подключения GPS-антенны, для предоставляемой модулем встроенной функции GPS.

д) Порт синхронизации (запуск/триггер)

Данный порт с обозначением “Trig In” и разъемом типа 3,5 мм розетка (female) используется для подключения внешнего запускающего сигнала.

е) Входной порт для режима анализатора спектра.

Данный порт микроволнового анализатора AT4957D/E/F с обозначением “SA RF In”, импедансом 50 Ом и типом разъема, в зависимости от модели прибора: N-розетка (female) или типами 3,5 мм / 2,4 мм вилка (male), используется для ввода сигнала, который предполагается протестировать, в режиме анализатора спектра.

**ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:**

Предельный уровень повреждения порта микроволнового анализатора АТ4957D/E/F составляет +27 дБм РЧ мощности или входной уровень постоянного тока 16 В. В противном случае, прибор может быть поврежден.

### 3 Питание и коммуникационные порты

Разъем питания и коммуникационные порты расположены в верхней левой части корпуса портативного анализатора АТ4957D/E/F, в их числе - порт внешнего питания, USB-порты, сетевой порт, порт для SD-карты и порт для наушников, показаны на рис. 3-9.

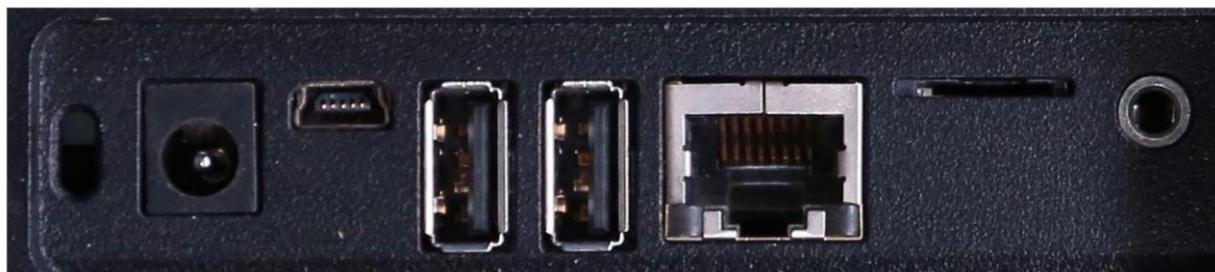


Рисунок 3-9 Панель портов

- Разъем для питания  
Он используется для ввода внешнего питания постоянного тока. Подает питание на микроволновый анализатор с адаптера питания переменного тока или от внешнего источника питания постоянного тока. Внутренний проводник порта подачи внешнего питания представляет собой положительный полюс, тогда как внешний проводник заземлен.
- Разъем mini-USB  
Микроволновый анализатор АТ4957D/E/F снабжен mini-USB разъемом (с 5-ю встроенными контактами) для соединения, например, с внешним компьютером. Особенности порта следующие:
  - Контакт 1: Источник питания USB
  - Контакт 2: Данные -
  - Контакт 3: Данные +
  - Контакт 4: Идентификатор подключения для обнаружения
  - Контакт 5: Заземление

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Сначала необходимо установить драйвер устройства, прежде чем подключить микроволновый анализатор к персональному компьютеру через USB в первый раз.

- USB-разъемы типа А  
Портативный комбинированный анализатор цепей и сигналов АТ4957D/E/F снабжен двумя соединительными USB-разъемами типа А (4 встроенных контакта, снабженные контактом 1 слева) для соединения с подчиненным устройством, например, с устройством хранения USB, мышью и клавиатурой. Особенности порта следующие:
  - Контакт 1: Напряжение на общем катоде, 4,75 В ~ 5,25 В, макс. выходной ток 500 мА
  - Контакт 2: Данные -
  - Контакт 3: Данные +
  - Контакт 4: Заземление

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Примите меры для предотвращения вируса при подключении к устройству хранения USB.

- Разъем LAN (локальная вычислительная сеть)

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F снабжен стандартным соединительным разъемом RJ-45 и Ethernet 0/100 Мбит/сек, который имеет стандартную 8-штырьковую конструкцию для автоматического выбора между двумя скоростями передачи данных. Он используется для подключения к локальной сети или осуществления дистанционного управления прибором. Способ настройки подключения к локальной сети смотрите в инструкциях, упомянутых ниже.

- Порт для SD-карты

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F снабжен портом для карты Micro SD для сохранения данных измерений на вставленную SD-карту.

- Разъем для наушников

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F снабжен стандартным 3,5 мм / 3-линейным портом для наушников для вывода звука, модулированного посредством частотной модуляции (FM)/ амплитудной модуляции (AM) / однополюсной модуляции с подавленной несущей (SSB). Если к разъему не подключены наушники, тогда звук выводится через громкоговоритель (динамик) микроволнового анализатора; при подключении наушников к разъему вывод звука автоматически переключается с громкоговорителя на наушники.

#### 4 Описание интерфейса дисплея

Типичное изображение на экране в режиме анализатора спектра показан на рис. 3-10, и кривая (трасса/график) шума - высокая или низкая в соответствии с разделением диапазона на основе спектра.

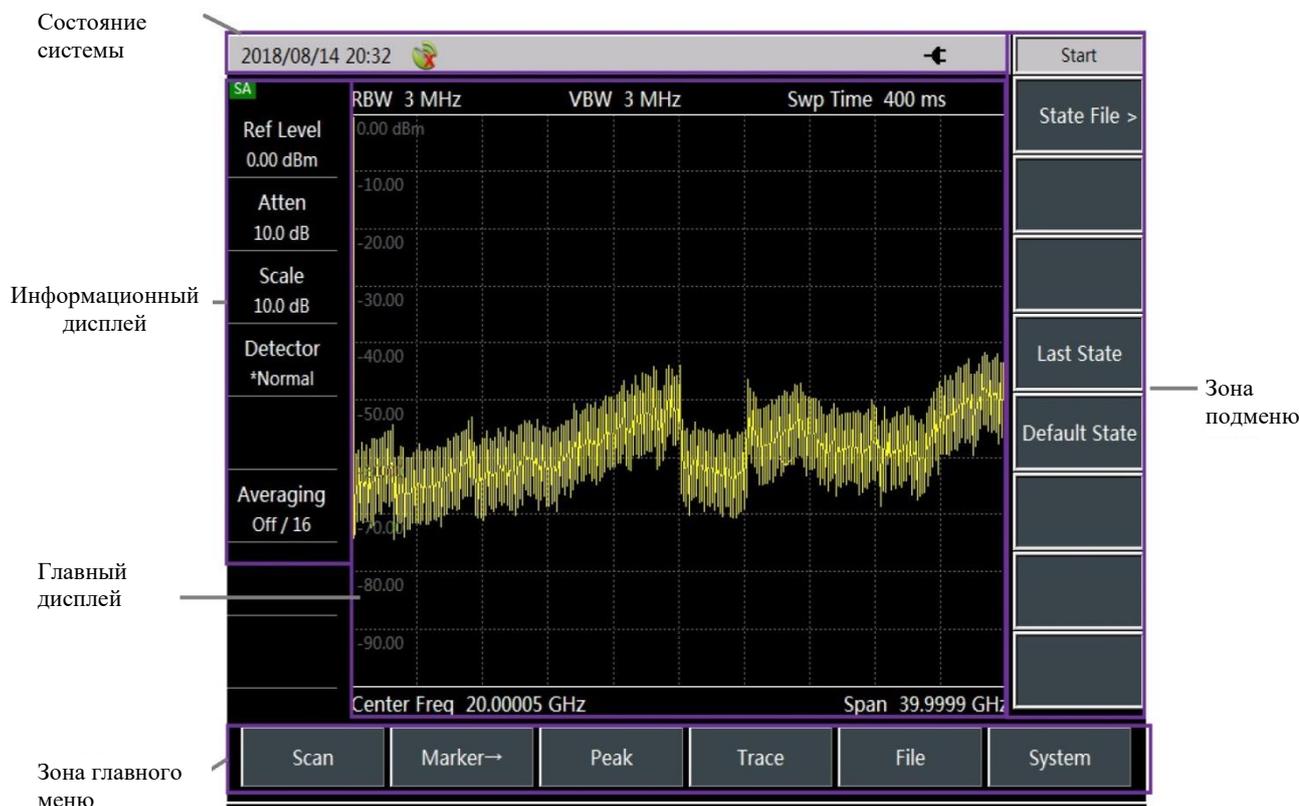


Рис. 3-10 Зона экранного дисплея в режиме анализа спектра

В информационной зоне дисплея микроволнового анализатора AT4957D/E/F отображаются различные настройки для текущего измерения и состояния прибора, которые могут быть разделены на 5 зон согласно положению на экране, а именно: на левую зону информационного дисплея, зону главного дисплея, зону подменю, строку состояния системы и зону главного меню.

- Информационная зона дисплея слева

Зона расположена в левой части экрана для отображения такой информации в режиме векторного анализатора цепей, как начальная частота, конечная частота, время развертки, точки развертки и полоса пропускания промежуточной частоты для текущего измерения, такой информации в режиме анализатора спектра, как опорный уровень, затухание, шкала и тип обнаружения для текущего измерения, такой информации в режиме тестирования антенны, как начальная частота, конечная

частота, время развертки, точки развертки и полоса пропускания промежуточной частоты для текущего измерения, такой информации в режиме мониторинга мощности, как начальная частота, конечная частота, смещение и относительное измерение, такой информации в режиме измерения векторного напряжения, как тип измерения тока (по умолчанию методом отражения), порт измерения (по умолчанию порт1) и формат измерения (по умолчанию дБ), а также такой информации в режиме USB-измерителя мощности, как калибровка нуля, частота, смещение и относительное измерение, все они могут быть настроены с соответствующими параметрами щелчком мыши. Отображаемое содержимое варьирует в зависимости от режима измерения.

- Зона главного дисплея

В зоне главного дисплея отображаются результаты измерений. Трасса/кривая/график отображается в координатной сетке в режимах векторного анализатора цепей и тестирования антенны. Значения шкалы и информация о метках отображаются в левой и правой верхней частях сетки, соответственно. Параметры измерения отображаются в верхней части сетки, и начальная/конечная частоты отображаются в нижней части.

Трасса/кривая/график отображается в координатной сетке в режиме анализатора спектра. Значения шкалы и информация о метках отображаются в левой и правой верхней частях сетки, соответственно. Такая информация, как полоса пропускания разрешения, полоса пропускания видеосигнала и время развертки отображается в верхней части сетки, а центральная частота и размах отображаются в нижней части. В режиме мониторинга мощности измеренные показания мощности отображаются в двух режимах отображения, а именно: аналоговый (стрелочный) и цифровой. Центральная частота отображается в нижней части сетки. В режиме измерения векторного напряжения в ней отображается такая информация, как частота текущей точки частоты, состояние вкл/выкл калибровки, амплитуда и фаза измерения. В режиме USB-измерителя мощности измеренные показания мощности отображаются в двух режимах отображения, а именно: аналоговый (стрелочный) и цифровой. Центральная частота отображается в нижней части сетки. Отображаемое содержимое варьирует в зависимости от режима измерения.

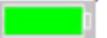
- Зона подменю

Она используется для отображения подменю различных уровней. Функциональные аппаратные клавиши на передней панели и клавиши главного меню в нижней части зоны дисплея полностью соответствуют подменю первого уровня, при этом некоторые клавиши подменю соответствуют подменю второго уровня. Выполните соответствующие настройки прибора с помощью подменю.

- Строка состояния системы

Она находится в верхней части экрана для последовательного отображения слева направо такой информации, как системная дата, время, текущий режим измерения, текущий тип источника питания и емкость аккумулятора.

Показываемые обозначения типа источника питания и состояния аккумулятора варьируют в зависимости от наличия внешнего источника питания или емкости аккумулятора. Обозначения, соответствующие различным состояниям источника питания, показаны ниже:

- Если микроволновый анализатор не снабжен аккумулятором и при этом используется внешний источник питания, тогда отображается .
- Если микроволновый анализатор снабжен аккумулятором с полной емкостью (100%) и при этом либо имеется подключение к внешнему источнику питания, либо его нет, тогда отображается  или , соответственно. Другими словами, в белом поле имеются 1-5 зеленых делений, при этом на каждое деление приходится 20% емкости. Если микроволновый анализатор не подключен к внешнему адаптеру при емкости аккумулятора менее 100%, тогда отображается обозначение менее 5 делений, например, . Деления будут постепенно убывать по мере уменьшения емкости аккумулятора во время эксплуатации.
- Если микроволновый анализатор снабжен аккумулятором и подключен к внешнему адаптеру питания при емкости аккумулятора менее 100% и осуществлении зарядки аккумулятора, тогда отображается , другими словами, количество зеленых делений циклически меняется с 1 до 5 и поддерживается на уровне 5 после полного заряда.
- Если микроволновый анализатор не подключен к внешнему источнику питания при емкости аккумулятора менее 10%, и аккумулятор находится в состоянии малого заряда, отображается , другими словами, в белом поле имеется красное деление. В данном случае,

своевременно зарядите аккумулятор. Когда емкость составляет менее 10%, микроволновый анализатор может проработать в течение еще 10 минут. Пожалуйста, своевременно сохраняйте результаты измерений, поскольку прибор выключится автоматически после того, как мощность будет израсходована.

- Зона главного меню

Функциональные аппаратные клавиши в зоне главного меню и на передней панели находятся на одном уровне. Для конкретного режима измерения главное меню обычно состоит из набора уникальных клавиш меню для дополнения функциональных аппаратных клавиш.

### Раздел 3 Настройка системы

В разделе отражены связанные с системой настройки в различных режимах микроволнового анализатора AT4957D/E/F.

#### 1 Просмотр серийного номера и версии системного ПО

Каждый микроволновый анализатор AT4957D/E/F снабжен информацией об уникальном и фиксированном серийном номере и о версии внутреннего программного обеспечения, которая задается производителем при поставке, не может быть изменена пользователем и может быть просмотрена следующими этапами:

- Щелкните [System]→[Info], чтобы вывести окно серийного номера прибора с отображением такой информации, как модель прибора, серийный номер, установленные приложения и номер версии системного ПО.
- Щелкните [OK], чтобы закрыть окно.

#### 2 Самотестирование

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F снабжен функцией самотестирования, которая может тестировать рабочее состояние и температуру внутренней среды каждого компонента в микроволновом анализаторе и предоставлять тестовую информацию после активации программы самопроверки.

Чтобы провести самотестирование, выполните следующие этапы:

- Нажмите [System] → [Self Test], чтобы включить программу самотестирования. После выполнения процедуры появится окно результатов тестирования;
- Щелкните [OK], чтобы закрыть окно результатов самотестирования.

#### 3 Установка режима сна

Портативный анализатор AT4957D/E/F снабжен режимом энергосбережения (в том числе режимом автосна и режимом автоотключения) для продления срока службы при питании от аккумулятора. Если в установленное время сна при включенном режиме автосна не будут выполняться какие-либо операции, например, такие операции, как закрытие светодиодного дисплея и отключение питания внутренних модулей, тогда микроволновый анализатор перейдет в состояние сна. Для вывода микроволнового анализатора из режима сна и переключения в нормальный рабочий режим нажмите любую клавишу. Прибор выдаст запрос обратного отсчета за 30 секунд до входа в состояние сна, и любая операция пользователя отменит такой процесс входа в состояние сна. Диапазон времени автосна составляет 1-600 минут.

- Нажмите клавишу [System] → [Power Saver], которая выключена в режиме сна.
- Щелкните по [Sleep Off], чтобы настроить режим сна.
- Введите время сна, задаваемое с помощью цифровых клавиш или поворотной ручкой, и нажмите единицу времени для подтверждения.

#### 4 Установка автоотключения

При включении режима автоотключения прибор начинает отсчет времени и автоматически отключается по достижении времени, заданного для автоотключения. Прибор выдаст запрос обратного отсчета за 10 секунд до входа в состояние автоотключения, и пользователь отменяет такой процесс автоотключения согласно запросу. Диапазон времени автоотключения составляет 15-1,200 минут.

- Нажмите [System] → [Power Saver] для входа в меню настройки. Функция автоотключения выключена по умолчанию.

- b) Нажмите программную клавишу для переключения на [Shut Down Off], и включите режим автоотключения, чтобы показать текущее время отключения.
- c) Введите время отключения, задаваемое с помощью цифровых клавиш, и нажмите единицу времени для подтверждения.

## 5 Режим отображения и регулировка яркости

Микроволновый анализатор снабжен тремя режимами экранного отображения для облегчения измерений пользователем в различных условиях, а именно: режимами "на открытом воздухе", "ночь", и "нормальный". Пользователи также могут регулировать яркость экрана с использованием пяти уровней ручной регулировки яркости по мере возникновения необходимости.

- a) Нажмите [System]→[Display] для входа в режим отображения и в меню регулировки яркости.
- b) Переключите текущий режим отображения согласно соответствующим режимам.
- c) Нажмите [Brightness Auto / Man] для переключения в режим регулировки яркости. При переключении в ручной режим появится диалоговое окно регулировки яркости. Для настройки яркости перетаскивайте полосу прокрутки или используйте поворотную ручку или клавишу вверх/вниз.

## 6 Функция GPS

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F снабжен функцией GPS для просмотра такой информации, как состояние приемника, количество используемых спутников, широта и широтные полушария, долгота и долготные полушария, высота над уровнем моря и дата/время в формате UTC. Если GPS антенна не подключена никакая информация не будет отображаться.

- a) Нажмите [System] → [GPS] чтобы открыть меню функции GPS.
- b) Нажмите [GPS Off/On] для переключения состояния GPS, и включите функцию GPS.
- c) Нажмите [GPS Info] для просмотра подробной информации GPS.

## 7 Выбор языка системы

- a) Нажмите [System]→[Language] для входа в интерфейс выбора языка системы.
- b) Нажмите [Simplified Chinese] или [English] чтобы задать текущий рабочий язык интерфейса.

## 8 Установка даты и времени

- a) Нажмите [System]→[Config]→[Date&Time] чтобы вывести диалоговое окно настройки даты.
- b) Щелкните по соответствующей зоне в области календаря, чтобы задать дату.
- c) Щелкните по соответствующей зоне в области времени, чтобы ввести числовое значение для настройки времени.
- d) Нажмите [OK], чтобы завершить настройку и закрыть диалоговое окно.

## 9 Конфигурация сети

Она используется для настройки сети микроволнового анализатора с использованием конкретных этапов, показанных ниже:

- a) Нажмите [System]→[Config]→[LAN] чтобы вывести диалоговое окно конфигурации сети.
- b) Щелкните по соответствующей зоне, чтобы ввести числовое значение для настройки.
- c) Нажмите [OK], чтобы завершить настройку и закрыть диалоговое окно.

## 10 Обновление программного обеспечения

Системное программное обеспечение микроволнового анализатора AT4957D/E/Fr можно обновлять посредством USB-носителя с использованием этапов, показанных ниже:

- a) Скопируйте файлы, необходимые для обновления программного обеспечения, с помощью компьютера в корневой каталог USB-носителя, и вставьте USB-носитель в порт USB типа A микроволнового анализатора.
- b) Нажмите [System]→[Config]→[Update] чтобы вывести интерфейс обновления программного обеспечения.
- c) Нажмите [OK] для обновления программного обеспечения. После этого появится диалоговое

окно для возврата к исходной тестовой процедуре.

- d) Нажмите [Preset] для перезапуска микроволнового анализатора и завершения обновления программного обеспечения.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

**Данная функция может использоваться только заводским наладочным персоналом или персоналом технической поддержки, но не пользователями. В противном случае, анализатор может быть поврежден.**

**11 Заводская настройка**

Портативный комбинированный анализатор цепей и сигналов AT4957D/E/F снабжен входом в программу заводской настройки.

- a) Нажмите [System]→[Config]→[Manage] чтобы вывести диалоговое окно "Input Password", и после этого войдите в меню заводской настройки.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

**Данную функцию можно использовать только для заводской настройки, и пользователи не могут пытаться взломать пароль. В противном случае, микроволновый анализатор может быть поврежден.**

**12 Установка опорной частоты**

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F может работать как от внутреннего источника опорной частотой, так и от внешнего. Внешняя опорная частота должна составлять 10М Гц ± 100 Гц, а амплитуда - 0 дБм (предельный диапазон: -2 дБм ~ +10 дБм). Внешнюю опорную частоту нужно подать на порт "10MHz input/output" ("Ввод/вывод 10 МГц") на верхней панели прибора.

- a) Нажмите [System]→[Next]→[Freq Ref Int/Ext] чтобы установить тип опорной частоты (внутренняя или внешняя), которая имеет режим работы от внутренней опорной частоты по умолчанию.
- b) Микроволновый анализатор AT4957D/E/F может также выступать в качестве источника внешней опорной частоты следующим образом: нажмите [Ref Out Off/On] чтобы включить или выключить функцию вывода опорной частоты.

**13 Настройка вывода опорной частоты**

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F может подать на внешнее устройство сигнал опорной частоты 10 МГц через порт "10 MHz In/Out", расположенный на верхней панели прибора с использованием этапов, показанных ниже:

- a) Нажмите [System]→[Next]→[Ref Out Off/On] чтобы задать опорную частоту, функция вывода опорной частоты выключена по умолчанию.
- b) Нажмите [Ref Out Off/On] снова, чтобы включить или выключить функцию вывода опорной частоты.

**14 Калибровка нуля**

В микроволновом анализаторе AT4957D/E/F предусмотрена возможность калибровки нуля в режимах анализа спектра и мониторинга мощности, что облегчает пользователю калибровку нуля в случае необходимости. Выполните представленные ниже этапы, чтобы провести калибровку нуля:

- a) Нажмите [System]→[Next]→[Zero Cal] чтобы запустить калибровку нуля автоматически. После этого, микроволновый анализатор автоматически сохраняет результаты во внутреннюю память.
- b) По завершении процедуры окно калибровки нуля погаснет автоматически.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

**В случае если необходимо точно измерить какую-либо амплитуду сигнала с частотой ниже 5 МГц, обратите внимание на значение сигнала нулевой частоты. Если она составляет > -20 дБм, тогда калибровка нулевой частоты должна быть проведена снова для предотвращения вызывания любым сильным сигналом нулевой частоты сжатия динамического диапазона усиления.**

## Раздел 4 Сброс настроек

### 1 Сброс настроек

После запуска или нажатия [Preset] микроволновый анализатор вернется в рабочий режим перед отключением или сбросом, что является состоянием по умолчанию в таком рабочем режиме и называется заводским состоянием. Основные настройки заводского состояния микроволнового анализатора AT4957D/E/F фиксируются после сброса настроек каждого рабочего модуля.

### 2 Сброс настроек микроволнового анализатора

После запуска или нажатия [Preset], микроволновый анализатор перезапускает систему и входит в состояние по умолчанию. В меню в это время предоставляются три опции:

- Предыдущее состояние
- Состояние по умолчанию
- Файл состояния

Нажмите [Last State] чтобы сбросить все настройки текущего режима, позволяя заново конфигурировать параметры измерений, не учитывая предыдущие настройки.

Нажмите [Default State] чтобы установить в микроволновом анализаторе настройки по умолчанию.

Нажмите [State File] чтоб установить на микроволновом анализаторе конфигурацию измерений из файла состояния.

15 Структура системного меню

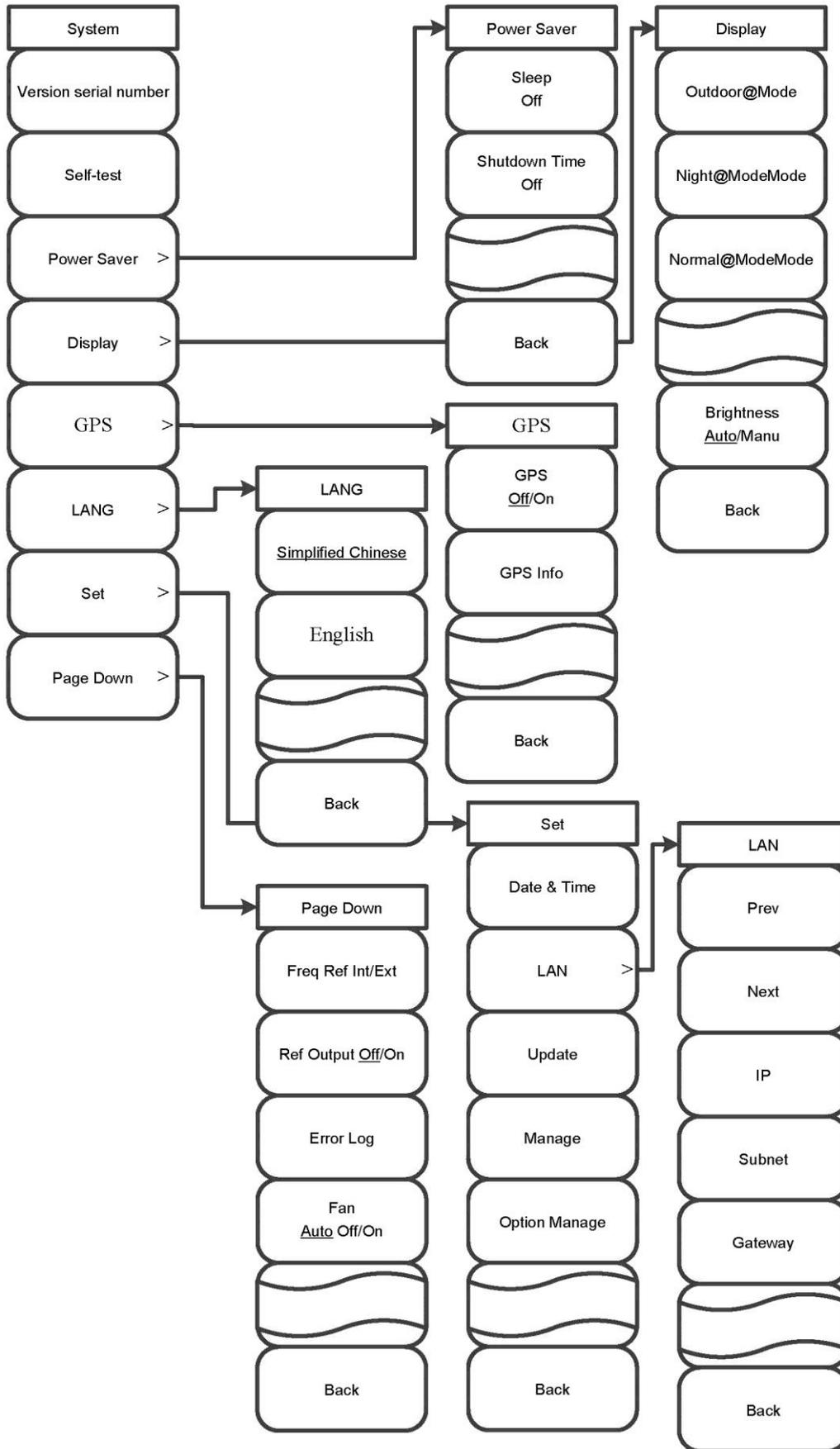


Рисунок 3-11. Структура системного меню

## 16 Системное меню

### [System]

Щелкните по ней для переключения микроволнового анализатора из режима дистанционного управления обратно в локальный режим работы, либо для вывода связанных с системой программных меню, если микроволновый анализатор находится в локальном режиме работы, в том числе [Info], [Self Test], [Power Saver], [Display], [GPS], [Language], [Set], [Freq Ref Int/Ext], [Ref Out Off/On] и [Error Log]

### [Info]

Для просмотра информации о приборе: модель, серийный номер, версия ПО и т.д.

### [Self Test]

Для запуска процедуры самотестирования, а также для проверки рабочего состояния каждого блока микроволнового анализатора.

### [Power Saver]

Для установки параметров режима энергосбережения: режим сна [Sleep Off] и отключения питания [Shut Down Off].

### [Sleep Off]

Для установки параметров ввода прибора в «спящий режим». Например, если в настройках этого меню будет указан временной интервал (допустим 4 минуты), и прибор не будет эксплуатироваться в течение ближайших 4-х минут, то он автоматически войдет в «спящий режим».

### [Shut Down Off]

Для установки параметров автоматического выключения прибора. Например, если в настройках этого меню будет указан временной интервал (допустим 9 минут) и прибор не будет эксплуатироваться в течение ближайших 9-ти минут, то он автоматически выключится.

### [Display]

Для установки параметров работы дисплея в режимах: на открытом воздухе [Outdoor Mode], в ночном режиме [Night Mode], в нормальном режиме [Normal Mode] и для регулировки яркости [Brightness Auto/Manu].

### [Outdoor Mode]

Для регулировки параметров дисплея микроволнового анализатора в соответствии с требованиями к измерениям при воздействии яркого света на открытом воздухе.

### [Night Mode]

Для регулировки параметров дисплея микроволнового анализатора в соответствии с требованиями к измерениям в ночное время или в условиях слабого освещения.

### [Normal Mode]

Задание фиксированных параметров дисплея для реализации условий работы в помещении при нормальных условиях освещения.

### [Brightness Auto/Manu]

Для настройки параметров яркости дисплея микроволнового анализатора в ручном или в автоматическом режиме. В автоматическом режиме микроволновый анализатор может автоматически оценивать внешнее освещение посредством встроенного в него светочувствительного датчика и автоматически доводить яркость экранного дисплея до оптимального уровня. В ручном режиме пользователи могут регулировать яркость экрана вручную по мере надобности.

### [GPS]

Для активации возможностей Глобальной системы позиционирования GPS

### [GPS Off/On]

Для задания состояния вкл/выкл GPS.

### [GPS Info]

Для отображения подробной информации GPS, в том числе долготы и высоты над уровнем моря.

**[Language]**

Для отображения меню выбора языка интерфейса пользователя, а именно: simplified Chinese (упрощенный китайский язык) и English (английский язык).

**[Simplified Chinese]**

Для задания в качестве языка рабочего интерфейса упрощенного китайского языка, который также представляет собой язык микроволнового анализатора по умолчанию.

**[English]**

Для задания английского языка в качестве языка рабочего интерфейса.

**[Config]**

Для отображения меню, связанных с программными настройками, в том числе настроек [Date & Time], [LAN], [Update], [Manage] и [Option Manage].

**[Date & Time]**

Для установки даты и времени, отображенных на микроволновом анализаторе.

**[LAN]**

Для задания IP-адреса локальной сети, маски подсети и шлюза по умолчанию.

**[Update]**

Для обновления программного обеспечения микроволнового анализатора.

**[Manage]**

Для входа в сервисное меню.

**[Option Manage]**

Для получения информации по установленным (активированным) опциям в приборе.

**[Freq Ref Int/Ext]**

Для выбора типа опорной частоты - внутренней или внешней. Внешняя опорная частота должна составлять 10М Гц ± 100 Гц, а амплитуда - 0 дБм (предельный диапазон: -2 дБм ~ +10 дБм). Внешняя опорная частота должна подаваться на порт "10MHz In/Out" на верхней панели прибора.

**[Ref Out Off/On]**

Для вкл./выкл. выхода сигнала опорной частоты.

**[Error Log]**

Для отображения журнала файлов программных ошибок.

**[Fan Auto/Off/On]**

Для настройки режима работы встроенного вентилятора охлаждения.

## Раздел 5 Управление файлами

В разделе представлены возможности для управления массивами данных и прочими файлами для различных режимов комбинированного анализатора AT4957D/E/F, в том числе функции сохранения и вызова состояний и трасс (графиков), а также функции сохранения информации на экране, функции выбора средств управления файлами и их хранения.

### 1 Сохранение и вызов результатов и настроек измерений (SAVE/RECALL)

- Нажимайте [File]→[Save State] для сохранения настроек параметров измерений, сделанных на данный момент, в микроволновом анализаторе, например, настроек частоты, полосы пропускания, полосы пропускания видеосигнала и т.д. После нажатия кнопки, на сенсорном экране, отобразится диалоговое окно для ввода имени файла, и нажимайте [OK] для выполнения сохранения состояния:
- Вызов состояния заключается в вызове настроек измерений микроволнового анализатора с тем, чтобы установить на приборе определенное сохраненное состояние. Можно вызвать три состояния, а именно: определенное сохраненное состояние, состояние, заданное перед последним отключением, и состояние системы по умолчанию, а именно: состояние заводских

настроек прибора.

- с) Чтобы установить на приборе предыдущие настройки нажмите [File]→[Recall State>]→[Last State] чтобы сбросить все настройки текущего режима, позволяя заново конфигурировать параметры измерений, не учитывая предыдущие настройки, нажмите [File]→[Recall State>]→[Default State]; чтобы установить в микроволновом анализаторе настройки по умолчанию, нажмите [File]→[Recall State>]→[State File>] для отображения диалогового окна перечня состояний, выбора места (откуда выгружать файл с настройками - из внутренней памяти или с внешнего носителя), которое можно сделать напрямую с помощью клавиши вверх/вниз, поворотной руки или сенсорного экрана, а затем нажмите [OK] или [Recall] для завершения вызова состояния. Щелкните по [Delete] для удаления состояния, выбранного в перечне, или [Del All] для удаления всех состояний из перечня.

## 2 Сохранение и вызов трассы/графика

- а) Нажмите [File]→[Save Trace>], нажмите [Trace] или [Data (.csv)], для выбора типа сохраняемых данных (в двоичном виде или в формате .csv), а также для отображения диалогового окна для указания наименования файла. Введите имя файла и нажмите [OK] для сохранения. Данные в двоичном формате можно вызывать в приборе, тогда как данные в формате .csv нельзя. Их можно просматривать в компьютере после копирования на внешний USB-носитель.
- б) Нажмите [File]→[Recall Trace], чтобы вызвать данные трассы/графика измерений. После нажатия отобразится диалоговое окно с перечнем файлов с настройками трасс/графиков. Выберите интересующую Вас трассу, напрямую с помощью клавиши вверх/вниз, поворотной ручки или сенсорного экрана, а затем нажмите [OK] или [Recall]. Щелкните по [Delete], чтобы удалить из перечня выбранный файл трассы, или [Del All], чтобы удалить из перечня все файлы с трассами.

## 3 Print Screen

Нажмите [File]→[Print Screen], чтобы сохранить информацию (в виде изображения/картинки), отображающуюся на экране в текущий момент. После нажатия, отобразится диалоговое окно для ввода имени файла и выбора места, где нужно сохранить изображение. По умолчанию снимок экрана сохраняется во внутренней памяти прибора. Введите имя файла, место хранения изображения и нажмите [OK], чтобы выполнить сохранение данных.

## 4 Управление файлами

Нажмите [File]→[File Mgmt], чтобы удалить или скопировать файлы.

Чтобы удалить файл выполните этапы, представленные ниже:

Выберите файл, который предполагается удалить, из каталога файлов, нажмите [Delete Source File]. Отобразится диалоговое окно "Delete the file selected or not?" ("Удалить выбранный файл или нет?"), затем щелкните по [Yes], чтобы удалить его.

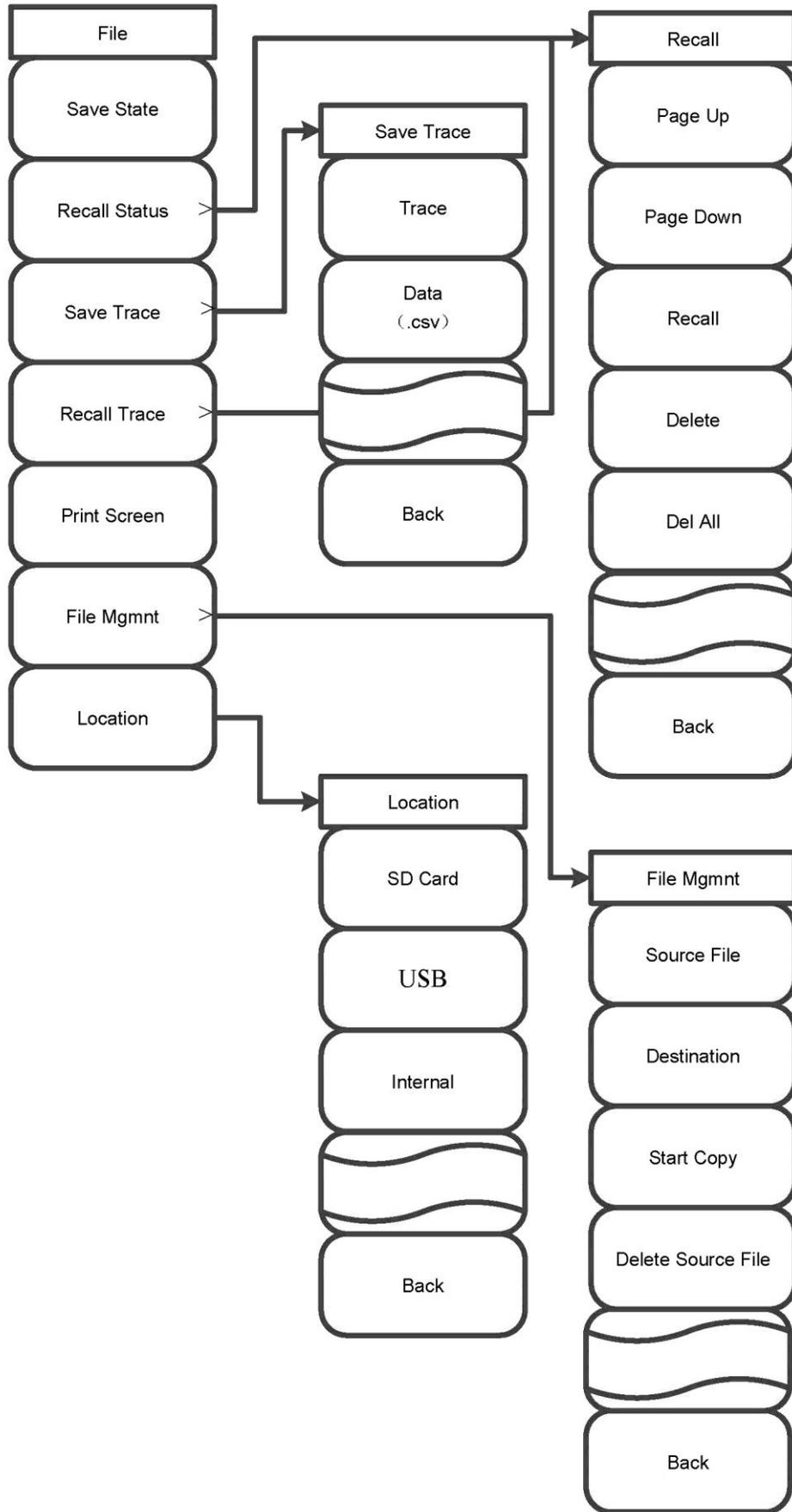
Чтобы скопировать файл, выполните этапы, представленные ниже:

Нажмите [Source File], для выбора файла, который предполагается скопировать из каталога файлов, и [Destination], чтобы выбрать место (папку), куда будет сохранен копируемый файл. Нажмите [Start Copy], чтобы начать процедуру копирования. Дождитесь появления сообщения "Copied successfully!", Нажмите [OK], чтобы завершить копирование.

## 5 Выбор места для сохранения данных

Нажмите [File]→[Location Internal>], чтобы выбрать местоположение для сохранения файла состояния и файла трассы. Местом сохранения данных может быть внутренняя память микроволнового анализатора, SD-карта или USB-носитель.

6 Структура меню управления файлами



## 7 Описание меню управления файлами

### [File]

#### [Save State]

Сохранение параметров текущего состояния и настроек прибора.

#### [Recall State>]

Установка на приборе состояния с сохраненными настройками и типами измерений.

#### [Page Up]

Перелистывание страницы вверх и просмотр сохраненного файла состояния.

#### [Page Down]

Перелистывание страницы вниз и просмотр сохраненного файла состояния.

#### [Call]

Вызов выбранного файла калибровки.

#### [Delete]

Удаление выбранного файла состояния.

#### [Del All]

Удаление всех файлов состояния.

#### [Last State]

Сброс всех настроек текущего режима, позволяет заново конфигурировать параметры измерений, не учитывая предыдущие настройки.

#### [Default State]

Щелкайте для восстановления настройки по умолчанию.

#### [Save Trace>]

Сохранение данных трассы/графика.

#### [Trace]

Сохранение текущей трассы/графика в формате по умолчанию.

#### [Data (.s1p)]

Сохранение текущей трассы в формате “.s1p”, которая представляет собой исходные данные комплексных S-параметров, измеренных для текущей трассы. Дополнительно можно выбрать формат сохранения, который нельзя использовать для вызова прибора, но можно просматривать с использованием внешнего компьютера в текстовом формате.

#### [Data (.s2p)]

Сохранение текущей трассы в формате “.s2p”, которая представляет собой исходные данные полных комплексных S-параметров. Дополнительно можно выбрать формат сохранения, который нельзя использовать для вызова прибора, но можно просматривать с использованием внешнего компьютера в текстовом формате.

#### [Data (.csv)]

Сохранение данных текущей трассы, преобразованных в формат “csv”, которые нельзя использовать для вызова прибора, но можно просматривать с использованием внешнего компьютера в текстовом формате.

#### [Recall Trace]

Вызов данных трассы.

#### [Recall]

Вызов выбранных данных.

#### [Page Up]

Перелистывание страницы вверх.

**[Page Down]**

Перелистывание страницы вниз.

**[Delete]**

Удаление выбранных данных.

**[Del All]**

Удаление всех данных.

**[Print Screen]**

Получение снимка экрана.

**[Location Internal]**

Выбор места для сохранения данных, которым может быть, как внутренняя системная память (по умолчанию), так и внешний носитель.

**[SD Card]**

Выбор внешней SD-карты в качестве носителя для сохранения данных.

**[USB]**

Выбор внешнего USB-носителя в качестве места для сохранения данных.

**[Internal]**

Выбор внутренней памяти прибора в качестве места для сохранения данных.

## Глава IV Режим векторного анализатора цепей

### Раздел 1 Основы работы

В данном разделе представлены функции и методы измерений микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме векторного анализатора цепей (в дальнейшем именуемом "ВАЦ") для того, чтобы пользователи могли получить краткое представление о работе прибора и провести основные измерения.

#### 1 Выбор режима

После включения прибора нажмите [Mode], чтобы вывести диалоговое окно выбора режима, выберите режим Vector Network Analyzer и нажмите [OK], чтобы выполнить установку режима.

#### 2 Выбор измерительных параметров

Микроволновый анализатор в режиме ВАЦ может измерять S-параметры тестируемого устройства и выводить их на дисплей в таких форматах, как обратные потери, коэффициент стоячей волны, полярные координаты и групповое время запаздывания. Прибор также может предоставлять такие функции измерения, как стробирование во временной области.

Нажмите [Meas]→[S11], [S12], [S21] или [S22], чтобы выбрать интересующий Вас S-параметр для измерения.

Нажмите [Meas]→[Format Log>], чтобы выбрать формат отображения измеренных данных с помощью программной клавиши меню.

- [Log], чтобы выбрать формат отображаемых данных измерения в логарифмическом масштабе;
- [Linear], чтобы выбрать параметр измерения и отобразить его в линейном формате;
- [VSWR], чтобы выбрать параметр измерения и отобразить его в формате коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН);
- [Phase], чтобы выбрать параметр измерения фазы;
- [Smith], чтобы выбрать параметр измерения в формате круговой диаграммы Смита;
- [Polar], чтобы выбрать параметр измерения и отобразить его в полярных координатах;
- [Group Delay], чтобы выбрать параметр измерения группового времени запаздывания/групповой задержки (ГВЗ);

Нажмите [Meas]→[Transform], чтобы войти в меню настройки трансформации временной области, и нажмите соответствующую клавишу меню, чтобы задать соответствующие параметры.

Нажмите [Meas]→[Gating], чтобы войти в функцию стробирования, и нажмите соответствующую клавишу меню, чтобы задать соответствующие параметры.

Нажмите [Meas]→[Advance>], чтобы выбрать расширенные параметры измерения, как A1, B1, R1, A2, B2 и R2.

#### 3 Установка диапазона частот

Частотный диапазон означает значение полосы обзора/измерения. В режиме ВАЦ в микроволновом анализаторе AT4957D/E/F, независимо от какого-либо выбранного параметра измерения, и прежде чем выполнять измерения и калибровку, сначала необходимо указать требуемый диапазон частот. Частотный диапазон можно задавать следующими двумя методами:

Указание начальной/конечной частоты

- Нажмите [Freq]→[Start Freq], введите значение частоты с помощью цифровых клавиш, и выберете единицу измерения частоты на сенсорном экране, чтобы выполнить установку начальной частоты;
- Нажмите [Stop Freq], введите значение частоту с помощью цифровых клавиш, и выберете единицу измерения частоты на сенсорном экране, чтобы выполнить установку конечной частоты.

Установка центральной частоты и размаха

- Нажмите [Freq]→[Center Freq], введите значение центральной частоты с помощью цифровых клавиш, и выберете единицу измерения частоты на сенсорном экране, чтобы выполнить установку центральной частоты;

- b) Нажмите [Span], введите значение полосы обзора (размаха по частоте) с помощью цифровых клавиш, и выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране, чтобы выполнить установку.

#### 4 Калибровка

После настройки измерения микроволновый анализатор сначала необходимо подвергнуть калибровке перед выполнением измерения в целях устранения системных ошибок и обеспечения действительности и правильности измерений. В случае возникновения какого-либо изменения в настройках измерения прибора (таких, как частотный диапазон и точки развертки) или в изменении длины кабеля, подключенного к тестовому порту, необходимо провести повторную калибровку. Полный 2-х портовый метод калибровки, применяемый в микроволновом анализаторе, позволит устранить ошибки отражения, передачи, направленности, согласования с источником и согласования с нагрузкой, что обеспечит измерение с высокой точностью.

Необходимость использования дополнительного кабеля или адаптера к тестовому порту микроволнового анализатора зависит от типа соединительного разъема тестируемого устройства и от требований к измерениям. Место соединения с калибровочным комплектом во время калибровки должно совпадать с местом соединения с тестируемым устройством после калибровки, для обеспечения точных измерений тестируемого устройства. Необходимо подготовить калибровочный комплект с точно таким же соединительным разъемом, что и у тестируемого устройства. Место соединения (плоскость сопряжения) с калибровочным комплектом и, соответственно, с тестируемым устройством, в дальнейшем называется опорной плоскостью.

В режиме ВАЦ в микроволновом анализаторе AT4957D/E/F предусмотрены четыре метода калибровки, а именно: полная 2-портовая калибровка, калибровка частотного отклика, калибровка чувствительности и изоляции. Процесс выполнения калибровки показан ниже:

- a) Нажмите [Calibrate]→[Cal Kit], выберите соответствующую модель (тип) калибровочного комплекта, и нажмите [OK];
- b) Для устранения ошибок отклика измерения коэффициента отражения: нажмите [Calibrate]→[M Cal>]→[Freq Resp.>]→[OPEN S11], [SHORT S11]→[OPEN S22] и [SHORT S22], далее подключите необходимую калибровочную меру к калибруемому порту, затем активируйте процесс измерения нажатием кнопки [OPEN] или [SHORT];

Для коррекции системной ошибки при измерения коэффициента передачи: нажмите [Calibrate]→[M Cal>] ([M Кал>])→[Freq Resp.>]→[THRU S12>] и [THRU S12>]→[THRU];

Для коррекции системной ошибки отклика (чувствительности) и изоляции при измерения передачи: нажмите [Calibrate]→[M Cal>]→[Resp.&Iso S12], и [Resp.&Iso S21] →[THRU]→[Iso];

Для коррекции системной ошибки отражения одного порта S11: нажмите [Calibrate]→[M Cal>]→[One Port S11]→[OPEN], [SHORT], [LOAD];

Для коррекции системной ошибки отражения одного порта S22: нажмите [Calibrate]→[M Cal>]→[One Port S22] →[OPEN], [SHORT], [LOAD];

Для полной коррекции системных ошибок на отражение 2-х портов:

Нажмите [Calibrate]→[M Cal>]→[Full Ports] →[Reflect] →[P1 OPEN], [P1 SHORT], [P1 LOAD], [P2 OPEN], [P2 SHORT], [P2 LOAD];

Нажмите [Translate]→[Auto Meas];

Нажмите [Iso]→[Auto Meas];



#### ПРИМЕЧАНИЕ:

При выполнении этапов калибровки, указанных выше, должны применяться разные калибровочные комплекты и соединительные кабели и заменять их необходимо согласно подсказке. Для получения подробной информации смотрите содержимое пункта "Калибровка для повышения точности измерений" в разделе "Оптимизация измерений".

- c) После калибровки в зоне подсказок отображается "Calibration Off/On". Выполните подключение к тестируемому устройству для выполнения измерений.

## 5 Функции маркера

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F снабжен маркерами в количестве до восьми штук для отображения результатов измерений. Нажмите [Marker] → [Set Mkr] → [Mkr 1], [Mkr 2]...[Mkr 6] или [More Mkrs>] → [Mkr 7] и [Mkr 8], чтобы выбрать какой маркер нужно установить в настоящий момент. Каждый маркер обладает двумя рабочими режимами, а именно: нормальный или режим дельта-маркер.

Нажмите [Marker]→[Max] или [Min], чтобы позволить микроволновому анализатору выполнить поиск макс./мин. значения отображаемой трассы, затем нажмите [Peak] для поиска пикового значения маркера, в том числе [Mkr], [Sub Peak], [Right Peak] и [Left Peak]. Или переместите маркер в нужную точку на трассе с помощью кнопок [↑]/[↓] или поворотной ручки, либо нажмите [Normal Mkr] и [Delta Mkr]. После открытия диалогового окна, и введите нужное Вам значение, чтобы установить маркер.

## 6 Сохранение и вызов измерений

Микроволновый анализатор может сохранять данные о состоянии настроек и об измерениях во внутреннюю память, на внешнем USB-носителе или на SD-карте, и вызывать данные о состоянии настроек и об измерениях прибора из внутренней памяти, с внешнего USB-носителя или SD-карты.

- a) Нажмите [File] → [Save State], чтобы сохранить текущее состояние прибора в памяти;
- b) Нажмите [File] → [Recall State >] → [State File], чтобы вывести весь перечень файлов состояния, сохраненных в том или ином месте, для быстрого выбора соответствующего файла для установки состояния прибора. Например, чтобы выбрать последнее перед запуском состояние или состояние прибора по умолчанию, нажмите [File]→[Recall State>] → [Last State] или [Default State];
- c) Нажмите [File] → [Save Trace>], выберете пункт меню, чтобы указать требуемый формат для сохраняемой трассы (включая .s1p, .s2p и .csv), во всплывающем диалоговом окне, введите имя файла, затем нажмите [OK], чтобы сохранить текущие параметры трассы в память;
- d) Нажмите [File] → [Recall Trace>], чтобы вывести перечень всех файлов данных, сохраненных в памяти, и выберете соответствующий файл данных, чтобы на экране отобразилась требуемая трасса с определенными настройками и типами измерений.
- e) Нажмите [File] → [Print Screen], чтобы сохранить все, что отображено на экране прибора в формате jpg, укажите имя файла, и нажмите [OK], для завершения процедуры.
- f) Нажмите [File]→[File Mgmnt], чтобы скопировать или удалить файл.
- g) Нажмите [File] → [Location Int>], чтобы задать место для сохранения данных, которое может быть, как во внутренней памяти прибора, так и на внешних USB- или SD- носителях.

## Раздел 2 Установка частоты

В данном разделе представлен подробный метод установки частоты микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме ВАЦ. Нажмите [Freq] на передней панели прибора, чтобы открыть программное меню настройки частоты.

### 1 Установка частоты развертки (сви́пирования)

Частоту микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме ВАЦ можно задавать следующими двумя методами:

#### Задание начальной и конечной частот

- a) Нажмите [Freq]→[Start Freq] для установки начальной частоты;
- b) Введите значение частоты с помощью цифровых клавиш, на сенсорном экране выберете единицу измерения частоты.
- c) Нажмите [Stop Freq] для установки конечной частоты;
- d) Введите значение частоты с помощью цифровых клавиш, на сенсорном экране, выберете единицу измерения частоты.

#### Задание центральной частоты и полосы обзора (размаха)

- a) Нажмите [Freq]→[Center Freq] для установки центральной частоты;
- b) Введите нужное значение центральной частоты с помощью цифровых клавиш, укажите единицу измерения частоты на сенсорном экране.

- c) Нажмите [Span] для установки полосы обзора;
- d) Введите значение требуемой полосы обзора с помощью цифровых клавиш, укажите единицу измерения частоты на сенсорном экране.

## 2 Быстрая установка полосы обзора

Для быстрой установки выполните следующие этапы:

- a) Нажмите [Freq]→[Span];
- b) Укажите значение размаха по частоте с помощью цифровых клавиш, на сенсорном экране выберете единицу измерения.

## Раздел 3 Настройка амплитуды / шкалы экрана

В данном разделе представлен подробный метод настройки измерения амплитуды (в том числе тип шкалы) микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме ВАЦ. Нажмите [Ampt] чтобы открыть меню настройки амплитуды и шкалы.

### 1 Настройка амплитуды

Настройка амплитуды выполняется посредством задания размерности шкалы вертикальной части отображаемой сетки с тем, чтобы лучше видеть детали измеренной трассы, посредством разумно обоснованной настройки масштаба. Масштаб и настройка формата определяют режим отображения данных измерений на экране. В логарифмическом формате диапазон настройки шкалы составляет 0,01дБ/деление ~ 100 дБ/деление.

[Top]

Это относится к макс. уровню в прямоугольном формате, в диапазоне -499,9 дБ ~ +500 дБ.

[Bottom]

Это относится к мин. уровню в прямоугольном формате, в диапазоне -500 дБ ~+499,9 дБ.

[Default Scale]

Это указывает на то, что все возможности по настройке амплитуды в прямоугольном формате, представляют собой значения по умолчанию.

[Ref Value]

Это относится к уровню опорной линии в прямоугольном формате, в диапазоне -500 дБ ~ +500 дБ в логарифмическом масштабе амплитуды. По умолчанию опорный уровень составляет 0.

[Ref Pos]

Это относится к положению опорной линии в прямоугольных координатах. По умолчанию, уровень составляет 5.

[Scale]

Изменение значения позволяет настроить масштаб отображаемой кривой/трассы/графика на дисплее.

[Auto Scale]

Нажимайте [Auto Scale], чтобы позволить микроволновому анализатору самому выбрать масштаб для лучшего отображения трассы на экране (зондирующий сигнал не затрагивается, при этом меняются только шкала и опорные значения).

### 2 Настройка выходной мощности

Данная настройка используется для настройки уровня мощности выходного сигнала источника микроволнового анализатора, включая режимы высокой мощности, низкой мощности и мощности, вводимой вручную. Фактический уровень мощности выходного сигнала варьирует в зависимости от модели микроволнового анализатора. Для установки значения уровня мощности выходного сигнала выполните следующие этапы:

- a) Нажмите [Ampt]→[Power >], и нажмите [High] или [Low] на сенсорном экране, чтобы установить высокий или низкий уровень мощность.

Для повышения точности установки уровня мощности выходного сигнала можно установить ее вручную, для этого выполните представленные ниже действия:

- b) Нажмите [Manual...dBm], чтобы установить конкретное значение уровня мощности выходного

сигнала, например -18 дБм;

- с) Используя цифровые клавиши, либо вращающуюся ручку, или используя клавиши [↑] / [↓], а также на сенсорном экране выбрав единицы измерения, можно вручную устанавливать или регулировать значение уровня мощности выходного сигнала.

## Раздел 4 Настройка полосы измерения

В данном разделе представлен подробный метод настройки полосы измерения микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме ВАЦ, включая установку полосы пропускания тракта промежуточной частоты (ПЧ), вкл/выкл плавного усреднения и настройка сглаживания апертуры. Нажмите [BW], чтобы открыть программное меню для настройки полосы пропускания.

Микроволновый анализатор полученный сигнал отклика, для обработки, преобразовывает в сигнал промежуточной частоты с более низкой частотой. Полосу пропускания полосового фильтра тракта ПЧ часто называют просто полосой пропускания (полосой измерения). Полоса пропускания микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме ВАЦ варьируется от 1 Гц до 100 кГц. Изменение возможно с кратностью шага 1, 3 или 10. Уменьшение полосы пропускания влияет на коэффициент шума приемника, тем самым уменьшая воздействие случайного шума на измерения (при уменьшении полосы пропускания в 10 раз уровень шума может уменьшиться на 10 дБ), однако, при этом может увеличиваться время развертки (измерения). Микроволновый анализатор может устанавливать разные полосы пропускания для каждого измерительного канала или секции.

Для задания полосы пропускания выполните следующие этапы, представленные ниже:

Нажмите [BW]→[IF BW], на сенсорном экране или нажатием кнопок [↑] / [↓], установите значение IF BW, и нажмите [OK], чтобы завершить операцию.

Нажмите [BW]→[Averaging On/Off], чтобы вкл. или выкл. усреднение. Переключение производится на сенсорном экране вручную.

Нажмите [BW]→[Avg Factor 16], ввод количества усреднений осуществляется нажатием цифровых клавиш.

Нажмите [BW]→[Smoothing On/Off], чтобы вкл. или выкл. сглаживание, и Переключение производится на сенсорном экране вручную.

Нажмите [BW]→[Aperture (%) 10.00], чтобы настроить процент апертуры. Нажатием цифровых клавиш устанавливают значение апертуры, при этом диапазон задания апертуры составляет 0,01%~20%.

## Раздел 5 Настройка развертки

В данном разделе описывается метод настройки развертки микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме ВАЦ, включая установку времени развертки, выбор типа развертки и использование развертки по списку. Нажмите [Swp/Setup], чтобы вызвать меню, связанное с разверткой.

### 1 Настройка времени развертки

Нажмите [Swp/Setup]→[Swp Time Auto/Man], чтобы начать настраивать время развертки, затем выбрать тип развертки (ручной или автоматический). После выбора «Man», нажатием цифровых клавиш укажите значение и соответствующую единицу измерения.

### 2 Настройка точек развертки

Нажмите [Swp/Setup]→[Points], затем нажатием цифровых клавиш задайте требуемое количество точек развертки, которое может ранжироваться от 11 до 10001 для микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме ВАЦ.

### 3 Настройка режима развертки

Режим развертки микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме ВАЦ можно разделить на два типа, а именно: линейная развертка и развертка по списку. Линейная развертка означает развертку с линейным разнесением частот и одинаковым расстоянием между соседними частотными точками измерения. Развертка по списку указывает на то, что для определенных диапазонов частот можно указывать разное количество точек свипирования, указываемое в списке, который редактируется.

Нажмите [Swp/Setup] →[Swp Mode Lin/List], и выберите режим развертки, линейный либо по списку, с помощью сенсорного экрана.

В режиме развертки по списку этот список можно редактировать добавлением или удалением сегмента,

нажав на [Swp/Setup]→[Edit List>]→[Add Seg], выбрав начальную частоту, конечную частоту, точки развертки и полосу пропускания для сегмента, который предполагается редактировать, вводя значение параметра с помощью цифровых клавиш. Нажмите [Swp/Setup] →[Edit List>], нажмите на любую часть сегмента, который предполагается удалить, и нажмите на [Delete] для удаления. Для удаления всех сегментов в списке нажмите на [Del All].

#### 4 Режим развертки

Чтобы микроволновому анализатору выполнить развертку необходим триггерный сигнал. Настройка триггера определяет режим развертки, а также время прекращения развертки и вход в состояние удержания. В микроволновом анализаторе предусмотрен триггер двух типов, а именно: одиночный и непрерывный.

Нажмите [Swp / Setup] → [Swp Type Cont / Single] и задайте тип триггера: непрерывный или одиночный. В режиме одиночной развертки микроволновый анализатор принимает триггерный сигнал, однократно выполняет развертку, а затем входит в режиме удержания. Если включена функция усреднения, тогда фактическое время развертки функции одиночной развертки определяется усредняющим коэффициентом. В режиме непрерывной развертки микроволновый анализатор выполняет развертку непрерывно до тех пор, пока он не получит сигнал остановки развертывания и не войдет в режим удержания. Нажмите [Run/Hold], чтобы выполнить переключение между разверткой и состоянием удержания.

### Раздел 6 Настройка трассы

В данном разделе представлен метод настройки трассы (графика) микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме ВАЦ, включая создание, удаление и расчет, а также использование предельной линии.

#### 1 Отображение трассы и расчет

Функцию отображения трассы можно использовать, и для настройки количества отображаемых на экране трасс, и для настройки содержимого трассы. В каждом окне могут отображаться до двух трасс. Сначала трассу необходимо сохранить в памяти, прежде чем выполнять какой-либо расчет. Расчет трассы выполняется в несколько этапов: измерение волновых величин (получение матрицы S-параметров), коррекция системной ошибки, математическая обработка, трансформация во временной области, и отображение в определенном формате (модуль, фаза, дБ, КСВ и т. д).

Для настройки отображения трассы выполните этапы, представленные ниже:

- Нажмите [Trace]→[Trace Num 1\*1>]→[1\*1], [1\*2], [1x3], [2x1], [3x1] or [4x1] чтобы выбрать количество окон и число трасс в окне;
- Нажмите [Trace]→[Trace 1], [Trace 2], [Trace 3] или [Trace 4], чтобы выбрать трассу для настройки.

Для настройки расчета трассы выполните этапы, представленные ниже:

- Нажмите [Trace]→[Trace Math>]→[Data→Mem], для сохранения текущие данных измеренной трассы в памяти;
- Нажмите [Trace]→[Trace Math>]→[Data], для отображения трассы, соответствующей данным измерений;
- Нажмите [Trace]→[Trace Math>]→[Mem], чтобы отобразить трассу, соответствующую сохраненным данным;
- Нажмите [Trace]→[Trace Math>]→[Data&Mem], чтобы отобразить трассу, соответствующую как данным измерений, так и сохраненным данным в одно и то же время;
- Нажмите [Trace]→[Trace Math>]→[Data-Mem], чтобы отобразить трассу, соответствующую данным измерений за минусом сохраненных данных;
- Нажмите [Trace]→[Trace Math>]→[Data/Mem], чтобы отобразить трассу, соответствующую данным измерений, деленным на сохраненные данные;
- Нажмите [Trace]→[Trace Math>]→[Data+Mem], чтобы отобразить трассу, соответствующую данным измерений плюс сохраненные данные;

#### 2 Измерение с использованием предельных линий

- Нажмите [Trace]→[Limit>], чтобы войти в меню измерений с использованием предельных линий;
- Нажмите [Limit>]→[Limit Off/On], чтобы вкл. или выкл. предельную линию на экране;

- c) Нажмите [Limit>]→[Alarm Off/On], чтобы вкл. или выкл. звуковой сигнал при нарушении предела. если тест предельной линии - анализатор выдает "тикающий" звук для сигнализации.
- d) Нажмите [Limit>]→[Del All], чтобы очистить предельную линию, отображаемую в данный момент времени;
- e) Нажмите [Limit>]→[Edit>]→[Sel Point 1], чтобы изменить параметры данной точки текущей предельной линии;
- f) Нажмите [Limit>]→[Edit>]→[Pos], чтобы задать частоту для текущей точки предельной линии, введите число с помощью цифровой клавиши, а затем выберите единицу измерения частоты для завершения;
- g) Нажмите [Limit>]→[Edit>]→[Value], чтобы задать уровень для текущей точки предельной линии, введите число с помощью цифровой клавиши, а затем выберите единицу измерения для завершения.
- h) Нажмите [Limit>]→[Edit>]→[Add Point], чтобы добавить точку на текущей предельной линии.
- i) Нажмите [Limit>]→[Edit>]→[Del Point], чтобы удалить текущую точку на предельной линии;
- j) Нажмите [Limit>]→[Edit>]→[Del All], чтобы очистить все точки, сохраненные на текущей предельной линии;
- k) Нажмите [Limit>] →[Save] для указания имени для предельной линии, и сохраните только что отредактированную предельную линию в памяти. Ее можно вызвать, нажав на [Limit>]→[Recall>], выбрать нужную предельную линию из списка вручную и нажав на [Ok]. При проведении этого же измерения в следующий раз, избегая повторного редактирования;
- l) Нажмите [Limit>]→[Recall >], вручную выберите имя файла предельной линии с помощью сенсорного экрана и нажмите на [Ok]. Если количество сохраненных файлов предельных линий не умещается на одной странице, тогда найдите его на другой, нажав на [Limit>] → [Recall>] → [Page up]. Для удаления не нужных предельных линий нажмите [Limit>] → [Recall>] → [Delete], [Del All], чтобы удалить один или все выбранные в данный момент времени файлы предельных линий.

## Раздел 7 Использование маркеров

В данном разделе представлены методы поиска пикового значения и использования маркера микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме ВАЦ.

### 1 Функции маркера

Портативный комбинированный анализатор цепей и сигналов AT4957D/E/F в режиме ВАЦ снабжен независимыми маркерами в количестве до восьми штук для каждой трассы (графика) для чтения результатов измерений. Для каждого маркера можно задать нормальный режим или режим  $\Delta$  с функцией выкл. маркера и выкл. всех маркеров. Для использования маркера выполните этапы, представленные ниже:

- a) Нажмите [Mkr]→[Sel Mkr [1]] →[Mkr 1], [Mkr 2], [Mkr 3], [Mkr 4], [Mkr 5], [Mkr 6] или [More Mkrs>] →[Mkr 7] и [Mkr 8], чтобы выбрать маркер, который будет отображаться в данный момент времени;
- b) В это время маркер находится в нормальном режиме, его можно перемещать посредством поворотной ручки, пошаговой клавиши или цифровыми клавишами задать конкретное положение;
- c) Нажмите [Mkr]→[Delta Mkr], чтобы задать для маркера, активированного в данный момент времени, режим Дельта, отображающий разницу по амплитуде и разницу по частоте между Дельта-маркером и опорным маркером, показанными в области отображения маркеров на экране. Можно ввести значение частоты Дельта-маркера напрямую с помощью цифровой клавиши или переместите его посредством поворотной ручки или пошаговой клавиши;
- d) Нажмите [Mkr]→[Close], чтобы закрыть маркер и информацию о маркере, отображаемые в данный момент времени. Нажмите [All Off], чтобы закрыть все маркеры и информацию о маркерах.

### 2 Поиск маркеров (поиск с помощью маркеров)

- a) Нажмите [Mkr]→[Max] или [Min], чтобы воспользоваться функцией поиска макс. и мин. значения для маркера;

- b) Или укажите определенные параметры для поиска пикового значения, нажав [Peak]→[Peak] пиковое значение, [Sub Peak] – другой пик, [Right Peak] - пик справа, [Left Peak] - пик слева, [Max] или [Min] макс. или мин. значение;
- c) Нажмите [Peak]→[Tracking Off/On] чтобы вкл. или выкл. функцию отслеживания пика для маркера;
- d) Нажмите [Peak]→[Advance] чтобы отобразить расширенный интерфейс для поиска маркера: выбор имени маркера, типа поискового маркера и диапазона частот поиска. В случае необходимости могут быть заданы конкретные параметры для настройки точного и быстрого поиска маркера.

## Раздел 8 Оптимизация измерений

В этом разделе, на примерах, рассматриваются типичные области применения измерительной технологии ВАЦ, каждый из которых нацелен на различные возможности микроволнового анализатора AT4957D/E/F. В данном разделе представлены следующие методы и области применения измерений:



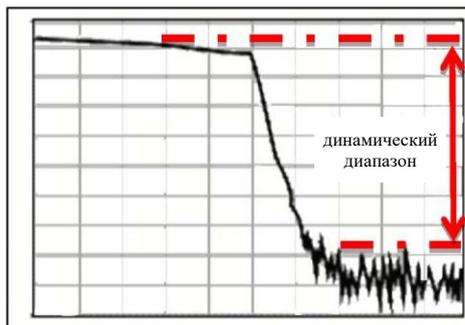
### ПРИМЕЧАНИЕ:

Клавиши, обозначающие числовые значения, выраженные в виде метки “[ ]”, в данном разделе опущены, для обеспечения непрерывности текста.

Например, [3], [0], [0] и [MHz] выражены в виде 300 [MHz] для краткости.

### I Увеличение динамического диапазона

Динамический диапазон - это разница между макс. мощностью и мин. мощностью (уровень шума), которые могут быть измерены микроволновым анализатором. Для обеспечения правильного и достоверного измерения значение входного сигнала должно быть в этом диапазоне. Если амплитуда сигнала, которую предполагается измерить, сильно варьирует (например, внеполосное заграждение фильтра), необходимо увеличить динамический диапазон для измерения. На рис. 4-1 показан динамический диапазон для типового измерения.



Для обеспечения правильного измерения мощность входного сигнала должна быть в пределах диапазона.

Рис. 4-1 Динамический диапазон

Для уменьшения неопределенности измерения динамический диапазон микроволнового анализатора должен быть шире, чем диапазон отклика тестируемого устройства. Точность измерения повышается, когда отклик тестируемого устройства, как минимум на 10 дБ, выше уровня шума. Следующий метод может помочь расширить динамический диапазон:

#### 1 Увеличьте мощность, подаваемую на тестируемое устройство.

Увеличение входной мощности тестируемого устройства может помочь микроволновому анализатору определить выходную мощность тестируемого устройства с более высокой точностью. Однако, имейте в виду, что слишком большая мощность на входе микроволнового анализатора может вызвать компрессионные искажения или даже повредить приемник.

Нажмите [Amplitude]→[Power High>], чтобы отрегулировать выходную мощность.



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Макс. уровень входного сигнала отмечен на панели микроволнового анализатора, а максимальная выходная мощность микроволнового анализатора, в определенной точке, может достигать 0 дБм. Если тестируемое устройство имеет усиление, корректируйте соответствующую выходную

---

**мощность источника, для предотвращения превышения макс. входного уровня.**

---

**2 Уменьшите уровень шума приемника**

Случайный шум в приемном тракте микроволнового анализатора уменьшает точность измерения. Несколько функций микроволнового анализатора, представленных ниже, можно использовать для подавления шума трассы (графика), уменьшения уровня шума и получения более точных результатов измерения.

**Усреднение развертки**

Усреднение развертки уменьшает влияние случайного шума на измерение. Микроволновый анализатор вычисляет каждое измеренное значение путем усреднения одной и той же точки измерения посредством нескольких последовательных разверток. Настройка коэффициента усреднения определяет количество последовательных разверток. Чем больше коэффициента усреднения, тем эффективнее снижается влияние шума на измерение.

- Усреднение трассы распространяется на все трассы измерений в канале, и канал, который использует функцию усреднения, отображает количество усреднений.
- Если усреднение развертки включено, тогда счетчик усреднений показывает число выполненных разверток, что помогает выбрать наилучший коэффициент усреднения путем наблюдения за трассой изменения и количеством раз ее выполнения.
- Усреднение развертки и уменьшение полосы пропускания могут снизить шум. Если вы хотите получить очень низкий уровень шума, рекомендуется использовать усреднение развертки. В обычном случае усреднение развертки используется для уменьшения шума, однако, уменьшения полосы пропускания увеличивает время развертки в несколько раз.

Этапы для настройки усреднения развертки следующие:

Нажмите [BW]→ [Avg Off On] для вкл. или выкл. вкл. Усреднения. Количество усреднений задается с помощью числовых клавиш.

**Сглаживание трассы**

Сглаживание трассы выравнивает изображение трассы путем усреднения смежных точек данных, а среднее число смежных точек данных называется апертурой сглаживания. Микроволновый анализатор определяет размер апертуры, указывая количество усредняемых точек данных и процент диапазона значений. Функция сглаживания уменьшает шум между пиками трассы измеренных данных без существенного увеличения времени развертки.

Этапы для настройки сглаживания трассы:

Нажмите [BW]→ [Smooth Off On] для вкл. или выкл. сглаживания и введите значение апертуры сглаживания с помощью числовых клавиш.

**Уменьшение полосы такта ПЧ**

Портативный комбинированный анализатор цепей и сигналов, для обработки, преобразует принятый сигнал отклика в сигнал более низкой промежуточной частоты. Полоса пропускания полосового фильтра промежуточной частоты часто называется полосой пропускания тракта ПЧ (или просто - полосой пропускания). В микроволновом анализаторе полоса пропускания задается в диапазоне от 1 Гц до 100 кГц и настраивается с кратностью шага 1, 3 и 10. При уменьшении полосы пропускания может уменьшиться воздействие случайного шума на измерения (при уменьшении полосы пропускания в 10 раз уровень шума может уменьшиться на 10 дБ), однако, при этом может продлиться время развертки. Влияние полосы пропускания на измерения показано на рисунке 4-2:

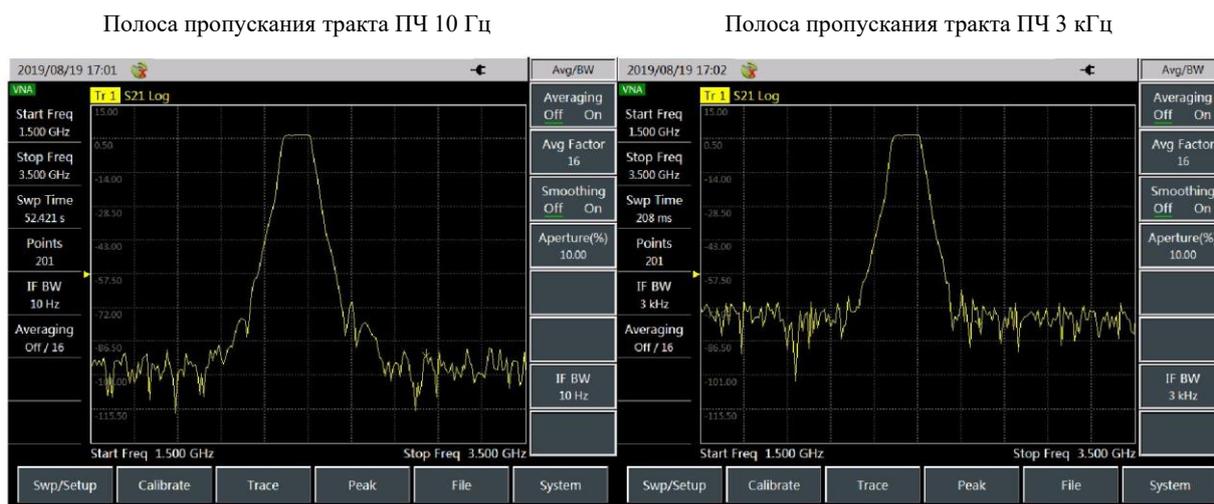


Рисунок 4-2 Влияние полосы пропускания на результаты измерения

Для настройки полосы пропускания выполните следующие этапы, представленные ниже:

- a) Нажмите [BW]→ [IF Band];
- b) Нажмите клавишу [↑] [↓] для перемещения по предлагаемым вариантам, с целью изменения значения полосы пропускания.
- c)

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

**Увеличение динамического диапазона может продлить время измерения в связи с некоторыми настройками микроволнового анализатора.**

## II Калибровка для обеспечения более высокой точности измерения

### 1 Процесс коррекции ошибок измерения

- Коррекция ошибок частотного отклика
- Коррекция ошибок частотного отклика и изоляции
- Коррекция ошибок на отражение одного порта
- Полная 2-х портовая коррекция ошибок

### 2 Тип коррекции ошибок

Существует несколько типов коррекции ошибок, при этом доступны от 1 до 12 системных ошибок: полная 2-х портовая коррекция эффективно устраняет все 12 системных ошибок. Для некоторых измерений в данный момент не требуется коррекция всех 12-ти ошибок. Каждая коррекция и ее применение описаны ниже:

Таблица 4-1 Классификация коррекции ошибок

Тип коррекции	Соответствующий тип измерения	Корректируемая ошибка	Требуемая калибровочная мера
Частотный отклик	Измерение передачи или отражения (требования к точности невысоки)	Частотный отклик	Холостой Ход (ХХ), Короткое Замыкание (КЗ), Перемычка (П)
Отклик и изоляция (развязка)	Измерение передаточной характеристики устройства с высокими вносимыми потерями или отражение устройства с возвратными обратными потерями. Точность измерения ниже чем при измерении одиночного порта или полных 2-х портов.	Частотный отклик и направленность изоляция (развязка) или направленность отражения.	Холостой Ход (ХХ), Короткое Замыкание (КЗ), Перемычка (П) Согласованная Нагрузка (СН) 2 шт.
Одиночный порт S11	Измерение отражения 1-портового устройства или 2-х портового устройства с хорошим соединением.	Направленность, согласование с источником и частотный отклик	Холостой Ход (ХХ), Короткое Замыкание (КЗ), Согласованная Нагрузка (СН)
Одиночный порт S22	Измерение отражения 1-портового устройства или 2-х портового устройства с хорошим соединением.	Направленность, согласование с источником и частотный отклик	Холостой Ход (ХХ), Короткое Замыкание (КЗ), Согласованная Нагрузка (СН)
Full 2 ports (полная 2-портовая)	Измерение передачи или отражения 2-х портового устройства с высокой точностью	Направленность, согласование источника, согласование нагрузки, изоляция (развязка), частотный отклик в прямом и обратном направлениях	Холостой Ход (ХХ), Короткое Замыкание (КЗ), Согласованная Нагрузка (СН) и Перемычка (П) (для изоляции используются две нагрузки)

### 3 Меры предосторожности при калибровке:

#### Параметры измерения

Перед проведением какого-либо измерения (S11, S22, S21, S12) необходимо выполнить следующие предварительные установки анализатора: установить параметры измерительного канала (частотный диапазон, полосу ПЧ, уровень мощности, количество точек свипирования), определиться с типом калибровки (в соответствии с типом измерения), подобрать калибровочный набор (выбрать необходимые калибровочные меры). Затем выполнить процедуру калибровки. После этого проводят измерения. В случае изменения какого-либо параметра прибор проверит используемые данные калибровки, и по необходимости, при критическом несоответствии данных, потребуются проведение новой процедуры калибровки.

#### Измерение калибровочных мер

Последовательность измерений для нескольких различных калибровочных мер, которые предполагается измерить в одно и то же время, можно игнорировать. Другими словами, не важно, что Вы будете измерять в начале, калибровочную меру «Холостой Ход» (ХХ), калибровочную меру «Короткое Замыкание» (КЗ) или калибровочную меру «Согласованная Нагрузка» (СН). Любую калибровочную меру можно перемерить, прежде чем нажимать [ОК]. Изменения в калибровочных мерах, или подверженный ошибкам процесс при ручном переключении между калибровочными мерами, являются нормальным явлением во время измерения. При проведении многократных

измерений калибровочных мер коррекция системных ошибок должна проводиться по самым последним данным измерений.

### Повторная калибровка

Если калибровка прервана, из-за открытия другого меню, нажмите [Cal Cont] в меню калибровки для продолжения калибровки.

### Стандартный калибровочный комплект

В процессе калибровки микроволновый анализатор измеряет реальную и, строго определенную калибровочную меру, вычисляя конкретные значения внутренних отклонений (характеристические данные), поскольку из-за производственных ограничений невозможно изготовить идеальную калибровочную меру. Затем анализатор проводит математическое сравнение «идеальной меры» с результатом измерения используемой калибровочной меры. Разница в вычислениях, так называемые компоненты ошибок, учитываются для коррекции системной ошибки. В дальнейшем, влияние искажающих элементов, как кабели, переходники и т. д. может быть устранено.

Повышение точности коррекции зависит от качества калибровочной меры и от применяемого типа (метода/способа) калибровки. Для обеспечения более высокой точности и повторяемости измерений следите за тем, чтобы соединительные разъемы были чистыми, а также следите за моментом затяжки коаксиальных разъемов, используя тарированный ключ.

Поскольку микроволновые анализаторы AT4957D/E/F могут работать на частотах вплоть до 18 ГГц, 26,5 ГГц и 40 ГГц, рекомендуется купить и использовать высокопроизводительные коаксиальные калибровочные комплекты (31101, 31121 или 31123), разработанные и изготовленные компанией "Чайна Электроникс Текнолоджи Инструментс Ко., Лтд." (China Electronics Technology Instruments Co., Ltd.). Стоит обратить внимание, на то, что тип калибровочного комплекта нужно подбирать под разъем измеряемого устройства, а не микроволнового анализатора. Если разъемы прибора и измеряемого устройства не совпадают можно воспользоваться дополнительными кабелями и переходниками, влияние которых будет учтено в процессе калибровки. Частотный диапазон и тип разъема таких серийных калибровочных комплектов показаны в таблице ниже:

Таблица 4-2 Частотный диапазон и тип разъема серийных калибровочных комплектов

Модель	Частотный диапазон	Тип разъема
31123	DC ~ 40 ГГц	2,4 мм
31121	DC ~ 26,5 ГГц	3,5 мм
31101A	DC ~18 ГГц	N-тип (вилка)
31101B	DC ~18 ГГц	N-тип (розетка)

## 4 Коррекция ошибок частотного отклика

Частотный отклик следующих измерений может быть устранен:

Измерение отражения

Измерение передачи

### Коррекция ошибок при измерении отражения

a) Выберите тип измерения, который Вы хотите измерить:

Для измерения отражения порта 1 (S11) нажмите [Meas]→[S11].

Для измерения отражения порта 2 (S22) нажмите [Meas]→[S22].

b) Задайте другие параметры для измерения, в том числе начальную частоту, конечную частоту, выходную мощность, количество точек развертки или полосу пропускания.

c) Нажмите [Calibrate], чтобы открыть меню калибровки.

d) Нажмите [Cal Kit] чтобы проверить, совпадает ли наименование требуемого Вам калибровочного комплекта с наименованием калибровочного комплекта, указанного в текущем разделе меню. Если нет, тогда нажмите соответствующую программную клавишу, чтобы выбрать подходящий тип калибровочного комплекта.

- e) Нажмите [OK], чтобы вернуться в строку меню [Calibrate], выберите функцию коррекции ошибок частотного отклика, нажмите [M Cal>]→[Freq Resp.>]→[OPEN S11>], чтобы автоматически появилась подсказка “Connect OPEN in P1, then press corresp. menu button to start!” (Подключите меру XX к Порту 1, затем нажмите соответствующую кнопку меню, чтобы начать!).
- f) Для измерения калибровочной меры, после стабилизации трассы, нажмите [OPEN], начнется измерение и отобразится надпись “Cal std measuring...” (“Измерение калибровочной меры...”). После завершения и вычисления коэффициента ошибки, в меню появится символ подчеркивания, указывающий на то, что элемент протестирован полностью, например, [OPEN].
- g) По завершении всей процедуры калибровки в меню “Calibrate Off/On” появится символ подчеркивания. Теперь тестируемое устройство может быть подключено и измерено.
- h) Подобным образом, повторите этап e), выбрав другой вариант коррекции ошибок. Нажмите [M Cal>]→[Freq Resp.>]→[SHORT S11>] или [OPEN S22>] или [SHORT S22>], подключите меру XX или КЗ к соответствующему тестовому порту согласно подсказке, и выполните операции, описанные в этапах f) и g).

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Одновременно может быть измерена только одна калибровочная мера. В случае какого-либо ошибочного подключения калибровочной меры, вернитесь к нажатию [Calibrate]→[M Cal]→[Freq Resp.] повторно, чтобы выбрать подходящую калибровочную меру. Не используйте калибровочную меру “КЗ” во время коррекции отражения.

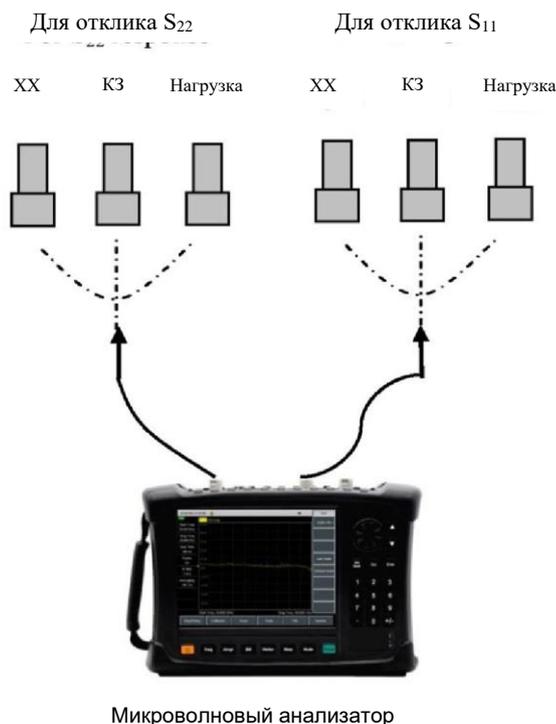


Рис. 4-3 Подключение калибровочных мер для коррекции ошибок отклика при измерении отражения

### Коррекция ошибок при измерении передачи

- a) Выберите тип измерения, который Вы хотите измерить:  
 Для измерения коэффициента передачи в прямом направлении (S21) нажмите [Meas]→[S21].  
 Для измерения коэффициента передачи в обратном направлении (S12), нажмите [Meas]→[S12].
- b) Задайте другие параметры для измерения устройства, в том числе начальную частоту, конечную частоту, выходную мощность, точки развертки или полосу пропускания.
- c) Нажмите [Calibrate], чтобы открыть меню калибровки.
- d) Выберите функцию коррекции ошибок частотного отклика, нажмите [M Cal>]→[Freq Resp.>]

→[THRU S12>] или [THRU S21>], чтобы автоматически выдалась подсказка “Connect Thru cable between P1 and P2, then press corresp. menu button to start!” (“Подключите кабель или перемычку между портами P1 и P2, затем нажмите соответствующую кнопку меню, чтобы начать!”). Выполните подключение.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Все адаптеры и кабели, которые предполагается использовать для измерения тестируемого устройства, должны быть подключены к прибору, т.е. подключение калибровочной меры должно осуществляться уже к ним.

- e) После стабилизации трассы нажмите [THRU]. Появится сообщение “Cal std measuring...” (“Измерения калибровочной меры...”). После измерения, символ подчеркивания в меню указывает на то, что элемент протестирован полностью, например, [THRU].
- f) Тестируемое устройство может быть подключено и измерено.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Не используйте калибровочную меру “КЗ” для коррекции отклика передачи.



Микроволновый анализатор

Рис. 4-4 Подключение перемычки для коррекции ошибок отклика при измерении передачи

**Коррекция ошибок отклика и изоляции (развязки) при измерении передачи**

- a) Выберите тип измерения, который Вы хотите измерить:  
Для измерения коэффициента передачи в прямом направлении (S21) нажмите [Meas]→[S21].  
Для измерения коэффициента передачи в обратном направлении (S12), нажмите [Meas]→[S12].
- b) Задайте другие параметры для измерения устройства, в том числе начальную частоту, конечную частоту, выходную мощность, количество точек развертки и полосу пропускания.
- c) Откройте меню калибровки нажатием [Calibrate]
- d) Выберите функцию коррекции ошибок частотного отклика, нажмите [M Cal>]→[Resp.& Iso S12] или [Resp.& Iso S21]. Появится подсказка “Connect Thru cable between P1 and P2, then press corresp. menu button to start!” (“Подключите кабель или перемычку между портами P1 и P2, затем нажмите соответствующую кнопку меню, чтобы начать!”). Выполните подключение.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Все адаптеры и кабели, которые предполагается использовать для измерения тестируемого устройства, должны быть подключены к прибору, т.е. подключение калибровочной меры должно осуществляться уже к ним.

- e) После стабилизации трассы нажмите [THRU]. Появится подсказка “Cal std measuring...” (“Измерение калибровочной меры...”) После измерения, символ подчеркивания в меню указывает на то, что элемент протестирован полностью, например, [THRU]. После появления подсказки “Connect the load to P1 and P2, then press corresp. menu button to start!”.
- f) Подключите калибровочную меру “Нагрузка” к портам P1 и P2 микроволнового анализатора.
- g) После стабилизации трассы нажмите [Iso]. Появится подсказка “Cal std measuring...” (“Измерение калибровочной меры...”). По окончании измерения, символ подчеркивания в меню будет

указывать на то, что элемент протестирован полностью, например, [Iso].

- h) Система проведет коррекцию ошибки изоляции, и анализатор отобразит на дисплее строку записи скорректированных данных, указав, что данные такого канала активированы.
- i) Тестируемое устройство может быть подключено и измерено.



Рис. 4-5 Подключение калибровочных мер для коррекции ошибок отклика и изоляции при измерении передачи

## 5 Коррекция ошибок отражения одиночного порта

- Сделайте поправку на направленность
- Учтите поправку на согласование с источником
- Сделайте коррекцию частотного отклика

Вы можете сделать однопортовую коррекцию при измерении S11 или S22. Эти два измерения в основном одинаковы, они разнятся лишь по выбранным параметрам измерения.

- a) Выберите тип измерения, который Вы хотите измерить:  
 Для измерения отражения порта 1 (S11) нажмите [Meas]→[S11].  
 Для измерения отражения порта 2 (S22) нажмите [Meas]→[S22].
- b) Задайте другие параметры для измерения устройства, в том числе начальную частоту, конечную частоту, выходную мощность, количество точек развертки и полосу пропускания.
- c) Войдите в меню калибровки, нажав [Calibrate]
- d) Нажмите [Calibrate]→[Cal Kit], чтобы проверить, совпадает ли наименование нужного вам калибровочного комплекта с наименованием калибровочного комплекта, указанного в текущем разделе меню. Если нет, тогда нажмите соответствующую программную клавишу, чтобы выбрать подходящую модель калибровочного комплекта. Нажмите [Back], вернитесь к [Calibrate], и нажмите [M Cal>], чтобы выбрать нужный вам вариант калибровки.
- e) Для измерения отражения в порте 1 нажмите [S11 One Port].
- f) Для измерения отражения в порте 2 нажмите [S22 One Port].
- g) После стабилизации трассы, для измерения калибровочной меры "XX" нажмите [OPEN]. После появления подсказки "Connect OPEN in P1, then press corresp. menu button to start!" подключите калибровочную меру "XX" к порту 1 и проведите измерение. Появится сообщение "Cal std measuring..." ("Измерение калибровочной меры..."). После измерения, символ подчеркивания в меню будет указывать на то, что элемент протестированы полностью, например, [OPEN]. Отключите меру от порта.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Все адаптеры и кабели, которые предполагается использовать для измерения тестируемого устройства, должны быть подключены к прибору, т.е. подключение калибровочной меры должно осуществляться уже к ним.

- h) После стабилизации трассы, для измерения калибровочной меры “КЗ” нажмите [SHORT]. После появления подсказки “Connect SHORT in P1, then press corresp. menu button to start!” подключите калибровочную меру “КЗ” к порту 1 и проведите измерение. Появится сообщение “Cal std measuring...” (“Измерение калибровочной меры...”). После измерения, символ подчеркивания в меню будет указывать на то, что элемент протестированы полностью, например, [SHORT]. Отключите меру от порта.
- i) После стабилизации трассы, для измерения калибровочной меры “Нагрузка” нажмите [LOAD]. После появления подсказки “Connect LOAD in P1, then press corresp. menu button to start!” подключите калибровочную меру “Нагрузка” к порту 1 и проведите измерение. Появится сообщение “Cal std measuring...” (“Измерение калибровочной меры...”). После измерения, символ подчеркивания в меню будет указывать на то, что элемент протестированы полностью, например, [LOAD]. Отключите меру от порта.
- j) Для коррекции ошибок отражения порта 2 сделайте аналогичные действия, указанные в пунктах g), h), i) для порта 2.
- к) Чтобы отобразилась трасса с исправленными данными нужно указать, что коррекция активирована.
- l) Теперь можно подключать для измерений само тестируемое устройство.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Все калибровочные меры можно измерить в любой последовательности, вне зависимости от того, что упомянуто в настоящем документе.

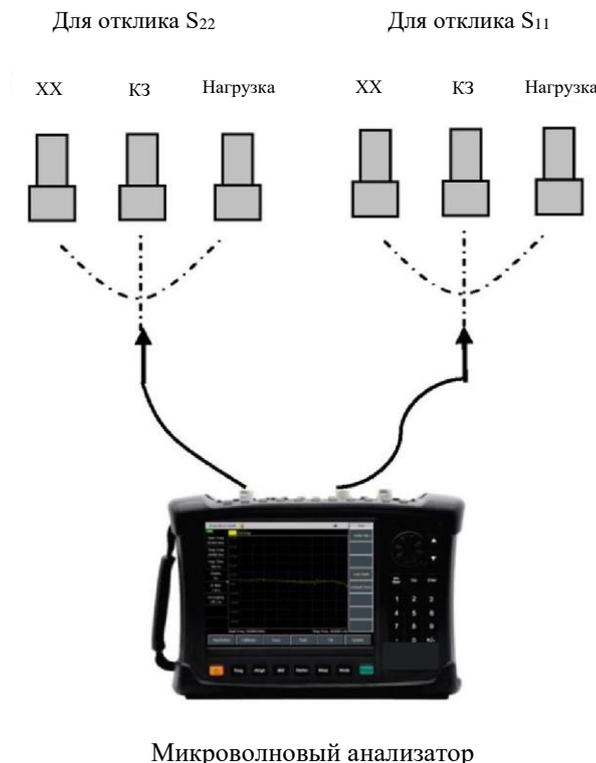


Рис. 4-6 Подключение калибровочных мер для коррекции ошибок отражения одиночного порта

## 6 Полная 2-х портовая коррекция ошибок

Полную 2-х портовую калибровку можно использовать для коррекции 12 элементов ошибок, включая поправки на направленность, поправки на отражение, согласование источника, согласование нагрузки,

частотный отклик и изоляция (развязка).

- Учтите поправку на направленность в прямом и обратном направлениях.
- Учтите рассогласование источника в прямом и обратном направлениях.
- Учтите рассогласования нагрузки в прямом и обратном направлениях.
- Скорректируйте ошибку изоляции в прямом и обратном направлениях.
- Скорректируйте частотный отклик в прямом и обратном направлениях.



**ПРИМЕЧАНИЕ:**

**Это процесс точной коррекции ошибок. Микроволновый анализатор обновляет трассу измерений один раз с помощью прямой и обратной развертки, что занимает больше времени по сравнению с другим процессом коррекции.**

- a) Задайте параметры для измерения устройства, в том числе начальную частоту, конечную частоту, выходную мощность, количество точек развертки и полосу пропускания.
- b) Откройте калибровочное меню, нажав [Calibrate]
- c) Нажмите [Calibrate]→[Cal Kit], чтобы проверить, совпадает ли наименование нужного вам калибровочного комплекта с наименованием калибровочного комплекта, указанного в текущем разделе меню. Если нет, тогда нажмите соответствующую программную клавишу, чтобы выбрать подходящую модель калибровочного комплекта.
- d) Нажмите [Back], чтобы вернуться к строке меню [Calibrate], нажмите [M Cal>], чтобы выбрать тип калибровки, затем нажмите [Full 2 Ports], появится подсказка “Press [Reflect] to start corresponding measurement!”.
- e) Для запуска измерения отражения нажмите [Reflect]. После появления подсказки “Connect OPEN in P1, then press corresp. menu button to start!” подключите калибровочную меру “XX” к порту 1 и проведите измерение. Появится сообщение “Cal std measuring...” (“Измерение калибровочной меры...”). После окончания измерения, символ подчеркивания в меню будет указывать на то, что элемент протестированы полностью, например, [OPEN]. Отключите меру от порта.
- f) После стабилизации трассы, для измерения калибровочной меры “K3” нажмите [P1 SHORT]. После появления подсказки “Connect SHORT in P1, then press corresp. menu button to start!” подключите калибровочную меру “K3” к порту 1 и проведите измерение. Появится сообщение “Cal std measuring...” (“Измерение калибровочной меры...”). После окончания измерения, символ подчеркивания в меню будет указывать на то, что элемент протестированы полностью, например, [P1 SHORT]. Отключите меру от порта.
- g) После стабилизации трассы, для измерения калибровочной меры “Нагрузка” нажмите [P1 LOAD]. После появления подсказки “Connect LOAD in P1, then press corresp. menu button to start!” подключите калибровочную меру “Нагрузка” к порту 1 и проведите измерение. Появится сообщение “Cal std measuring...” (“Измерение калибровочной меры...”). После измерения, символ подчеркивания в меню будет указывать на то, что элемент протестированы полностью, например, [P1 LOAD]. Отключите меру от порта.
- h) Для коррекции ошибок отражения порта 2 сделайте аналогичные действия, указанные в пунктах e), f), g) для порта 2.
- i) После калибровки отражения P1 и P2 система вычислит коэффициенты отражения автоматически.
- j) Для запуска измерения передачи вернитесь в предыдущее меню. Нажмите [Tr>], появится подсказка “Connect Thru cable between P1 and P2, then press corresp. menu button to start!”. Соедините тестовый порт 1 и тестовый порт 2 кабелем (или воспользуйтесь калибровочной мерой “Перемычка”). Нажмите [Auto Meas], чтобы выполнить калибровку передачи подряд всех четырех элементов автоматически, либо последовательно нажмите [Pos Match], [Pos Trans], [Rev Match] и [Rev Trans], чтобы выполнить каждую калибровку одну за другой. После завершения процедуры измерения четырех элементов - полная 2-х портовая калибровка выполнена.
- k) Нажмите [Back], для возврата в предыдущее меню. Нажмите [Iso] для калибровки изоляции.
- l) Для коррекции ошибки изоляции нажмите [Iso]. Появится подсказка “Connect LOADs in P1 and P2, then press corresp. menu button to start!”. Подключите нагрузки к тестовому порту 1 и тестовому порту 2, соответственно. Нажмите [Auto Meas], чтобы выполнить калибровку изоляции двух элементов подряд автоматически, либо нажмите [Pos Iso] и [Rev Iso], чтобы выполнить

измерение каждой калибровочной меры независимо. Чтобы проигнорировать коррекцию ошибки изоляции нажмите [Ignore Iso].

m) По завершении полной 2-х портовой калибровки в зоне подсказок, отображается отметка об успешной калибровке "Calibration Off/On". Выполните подключение тестируемого устройства для выполнения измерений.

n)

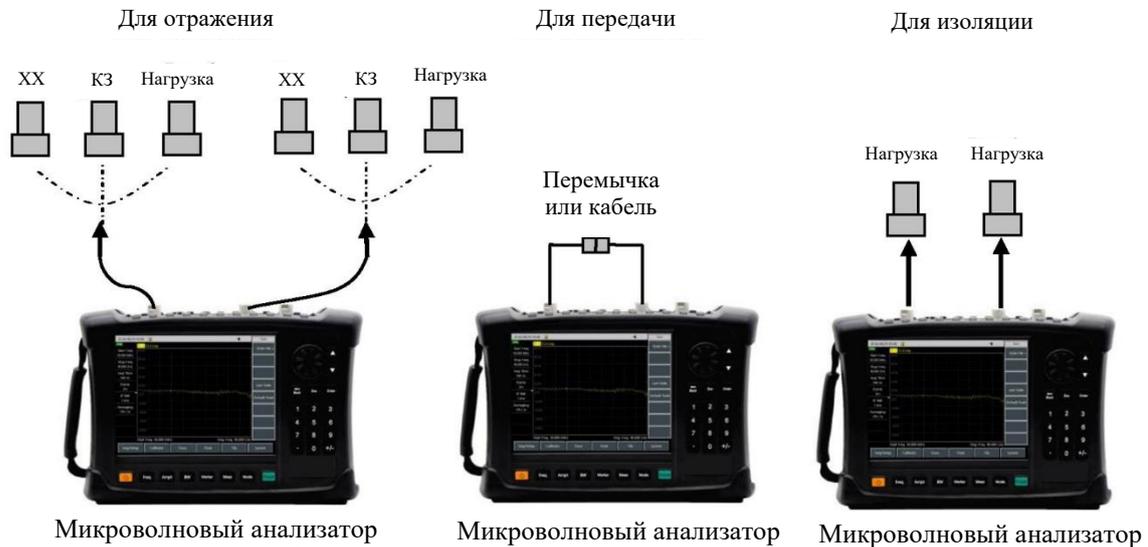


Рис. 4-7 Подключение калибровочных мер для полной 2-х портовой коррекции ошибок

## Раздел 9 Описание меню

В данном разделе представлены структура и детализация меню микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме векторного анализатора цепей.

### 1 Структура меню

Режим векторного анализатора цепей включает 9 элементов, а именно: "частота", "амплитуда", "полоса пропускания / усреднение", "развертка", "трасса", "маркер", "калибровка", "пик", "измерение" и "файл", где "файл" служит для управления файлами для всего прибора при выполнении основных операций. Структуры меню, следующие:

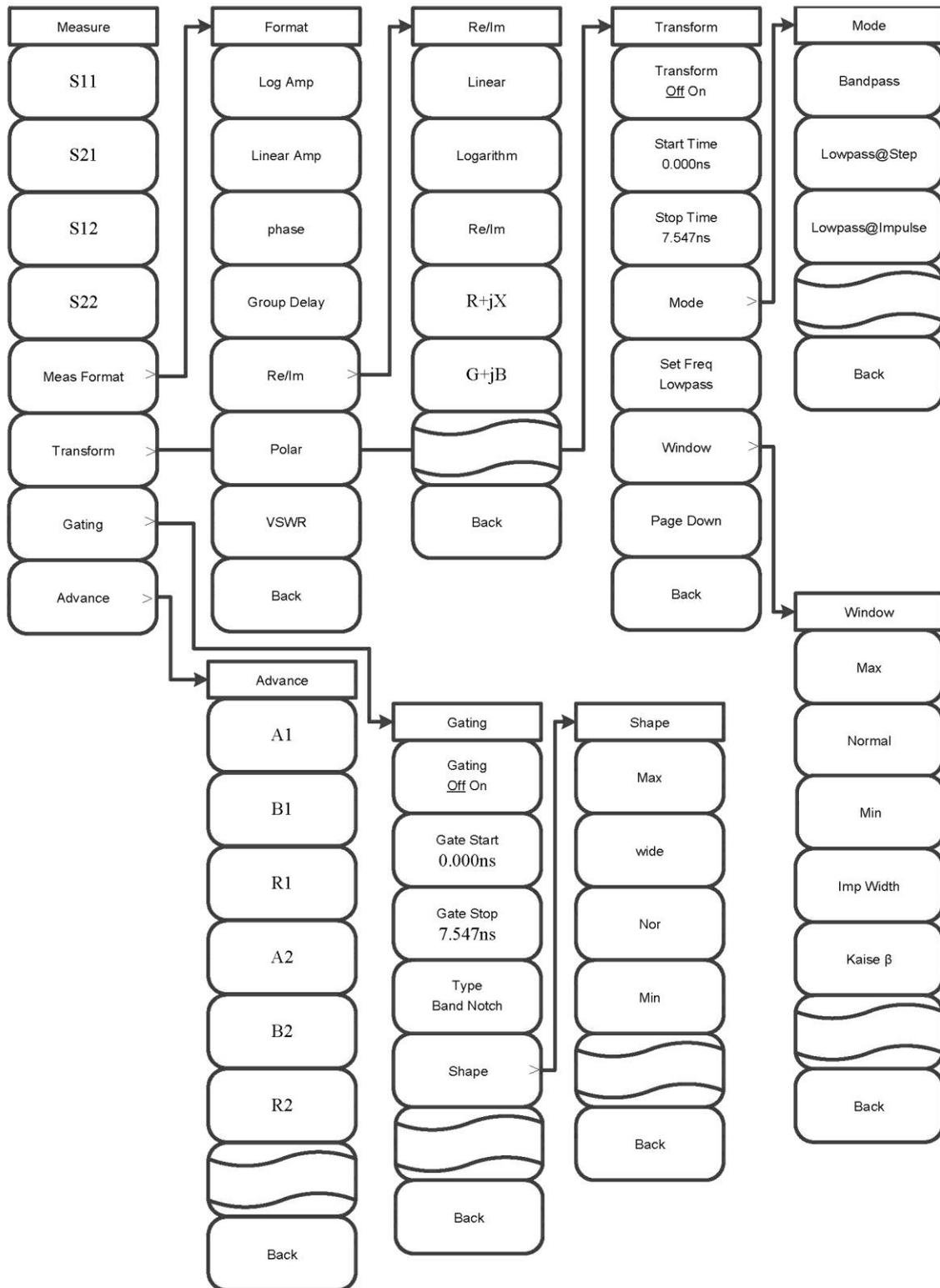


Рис. 4-8 Структура меню измерений

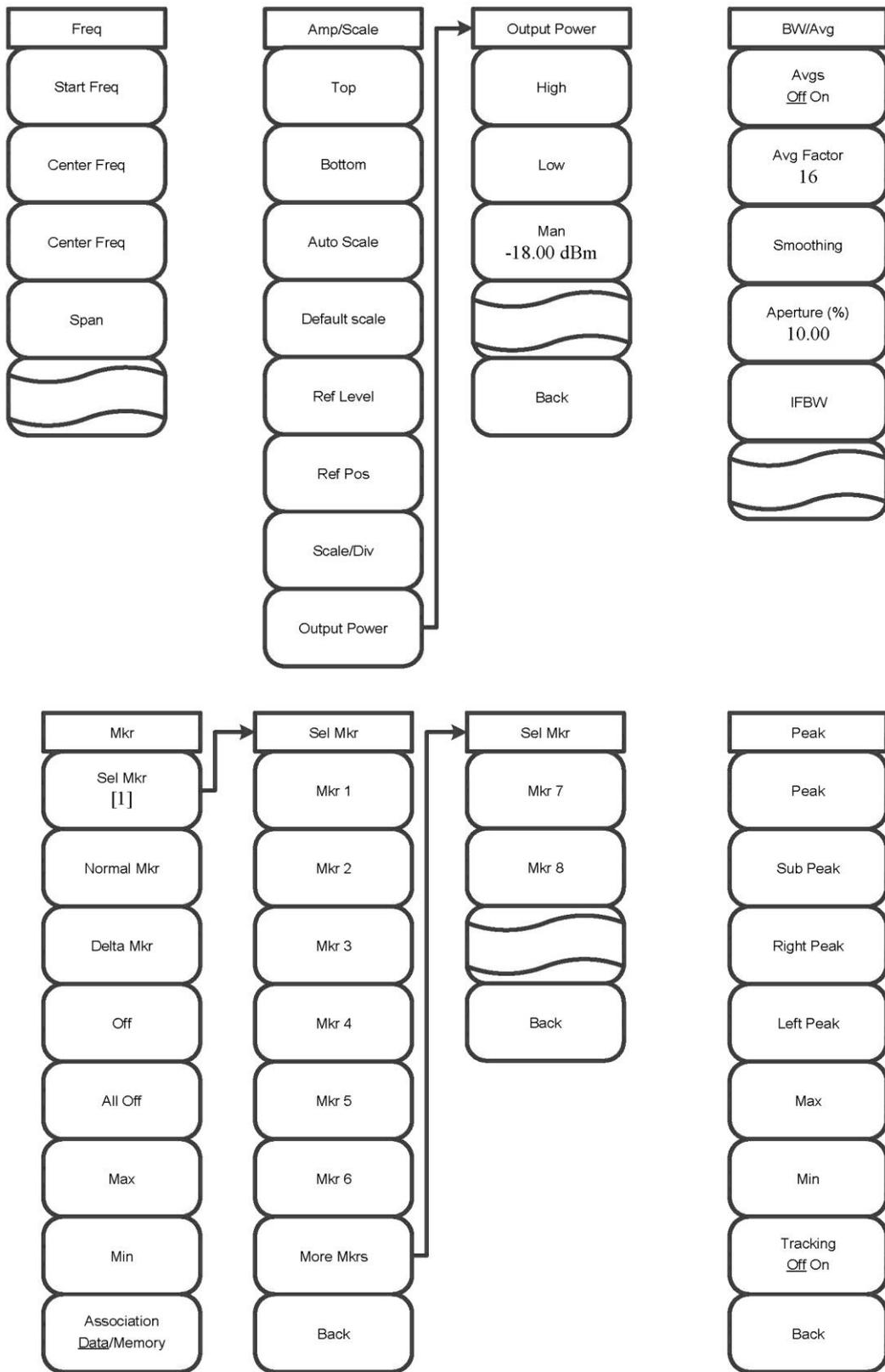


Рис. 4-9 Структура меню частоты, амплитуды/шкалы, полосы пропускания/усреднения, маркера и пика

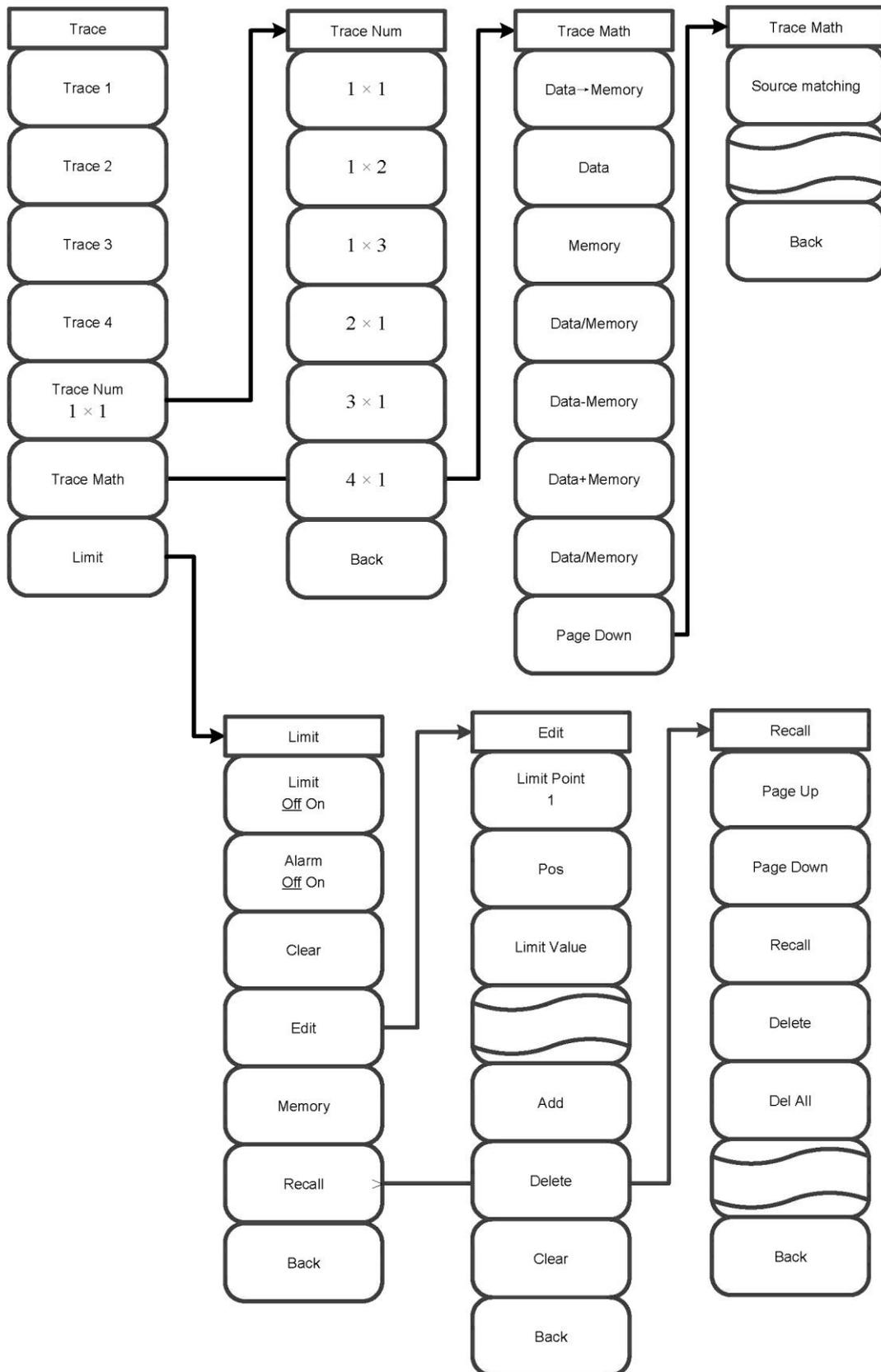


Рис. 4-10 Структура меню трассы

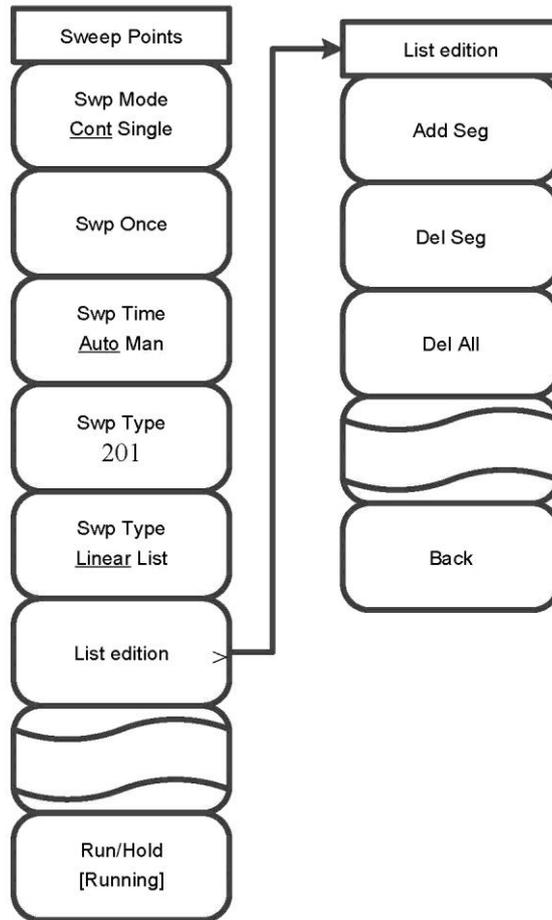


Рис. 4-11 Структура меню развертки

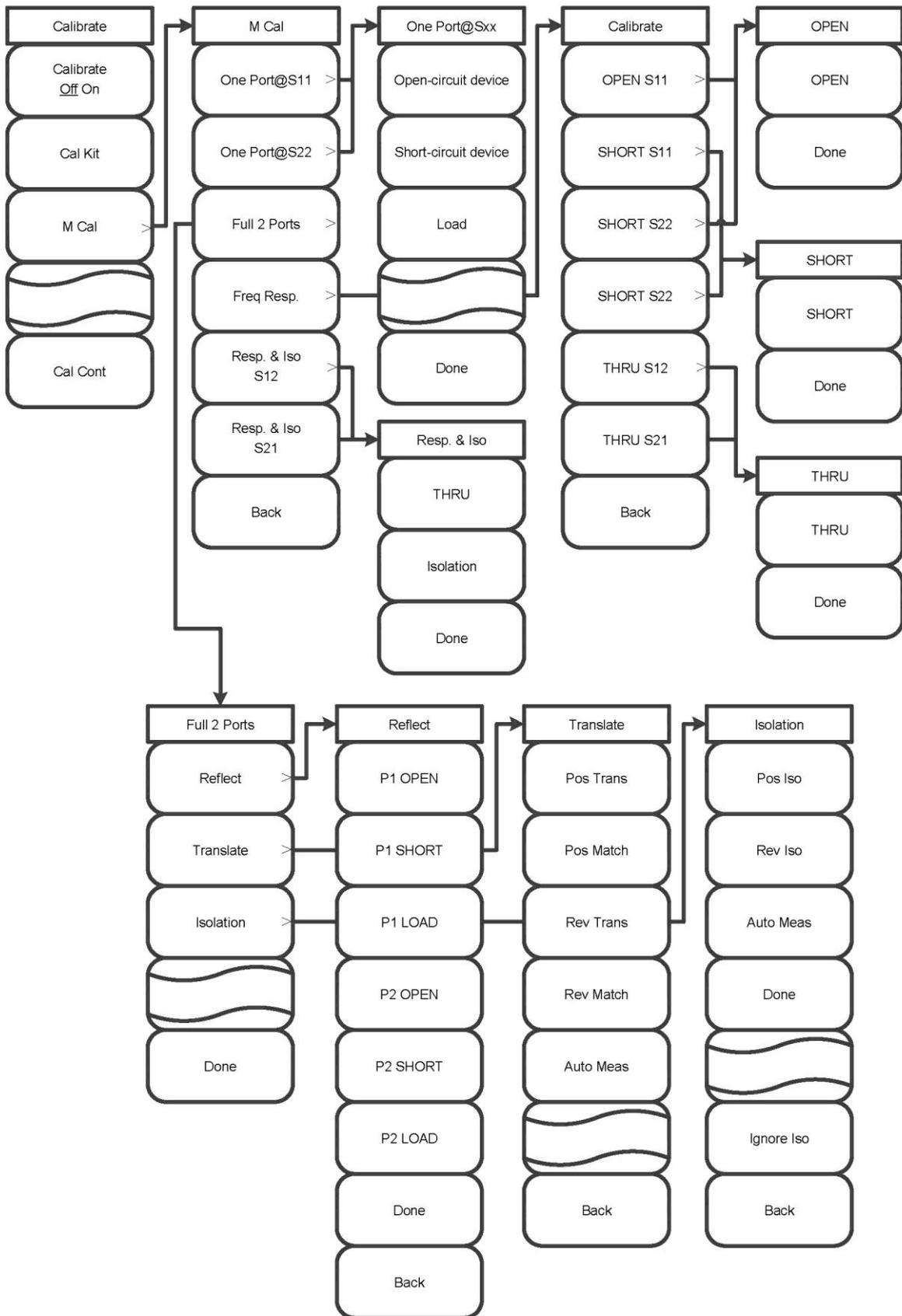


Рис. 4-12 Структура меню калибровки

## 2 Описание меню

### [Freq]

Меню программных клавиш, связанное с настройками частоты, в том числе [Start Freq], [Stop Freq], [Center Freq] и [Span].

### [Start Freq]

Установка значения начальной частоты. Регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓]) или поворотной ручкой. Если значение начальной частоты больше, чем конечная частота, тогда начальная частота автоматически задается равной конечной частоте.

### [Stop Freq]

Установка значения конечной частоты. Регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓]) или поворотной ручкой. Если значение конечной частоты меньше, чем начальная частота, тогда конечная частота автоматически задается равной начальной частоте.

### [Center Freq]

Установка значения центральной частоты и полосы обзора. Регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓]) или поворотной ручкой. Если значение центральной частоты не соответствует соответствующему значению середины полосы обзора, тогда полоса обзора будет автоматически доведена до наиболее подходящего значения, соответствующего центральной частоте.

### [Span]

Установка значения полосы обзора. Регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓]) или поворотной ручкой.

[Amplitude]

### [Top]

Задание максимального значения масштаба для вертикальной сетки дисплея в пределах диапазона от -499,9 дБ до +500 дБ.

### [Bottom]

Задание максимального значения масштаба для вертикальной сетки дисплея в пределах диапазона от -500 дБ до +499,9 дБ.

### [Auto Scale]

Установка автоматического (наиболее подходящего) масштаба сетки шкалы для отображаемой трассы.

### [Default scale]

Масштаб сетки шкалы для амплитуды представляет собой значение по умолчанию при включении питания.

### [Ref Value]

Установка значения опорного уровня (только в декартовых координатах).

### [Ref Pos]

Регулировка положения опорного уровня (только в декартовых координатах).

### [Scale]

Регулировка масштаба (только в декартовых координатах).

### [Output Power High>]

Установка высокой выходной мощности, а также вход в меню для настройки мощности.

### [High]

Задание высокой выходной мощности.

### [Low]

Задание низкой выходной мощности.

**[Man -18dBm]**

Установка значения уровня мощности выходного сигнала вручную.

**[BW]****[Ave Off On]**

Вкл. или выкл. усреднения.

**[Avg Factor]**

Установка численного значения количества усреднений. Значение по умолчанию составляет 16.

**[Smooth Off On]**

Вкл. или выкл. функции сглаживания трассы.

**[Aperture (%) 10.00]**

Установка численного значения процента апертуры сглаживания.

**[IF BW]**

Установка полосы пропускания тракта ПЧ для текущей развертки.

**[Swp/Setup]**

Данное меню используется настроек, связанных с разверткой, в том числе типа, количества точек развертки, времени развертки и т. д.

**[Swp Type Cont Single]**

Настройка типа развертки: непрерывной или одиночной.

**[Swp Time Auto Man]**

Настройка времени развертки: автоматический или ручной режим.

**[Points 201]**

Установка численного значения количества точек развертки.

**[Swp Mode Lin List]**

Задание режима развертки: линейного или по списку. Когда задан режим развертки по списку, развертка по частоте будет выполняться по указанным Вами значениям списка, в том числе односегментная развертка и полносегментная развертка. Список следует отредактировать, прежде чем выбирать данный режим. В указанных диапазонах частот точки свипирования располагаются равномерно.

**[Edit List >]**

Редактирование списка, по которому будет осуществляться развертка, в том числе задание: начальной частоты, конечной частоты, количества точек, выходной мощности и полосы пропускания для каждого сегмента (фрагмента) списка.

**[Add Seg]**

Добавление сегмента развертки.

**[Del Seg]**

Удаление сегмента развертки.

**[Del All]**

Удаление всех файлов со списками развертки.

**[Trace]**

Данное меню используется для задания режима отображения трассы, математической обработки трассы и настройки предельных линий.

**[Trace 1]**

Настройка параметров текущего окна отображения трассы 1.

**[Trace Num 1\*1>]**

Выбор числа трасс и расположения трасс, которые предполагается отобразить в окне, в том числе [1×1], [1×2], [1×3], [2×1], [3×1] и [4×1].

**[Trace Math>]**

Открытие меню математической обработки трассы.

**[Data]**

Отображение текущих данных измерений.

**[Save]**

Отображение данных измерений, сохраненных в памяти.

**[Data&Mem]**

Отображение как текущих, так и сохраненных в памяти данных измерений.

**[Data-Mem]**

Отображение разницы между текущими и сохраненными в памяти данными измерений.

**[Data+Mem]**

Отображение текущих и сохраненных в памяти данных измерений вместе.

**[Data/Mem]**

Деление текущих данных измерений на сохраненные в памяти данные.

**[Data->Mem]**

Сохранение текущих данных измерений в памяти.

**[Limit]**

Установка параметров предельной линии. Линия может редактироваться. Можно задать условия тестирования.

**[Alarm Off On]**

Вкл. или выкл. сигнала предупреждения о нарушении предельной линии.

**[Limit Off On]**

Вкл. или выкл. отображения предельной линии.

**[Edit>]**

Редактирование предельной линии.

**[Sel Point]**

Установка параметров для точки предельной линии, которую предполагается редактировать.

**[Pos]**

Установка значения частоты для точки предельной линии.

**[Value]**

Установка амплитуды для точки предельной линии.

**[Add Point]**

Добавление точки предельной линии.

**[Del Point]**

Удаление точки предельной линии.

**[Del All]**

Очистка данных всех точек предельной линии.

**[Save]**

Сохранение предельной линии.

**[Recall>]**

Вход в меню вызова из памяти предельной линии.

**[Page up]**

Выполнение пролистывания вверх для просмотра сохраненного файла предельной линии.

**[Page down]**

Выполнение пролистывания вниз для просмотра сохраненного файла предельной линии.

**[Recall]**

Вызов из памяти предельной линии.

**[Delete]**

Удаление выбранного в данный момент файла предельной линии.

**[Del All]**

Удаление всех сохраненных файлов предельной линии.

**[Marker]**

Данное меню используется для настройки основных функций маркера, включая состояние маркера, тип маркера и положение маркера.

**[Sel Mkr [4]**

Выбор номера маркера, который выбран для активации, и осуществляется вход в меню для выбора маркера.

**[Mkr 1] ... [Mkr 6]**

Выбор маркера, который вы хотите активировать (отобразить на трассе).

**[More Mkrs>]**

Выбор дополнительных маркеров.

**[Mkr 7] ... [Mkr 8]**

Выбор маркера, который вы хотите активировать (отобразить на трассе).

**[Normal Mkr]**

Установка параметра для маркера как “нормальный” (маркер будет отображать текущие значения частоты и мощности).

**[Delta Mkr]**

Установка параметра для маркера как “дельта-маркер” (маркер будет отображать разницу значений частоты и мощности между текущим положением маркера и опорным).

**[Max]**

Установка маркера на максимальное значение трассы.

**[Min]**

Установка маркера на минимальное значение трассы.

**[Off]**

Удаление текущего маркера.

**[All Off]**

Удаление всех маркеров.

**[Peak]**

Данное меню используется для задания маркеру функции поиска пика.

**[Peak]**

Размещение маркера в максимальной точке (на пике) трассы, и отображение значений частоты и амплитуды в верхнем правом углу экрана. При нажатии данной кнопки не вносятся изменения в активированные функции.

**[Sub Peak]**

Перемещение активного маркера на следующую максимальную точку трассы, относительно текущего положением маркера.

**[Right Peak]**

Перемещение активного маркера на пик справа от текущего положения маркера.

**[Left Peak]**

Перемещение активного маркера на пик слева от текущего положения маркера.

**[Advance]**

Появится диалоговое окно для настройки расширенных параметров для маркера.

**[Tracking Off On]**

Вкл. или выкл. функции отслеживания состояния маркера.

**[Calibrate]**

**[Cal Off On]**

Вкл. или выкл. учета данных калибровки. Учет данных возможен только по завершении процедуры калибровки.

**[Cal Kit]**

Выбор типа калибровочного комплекта для механической калибровки.

**[31123]**

Выбор калибровочного комплекта 31123 с типом разъемов 2,4 мм.

**[31121]**

Выбор калибровочного комплекта 31121 с типом разъемов 3,5 мм.

**[31101]**

Выбор калибровочного комплекта 31101 с типом разъемов N.

**[M Cal>]**

Ввод в меню для настройки параметров ручной (механической) калибровки.

**[Freq Resp.]**

Выбор калибровки частотного отклика.

**[OPEN S11 (S22)]**

Активация измерения калибровочной меры “Холостой Ход” для коррекции ошибок отражения S11 или S22.

**[SHORT S11 (S22)]**

Активация измерения калибровочной меры “Короткое замыкание” для коррекции ошибок отражения S11 или S22.

**[THRU S12 (S21)]**

Активация измерения калибровочной меры “Перемычка” для коррекции ошибок передачи S12 или S21.

**[OPEN]**

Выбор калибровочной меры “Холостой Ход”.

**[SHORT]**

Выбор калибровочной меры “Короткое замыкание”.

**[LOAD]**

Выбор калибровочной меры “Нагрузка”.

**[Resp. & Iso S12 (S21)]**

Выбор калибровки отклика и изоляции.

**[THRU]**

Выбор калибровочной меры “Перемычка”.

**[Iso]**

Выбор типа калибровки изоляции.

**[One Port S11]**

Выбор 1-портовой калибровки параметра отражения (S11).

**[One Port S22]**

Выбор 1-портовой калибровки параметра отражения (S22).

**[Full 2 Ports]**

Выбор полной 2-х портовой калибровки.

**[Reflect]**

Активация калибровки отражения.

**[P1 OPEN]**

Выбор калибровочной меры “Холостой Ход” для порта 1.

**[P1 SHORT]**

Выбор калибровочной меры “Короткое замыкание” для порта 1.

**[P1 LOAD]**

Выбор калибровочной меры “Нагрузка” для порта 1.

**[P2 OPEN]**

Выбор калибровочной меры “Холостой Ход” для порта 2.

**[P2 SHORT]**

Выбор калибровочной меры “Короткое замыкание” для порта 2.

**[P2 LOAD]**

Выбор калибровочной меры “Нагрузка” для порта 2.

**[Translate]**

Задание измерения передачи.

**[Auto Meas]**

Активация автоматического режима измерения.

**[Pos Trans]**

Измерение параметра передачи в прямом направлении.

**[Pos Match]**

Измерение параметра нагрузки при прямой передаче.

**[Rev Trans]**

Измерение параметра передачи в обратном направлении.

**[Rev Match]**

Измерение параметра нагрузки при обратной передаче.

**[Iso]**

Измерения изоляции (развязки).

**[Auto Meas]**

Активация автоматического режима измерения.

**[Ignore Iso]**

Игнорирование измерения изоляции.

**[Pos Iso]**

Измерение параметра изоляции (развязки) в прямом направлении.

**[Rev Iso]**

Измерение параметра изоляции (развязки) в обратном направлении.

**[Cal Cont>]**

Выполнение остающихся этапов калибровки.

**[Measure]**

**[S11]**

Выбор измерения S11.

**[S21]**

Выбор измерения S21.

**[S12]**

Выбор измерения S12.

**[S22]**

Выбор измерения S22.

**[Format Log]**

Вход в меню выбора формата отображения результатов измерения.

**[Log]**

Выбор логарифмического формата отображение.

**[Linear]**

Выбор линейного формата отображения.

**[VSWR]**

Выбор формата отображения измерения в виде КСВН.

**[Phase]**

Отображения результатов измерения фазы.

**[Smith]**

Отображения результатов измерения на круговой диаграмме импедансов (диаграмме Смита).

**[Linear], [Log], [Re/Im], [R+JX]**

Задание формата отображения информации о значениях маркера на диаграмме Смита.

**[Polar]**

Отображения результатов измерения в полярных координатах.

**[Group Delay]**

Отображения результатов измерения группового времени запаздывания (групповой задержки).

**[Transform]**

Вход в меню преобразования (трансформации) результатов измерений (для измерений во временной области (DTF)).

**[Transform Off On]**

Вкл. или выкл. режима трансформации результатов измерения.

**[Start Time]**

Установка начального расстояния для DTF (расстояние, с которого следует начинать отображение).

**[Stop Time]**

Установка конечного расстояния для DTF (расстояние, где следует закончить отображение).

**[Mode]**

Задание полосового, низкочастотного ступенчатого и низкочастотного импульсного режимов трансформации.

**[Set Freq Lowpass]**

Когда режим трансформации представляет собой низкочастотный режим, предъявляются особые требования к шагу частоты. Нажимайте данную кнопку, чтобы автоматически отрегулировать начальную частоту и конечную частоту с целью соблюдения требований.

**[Window]**

Задание типа окна.

**[Max]**

Задание максимального значения окна.

**[Normal]**

Задание нормального значения окна.

**[Min]**

Задание минимального значения окна.

**[Imp Width ...ns]**

Задание ширины импульса окна.

**[Kaise  $\beta$ ]**

Задание Kaise  $\beta$  окна в пределах диапазона 0-13.

**[Velocity]**

Задание скорости трансформации в пределах диапазона 0-1.

**[Unit m ft]**

Задание единицы измерения расстояния (метры или футы).

## Раздел 10. Технические характеристики

После длительного хранения микроволнового анализатора AT4957D/E/F нужно выдержать в течение двух часов при рабочих условиях эксплуатации. После включения нужно прогреть прибор в течение 20 минут. В режиме векторного анализатора цепей прибор обеспечивает следующие рабочие характеристики:

- a) Частотный диапазон: 30 кГц - 18 ГГц (AT4957D)  
30 кГц – 26,5 ГГц (AT4957E)  
50 МГц - 40 ГГц (AT4957F);
- b) Уровень мощности: высокий, низкий или задаваемый вручную;
- c) Шаг установки мощности: 1 дБ;
- d) Диапазон выходной мощности (высокой мощности) порта: от -11 дБм до +1 дБм
- e) Точность установки уровня мощности (при уровне выходного сигнала -15 дБм):
 

$\pm 2,5$ дБ	10 МГц ~ 26,5 ГГц
$\pm 3,0$ дБ	26,5 ГГц - 40 ГГц
- f) Эффективная направленность:
 

AT4957D/E:	$\geq 40$ дБ	2 МГц ~ 500 МГц
	$\geq 36$ дБ	500 МГц ~ 9 ГГц
	$\geq 32$ дБ	9 ГГц ~ 18 ГГц

- |    |   |          |                          |
|----|---|----------|--------------------------|
|    |   | ≥30 дБ   | 18 ГГц ~ 26,5 ГГц        |
|    | АТ4957F:  | ≥35 дБ   | 50 МГц ~ 500 МГц         |
|    |   | ≥32 дБ   | 500 МГц ~ 18 ГГц         |
|    |   | ≥30 дБ   | 18 ГГц ~ 26,5 ГГц        |
|    |   | ≥28 дБ   | 26,5 ГГц ~ 40 ГГц        |
| g) | Эффективное согласование источника  |          |                          |
|    | АТ4957D/E:  | ≥37 дБ   | 2 МГц ~ 500 МГц          |
|    |   | ≥30 дБ   | 500 МГц ~ 9 ГГц          |
|    |   | ≥28 дБ   | 9 ГГц ~ 18 ГГц           |
|    |   | ≥25 дБ   | 18 ГГц ~ 26,5 ГГц        |
|    | АТ4957F   | ≥30 дБ   | 50 МГц ~ 500 МГц         |
|    |   | ≥25 дБ   | 500 МГц ~ 18 ГГц         |
|    |   | ≥22 дБ   | 18 ГГц ~ 26,5 ГГц        |
|    |   | ≥18 дБ   | 26,5 ГГц ~ 40 ГГц        |
| h) | Эффективная поправка на отражение:  |          |                          |
|    |   | ±0,10 дБ | 2 МГц / 50 МГц - 500 МГц |
|    |   | ±0,13 дБ | 500 МГц - 9 ГГц          |
|    |   | ±0,14 дБ | 9 ГГц - 18 ГГц           |
|    |   | ±0,21 дБ | 18 ГГц - 26,5 ГГц        |
|    |   | ±0,25 дБ | 26,5 ГГц - 33 ГГц        |
|    |   | ±0,30 дБ | 26,5 ГГц - 40 ГГц        |
| i) | Эффективная направленность:   |          |                          |
|    |   | ±0,25 дБ | 2 МГц / 50 МГц - 500 МГц |
|    |   | ±0,29 дБ | 500 МГц ~ 9 ГГц          |
|    |   | ±0,33 дБ | 9 ГГц ~ 18 ГГц           |
|    |   | ±0,35 дБ | 18 ГГц ~ 26,5 ГГц        |
|    |   | ±0,40 дБ | 26,5 ГГц ~ 33 ГГц        |
|    |   | ±0,50 дБ | 26,5 ГГц ~ 40 ГГц        |
| j) | Динамический диапазон:  |          |                          |
|    |   | ≥85 дБ   | 2 МГц / 50 МГц - 18 ГГц  |
|    |   | ≥80 дБ   | 18 ГГц ~ 26,5 ГГц        |
|    |   | ≥75 дБ   | 26,5 ГГц ~ 33 ГГц        |
|    |   | ≥65 дБ   | 33 ГГц - 40 ГГц          |
| k) | Максимальный уровень мощность, подаваемый на измерительный порт: +27 дБм. |          |                          |

## Раздел 11 Рекомендуемые методы тестирования

В данном разделе представлены рекомендуемые методы тестирования основных технических параметров микроволнового анализатора АТ4957D/E/F в режиме векторного анализатора цепей. Такие параметры могут всесторонне отражать рабочие характеристики и состояние микроволнового анализатора. Микроволновый анализатор, который предполагается тестировать, после длительного хранения следует выдержать при рабочей температуре в течение, как минимум, 2-х часов, а затем включить его и прогреть не менее 20 минут, прежде чем безошибочно протестировать следующие параметры. В число приборов, используемых для тестирования, входят: анализатор спектра 4036Е, тестовый кабель 0K0CJ0СК024.0, калибровочные комплекты 31101,31121,31123 и т. д.

Также можно использовать другое тестовое оборудование с аналогичными характеристиками, однако, тестовое оборудование должно быть сертифицировано для обеспечения точности измерений и надежности. Результаты измерений, полученные при тестировании, будут признаны нами и могут быть использованы в качестве основы для определения соответствия прибора требованиям на момент его передачи.

Конкретные этапы тестирования следующих параметров подготовлены на основе приборов, указанных в списке испытательного оборудования. При использовании других приборов с точно такими же характеристиками следует обратиться к соответствующим инструкциям по эксплуатации для определения конкретных методов измерений.

Операция сброса, упомянутая на этапах тестирования, имеет ввиду сброс настроек прибора до

заводских.

Основные технические характеристики микроволнового анализатора в режиме векторного анализатора цепей следующие: частотный диапазон и погрешность установки частоты, выходная мощность порта, шаг установки мощности, эффективная направленность, эффективное согласование источника, динамический диапазон и максимальный уровень мощность, подаваемый на измерительный порт.

## 1 Частотный диапазон и погрешность установки частоты

**Описание:** Частотный диапазон в данном тесте означает минимальное и максимальное значение частоты, выдаваемое источником сигнала микроволнового анализатора, работающего в режиме векторного анализатора цепей. Погрешность установки частоты означает разницу между измеренной частотой и частотой источника сигнала микроволнового анализатора.

### а) Блок-схема измерительного стенда

Блок-схема измерительного стенда показана на рисунке 4-13:

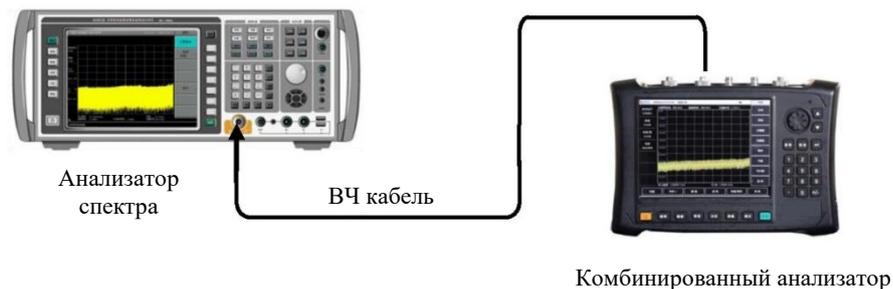


Рис. 4-13 Блок-схема теста частотного диапазона и точности частоты

Тестовое оборудование:

Анализатор спектра .....рекомендуется 4036E

Тестовый ВЧ кабель и адаптер

### б) Этапы тестирования

- 1) Нажмите [Preset] на микроволновом анализаторе. В качестве режима работы установите режим векторного анализатора цепей. Затем нажмите [Measure] [S11], чтобы задать в качестве тестового порта Порт 1;
- 2) Нажмите [Freq]→[Start Freq] и [Stop Freq] и установите минимальное и максимальное значение частоты, которое доступно в данном микроволновом анализаторе; Если в качестве этих частот можно задать минимальную и максимальную частоты, указанные в технических характеристиках, тогда частотный диапазон отвечает требованиям.
- 3) Подключите прибор, как показано на рис. 4-13; подключите Порт 1 (радиочастотный выход источника) к радиочастотному входному порту анализатора спектра, задайте опорный уровень анализатора спектра 10 дБм, и обеспечьте возможность измерения частоты;
- 4) Нажмите [Freq] → [Center Freq] 1 ГГц, [Span] 0 Гц, чтобы задать работу прибора на фиксированной частоте;
- 5) Задайте центральную частоту анализатора спектра такой же, как у тестируемого прибора, соответствующим образом измените полосу обзора анализатора спектра, найдите пик и установите его в центре экрана;
- 6) Считайте показание счетчика  $f_0$  анализатора спектра и заполните регистрационный журнал.
- 7) Измените центральную частоту тестируемого прибора и анализатора спектра согласно значениям, указанным в технических характеристиках и повторите этапы 4) - 6).

## 2 Уровень мощности

**Описание:** Уровень мощности выходного сигнала источника микроволнового анализатора можно задать как: высокий, низкий или задать его вручную.

В данном тесте уровень мощности проверяется и тестируется на основе его меню.

## а) Этапы теста:

- 1) Нажмите [Preset] на микроволновом анализаторе. Задайте в качестве режима работы - режим векторного анализатора цепей и в качестве тестового порта - Порт 1;
- 2) Нажмите [Amplitude]→[Power]→[High], чтобы задать высокую выходную мощность;
- 3) Нажмите [Measure]→[Advance]→[A1], [Trace]→[Trace Math]→[Data]→[Mem]→[Data & Mem];
- 4) Нажмите [Amplitude]→[Power]→[Low], чтобы задать низкую выходную мощность порта;
- 5) Сравните данные обеих трасс. Если разница составляет примерно 20 дБ - 30 дБ, то диапазон мощности отвечает требованиям;
- 6) Задайте уровень мощности выходного сигнала вручную в пределах указанного диапазона. Если отображаемая кривая находится ниже кривой, соответствующей высокой выходной мощности и является относительно плоской, тогда заданный вручную уровень мощности выходного сигнала отвечает требованиям. Поставьте галочку в соответствующем месте регистрационного журнала, если она отвечает требованиям; в противном случае поставьте крестик.

**3 Шаг установки мощности**

**Описание:** Это делается для тестирования минимального шага установки уровня мощности, когда уровень мощности выходного сигнала источника в микроволновом анализаторе задается вручную.

## а) Этапы теста:

- 1) Нажмите [Preset] на микроволновом анализаторе. Задайте в качестве режима работы -режим векторного анализатора цепей;
- 2) Нажмите [Amplitude] и задайте ручной режим установки выходной мощности;
- 3) Нажмите [↑] или [↓] или воспользуйтесь вращающейся ручкой, чтобы изменить значение мощности. Проверьте, соответствует ли величина изменения значению 1 дБ. Зафиксируйте результат измерения в соответствующей колонке регистрационного журнала.

**4 Выходная мощность порта**

**Описание:** Это делается для тестирования диапазона мощности выходного сигнала порта, когда установлен режим высокой выходной мощности.

## а) Тестовое оборудование:

Измеритель мощности ..... ML2437A  
 Датчик мощности .....MA2445D  
 Один адаптер 2,4 мм (f) - 3,5 мм (f) и один адаптер 3,5 мм (f) - N(m)

## b) Этапы тестирования:

- 1) Подключите измеритель мощности ML2437A к датчику мощности MA2445D для калибровки и установки нуля, как показано на рис. 4-14. Подключите Порт 1 микроволнового анализатора AT4957 к датчику мощности через адаптер;
- 2) Установите в анализаторе AT4957 режим векторного анализа цепей и в качестве тестового порта - Порт 1;
- 3) Нажмите [Amplitude]→[Power]→[High], чтобы задать высокий уровень для выходной мощности порта;
- 4) Задайте в микроволновом анализаторе режим работы на фиксированной частоте 50 МГц;
- 5) Задайте частотный коэффициент измерителя мощности 50 МГц, и зафиксируйте показания измерителя мощности;
- 6) Последовательно измените частоту микроволнового анализатора на 100 МГц и 500 МГц, далее увеличивайте ее с шагом 500 МГц, а затем повторите этапы 4) -5);
- 7) Зафиксируйте максимальное и минимальное показания измерителя мощности на этапах 4) - 6) в виде диапазона выходной мощности порта, и заполните соответствующую колонку регистрационного журнала.

## 5 Точность установки уровня мощности

**Описание:** Это делается для определения разницы между измеренным значением и фактически установленным значением уровня выходной мощности порта, при значении уровня мощности выходного сигнала порта микроволнового анализатора равным -15 дБм. Чем меньше разница, тем выше точность установки уровня мощности.

а) Тестовое оборудование:

Измеритель мощности ..... ML2437A

Датчик мощности ..... MA2445D

Один адаптер 2,4 мм (f) - 3,5 мм (f) и один адаптер 3,5 мм (f) - N(м)

б) Этапы тестирования:



Рис. 4-14 Блок-схема теста точности установки уровня мощности

- 1) Подключите измеритель мощности ML2437A к датчику мощности MA2445D для калибровки и установки нуля, как показано на рис. 4-14. Подключите Порт 1 микроволнового анализатора AT4957 к датчику мощности через адаптер;
- 2) Установите в анализаторе AT4957 режим векторного анализа цепей и в качестве тестового порта - Порт 1. Установите значение уровня выходной мощности равное -15 дБм, а фиксированное значение частоты - равное 100 МГц;
- 3) Задайте частотный калибровочный коэффициент измерителя мощности такой же, как и выходная частота микроволнового анализатора;
- 4) Зафиксируйте показания измерителя мощности, вычислите погрешность установки амплитуды, и заполните соответствующую колонку регистрационного журнала;
- 5) Измените значение частоты согласно списка, указанного в регистрационном журнале, и повторяйте этапы 2) - 4).

## 6 Эффективная направленность

**Описание:** Эффективная направленность определяется как отношение мощности, возникающей на конце измерительной линии, при прохождении сигнала в прямом направлении, к мощности, возникающей на конце измерительной линии, когда сигнал проходит в обратном направлении, и выражается в дБ. Оно (отношение) показывает, насколько хорошо устройство может отделять прямые и обратные волны. Чем больше значение индекса, тем лучше его способность отделять сигналы. В идеале он бесконечен.

Это делается для проверки индекса направленности Порта 1 и Порта 2 после калибровки и коррекции ошибок.

а) Блок-схема теста и измерительные приборы и тестовое оборудование

Блок-схема теста показана на рисунке 4-15:

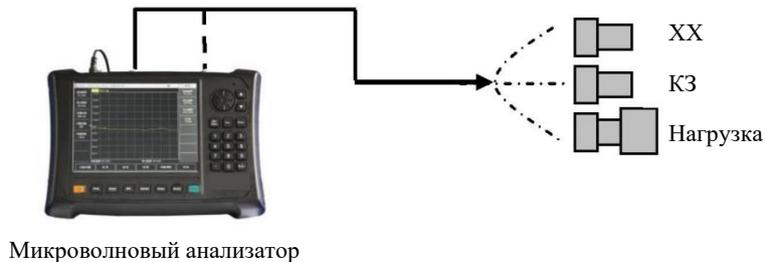


Рис. 4-15 Блок схема теста для измерения эффективной направленности, эффективного согласования источника и эффективной поправки на отражение

Тестовое оборудование:

Калибровочный комплект ..... Рекомендуются 31101, 31121 и 31123

b) Этапы тестирования:

- 1) Нажмите [Mode]→[Vector Network Analyzer], чтобы задать в качестве режима работы - режим векторного анализатора цепей;
- 2) Исходя из модели прибора, задайте для его начальной частоты значение 2 МГц или 50 МГц, для его конечной частоты - значение ее верхнего предела, уровень выходной мощности -10 дБм, полосу пропускания 100 Гц, количество точек 401 и нажмите [Measure] > [S11];
- 3) Нажмите [Calibrate]→[Cal Kit], выберете калибровочный комплект, затем нажмите [M Cal] →[One Port S11]. Согласно рис. 4-14, выполните калибровку, используя калибровочные меры "XX", "K3" и "Нагрузка";
- 4) Не отсоединяйте от измерительного порта калибровочную меру "Нагрузка", используемую на последнем этапе калибровки. Нажмите [Swp/Setup]→[Swp Once], подождите завершения однократной развертки, измените масштаб отображения таким образом, чтобы сделать трассу читаемой, нажмите [Peak]→[Advance], найдите максимальное измеренное значение в соответствии с полосой частот, указанной в регистрационном журнале, зафиксируйте его в качестве индекса направленности Порта 1, и заполните соответствующую колонку регистрационного журнала;
- 5) Нажмите [Measure]→[S22], чтобы сменить тестовый порт на Порт 2;
- 6) Повторите этапы 3) - 4) чтобы провести калибровку и выполнить измерение направленности Порта 2.

## 7 Эффективное согласование источника

**Описание:** Согласование с источником означает степень согласования эквивалентного выходного импеданса измерительного порта, со стандартным импедансом системы. Сигналом ошибки согласования источника, при измерении отраженных сигналов, является сигнал, отраженный от измеряемого устройства, затем отраженный обратно от измерительной части источника сигнала и, наконец, отраженный опять от самого измеряемого устройства. Согласование с источником выражается в дБ. Чем больше значение, тем лучше индекс согласования и тем меньше ошибка измерения. В идеале она бесконечна.

Необходимо протестировать характеристики согласования Порта 1 и Порта 2 после калибровки и коррекции ошибок в режиме анализа цепей микроволнового анализатора.

a) Этапы теста:

- 1) Нажмите [Mode]→[Vector Network Analyzer] чтобы задать в качестве режима работы режим векторного анализатора цепей;
- 2) В соответствии с моделью прибора, установите соответствующие значения макс. и мин. частот, выходную мощность -10 дБм, полосу пропускания 100 Гц, количество точек свипирования 401 и нажмите [Measure] > [S11];
- 3) Нажмите [Calibrate]→[Cal Kit], выберете подходящий калибровочный набор, затем нажмите [M Cal]→[One Port S11]. В соответствии с рис. 4-15 выполните калибровку с использованием калибровочных мер "OPEN", "LOAD" и "SHORT";
- 4) Не удаляйте от измерительного порта калибровочную меру "SHORT", используемую на последнем этапе калибровки. Дождитесь завершения однократной развертки, затем

- нажмите [Trace]→[Trace Math]→[Data→Mem];
- 5) Замените калибровочную меру “SHORT” на меру “OPEN”, и нажмите [Page Down]→[Src Match];
  - 6) Нажмите [Swp/Setup]→[Swp Once], дождитесь завершения однократной развертки, измените масштаб, чтобы сделать трассу читаемой. Нажмите [Peak]→[Advance], найдите максимальное измеренное значение в соответствии с полосой частот, указанной в регистрационном журнале, зафиксируйте его в качестве индекса согласования источника Порта 1, и заполните соответствующую колонку регистрационного журнала;
  - 7) Нажмите [Measure] [S22], чтобы сменить тестовый порт на Порт 2;
  - 8) Повторите шаги 3) - 6), чтобы провести калибровку и выполнить тестирование эффективного согласования источника Порта 2, после чего - заполните соответствующую колонку регистрационного журнала;

## 8 Коррекция отражения

Это делается для тестирования параметров согласования источника Портов 1 и 2 после калибровки и коррекции ошибок в режиме анализа цепей микроволнового анализатора.

- a) Этапы теста:
  - 1) Нажмите [Mode]→[Vector Network Analyzer] чтобы задать в качестве режима работы режим векторного анализатора цепей;
  - 2) В соответствии с моделью прибора, установите соответствующие значения макс. и мин. частот, выходную мощность -10 дБм, полосу пропускания 100 Гц, количество точек свипирования 401 и нажмите [Measure] > [S11];
  - 3) Нажмите [Calibrate]→[Cal Kit], выберете подходящий калибровочный набор, затем нажмите [M Cal]→[One Port S11]. В соответствии с рис. 4-15 выполните калибровку с использованием калибровочных мер “OPEN”, “LOAD” и “SHORT”;
  - 4) Не удаляйте калибровочную меру “SHORT”, используемую на последнем этапе калибровки. Дождитесь завершения однократной развертки, нажмите [Peak]→[Advance]. В соответствии с полосой частот найдите максимальное измеренное значение и зафиксируйте это абсолютное значение в качестве индекса коррекции отражения Порта 1, и заполните соответствующую колонку регистрационного журнала;
  - 5) Нажмите [Measure] [S22], чтобы сменить тестовый порт на Порт 2;
  - 6) Повторите этапы 3) - 5), чтобы провести калибровку и выполнить тестирование отражения Порта 2, после чего - заполните соответствующую колонку регистрационного журнала.

## 9 Коррекция передачи

Это делается для тестирования параметров передачи Порта 1 и Порта 2 после калибровки и коррекции ошибок в режиме анализа цепей.

- a) Тестовое оборудование:
 

Калибровочный комплект .....	31101A/B, 31121 и 31123
Тестовый кабель .....	Серия Gore 0K0CJ0CK024.0
- b) Этапы тестирования:
  - 1) Нажмите [Mode]→[Vector Network Analyzer], чтобы задать в качестве режима работы режим векторного анализатора цепей;
  - 2) В соответствии с моделью прибора, установите соответствующие значения макс. и мин. частот, выходную мощность -10 дБм, полосу пропускания 10 Гц, количество точек свипирования 401;
  - 3) Нажмите [Calibrate]→[Cal Kit], выберете подходящий калибровочный комплект, затем нажмите [M Cal]→[Resp. & Iso S12]→[Iso]. В соответствии с рис. 4-16, подключите тестовые кабели с разъемами вилка-вилка или розетка-розетка к Портам 1 и 2. Подключите калибровочные меры “LOAD” к концам кабелей, Нажатием [Iso] и выполните этап калибровки изоляции;
  - 4) Удалите меру “LOAD”, и соедините между собой кабели, подключенные к портам 1 и 2.

Нажмите [THRU], чтобы выполнить этап калибровки S12 с помощью перемычки;

- 5) Нажмите [Swp/Setup]→[Swp Once], дождитесь завершения однократной развертки, нажмите [Peak]→[Advance], в соответствии с полосой частот найдите разницу в измерениях и используйте ее в качестве индекса коррекции передачи Порта 1. Заполните соответствующую колонку регистрационного журнала;
- 6) Нажмите [Calibrate]→[M Cal]→[Resp. & Iso S21]→[Iso], как показано на рис. 4-16, подключите тестовые кабели с разъемами вилка-вилка или розетка-розетка к Портам 1 и 2. Подключите калибровочные меры “LOAD” к концам кабелей, Нажатием [Iso] и выполните этап калибровки изоляции;
- 7) Удалите меру “LOAD”, и соедините между собой кабели, подключенные к портам 1 и 2. Нажмите [THRU], чтобы выполнить этап калибровки S21 с помощью перемычки;
- 8) Нажмите [Swp/Setup]→[Swp Once], дождитесь завершения однократной развертки, нажмите [Peak]→[Advance], в соответствии с полосой частот найдите разницу в измерениях и используйте ее в качестве индекса коррекции передачи Порта 2. Заполните соответствующую колонку регистрационного журнала;

## 10 Динамический диапазон

**Описание:** Динамический диапазон означает разницу между максимальным уровнем выходной мощности порта векторного анализатора цепей и чувствительностью порта (или разницей между макс. мощностью и мин. мощностью (уровень шума), которые могут быть измерены прибором). Единицей измерения является дБ. Чем больше значение, тем лучше.

Необходимо протестировать значение динамического диапазона Порта 1 и Порта 2 после калибровки и коррекции ошибок в режиме векторного анализатора цепей.

- a) Блок-схема теста, тестовые прибор и дополнительное оборудование

Блок-схема показана на рисунке 4-16:



Комбинированный анализатор

Рис. 4-16 Блок-схема для тестирования динамического диапазона и коррекции передачи

Тестовое оборудование:

Калибровочный комплект	31101A/B, 31121 и 31123
Тестовый кабель	Серия Gore 0K0CJ0CK024.0

- b) Этапы тестирования:

- 1) Нажмите [Mode] →[Vector Network Analyzer], чтобы задать в качестве режима работы режим векторного анализатора цепей;
- 2) В соответствии с моделью прибора, установите соответствующие значения макс. и мин. частот, и нажмите [Ampt]→[Power]→[High] чтобы задать выходной значение мощности порта, полосу пропускания 10 Гц, количество точек 401;
- 3) Нажмите [Calibrate]→[Cal Kit], выберете подходящий калибровочный комплект, затем нажмите [M Cal]→[Resp. & Iso S12]. Согласно рис. 4-16, соедините тестовым кабелем Порты 1 и 2, нажмите [THRU] чтобы выполнить этап калибровки с помощью перемычки;
- 4) Открутите кабель от одного из портов, подключите калибровочные меры “LOAD” и нажмите [Iso] для калибровки изоляции;
- 5) После завершения калибровки отклика и изоляции нажмите [Swp/Setup]→[Swp Once], дождитесь завершения однократной развертки, измените масштаб чтобы сделать

тестовую трассу читаемой;

- 6) Нажмите [Peak]→ [Advance], в зависимости от полосы частот, найдите максимальное значение измерительного теста и используйте его в качестве индекса динамического диапазона Порта 1, и заполните соответствующую колонку регистрационного журнала;
- 7) Нажмите [Calibrate]→[M Cal]→[Resp. & Iso S21]. Согласно рис. 4-16, соедините тестовым кабелем Порты 1 и 2, нажмите [THRU] чтобы выполнить этап калибровки с помощью перемычки;
- 8) Открутите кабель от одного из портов, подключите калибровочные меры “LOAD” и нажмите [Iso] для калибровки изоляции;
- 9) После завершения калибровки отклика и изоляции нажмите [Swp/Setup]→[Swp Once], дождитесь завершения однократной развертки, измените масштаб, чтобы сделать тестовую кривую читаемой;
- 10) Нажмите [Peak]→ [Advance], в зависимости от полосы частот, найдите максимальное значение измерительного теста и используйте его в качестве индекса динамического диапазона Порта 2, и заполните соответствующую колонку регистрационного журнала;

## Глава V Режим анализатора спектра

### Раздел 1 Основы работы

В данном разделе кратко представлены функции измерения и методы измерения микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме анализатора спектра (далее в тексте SA) с тем, чтобы пользователи могли иметь общее представление о данном режиме работы после прочтения этого раздела и о выполнении основных измерений.

#### 1 Выбор режима

После запуска нажмите [Mode]→[Spectrum Analyzer] и нажмите [OK], чтобы выполнить задание режима.

#### 2 Задание опорного уровня

Задайте опорный уровень в режиме SA. Нажмите [Ampt]→[Ref Level] введите значение с помощью цифровых клавиш, и выберите соответствующую единицу измерения на сенсорном экране. Например, нажмите [Ampt]→[Ref Level]→[0] →[dBm], чтобы задать для опорного уровня значение 0 дБм.

#### 3 Установка центральной частоты

Нажмите [Freq]. Данная операция заключается в активации функции задания центральной частоты, а также в обеспечении возможности отображения текущей центральной частоты в области ввода информации и отображения содержимого, соответствующего клавише [Freq], в программном меню. Задайте для центральной частоты значение 300 МГц. Напрямую введите [Freq]→[Center Freq]→[3], [0], [0] →[MHz] с помощью клавиш в области данных передней панели. Такие цифровые клавиши можно использовать для задания точного значения текущего параметра. Клавиши [↑] и [↓] и поворотную ручку также можно использовать для установки центральной частоты.

#### 4 Установка полосы обзора

Нажмите [Freq]→[Span>]. Обратите внимание на то, какой диапазон частот указан на горизонтальной шкале. Установить или изменить значение полосы обзора можно, с помощью цифровых клавиш на панели прибора, или используя клавиатуру на экране прибора, не забывая про единицы измерения, либо выполнив пошаговое изменение с помощью клавиш [↓] и [↑]. [Span Zero] означает анализ спектра на фиксированной частоте. [Span Full] означает анализ спектра во всем диапазоне частот. Нажмите [Span pre], чтобы задать предыдущий размах.

#### 5 Активирование маркера

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F снабжен маркерами в количестве до восьми штук для чтения результатов измерений. Нажмите [Marker]→[Sel Mkr]→[Mkr 1], [Mkr 2]...[Mkr 8] чтобы выбрать маркер, который будет активным в данный момент. Каждый маркер обладает двумя рабочими режимами, а именно: нормальным режимом и режимом дельта. Задание для маркера режима дельта. Нажмите [Marker]→[Delta Mkr] и напрямую введите разницу частот, либо нажмите [↑] [↓] или используйте поворотную ручку, чтобы переместить маркер в нужное положение и увидеть разницу частот и разницу амплитуд.

Нажмите [Peak]→[Max], [Min] для автоматического поиска максимального или минимального значения измеренной трассы. Кроме того, для поиска пикового значения можно использовать функции маркера: [Peak], [Sub Peak] – другой пик, [Right Peak] – пик справа, [Left Peak] – пик слева и т. д. Можно вручную переместите маркер в нужное положение с помощью [↑]/[↓] или поворотной ручки, либо нажмите [Normal Mkr], и введите конкретное значение частоты.

Нажмите [Marker]→[Counter Off On] для включения функции счетчика, или [Noise Mkr Off On] чтобы включить функцию измерения и контроля уровня шума.

#### 6 Сохранение и вызов измерений

Данный прибор может сохранять состояние настроек и данные измерений во внутренней памяти и на внешнем USB-носителе. В свою очередь, эти файлы настроек и данные измерений также можно вызывать.

- a) Нажмите [File]→[Save State], чтобы сохранить текущее состояние прибора в памяти;
- b) Нажмите [File]→[Recall State>]→[State File>] для вывода на дисплей всего перечня файлов состояния, сохраненных в памяти. Выберите соответствующий файл для быстрой настройки прибора. Нажмите [File]→[Recall State>]→[Last State] или [Default State], чтобы выбрать последнее состояние настройки перед запуском или состояние системы по умолчанию;

- c) Нажмите [File]→[Save Trace>], чтобы сохранить текущие данные трассы развертки или данные в различных форматах в памяти в случаях, когда для открытия и использования во внешних компьютерах используются файлы данных S1P, S2P и CSV;
- d) Нажмите [File]→[Recall Trace>] для вывода на дисплей всех файлов трасс, сохраненных в памяти. Выберите соответствующее имя файла трассы, чтобы в приборе установились настройки, указанные в сохраненном файле.
- e) Нажмите [File]→[Print Screen] чтобы сохранить область дисплея на экране в формате файла jpg. Задайте имя файлу, который предполагается сохранить, и нажмите ОК, чтобы выполнить сохранение.
- f) Нажмите [File]→[File Mgmt], чтобы скопировать или удалить файл.
- g) Нажмите [File]→[Location Int>], чтобы задать место, для хранения файлов: внутреннюю FLASH-память, внешний USB-носитель или SD-карту.

## Раздел 2 Установка частоты

В данном разделе подробно описаны способы установки частотных параметров микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме SA. Программное меню частотных настроек открывается нажатием клавиши [Freq] на передней панели.

### 1 Задание частоты развертки

Существует два способа задания частоты микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме SA:

### 2 Задание начальной и конечной частот

- a) Нажмите [Freq] → [Start Freq];
- b) Введите значение начальной частоты с помощью цифровых клавиш, и выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране;
- c) Нажмите [Stop Freq];
- d) Введите значение конечной частоты с помощью цифровых клавиш, и выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране;

### 3 Задание центральной частоты и размаха (полосы обзора)

- a) Нажмите [Freq]→ [Center Freq];
- b) Введите значение центральной частоты с помощью цифровых клавиш, и выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране;
- c) Нажмите [Span];
- d) Введите значение полосы обзора с помощью цифровых клавиш, и выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране.

### 4 Быстрая установка полосы обзора

Задавайте полосу обзора быстро следующими этапами:

- a) Нажмите [Freq]→ [Span];
- b) [Span>]: введите необходимое значение полосы обзора;
- c) [Span Full] установка в качестве полосы обзора весь диапазон частот микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме SA;
- d) [Span Zero] установка в качестве полосы обзора нулевого значения и расположения его в центре экрана; В данном случае, гетеродин микроволнового анализатора зафиксирован на определенной частоте, то есть, гетеродин не выполняет развертку (сви́пирование). В это время, микроволновый анализатор становится приемником с фиксированной настройкой, полоса обзора которого представляет собой полосу пропускания тракта ПЧ.
- e) [Span pre]: задайте для полосы обзора ранее установленное значение;
- f) В программном меню [Span] нажмите клавишу [↑]/[↓] или воспользуйтесь поворотной ручкой, чтобы сменить диапазон частот.

## 5 Задание шага изменения (перестройки) частоты

Задавайте шаг изменения частоты следующими этапами:

- Нажмите [Freq]→[Step Freq Auto Man];
- Введите значение шага изменения частоты с помощью цифровых клавиш, и выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране.

В автоматическом режиме значение шага изменения частоты по умолчанию составляет 1 МГц. Величину шага перестройки частоты можно устанавливать от 1 Гц до максимального значения частоты прибора. Величину шага перестройки частоты можно регулировать вручную цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами или поворотной ручкой. Нажмите [Center Freq] потом [↑]/[↓], центральная частота будет меняться в соответствии с заданной величиной шага.

Данная функциональность очень полезна для быстрой регулировки центральной частоты в соответствии с гармониками входного сигнала. Например, зафиксируйте значение частоты гармоники входного сигнала (допустим 300 МГц), задайте для параметра [Freq Step Auto Man] ручной режим и введите значение 300 МГц. Пусть значение центральной частоты составляет 500 МГц, после нажатия клавиши [↑] значение центральной частоты станет 800 МГц. Нажмите [↑] снова, и значение центральной частоты опять увеличится на 300 МГц (стане 1200 МГц). Символ подчеркивания в меню [Freq Step Auto Man] указывает на то, в каком режиме находится настройка шага - в автоматическом или ручном. Когда настройка шага находится в ручном режиме, нажмите [Freq Step Auto Man] чтобы вернуть настройку шага частоты в автоматический режим и восстановить шаг перестройки до значения по умолчанию, составляющего 1 МГц.

## Раздел 3 Настройка амплитуды / масштаба

В данном разделе подробно описаны способы установки амплитуды измерения микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме SA, в том числе методы использования предварительного усилителя и выбора типа шкалы. Нажмите [Ampt], чтобы открыть меню настройки амплитуды и шкалы.

### 1 Задание опорного уровня

В целом задание пика сигнала на опорном уровне обеспечивает оптимальную точность измерения.

- Нажмите [Ampt]→[Ref Level];
- Введите значение опорного уровня с помощью цифровых клавиш и выберите единицу измерения на сенсорном экране, либо отрегулируйте опорный уровень клавишами [↑]/[↓] или поворотной ручкой.

### 2 Настройка ослабления

Величину ослабления входного сигнала в режиме SA можно задать автоматически или вручную вместе с опорным уровнем.

- Нажмите [Ampt]→[Atten Auto Man]. Ослабление связано с опорным уровнем в автоматическом режиме и может быть задано пользователем в ручном режиме.
- Введите величину ослабления с помощью цифровых клавиш, либо нажимайте [↑] [↓] или воспользуйтесь поворотной ручкой, чтобы изменить значение. Диапазон настройки ослабления внутреннего аттенюатора микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме SA составляет от 0 дБ до 30 дБ с шагом 5 дБ.

### 3 Задание шкалы (масштаба)

Это используется для изменения значения ординатной оси:

- Нажмите [Ampt]→[Scale], чтобы задать шкалу/деления ординаты. Выбирайте между 0,1дБ/дел. и 20 дБ/дел. Значение по умолчанию составляет 10 дБ/дел.
- Нажмите [Ampt]→[Scale Log Line], чтобы выбрать тип ординатной шкалы: логарифмический или линейный. Логарифмическая шкала обычно выражена в дБм, а линейная шкала обычно выражена в мВ.
- Нажмите [Ampt]→[Amp Unit dBm>], чтобы выбрать единицу измерения на вертикальной оси, в том числе [dBm], [dBmV], [dBμV], [Volts] и [Watts].

### 4 Настройки предварительного усилителя

Для повышения точности измерения сигналов с очень малым уровнем мощности в микроволновом

анализаторе AT4957D/E/F предусмотрен предварительный усилитель, работающий в полной полосе частот, для обеспечения усиления примерно 20 дБ. Предварительный усилитель можно включать и выключать следующими этапами:

- a) Нажмите [Amp]→ [Pre Amp Off On], чтобы включить или выключить предварительный усилитель.

## Раздел 4 Настройки полосы пропускания

В данном разделе описаны детализированные настройки полосы пропускания микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме анализатора спектра, в том числе настройки полосы пропускания тракта ПЧ, настройка полосы пропускания видеофильтра и режима детектирования. Нажмите [BW], чтобы открыть программное меню настройки полосы пропускания.

### 1 Настройка разрешающей способности полосы пропускания

Поскольку разрешающая способность зависит от полосы пропускания фильтра промежуточной частоты, форма трассы зависит от фильтра промежуточной частоты. В микроволновом анализаторе AT4957D/E/F диапазон настройки полосы пропускания находится в пределах от 1 Гц до 5 МГц, которые можно менять с кратностью шага 1, 3, 10. Установку значений можно проводить цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами и колесиком.

Более того, уменьшение полосы пропускания минимизирует воздействие случайного шума на результаты измерения. Уровень шума может уменьшаться на 10 дБ за каждые 10 раз уменьшения полосы пропускания, однако, при установке узкой полосы пропускания значительно увеличится время развертки. Влияние полосы пропускания от 3 МГц до 300 кГц на результаты измерения показаны на рисунке 5-1:

Этапы настройки полосы пропускания:

- a) Нажмите [BW]→ [RBW Auto/Man].  
 b) Для ввода значений полосы пропускания используйте числовые клавиши (не забывайте выбрать соответствующую единицу измерения на сенсорном экране), также может использовать кнопки [↑] [↓] или поворотную ручку для изменения значений.

Можно задать режим настройки полосы пропускания: автоматический или ручной. В автоматическом режиме полоса пропускания будет устанавливаться соответствующим образом с учетом настройки полосы обзора. Соотношение полосы обзора и полосы пропускания можно задать, выполнив следующее:

- a) Нажмите [BW]→ [SPAN/RBW 100];  
 b) Введите значение соотношения с помощью числовых клавиш и нажмите [OK]. Значение отношения можно менять в пределах от 1 до 500 (значение по умолчанию составляет 100). При изменении соотношения полоса пропускания будет автоматически меняться, тогда как полоса обзора будет оставаться той же самой.

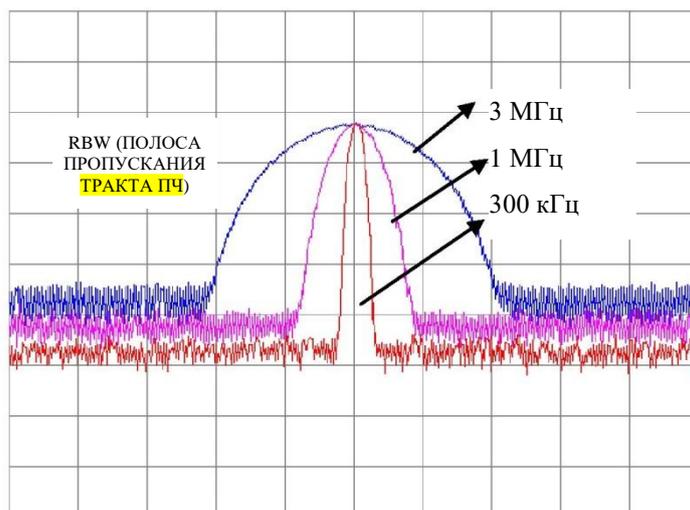


Рисунок 5-1 Влияние полосы пропускания на результаты измерения

## 2 Установка полосы пропускания видеофильтра

Видеофильтр используется для сглаживания трассы с целью повышения возможностей микроволнового анализатора по обнаружению слабых сигналов на уровне шума. При уменьшении полосы пропускания видеофильтра результат измерения выражается в том, что линия шума сжимается в тонкую полосу, однако, положение трассы остается без изменений. Полоса пропускания видеофильтра не затрагивает частотного разрешения микроволнового анализатора, однако, при измерении сигнала низкой мощности полоса пропускания видеофильтра улучшает распознавание и изображение трассы, но при выборе малой полосы пропускания видеофильтра увеличится время развертки.

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F поддерживает различные значения полосы пропускания видеофильтра, ранжирующиеся от 1 Гц до 5 МГц, которые можно менять с кратностью шага 1, 3, и 10. Установить значение можно цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами и поворотной ручкой.

Этапы задания полосы пропускания видеосигнала следующие:

- a) Нажмите [BW]→ [VBW Auto Man];
- b) Используйте числовые клавиши для ввода значения полосы пропускания видеофильтра и выбирайте соответствующую единицу измерения на сенсорном экране; пользователи также могут нажимать [↑] [↓], а также использовать поворотную ручку для изменения полосы пропускания видеофильтра.

Изменение полосы пропускания видеофильтра можно осуществлять как автоматическом, так и в ручном режиме. В автоматическом режиме полоса пропускания видеофильтра будет адаптивно меняться с учетом настройки полосы пропускания тракта ПЧ. Соотношение полосы пропускания тракта ПЧ и полосы пропускания видеофильтра можно задавать путем выполнения следующих операций:

- a) Нажмите [BW]→ [RBW/VBW 1];
- b) Введите числовое значение соотношения с помощью числовых клавиш и нажмите [OK].

Диапазон соотношения полосы пропускания тракта ПЧ и полосы пропускания видеофильтра задается в диапазоне от 1 до 100, а значение по умолчанию составляет 1. Соотношение отображается в меню программных клавиш и используется в режиме ассоциации двух полос пропускания. При выборе нового соотношения полоса пропускания видеофильтра меняется в соответствии с новым соотношением, тогда как полоса пропускания тракта ПЧ остается без изменений. Влияние полосы пропускания видеофильтра на результаты измерения показано на рисунке 5-2.

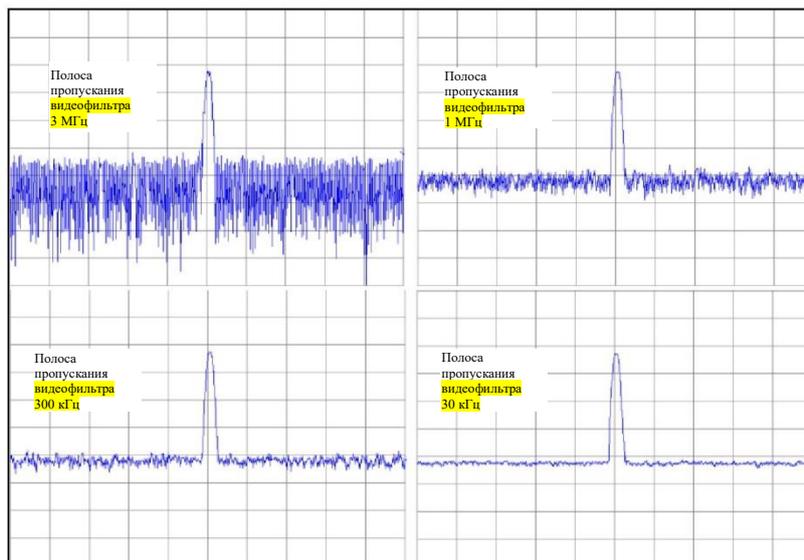


Рисунок 5-2 Влияние полосы пропускания видеофильтра на результаты измерения

## 3 Функция усреднения

В микроволновом анализаторе AT4957D/E/F можно воспользоваться функцией усреднения трассы для достижения сглаживания. Данная функция позволяет плавно уменьшать пульсации трассы без уменьшения полосы пропускания видеофильтра. Усреднение происходит непрерывно.

Этапы установки параметров усреднения, следующие:

- Нажмите [BW]→ [Averaging Off On], значением по умолчанию является выкл;
- Введите цифровое значение, обозначающее необходимое количество усреднений трассы (значение по умолчанию составляет 16 раз), затем нажмите [OK].
- Нажмите [Averaging Off On] чтобы вкл. или выкл. усреднение. Символ подчеркивания обозначает текущее состояние.

Если усреднение видеофильтра выключено, на левой стороне экрана отображается "Averaging Off/16". В противном случае, на экране отображается "Averaging 1/16". Число от 1 до 16 означает количество усреднений. Коэффициент усреднения может быть задан от 1 до 999. При нажатии клавиши [↓] оно будет уменьшаться до минимального значения с шагом 1. При нажатии клавиши [↑] оно будет увеличиваться до максимального значения.

#### 4 Detector

В микроволновом анализаторе AT4957D/E/F присутствует несколько типов детекторов: нормальный, положительный пик, отрицательный пик, детектор отсчетов, среднее значение и среднеквадратичное значение. Различные режимы работы детектора, используемые для измерения различных сигналов, показаны в таблице 5-1:

Таблица 5-1 Сравнение типов детектирования

Тип детектора	Описание
Нормальный	Это - общий тип детектора. Одновременное отображение максимального и минимального уровня сигнала
Положительный пик	Отображаются максимальные уровни мощности. Применяется для измерения импульсных сигналов или сигналов с ЧМ
Отрицательный пик	Отображаются минимальные уровни мощности. Отображает правильный уровень синусоидальных сигналов и подавляет шум
Детектор отсчетов	Отображает произвольный уровень сигнала. Используется для измерения шумовых сигналов (т.к. шум обычно имеет равномерный спектр). Также рекомендуется для измерений во временной области (при нулевой полосе обзора).
Среднее значение	Данные в интервале дискретизации усредняются.
Среднеквадратический	Измеряет спектральную мощность по каждому пикселю. Рекомендуется для измерений сигналов с цифровой модуляцией.

Этапы установки типа детектора следующие:

- Нажмите [BW]→[Detector Auto Man>], значением по умолчанию является Авто. Если для детектора задано Авто, тогда микроволновый анализатор автоматически выбирает тип детектора на основе различных измерений.
- Нажмите [Auto], [Normal], [PosPeak], [NegPeak], [Sample], [Avg], [Rms], чтобы выбрать тип детектора.
- Нажмите [Back], чтобы вернуться в предыдущее меню.

Текущий тип детектора отображается на левой стороне экрана.

## Раздел 5 Настройки развертки

В данном разделе проиллюстрированы настройки, связанные с разверткой для режима анализа спектра, в том числе настройки времени развертки, выбор типа развертки и то, как использовать развертку по списку. Нажмите [Scan] в области главного меню на сенсорном экране, чтобы загрузить меню, связанное с разверткой.

### 1 Установка времени развертки

Время развертки представляет собой время, требуемое для настройки гетеродина микроволнового анализатора в пределах выбранного диапазона частот. Время развертки напрямую затрагивает время, которое занимает выполнение измерения, однако, не учитывает, так называемое - мертвое время, время между моментом завершения развертки и моментом начала следующей развертки и может отличаться от полосы обзора, полосы пропускания тракта ПЧ и полосы пропускания видеофильтра. В микроволновом анализаторе AT4957D/E/F пользователь может контролировать время развертки, но не

может произвольно задавать скорость развертки, которая зависит от полосы пропускания тракта ПЧ, полосы пропускания видеофильтра и выбранного частотного диапазона. Скорость развертки зависит от полосы обзора, тогда как интервал развертки зависит от времени развертки. Скорость развертки зависит от стабильности по частоте, от полосы пропускания и от времени отклика видеофильтра. Если прибор выполняет развертку слишком быстро, и фильтр не имеет отклика по времени, тогда результаты измерения не точные. В данном случае, информация на дисплее выглядит нечетко, и спектральная линия шире, чем обычно.

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F имеет два режима установки времени развертки: автоматический и ручной. Настойкой по умолчанию является автоматический режим. В автоматическом режиме микроволновый анализатор будет использовать время самой быстрой развертки после завершения настройки измерения. В ручном режиме время развертки может быть увеличено в соответствии с потребностями измерения. Если заданы определенные настройки измерения, тогда время развертки, которое может быть задано, должно составлять больше или равно времени развертки в автоматическом режиме. Этапы настройки времени развертки, следующие:

- a) Press [Scan];
- b) Нажмите [Swr Time Auto Man], чтобы переключить развертку между автоматическим и ручным режимами. Подчеркивание означает текущее состояние. Если время развертки задается автоматически, тогда микроволновый анализатор устанавливает для времени развертки самое быстрое значение в соответствии с текущими настройками прибора; если время развертки задается вручную, тогда значение времени развертки можно вводить самому пользователю;
- c) Используйте числовые клавиши для ввода значения времени развертки, и выберите единицу измерения времени на сенсорном экране, чтобы выполнить настройку.

Если время развертки задается автоматически, тогда скорость развертки может меняться в зависимости от изменения полосы пропускания и полосы видеофильтра. Чем больше значения полосы пропускания и полосы видеофильтра, тем быстрее скорость развертки и наоборот. Время развертки микроволнового анализатора AT4957D/E/F может быть задано до 200 с, когда соблюдается минимальный предел времени развертки.

## 1 Тип развертки

Настройка типа развертки определяет, как микроволновый анализатор выполняет развертку, и когда он останавливается, чтобы войти в состояние удержания. Микроволновый анализатор AT4957D/E/F обладает двумя триггерными режимами: непрерывная развертка и однократная развертка.

Этапы настройки типа развертки, следующие:

- a) Нажмите [Scan]→ [Swr Type Cont Single], каждый раз, когда вы нажимаете данные клавиши, тип развертки переключается один раз, и символ подчеркивания показывает текущий рабочий режим.
- b) При выборе однократной развертки микроволновый анализатор выполняет одну развертку и затем входит в режим удержания. При каждом нажатии клавиши [Run/Hold] выполняется однократная развертка.
- c) В режиме непрерывной развертки микроволновый анализатор выполняет развертку непрерывно.

## 2 Sweep Points

Количество точек развертки представляет собой количество точек данных в диапазоне частот измерений, и одна точка данных соответствует результату измерения на одной частоте. Распределение точек развертки происходит равномерно по всему диапазону полосы обзора.

- a) В режиме линейной развертки количество точек развертки фиксируется на уровне 501 точки.
- b) В режиме развертки по списку количество точек развертки может быть задано от 11 до 501.

## 3 Способ развертки

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F поддерживает два режима развертки: линейную развертку и развертку по списку.

## 4 Линейная развертка

Линейная развертка означает развертку при линейных разнесениях частот с равным разнесением частот между соседними точками измерения.

Этапы настройки линейной развертки следующие:

- a) Нажмите [Scan]→ [Swp Mode Lin List] для переключения между способами развертки
- b) Настройкой по умолчанию является линейная развертка.

В режиме линейной развертки условия запуска следующие: автономный, по видеосигналу, по внешнему сигналу. Конкретные операции следующие:

- a) Нажмите [Scan]→ [Trigger [External] >]→ [Freerun], выберите режим запуска в виде автономного;
- b) Нажмите [Scan]→ [Trigger [Video] >]→ [Video -25dBm], выберите режим запуска в виде запуска по видеосигналу, введите числовое значение и выберите соответствующую единицу измерения;
- c) Нажмите [Scan]→ [Trigger [External] >]→ [External 1.5V], выберите режим запуска в виде запуска по внешнему сигналу. Выберите настройку крутизны, нажав [Trig Slope Pos Neg]. Для установки времени задержки запуска нажмите [Trig Delay 1.000 ms] и задайте числовое значение и единицы измерения времени.

В режиме линейной развертки также предоставляется функция временного стробирования, конкретные операции следующие:

- a) Нажмите [Scan]→ [Time Gate [Off] >]→ [Time Gate Off On] чтобы включить/выключить функцию временного стробирования;
- b) Нажмите [Scan]→ [Time Gate [Off] >]→ [Gate Delay 1.000us], введите значение и единицы измерения времени;
- c) Нажмите [Scan]→ [Time Gate [Off] >]→ [Gate Width 1.000us] введите значение длительности окна и единицы измерения времени;
- d) Нажмите [Scan]→ [Time Gate [Off] >]→ [Edge Pole Pos Neg] чтобы задать условие временного строба: положительный или отрицательный.

## 5 Развертка по списку

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F имеет возможность выполнить развертку в соответствии со списком частот. В данном режиме микроволновый анализатор выполняет развертку основываясь значения частот и других параметров, указанных в списке.

Чтобы использовать данным режимом сначала отредактируйте список разверток. На рисунке 5-3 показаны параметры редактируемого списка. Операции редактирования списка разверток следующие:

- a) Нажмите [Scan]→ [Edit List >] чтобы открыть программное меню редактирования списка;
- b) Нажмите [Add Seg] чтобы добавить новый сегмент развертки;
- c) Нажмите [Del Seg], чтобы удалить сегмент развертки;
- d) Нажмите [Clear List], чтобы удалить информацию о всех сегментах, сохраненных в данный момент времени;
- e) Для редактирования определенного параметра нажмите на нужный параметр на сенсорном экране [Start Freq], [Stop Freq], [RBW], [VBW], введите значение и выберите соответствующую единицу измерения;
- f) Нажмите [Scan]→ [Swp Mode Lin List], чтобы переключить режим развертки на развертку по списку

На рисунке 5-4 показаны результаты 3-сегментной развертки.

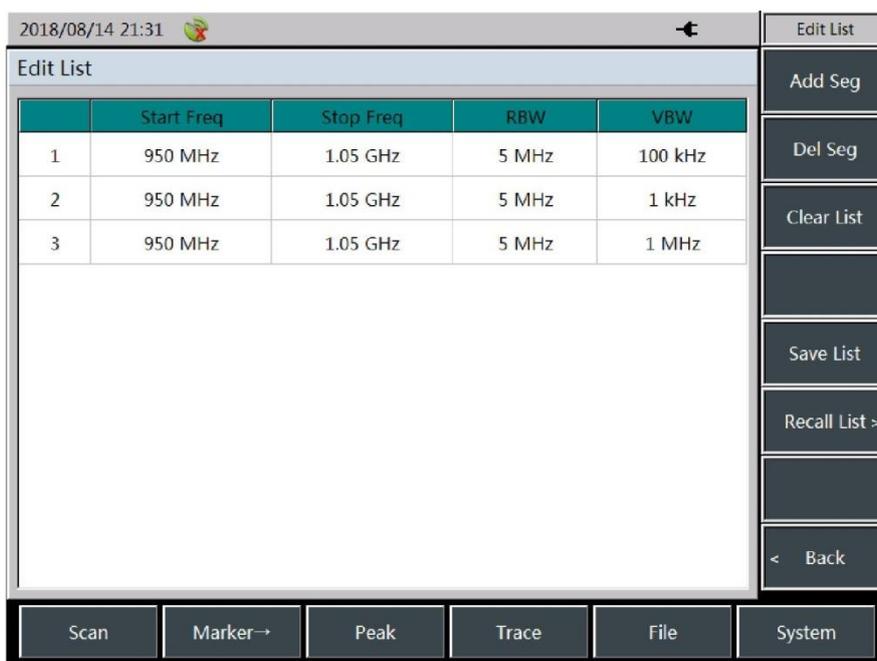


Рисунок 5-3 Редактируемый список развертки



Рисунок 5-4 Результаты выполнения 3-х сегментной развертки по списку

## Раздел 6 Настройки трассы

В данном разделе описаны настройки трассы для режима анализатора спектра среди которых: создание, удаление и сохранение трассы и то, как использовать предельные линии.

### 1 Создание / удаление трассы

В микроволновом анализаторе AT4957D/E/F в режиме анализатора спектра предусмотрена возможность отображения до 3-х трасс одновременно. Варианты создания трассы описаны ниже:

- В области главного меню нажмите [Trace]→[Trace 1 2 3], чтобы выбрать текущую рабочую трассу, и номер выбранной трассы выделяется символом подчеркивания;
- Нажмите [Clear Write], чтобы на дисплее отобразилась трасса, при этом кнопка [Blank] используется для удаления выбранной/активной трассы;

- c) Значение клавиш: [View] – для “заморозки” трассы на экране, [Max Hold] – фиксируются максимальные измеренные значения, [Min Hold] – фиксируются минимальные измеренные значения трассы;
- d) Если выбран режим [Clear Write] отображаемая на экране трасса обновляется при каждой новой развертке.

## 2 Использование предельной линии

Функция предельной линии используется для мониторинга сигналов в определенной полосе частот. В микроволновом анализаторе AT4957D/E/F можно настроить верхнюю и нижнюю предельные линии. Если амплитуда измеряемого сигнала превысит заданную верхнюю предельную линию или будет ниже заданной нижней предельной линии, тогда микроволновый анализатор выдаст звуковой сигнал. Операции с предельными линиями следующие:

- a) Нажмите [Trace]→[Limit >], чтобы войти в меню настройки предельных линий;
- b) Нажмите [Limit]→[Limit Off On], чтобы вкл. ли откл. функцию тестирования с помощью предельной линии, после чего предельная линия будет отображена на экране;
- c) Нажмите [Cur Limit Up Low], чтобы переключить текущий предел на верхний или нижний предел;
- d) Нажмите [Edit->], чтобы войти в меню редактирования отображаемой в данный момент времени предельной линии; [Sel Point 1] открытие меню настройки точки на текущем пределе; задайте частоту текущей предельной точки, задайте значение и выберите единицу измерения; нажмите [Value], введите значение амплитуды и выберите соответствующую единицу измерения амплитуды; [Add Point] чтобы добавить точку; [Del Point] для удаления предельной точки, отображаемой в данный момент времени на текущем пределе; [Del All] для удаления всех точек на текущей предельной линии.
- e) Повторите этап d) чтобы добавить другие частотные точки на предельной линии. При редактировании предельной линии пользователь может менять отредактированные точки посредством меню [Del Point], [Del All], [Sel Point...].
- f) После завершения всех настроек точек частоты нажмите [Back].
- g) Нажмите [Limit >]→[Alarm Off On] для вкл. или откл. режима подачи звукового сигнала при неудачном прохождении теста предельных линий.
- h) Нажмите [Limit Off On], чтобы открыть меню предельных линий. В это время предельная линия, состоящая из только что отредактированных точек, будет отображена на экране, и верхняя предельная линия будет обозначена зеленой линией.
- i) Нажмите [Alarm Off On] чтобы включить звуковую сигнализацию. Прибор будет издавать звуковой сигнал при неудачном проведении теста предельных линий.
- j) Нажмите [Save] перед сохранением отредактированной предельной линии вначале задайте имя с помощью числовой клавиатуры. При выполнении такого же измерения в следующий раз, можно вызывать предельную линию из памяти посредством меню [Recall>], это поможет пользователю избежать повторения работы по редактированию предельной линии, что значительно экономит время.

Метод редактирования и использования нижней предельной линии точно такой же, что и верхней предельной линии, и не будет описан в настоящем документе. На рисунке 5-5 показан пример теста предельной линии.

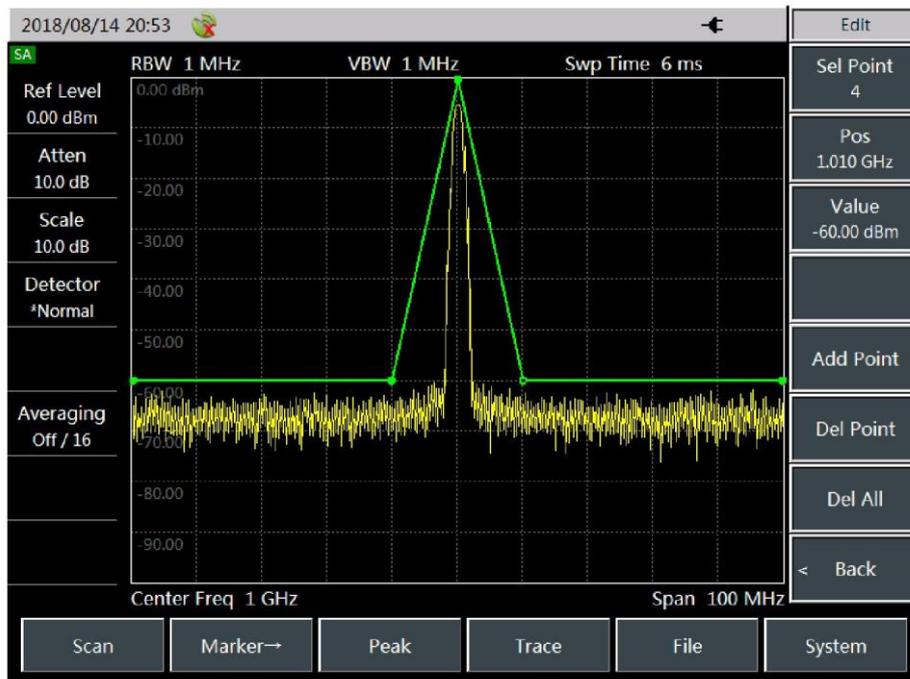


Рисунок 5-5 Пример теста предельной линии

## Раздел 7 Поиск пика и настройки маркеров

В данном разделе описаны настройки поиска пика и сопутствующее использование маркера в режиме анализатора спектра микроволнового анализатора AT4957D/E/F.

### 1 Функции маркера

В микроволновом анализаторе AT4957D/E/F предусмотрены до восьми независимых маркеров для каждой трассы для считывания результатов измерений. Для каждого маркера доступны различные настройки: может быть установлен нормальный режим, можно удалить определенный маркер или выключить все маркеры. Операции по установке маркера следующие:

- Нажмите [Marker]→[Sel Mkr [1]]→[Mkr 1], [Mkr 2] ... [Mkr [Mkr 8]], выберите маркер для отображения в данный момент времени;
- Для текущего активного маркера задан нормальный режим, и текущий активный маркер можно перемещать с помощью поворотной ручки, пошаговых клавиш или числовых клавиш.
- Нажмите [Marker]→[Normal Mkr] или [Delta Mkr] чтобы задать для текущего активного маркера нормальный режим или другой режим. Пользователь может задать конкретное положение маркера, задавая числовое значение и единицу измерения. Дельта-маркер отображает разность амплитуд и разность частот относительно опорного маркера. Значение частоты можно ввести напрямую числовыми клавишами, и можно также перемещать его посредством поворотной ручки или пошаговой клавиши. Отображаемая разность амплитуд выражается в дБ.
- Нажмите [Marker]→[Marker→ >] чтобы вывести программные меню, относящиеся к функции маркера. Эти меню зависят от того, какой режим установлен для маркера: нормальный или дельта-маркер. Эти функции маркера позволяют пользователю изменять настройки микроволнового анализатора с использованием маркера в качестве ориентира;

Нажмите [Marker]→[Marker→ >]→[Marker→Center] и задайте в качестве центральной частоты, частоту равную частоте маркера или дельта-маркера. Данная функция может быстро перемещать сигнал в центр экрана.

Нажмите [Marker→Step] и задайте величину шага центральной частоты, то есть, значение шага частоты равно частоте маркера. Если активирована функция разностного маркера, тогда значение шага частоты равно частоте разностного маркера.

Нажмите [Marker→Start] и задайте начальную частоту, равную частоте маркера или разностного маркера;

Нажмите [Marker→Stop] и задайте конечную частоту, равную частоте маркера.

- e) Нажмите [Marker]→[Cur Off] чтобы отключить отображение маркера.
- f) Нажмите [Marker]→[All Off], чтобы выключить частоту всех активных или разностных маркеров.
- g) Нажмите [Marker]→[Counter Off On] чтобы вкл. или выкл. функцию счетчика текущего активного маркера. На показание счетчика не оказывает влияние функция частотного сдвига. Для того, чтобы функция подсчета работала надлежащим образом, соотношение SPAN/RBW должно составлять менее 500. Функция счетчика может измерять только непрерывные сигналы или дискретные спектральные компоненты, амплитуда сигнала которых составляет выше -50 дБм, и амплитуда сигнала должна составлять выше уровня шума на 30 дБ.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

**Для точного измерения частоты при использовании функции счетчика частот генератор сигналов и анализатор, который предполагается протестировать, следует соединить по опорной частоте.**

На рисунке 5-6 показан результат измерения с использованием маркеров. Активированы 4 маркера, 2 маркера выступают в роли дельта-маркеров ( $\Delta 1$  и  $\Delta 3$ ).

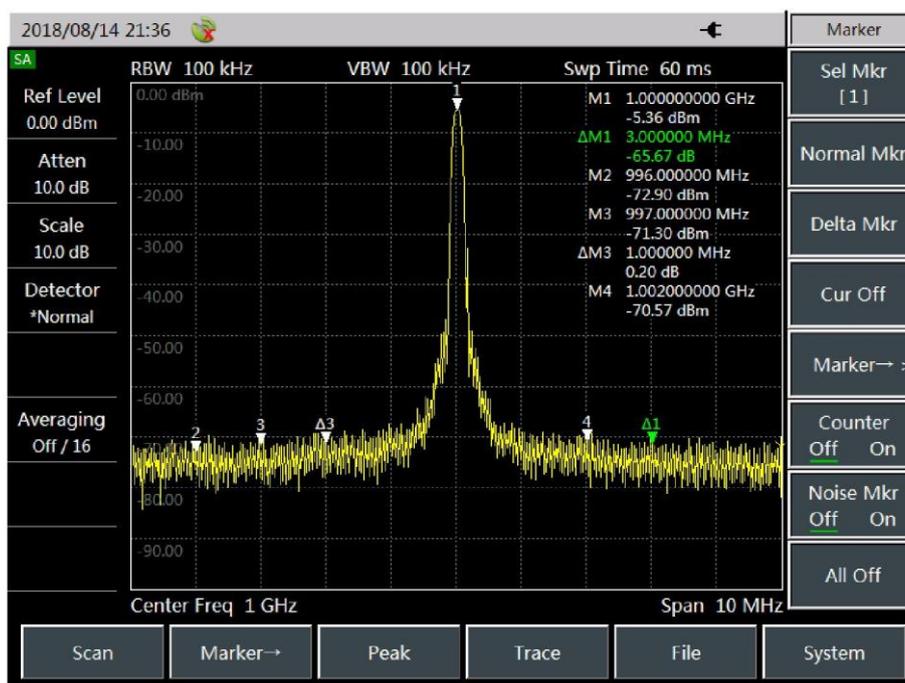


Рисунок 5-6 Функция маркера

## 2 Поиск пика

Нажав [Peak], напрямую в области главного меню, текущий активный маркер устанавливается в самую высокую точку трассы, отображая значения частоты и амплитуды в верхней центральной части экрана. В меню [Peak] также представлены другие варианты для поиска значения: [Sub Peak], [Right Peak], [Left Peak], [Max] и [Min]. Варианты поиска пикового значения следующие:

- a) Нажмите [Sub Peak], чтобы переместить активный маркер к следующей самой высокой точке на трассе, которая связана с текущим положением маркера.
- b) Нажмите [Left Peak], чтобы найти следующий пик слева от текущего положения маркера.
- c) Нажмите [Right Peak], чтобы найти следующий пик справа от текущего положения маркера.
- d) Нажмите [Max], чтобы поместить маркер в самой высокой точке трассы и отобразить частоту и амплитуду маркера в верхнем правом углу экрана. При нажатии данной кнопки не вносятся изменения в активированные функции.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

**Если изменение волновой формы сигнала, которую предполагается протестировать, будет относительно небольшим или значение полосы пропускания будет большой, тогда микроволновый анализатор сочтет, что у сигнала нет**

**пикового значения. Чтобы считать максимальное значение амплитуды такого сигнала, нажмите [Marker], [Peak], [Max].**

- e) Нажмите [Min], чтобы поместить маркер в самую низкую точку трассы и отобразить частоту и амплитуду маркера в верхнем правом углу экрана. При нажатии данной кнопки не вносятся изменения в активированные функции.
- f) Нажмите [Marker→Center], данная функция быстро перемещает трассу с активным маркером в центр экрана.

### 3 Маркер шума

Маркер шума показывает мощность шума, нормализованную к полосе пропускания 1 Гц вблизи с активным маркером. В это время тип детектора устанавливается в качестве детектора отсчетов. Маркер шума усредняет значения 3-х точек данных рядом с маркером оси частоты или оси времени (в том числе 16 точек данных с левой стороны маркера и 15 точек данных с правой стороны маркера). Если маркер шума включен, тогда единица измерения показания маркера автоматически переключается на дБм (1 Гц).

Этапы включения шумового маркера следующие:

Нажмите [Marker]→[Noise Mkr Off On].

## Раздел 8 Управление оптимизацией

В данном разделе проиллюстрированы типовые области применения методов измерения анализатора спектра, каждая из которых учитывает разные характеристики микроволнового анализатора AT4957D/E/F. В данном разделе представлены следующие методы и области применения измерений:

1. Использование полосы пропускания для разделения сигналов с очень близкими частотами
2. Повышение точности измерения частоты
3. Измерение сигнала с очень малым уровнем мощности (на уровне шума)
4. Измерение шумового сигнала
5. Измерение напряженности поля
6. Измерение мощности
7. Измерение занимаемой полосы частот
8. Измерение коэффициента мощности по соседнему каналу
9. Демодуляция амплитудно-модулированного и частного-модулированного сигналов



#### ПРИМЕЧАНИЕ:

**Значения цифровых клавиш, обозначенные в виде метки “[ ]”, опущены в данном разделе для обеспечения непрерывности текста.**

**Например, [3], [0], [0] и [MHz] выражены в виде 300 [MHz] для краткости.**

- I. **Использование полосы пропускания для разделения сигналов с очень близкими частотами**

#### 1 Описание полосы пропускания

Спектральное разрешение микроволнового анализатора определяется, в основном, полосой разрешения, т.е. полосой фильтра ПЧ (RBW) или просто – полосой пропускания. Дисплей микроволнового анализатора показывает изображение АЧХ фильтра ПЧ. В этом случае крутизна скатов характеристики фильтра ПЧ оказывается важной, и она определяет избирательность фильтра. Поэтому, когда микроволновый анализатор принимает два сигнала равной амплитуды и близко расположенных по частоте, оказывается, что частотный отклик полосового фильтра одного из сигналов, почти перекрывает другой сигнал, таким образом, два сигнала выглядят как один сигнал. С другой стороны, если два близкорасположенных сигнала имеют существенно разные уровни, есть вероятность того, что более слабый сигнал не будет отображаться на дисплее при слишком большой полосе пропускания.

## 2 Отображение двух сигналов с равными амплитудами

Если предполагается отобразить два сигнала с равными амплитудами, в этом случае полоса пропускания должна быть меньше или равна разности частот этих двух сигналов. Например, для разделения двух равноамплитудных сигналов, отстоящих друг от друга на 100 кГц, полосу пропускания следует задать меньше или равной 100 кГц. Ниже описаны этапы измерения данного примера.

- а) Используйте Т-образный соединительный разъем для подключения выходов двух генераторов сигнала к радиочастотному входному порту микроволнового анализатора, как показано на рисунке 5-7.

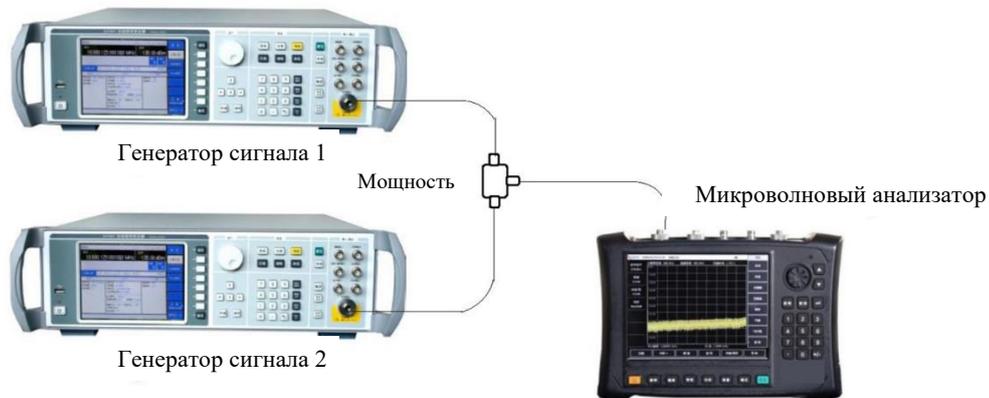


Рисунок 5-7 Схема подключения прибора для получения двух входных сигналов

- б) Задайте для одного из генераторов сигнала частоту 300 МГц, а для другого генератора сигнала - частоту 300,1 МГц. Уровень мощности обоих генераторов отрегулируйте по уровню -20 дБм. Затем наблюдайте за сигналом на дисплее микроволнового анализатора с тем, чтобы два сигнала были равны по амплитуде.
- в) Настройка анализатора для наблюдения за сигналом:

Нажмите [Preset], [Default State];

Нажмите [Freq], [Center Freq], 300 [MHz], [Span], 2 [MHz];

Нажмите [BW], [RBW Auto Man] и введите 300 [kHz].

В этот момент на экране дисплея анализатора можно увидеть, что имеется только один пик сигнала, как показано на рисунке 5-8.

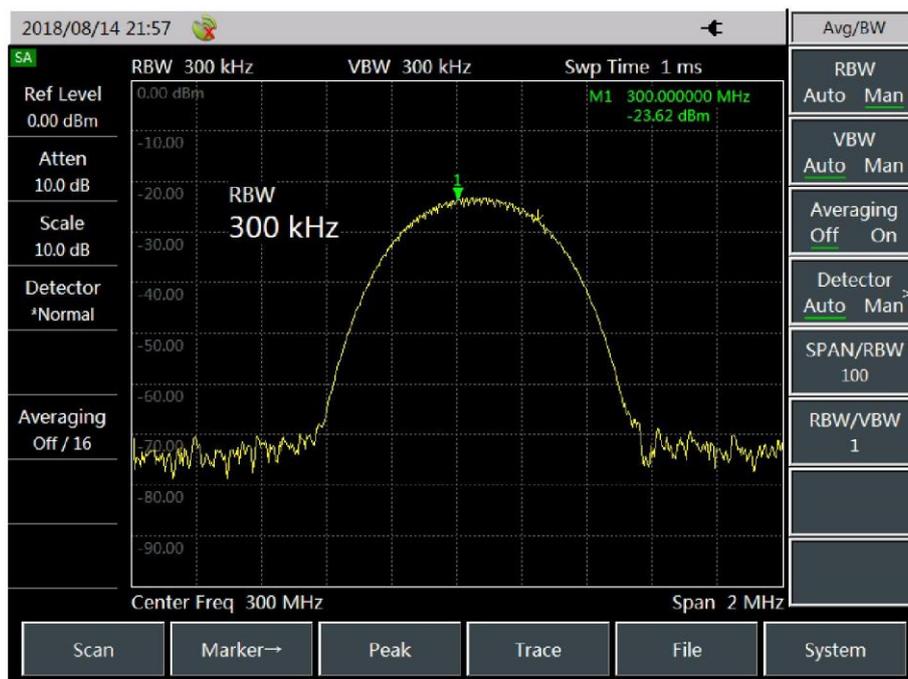


Рисунок 5-8 Не удалось различить два равноамплитудных сигнала

- d) Задайте для полосы пропускания значение 100 кГц с тем, чтобы полоса пропускания была равна разнесению частот двух сигналов:

Нажмите [BW], [RBW Auto Man], и введите 100 [kHz].

В этот момент на экране можно увидеть, что пик сигнала стал плоским, указывающим на то, что возможно наличие двух сигналов, как показано на рисунке 5-9.

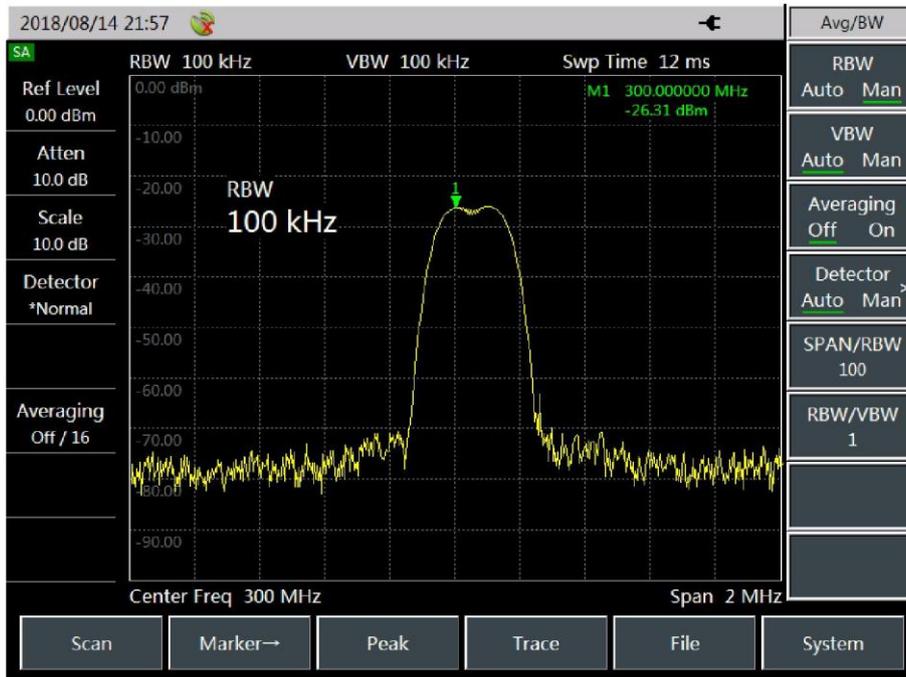


Рисунок 5-9 Два потенциальных сигнала

- e) Уменьшите полосу пропускания до 10 кГц с тем, чтобы полоса пропускания была меньше разнесения частот двух сигналов:

Нажмите [BW], [RBW Auto Man] и введите 10 [kHz].

В этот момент на экране, как показано на рисунке 5-10, можно четко видеть два сигнала. Используйте поворотную ручку или клавишу [↓] на передней панели для уменьшения полосы пропускания с тем, чтобы два сигнала отображались четче.

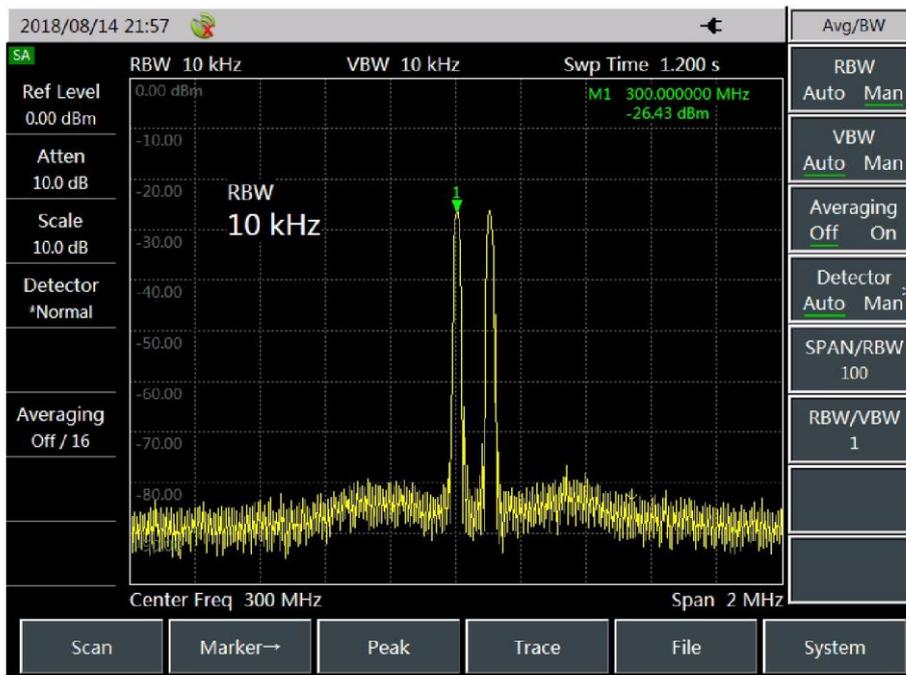


Рисунок 5-10 Четкое разделение двух равноамплитудных сигналов

Полоса пропускания микроволнового анализатора AT4957D/E/F имеет кратность шага 1-3-10. Если предполагается четко увидеть два равноамплитудных сигнала с разнесением частот 200 кГц, тогда должна использоваться полоса пропускания со значением 100 кГц или меньше.

### 3 Разделение двух сигналов с разной амплитудой

Для разделения двух сигналов с разной амплитудой полоса пропускания должна быть меньше или равна разности частот двух сигналов (точно так же, как и при разделении двух сигналов с одинаковыми амплитудами). Тем не менее, максимальная полоса пропускания, в данном случае, определяется в первую очередь коэффициентом прямоугольности фильтра ПЧ, а не полосой пропускания по уровню 3 дБ.

Коэффициент прямоугольности определяется как отношение ширины полосы по уровню -60 дБ к ширине полосы по уровню -3 дБ фильтра ПЧ, как показано на рисунке 5-11.

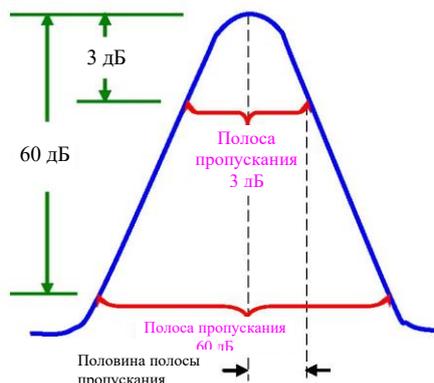


Рисунок 5-11 Принципиальная схема полосы пропускания и коэффициента прямоугольности

В дальнейшем, в качестве примера, проиллюстрированы измерения двух сигналов с разницей по мощности 50 дБ и отстоящих друг от друга на 50 кГц.

- Используя делитель мощности, подключите выходы двух генераторов сигнала к спектральному входному порту микроволнового анализатора, как показано на рисунке 5-7.
- Задайте для частоты одного из генераторов сигнала значение 300 МГц, и для амплитуды - значение -10 дБм. Для другого генератора сигнала задайте частоту 300,05 МГц и амплитуду выходного сигнала -60 дБм. Включите радиочастотный выход двух генераторов сигнала.
- Настройка анализатора для наблюдения за сигналом:

Нажмите [Preset], [Default State];

Нажмите [Freq], [Center Freq], 300 [MHz];

Нажмите [Freq], [Span], 500 [kHz];

Нажмите [BW], [RBW Auto Man], 30 [kHz].

- Задайте в качестве опорного уровня микроволнового анализатора уровень мощности большого сигнала 0 дБм;

Нажмите [Amp] и введите 0 [dBm].

Коэффициент прямоугольности фильтра полосы пропускания микроволнового анализатора AT4957D/E/F составляет примерно 4:1. При полосе пропускания 30 кГц ширина полосы по уровню -60 дБ составляет 123 кГц, а половина от этого значения составляет 61,5 кГц, что больше, чем разнесение частот 50 кГц. Поэтому, невозможно выполнить раздельное отображение двух входных сигналов, как показано на рисунке 5-12.

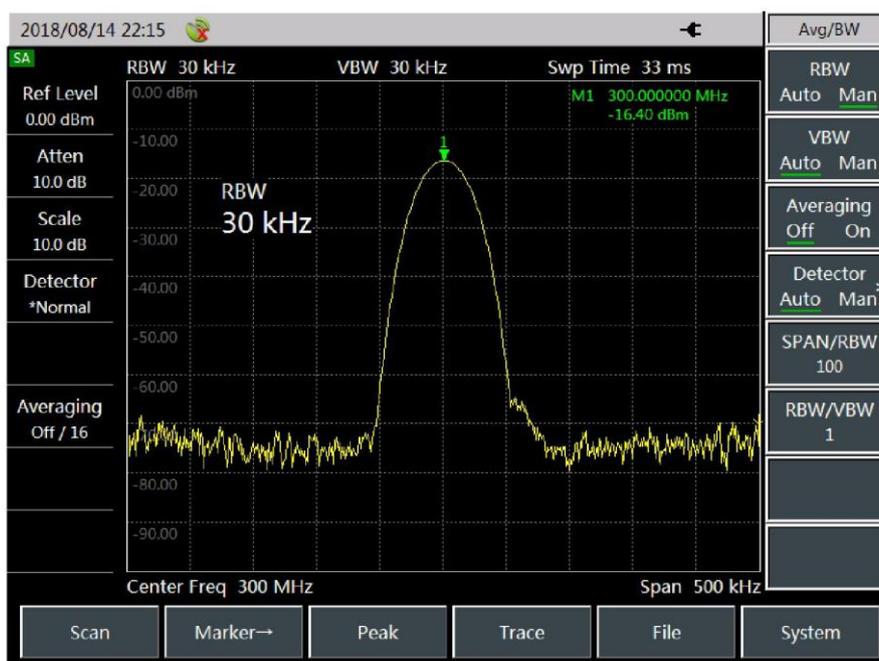


Рисунок 5-12 Измерение при значении полосы пропускания 30 кГц

е) Уменьшите полосу пропускания и наблюдайте за отображением сигнала с малой амплитудой: Нажмите [BW], [RBW Auto Man], 1 [kHz].

В это время, половина полосы пропускания составляет 2,05 кГц, что меньше, чем разнесение частот 50 кГц, таким образом, на экране можно четко различить два входных сигнала.

ф) Зафиксируйте разность частот и разность амплитуд сигнала с помощью маркера:

Нажмите [Peak], чтобы поместить маркер на пик большого сигнала;

Нажмите [Marker], [Delta Mkr], чтобы активировать маркер Δ;

Нажмите [Peak], [Sub Peak] чтобы поместить маркер Δ на пик малого сигнала.

Это позволит увидеть разность частот и разность амплитуд между двумя сигналами с разными амплитудами, как показано на рисунке 5-13.

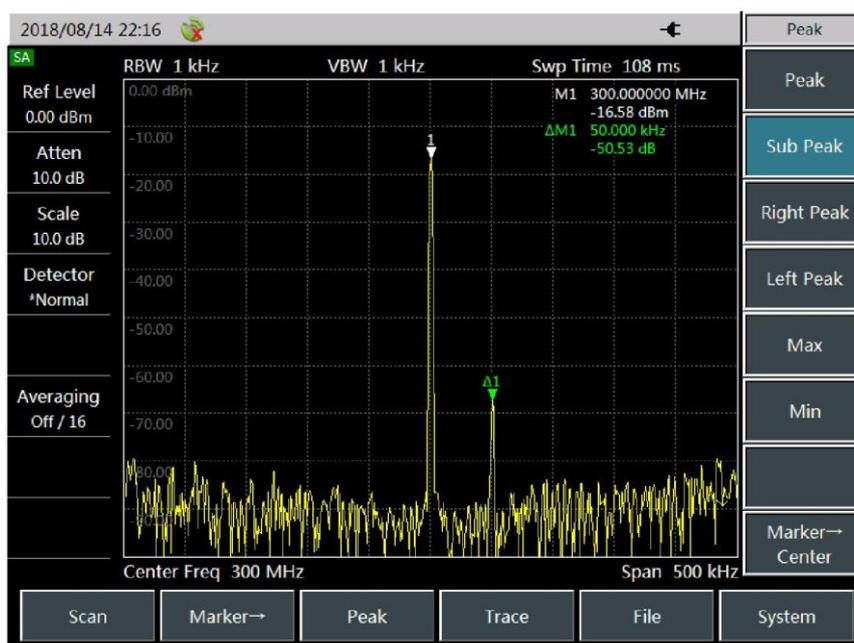


Рисунок 5-13 Измерение при настройке полосы пропускания 1 кГц

## II. Повышение точности измерения частоты

В данном разделе, в качестве примера, проиллюстрировано каким образом можно увеличить точность измерения частоты 500 МГц с использованием маркера в режиме счетчика.

Этапы для использования функции счетчика частот следующие:

- а) Соедините кабелем выход генератора сигнала с РЧ-входом микроволнового анализатора, а также подключите выход опорного сигнала 10 МГц генератора к внешнему входу опорной частоты микроволнового анализатора с помощью кабеля BNC, как показано на рисунке 5-14:

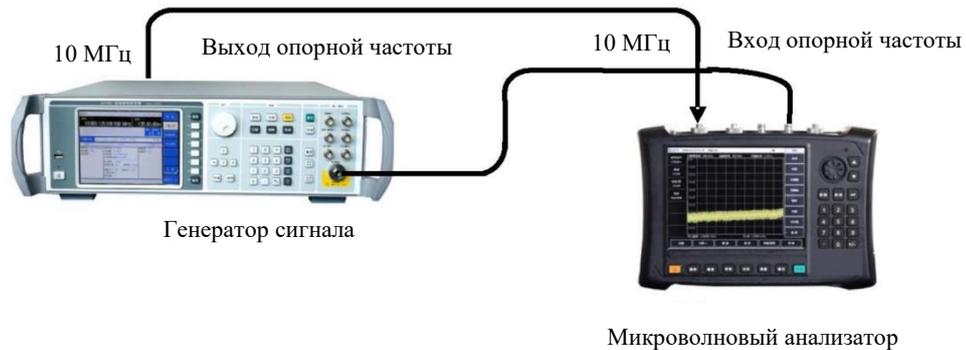


Рисунок 5-14 Схема подключения для повышения точности измерения частоты

- б) Задайте на генераторе синусоидальный сигнал с частотой 500 МГц и уровнем мощности -10 дБм.  
 с) Произведите сброс настроек микроволнового анализатора:

Нажмите [Preset], [Default State]

- д) Задайте центральную частоту и полосу обзора микроволнового анализатора;

Нажмите [Freq], [Center Freq], 500 [MHz];

Нажмите [BW], 1 [MHz].

- е) Настройте параметры опорной частоты микроволнового анализатора и генератора сигнала:

Нажмите [System], [Next], [Freq Ref Int Ext], и выберите внешнюю опорную частоту.

Таким образом, опорной частотой для микроволнового анализатора будет выступать опорная частота генератора сигнала, и цепь фазовой автоподстройки частоты внутри микроволнового анализатора фиксируется на временной базе генератора сигнала, что может повысить точность измерений.

- ф) Включение функции подсчета частот:

Нажмите [Peak], чтобы поместить маркер на пик сигнала;

Нажмите [Marker], [Counter Off on], чтобы включить функцию счетчика частоты.

В это время показание маркера представляет собой точное значение частоты входного сигнала, измеренную функцией счетчика маркера, как показано на рисунке 5-15.

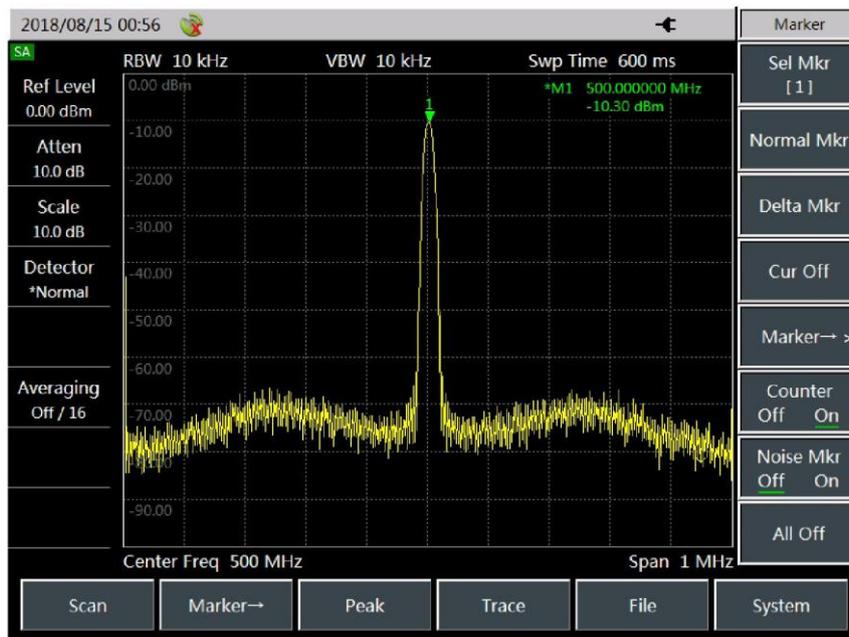


Рисунок 5-15 Повышение точности измерения частоты путем использования функции счетчика

Следует отметить, что функция счетчика предназначена только для измерения непрерывных синусоидальных сигналов или дискретных спектральных компонентов. Амплитуда сигнала должна быть больше, чем -50 дБм, и должна превышать уровень шума на 30 дБ.

g) Выключение функции счетчика

Нажмите [Marker], [Counter Off On], чтобы выключить функцию счетчика.



**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Если при использовании функции счетчика скорость развертки микроволнового анализатора уменьшается, то это связано с тем, что микроволновому анализатору требуется дополнительное время в фоновом режиме для точного позиционирования сигнала и вычисления частоты, что представляет собой нормальное явление!



**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Для точного измерения частоты сигнала, при использовании маркерной функции счетчика, в генераторе сигнала и в анализаторе следует использовать единую временную базу!

### III. Измерение сигналов с малым уровнем мощности

В данном разделе, в качестве примера, проиллюстрирован метод точного измерения уровня сигнала с использованием микроволнового анализатора AT4957D/E/ при измерении уровня сигнала -80 дБм.

#### 1 Уменьшите полосу пропускания для измерения сигнала с малым уровнем

Шум, генерируемый внутри микроволнового анализатора, определяет его способность измерять сигналы небольшого уровня. Существует несколько способов настроек измерения для повышения чувствительности измерения.

Полоса пропускания затрагивает внутренний уровень шума микроволнового анализатора, однако, не оказывает влияния на уровень измеряемого непрерывного сигнала. Если входной сигнал очень близок к уровню шума и полоса пропускания уменьшается, тогда сигнал может быть экстрагирован из шума.

Соотношение между степенью подавления шума и полосой пропускания можно выразить следующим уравнением:

$$\Delta L = 10 \log \frac{BW_1}{BW_2}$$

где:  $\Delta L$  — величина изменения амплитуды шума в дБ.

$BW_1, BW_2$  - Разные полосы пропускания в Гц.

Таким образом, при уменьшении полосы пропускания в 10 раз уровень шума уменьшается на 10 дБ.

Этапы измерения сигналов небольшого уровня при уменьшении полосы пропускания следующие:

a) Сброс настроек микроволнового анализатора:

Нажмите [Preset], [Default State]

b) Настройка генератора сигнала и подключение к микроволновому анализатору:

Задайте для частоты генератора сигнала значение 1 ГГц, и для амплитуды - значение -80 дБм. Подключите радиочастотный выход генератора сигнала к радиочастотному входу микроволнового анализатора и включите радиочастотный выход генератора сигнала.

c) Задайте центральную частоту, размах и опорный уровень микроволнового анализатора:

Нажмите [Freq], [Center Freq], 1 [GHz];

Нажмите [Span], 2 [MHz];

Нажмите [Ampt], [Ref Level], -40 [dBm]

Нажмите [Peak], чтобы поместить маркер на пик сигнала.

Результаты измерения показаны на рисунке 5-16.

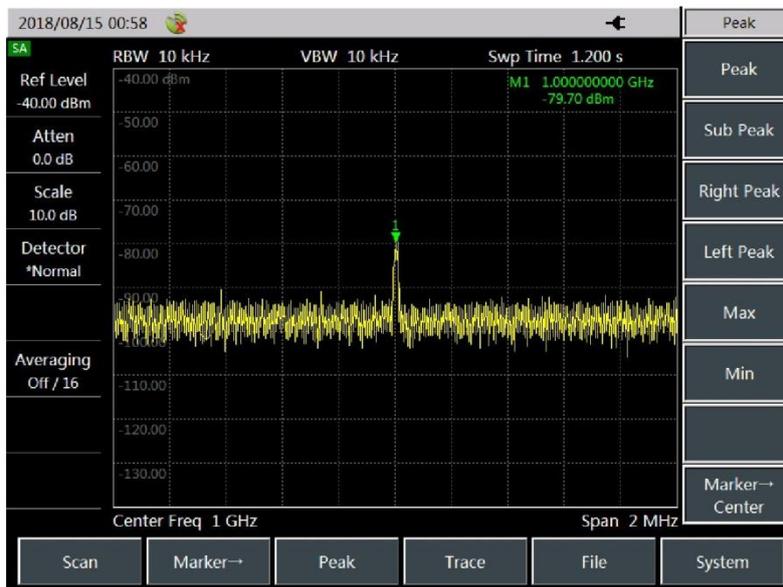


Рисунок 5-16 Измерение сигналов с малым уровнем в автоматическом режиме

d) Используйте пошаговую клавишу [↓], чтобы уменьшить полосу пропускания:

Нажмите [BW], [↓].

По мере уменьшения уровня шума можно увидеть, что сигнал постепенно становится чище, как показано на рисунке 5-17.

Время развертки будет увеличено при уменьшении полосы пропускания.

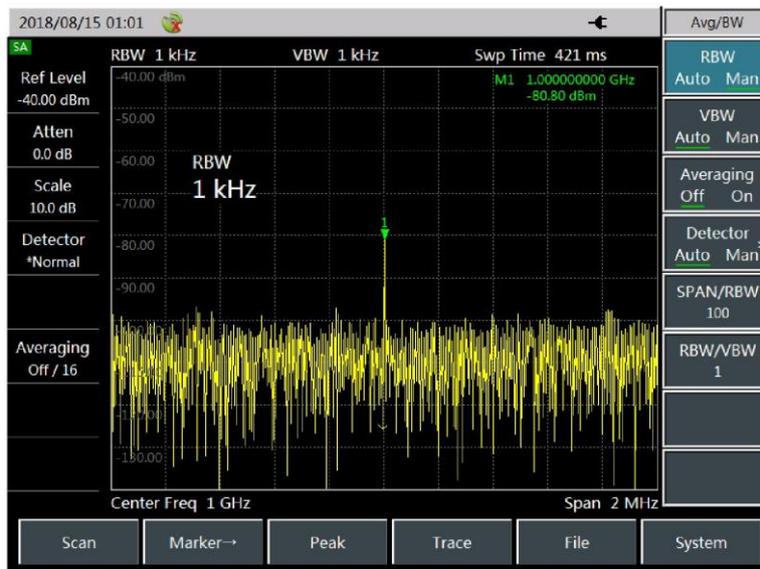


Рисунок 5-17 Измерение сигнала малого уровня при уменьшении полосы пропускания

## 2 Измерьте сигналы с малым уровнем при использовании детектора среднего значения и увеличении времени развертки

Когда уровень шума микроволнового анализатора перекрывает сигналы малой мощности, применение детектора среднего значения может сгладить шум и улучшить видимость сигнала. Более медленная скорость развертки имеет результатом лучшую среднюю дисперсию шума. Этапы настройки, следующие:

a) Сброс настроек микроволнового анализатора:

Нажмите [Preset], [Default State].

b) Задайте центральную частоту, размах и опорный уровень микроволнового анализатора:

Нажмите [Freq], [Center Freq], 1 [GHz];

Нажмите [Span], 1 [MHz];

Нажмите [Ampt], [Ref Level], -40 [dBm]

c) Установите тип детектора как детектор среднего значения:

Нажмите [BW], [Detector Auto Man], [Avg].

d) Нажмите [Peak], чтобы поместить маркер на пик сигнала.

Результат измерения показан на рисунке 5-18.

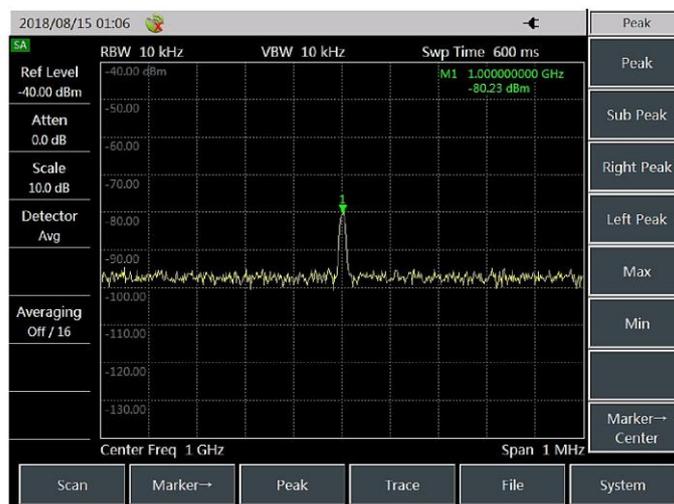


Рисунок 5-18 Использование детектора среднего значения и увеличения времени развертки

### 3 Измерьте сигналы малой мощности, используя усреднение видеосигнала

При усреднении видеосигнала используется метод цифровой обработки для усреднения текущей точки трассы и усреднения предыдущего значения. Функция усреднения видеосигнала и результат обнаружения средней величины разнятся.

Этапы измерения при использовании функции усреднения видеосигнала следующие:

a) Сброс настроек микроволнового анализатора:

Нажмите [Preset], [Default States], чтобы сбросить анализатор до состояния по умолчанию.

b) Задайте центральную частоту, размах и опорный уровень микроволнового анализатора:

Нажмите [Freq], [Center Freq], 1 [GHz];

Нажмите [Span], 1 [MHz];

Нажмите [Ampt], [Ref Level], -40 [dBm]

Нажмите [Peak], чтобы поместить маркер на пик большого сигнала.

c) Включите функцию усреднения видеосигнала:

Нажмите [BW], [Averaging Off On], в появившемся на экране окне “Avg Factor...” задайте значение 30 (значение по умолчанию составляет 16).

Нажмите [Averaging Off On] снова, чтобы включить функцию усреднения.

В окне комментариев с левой стороны экрана отобразится количество усреднений. Как только будет достигнуто заданное вами количество, микроволновый анализатор продолжит усреднять данные.

По мере усреднения трассы, сигнал малого уровня становится все более заметным на фоне уровня шума, как показано на рисунке 5-19.

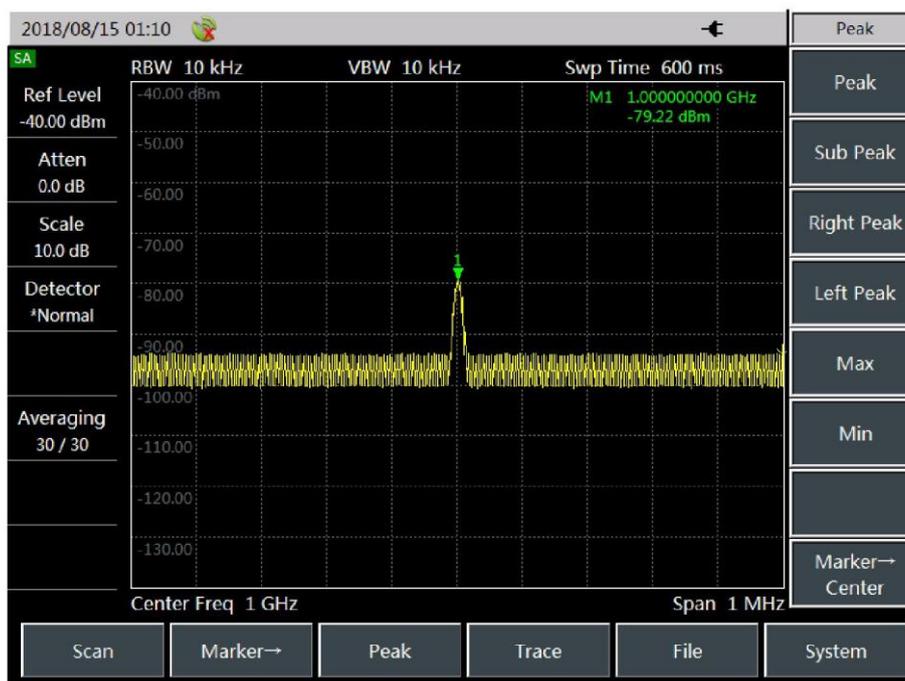


Рисунок 5-19 Измерение сигналов малого уровня при использовании усреднения трассы

### 4 Измерение сигналов малой мощности с использованием предусилителя

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F комплектуется предварительным усилителем с диапазоном частот от 100 кГц до 40 ГГц. Предварительный усилитель может обеспечить до 20 дБ усиления.

Когда уровень шума микроволнового анализатора перекрывает исследуемые сигналы, включение предварительного усилителя может эффективно уменьшить уровень шума и улучшить видимость сигнала.

Этапы измерения при использовании функции предварительного усилителя следующие:

a) Сброс настроек микроволнового анализатора:

Нажмите [Preset], [Default State], чтобы сбросить настройки микроволновый анализатор до заводского состояния.

b) Настройка генератора сигнала и подключение к микроволновому анализатору:

Задайте для частоты сигнала значение 300 МГц и для амплитуды - значение -80 дБм. Подключите РЧ выход генератора сигнала к РЧ входу микроволнового анализатора.

c) Задайте центральную частоту, полосу обзора и опорный уровень микроволнового анализатора:

Нажмите [Freq], [Center Freq], 300 [MHz];

Нажмите [Span], 1 [MHz];

Нажмите [Ampt] [Ref Level] -40 [dBm]

d) Включите предварительный усилитель:

Нажмите [Ampt], [Pre Amp Off On].

После включения предварительного усилителя сигнал малой мощности, который находился на уровне шума, становится четко видимым, как показано на рисунке 5-20.

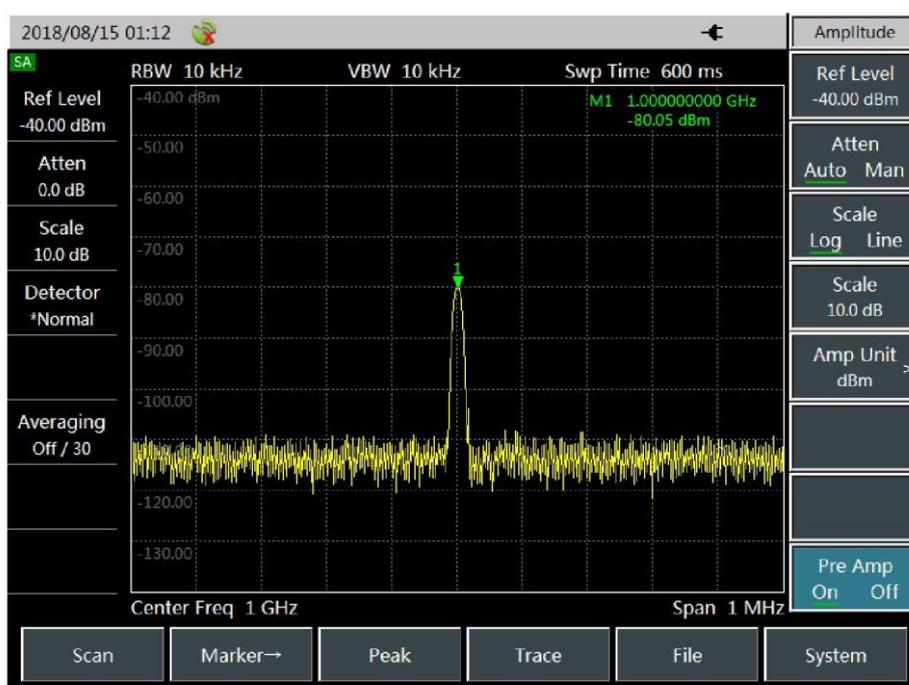


Рисунок 5-20 Измерение сигнала малой мощности с помощью предварительного усилителя

#### IV. Измерение шумового сигнала

##### 1 Концепция

В системе связи для выражения амплитуды шума обычно используется соотношение сигнал/шум (SNR). Когда уровень шума в системе увеличивается, отношение сигнал/шум уменьшается, и демодулировать сигналы становится все труднее. В системе связи измерение соотношения сигнал/шум также обычно означает измерение соотношения сигнала несущей к шуму.

В микроволновом анализаторе AT4957D/E/F имеется функция шумового маркера, которую можно использовать для измерения соотношения сигнал/шум и шума. Пример измерения описан ниже.

##### 2 Измерение отношения сигнал/шум

a) Сброс настроек микроволнового анализатора:

Нажмите [Preset], [Factory State].

b) Настройте генератор сигнала и подключите его к микроволновому анализатору с помощью кабеля.

Задайте для частоты генератора сигнала значение 300 МГц и для амплитуды - значение -60 дБм. Подключите РЧ выход генератора сигнала к РЧ входу микроволнового анализатора и включите радиочастотный выход генератора сигнала.

с) Задайте центральную частоту, полосу обзора и опорный уровень микроволнового анализатора:

Нажмите [Freq, [Center Freq], 300 [MHz];

Нажмите [Span], 1 [MHz];

Нажмите [Ampt], [Ref Level], -20 [dBm]

д) Установите маркер на пик сигнала, затем установите дельта-маркер с частотным сдвигом 200 кГц на уровень шума:

Нажмите [Peak];

Нажмите [Marker], [Delta Mkr], 200 [kHz].

е) Включите функцию шумового маркера для просмотра соотношения сигнал/шум:

Нажмите [Marker]→ [Noise Mk Off On]→[Peak]→[Max], как показано на рис. 5-21.

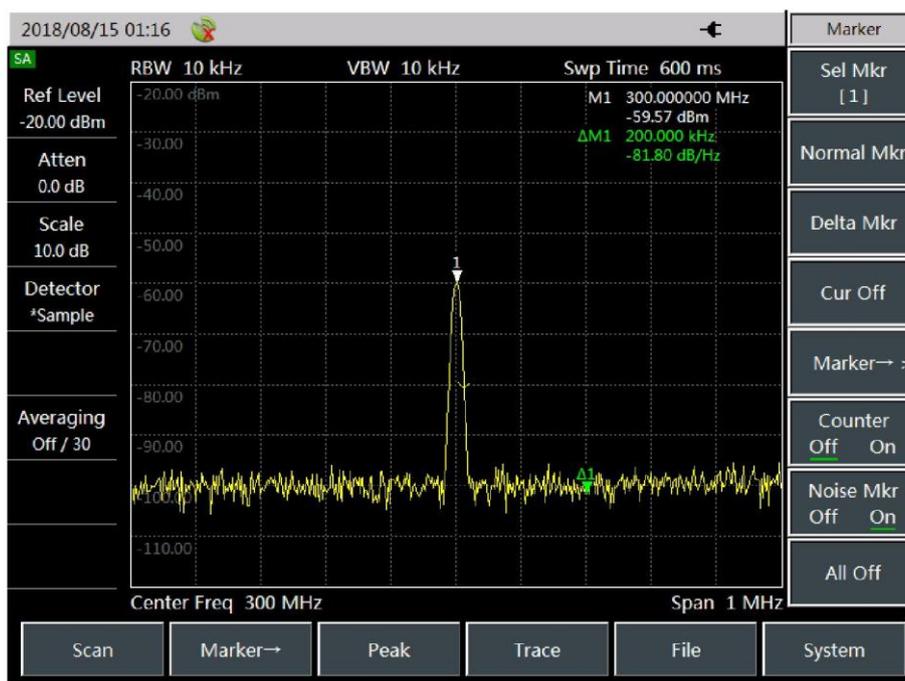


Рисунок 5-21 Измерение отношения сигнал/шум

Значение отношения сигнал-шум выражается в дБн/Гц, поскольку значение шума относится к полосе пропускания шума, нормированной до 1 Гц. Если желательно получить значения шума при другой полосе пропускания канала, результат измерения необходимо скорректировать на основе текущей полосы пропускания. Например, если показания анализатора спектра, составляют -77,45 дБн/Гц, и полоса пропускания канала в это время составляет 1 МГц, то соотношение сигнал/шум составляет:

$$C/Ш = 77,45 \text{ дБн/Гц} - 10 \times \log(1 \text{ МГц}) = 17,45 \text{ дБн/(1 МГц)}$$

В это время, если дельта-маркер составляет менее четверти краевого расстояния между пиком сигнала и остальной трассой, при измерении шума могут возникать ошибки.

### 3 Измерение шума с помощью функции маркера шума

В данном примере будет использоваться функция маркера шума для измерения шума в полосе пропускания 1 Гц.

а) Сброс настроек микроволнового анализатора:

Нажмите [Preset], [Default State].

б) Настройте генератор сигнала и подключите его к микроволновому анализатору с помощью кабеля.

Установите частоту генератора сигнала равной 300 МГц, а мощность -60 дБм. Подключите РЧ выход

генератора сигнала к РЧ входу микроволнового анализатора.

с) Задайте центральную частоту, полосу обзора и опорный уровень анализатора:

Нажмите [Freq], [Center Freq], 299.98 [MHz];

Нажмите [Span], 1 [MHz];

Нажмите [Ampt], [Ref Level], -20 [dBm]

d) Активируйте маркер шума

Нажмите [Marker], [Noise Mkr On Off].

Имейте ввиду, что режим “Выборки” детектора (Sample) будет включен автоматически. Если вы захотите получить значение мощности шума в другой полосе пропускания, вы можете скорректировать текущую полосу пропускания на основе  $10 \times \log(BW)$ . Например, если вы хотите получить мощность шума в полосе 1 кГц, пожалуйста, добавьте к показаниям  $10 \times \log(1000)$  или 30 дБ.

e) Переместите маркер на 300 МГц:

Нажмите [Marker] и вращайте поворотную ручку на передней панели, пока значение маркера шума не станет 300 МГц.

Значение маркера шума вычисляется на основе 5% точек на всей трассе развертки, с расположением маркера в качестве центра. Маркера шума не будет находится на пике сигнала, поскольку в таком положении недостаточно точек трассы для вычисления. Поэтому, когда полоса пропускания узкая, маркер шума будет также усреднять точки трассы ниже пика сигнала, как показано на рис. 5-22.

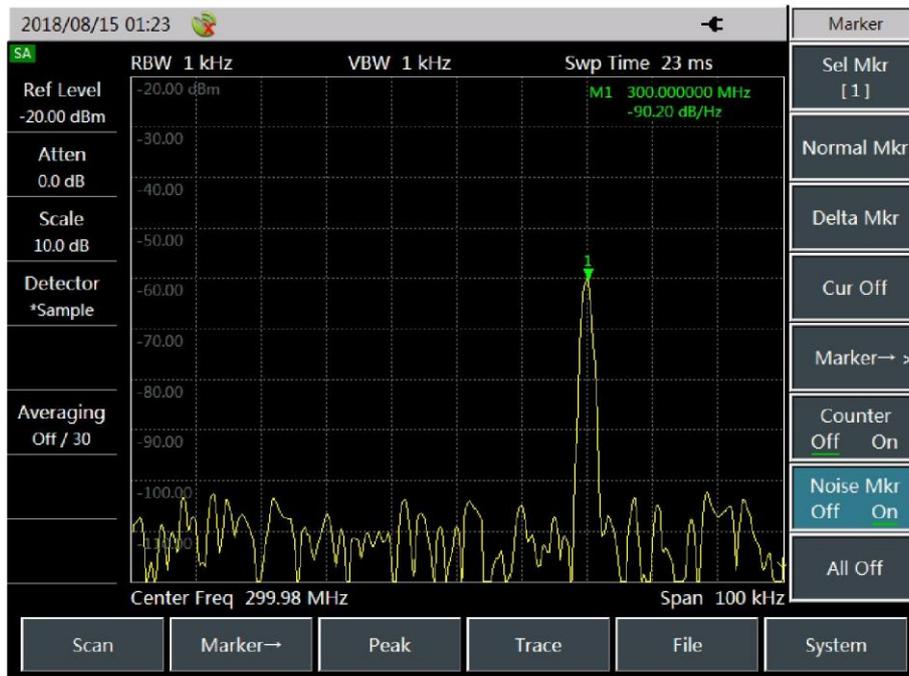


Рисунок 5-22 Измерение шума с использованием шумового маркера

f) Переведите анализатор спектра в режим нулевого диапазона развертки с расположением маркера в центре:

Нажмите [Marker→], [Mkr→Center Freq];

Нажмите [Freq], [Span], [Span Zero];

Нажмите [Marker].

В этот момент показание амплитуды маркера шума верно, поскольку среднее значение всех точек находятся на одной и той же частоте, на которую не влияет форма фильтра полосы пропускания. Маркер шума рассчитывается на основе среднего значения представляющих интерес точек частоты. При выполнении измерений мощности на дискретных частотах следует сначала настроить анализатор на представляющую интерес точку частоты, а затем - выполнить измерение в нулевой полосе.

## V. Измерение напряженности поля

В данном разделе подробно рассмотрено, как использовать микроволновый анализатор AT4957D/E/F для измерений напряженности поля.

### 1 Определение напряженности поля

Напряженность поля представляет собой аббревиатуру от напряженности электрического поля, которая характеризует напряженность электрического поля электрического сигнала в точке пространства через антенну. Значение выражается в микровольтах на метр (мкВ/м), а для удобства также используется дБмкВ/м. Измерение напряженности поля представляет собой важную часть радиоконтроля и играет важную роль в управлении радиоресурсами. Точные измерения напряженности поля позволяют пользователям понимать истинную ситуацию в электромагнитной окружающей среде и предоставлять эффективные данные о делении и распределении частот.

В микроволновом анализаторе AT4957D/E/F предусмотрена возможность измерения напряженности поля с помощью соответствующей тестовой антенны.

### 2 Этапы измерения напряженности поля

Этапы измерения напряженности поля с использованием микроволнового анализатора AT4957D/E/F следующие:

a) Сбросьте настройки микроволнового анализатора до его состояния по умолчанию: нажмите [Preset], [Default State].

b) Подключите антенну к РЧ входу анализатора.

c) Задание центральной частоты:

Нажмите [Freq], [Center Freq], введите значение центральной частоты числовыми клавишами, и выберите соответствующую единицу измерения частоты.

d) Установите соответствующую полосу обзора:

Нажмите [Freq], [Span], введите значение полосы обзора числовыми клавишами и выберите соответствующую единицу измерения.

e) Переключитесь на режим измерения напряженности поля:

Нажмите [Meas], [Field Strength>].

f) Выберите коэффициент антенны:

Нажмите [Select Antenna >], чтобы вывести меню с перечнем коэффициентов антенны. Воспользуйтесь клавишами вверх и вниз или поворотной ручкой, чтобы выбрать соответствующий коэффициент антенны. Выбранный коэффициент помечается синим фоном, и нажмите [OK].

g) Задайте для полосы пропускания RBW соответствующее значение.

Нажмите [RBW Auto Man], используйте клавиши вверх и вниз, чтобы изменить полосу пропускания, или воспользуйтесь числовыми клавишами для ввода.

h) Измените опорное значение:

Нажмите [Ampt], [Ref Level], измените опорное значение с помощью клавиш вверх и вниз или поворотной ручки, либо воспользуйтесь числовыми клавишами для ввода. При включении функции измерения напряженности поля единица измерения амплитуды автоматически переключается на дБмкВ.

i) Включите функцию измерения напряженности поля:

Нажмите [Meas], [Field Strength], [Field Strength Off On] чтобы открыть меню измерения напряженности поля, как показано на рисунке 5-23.

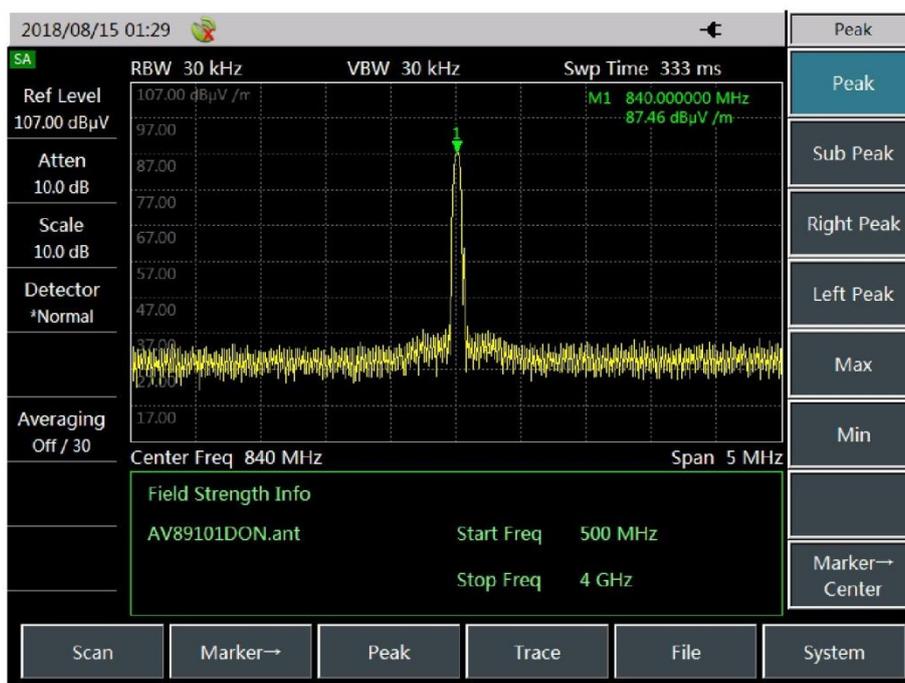


Рисунок 5-23 Измерение напряженности поля

### 3 Антенна

В микроволновом анализаторе AT4957D/E/F предусмотрена возможность измерения напряженности поля с помощью антенн. Соответствующий коэффициент антенны загружен в микроволновый анализатор на заводе-изготовителе, как показано в следующей таблице:

Таблица 5-2 Описание коэффициента антенны микроволнового анализатора AT4957D/E/F

№	Наименование	Частотный диапазон	Описание
1	89101A антенна А	10 кГц ~ 20 МГц	Коэффициент антенны 0
2	89101B антенна В	20 МГц ~ 200 МГц	Коэффициент антенны 1
3	89101С антенна С	200 МГц ~ 500 МГц	Коэффициент антенны 2
4	89101D антенна D	500 МГц ~ 4 ГГц	Коэффициент антенны 3

## VI. Измерение мощности канала

В данном разделе проиллюстрировано, как использовать в микроволновом анализаторе AT4957D/E/F функцию измерения мощности канала. В качестве примера описаны измерения сигнала CDMA и GSM.

### 1 Определение мощности канала

Измерение мощности канала - одно из наиболее распространенных измерений в системах радиопередачи. Поэтому, мощность канала определяется как мощность, передаваемая сигналом в пределах диапазона частот при указанном временном интервале. Если при проверке усилителя мощности и цепи фильтра удельная мощность не измеряется, это указывает на неисправность системы. Измерение мощности канала применяется для оценки коммуникационного передатчика и определения качества ВЧ-передачи путем сравнения с конкретным протоколом связи.

### 2 Измерение мощности канала CDMA

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F можно использовать для измерения мощности в канале сигнала CDMA. Поскольку сигнал CDMA и непрерывный синусоидальный сигнал отличаются во многих отношениях, точная настройка поможет измерить сигнал CDMA более точно.

## Настройка измерения

Рекомендуемые настройки микроволнового анализатора для точного измерения мощности канала сигнала CDMA следующие:

- a) Полоса пропускания тракта ПЧ: 10 кГц.
- b) Полоса пропускания видеофильтра: 10 кГц.
- c) Функция усреднения: Вкл.

## Этапы измерения

Этапы измерения мощности канала сигнала CDMA с использованием микроволнового анализатора AT4957D/E/F следующие:

- a) Сброс настроек микроволнового анализатора до его состояния по умолчанию:

Нажмите [Preset], [Default State].

- b) Используется генератор сигнала для генерирования сигнала CDMA, который может также приниматься через антенну. Подключите выход генератора сигнала к РЧ входу микроволнового анализатора посредством кабеля.

- c) Задание полосы пропускания и полосы пропускания видеофильтра:

Нажмите [BW], [RBW Auto Man] задайте для полосы пропускания значение 10 кГц;

Нажмите [VBW Auto Man] чтобы задать для полосы пропускания видеофильтра значение 30 кГц или более.

- d) Включение функции измерения мощности канала:

Нажмите [Meas], [Channel Power >], [Chan Power Off On] вкл. функцию измерения мощности канала.

- e) Установите центральную частоту:

Нажмите [Center Freq] и задайте центральную частоту цифровыми клавишами. Для сигналов CDMA задавайте значение 1,9326 ГГц.

- f) Задание полосы пропускания мощности канала:

Нажмите [Ch BW] и задайте полосу пропускания мощности канала цифровыми клавишами. Для сигналов CDMA установите значение 1,23 МГц.

- g) Установите полосу обзора мощности канала.

Нажмите [Span] и задайте полосу обзора мощности канала цифровыми клавишами. В данном примере задается значение 2,5 МГц.



### ПРИМЕЧАНИЕ:

Полоса пропускания канала относится к ширине частоты мощности, отображаемой анализатором спектра в пределах полосы пропускания, а диапазон мощности канала относится к частотному диапазону анализатора спектра. Диапазон мощности канала должен быть больше или равен ширине полосы мощности канала; в противном случае полоса пропускания канала будет автоматически установлена равной диапазону мощности канала. Отношение диапазона мощности канала к ширине полосы мощности канала является постоянной величиной. При изменении диапазона мощности канала это соотношение останется неизменным. Его можно изменить, изменив полосу пропускания мощности канала. Например, при удвоении диапазона мощности канала ширина полосы мощности канала будет увеличена в те же разы.

- h) Включение функции усреднения:

Нажмите [Averaging Off On], в появившемся на экране окне "Avg Factor" установите время усреднения на 16 и включите функцию усреднения.

При включении функции измерения мощности канала режим детектирования автоматически переключается на режим детектирования среднеквадратичного значения. Две вертикальные белые линии, отображенные на экране, указывают на ширину полосы мощности канала. Результаты измерения отображаются в нижней части экрана, как показано на рисунке 5-24.

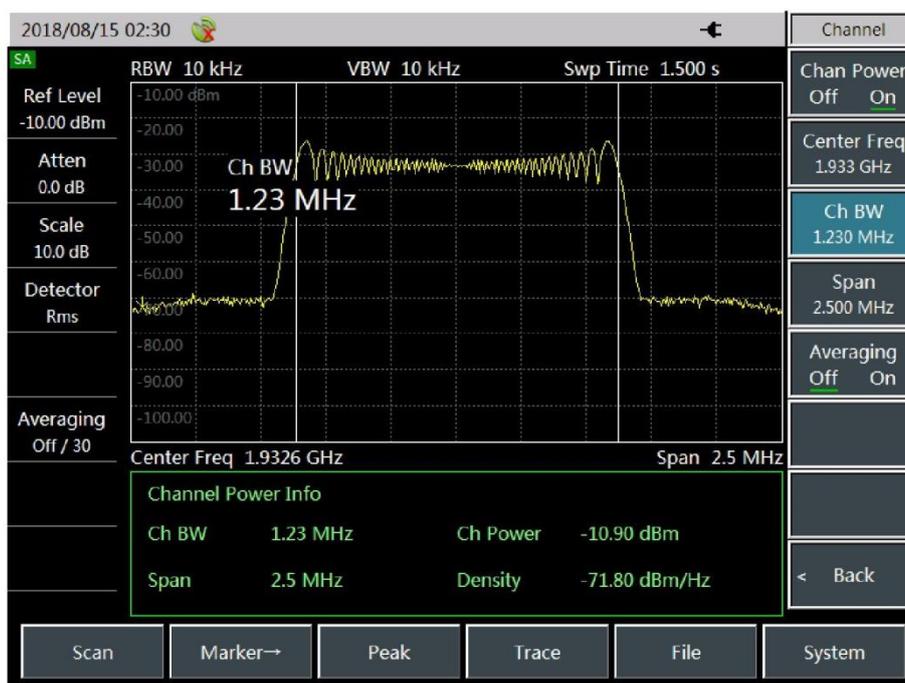


Рисунок 5-24 Измерение мощности канала сигнала CMDA

### 3 Измерение мощности канала GSM

GSM (Global System for Mobile Communications) Глобальный стандарт цифровой мобильной связи представляет собой глобальную спецификацию на цифровую сотовую связь, и для которой выделены три частоты: 850 МГц, 900 МГц и 1800 МГц. Система GSM использует мультиплексирование с частотным разделением (FDMA) и мультиплексирование с временным разделением (TDMA). В каждой полосе частот имеются приблизительно сто или более интервалов с несущей частотой 200 кГц (FDMA), и каждая несущая частота делится на временные интервалы для передачи восьми отдельных каналов.

Каждый канал имеет восходящую линию и нисходящую линию с частотным интервалом 80 МГц между ними. Система GSM использует модуляцию Гауссова манипуляция с минимальным сдвигом (GMSK). Поскольку радиочастотная выходная мощность передатчиков TDMA и GSM внезапно скачет, то при слишком быстром включении передатчика это создаст значительные помехи пользователям на различных частотах, особенно в соседнем канале. К счастью, помехи могут быть количественно проанализированы путем измерения мощности канала системы GSM.

#### Настройка измерения

Для обеспечения точности и повторяемости измерения следует придерживаться следующих простых правил:

- Для полосы пропускания микроволнового анализатора следует задать значение 1 МГц, чтобы охватить широкополосную сеть системы GSM.
- Для полосы пропускания видеофильтра следует задать значение 100 кГц или больше с тем, чтобы получить подробную информацию о нескольких каналах в пределах системы GSM.
- При измерении используйте режим удержания максимальных значений трассы

#### Этапы измерения

Этапами измерения мощности канала сигнала GSM с использованием микроволнового анализатора AT4957D/E/F являются:

- Сброс настроек микроволнового анализатора до заводского состояния:

Нажмите [Preset], [Factory State]

- Отобразите на экране анализатора сигнал GSM, используя антенну, или подайте на РЧ-вход сигнал GSM по ВЧ-кабелю.
- Настройка опорного уровня анализатора:

Нажмите [Ampt], [Ref Level], -10 [dBm]

d) Установка полосы пропускания и полосы видеофильтра:

Нажмите [BW], [RBW Auto Man] задайте для полосы пропускания значение 10 кГц;

Нажмите [VBW Auto Man] задайте для полосы видеофильтра значение 10 кГц;

e) Зайдите в меню настройки измерения мощности канала:

Нажмите [Measure], [Ch Power>] для входа в меню измерения мощности канала.

f) Установка центральной частоты:

Нажмите [Center Freq] и задайте числовыми клавишами в качестве центральной частоты - частоту сигнала GSM, в данном примере задается частота 850 МГц.

g) Настройка полосы пропускания мощности канала:

Нажмите [Ch BW] и цифровыми клавишами задайте значение полосы пропускания мощности канала. Введите 200 кГц для сигналов GSM.

h) Задание полосы обзора мощности канала:

Нажмите [Span] и цифровыми клавишами задайте полосу обзора развертки мощности канала. Введите значение 800 кГц для сигнала GSM.

i) Включение функции удержания максимальных значений трассы:

Нажмите [Trace], [Max Hold].

j) Включение функции измерения мощности канала:

Нажмите [Meas] → [Channel Power >] → [Chan Power Off On] чтобы включить измерение мощности канала.

При включении функции измерения мощности канала детектор автоматически устанавливается в режим измерения среднеквадратического значения (\*Rms). Результат измерения отображается в нижней части экрана, и две вертикальные пунктирные линии на экране указывают на ширину полосы мощности канала, как показано на рисунке 5-25.

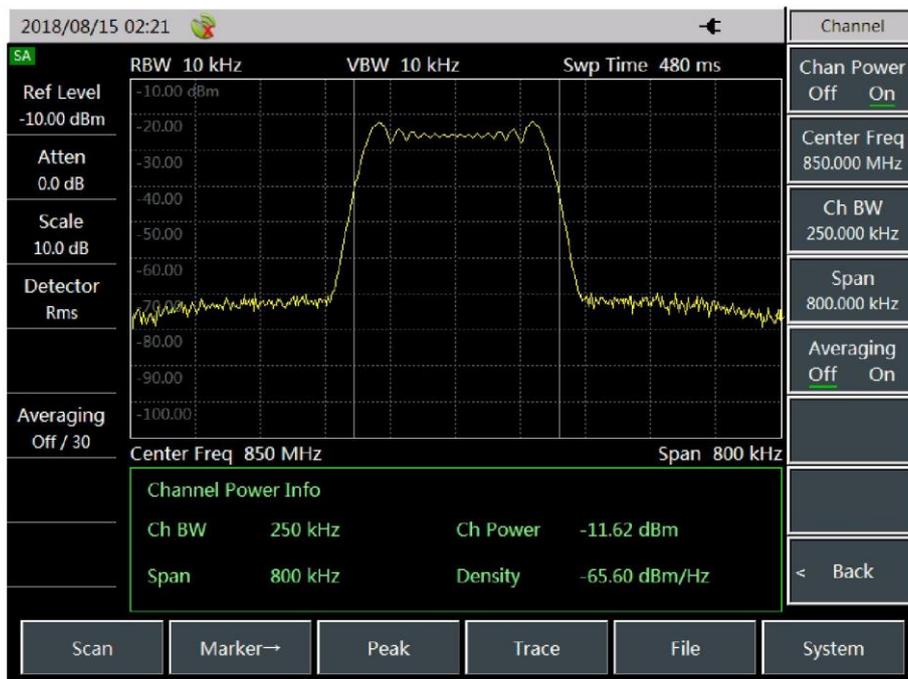


Рисунок 5-25 Измерение мощности канала сигнала GSM

## VII. Измерение ширины занимаемой полосы

В данном разделе описано, как измерить ширину занимаемой полосы сигнала с использованием микроволнового анализатора AT4957D/E/F.

### 1 Определение ширины занимаемой полосы

Занимаемая полоса означает полосу частот, соответствующую 99% полной мощности передачи энергии, с центральной частотой указанного канала в качестве центра. Результаты измерения занимаемой полосы микроволновый анализатор AT4957D/E/F может предоставлять быстро, четко и точно. Существуют два метода вычисления ширины занимаемой полосы в зависимости от метода модуляции:

#### а) Метод «процента мощности»:

Занимаемая полоса сигнала получается путем вычисления ширины полосы частот, содержащей определенный процент полной мощности передаваемого сигнала. Процент мощности может быть задан пользователем.

#### б) Метод «падение мощности на X дБ»

Метод вычисления определяет занимаемую полосу сигнала в виде расстояния между двумя частотными точками, когда мощность сигнала падает на X дБ с обеих сторон от точки, в которой находится пиковая мощность сигнала. Падение мощности сигнала может быть задано пользователем.

### 2 Этапы измерения

Этапы измерения занимаемой полосы частот с использованием микроволнового анализатора AT4957D/E/F следующие:

#### а) Сброс настроек микроволнового анализатора до его состояния по умолчанию:

Нажмите [Preset], [Default State]

#### б) Установка центральной частоты:

Нажмите [Freq], [Center Freq], введите значение центральной частоты числовыми клавишами и выберите единицу измерения частоты.

Установите в качестве центральной частоты микроволнового анализатора частоту сигнала, который предполагается тестировать.

#### в) Настройка полосы пропускания:

Нажмите [BW], [RBW Auto Man] чтобы задать для полосы пропускания соответствующее значение.

#### д) Настройка полосы пропускания видеофильтра:

Нажмите [BW], [VBW Auto Man] чтобы задать для полосы пропускания видеофильтра соответствующее значение.

Для повышения точности измерения рекомендуется, чтобы отношение полосы пропускания к полосе видеофильтра составляло больше 10. Нажмите [RBW/VBW] чтобы изменить отношение полосы пропускания к полосе пропускания видеофильтра.

#### е) Переключение микроволнового анализатора в режим измерения ширины занимаемой полосы:

Нажмите [Meas], [OBW >] [OBW Off On] для активации измерения ширины занимаемой полосы:

После включения функции измерения занимаемой полосы микроволновый анализатор переключается в меню измерения, и результат измерения отображается в нижней части экрана, как показано на рисунке 5-26.

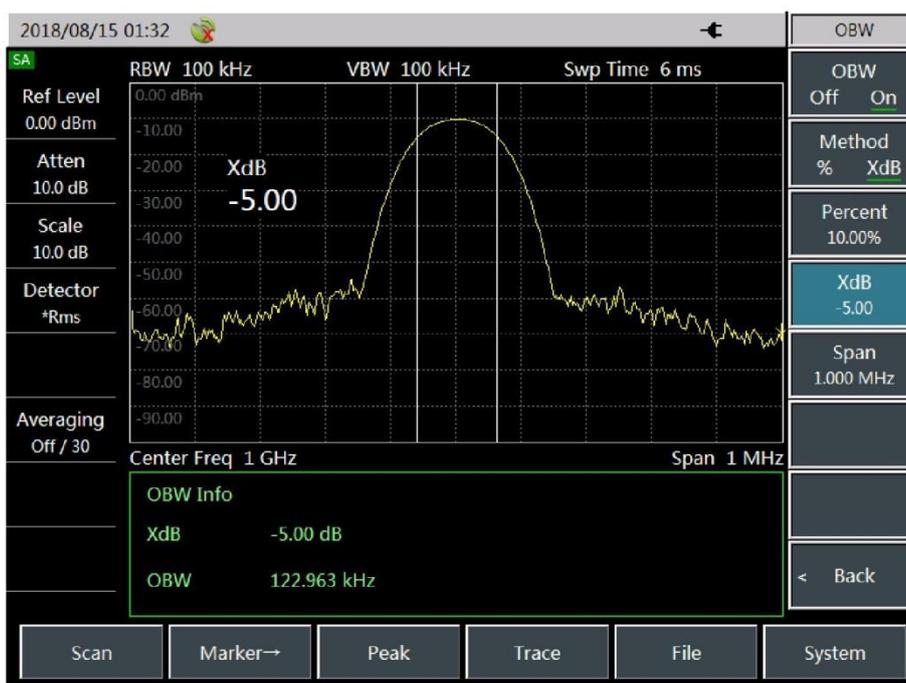


Рисунок 5-26 Измерение ширины занимаемой полосы

Две вертикальные белые линии на экране визуально указывают на ширину занимаемой полосы.

При включении функции измерения ширины занимаемой полосы режим детектирования автоматически переключается на режим обнаружения среднеквадратичного значения.

Пользователи могут менять метод измерения, полосу обзора и другие параметры в соответствующем меню для получения более точных результатов измерения.

f) Выбор метода измерения:

Нажмите [Method % XdB], чтобы выбрать метод измерения ширины занимаемой полосы.

В качестве метода измерения может быть задан метод «процента мощности» или метод «падения мощности на X дБ», символом подчеркивания помечается режим, выбранный в данный момент времени, а настройкой по умолчанию является метод процента мощности.

g) Изменение процента мощности:

Если в качестве метода измерения выбран метод процента мощности, тогда нажмите [Percent ...%] и задайте нужное значение числовыми клавишами, клавишами [↑] и [↓] или поворотной ручкой.

Значение настройки процента составляет от 10% до 99.99%, минимальный шаг составляет 0,01%, а значение по умолчанию составляет 99%.

h) Изменение значения X дБ:

При выборе метода измерения в виде метода XдБ нажмите [XdB - 3.00], используйте числовые клавиши, клавиши [↑] и [↓] или поворотную ручку, чтобы изменить значение X дБ.

Диапазон значений X дБ задается от -0,1 дБ до -100 дБ, минимальный шаг составляет 0,01 дБ и значение по умолчанию составляет -3 дБ.

i) Изменение полосы обзора:

Нажмите [Span], введите значение полосы обзора числовыми клавишами и нажмите соответствующую единицу измерения. Значение по умолчанию составляет 3 МГц.

j) Выключение функции измерения ширины занимаемой полосы:

Нажмите [OBW Off On], выберите Off, чтобы выйти из режима измерения ширины занимаемой полосы. Анализатор переключится обратно на режим измерения спектра.

### **VIII. Измерение коэффициента мощности в соседнем канале**

В данном разделе проиллюстрирован метод измерения коэффициента мощности в соседнем канале с использованием микроволнового анализатора AT4957D/E/F для сигнала CDMA и сигнала GSM в качестве примера.

#### **1 Определение коэффициента мощности в соседнем канале**

Коэффициент мощности в соседнем канале (ACPR), также называется коэффициентом утечки мощности в соседний канал (ACLR), и представляет собой отношение передаваемой мощности одного канала к мощности излучения соседнего канала. Обычно он выражается отношением мощности в указанной полосе пропускания к полной мощности канала при разных частотных сдвигах соседнего канала. Величина мощности соседнего канала зависит преимущественно от модулированной боковой полосы и уровня шума передатчика.

Метод измерения коэффициента мощности в соседнем канале может заменить традиционный метод измерения двухтональных интермодуляционных искажений, при тестировании нелинейных систем, и результат измерения может быть выражен в двух формах: коэффициентом мощности или плотностью мощности.

Ниже, в качестве примера, приведены измерение коэффициента мощности в соседнем канале сигнала CDMA и GSM, а также подробно описаны этапы измерения при использовании микроволнового анализатора AT4957D/E/F.

#### **2 Измерение коэффициента мощности в соседнем канале сигнала CDMA**

В традиционных измерениях, в отношении узкополосного сигнала, для оценки характеристик искажений передатчика, обычно используются измерения интермодуляционных искажений двухтонального сигнала. Сигнал CDMA представляет собой широкополосный модулированный сигнал, который имеет не только очень узкие спектральные компоненты, но и очень высокий пиковый сигнал (называемый коэффициентом пика нагрузки). Продукты интермодуляции спектральных компонентов сигнала будут располагаться по всему спектру CDMA. Поскольку измерение интермодуляции сигналов CDMA очень сложное, и коэффициент мощности в соседнем канале (ACPR) тесно связан с продуктами интермодуляции, вызванными нелинейными искажениями, следовательно, ACPR представляет собой лучший метод измерения нелинейных искажений передатчиков CDMA.

Этапы измерения коэффициента мощности в соседнем канале сигнала CDMA с использованием анализатора AT4957 следующие:

a) Сброс настроек микроволнового анализатора до его состояния по умолчанию:

Нажмите [Preset], [Default State].

b) Отобразите на экране анализатора сигнал CDMA, используя антенну, или подайте на РЧ-вход сигнал CDMA по ВЧ-кабелю.

c) Настройка опорного уровня анализатора:

Нажмите [Ampt], [Ref Level] -10 [dBm]

Нажмите программную клавишу [Scale], чтобы задать масштаб для шкалы 10 дБ/деление.

d) Установка полосы пропускания и полосы видеофильтра:

Нажмите [BW], [RBW Auto Man] и задайте для полосы пропускания значение 10 кГц;

Нажмите [VBW Auto Man] и задайте для полосы видеофильтра значение 30 кГц или более.

e) Активация измерения коэффициента мощности в соседнем канале

Нажмите [Meas]→[ACPR] чтобы переключиться на измерение коэффициента мощности в соседнем канале.

f) Установка центральной частоты главного канала:

Нажмите [Center Freq] и задайте центральную частоту главного канала цифровыми клавишами. При сигналах CDMA, соответствующих стандарту IS-95, для центральной частоты задается значение 850 МГц.

## g) Установка ширины полосы главного канала:

Нажмите [Main Ch BW] и задайте ширину полосы главного канала цифровыми клавишами. Для сигналов CDMA, соответствующих стандарту IS-95, ширина полосы канала составляет 1,23 МГц.

## h) Установка ширины полосы соседнего канала:

Нажмите [Adj Ch BW] и задайте требуемую ширину полосы соседнего канала цифровыми клавишами. Для сигналов CDMA, соответствующих стандарту IS-95, ширина полосы соседнего канала составляет 1,23 МГц.

## i) Настройка смещения канала:

Нажмите [Ch Space] и задайте желаемое смещение канала числовыми клавишами. Для сигналов CDMA, соответствующих стандарту IS-95, укажите 1,23 МГц.

## j) Включение измерения коэффициента мощности в соседнем канале:

Нажмите [Meas]→[ACPR>]→[ACPR Off On], результат измерения отображается в нижней части экрана, как показано на рисунке 5-27.

Можно применить функцию проверки предельных значений, чтобы облегчить пользователю наблюдение за тем, превышает ли мощность по соседнему каналу заданный диапазон. Этапы проведения измерения, следующие:

## a) Настройка порога:

Нажмите [Meas]→[ACPR>] [Page Down], чтобы войти в меню настройки предельных значений измерения коэффициента мощности соседнего канала;

Нажмите [Upper Ch Threshold] и воспользуйтесь числовыми клавишами, чтобы ввести верхний предел для соседнего канала; нажмите [Down Ch Threshold] и воспользуйтесь числовыми клавишами, чтобы ввести нижний предел для соседнего канала.

## b) Активация функции измерения с использованием предельных значений:

Нажмите [Threshold Test Off On], чтобы вкл. измерение с использованием предельных значений. Если коэффициент мощности соседнего канала превысит заданный порог, тогда экран будет помечен красным фоном.

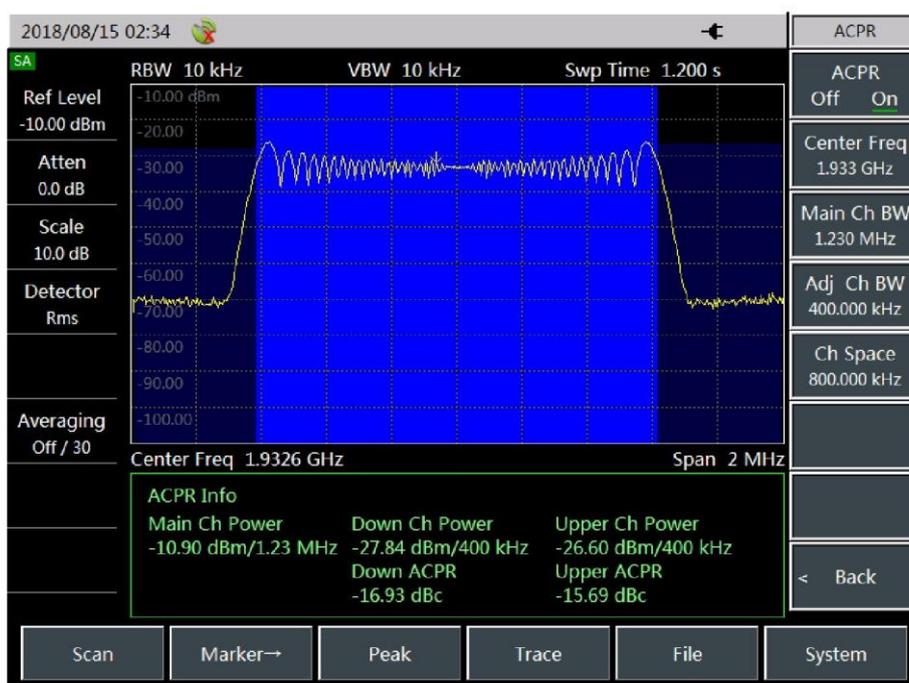


Рисунок 5-27 Измерение коэффициента мощности соседнего канала сигнала CDMA

### 3 Измерение коэффициента мощности соседнего канала сигнала GSM

Этапы измерения коэффициента мощности соседнего канала сигнала GSM с использованием микроволнового анализатора AT4957D/E/F следующие:

- a) Сброс настроек микроволнового анализатора до его состояния по умолчанию:

Нажмите [Preset], [Default State].

- b) Отобразите на экране анализатора сигнал GSM, используя антенну, или подайте на РЧ-вход сигнал GSM по ВЧ-кабелю.

- c) Настройка опорного уровня анализатора:

Нажмите [Amp], [Ref Level], -10 [dBm]

Нажмите [Scale], чтобы задать масштаб для шкалы 10 дБ/деление.

- d) Установка полосы пропускания и полосы видеофильтра:

Нажмите [BW], [RBW Auto Man] задайте для полосы пропускания значение 10 кГц;

Нажмите [VBW Auto Man] задайте для полосы видеофильтра значение 30 кГц или более.

- e) Активация измерения коэффициента мощности соседнего канала

Нажмите [Meas]→[ACPR] чтобы переключиться на измерение коэффициента мощности соседнего канала.

- f) Установка центральной частоты главного канала:

Нажмите [Center Freq] и задайте центральную частоту главного канала цифровыми клавишами. Для центральной частоты сигнала GSM задайте значение 947,5 МГц.

- g) Установка ширины полосы главного канала:

Нажмите [Main Ch BW] и задайте ширину полосы главного канала цифровыми клавишами. Для сигналов GSM ширина полосы канала составляет 2 МГц.

- h) Установка ширины полосы соседнего канала:

Нажмите [Adj Ch BW] и задайте требуемую ширину полосу соседнего канала цифровыми клавишами. Для сигнала GSM ширина полосы соседнего канала составляет 30 кГц.

- i) Настройка смещения канала.

Нажмите [Ch Space] и задайте желаемое смещение канала цифровыми клавишами, введите значение 19,5 МГц.

- j) Включение измерения коэффициента мощности соседнего канала:

Нажмите [Mode]→[ACPR >]→[ACPR Off On] результаты измерений отображаются в нижней части экрана.

Можно применить функцию проверки предельных значений, это облегчит для пользователя наблюдение за тем, превышает ли мощность соседнего канала заданный диапазон. Этапы проведения измерения, следующие:

- a) Настройка порога:

Нажмите [Meas]→ [ACPR>] [Page Down], чтобы войти в меню настройки предельных значений измерения коэффициента мощности соседнего канала;

Нажмите [Upper Ch Threshold] и воспользуйтесь числовыми клавишами, чтобы ввести верхний предел для соседнего канала; нажмите [Down Ch Threshold] и воспользуйтесь числовыми клавишами, чтобы ввести нижний предел для соседнего канала.

- b) Активация функции измерения с использованием предельных значений:

Нажмите [Threshold Test Off On], чтобы вкл. измерение с использованием предельных значений. Если коэффициент мощности соседнего канала превысит заданный порог, тогда экран будет помечен красным фоном.

## Раздел 9 Описание меню

В данном разделе представлены структура и детализация меню микроволнового анализатора AT4957D/E/F для режима анализатора спектра.

### 1 Структура меню

Режим анализатора спектра включает 9 групповых меню, таких как: “частота”, “амплитуда”, “полоса пропускания”, “развертка”, “трасса”, “маркер”, “пик”, “измерение” и “файл”, где “файл” служит для управление файлами для всего прибора при выполнении основных операций. Структура меню, следующая:

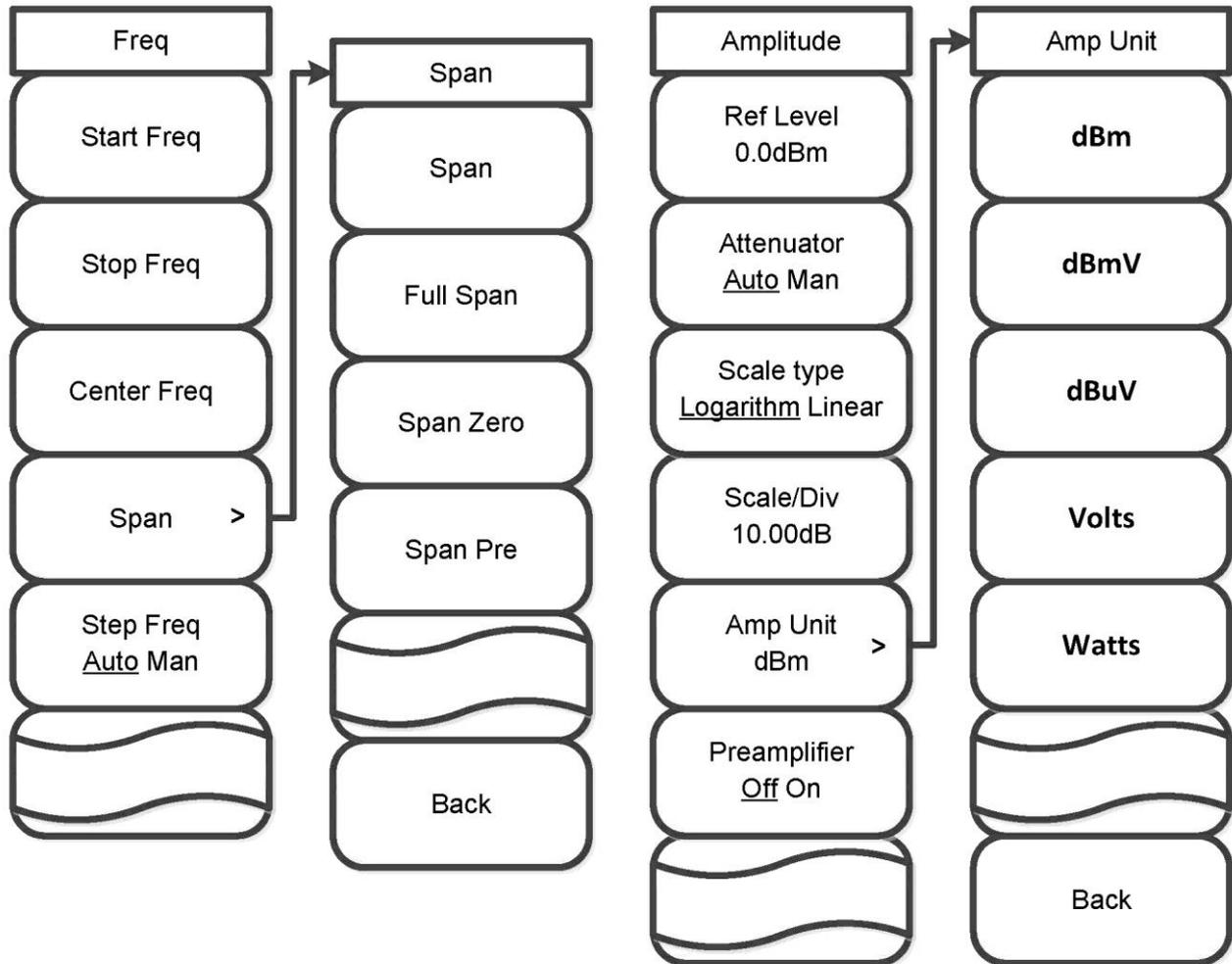


Рисунок 5-28 Структура меню частоты и амплитуды

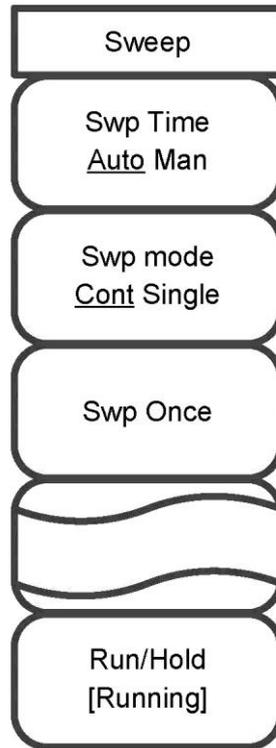


Рисунок 5-29 Структура меню развертки

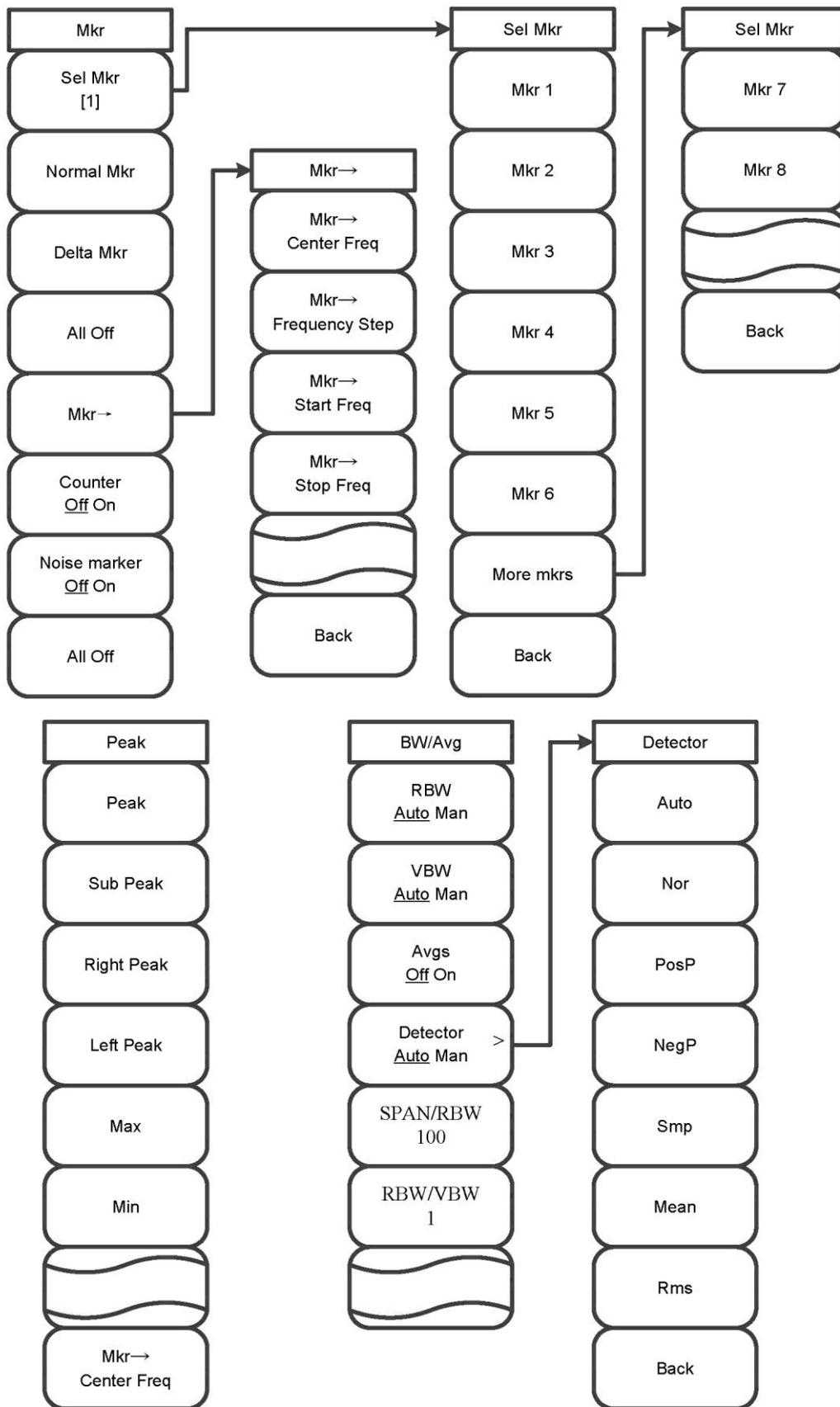


Рисунок 5-30 Структура меню маркера, пика и полосы пропускания

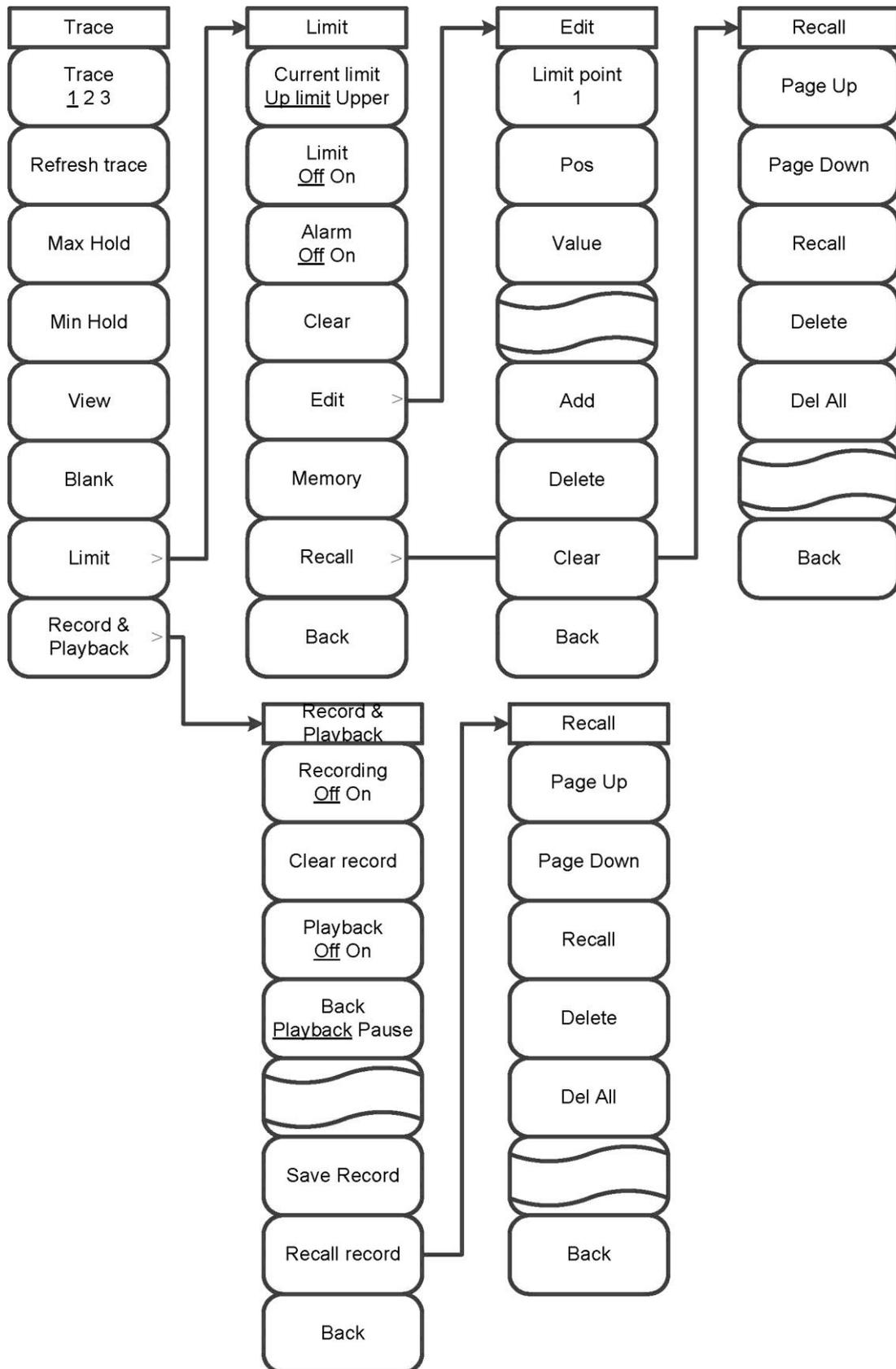


Рисунок 5-31 Структура меню трассы

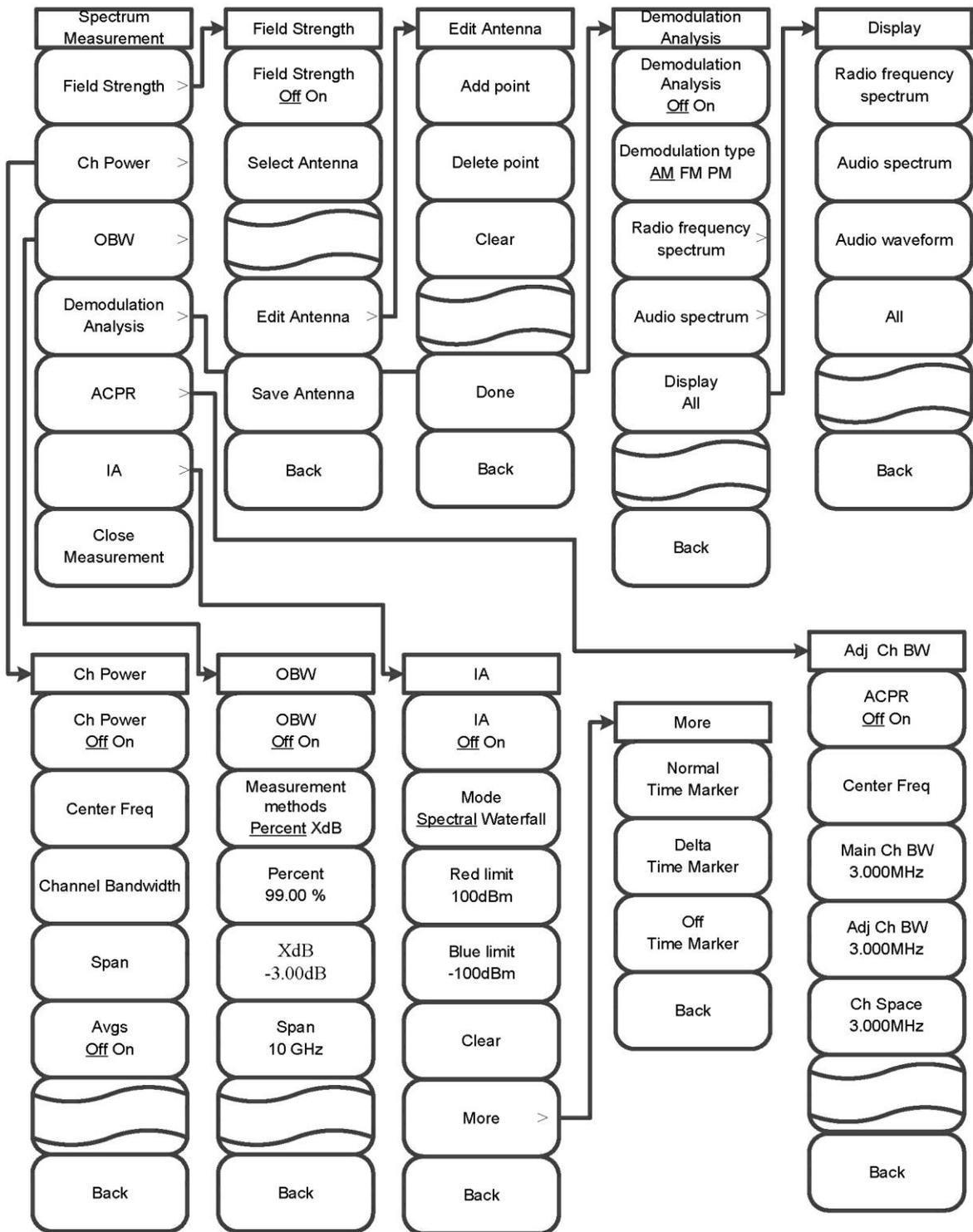


Рисунок 5-32 Структура меню измерений

## 2 Описание меню

### [Freq]

Меню программных клавиш, связанных с настройками частоты: [Center Freq], [Span], [Start Freq], [Stop Freq], [Step Freq Auto Man]

### [Center Freq]

Активация меню настройки центральной частоты и полосы обзора. Регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓] или поворотной ручкой. Пошаговые клавиши ([↑] и [↓]) и поворотная ручка будут менять значения частоты в соответствии с заданным шагом. Если значение центральной частоты не соответствует соответствующему значению середины полосы обзора, тогда полоса обзора будет автоматически доведена до наиболее подходящего значения, соответствующего центральной частоте.

### [Span]

Установка значения полосы обзора. Значение настраивается совместно с центральной частотой. Нажмите [Span], чтобы одновременно вывести [Span Width], [Full Span], [Span Zero] и [Span Prev]. Регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓] или поворотной ручкой. Клавиши [↑] и [↓] и поворотная ручка меняют значение полосы с кратностью шага 1, 2 и 5. Используя числовые клавиши или режим [Span Zero], можно задать для полосы обзора нулевое значение. Минимальное значение составляет 10 Гц, а максимальный размах электрического канала составляет 20 МГц.

### [Full Span]

Установка в качестве полосы обзора полного (всего) частотного диапазона прибора.

### [Span Zero]

Установка в качестве полосы обзора значение 0. В данном случае выполняется измерение сигнала во временной области. Используется для наблюдения за модулированным сигналом.

### [Span Pre]

Установка ранее выбранного значения полосы обзора.

### [Start Freq]

Установка значения начальной частоты. Регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓] или поворотной ручкой. Пошаговые клавиши ([↑] и [↓]) и поворотная ручка будут менять значения частоты в соответствии с заданным шагом. При попытке установки значения начальной частоты, превышающей конечную частоту, то значение начальной частоты автоматически будет равно конечной частоте.

### [Stop Freq]

Установка значения конечной частоты. Регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓] или поворотной ручкой. Пошаговые клавиши ([↑] и [↓]) и поворотная ручка будут менять значения частоты в соответствии с заданным шагом. При попытке установки значения конечной частоты меньше начальной частоты, то значение конечной частоты автоматически будет равно начальной частоте.

### [Step Freq Auto Man]

Настройка шага изменения частоты. Когда изменение осуществляется в автоматическом режиме, и активирована центральная частота, нажмите кнопку шага один раз и центральная частота сменится на один шаг. Данная функция полезна для быстрой смены центральной частоты в соответствии с гармониками входного сигнала. Подобным образом можно менять: центральную, начальную, конечную частоты, полосу обзора канала и полосы пропускания. Значение шага частоты по умолчанию составляет 1 МГц. В ручном режиме шаг перестройки частоты можно регулировать цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами ([↑] и [↓]) и поворотной ручкой.

### [Amp]

Настройка параметров амплитуды, включая: [Ref Level], [Atten auto man] [Scale], [Scale Log Line], [Amp Unit], [Pre Amp Off On].

**[Ref Level]**

Установка значения опорного уровня. Регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓]) или поворотной ручкой. Задайте амплитуду шага 1 дБм. Опорный уровень соответствует верхней части координатной сетки. Точность измерения сигнала в положении опорного уровня выше. Входной attenuator связан с опорным уровнем и может быть автоматически отрегулирован во избежание сжатия входного сигнала.

**[Atten Auto/Man]**

Регулировка ослабления входного сигнала. В автоматическом режиме входной attenuator связан с опорным уровнем, а в ручном режиме значение ослабления attenuатора можно регулировать с помощью цифровой клавиатуры, пошаговых клавиш или поворотной ручки. Диапазон ослабления составляет от 0 дБ до 31 дБ и регулируется шагами по 5 дБ.

Примечание: Максимальная амплитуда входного сигнала (при ослаблении на входе, как минимум, 10 дБ) составляет +27 дБм. Сигналы выше данной мощности повредят входной attenuator или входной миксер.

**[Scale]**

Регулировка масштаба экранной сетки. Регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓]) или поворотной ручкой. Шаг регулировки составляет 1 дБ.

**[Scale Log Line]**

Выбор типа шкалы вертикальной оси (логарифмическая или линейная шкала). Тип единицы измерения можно выбрать из меню [Ampt Unit].

**[Amp Unit]**

Выбор единицы измерения вертикальной оси, включая: [dBm], [dBmV], [dBuV], [Volts], [Watts].

**[Pre Amp Off On]**

Включение или выключение предварительного усилителя.

**[BW]**

Программное меню для настройки полосы пропускания и усреднения, в том числе [RBW Auto Man], [VBW Auto Man], [Avg Off On], [Detector Auto Man], [SPAN /RBW], [RBW/VBW].

**[RBW Auto Man]**

Выбор автоматического или ручного режима настройки полосы пропускания. Регулировка возможна в диапазоне от 1Гц до 5 МГц. В ручном режиме регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓]) или поворотной ручкой с кратностью шага 1, 3 и 10. В автоматическом режиме соотношение SPAN/RBW меняется в зависимости от изменения полосы обзора. При значении полосы пропускания 1 кГц и ниже применяются БПФ-фильтры (FFT), однако, не допускается установка времени развертки вручную. При значении полосы пропускания 3 кГц и выше применяются фильтры тракта ПЧ (FIR), и время развертки можно задавать вручную.

**[VBW Auto Man]**

Выбор автоматического или ручного режима настройки полосы пропускания видеофильтра. Регулировка возможна в диапазоне от 1Гц до 5 МГц. В ручном режиме регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓]) или поворотной ручкой с кратностью шага 1, 3 и 10. В автоматическом режиме соотношение RBW/VBW меняется в зависимости от изменения полосы пропускания. Если полоса видеофильтра больше, чем полоса пропускания, тогда фильтрация недопустима.

**[Average Off On]**

Включение или выключение функции усреднения. Для получения «гладкой» трассы процесс усреднения происходит непрерывно. При выключении или выключении усреднения на левой стороне экрана отобразится надпись "Average Off" или "Average On". Количество усреднений задается от 1 до 1000.

**[Detector Auto Man]**

Выбор автоматического или ручного режима детектирования. Доступны варианты: automatic, normal, positive peak, sampling, negative peak, mean, root mean square. Тип детектора отображается на левой стороне экрана.

**[Auto]**

Автоматическая установка типа детектора в соответствии с различными функциями измерений.

**[Normal]**

Установка детектора в нормальный режим детектирования. В данном режиме при отображении трассы шума максимальные и минимальные значения отображаются одновременно (аналогично эффекту отображения аналогового прибора). Тем не менее, при обнаружении сигнала отображается только положительный пик.

**[PosPeak]**

Установка детектора в режим обнаружения положительного пика, который обеспечивает возможность обнаружения уровней положительного пика на трассе.

**[Sample]**

Установка детектора в режим детектирования отсчетов, который обычно используется для измерения шумовых сигналов.

**[NegPeak]**

Установка детектора в режим обнаружения отрицательного пика, который обеспечивает возможность обнаружения уровней отрицательного пика на трассе.

**[Ave]**

Установка детектора в режим усреднения, в котором отображается среднее значение дискретных данных трассы в каждом интервале выборки.

**[Rms]**

Установка детектора в режим обнаружения среднеквадратичного значения (СКЗ), в котором отображается среднеквадратичное значение дискретных данных трассы в каждом интервале выборки. Данный режим обычно используется для измерения мощности, в таких режимах, как: мощность в канале, занимаемая полоса частот и коэффициент мощности в соседнем канале.

**[SPAN/RBW]**

Установка отношение текущей полосы обзора к полосе пропускания. Когда меняется полоса обзора, автоматически меняется полоса пропускания, в соответствии с отношением.

**[RBW/VBW]**

Установка отношение текущей полосы пропускания к полосе видеофильтра. Когда меняется полоса пропускания автоматически меняется полоса видеофильтра в соответствии с отношением.

**[Swp]**

Меню программных клавиш, связанных с настройками развертки, включая: [Swp Time Auto Man], [Swp Type Cont Single], [Swp Once].

**[Swp Time Auto Man]**

Выбор автоматического или ручного режима установки времени развертки (сви́пирования). Регулировка значения осуществляется с помощью цифровых клавиш, клавиш [↑] и [↓]) или поворотной ручкой. Когда будет выбран автоматический режим, время развертки будет установлено автоматически, в зависимости от настроек полосы пропускания, полосы обзора и полосы видеофильтра. Когда будет выбран ручной режим, то в нем можно будет самому вводить значение времени развертки, однако, вводимое значение должно быть больше или равно самому быстрому времени развертки в автоматическом режиме. Когда полоса пропускания меньше или равна 1 кГц, время развертки задать нельзя, и оно устанавливается только в автоматическом режиме.

**[Swp Type Cont Single]**

Установка режима непрерывной или однократной развертки. При выборе режима непрерывной развертки, после завершения одной развертки, автоматически повторяется развертка в заданном диапазоне, и в соответствии с ней обновляется измерительная трасса. Данный режим также представляет собой режим развертки по умолчанию. При выборе режима однократной развертки, развертка будет выполнена один раз и измерение останавливается. Если нажать [Swp Once], развертка будет выполнена еще один раз, и т.д.

**[Swp Once]**

Установка режима однократной развертки, а также, позволяет выполнить однократную развертку снова.

**[Linear Sweep]**

Установка линейного режима развертки, на основе линейного частотного интервала, когда интервалы соседних точек измерения одинаковы.

**[List Sweep]**

Установка режима развертки по списку, то есть режим, в котором выполняется развертка на основе заданного диапазона частот и других параметров в отредактированном списке, включая [Single-seg Sweep], [Full-seg Sweep], [List Info Off On], [Select seg]. Ось частот делится поровну на число отображенных точек.

**[Single-seg Sweep]**

Выполняет развертку текущего сегмента в списке.

**[Full-seg Sweep]**

Выполняет развертку всех сегментов в списке. Начальная частота первого сегмента и конечная частота последнего сегмента отображаются в нижней части экрана, и ось частот развертки делится поровну на количество отображаемых точек.

**[List info Off On]**

Включает или выключает информацию о списке.

**[Select Seg]**

Выбор сегмента в списке и использование его вместе с [Single- Seg Sweep], чтобы выполнить развертку отдельного сегмента.

**[Edit List]**

Активация меню редактирования выбранного списка развертки.

**[Edit Seg]**

Редактирование соответствующего сегмента.

**[Start Freq]**

Установка начальной частоты редактируемого сегмента.

**[Stop Freq]**

Установка конечной частоты редактируемого сегмента.

**[Points]**

Задайте число точек развертки редактируемого сегмента.

**[RBW]**

Настройка полосы пропускания редактируемого сегмента.

**[VBW]**

Настройка полосы видеофильтра редактируемого сегмента.

**[Add Seg]**

Добавьте сегмент в список.

**[Del Seg]**

Удалите выбранный сегмент из списка.

**[Clear List]**

Удалите все сегменты в списке.

**[Prev Seg]**

Выбор предыдущего сегмента относительно текущего сегмента развертки в списке.

**[Next Seg]**

Выбор следующего сегмента относительно текущего сегмента развертки в списке.

**[Save List]**

Сохраните отредактированную информацию о списке в виде файла.

**[Recall List]**

Откройте диалоговое окно вызова списка.

**[Page Up]**

Пролистывание вверх для просмотра сохраненного файла списка.

**[Page Down]**

Пролистывание вниз для просмотра сохраненного файла списка.

**[Recall]**

Вызывайте информацию о списке из файла.

**[Delete]**

Удалите выбранный файл информации о списке.

**[Del All]**

Удаление всех файлов информации о списке.

**[Trace]**

Активация меню, связанного с настройками трассы, включая: [Trace 1 2 3], [Clear Write], [Max Hold], [Min Hold], [View], [Blank], [Limit].

**[Trace 1 2 3]**

Переключение между трассами. Можно отобразить до 3-х трасс. Номер выбранной трассы подчеркивается, и пункт меню состояния, в котором находится трасса, также переключается в текущее состояние трассы.

**[Clear Write]**

Все данные отображающейся трассы постоянно обновляются.

**[Max Hold]**

Удержание максимального значения точек на выбранной трассе и обновление с учетом нового максимума, обнаруживаемого при каждой развертке. Если текущий режим обнаружения автоматический, тогда режим обнаружения переключится на обнаружение положительного пика.

**[Min Hold]**

Удержание минимального значения точек на выбранной трассе и обновление с учетом нового минимума, обнаруживаемого при каждой развертке. Если текущий режим обнаружения автоматический, тогда режим обнаружения переключается на обнаружение отрицательного пика.

**[View]**

Удержание (заморозка) отображаемой выбранной трассы на экране. При выполнении развертки данные не обновляются.

**[Blank]**

Удаление активной трассы с экрана.

**[Limit]**

Активация измерения с использованием предельной линии.

**[Cur Limit Up Low]**

Переключение на верхний или нижний предел.

**[Alarm Off On]**

Вкл. или выкл. режима звукового сигнала при нарушении предельной линии.

**[Limit Off On]**

Вкл. или выкл. предельной линии.

**[Sel Point]**

Выбор точки предельной линии для редактирования.

**[Edit]**

Редактирование предельной линии.

**[Pos]**

Установка частоты для определенной точки предельной линии.

**[Value]**

Установка амплитуды определенной точки частоты предельной линии.

**[Add]**

Добавление точки для предельной линии.

**[Delete]**

Удаление точки.

**[Clear]**

Очистка всех предельных точек.

**[Save]**

Сохранение текущей предельной линии в виде файла. Файлы верхних и нижних предельных линий можно использовать универсально.

**[Recall]**

Вызов предельной линии из памяти. Файлы верхних и нижних предельных линий можно использовать универсально.

**[Page Up]**

Выполнение пролистывания вверх для просмотра сохраненного файла предельной линии.

**[Page Down]**

Выполнение пролистывания вниз для просмотра сохраненного файла предельной линии.

**[Recall]**

Вызов информации о предельной линии из файла.

**[Delete]**

Удаление выбранного в данный момент файла предельной линии.

**[Del All]**

Удаление всех сохраненных файлов предельной линии.

**[Marker]**

Активация меню для настройки основных функций маркера, включая: переключение между маркерами, режим маркера, функция счетчика и шумовой маркер и т. д. Всплывает программное меню, связанное с маркером, в том числе: [Sel Mkr [1]], [Normal Mkr], [Delta Mkr], [Off], [Mkr->], [Counter Off On], [Noise Mkr Off On], [All Off].

**[Sel Mkr [1]]**

Отображение название маркера, который выбран для активации. Информация об амплитуде и частоте (информация о времени при полосе пропускания 0 Гц) может считываться из маркера и отображаться в верхней части экрана. Выбранный маркер имеет функции, такие как [Normal Mkr], [Delta Mkr], [Counter Of On], [Noise Mkr Of On].

**[Mkr 1] ... [Mkr 6]**

Выбор номера маркера, который вы хотите активировать.

**[More Mkrs]**

Выбор дополнительных маркеров.

**[Mkr 7] ... [Mkr 8]**

Выбор маркера, который вы хотите активировать.

**[Normal Mkr]**

Задание для маркера нормального состояния.

**[Delta Mkr]**

Переключение режима маркера в нормальный режим или в режим Дельта, который активируется при включении текущего маркера. Когда в качестве режима маркера выбран нормальный режим, в области отображения маркера в верхней части экрана, отображаются значения амплитуды и частоты текущего положения маркера (значение времени отображается при нулевом размахе), а когда в качестве режима маркера выбран режим Дельта, в области отображения маркера отображается разность амплитуд и частот между разностным маркером и нормальным маркером. При открытии режима дельта создается опорный маркер в положении активного маркера. Разность частот, отображаемая опорным маркером, представляет собой разность частот между опорным маркером и соответствующим стандартным маркером, и выражается в дБ. Первоначальный маркер накладывается на нормальный маркер. Более того, опорный маркер можно перемещать поворотной ручкой, пошаговой клавишей или числовой клавишей.

**[Off]**

Удаление текущего маркера, открытого в окне измерений.

**[Mkr ->]**

Активация программного меню, связанного с функциями маркера. Меню связано с частотой и полосой обзора, а также с нормальным или дельта-режимом маркера. Данные функции маркера позволяют пользователю менять настройку частоты с использованием маркера в качестве ориентира.

**[Mkr -> Center Freq]**

Установка центральной частоты, равной частоте маркера. Данная функция быстро перемещает сигнал в центр экрана.

**[Mkr -> Step Freq]**

Установка величины шага изменения центральной частоты, то есть, значение шага частоты равно частоте маркера. Когда активирована функция разностного маркера, значение шага частоты равно частоте разностного маркера.

**[Mkr -> Start Freq]**

Установка начальной частоты, равной частоте маркера.

**[Mkr -> Stop Freq]**

Установка конечной частоты, равной частоте маркера.

**[Noise Mkr Off On]**

Включение или выключение маркера шума. Когда выбрано положение "On" маркер шума будет отображать значение мощности, нормализованное к полосе пропускания 1 Гц. В это время детектор находится в режиме "Sample". При измерении соотношения сигнал-шум, пожалуйста, сначала поместите маркер на пик сигнала, затем задайте для маркера режим Дельта, поместите активный маркер с помощью цифровых клавиш или поворотной ручки на шум, который предполагается измерить, а затем выберите [Noise Mkr Off On], отображенное значение будет дБн/Гц. При включении шумового маркера он располагается в центр трассы, если стандартный маркер выключен.

**[Counter Off On]**

Включение или выключение функции счетчика маркеров. Если ни один маркер не активен, но включена функция счетчика на маркере, в центре экрана будет активирован один маркер. Показание счетчика не затрагивается функцией частотного сдвига. Для того чтобы функция подсчета маркеров работала надлежащим образом, отношение SPAN/RBW должно составлять менее 500. Если функция счетчика активирована для нескольких маркеров, все равно одновременно может отображаться показание только одного счетчика.

**[All Off]**

Выключение всех маркеров, открытых в окне измерений.

**[Peak]**

Активация программного меню, связанного с поиском пика, в том числе [Peak], [Sub Peak], [Right Peak], [Left Peak], [Max], [Min], [Mkr -> Center Freq].

**[Peak]**

Размещение маркера в максимальную точку пика трассы и отображение значения частоты и амплитуды маркера в верхнем правом углу экрана. При нажатии данной кнопки не вносятся изменения в активированные функции.

**[Sub Peak]**

Перемещение активного маркера в следующую наивысшую точку, которая ассоциируется с текущим положением маркера на трассировке.

**[Right Peak]**

Нахождение следующего пика справа от текущего положения маркера.

**[Left Peak]**

Нахождение следующего пика слева от текущего положения маркера.

**[Max]**

Размещение маркера в наивысшую точку трассы и отображение значения частоты и амплитуды маркера в верхнем правом углу экрана. При нажатии данной кнопки не вносятся изменения в активированные функции.

**[Min]**

Размещение маркера в самой нижней точке трассы и отображение значения частоты и амплитуды маркера в верхнем правом углу экрана. При нажатии данной кнопки не вносятся изменения в активированные функции.

**[Measure]**

Активация программного меню для выбора типа измерения, включая: [Field Strength], [Ch Power], [OBW], [AM/FM Demodulation], [ACPR], и т. д.

**[Field Strength]**

Активация меню функции измерения напряженности поля, включая: [Field Strength Off On], [Select Antenna], [Edit Antenna], [Save Antenna].

**[Field Strength Off On]**

Включение или выключение измерения напряженности поля. Состоянием по умолчанию является выкл. При включении функции - единица измерения переключается на дБмкВ по умолчанию.

**[Select Antenna]**

Отображается список антенн для выбора. Нажмите [Recall], чтобы подтвердить загрузку параметров антенны.

**[Edit Antenna]**

Активация диалогового окна редактирования антенны. Нажмите [Add Point], чтобы добавить группу данных, в том числе частоту и амплитуду. Щелкните по соответствующему положению в списке для редактирования, и нажмите [Done], чтобы выполнить редактирования параметров антенны.

**[Save Antenna]**

Сохранение параметров, отредактированной в данный момент времени антенны. В открывшемся диалоговом окне укажите наименования файла.

**[Ch Power]**

Активация меню измерения мощности канала, включая: [Ch Power of on], [Center Freq], [Ch BW], [Span], [Average off on].

**[Ch Power Off On]**

Включение или выключение измерения мощности канала. Состоянием по умолчанию является выкл.

**[Center Freq]**

Установка значения для центральной частоты и полосы обзора. Настройка осуществляется цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами или поворотной ручкой. Пошаговые клавиши и поворотная ручка будут менять значение частоты, в соответствии с настройками шага. Если заданная центральная частота не согласуется с текущей полосой обзора, то полоса обзора будет автоматически подстроена до оптимального значения для установленной центральной частоты.

**[Ch BW]**

Установка ширины канала. Ширина канала изменяет соотношение мощности канала.

**[Span]**

Установка полосы обзора для измерения мощности канала. Полоса обзора должна быть больше или равна ширине канала, и меняется пропорционально изменению ширины канала.

**[Ave Off On]**

Включение или выключение функции усреднения. Трасса непрерывно сглаживается для получения гладкой трассы. В зависимости от выбранного режима, на левой стороне экрана отобразится "Average Off", или "Average On". Количество усреднений можно задать от 1 до 1000.

**[OBW]**

Активация меню для измерения занимаемой полосы частот, включая [OBW Off On], [Method % dBc], [% 99.00%], [XdB -3.00], [Span] и т. д.

**[OBW Off On]**

Включение или выключение функции измерения занимаемой полосы частот. Состоянием по умолчанию является выкл.

**[Method % XdB]**

Выбор метода измерения - процентный или X дБ.

**[% 99.00%]**

Установка значения процента.

**[XdB -3.00]**

Установка значения дБн. Значение по умолчанию составляет -3 дБ.

**[Span]**

Задайте полосы обзора для измерения занимаемой полосы частот.

**[ACPR]**

Активация меню измерения коэффициента мощности в соседнем канале, включая [ACPR Of On], [Center Freq], [Main Ch BW], [Adj Ch BW], [Ch Space] и т. д.

**[ACPR Off On]**

Включение или выключение функции измерения коэффициента мощности в соседнем канале. Настойкой по умолчанию является выкл.

**[Center Freq]**

Установка значения центральной частоты. Регулировка осуществляется цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами или поворотной ручкой. Пошаговые клавиши и поворотная ручка будут менять значение частоты в соответствии с настройкой шага. Если заданная центральная частота не согласуется с текущей полосой обзора, то полоса обзора будет автоматически подстроена до оптимального значения для установленной центральной частоты.

**[Main Ch BW]**

Установка ширины главного канала

**[Adj Ch BW]**

Установка ширины соседнего канала.

**[Ch Space]**

Установка смещения (отстройки) центральной частоты соседнего канала относительно главного канала.

**[IA]**

Активация меню измерения анализа интерференции (помех), в том числе: [IA Of On], [Mode Spec Wtf], [Red Limit], [Blue Limit], [Clear] и т. д.

**[IA Off On]**

Включение или выключение функции анализа помех. Состоянием по умолчанию является выкл.

**[Mode Spec Wtf]**

Переключение режима отображения - спектральная или водопадная диаграмма.

**[Red Limit]**

При настройке рисунка кривой в ходе преобразования амплитуды в цвет используется значение амплитуды, соответствующее красному пределу.

**[Blue Limit]**

При настройке рисунка кривой в ходе преобразования амплитуды в цвет используется значение амплитуды, соответствующее синему пределу.

**[Clear]**

Очистить текущий рисунок.

**[More]**

Переключение в меню настройки временного маркера, включая [Normal Time Mkr], [Delta Time Mkr], [Off Time Mkr]. В режиме водопада можно настроить угол отображения, включая [Moderate Angle] - умеренный угол, [Steep Angle] - крутой угол, [Flat Angle] - плоский угол, [Wide Spacing] - широкий разброс.

## Раздел 10. Технические характеристики

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F после долгого хранения нужно выдержать в течение двух часов при рабочих условиях эксплуатации. В режиме анализа спектра после 15 минутного прогрева будут обеспечиваться следующие рабочие характеристики.

- a) Частотный диапазон: 100 кГц ~ 18 ГГц (AT4957D)  
100 кГц ~ 26,5 ГГц (AT4957E)  
100 кГц ~ 40 ГГц (AT4957F);
- b) Точность измерения частоты:  
точность измерения частоты =  $\pm$  (считывание частоты  $\times 10^{-6}$  + 2%  $\times$  размах + 10%  $\times$  полоса пропускания разрешения)
- c) Полоса обзора:  
Диапазон: 0 Гц (нулевой размах), 100 Гц ~ макс. значение частоты данной модели;  
Точность:  $\pm 2,0\%$
- d) Номинальные значения полосы пропускания видеофильтра: 1 Гц ~ 5 МГц  
(1-3 кратность шага установки)
- e) Полоса пропускания тракта ПЧ:  
Номинальные значения полосы пропускания тракта ПЧ 10 Гц ~ 5 МГц  
(1-3 кратность шага установки)

Точность (3,0 дБ):  $\pm 10\%$  3 кГц ~ 3 МГц  
 $\pm 15\%$  5 МГц

f) Спектральная плотность фазового шума (несущая частота 1 ГГц):

$\leq -102$  дБн/Гц при отстройке 30 кГц

$\leq -99$  дБн/Гц при отстройке 100 кГц

$\leq -110$  дБн/Гц при отстройке 1 МГц

g) Отображаемый средний уровень шума (входной сигнал с нагрузкой 50 Ом, ослабление входного сигнала 0 дБ, детектор среднего значения, полоса пропускания нормализована до 1 Гц):

Предварительный усилитель ВКЛ	23 $\pm$ 5°C	-10 ~ 55C
2 МГц ~ 4,5 ГГц	$\leq -151$ дБм	$\leq -149$ дБм
4,5 ГГц ~ 7 ГГц	$\leq -147$ дБм	$\leq -145$ дБм
7 ГГц ~ 13 ГГц	$\leq -145$ дБм	$\leq -143$ дБм
13 ГГц ~ 18 ГГц	$\leq -140$ дБм	$\leq -138$ дБм
18 ГГц ~ 26,5 ГГц	$\leq -138$ дБм	$\leq -136$ дБм
26,5 ГГц ~ 40 ГГц	$\leq -135$ дБм	$\leq -133$ дБм
Предварительный усилитель ВЫКЛ	23 $\pm$ 5C	-10 ~ 55C
2 МГц ~ 4,5 ГГц	$\leq -135$ дБм	$\leq -133$ дБм
4,5 ГГц ~ 7 ГГц	$\leq -131$ дБм	$\leq -129$ дБм
7 ГГц ~ 13 ГГц	$\leq -127$ дБм	$\leq -125$ дБм
13 ГГц ~ 18 ГГц	$\leq -120$ дБм	$\leq -118$ дБм
18 ГГц ~ 26,5 ГГц	$\leq -116$ дБм	$\leq -115$ дБм
26,5 ГГц ~ 40 ГГц	$\leq -113$ дБм	$\leq -112$ дБм

h) Искажение на второй гармонике (ослабление 0 дБ, входной сигнал -30 дБм):

$\leq -60$  дБн  $\leq 4$  ГГц

$\leq -60$  дБн  $>4$  ГГц

i) Зеркальный, множественный и внеполосной отклик (уровень на смесителе -10 дБм)

$\leq -70$  дБн 10 МГц ~ 2,6 ГГц

$\leq -80$  дБн 2,6 ГГц ~ 7,5 ГГц

$\leq -65$  дБн 7,5 ГГц ~ 12,3 ГГц

$\leq -55$  дБн 12,3 ГГц ~ 18 ГГц

$\leq -65$  дБн 18 ГГц ~ 40 ГГц

j) Уровень остаточных сигналов (согласование с РЧ-входом, ослабление 0 дБ)

Предварительный усилитель включен:

AT4957D/E  $\leq -80$  дБм 10 МГц ~ 18 ГГц/26,5 ГГц

AT4957F  $\leq -70$  дБм 10 МГц ~ 40 ГГц

k) Абсолютная погрешность измерения мощности (диапазон частот 10 МГц ~ 40 ГГц, 20°C ~ 30°C, уровень мощности входного сигнала -10 дБм, все настройки "auto coupling")

$\geq 2,00$  дБ 10 МГц ~ 18 ГГц

$\geq 2,30$  дБ 18 ГГц ~ 26,5 ГГц

$\geq 2,70$  дБ 26,5 ГГц ~ 40 ГГц

l) Максимальный безопасный уровень входного сигнала

+27 дБм (непрерывный сигнал, ослабление  $\geq 10$  дБ, предварительный усилитель выключен)

## Раздел 11 Рекомендуемый метод тестирования

В данном разделе проиллюстрированы рекомендуемые методы тестирования основных технических характеристик микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме анализатора спектра, и эти характеристики могут полностью отражать работу и состояние микроволнового анализатора. Микроволновый анализатор, который предполагается тестировать, после длительного хранения, следует выдержать при рабочей температуре в течение, как минимум, 2-х часов, а затем - включить и прогреть в течение 20 минут. Приборами, используемыми в рекомендуемых методах тестирования, являются: источник синтезированного сигнала 1463, 1464, калибровочные комплекты 31123, 20201B, 20201A, измеритель мощности ML2437, датчик мощности MA2475, векторный анализатор цепей 3629, адаптеры N-female 3.5 female, N female 2.4 female и т. д., можно также использовать другое тестовое оборудование с аналогичными характеристиками, однако, тестовое оборудование должно соответствовать нормативным требованиям для обеспечения точной и надежной работы. Результаты измерений, полученные при использовании рекомендованных методов, будут признаны нами и могут быть использованы в качестве основы для определения соответствия прибора требованиям на момент его приема-передачи.

Конкретные этапы тестирования следующих параметров подготовлены на основе приборов, перечисленных в списке тестового оборудования. При использовании других приборов, с точно такими же рабочими характеристиками, следует обратиться к соответствующим инструкциям по эксплуатации по поводу конкретных методов эксплуатации.

Операция сброса, упомянутая на этапах тестирования, имеет ввиду сброс настроек прибора до заводских.

### 1 Частотный диапазон

Описание: Тестирование диапазона измерения частоты анализатора спектра с использованием сигнала с частотой 100 кГц и сигнала, частота которого представляет собой верхнюю предельную частоту анализатора спектра. Используйте высокочастотный генератор сигналов для получения сигналов в рамках номинальных верхнего и нижнего пределов микроволнового анализатора AT4957D/E/F, чтобы проверить, достаточны ли возможности измерения частоты спектра анализатора спектра AT4957.

#### а) Блок-схема теста, тестовые прибор и оборудование

Блок-схема теста показана на рисунке 5-33:



Рис. 5-33 Блок-схема теста диапазона частот

Тестовое оборудование:

Генератор сигналов: 1464B/C

Тестовые кабели и адаптеры

#### б) Этапы тестирования

- 1) Подключите тестовое оборудование, как показано пунктирной линией на рисунке 5-33. Микроволновый анализатор AT4957D/E/F предоставляет опорную частоту для генератора сигнала 1464B/C. Низкочастотный выходной порт генератора сигналов подключается к

входному РЧ-порту микроволнового анализатора, как показано пунктирной линией на рисунке 5-33;

- 2) Настройте генератор сигналов следующим образом: нажмите [Freq]→ [Set Low Frequency Generator]→ [Set Frequency] 100kHz → [Set Amplitude] -10 dBm → [Back]→ [Low Frequency Output On Off].
- 3) Установите микроволновый анализатор в режим анализатора спектра и задайте центральную частоту микроволнового анализатора 100 кГц, полосу обзора 1 кГц и опорный уровень 0 дБм, а другие элементы установите в автоматический режим. На анализаторе спектра нажмите Peak. В это время маркер указывает на максимальный отклик сигнала; значение амплитуды маркера не имеет явного дрожания и сигнал можно легко различить. Значение центральной частоты представляет собой измеренное значение нижнего предела диапазона частот, и запишите данное значение в соответствующих пунктах теста на бланке протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F.
- 4) Подключите радиочастотный выход генератора сигнала к радиочастотному входу микроволнового анализатора с помощью адаптеров и кабелей, придерживаясь сплошных линий на рисунке 5-33. Задайте в качестве выходной частоты генератора сигнала самую высокую частоту соответствующей модели анализатора спектра, установите функцию модуляции на (off) и задайте выходную мощность -10 дБм.
- 5) Задайте в качестве центральной частоты микроволнового анализатора самую высокую частоту соответствующей модели, задайте размах 1 кГц, опорный уровень 0 дБм, а другие элементы установите в автоматический режим. На микроволновом анализаторе нажмите Peak Value. В это время маркер указывает на максимальный отклик сигнала; значение амплитуды маркера не имеет явного дрожания и сигнал можно легко различить. Значение центральной частоты представляет собой измеренное значение верхнего предела диапазона частот, и запишите данное значение в соответствующих пунктах теста на бланке протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F.

## 2 Точность измерения частоты

Описание: Точность измерения частоты используется для представления близости значения индикатора измерения частоты анализатора спектра к соответствующему истинному значению. Значение индикатора измерения частоты анализатора спектра зависит от влияния некоторых факторов, таких как опорная частота, полоса обзора и полоса пропускания. Используйте входной сигнал с известной частотой для проверки точности измерения частоты, измеренной анализатором спектра, которая представляет собой степень разности между значением тестового индикатора и истинным значением. Чем меньше разность, тем выше точность.

- а) Блок-схема теста и тестовые прибор и оборудование

Блок-схема теста показана на рисунке 5-34:



Рисунок 5-34 Блок-схема тестирования точности считываемой частоты

Тестовое оборудование:

Генератор сигнала 1464В/С

Тестовые кабели и адаптеры

## b) Этапы тестирования

- 1) Подключите радиочастотный выход генератора сигнала к радиочастотному входу микроволнового анализатора как показано на рисунке 5-34.
- 2) Нажмите клавишу Reset на генераторе сигнала; задайте выходную частоту генератора сигнала  $f_0$  в соответствии с значением, указанным в бланке протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F; задайте уровень мощности -10 дБм и активируйте выход генератора.
- 3) Установите на микроволновом анализаторе режим анализатора спектра и задайте центральную частоту  $f_0$ , полосу обзора 300 кГц и опорный уровень 0 дБм, установите полосу пропускания и время развертки в автоматический режим.
- 4) Нажмите [Peak] на микроволновом анализаторе, и измерьте частоту пикового сигнала  $f_s$  посредством маркера.
- 5) Вычислите ошибку считывания частоты ( $\Delta f$ ) по формуле (1):

$$\Delta f = f_s - f_0 \quad (1)$$

- 6) Запишите  $\Delta f$  в качестве результата теста в соответствующем пункте теста на бланке протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F
- 7) Повторите этапы 2) - 6) в соответствии с данными бланка протокола.

### 3 Точность измерения в зависимости от полосы обзора

Описание: Используйте два генератора сигнала для подачи двух сигналов известной частоты в микроволновый анализатор. Установите в качестве центральной частоты микроволнового анализатора среднее значение этих двух частот. Измерьте разность частот между двумя сигналами с использованием маркера. Вычислите и запишите процент ошибки между измеренным разностным маркером и полосой обзора. Обеспечьте двум генераторам возможность связь по опорной частоте с микроволновым анализатором.

Примечание: Вы также можете для выполнения теста использовать один генератор сигнала. В начале, задайте центральную частоту и полосу обзора на анализаторе спектра, измерьте значение частоты, подаваемой с генератора сигнала и активируйте разностный маркер на анализаторе спектра; затем задайте другое значение частоты на генераторе сигнала и измерьте его на анализаторе спектра. Снимите показания разностных маркеров двух сигналов на анализаторе спектра и запишите его в качестве измеренного значения. Обеспечьте генератору связь по опорной частоте с анализатором спектра.

## a) Блок-схема теста и тестовые прибор и оборудование

Блок-схема теста показана на рисунке 5-35:

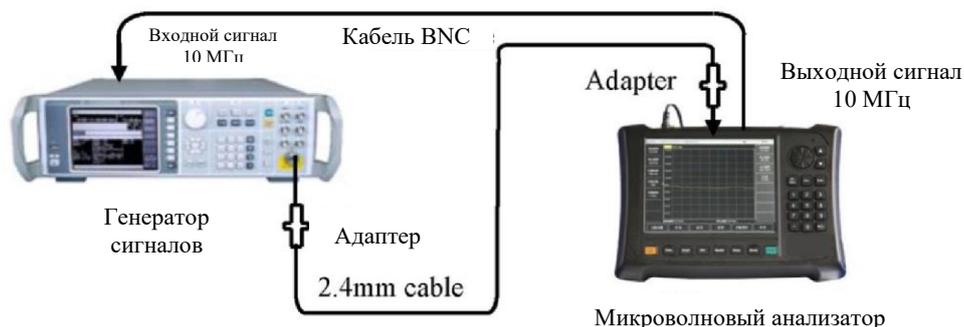


Рисунок 5-35 Блок-схема теста на точность размаха, на точность полосы пропускания разрешения и на шум боковой полосы

Тестовое оборудование:

Генератор сигнала 1464В/С

Тестовые кабели и адаптеры

## b) Этапы тестирования

- 1) Подключите тестовое оборудование в соответствии с рисунком 5-35, и микроволновый анализатор будет использоваться в качестве источника опорной частоты для генератора сигнала.
- 2) Установите на микроволновом анализаторе режим анализатора спектра, задайте для центральной частоты  $f_0$  значение 10 ГГц и для опорного уровня значение 0 дБм; задайте значение полосы обзора в соответствии с значением, указанным на бланке протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957.
- 3) Сначала, задайте для выходной частоты генератора сигнала значение  $f_1$  ( $f_1 = f_0 - 0,4 \cdot \text{диапазон}$ , диапазон представляет собой полное значение), мощность на -10 дБм и установите состояние радиочастотного выхода на вкл.
- 4) Нажмите [Mkr], [Peak], [Delta Mode] на микроволновом анализаторе.
- 5) Задайте для выходной частоты генератора сигнала значение  $f_2$  ( $f_2 = f_0 + 0,4 \cdot \text{диапазон}$ ) а выходную мощность на -10 дБм.
- 6) Нажмите клавишу [Peak] на микроволновом анализаторе и переместите разностный маркер в  $f_2$ . После завершения развертки считайте разность частот  $\Delta f$  двух сигналов посредством микроволнового анализатора.
- 7) Запишите разность частот  $\Delta f$  и вычислите точность диапазона по следующей формуле:

$$\text{Точность диапазона} = 100 \cdot [\Delta f - (0,8 \cdot \text{диапазон})] / (0,8 \cdot \text{диапазон}) \% \quad (2)$$

Результаты запишите в соответствующий пункт бланка протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F.

- 8) Закройте все маркеры и повторите этапы с 3) по 8) в соответствии с данными, указанными в бланке протокола тестирования до завершения всех тестов.

#### 4 Тест полосы пропускания тракта ПЧ

**Описание:** Полоса пропускания используется для представления способности анализатора спектра четко разделять два входных сигнала. Она подвержена влиянию некоторых факторов, таких как полоса пропускания фильтра промежуточной частоты, фазовый шум и время развертки.

Подключите выход генератора сигнала к радиочастотному входу микроволнового анализатора. Установите полосу пропускания микроволнового анализатора таким образом, чтобы она была приблизительно в два раза больше текущей полосы пропускания (упрощает измерение полосы пропускания -3 дБ). Уменьшите выходную амплитуду источника сигнала на 3 дБ, чтобы определить фактическую точку -3 дБ. После установки опорного уровня маркера выходное значение источника сигнала увеличивается на 3 дБ и возвращается назад к предыдущему уровню. Затем запускается развертка. За измеренное значение полосы пропускания 3 дБ принимается разностный маркер.

Значение показания анализатора, используемое для проверки полосы пропускания 3 дБ, может быть принято в качестве контрольного значения. Ошибка, связанная с полосой обзора Анализатора может вызвать ошибку точности разрешения полосы пропускания. По сравнению с ошибкой полосы пропускания, ошибкой полосы обзора можно пренебречь.

- a) Блок-схема теста и тестовые прибор и оборудование
- b) Блок-схема теста показана на рисунке 5-35

Тестовое оборудование:

Генератор сигнала 1464B/C

Тестовые кабели и адаптеры

- c) Этапы теста

- 1) Подключите тестовое оборудование в соответствии с рисунком 5-35. Анализатор спектра используется в качестве источника опорной частоты для генератора сигнала.
- 2) Настройте генератор сигнала следующим образом: частота - 100 МГц; мощность -2 дБм; шаг изменения мощности - 1 дБ.
- 3) Установите на микроволновом анализаторе режим анализатора спектра; нажмите [Measure]→[OBW], чтобы открыть функцию измерения занимаемой полосы частот; выберите метод измерения X дБ и смените X на -3,01 дБ.

- 4) Задайте для центральной частоты микроволнового анализатора значение 100 МГц, полосу обзора 15 МГц, для шкалы амплитуд - значение 1 дБ/деление и для полосы пропускания - значение 5 МГц. Для других элементов сохраняйте значения системы по умолчанию.
- 5) Отрегулируйте выходную мощность генератора сигнала таким образом, чтобы сигнал был на 2-3 деления ниже опорного уровня.
- 6) Используйте микроволновый анализатор для поиска пикового значения; запишите разницу маркеров полосы пропускания 3 дБ  $\Delta f_{-3dB}$ ; вычислите погрешность полосы пропускания  $\delta$  по следующей формуле и запишите результат в соответствующий пункт бланка протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F.

$$\delta = \frac{\Delta f_{-3dB} - RBW}{RBW} \times 100\% \quad (3)$$

Установите полосу пропускания микроволнового анализатора таким образом, чтобы она приблизительно в 3 раза превышала полосу пропускания, в соответствии с значением, указанным в протоколе тестирования. Повторяйте шаги 4) ~ 7) до завершения всех тестов.

## 5 Фазовый шум

Описание: Фазовый шум (ФШ) представляет собой индикатор, отражающий кратковременную стабильность частоты гетеродинного сигнала анализатора спектра.

Измерьте ФШ опорных сигналов 1,0 ГГц и 0 дБм в точках с отстройками от несущей частоты 30 кГц, 100 кГц, 1 МГц. Проведите усреднение отображаемой трассы с использованием функции маркера шума и усреднения видеосигнала. Если в заданной точке отстройки частоты наблюдается паразитный пик, отклоните маркер от паразитного пика, чтобы обеспечить точность измерения.

- a) Блок-схема теста и тестовые оборудование и приборы Блок-схема теста показана на рисунке 5-35.

Тестовое оборудование:

Генератор сигнала 1464В/С

Тестовый кабель, адаптер

- b) Этапы тестирования

- 1) Подключите тестовое оборудование в соответствии с рисунком 5-35. Микроволновый анализатор используется в качестве источника опорной частоты для генератора сигнала.
- 2) Задайте для выходной частоты генератора сигнала значение 1 ГГц и для выходной мощности значение 0 дБм;
- 3) Установите на анализаторе режим анализатора спектра и задайте для [Freq] значение 1 [GHz], для [Span] значение 100 [kHz], для [Amplitude] [Ref Level] значение 0 [dBm] и настройте режим обнаружения на Simple;
- 4) Нажмите [Peak]→[Mkr]→[Delta Mode] на микроволновом анализаторе, чтобы задать для Дельта-маркера значение 30 кГц, а затем включите режим маркера шума.
- 5) Установите полосу пропускания и полосу видеосигнала в автоматический режим; активируйте функцию усреднения; и выполните усреднение 16 раз.
- 6) Запишите значение амплитуды разностного маркера как ФШ при отстройке +30 кГц в соответствующий пункт бланка протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F.
- 7) На микроволновом анализаторе нажмите [Mkr] 30 [kHz] и запишите значение амплитуды Дельта-маркера как ФШ при отстройке -30 кГц.
- 8) Настройте микроволновый анализатор в соответствии с таблицей 5-3, выполните измерение ФШ с отстройками  $\pm 100$  кГц и  $\pm 1$  МГц и запишите результат в соответствующем пункте бланка протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F. Избегайте ложного отклика при считывании значения маркера.

Таблица 5-3 Настройки измерения ФШ

Смещение частоты $\Delta f$	SPAN	RBW	VBW	Усреднение
$\pm 30$ кГц	100 кГц	Auto	Auto	Вкл
$\pm 100$ кГц	300 кГц	Auto	Auto	Вкл
$\pm 1$ МГц	2,2 МГц	Auto	Auto	Вкл

## 6 Отображаемый средний уровень шума

Описание: Отображаемый средний уровень шума относится к фоновому шуму, наблюдаемому анализатором спектра при отсутствии дополнительного шума или сигнала.

Входной порт анализатора спектра подключен к согласованной нагрузке 50 Ом. Нормализованное значение шума, наблюдаемое, когда задано значение затухания входного сигнала 0 дБ, представляет собой измеренное значение среднего уровня шума.

### а) Блок-схема теста и тестовые оборудование и прибор

Блок-схема теста показана на рисунке 5-36

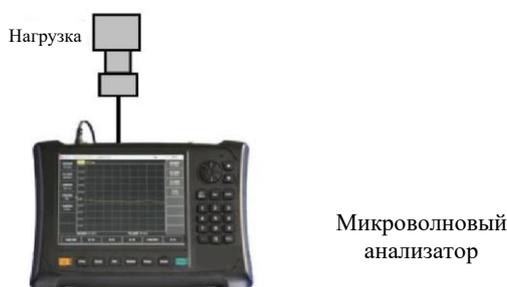


Рисунок 5-36 Блок-схема теста явного среднего уровня шума и оставшегося отклика

Тестовое оборудование:

Согласованная нагрузка 50 Ом

### б) Этапы тестирования

1) Подключите согласованную нагрузку 50 Ом к радиочастотному входному порту микроволнового анализатора в соответствии с рисунком 5 -36.

2) Настройте анализатор спектра следующим образом:

Начальная частота	2 МГц / 10 МГц
Конечная частота	4,5 ГГц
Опорный уровень	-50 дБм
Маркер	все маркеры выкл
Полоса пропускания	300 кГц
Предварительный усилитель	Вкл
Тип обнаружения	Среднее значение

3) Нажмите [Mkr] → [Noise Mkr Off On] → [Peak] → [Max] .

4) Считайте пиковое значение маркера как средний уровень шума полосы частот от 2 МГц / 10 МГц до 4,5 ГГц при включенном предусилителе, и запишите его в соответствующий пункт бланка протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F. Выключите шумовой маркер и функцию усреднения;

5) Задайте начальную и конечную частоту микроволнового анализатора AT4957D/E/F в соответствии с значением, указанным в протоколе тестирования на других диапазонах частот, остальные пункты теста остаются без изменений;

- 6) Повторяйте этапы 3) и 4) для других диапазонов перед выполнением измерений среднего уровня шума.
- 7) Задайте для начальной частоты микроволнового анализатора AT4957D/E/F значения 2 МГц / 10 МГц, для конечной частоты - значение 4,5 ГГц, для опорного уровня - значение -50 дБм, предварительный усилитель должен быть выкл.; остальные параметры оставьте без изменений.
- 8) Нажмите [Mkr] → [Noise Marker Off On] → [Peak] → [Max].
- 9) Считайте пиковый уровень маркера как средний уровень шума полосы частот 2 МГц / 10 МГц - 4,5 ГГц при выключенном предусилителе; запишите значение в соответствующем пункте бланка протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F. Выключите шумовой маркер и функцию усреднения.
- 10) В соответствии с бланком протокола тестирования, задайте начальную частоту микроволнового анализатора AT4957D/E/F на другой полосе частот, опорный уровень составляет -50 дБм, состояние предварительного усилителя - выкл., другие параметры остаются без изменений;
- 11) Повторяйте этапы с 8) по 9) для других диапазонов перед выполнением измерений среднего уровня шума.

## 7 Искажение на второй гармонике

**Описание:** Когда сигнал подается на нелинейное устройство (такое как смеситель, усилитель и т. д.) нелинейное устройство будет генерировать гармоники входного сигнала, а нежелательная составляющая второй гармоники, связанная с сигналом, называется искажением на второй гармонике.

Генератор сигнала выдает сигнал в анализатор спектра для измерения искажения на второй гармонике через фильтр нижних частот. Фильтр нижних частот удаляет любое гармоническое искажение из источника сигнала. Генератор сигнала привязан к опорной частоте 10 мГц анализатора спектра.

### а) Тестовое оборудование

Генератор сигнала 1464В/С

Один фильтр нижних частот 1,0 ГГц и один фильтр нижних частот 6,8 ГГц

По одному для каждого из адаптеров 2,4 мм (f) - 3,5 мм (f), 2,4 мм (f) - 3,5 мм (m), 3,5 мм (f) - 3,5 мм (f)

Один кабель BNC (m-m) и один кабель 3,5 мм (m-m)

### б) Этапы тестирования



Рисунок 5-37 Блок-схема измерения искажения на второй гармонике

- 1) Подключите тестовый прибор, как показано на рисунке 5-37. Микроволновый анализатор является источником опорной частоты 10 МГц для генератора сигнала и выбирает фильтр нижних частот 1 ГГц.
- 2) Задайте значение частоты на генераторе 900 МГц, амплитуду -30 дБм и для радиочастотного выхода - настройку вкл.
- 3) На анализаторе нажмите [Preset], установите режим анализатора спектра и задайте другие параметры следующим образом:

- |                     |         |
|---------------------|---------|
| Центральная частота | 900 МГц |
| Полоса обзора       | 10 кГц  |
| Опорный уровень     | -30 дБм |
- 4) Нажмите [Peak], чтобы отрегулировать уровень мощности генератора так, чтобы анализатор спектра показывал  $-30 \text{ дБм} \pm 0,1 \text{ дБ}$ .
  - 5) Нажмите [Mkr] → [Delta Mode], чтобы задать для центральной частоты значение 1,8 ГГц.
  - 6) Смените полосу пропускания на 10 Гц или 30 Гц.
  - 7) Нажмите [Peak] после того как анализатор спектра завершит новую развертку. Запишите показание разностного маркера в соответствующем пункте бланка протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F как значения искажения на второй гармонике (4 ГГц)
  - 8) Подключите тестовый прибор, как показано на рисунке 5-37, и используйте фильтр нижних частот 6,8 ГГц.
  - 9) Задайте на генераторе частоту 6 ГГц с амплитудой -30 дБм.
  - 10) Настройте анализатор спектра следующим образом (другие параметры остаются с настройками системы по умолчанию).
- |                     |                      |
|---------------------|----------------------|
| Центральная частота | 6 ГГц                |
| Полоса обзора       | 10 кГц               |
| Амплитуда-          | 30 дБм               |
| Маркер              | закройте все маркеры |
- 11) Нажмите [Peak] на анализаторе спектра. Отрегулируйте уровень мощности генератора так, чтобы анализатор спектра показывал  $-30 \text{ дБм} \pm 0,1 \text{ дБ}$ .
  - 12) Нажмите [Mkr] [Difference Mode], чтобы задать для центральной частоты значение 12 ГГц.
  - 13) Смените полосу пропускания на 10 Гц или 30 Гц.
  - 14) Подождите до завершения новой развертки, затем нажмите [Peak]. Показание разностного маркера запишите в соответствующем пункте на бланке протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F в виде значение искажения на второй гармонике от 4 ГГц до 9 ГГц.

## 8 Зеркальный, множественный и внеполосной отклик

Описание: два входных сигнала, во время смешивания, могут генерировать сигналы той же самой частоты, что и сигнала LO, при этом они будут располагаться на одинаковом расстоянии выше и ниже сигнала LO.

В данном случае, один из сигналов называется зеркальной частотой другого. Каждая частота LO имеет зеркальную частоту соответствующего входного сигнала с разностью двух промежуточных частот между сигналом и частотой зеркальной частоты.

Измерьте зеркальный, множественный и внеполосной отклики на всех полосах частот. Сигнал подается на входной порт анализатора спектра для измерения эталонной амплитуды. Генератор сигнала затем настраивается на частоту, которая вызывает зеркальный, множественный и внеполосной отклики, а амплитуда, отображенная на анализаторе спектра, измеряется и записывается.

- a) Тестовое оборудование
  - Генератор сигнала 1464В/С
  - Тестовые кабели и адаптеры
- b) Этапы тестирования

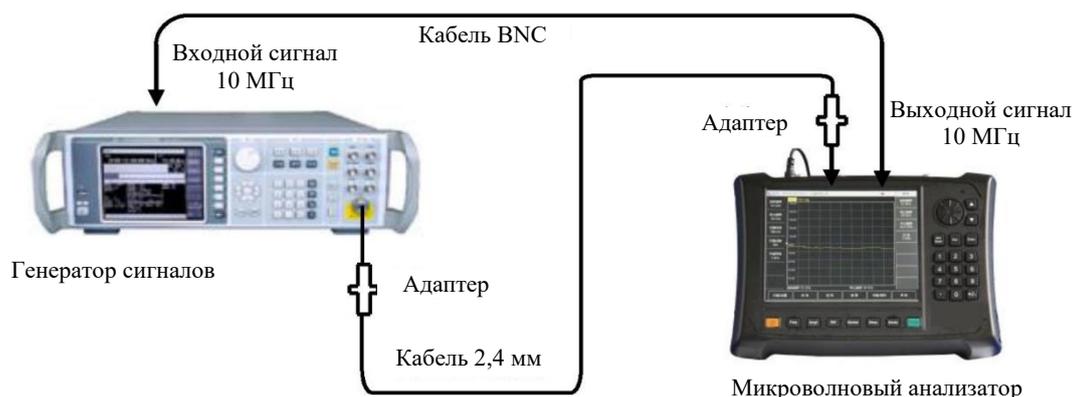


Рисунок 5-38 Блок-схема измерение зеркального, множественного и внеполосового откликов

- 1) Подключите тестовое оборудование в соответствии с рисунком 5-38. Микроволновый анализатор является источником опорной частоты для генератора сигнала.
- 2) Задайте на генераторе частоту 2 ГГц и уровень мощности -10 дБм.
- 3) Настройте анализатор спектра следующим образом:
 

Центральная частота	2 ГГц
Полоса пропускания	10 кГц
Опорный уровень	-10 дБм
Полоса пропускания	10 Гц
Полоса видеофильтра	10 Гц
- 4) Отрегулируйте уровень выходной мощности генератора сигнала таким образом, чтобы пик сигнала был близок к опорному уровню анализатора спектра.
- 5) Нажмите [Peak] → [Mkr] → [Difference mode] на анализаторе спектра.
- 6) Задайте для генератора каждую точку частоты зеркального, множественного и внеполосового откликов, соответствующую значению 2 ГГц, указанному на бланке протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957 D/E/F, задайте для опорного уровня микроволнового анализатора значение -40 дБм, нажмите [Peak], и запишите значение амплитуды разностного маркера в качестве амплитуды отклика в соответствующем пункте теста на бланке протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957 D/E/F.
- 7) По поводу зеркального, множественного и внеполосового откликов остаточных точек частоты, перечисленных в бланке протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957 D/E/F, обратитесь к настройкам на этапах 2~6 до завершения теста всех частот.

## 9 Остаточный отклик

Описание: Это относится к дискретному отклику, отображаемому на дисплее, когда анализатор спектра не подключен к какому-либо входному сигналу.

- a) Блок-схема теста и тестовые оборудование и прибор  
Она точно такая же, что и блок-схема теста среднего уровня шума.
- b) Этапы тестирования
  - 1) Подключите тестовые приборы в соответствии с рисунком 5-36. Подключите согласующую нагрузку 50 Ом к ВЧ-порту анализатора спектра и настройте анализатор спектра следующим образом:
 

Центральная частота	65 МГц
Шаг изменения частоты	110 МГц.
Полоса обзора	110 МГц
Опорный уровень	-50 дБм

Предварительный усилитель	Вкл
Полоса пропускания	30 кГц
Полоса видеополосы	10 кГц

- 2) Проверьте, есть ли остаточный сигнал отклика на базовой линии анализатора шума анализатора спектра. Если да, то воспользуйтесь маркером, чтобы считать амплитуду остаточного отклика и запишите результат измерения. Измерение должно проводиться, когда амплитуда сигнала остаточного отклика превышает отображаемый средний уровень шума более, чем на 10 дБ. Если амплитуда сигнала остаточного отклика очень мала, тогда полосу пропускания следует дополнительно уменьшить, чтобы минимизировать отображаемый средний уровень шума;
- 3) Нажмите [Freq] → [Center Freq] > [↑], чтобы изменить центральную частоту. Повторите этап 2, чтобы проверить остаточный отклик самой высокой частоты от частоты к прибору, запишите измеренное максимальное значение в соответствующем пункте бланка протокола тестирования микроволнового анализатора серии AT4957.

## 10 Суммарная абсолютная погрешность измерения амплитуды

Описание: Суммарная абсолютная погрешность измерения амплитуды означает разницу между значениями мощности генератора сигнала, измеренными измерителем мощности и микроволновым анализатором.

### а) Блок-схема теста и тестовый прибор

Блок-схема теста показана на рисунке 5-39:

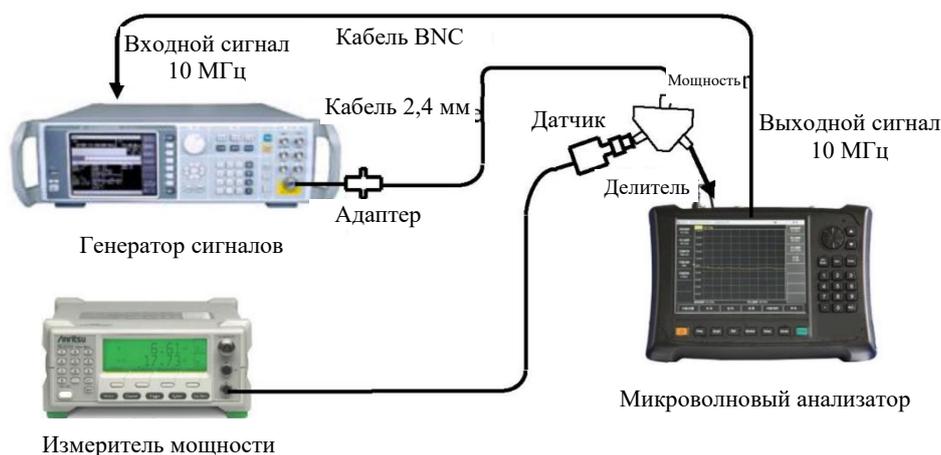


Рисунок 5-39 Блок-схема теста суммарной погрешности абсолютной амплитуды

Тестовое оборудование:

Генератор сигнала .....	1464B/C
Измеритель мощности .....	ML2437A
Датчик мощности .....	MA2445D
Делитель мощности .....	81313
Тестовый кабель и адаптер	

### б) Этапы тестирования

- 1) Подключите измеритель мощности к датчику мощности, и выполните на них установку нуля.
- 2) Подключите тестовое оборудование, как показано на рисунке 5-39. Чтобы быть точным, подключите выход генератора сигнала к порту SUM делителя мощности, а ПОРТ 1 и ПОРТ 2 - к РЧ-порту микроволнового анализатора AT4957 и датчика мощности, соответственно.
- 3) Установите на микроволновом анализаторе режим анализатора спектра и настройте его

следующим образом:

Центральная частота	50 МГц
Полоса обзора	1 МГц
Опорный уровень	-10 дБм
Ослабление	0 дБ

- 4) Задайте уровень выходного сигнала генератора на -10 дБм;
- 5) Установите в микроволновом анализаторе измерение пикового значения. Считайте значение уровня L, показываемое маркером микроволнового анализатора, и значение уровня L<sub>им</sub> на измерителе мощности, и вычислите общую погрешность измерения уровня  $\Delta L$  следующим образом:

$$\Delta L = L - L_{им} \quad (7)$$

Запишите вычисленную  $\Delta L$  на бланке протокола тестирования микроволнового анализатора в качестве результатов измерения суммарной погрешности измерения уровня.

- 6) Измените частотные настройки генератора сигнала, измерителя мощности и анализатора спектра в соответствии с требованиями протокола тестирования микроволнового анализатора, и повторяйте этапы с 3) по 6) до тех пор, пока не будут протестированы все точки частоты при разных настройках ослабления.

#### 11 Максимальный безопасный уровень входного сигнала

Когда микроволновый анализатор включен, задайте [Ref Level] +27 дБм. Если прибор отображает опорный уровень в виде +27 дБм, отсутствует подсказка об ошибке, и опорный уровень, отображаемый на левой стороне экрана, составляет +27 дБм, это указывает на то, что максимальный безопасный входной уровень анализатора спектра является нормальным.

Эта проверка работоспособности объекта испытаний зависит от конструкции входных радиочастотных микроволновых компонентов в анализаторе спектра.

#### 12 Полоса пропускания видеофильтра (VBW)

После включения микроволнового анализатора задайте для RBW - значение 5 МГц, а затем для VBW значение 5 МГц. Нажмите [↓], чтобы изменить RBW, а соответствующие полосы VBW изменятся автоматически. Более того, полоса VBW будет автоматически связана с полосой RBW, по крайней мере, до 1 Гц с шагами 1 - 3.

# Глава VI Режим кабельного и антенного тестирования (дополнительно)

## Раздел 1 Основные операции

В данном разделе кратко представлены функция измерения и метод измерения в режиме кабельного и антенного тестирования (CAT) микроволнового анализатора AT4957D/E/F с тем, чтобы первоначальные пользователи могли иметь общее представление о процессе выполнения тестовых операций и могли выполнять основные измерения после прочтения данного раздела.

### 1 Выбор режима

После включения питания нажмите [Mode] → [Antenna Test] и нажмите [OK], чтобы выполнить установку режима.

### 2 Выбор параметра измерения

В режиме “CAT” возможно выполнение измерения обратных потерь, коэффициента стоячей волны, импеданса, потерь в кабеле и других параметров тестируемого устройства, а также измерение расстояния до места повреждения / неоднородности (DTF) для точного определения места рассогласования импедансов. Нажмите клавишу [Measure], чтобы выбрать различные параметры измерения с помощью программной клавиши меню.

- a) [Return Loss], выберите параметр измерения обратных потерь и отобразите его в логарифмическом формате;
- b) [Cable Loss] - для измерения потерь в кабеле;
- c) [VSWR] - для измерения коэффициента стоячей волны по напряжению;
- d) [DTF Return Loss] - для измерения потерь в кабеле при измерении расстояния до места повреждения / неоднородности;
- e) [DTF VSWR] - для измерения коэффициента стоячей волны по напряжению при измерении расстояния до места повреждения / неоднородности;
- f) [Impedance] - для измерения импеданса, а системой координат является диаграмма Вольперта-Смита;
- g) [Smith] – для измерения с использованием диаграммы Вольперта-Смита;
- h) [Phase] – для отображения изменения фазы;

### 3 Установка частотного диапазона

Частотный диапазон означает измерения в указанном диапазоне частот. Частотный диапазон в режиме кабельного и антенного тестирования микроволнового анализатора AT4957D/E/F зависит от конкретной модели. Независимо от того, какой параметр измерения выбран, частотный диапазон измерения должен быть установлен перед измерением и калибровкой. Частотный диапазон можно задавать следующими двумя методами:

- Установка начальной/конечной частоты
  - a) Нажмите [Freq] → [Start Freq], введите значение начальной частоты числовыми клавишами, выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране;
  - b) Нажмите [Stop Freq], введите значение конечной частоты числовыми клавишами, выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране.
- Установка центральной частоты и полосы обзора
  - a) Нажмите [Freq] → [Center Freq], введите значение центральной частоты числовыми клавишами, выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране;
  - b) Нажмите [Span], введите значение полосы обзора частот числовыми клавишами, выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране;

### 4 Калибровка

После настройки измерения микроволновый анализатор сначала необходимо подвергнуть калибровке перед выполнением измерения в целях устранения системных ошибок и обеспечения действительности и правильности измерений. В случае возникновения какого-либо изменения в настройках измерения прибора (таких, как частотный диапазон или количества точек развертки) или

при использовании дополнительного кабеля при подключении к тестовому порту, необходимо проведение повторной калибровки.

Необходимость добавления дополнительного кабеля или адаптера к тестовому порту микроволнового анализатора зависит от типа соединительного разъема тестируемого устройства и от требований к измерениям. Место для подключения калибровочного комплекта во время калибровки должно совпадать с местом для подключения к ИУ после калибровки, чтобы обеспечить точные измерения ИУ. Необходимо подготовить калибровочный комплект с точно таким же соединительным разъемом, что и у тестируемого устройства.

Место для подключения калибровочного комплекта и ИУ в дальнейшем называется опорной плоскостью.

Процесс калибровки микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме анализатора кабеля и антенны следующий:

- a) Нажмите клавишу [Cal] и клавишу [Cal Kit], выберите модель калибровочного комплекта и нажмите [OK];
- b) Нажмите [M Cal], на дисплее всплывет сообщение: "Please connect the opener to port 1, and press the corresponding menu button to start measuring!". Подключите калибровочную меру «Холостой Ход (XX)» (OPEN) к тестовому порту 1, нажмите [OPEN], на дисплее всплывет сообщение: "cal std measuring..." во время измерения калибровочной меры. После выполнения измерения и коррекции системной ошибки на дисплее всплывет подсказка: "please connect the short circuit on port 1, then press the corresponding menu button to start measuring!";
- c) Отключите меру OPEN от порта 1, подключите калибровочную меру «Короткое Замыкание (K3)» (SHORT), нажмите [SHORT]. После выполнения измерения и коррекции системной ошибки на дисплее всплывает сообщение: "Please connect the load on port 1, then press the corresponding menu button to start measurement!";
- d) Отключите меру SHORT от тестового порта 1, подключите калибровочную меру «Нагрузка» (LOAD), нажмите [LOAD]. Анализатор выполнит измерения и коррекции системной ошибки;
- e) После этого, в главном меню калибровки символ подчеркивания укажет на то, что калибровка порта выполнена полностью, например, [Calibrate Off On], указывая на то, что коррекция активирована.

Это завершает калибровку порта. Теперь тестируемое устройство может быть подключено и измерено.

## 5 Работа с маркером

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F снабжен маркерами в количестве до восьми штук для отображения результатов измерений. Выберите отображаемый в данный момент маркер, нажав [Mkr] → [Sel Mkr] → [Mkr 1], [Mkr 2] ... [Mkr 6] или [More Mkrs] → [Mkr 7], [Mkr 8]. Каждый маркер обладает двумя рабочими режимами, а именно: нормальным режимом и режимом дельта.

Если маркер находится в нормальном режиме, тогда нажмите [Mkr] → [Max], [Min], чтобы позволить микроволновому анализатору автоматически выполнять поиск максимального и минимального значения трассы измерения. Если пользователь хочет выбрать функцию поиска пика, тогда, пожалуйста, нажмите [Peak] → [Peak], [Sub Peak], [Right Peak], [Left Peak]. Пользователь может также перемещать маркер, нажимая клавишу [↑] / [↓], использовать поворотную ручку для перемещения маркера или напрямую вводить значение частоты.

Установите маркер в разностный режим, нажмите [Mkr] → [Delta Mkr], напрямую введите разность частот или воспользуйтесь клавишей [↑] / [↓] или переместите маркер поворотной ручкой, чтобы проверить разность частот и разность амплитуд.

## 6 Сохранение и вызов измерений

Микроволновый анализатор сохраняет состояние настроек и данные измерений во внутренней памяти и на внешнем USB-накопителе, а также вызывает состояние настроек и данные измерений прибора из внутренней памяти и внешнего USB-накопителя.

- a) Нажмите [File] → [Storage State], чтобы сохранить текущее состояние прибора в памяти;
- b) Нажмите [File] → [Recall State >] → [State File], чтобы вывести список настроек, отобразить все файлы настроек, сохраненные в памяти, выбрать соответствующий файл для быстрой настройки прибора и выбрать последнее время перед загрузкой. Если пользователь хочет выбрать состояние последней загрузки или состояние системы по умолчанию, пожалуйста,

- нажмите [File] → [Recall State >] → [Last State] или [Default State];
- c) Нажмите [File] → [Save Trace >] нажмите на элемент меню, чтобы выбрать соответствующий формат хранения трасс (трассировка, данные s1p, данные s2p, данные csv), введите имя файла во всплывшем диалоговом окне и нажмите [OK], чтобы сохранить текущие данные трассы развертки в памяти;
  - d) Нажмите [File] → [Recall Trace >], чтобы вывести список данных, отобразить все файлы данных (формат трассы), сохраненные в памяти, и данные в файле данных вызываются в память для отображения и сравнения путем выбора соответствующего файла данных.
  - e) Нажмите [File] → [Print Screen] чтобы сохранить область отображения на экране в формате jpg, отредактируйте и введите имя файла, которое предполагается сохранить, и нажмите OK, чтобы выполнить действие.
  - f) Нажмите [File] → [File Mgmt] , чтобы выполнить копирование файла или удаление файла.
  - g) Нажмите [File] → [Location Int >] и выберите место для хранения данных: во внутренней FLASH-памяти, на внешнем USB-накопителе или на SD-карте.

## Раздел 2 Настройка частоты

В данном разделе описан подробный метод настройки частоты в режиме теста антенны и кабеля микроволнового анализатора AT4957D/E/F. Пользователь может открыть программное меню задания частот посредством кнопки [Freq] на передней панели.

### 1 Задание частоты развертки

Существует два способа задания частоты в режиме тестирования кабеля антенн микроволнового анализатора AT4957D/E/F:

#### Задание начальной и конечной частот

- a) Нажмите [Freq] → [Start Freq];
- b) Введите начальную частоту с помощью цифровой клавиши, и выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране;
- c) Нажмите [Stop Freq];
- d) Введите значение конечной частоты с помощью цифровой клавиши, и нажмите на сенсорный экран, чтобы выбрать единицу измерения частоты.

#### Задание центральной частоты и полосы обзора

- a) Нажмите [Freq] → [Center Freq];
- b) Введите центральную частоту с помощью цифровой клавиши, и выберите единицу измерения частоты на сенсорном экране;
- c) Нажмите [Span];
- d) Введите значение полосы обзора с помощью цифровой клавиши, и нажмите на сенсорный экран, чтобы выбрать единицу размаха.

### 2 Быстрая настройка полосы обзора

Задавайте полосу обзора быстро следующими этапами:

- Нажмите [Freq] → [Span];
- Введите значение полосы обзора числовыми клавишами и выберите единицу измерения размаха на сенсорном экране;

## Раздел 3 Настройка амплитуды/линейки

В настоящем разделе описаны подробные настройки измерения в режиме кабельного и антенного тестера микроволнового анализатора AT4957D/E/F, в том числе выбор типа шкалы. Пользователь может нажать клавишу, чтобы открыть меню настройки амплитуды и шкалы.

## 1 Настройка амплитуды

Амплитуда используется для настройки вертикальной шкалы отображаемой сетки с тем, чтобы лучше видеть детали измерительной трассы посредством разумно обоснованной настройки шкалы циферблата. Шкала и настройка формата определяют режим отображения данных измерений на экране.

[Top]

Отображение максимального масштаба в верхней части вертикальной сетки дисплея в пределах диапазона -499,9 дБ - +500 дБ.

[Bottom]

Отображение максимальной шкалы в верхней части сетки, в пределах диапазона -500 дБ до +499,9 дБ.

[Auto Scale]

Нажмите [Auto Scale], микроволновый анализатор автоматически выбирает масштаб по вертикали в соответствии с измеренными данными таким образом, чтобы активная трасса лучше отображалась в вертикальной сетке экрана, однако, величина стимула не затрагивается, и меняются только значение шкалы и опорное значение.

[Default Scale]

Это указывает на то, что все параметры, связанные с настройкой амплитуды в формате прямоугольных координат, представляют собой значения по умолчанию.

[Ref Value]

Опорный уровень относится к значению опорной линии в формате прямоугольных координат, а диапазон настройки обратных потерь в логарифмическом формате составляет: от -500 дБ до +500 дБ. Опорное значение составляет 0 по умолчанию.

[Ref Pos]

Это относится к положению опорной линии в прямоугольных координатах при значении по умолчанию, составляющем 5.

[Scale]

Изменение значения параметра заключается в регулировке масштаба отображения измерительной кривой на дисплее.

## 2 Настройка выходной мощности

Данная функция используется для настройки выходной мощности источника микроволнового анализатора, в том числе: высокой мощности, низкой мощности и мощности, вводимой вручную. Фактическая выходная мощность варьирует в зависимости от модели микроволнового анализатора. Этапы настройки выходной функции следующие:

а) Нажмите [Amp] → [Power High], нажмите программную клавишу [High] или [Low], чтобы выбрать требуемую мощность;

Для более точной настройки выходной мощности выполните представленные ниже этапы, чтобы задать ее вручную:

а) Нажмите программную клавишу [Man -18dBm], чтобы выбрать ввод мощности вручную;

б) Укажите значение числовыми клавишами и выберите единицу измерения на сенсорном экране, или отрегулируйте мощность, поворачивая ручку или нажимая [↑] [↓].

## Раздел 4 Настройки полосы пропускания

В данном разделе описаны подробные настройки полосы пропускания измерения в кабельного и антенного тестера микроволнового анализатора AT4957D/E/F, в том числе: настройка полосы пропускания, а также настройки среднего значения и сглаживания апертуры. Нажмите [BW], чтобы открыть программное меню настройки полосы пропускания.

Микроволновый анализатор, для обработки данных, преобразует полученный сигнал отклика в сигнал промежуточной частоты с более низкой частотой. Полоса пропускания полосового фильтра промежуточной частоты называется полосой пропускания тракта ПЧ или просто - полоса пропускания. В режиме кабельного и антенного тестера микроволнового анализатора AT4957D/E/F для полосы пропускания задается значение от 100 кГц вплоть до 1 Гц, и она переключается с шагом 1, 3 и 10. При

уменьшении полосы пропускания может уменьшиться воздействие случайного шума на измерения (при уменьшении полосы пропускания в 10 раз уровень шума может уменьшиться на 10 дБ), однако, при этом может увеличиться время развертки. Микроволновый анализатор может установить полосу пропускания для сканирования каждого канала или секции.

Для настройки полосы пропускания выполните следующие этапы, представленные ниже:

Нажмите [BW] → [IF BW] и выберите ручную значение полосы пропускания или нажмите [↑] [↓] на сенсорном экране, чтобы изменить его, затем - нажмите [OK] для выполнения;

Нажмите [BW] → [Average On Off] чтобы вкл или выкл усреднения и выполнить переключение вручную на сенсорном экране;

Нажмите [BW] → [Avg Factor 16] и нажмите цифровые клавиши, чтобы задать количество усреднений;

Нажмите [BW] → [Smooth On Off] чтобы вкл. или выкл. режим сглаживания кривой или выполните переключение вручную на сенсорном экране;

Нажмите [BW] → [Aperture (%) 10.00] , выберите процент сглаживания апертуры, указав процент сглаживания апертуры цифровыми клавишами.

## Раздел 5 Настройки развертки

В данном разделе описаны настройки, связанные с разверткой, в режиме кабельного и антенного тестера микроволнового анализатора AT4957D/E/F, в том числе: настройки времени развертки, выбор типа развертки и то, как использовать развертку по списку. Нажмите [Swp/Setup], чтобы вызвать меню, связанное с разверткой.

### 1 Настройка времени развертки

Нажмите [Swp/Setup] → [Swp Time Auto Man] на сенсорном экране пользователи могут выбрать настройку времени развертки в автоматическом или ручном режиме. После выбора режима "Man" чтобы задать время развертки нажмите на цифровую клавишу и выберите соответствующую единицу измерения.

### 2 Настройка точек развертки

Нажмите [Swp/Setup] → [Points], затем нажмите соответствующую цифровую клавишу, чтобы задать количество точек развертки, которое может быть задано в диапазоне от 11 до 10001.

### 3 Настройка типа развертки

Режим развертки в режиме кабельного и антенного тестера микроволнового анализатора AT4957D/E/F делится на линейную развертку и развертку по списку. Линейная развертка относится к развертке с линейными интервалами частот с одинаковым интервалом частот между соседними точками измерения. Развертка по списку указывает на то, что развертка частоты-источника выполняется по частотному диапазону и точкам развертки, заданным в списке, который редактируется.

Нажмите [Swp/Setup] → [Swp Mode Lin List], и выберите на сенсорном экране режим развертки в виде линейной или развертки по списку.

В режиме развертки по списку список можно отредактировать для добавления или удаления сегмента, нажав на [Swp/Setup] → [Edit List>] → [Add Seg], выбрав начальную частоту, конечную частоту, количество точек развертки и полосу пропускания сегмента, который предполагается отредактировать, и введя значение параметра с помощью цифровой клавиши. Нажмите [Swp/Setup] → [Edit List>], нажмите на любую часть сегмента, который предполагается удалить, и нажмите на [Del Seg] для удаления. Для удаления всех сегментов в списке просто нажмите на [Del All].

### 4 Режим развертки

Сигнал триггера используется для того, чтобы позволить микроволновому анализатору выполнить развертку измерения, а настройка триггера определяет режим развертки микроволнового анализатора, а также время прекращения сканирования и перехода в состояние ожидания. В микроволновом анализаторе предусмотрен триггер двух типов, а именно: одиночный и непрерывный.

Нажмите [Swp] → [Trigger Type Cont Single], на сенсорном экране выберите режим триггера в виде однократной или непрерывной развертки. Если выбран режим одиночного запуска, тогда микроволновый анализатор получает сигнал запуска и выполняет развертку, а затем входит в режим ожидания. Если выбран непрерывный режим триггера, тогда микроволновый анализатор непрерывно выполняет свипирование до тех пор, пока он не получит сигнал остановки свипирования и не войдет в режим ожидания. Пользователь может нажать [Run/Hold], чтобы переключиться между состоянием

развертки и состоянием удержания.

## Раздел 6 Настройки трассы и предельной линии

В данном разделе описаны настройки трасс и предельных линий для режима кабельного и антенного тестера микроволнового анализатора AT4957D/E/F, в том числе: открытие, закрытие, расчет трасс и использование предельных линий.

### 1 Отображение и расчет трассы

Функцию отображения трассы можно использовать для управления содержанием и количеством трасс, отображаемых в окне. В окне каждого канала может быть отображено до четырех трасс/графиков. Сначала трассу необходимо сохранить в памяти, прежде чем выполнять какой-либо расчет трассы, который выполняется методом векторного расчета на основе предыдущих данных комплексного числа, отображаемых при форматировании.

Для задания отображения трассы выполните этапы, представленные ниже:

- Нажмите [Trace] → [Trace Num 1 × 1] → [1 × 1], [1 × 2], [1 × 3], [2 × 1], [3 × 1], [4 × 1], выберите количество трасс, которые планируется отображать в одном окне, и метод расстановки окон трасс;
- Нажмите [Trace] → [Trace 1], [Trace 2], [Trace 3], [Trace 4], чтобы активировать окно трассы в текущем окне отображения трассы;

Для задания расчета трассы выполните этапы, представленные ниже:

- Нажмите [Trace] → [Trace Math>] → [Data→Save], чтобы сохранить текущие данные трассы измерения в памяти;
- Нажмите [Trace] → [Trace Math>] → [Data], чтобы отобразить только трассу, которая соответствует измерительным данным;
- Нажмите [Trace] → [Trace Math>] → [Save], чтобы отобразить только трассу, которая соответствует сохраненным данным;
- Нажмите [Trace] → [Math >] → [Data & Mem], чтобы одновременно отобразить трассу, соответствующую измерительным данным, и сохраненные данные;
- Нажмите [Trace] → [Trace Math>] → [Data-Mem], чтобы отобразить трассу, соответствующую измерительным данным, за минусом сохраненных данных;
- Нажмите [Trace] → [Math >] → [Data/Mem], чтобы отобразить соответствующую трассу, в которой измерительные данные делятся на сохраненные данные;
- Нажмите [Trace] → [Math >] → [Data + Mem], чтобы отобразить соответствующую трассу, в которой измерительные данные плюс сохраненные данные.

### 2 Измерение и редактирование предельной линии

- Нажмите [Trace] → [Limit >], чтобы войти в меню функции предельных линий.
- Нажмите [Limit >] → [Limit Off On], чтобы открыть функцию отображения предельных линий. В это время на экране будет отображена предельная линия, состоящая из точек частоты, только что отредактированных, и верхняя предельная линия будет помечена зеленой линией.
- Нажмите [Limit>] → [Alarm Off/On], чтобы Вкл. режим сигнализации/оповещения о нарушении предельной линии. Если тест предельной линии проходит неудачно, тогда микроволновый анализатор выдает "тикающий" звук для сигнализации.
- Нажмите [Limit>] → [Clear], чтобы очистить, отредактированную предельную линию, отображенную в данный момент времени;
- Нажмите [Limit>] → [Edit>] → [Sel Point 1], чтобы переключить предельную точку текущего предела;
- Нажмите [Limit>] → [Edit>] → [Pos], чтобы задать частотную точку текущей предельной линии, введите число с помощью цифровой клавиши и выберите единицу измерения частоты;
- Нажмите [Limit >] → [Edit >] → [Value], чтобы настроить значение амплитуды точки частоты с помощью числовых клавиш и выберите единицу измерения амплитуды;
- Нажмите [Limit >] → [Edit >] → [Add], чтобы добавить предельную точку на текущей предельной линии;

- i) Нажмите [Limit>] → [Edit>] → [Delete], чтобы удалить предельную точку, отображенную на текущем предельной линии;
- j) Нажмите [Limit>] → [Edit>] → [Clear], чтобы очистить все предельные точки, сохраненные на текущем предельной линии;
- k) Нажмите [Limit>] → [Mem], чтобы указать имя, и сохранить ранее отредактированную предельную линию в системе. Когда вы будете выполнять это же измерение в следующий раз, выберите его вручную на сенсорном экране, нажав [Limit] → [Recall >]. Затем, вызов предельной линии выполняется нажатием [OK], что избавляет пользователя от повторения работы по редактированию;
- l) Нажмите [Limit>] → [Recall>], на сенсорном экране вручную выберите файл предельной линии, и нажмите [OK], чтобы выполнить вызов. Если количество файлов предельных линий большое, тогда нажмите на [Limit>] → [Recall >] → [Page Up], и по страницам найдите файл предельной линии, который предполагается вызвать. Нажмите [Limit>] → [Recall >] → [Delete], [Del All] , чтобы удалить один или все выбранные в данный момент времени и сохраненные файлы предельных линий.

## Раздел 7 Использование маркеров

В данном разделе описаны поиск пика и сопутствующий метод использования маркера в режиме кабельного и антенного тестера микроволнового анализатора AT4957D/E/F. В режиме мониторинга мощности и генерирования сигнала отсутствует работа маркера.

### 1 Функции маркера

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F обеспечивает до 8 независимых маркеров для каждой трассы в режиме кабельного и антенного тестера. Для каждого маркера можно задать нормальный режим или режим  $\Delta$  с функцией выкл. маркера и выкл. всех маркеров. Для использования маркера выполните этапы, представленные ниже:

- a) Нажмите [Mkr] → [Select Mkr [1]] → [Mkr 1], [Mkr 2], [Mkr 3], [Mkr 4], [Mkr 5], [Mkr 6] или [More Mkr] → [Mkr 7], [Mkr 8], выберите отображенный в данный момент времени маркер;
- b) В это время маркер находится в нормальном режиме, его можно перемещать посредством поворотной ручки, пошаговой клавиши или цифровой клавиши;
- c) Нажмите [Mkr] → [Delta Mkr], чтобы установить текущий активный маркер в разностный режим. В это время в области отображения маркера на экране отображаются разность амплитуд и частот между разностным маркером и опорным маркером (в случае нулевого размаха разность по времени равна нулю), напрямую введите значение частоты разностного маркера с помощью числовых клавиш или переместите его поворотной ручкой или пошаговой клавишей.
- d) Нажмите [Mkr] → [Close], чтобы выключить отображенный в данный момент времени маркер и информацию о маркере; нажмите [Close All], чтобы выключить все отображенные маркеры и всю информацию о маркерах.

### 2 Поиск с помощью маркеров

- a) Нажмите [Mkr] → [Max], [Min], чтобы выполнить поиск максимального и минимального значений маркера;
- b) Нажмите [Peak] → [Peak], [Sub Peak], [Right Peak], [Left Peak], чтобы выполнить функцию поиска пика маркера;
- c) Нажимайте [Tracking On Off], чтобы включать и выключать функцию отслеживания/подстройки маркера;
- d) Нажмите [Advance], чтобы вывести расширенный интерфейс функции поиска для маркера. Выбрав имя маркера, тип поиска маркера, а также частотный диапазон поиска, пользователь может задать параметры в соответствии с требованиями пользователя и активировать функцию точного и быстрого поиска с помощью маркера.

## Раздел 8 Оптимизация измерений

В данном разделе проиллюстрировано типовое применение технологий кабельного и антенного тестера, каждая из которых адаптирована к различным особенностям микроволнового анализатора AT4957D/E/F. В данном разделе представлены следующие методы и области применения измерений:

1. Подавление шума трассы
2. Добавление количества точек развертки.
3. Повышение стабильности измерений
4. Увеличение скорости выполнения развертки

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Клавиша числовой единицы выражена в виде метки “[ ]”, опущена в данном разделе для обеспечения непрерывности текста.

Например, [3], [0], [0] и [MHz] выражены в виде 300 [MHz] для краткости.

**I. Увеличение количества точек развертки**

Точка данных представляет собой результат измерения в рамках одного возбуждения, который может определить число точек развертки при измерении одной развертки микроволнового анализатора. Время выполнения развертки варьирует в зависимости от числа точек развертки, которое составляет 201 точку по умолчанию, и максимальное число точек, которое может быть задано, составляет 10001 точка.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

- Используйте максимальное число точек развертки, чтобы получить развертку с наилучшим разрешением для обеспечения лучшего наблюдения за откликом тестируемого устройства.
- Если пользователи хотят получить более высокую скорость измерения, тогда им следует использовать минимальное число точек развертки, которые представляют собой приемлемую точность.
- Оптимальное число точек развертки представляет собой число точек, при котором трасса измерения не меняется существенно в случае увеличения числа точек.
- Для обеспечения точности измерения число точек развертки для калибровки и измерения должно быть идентичным.

Этапы задания числа точек развертки:

Нажмите [Swp/Setup] → [Points] и введите число точек развертки числовыми клавишами, и выберите значение от 2 до 10,001.

**II. Повышение стабильности измерений**

Существуют несколько случаев, которые могут привести к получению нестабильных результатов измерения. Для выполнения повторяющихся измерений необходимо создать стабильную измерительную среду, и в число факторов, затрагивающих стабильность измерения, входят преимущественно следующие аспекты:

**1 Дрейф частоты**

Точность измерения/установки частоты микроволнового анализатора зависит от его внутреннего кварцевого генератора с частотой 10 МГц. Если область применения измерения требует высокой точности и стабильности частоты, тогда не рекомендуется использовать внутреннюю опорную частоту, вместо этого необходимо обеспечить подачу внешней опорной частоты с более высокой стабильностью через соединительный разъем на панели входа опорной частоты 10 МГц.

**2 Дрейф температуры**

Изменение температуры и результирующие тепловые расширение и сжатие могут менять характеристики следующих компонентов:

- Внутренние блоки анализатора
- Калибровочные эталоны калибровочных комплектов
- Калибровочные меры
- Тестовый кабель

- Адаптер

Для уменьшения влияния дрейфа температуры во время измерения можно принять следующие меры:

- Выполняйте калибровку и измерение по истечении 30 минут прогрева микроволнового анализатора.
- За один час до выполнения калибровки откройте коробку с калибровочными мерами и извлеките калибровочный комплект из защитного пенопласта.
- Используемый в температурно-регулируемой среде, микроволновый анализатор может гарантировать, что все технические характеристики отвечают требованиям в пределах температуры окружающей среды  $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
- Обеспечьте температурную стабильность калибровочных частей и избегайте ненужного прикосновения к калибровочным частям в ходе процесса калибровки.
- Обеспечьте, чтобы температура окружающей среды и отклонение температуры во время калибровки составляли в пределах  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3 Неточная калибровка

Если калибровка неточная, то правильный отклик устройства не может быть достигнут во время измерения. Для обеспечения точности калибровки следует учесть следующие факторы:

- Выполняйте калибровку в опорной плоскости измерения, которая подключается к тестируемому устройству, убедившись, что плоскость измерения и плоскость калибровки совпадают.
- Выполняйте калибровку с использованием калибровочного комплекта, который согласуется с определениями, данными в ходе процесса калибровки.

### 4 Соединения при измерении

Для получения воспроизводимых измерений необходимы надлежащие подключения. При выполнении измерительных подключений следует принять следующие меры:

- Постоянно проверяйте и очищайте соединения всех комплектов в измерительной схеме.
- Используйте подходящий метод подключения.
- Избегайте двигающихся кабелей во время измерений.

## III. Увеличьте скорость выполнения развертки

При высоких скоростях развертки будет повышена эффективность измерения, и для достижения высокой скорости выполнения развертки в микроволновом анализаторе оптимизированы следующие настройки:

### 1 Настройки развертки

Получите высокую скорость выполнения развертки, тщательно выполнив каждую из следующих настроек:

- **Frequency Sweep:** Измеряйте только тот частотный диапазон, в котором работает тестируемое устройство.
- **List Sweep:** Используйте развертку по списку для выполнения развертки на соответствующей полосе.
- **Auto Sweep Time:** Быструю развертку можно получить при времени развертки по умолчанию для текущих настроек.
- **Sweep Points:** Минимальное число точек развертки, требуемое для измерения.

### 2 Настройки для уменьшения шума

Уменьшение времени развертки за счет правильного выполнения следующих двух настроек позволит получить приемлемый результат измерения.

**IF Bandwidth:** Используйте более широкую полосу пропускания, которая обеспечивает приемлемые шум трассы и динамический диапазон.

Усреднения: Уменьшайте коэффициент усреднения, насколько это возможно, либо выключайте функцию усреднения.

## Раздел 9 Измерение расстояния до места повреждения / неопределенности

Микроволновый анализатор AT4957 D/E/F в режиме кабельного и антенного тестера, выполняет функцию измерения расстояния до места повреждения / неопределенности (DTF). Функция измерения DTF, также известная под названием "функция определения места неисправности", показывает магнитуду сигнала отклика в разных местах сигнального тракта тестируемого устройства, обеспечивая тем самым основу для оценки изменения импеданса в тракте передачи. В некоторых векторных анализаторах цепей измерения DTF также упоминаются как измерения во временной области. При измерении во временной области измеряется время отображения оси x, а при измерении DTF измеряется расстояние по оси x, и взаимосвязь между этими двумя измерениями следующая:

$$\text{Расстояние} = \text{время} \times \text{скорость света} \times \text{коэффициент передачи}$$

Для тестируемого устройства коэффициент передачи представляет собой константу, больше нуля, но меньше 1, а скорость света представляет собой скорость, с которой свет проходит в вакууме, таким образом, расстояние и время пропорциональны.

### I. Принцип измерения

При обычном измерении векторный анализатор цепей отображает отклик тестируемого устройства в виде изменения частоты, что называется измерением в частотной области. Современный векторный анализатор цепей получает данные временной области методом обратного преобразования Фурье данных частотной области, результат измерения отображается в виде времени на оси X, значение отклика появляется в дискретных временных точках, и точка изменения импеданса тестируемого комплекта может быть проанализирована. На следующем рисунке показаны измерения отражений частотной и временной областей для одного и того же кабеля, и на данном кабеле имеются два изгиба, каждый из которых вызывает несогласованность в линии передачи или изменение импеданса.

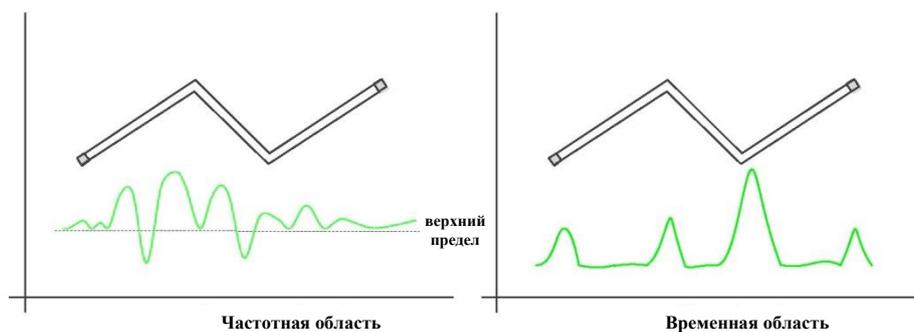


Рисунок 6-2 Измерение в частотной и временной областях

Отклик в частотной области S11, измеренный во входном порте, показывает комбинированный отклик отражения из-за взаимодействия множества точек рассогласования кабеля, однако, трудно определить точное физическое местоположение, в котором возникает рассогласование кабеля.

Отклик во временной области показывает местоположение и магнитуду каждой точки рассогласования импедансов. По отклику мы можем увидеть, что имеется значительное рассогласование во втором изгибе кабеля.

Функция измерения во временной области микроволнового анализатора имитирует традиционное отражение временной области (TDR). Рефлектометр временной области подает импульс или шаговый сигнал на тестируемое устройство, а затем замеряет энергию отраженного сигнала.

Путем анализа амплитуды, длительности и волновой формы отраженного сигнала может быть определено изменение импеданса тестируемого устройства. Если измерение во временной области выполняется в режиме кабельного и антенного тестера, но не создается инцидентный импульс или шаговый сигнал, а также выполняется измерение развертки по частоте, тогда рефлектометр временной области будет рассчитывать информацию о временной области на основании результата измерения в частотной области по алгоритму Фурье, поэтому он называется также рефлектометром частотной области.

В режиме кабельного и антенного тестера микроволнового анализатора AT4957 D/E/F измеряется S11, а затем выполняется измерение преобразования временной области. Измерение отражения S11 не просто отображение размера отраженного сигнала, полученного приемником A или B, оно показывает измерение соотношения между измерительным приемником и опорным приемником. Измерение соотношения S11 можно использовать для устранения системных ошибок в калибровке. Это особенно важно для измерений DTF, поскольку опорная плоскость измерения создается путем калибровки, точка

калибровки становится нулевой точкой оси времени  $X$ , и во всех данных о времени и расстоянии эта точка будет использоваться в качестве опорной точки. В таком случае, данные о времени и амплитуде являются очень точными благодаря калибровке. Измерение во временной области микроволнового анализатора обычно предусматривает следующие этапы:

- Сбор необработанных данных приемника (A или R) и выполнение операции выявления отношения;
- Выполните коррекцию ошибок;
- Трансформируйте данные частотной области в данные временной области;
- Отобразите результат измерения

## II. Разрешение и диапазон измерения DTF

В данном разделе обсуждается, как наблюдать за актуальными данными DTF тестируемого устройства и как настроить его для обеспечения более высокого разрешения и максимального диапазона измерения.

### 1. Разрешающая способность отклика

Разрешающая способность отклика DTF микроволнового анализатора означает способность микроволнового анализатора различать два соседними отклика. Для одинаковой амплитудной характеристики она равна ширине импульса импульсного отклика, определяемой точкой амплитуды 50% (6 дБ), или времени нарастания ступенчатой характеристики, определяемом точкой амплитуды 10%~90%, как показано на следующем рисунке:

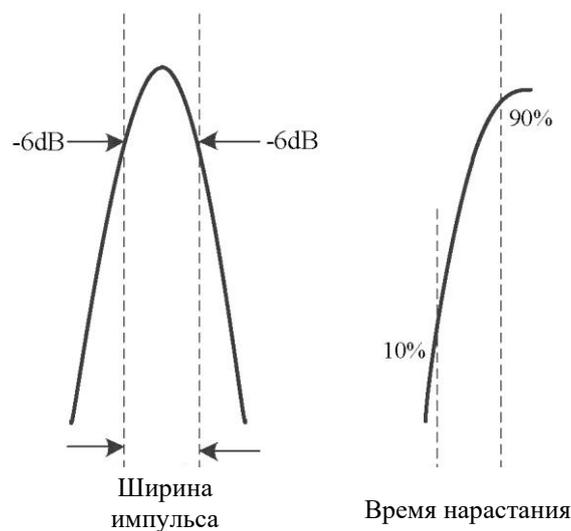


Рисунок 6-3 Разрешение отклика временной области

Разрешающая способность отклика временной области зависит от нескольких факторов:

- Размах частот

На рисунке, представленном ниже, показано влияние размаха частот на разрешение отклика:

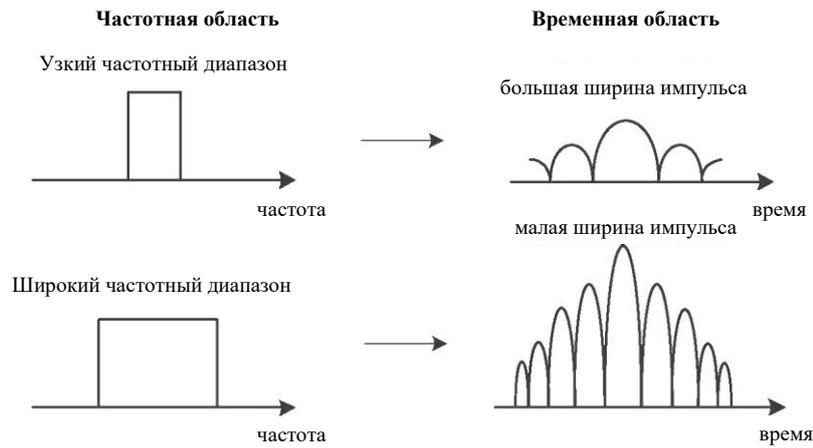


Рисунок 6-4 Структура частоты, амплитуды/шкалы, полосы пропускания/усреднения

- Отклик измерения во временной области при малом размахе частот показывает, что импульсы импульсного отклика, которые должны быть разделены друг от друга, перекрывают друг друга.
- Микроволновый анализатор может проводить различие между разными импульсами отклика при выполнении измерений во временной области в пределах большого размаха частот.
- Диапазон частот обратно пропорционален ширине импульса. Чем больше диапазон частот, тем меньше импульс импульсного отклика, и чем короче время подъема шагового отклика, тем выше разрешение измерения отклика.

## b) Оконные функции

Если режим кабельного и антенного тестера используется для преобразования частоты во временную область, тогда размер обрабатываемых данных ограничен. Для уменьшения эффекта шума, обусловленного усечением данных, микроволновый анализатор обычно предоставляет опцию оконной фильтрации. Оконная фильтрация может уменьшить эффект шума и уменьшить боковые лепестки, однако, он будет увеличивать ширину главного лепестка и уменьшать разрешение.

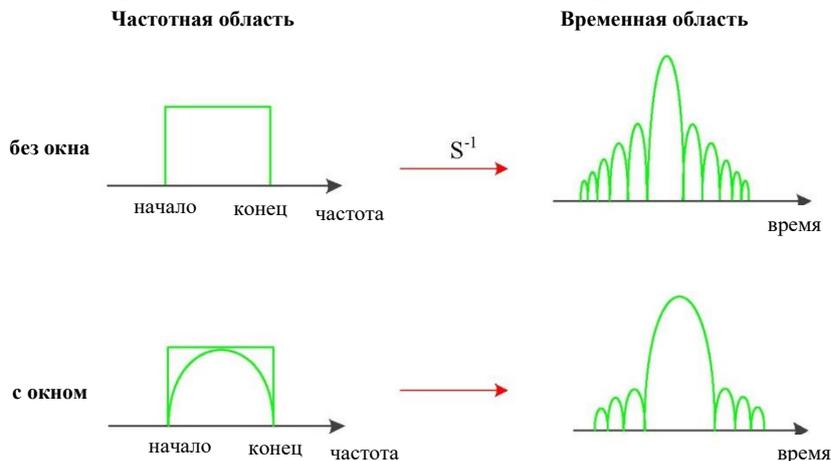


Рисунок 6-5 Использование оконной функции для подавления боковых лепестков

В микроволновом анализаторе AT4957 D/E/F предусмотрены оконные функции трех видов, а именно: максимальное значение, нормальное значение, минимальное значение. Ширина главного лепестка и высота бокового лепестка оконных функций трех видов позволяют выбирать разные окна, в зависимости от потребностей конкретного теста.

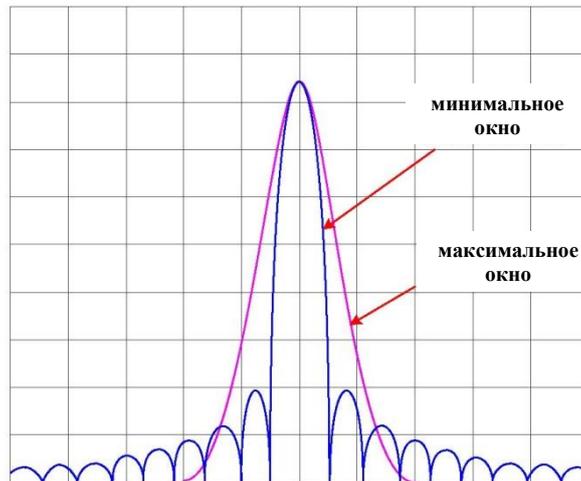


Рисунок 6-6 Влияния разных окон

## 2. Диапазон измерений

При измерениях во временной области диапазон измерений определяется в виде максимального периода времени, который может быть задан, и при выполнении измерений на протяжении данного периода времени не возникают какие-либо повторные отклики.

Диапазон измерений обратно пропорционален разрешению отклика. Если один увеличивается, то другой уменьшается.

Форма волны во временной области представляет собой периодический сигнал, который повторяется с течением времени, таким образом, возникает повторный отклик. Повторный отклик (ложный отклик) не является истинным откликом тестируемого устройства, он возникает только при определенных интервалах времени ( $1/\text{частотный интервал точки развертки}$ ), таким образом, диапазон измерений определяется частотным интервалом  $\Delta F$  точки развертки:

При измерениях во временной области максимальное измеряемое время составляет:  $1/\Delta F$ . При измерении отражения, поскольку сигнал будет циклически повторяться в пределах тестируемого устройства, максимальное расстояние измерения составляет:

$$\text{Расстояние} = 0,5 \times \frac{\text{Points}-1}{\text{Span}} \times \text{Скорость света} \times \text{Коэфф. замедления}$$

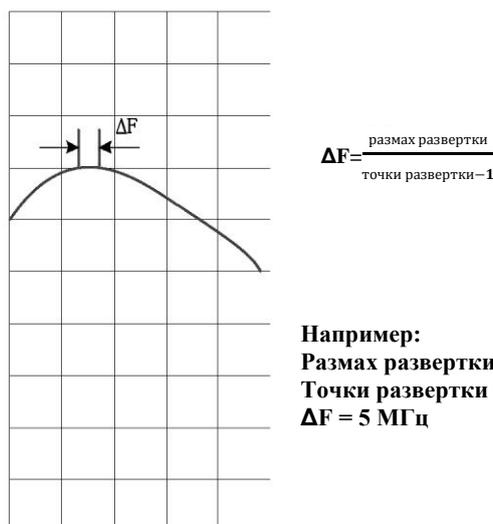


Рисунок 6-7 Определение разноса частот точки развертки

Диапазон измерений пропорционален числу точек развертки -1, которое обратно пропорционально размаху. Для увеличения диапазона измерений можно модифицировать следующие две настройки:

- Увеличение количества точек развертки
- Уменьшение размаха частот.

### III. Настройка измерения преобразования во временной области

Прежде чем войти в режим измерения DTF, задайте частотный диапазон измерения, количество точек развертки, полосу пропускания и другие параметры измерения, выполните калибровку одиночного порта, а затем выполните тест DTF следующим образом. Сначала подключите тестируемый кабель к измерительному порту 1:

- a) Нажмите [Measure], нажмите [DTF VSWR] или [DTF Return Loss], чтобы активировать функцию преобразования временной области, и войдите в режим измерения DTF.
- b) Нажмите [Freq], [Start Dist], введите начальное расстояние, с которого предполагается наблюдать, и завершите ввод с учетом соответствующей единицы измерения расстояния;
- c) Нажмите [Freq], [Stop Dist], введите конечное расстояние, за которым предполагается наблюдать, и завершите ввод с учетом соответствующей единицы измерения расстояния;
- d) Если вы хотите задать оконную функцию, тогда нажмите [Freq], [Window >], отобразите подменю [Window >], и выберите различные оконные функции;
- e) Нажмите [Return], [Unit m/ft], задайте требуемую систему единиц измерения расстояния;
- f) Нажмите [Cable Specification>], [Recall Cable], выберите модель кабеля, который предполагается тестировать, в списке выбора моделей кабелей, нажмите [OK], чтобы завершить выбор и закройте диалоговое окно;
- g) Если соответствующий тип кабеля отсутствует, тогда нажмите [Cable Specification >], [Cable Loss] введите потери кабеля, который предполагается тестировать, нажмите [OK], чтобы завершить настройку и закройте диалоговое окно;
- h) Нажмите [Velocity] и введите коэффициент замедления тестируемого кабеля, нажмите [OK], чтобы завершить настройку и закройте диалоговое окно;
- i) Получите и запишите результаты теста.

## Раздел 10 Описание меню

В данном разделе описаны структура меню и детали меню микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме кабельного и антенного тестера.

### 1 Структура меню

В режиме кабельного и антенного тестера предусмотрены главным образом 10 групп, таких как частота, амплитуда, полоса пропускания, развертка, трасса, маркер, калибровка, файл, предел, измерение, за исключением того, что меню измерения, частоты и калибровки и режим векторного анализатора цепей разнятся. Остальные - точно такие же, как в режиме векторного анализатора цепей. Структура меню, отличная от режима векторного анализатора цепей, следующая:

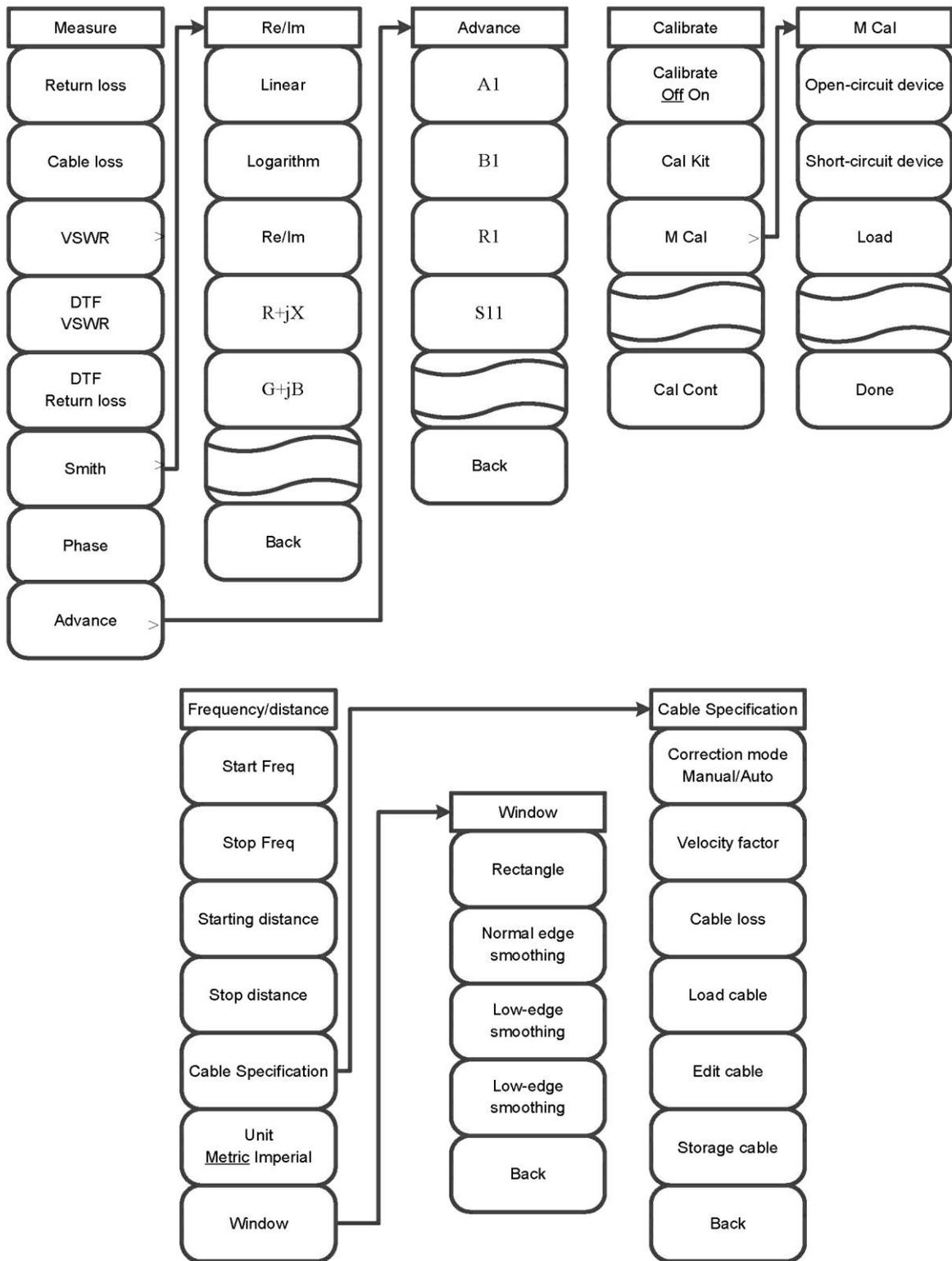


Рисунок 6-8 Структура меню измерения, частоты/расстояния и калибровки

## 2 Описание меню

### [Freq/Dist]

В формате измерения соотношения расстояния до места повреждения/неоднородности для обратных потерь и расстояния до места неисправности для коэффициента стоячей волны нажмите кнопку [Freq], чтобы вывести меню настройки частоты и расстояния, в том числе [Start Freq], [Stop Freq], [Start Dist], [Stop Dist], [Cable Specification] и т. д.

**[Start Freq]**

Активирование начальной частоты и задание в приборе режима начальной частоты/конечной частоты. Настройка осуществляется цифровой клавишей, пошаговой клавишей или поворотной ручкой. Если заданная начальная частота составляет больше, чем конечная частота, тогда начальная частота автоматически задается равной конечной частоте.

**[Stop Freq]**

Активирование конечной частоты и задание в приборе режима начальной/конечной частоты. Настройка осуществляется цифровой клавишей, пошаговой клавишей или поворотной ручкой. Если заданная конечная частота составляет меньше, чем начальная частота, тогда конечная частота автоматически задается равной начальной частоте.

**[Start Dist]**

Задайте начальное расстояние измерения DTF. После того, как всплыла вкладка настройки, нажмите числовые клавиши, чтобы ввести значение, которое предполагается задать, нажмите соответствующую кнопку меню, чтобы завершить задание параметра, либо отрегулируйте его пошаговой клавишей или поворотной ручкой.

**[Stop Dist]**

Задайте конечное расстояние измерения DTF. После того, как всплыла вкладка настройки, нажмите числовые клавиши, чтобы ввести значение, которое предполагается задать, нажмите соответствующую кнопку меню, чтобы завершить задание параметра, либо отрегулируйте его пошаговой клавишей или поворотной ручкой.

**[Cable Specification]**

Переключитесь в меню настройки параметров кабеля, в том числе [Corr Mode Man Auto], [Velocity], [Cable Loss], [Recall Cable], [Edit Cable], [Save Cable] и т. д.

**[Corr Mode Man Auto]**

Задайте применяемый метод настройки параметров кабеля. При ручной настройке используйте пункт меню для задания и отображения коэффициента передачи и кабельных потерь. При автоматической настройке используйте параметры загруженной модели кабеля.

**[Velocity]**

Задайте коэффициент замедления для измерений DTF, который действителен, когда режим коррекции - ручной. После того как всплыла вкладка настройки, введите значение, которое предполагается задать, с помощью числовых клавиш, нажмите клавишу [OK], чтобы завершить задание параметра, либо отрегулируйте его пошаговой клавишей или поворотной ручкой.

**[Recall cable]**

Вызов отредактированной модели кабеля. Во всплывающем списке моделей кабелей выберите модель кабеля, которую предполагается вызвать, нажмите [Recall] или [OK], чтобы вызвать модель кабеля. Параметры кабеля действительны, когда режим коррекции - автоматический.

**[Edit Cable]**

Во всплывающем диалоговом окне редактирования кабеля задайте коэффициент замедления и кабельные потери в каждой точке частоты, чтобы определить новую модель кабеля. После завершения редактирования нажмите [OK], чтобы выполнить настройку параметра кабеля.

**[Save Cable]**

Во всплывающем окне наименования файла отредактируйте название модели кабеля и нажмите [OK], чтобы выполнить сохранение текущей модели кабеля.

**[Unit M ft]**

Задайте тип единицы измерения расстояния для измерений DTF.

**[Window]**

Переключитесь на меню выбора оконной функции в соответствии с соответствующим пунктом меню: прямоугольное окно, номинальный боковой лепесток, низкий боковой лепесток и минимальный боковой лепесток.

**[Amplitude]**

**[Top]**

Задание максимальной шкалы в верхнем положении вертикальной части сетки дисплея в пределах диапазона -499,9 дБ - +500 дБ.

**[Bottom]**

Задание максимальной шкалы в нижнем положении вертикальной части сетки дисплея в пределах диапазона -500 дБ - +499,9 дБ.

**[Auto Scale]**

Отобразите трассу на шкале, наиболее подходящей для экрана, которая действительна только в декартовых координатах

**[Default Scale]**

Все опции в формате декартовых координат для задания амплитуды представляют собой значения по умолчанию при включении питания.

**[Ref Value]**

Задание опорного уровня, который действителен только в декартовых координатах.

**[Ref Pos]**

Задание опорного положения, которое действительно только в декартовых координатах.

**[Scale]**

Задание шкалы/деления, которая/которое действительно/действительно только в декартовых координатах.

**[Output Power High>]**

Задание для выходной мощности высокого, низкого значения или задание ее вручную.

**[High]**

Задание высокой выходной мощности.

**[Low]**

Задание низкой выходной мощности.

**[Man -18dBm]**

Задайте выходную мощность вручную

**[BW]**

**[Ave Off On]**

Задание для усреднения состояния вкл. или выкл.

**[Avg Factor]**

Настройка количества усреднений, значение по умолчанию составляет 16.

**[Smooth Off On]**

Задание для функции сглаживания кривой состояния вкл. или выкл.

**[Aperture (%) 10.00]**

Задание процента сглаживания.

**[IF BW]**

Настройка полосы пропускания тракта ПЧ для текущей развертки.

**[Sweep/Setup]**

**[Trig Type Cont Single]**

Задание типа триггера: непрерывного или одиночного.

**[Swp Once]**

Запуск однократной развертки.

**[Swp Time Auto Man]**

Настройка времени развертки, имеются два режима: автоматический и ручной.

**[Points 201]**

Задание количества точек развертки.

**[Swp Mode Lin List]**

Установка режима развертки: линейного или по списку. Когда задан режим развертки по списку, развертка по частоте будет выполняться в соответствии с выбранной настройкой списка, в том числе односегментная развертка и полносегментная развертка. Список следует отредактировать, прежде чем выбирать данный режим. Ось частот развертки по списку делится поровну на число отображенных точек.

**[List info Off On]**

Отображайте или скрывайте информацию о списке.

**[Edit List>]**

Редактирование списка разверток, в том числе начальной частоты, конечной частоты, точек, выходной мощности и полосы пропускания для каждой полосы частот.

**[Add Seg]**

Добавление сегмента развертки.

**[Del Seg]**

Удаление сегмента развертки.

**[Del All]**

Удаление всех файлов информации о списке.

**[Start Freq]**

Задайте начальную частоту данного сегмента

**[Stop Freq]**

Задайте конечную частоту данного сегмента

**[Points]**

Задайте число точек развертки данного сегмента

**[IF BW]**

Задайте полосу пропускания для данного сегмента

**[Trace]**

**[Trace 1]**

Активация текущего окна отображения трассы как окна отображения трассы 1.

**[Trace Num 1×1>]**

Выбор числа трасс и расстановки трасс, которые предполагается отобразить в окне, в том числе [1×1], [1×2], [1×3], [2×1], [3×1] и [4×1].

**[Trace Math>]**

Открытие меню математики трассы.

**[Data->Mem]**

Сохранение текущих данных теста в памяти.

**[Data]**

Отображение текущих данных теста.

**[Save]**

Отображение данных теста, сохраненных в памяти.

**[Data&Mem]**

Отображение как текущих, так и сохраненных в памяти данных теста.

**[Data-Mem]**

Отображение разницы между текущими и сохраненными в памяти данными теста.

**[Data+Mem]**

Добавление текущих и сохраненных в памяти данных теста вместе.

**[Data/Mem]**

Деление текущих данных теста на сохраненные в памяти данные теста.

**[Limit]**

Предельная линия может быть отредактирована или отображена и протестирована с тем, чтобы увидеть, пройдена ли она.

**[Limit Off On]**

Вкл. или Выкл. режима тестирования с помощью предельной линии.

**[Alarm Off On]**

Вкл. или Выкл. звукового предупреждение при нарушении предельной линии.

**[Edit>]**

Редактирование предельной линии.

**[Sel Point]**

Выбор названия текущей предельной точки, которую предполагается редактировать.

**[Pos]**

Задайте частоту определенной точки частоты предельной линии.

**[Value]**

Задание амплитуды для точки частоты предельной линии.

**[Add]**

Добавление точки частоты.

**[Delete]**

Удаление точки частоты.

**[Clear]**

Очистка всех предельных точек.

**[Save]**

Сохранение предельной линии.

**[Recall>]**

Вызов предельной линии.

**[Page Up]**

Выполнение пролистывания вверх для просмотра сохраненного файла предельной линии.

**[Page Down]**

Выполнение пролистывания вниз для просмотра сохраненного файла предельной линии.

**[Recall]**

Вызов информации о предельной линии из файла.

**[Delete]**

Удаление выбранного в данный момент файла предельной линии.

**[Del All]**

Удаление всех сохраненных файлов предельной линии.

**[Marker]**

Данное меню используется для реализации основных функций маркера, включая состояние маркера, тип маркера и положение маркера.

**[Select Mkr [1]]**

Отображение названия маркера, который выбран для активации, и осуществляется вход в меню для выбора маркера.

**[Mkr 1] ... [Mkr 6]**

Выбор маркера, который вы хотите активировать.

**[More Mkrs>]**

Выбор дополнительных маркеров.

**[Mkr 7] ... [Mkr 8]**

Выбор маркера, который вы хотите активировать.

**[Normal Mkr]**

Задание для маркера нормального состояния.

**[Delta Mkr]**

Задайте маркер  $\Delta$ .

**[Max]**

Задание для маркера максимального значения.

**[Min]**

Задание для маркера минимального значения.

**[Off]**

Закрывание текущего маркера, открытого в окне измерений.

**[All Off]**

Закрывание всех маркеров, открытых в окне измерений.

**[Peak]**

Данное меню используется для реализации функции поиска пика маркера.

**[Peak]**

Помещение маркера в максимальную точку пика трассы и отображение частоты и амплитуды маркера в верхнем правом углу экрана. При нажатии данной кнопки не вносятся изменения в активированные функции.

**[Sub Peak]**

Перемещение активного маркера в следующую наивысшую точку, которая ассоциируется с текущим положением маркера на трассировке.

**[Right Peak]**

Нахождение следующего пика справа от текущего положения маркера.

**[Left Peak]**

Нахождение следующего пика слева от текущего положения маркера.

**[Tracking Off On]**

Вкл. или Выкл. функции отслеживания маркера.

**[Advance]**

Появится диалоговое окно с дополнительными функциями маркеров.

**[Calibrate]**

Войдите в меню, в котором отображена функция калибровки.

**[Cal Off On]**

Включение или выключение коррекции ошибок. Калибровка может быть включена только по завершении соответствующей калибровки.

**[Cal Kit]**

Выбор типа калибровочного комплекта для механической калибровки.

**[31123]**

Выбор калибровочного комплекта 2,4 мм типа 31123.

**[31121]**

Выбор калибровочного комплекта 3,5 мм типа 31121.

**[31101]**

Выбор коаксиального калибровочного комплекта 50 $\omega$  типа 31101 N.

**[M Cal]**

Выберите метод калибровки

**[OPEN]**

Выбор калибровочной меры «ХОЛОСТОЙ ХОД».

**[SHORT]**

Выбор калибровочной меры «КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ».

**[LOAD]**

Выбор калибровочной меры «НАГРУЗКА».

**[Cal Cont>]**

Выполнение остающихся этапов калибровки.

**[Measure]:**

**[Return Loss]**

Задайте в качестве формата измерения обратные потери

**[Cable Loss]**

Задайте потери в кабеле для измерения DTF, и данный параметр действителен, когда режим коррекции - ручной. После того как всплыла вкладка настройки, введите значение, которое предполагается задать, с помощью числовых клавиш, нажмите клавишу [OK], чтобы завершить задание параметра, либо отрегулируйте его пошаговой клавишей или поворотной ручкой.

**[VSWR]**

Задание в качестве формата измерения коэффициента стоячей волны по напряжению.

**[DTF Return Loss]**

Задайте в качестве формата измерения расстояние до места повреждения/неопределенности для обратных потерь.

**[DTF VSWR]**

Задайте в качестве формата измерения расстояние до места повреждения/неопределенности для коэффициента стоячей волны по напряжению.

**[Phase]**

Задание фазового формата измерения.

**[Smith>]**

Задание в качестве формата измерения круговой диаграммы импедансов.

**[Linear]**

Информация о маркере, отображаемая на круговой диаграмме импедансов, отображается линейным образом.

**[Log]**

Выберите режим отображения информации о маркере на круговой диаграмме импедансов в виде логарифма

**[Re/Im]**

Выберите режим отображения информации о маркере на круговой диаграмме импедансов в виде множественной пары.

**[R+JX]**

Информация о маркере, отображаемая на круговой диаграмме импедансов, отображается в виде импеданса.

**[G+JB]**

Информация о маркере, отображаемая на круговой диаграмме импедансов, отображается в виде проводимости.

**[Advance]**

Задайте параметры измерения, в том числе A1, B1, R1 и. т. д.

**Раздел 11. Технические характеристики**

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F после хранения должен выдерживаться в течение двух часов при температуре окружающей среды и после включения прогреваться в течение 15 минут. В режиме кабельного и антенного тестера имеются следующие технические характеристики.

- a) частотный диапазон:                    30 кГц ~ 18 ГГц (AT4957D)  
     30 кГц ~ 26,5 ГГц (AT4957E)  
     50 МГц ~ 40 ГГц (AT4957F);
- b) Уровень мощности: большой и малый;
- c) Выходная мощность порта (высокая мощность): -11 дБм ~ +1 дБм (AT4957D)  
     -12 дБм ~ +1 дБм (AT4957E)  
     -18 дБм ~ 0 дБм (AT4957F);
- d) Точки данных: 101,201,401,601,801, 1001, 1601,4001, 10001;
- e) Эффективная направленность:
- |            |        |                   |
|------------|--------|-------------------|
| AT4957D/E: | ≥40 дБ | 2 МГц ~ 500 МГц   |
|            | ≥36 дБ | 500 МГц ~ 9 ГГц   |
|            | ≥32 дБ | 9 ГГц ~ 18 ГГц    |
|            | ≥30 дБ | 18 ГГц ~ 26,5 ГГц |
| AT4957F:   | ≥35 дБ | 50 МГц ~ 500 МГц  |
|            | ≥32 дБ | 500 МГц ~ 18 ГГц  |
|            | ≥30 дБ | 18 ГГц ~ 26,5 ГГц |
|            | ≥28 дБ | 26,5 ГГц ~ 40 ГГц |
- f) Эффективное согласование с источником
- |            |        |                 |
|------------|--------|-----------------|
| AT4957D/E: | ≥37 дБ | 2 МГц ~ 500 МГц |
|            | ≥30 дБ | 500 МГц ~ 9 ГГц |

	≥28 дБ	9 ГГц ~ 18 ГГц
	≥25 дБ	18 ГГц ~ 26,5 ГГц
AT4957F:	≥30 дБ	50 МГц ~ 500 МГц
	≥25 дБ	500 МГц ~ 18 ГГц
	≥22 дБ	18 ГГц ~ 26,5 ГГц
	≥18 дБ	26,5 ГГц ~ 40 ГГц

## Раздел 12 Рекомендуемый метод тестирования

Режим кабельного и антенного тестера представляет собой функциональное расширение режима векторного анализатора цепей, и все аппаратное обеспечение использует аппаратную схему в модуле векторного анализа цепей. Индикаторы частотного диапазона, точности частоты и частотного разрешения точно такие же, что и в режиме векторного анализатора цепей. Индикаторы эффективной направленности, эффективного согласования с источником и прослеживания отражения такие же, как индикаторы порта 1 в режиме векторного анализатора цепей.

## Глава VII Режим мониторинга мощности (опция)

### Краткое введение

Режим мониторинга мощности (в дальнейшем именуемый "PM") представляет собой дополнительную опцию измерений для микроволнового анализатора AT4957D/E/F. Измеряемый частотный диапазон охватывает 100 кГц ~ 18 ГГц (AT4957D), 100 кГц ~ 26,5 ГГц (AT4957E), 100 кГц ~ 40 ГГц (AT4957F). Данный режим устраняет необходимость подключения внешнего датчика мощности и может легко измерять мощность непрерывного волнового сигнала при определенной полосе пропускания, и для полосы пропускания канала можно задать большую ширину, чтобы имитировать измерение прибором для измерения средней мощности.

### Раздел 1 Основные операции

В данном разделе кратко представлены функция измерения и метод измерения в режиме мониторинга мощности микроволнового анализатора AT4957D/E/F с тем, чтобы первоначальные пользователи могли иметь общее представление о процессе выполнения тестовых операций и выполнять основные измерения после прочтения данного раздела.

#### 1 Выбор режима

Подайте сигнал, который предполагается тестировать, к спектральному входному порту Анализатора посредством кабеля. После предварительного нагрева нажмите [Mode] → [Power Monitor], выберите режим мониторинга мощности и нажмите [OK], чтобы выполнить задание режима.

#### 2 Задание опорного уровня

Нажмите [Amplitude], и на правой стороне экрана отобразятся опции настройки, связанные с опорным уровнем, нажмите [Ref Level 0.00dBm] → [0] → [dBm], чтобы задать для опорного уровня значение 0 дБм.

#### 3 Задание информации о частоте

Нажмите [Freq] → [Center Freq] → [1] [GHz], чтобы задать для центральной частоты значение 1 ГГц, и нажмите [Freq] → [Sweep >] [1] [0] [MHz], чтобы задать для полосы обзора значение 10 МГц.

### Раздел 2 Настройка частоты

В данном разделе описан детализированный метод настройки информации о частоте в режиме мониторинга мощности микроволнового анализатора AT4957D/E/F, а также то, как открывать программное меню настройки частоты посредством кнопки [Freq] на передней панели.

#### 1 Установка частоты развертки

Существует два способа настройки частоты в режиме мониторинга мощности микроволнового анализатора AT4957D/E/F:

##### Установка начальной и конечной частот

- Нажмите [Freq] → [Start Freq];
- Введите значение начальной частоты числовыми клавишами, а также соответствующую единицу измерения частоты на сенсорном экране.
- Нажмите [Stop Freq];
- Введите значение конечной частоты числовыми клавишами, а также единицу измерения частоты на сенсорном экране.

##### Установка центральной частоты и полосы обзора

- Нажмите [Freq] → [Center Freq];
- Введите значение центральной частоты числовыми клавишами, а также единицу измерения частоты на сенсорном экране.
- Нажмите [Span];
- Введите значение полосы обзора числовыми клавишами, а также единицу измерения частоты на сенсорном экране.

## 2 Быстрая настройка полосы обзора

Задавайте полосу обзора быстро следующими этапами:

- a) Нажмите [Freq] → [Span];
- b) [Span]: используется для ввода текущей полосы обзора;
- c) [Full Span]: Задайте максимальный размах микроволнового анализатора AT4957D/E/F;
- d) [Zero Span]: Задайте полосу обзора равной нулю и находящейся в это время в центре центральной частоты; гетеродин развертки микроволнового анализатора при нулевом размахе фиксируется на определенной частоте, то есть гетеродин не развертывается (полоса обзора равна нулю), микроволновый анализатор в это время становится приемником с фиксированной настройкой, и полоса пропускания приемника представляет собой полосу пропускания разрешения;
- e) [Span Pre]: задайте для полосы обзора ранее заданное значение;
- f) В программном меню [Span] нажмите клавишу [↑] / [↓] или воспользуйтесь поворотной ручкой, чтобы сменить полосу обзора.

## 3 Задание шага перестройки частоты

Задавайте шаговую частоту следующими этапами:

- a) Нажмите [Freq] → [Step Freq Auto Man] ;
- b) Введите значение шага перестройки частоты с помощью числовых клавиш и выберите единицу измерения частоты, нажав соответствующую программную клавишу.

В автоматическом режиме значение шага перестройки частоты по умолчанию составляет 1 МГц. Значение шага может быть задано от 1 Гц до 5 ГГц. В ручном режиме, величину шага центральной частоты можно регулировать цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами или поворотной ручкой. В это время активируйте [Center Freq] и нажимайте пошаговую клавишу, центральная частота будет меняться в соответствии с заданной величиной шага. Данная особенность очень полезна для быстрой регулировки центральной частоты в соответствии с гармониками входного сигнала. Например: заметьте гармонику входного сигнала с частотой 300 МГц, задайте для параметра [Freq Step Auto Man] ручной режим и введите 300 МГц. Если центральная частота составляет 300 МГц, тогда нажмите пошаговую клавишу, чтобы увеличить центральную частоту до 600 МГц. Нажмите пошаговую клавишу снова, чтобы увеличить центральную частоту еще на 300 МГц и задайте для нее значение 900 МГц. Подчеркнутое состояние в меню [Freq Step Auto Man] указывает на то, находится ли настройка шага в автоматическом или ручном режиме. Если величина шага находится в ручном режиме, тогда нажмите программную клавишу, соответствующую меню программных клавиш [Step Auto man], шаг частоты вернется в автоматический режим, и значение шага вернется к значению по умолчанию 1 МГц.

## Раздел 3 Настройка амплитуды/масштаба

В данном разделе описаны детальные настройки амплитуды измерения в режиме мониторинга мощности микроволнового анализатора AT4957D/E/F, в том числе использование предварительного усилителя, выбор типа шкалы, и то, как использовать клавишу [Amplitude], чтобы открыть меню настройки амплитуды и шкалы.

### 1 Установка опорного уровня

- a) Нажмите [Amplitude] → [Ref Level];
- b) Наберите значение опорного уровня числовыми клавишами, а также соответствующую единицу измерения амплитуды на сенсорном экране, либо отрегулируйте опорный уровень пошаговой клавишей или поворотной ручкой.

### 2 Настройка диапазона измерения

#### Ручная настройка

Если пользователь хочет вручную настроить панель для отображения диапазона измерения мощности с учетом требований пользователя, тогда, пожалуйста, выполните следующие операции:

Настройка максимума:

- a) Нажмите [Amplitude] → [Max Scale],
- b) Введите максимальное значение числовыми клавишами.

- с) Также укажите единицу измерения амплитуды на сенсорном экране.

Настройка минимума

- а) Нажмите [Amplitude] → [Min Scale] ,  
 б) Введите минимальное значение числовыми клавишами.  
 с) Также укажите единицу измерения амплитуды на сенсорном экране.

### Auto Scale

Если пользователь хочет наблюдать за результатом измерения более интуитивно с помощью панели, тогда используйте функцию автоматической пропорциональности, которая распространяется вместе с режимом автоматической регулировки диапазона отображения мощности измерения в зависимости от величины измеряемой мощности, пожалуйста, выполните следующие операции:

- а) Нажмите [Amplitude] → [Auto Scale]

### 3 Утановка функции относительного измерения

Функция относительного измерения отражает изменение мощности, которая задана для опорного сигнала. Показание изменения значения мощности выражается в дБ и %. Если переключатель относительного измерения будет включен, что микроволновый анализатор будет измерять и сохранять текущий уровень мощности. В то же самое время при измерении мощности будет отображаться уровень мощности относительно сохраненного значения. Выполните следующие операции:

- а) Нажмите [Amplitude] → [Relative Off On], переключитесь на [Relative Off On] программной клавишей,

Включите функцию относительного измерения, и показание мощности выражается в виде 0 дБ и 100%. Например: измерьте сигнал мощностью 5 дБм. Если функция относительной мощности включена, тогда мощность сигнала снижается до 2 дБм. В то же самое время, показание мощности отображается в виде -3 дБ и 50%.

### 4 Установка функции смещения

Если измеряемая мощность тестируемого устройства больше максимального значения мощности, которое может быть измерено прибором, тогда можно подключить аттенюатор для снижения измеряемой мощности до пределов нормального диапазона измерения. Функция смещения мощности может задать значение смещения, чтобы сместить значение ослабления или потери в кабеле для добавленного аттенюатора или соединительного кабеля. Также можно задать смещение мощности для увеличения усиления усилителя. Положительное значение компенсирует потери, а отрицательное значение компенсирует усиление. Настройки функции следующие:

- а) Нажмите [Amplitude] → [Offset Off On], чтобы переключиться на [Offset Off On] и открыть функцию смещения мощности.

### 5 Настройка предусилителя

Для повышения точности измерения сигналов малого уровня в микроволновом анализаторе AT4957D/E/F предусмотрен предварительный усилитель, работающий в полной полосе частот, который может обеспечить фиксированное усиления 20 дБ. Предварительный усилитель можно включать и выключать следующим образом:

- а) Нажмите [Amplitude] → [Pre Amp Off On] чтобы включить или выключить предварительный усилитель.

## Раздел 4 Настройки полосы пропускания

В данном разделе описаны детальные настройки полосы пропускания измерения в режиме мониторинга мощности микроволнового анализатора AT4957D/E/F.

### 1 Настройка функции усреднения

Функция усреднения обычно используется для измерения сигналов низкой мощности или сигналов, близких по мощности к шуму, она может сглаживать трассы для уменьшения влияния случайного шума на измерение, повышать точность измерения, но одновременно снижать скорость измерения. Количество усреднений определяет число раз считывания среднего значения. Чем выше число усреднений, тем сильнее подавляется шум. Количество усреднений отображается в верхнем левом углу области отображения данных измерений. Диапазон количества усреднений составляет 1~1000, установка количества усреднений не влияет на точность калибровки. Этапы для настроек функции

усреднения следующие:

- Нажмите [BW] → [Average Off On], переключитесь на [Avg Off], включите функцию усреднения, количество усреднений составляет 16 раз по умолчанию.
- Пользователь также может настроить количество усреднений, которое он/она хочет задать, с помощью цифровой клавиши, и нажать [OK] для выполнения.

## Раздел 5 Описание меню

В данном разделе представлены структура меню и детали меню в режиме мониторинга мощности микроволнового анализатора AT4957D/E/F.

### 1 Структура меню

Режим мониторинга мощности включает главным образом четыре группы меню: Частота, Амплитуда, Полоса пропускания и Файл. Файл относится к управлению файлами основной операции для оборудования. Структура меню следующая:

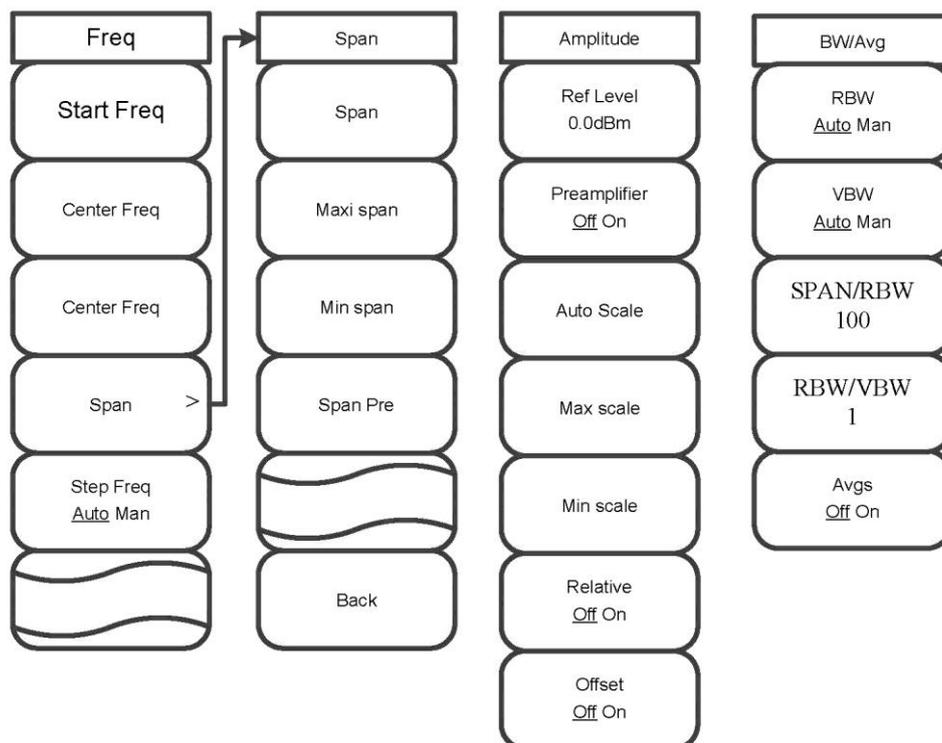


Рисунок 7-1 Структуры меню частоты, амплитуды и полосы пропускания

### 2 Описание меню

[Freq]

Всплывает меню, связанное с частотой, в том числе [Center Freq], [Span], [Start Freq], [Stop Freq], [Step Auto Man].

#### [Center Freq]

Активируйте центральную частоту и установите ее в режим центральной частоты/полосы обзора. Центральную частоту можно регулировать цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами или поворотной ручкой. Пошаговые клавиши и поворотная ручка будут меняться в соответствии с шагом перестройки частотой. Если задаваемая центральная частота не соответствует текущей полосе обзора, тогда полоса обзора будет автоматически доведена до наиболее подходящего значения, соответствующего центральной частоте.

#### [Span]

Активируйте функцию полосы обзора и установите ее в режим центральной частоты/полоса обзора. Нажмите [Span], чтобы одновременно вывести [Span], [Max Span], [Min Span] и [Last Span]. Полосу обзора можно регулировать цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами или поворотной ручкой, и пошаговые клавиши и поворотная ручка меняются с шагом 1, 2 и 5.

**[Max Span]**

Установите режим центральной частоты/полосы обзора и задайте для полосы обзора максимальное значение 100 МГц.

**[Min span]**

Задайте для полосы обзора минимальное значение 1 кГц.

**[Span Pre]**

Задайте ранее выбранное значение полосы обзора.

**[Start Freq]**

Активируйте начальную частоту и установите ее в режим начальной частоты/конечной частоты. Начальную частоту можно регулировать цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами или поворотной ручкой, и пошаговые клавиши и поворотная ручка меняются в зависимости от шаговой частоты. Если задаваемая начальная частота превышает конечную частоту, то начальная частота задается автоматически, и ее значение равно конечной частоте - 1 кГц.

**[Stop Freq]**

Активируйте конечную частоту и установите ее в режим начальной частоты/конечной частоты. Конечную частоту можно регулировать цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами или поворотной ручкой, и пошаговые клавиши и поворотная ручка меняются в зависимости от шаговой частоты. Если задаваемая конечная частота составляет меньше начальной частоты, то частота задается автоматически, и ее значение равно начальной частоте +1 кГц.

**[Step Freq Auto Man]**

Регулировка шага перестройки частоты. Когда данная функция представляет собой автоматический режим, и центральная частота активирована, нажмите пошаговую клавишу один раз, центральная частота сменится на одно значение шага частоты, и значение шага частоты по умолчанию составляет 1 МГц. В ручном режиме шаговую частоту можно регулировать цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами или поворотной ручкой. В это время снова активируйте [Center Freq], нажимайте пошаговую клавишу, и центральная частота будет меняться с заданной величиной шага.

**[Amplitude]**

Выводится меню, связанное с функцией амплитуды, в том числе [Ref Level], [Auto Scale], [Max], [Min], [Relative Off On], [Offset], [Preamplifier Off On].

**[Ref Level]**

Активируйте функцию задания опорного уровня, значение по умолчанию составляет 0 дБм. Опорный уровень можно регулировать цифровыми клавишами, пошаговыми клавишами или поворотной ручкой. Задайте амплитуду шага 1 дБм. Точность сигнала измерения в положении опорного уровня наилучшая. Внутренний входной аттенюатор связан с опорным уровнем и может быть отрегулирован автоматически во избежание сжатия входного сигнала.

**[Auto Scale]**

Данная настройка используется для отображения максимального и минимального значений панели так, чтобы она была наиболее подходящей для отображения текущей мощности. Максимальное значение отображается в виде текущего значения мощности +7 дБ, и минимальное значение отображается в виде текущего значения мощности -3 дБ.

**[Max]**

Она используется для регулировки максимального значения на дисплейной панели.

**[Min]**

Она используется для регулировки минимального значения на дисплейной панели.

**[Relative off on]**

При установке выключателя относительного измерения во включенное положение микроволновый анализатор измерит и сохранит текущий уровень мощности, при этом при измерении мощности уровень мощности будет отображаться относительно сохраненного значения. При включении относительного измерения единица измерения переключается с дБм на дБ или с Вт на %.

**[Offset off on]**

Вкл. или Выкл. функции смещения. Положительное значение компенсирует потери, а отрицательное значение компенсирует усиление.

**[Pre Amp Off On]**

Она используется для включения или выключения предварительного усилителя.

[BW]

Выводите меню для настройки полосы пропускания и усреднения, в том числе [RBW **Auto** Man], [VBW **Auto** Man], [SPAN/RBW 100], [RBW/VBW 100] и [Average Off On].

**[Ave Off On]**

Включайте/выключайте функцию усреднения, значения мощности непрерывно усредняются для получения средней величины множества значений мощности. При выключении усреднения отобразится "Average Off" на левой стороне экрана, а при включении отобразится "Average On". Количество усреднений задается от 1 до 1000.

## Раздел 6. Технические характеристики

Микроволновый анализатор AT4957D/E/F после хранения выдерживается в течение двух часов при температуре окружающей среды и после включения прогревается в течение 15 минут. В режиме мониторинга мощности имеются следующие технические характеристики.

- a) Частотный диапазон:                    100 кГц ~ 18 ГГц (AT4957D)  
    100 кГц ~ 26,5 ГГц (AT4957E)  
    100 кГц ~ 40 ГГц (AT4957F)
- b) Диапазон мощности:                    От -60 дБм до +20 дБм (AT4957D/E)  
От -50 дБм до +20 дБм (AT4957F)

## Глава VIII Режим векторного измерения напряжения (опция)

### Краткое введение

Режим векторного измерения напряжения AT4957D/E/F представляет собой удобный инструмент для согласования фаз радиочастотных кабелей, который используется главным образом для измерения электрической длины кабелей или других тестируемых комплектов. Данный режим может напрямую заменить собой векторный вольтметр и у него точно такой же гибкий и удобный рабочий интерфейс, что и у векторного вольтметра. Результаты измерения электрической длины одиночного порта отображаются в амплитудном или фазовом формате, однако, результаты измерения электрической длины двойного порта отображаются только в амплитудном формате.

Как показано на рисунке 8-1 (а), измерение электрической длины тестируемого устройства векторным вольтметром требует наличия направленного ответвителя и источника сигнала для передачи фиксированной несущей частоты.

На рисунке 8-1 (b), представленном ниже, источник сигнала и направленный ответвитель интегрированы в один прибор. Поэтому, тестируемое устройство можно подключить напрямую через радиочастотный выходной порт микроволнового анализатора AT4957D/E/F и протестировать напрямую без задействования каких-либо внешних устройств.

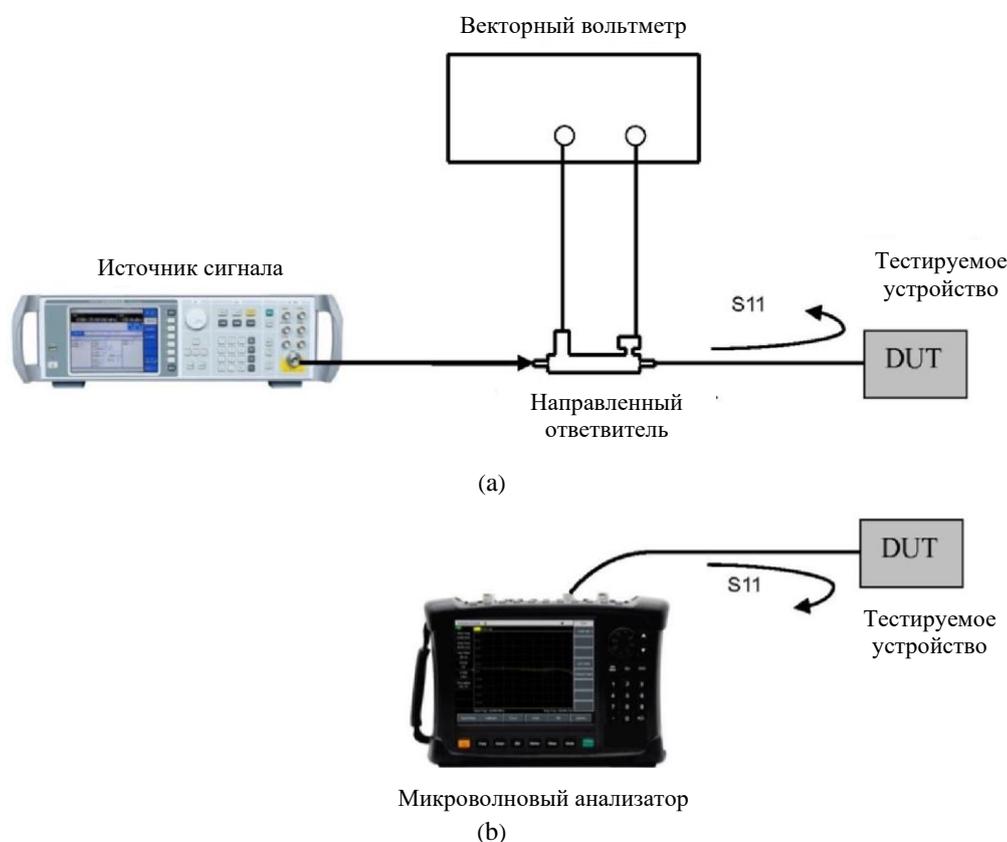


Рисунок 8-1 Сравнение структуры измерения векторного вольтметра и режима векторного измерения напряжения микроволнового анализатора AT4957 D/E/F

### Раздел 1 Основные операции

В данном разделе кратко представлены функция и метод измерения в режиме векторного измерения напряжения микроволнового анализатора AT4957D/E/F с тем, чтобы пользователи могли иметь общее представление о процессе выполнения тестовых операций и выполнять основные измерения после прочтения данного раздела.

#### 1 Выбор режима

После включения питания нажмите [Mode], выберите режим **Vector Voltmeter** и нажмите [OK], для выполнения.

## 2 Задание размаха частот

Перед выполнением векторного измерения напряжения задайте значение частоты сигнала той частоты, которую предполагается тестировать. Частотный диапазон микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме векторного измерения напряжения составляет 30 кГц ~ 18 ГГц (AT4957D), 30 кГц ~ 26,5 ГГц (AT4957E), 50 МГц ~ 40 ГГц (AT4957F). Частотный диапазон должен соблюдаться во время настройки, соответствующие операции кнопок следующие:

- a) Нажмите [Freq], введите значение частоты и выполните задание центральной частоты, нажав на соответствующую единицу измерения частоты на сенсорном экране.

## 3 Задание измерительного порта

Для выполнения измерения коэффициента отражения в порте 1 сохраняйте настройки прибора по умолчанию.

Для измерения коэффициента отражения в порте 2, пожалуйста, выполните следующие операции:

- a) Нажмите [Measure] → [Meas Port 1 2], переключите [Meas Port 1 2] и смените тип измерения по умолчанию с порта 1 на порт 2.

Для измерения коэффициента передачи, когда портом источника возбуждения является порт 1 или порт 2, пожалуйста, используйте этот же метод переключения.

## 4 Калибровка

Перед выполнением векторного измерения напряжения необходимо после завершения установки частоты и других настроек измерения выполнить калибровку для устранения систематической ошибки микроволнового анализатора, чтобы обеспечить действительность и правильность результатов измерений.

### Коррекция ошибок отражения одного порта

Может быть выполнена однопортовая коррекция при измерении S11 или S22 микроволнового анализатора. Два процесса являются по сути одинаковыми, разница заключается лишь в выбранных параметрах и портах.

- a) В режиме векторного измерения напряжения выберите тип измерения, которое вы хотите выполнить:

Для измерения отражения в порте 1 (в прямом направлении, S11) сохраняйте настройки прибора по умолчанию.

Если пользователь хочет выполнить измерение отражения в порте 2 (обратный, S22), нажмите [Measure] → [Meas Port 1 2], переключитесь на [Meas Port 1 2], переключите порт 1 на порт 2 и параметры измерения автоматически переключатся с S11 на S22.

- b) Задайте другие параметры для измерения: центральная частота, тип измерения - измерение отражения по умолчанию и т. д.
- c) Откройте меню калибровки и нажмите [Calibrate]
- d) Нажмите [Calibrate] → [Cal Kit], чтобы посмотреть, согласуется ли калибровочный комплект с комплектом, указанным под текущей программной клавишей. Если нет, тогда нажмите соответствующую программную клавишу, чтобы выбрать подходящую модель калибровочного комплекта. Нажмите [Back], чтобы вернуться к строке меню [Calibrate], нажмите [M Cal >] и выберите тип, который предполагается корректировать.

Если пользователь хочет выполнить измерение отражения в порте 1, тогда нажмите [S11 One Port].

Если пользователь хочет выполнить измерение отражения в порте 2, тогда нажмите [S22 One Port].

- e) При выборе порта 1 система автоматически выдаст пользователю подсказку о необходимости подключения калибровочной меры «Холостой Ход» (XX) OPEN к порту 1, а затем нажмите соответствующую кнопку меню, чтобы начать измерение! В это время подключите калибровочную меру OPEN к порту, который предполагается использовать в качестве тестового порта (P1 для S11 и P2 для S22).



### ПРИМЕЧАНИЕ:

**Все адаптеры и кабели, которые предполагается использовать для измерения устройства, должны быть подготовлены для подключения калибровочной меры к месту для измерения.**

- f) После того, как кривая на дисплее стабилизируется, чтобы измерить калибровочную меру, нажмите [OPEN] и анализатор отобразит "Cal std measuring" во время измерения калибровочной меры. После завершения измерения и вычисления коэффициента ошибки символ подчеркивания в меню укажет на то, что мера протестирована полностью, например, [OPEN], после чего анализатор отобразит подсказку "Connect SHORT in P1, then press corresp. menu button to start!".
- g) Отключите меру OPEN и подключите меру «Короткое замыкание» (КЗ) SHORT к тестовому порту.
- h) Когда отображаемая кривая на дисплее стабилизируется, чтобы измерить калибровочную меру, нажмите [SHORT], микроволновый анализатор отобразит "Cal std measuring" во время измерения калибровочной меры. После завершения измерения и вычисления коэффициента ошибки символ подчеркивания в меню укажет на то, что мера протестирована полностью, например, [SHORT], после чего анализатор отобразит подсказку "Connect LOAD in P1, then press corresp. menu button to start!".
- i) Отключите калибровочную меру SHORT и подключите калибровочную меру «Нагрузка» LOAD к тестовому порту.
- j) Когда отображаемая кривая на дисплее стабилизируется, чтобы измерить калибровочную меру, нажмите [LOAD], и анализатор отобразит "Cal std measuring" во время измерения калибровочной меры. После завершения измерения и вычисления коэффициента ошибки символ подчеркивания в меню укажет на то, что мера протестирована полностью, например, [LOAD].
- к) После этого, в главном меню калибровки символ подчеркивания укажет на то, что калибровка порта выполнена полностью, например, [Calibrate Off On], указывая на то, что коррекция активирована.

Это завершает калибровку одиночного порта для измерения отражения. Теперь тестируемое устройство может быть подключено и измерено.



**ПРИМЕЧАНИЕ:** Калибровочные меры OPEN (XX), SHORT (КЗ) и LOAD (Нагрузка) можно измерить в любой последовательности, вне зависимости от того, что упомянуто в настоящем документе.

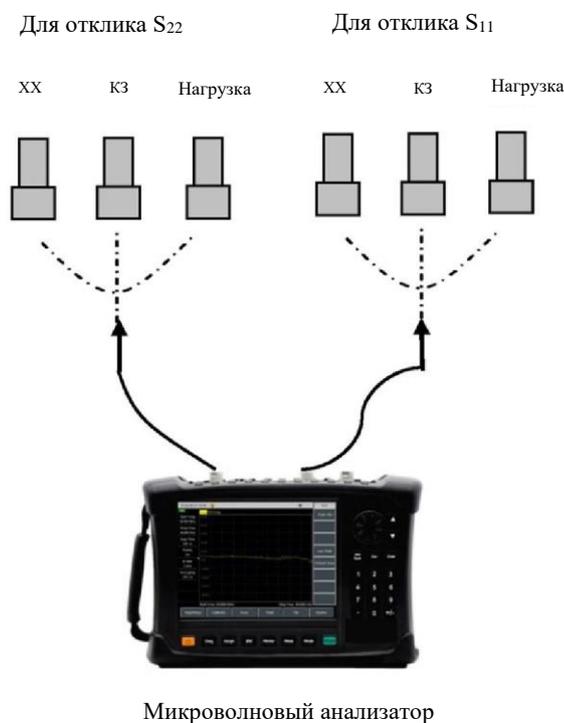


Рисунок 8-2 Подключение комплекта калибровочных мер для коррекции ошибок отражения одного порта

**Полная коррекция ошибок 2-х портов**

Устраните ошибку направленности во время измерения в прямом и обратном направлениях.

Устраните ошибку согласования с источником во время измерения в прямом и обратном направлениях.

- Устраните ошибку согласования с нагрузкой во время измерения в прямом и обратном направлениях.
- Устраните ошибку изоляции во время измерения в прямом и обратном направлениях.
- Устраните частотный отклик при измерении в прямом и обратном направлениях.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

**Это - процесс точной коррекции ошибок. Микроволновый анализатор обновляет трассу измерений один раз с помощью прямой и обратной развертки, что занимает больше времени по сравнению с другим процессом коррекции.**

- a) Задайте параметры для измерения устройства: частоту, режим измерения, измерительный порт, формат измерения, переключатель относительного измерения и т. д. Начальная частота, конечная частота, выходная мощность, количество точек развертки или полоса пропускания.
- b) Откройте меню калибровки, нажав на вкладку [Calibrate].
- c) Нажмите [Calibrate], чтобы посмотреть, совпадает ли наименование калибровочного комплекта, которым вы будете производить калибровку с комплектом, указанным во вкладке Cal Kit. Если нет, тогда нажмите на вкладку Cal Kit, чтобы выбрать подходящую модель калибровочного комплекта.
- d) Вернитесь в меню калибровки, нажмите [M Cal], выберите тип калибровки, который предполагается выполнить, нажмите [Full Ports], система выдаст подсказку: "press [Reflect] to start the corresponding measurement!", нажмите [Reflect], чтобы начать соответствующее измерение.
- e) Для запуска процедуры коррекции отражения нажмите [Reflect]. Появится подсказка "Connect OPEN in P1, then press corresp. menu button to start!". Подключите калибровочную меру OPEN к тестовому порту 1 в соответствии с диаграммой, и после того, как кривая на дисплее стабилизируется, чтобы измерить калибровочную меру, нажмите [P1 OPEN] и анализатор отобразит "Cal std measuring" во время измерения калибровочной меры. После завершения измерения и вычисления коэффициента ошибки символ подчеркивания в меню укажет на то, что мера протестирована полностью, например, [P1 OPEN], после чего анализатор отобразит подсказку "Connect SHORT in P1, then press corresp. menu button to start!".
- f) Отключите меру OPEN и подключите меру «Короткое замыкание» (SHORT) к тестовому порту 1. После того, как кривая на дисплее стабилизируется, чтобы измерить калибровочную меру, нажмите [P1 SHORT] и анализатор отобразит "Cal std measuring" во время измерения калибровочной меры. После завершения измерения и вычисления коэффициента ошибки символ подчеркивания в меню укажет на то, что мера протестирована полностью, например, [P1 SHORT], после чего анализатор отобразит подсказку "Connect LOAD in P1, then press corresp. menu button to start!".
- g) Отключите меру короткого замыкания, подключите калибровочную меру «Нагрузка» (LOAD) к тестовому порту 1. После того, как кривая на дисплее стабилизируется, чтобы измерить калибровочную меру, нажмите [P1 LOAD] и анализатор отобразит "Cal std measuring" во время измерения калибровочной меры. После завершения измерения и вычисления коэффициента ошибки символ подчеркивания в меню укажет на то, что мера протестирована полностью, например, [P1 LOAD], после чего анализатор отобразит подсказку "Connect P2 OPEN in P2, then press corresp. menu button to start!".
- h) Отключите нагрузку от P1, последовательно подключите меры OPEN, SHORT и LOAD к порту P2 аналогично, как при подключении к порту P1, выполнив коррекцию отражения при измерении S22.
- i) После завершения всех калибровок отражения для Порта 1 и Порта 2 можно выполнять измерения, система автоматически вычислит коэффициент отражения.
- j) Вернитесь к предыдущему меню, выполните калибровку измерения коэффициента передачи, нажмите [Translate]. Отобразится сообщение "connect Thru cable between P1 and P2, then press corresp. menu button to start!". Соедините тестовый порт 1 и тестовый порт 2 кабелем, и нажмите [Auto Meas], чтобы выполнить автоматически калибровку коэффициентов передачи всех четырех элементов подряд, либо последовательно нажмите [Pos Match], [Pos Trans], [Rev Match] и [Rev Trans], чтобы выполнить каждую калибровку одну за другой.

- к) Вернитесь в предыдущее меню, и выполните калибровку изоляции и нажав [Isolation].
- л) Для измерения изоляции нажмите [Iso], чтобы отобразить подсказку “Connect Thru cable between P1 and P2, then press corresp. menu button to start!”. Соедините кабелем тестовые порты 1 и 2, нажмите [Auto Meas], чтобы выполнить калибровку изоляции двух элементов автоматически, либо нажмите [Pos Iso] и [Rev Iso], чтобы выполнить калибровку каждой изоляции независимо. Либо напрямую нажмите [Ignore Iso], чтобы проигнорировать калибровку изоляции.
- м) После этого, в главном меню калибровки символ подчеркивания укажет на то, что калибровка портов выполнена полностью, например, [Calibrate Off On], указывая на то, что коррекция активирована. Выполните подключение тестируемого устройства для выполнения измерений.

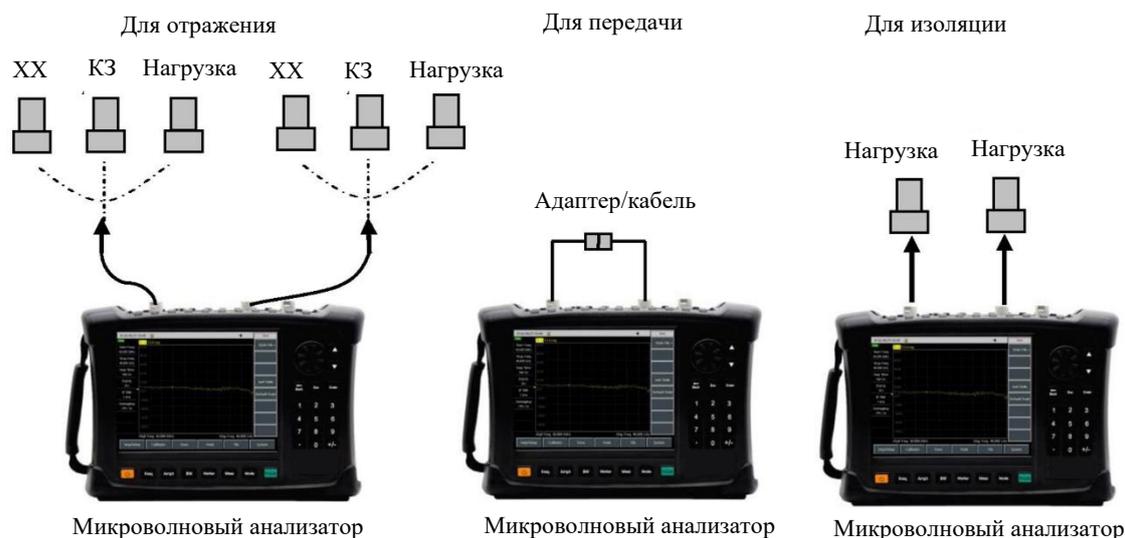


Рисунок 8-3 Подключение калибровочных мер для полной коррекции ошибок 2-х портов

## 5 Выбор формата измерения

В режиме векторного измерения напряжения микроволнового анализатора выполняется измерение амплитуды, фазы, коэффициента стоячей волны и импеданса тестируемого устройства.

- а) Нажмите [Measure] → [Format];
- б) Выберите различные параметры измерения с помощью программной клавиши меню, и значением по умолчанию является формат дБ.

[dB], выберите параметр измерения, например, амплитуду и отобразите его в виде информации о значении амплитуды и значении фазы; [VSWR], выберите параметр измерения, например, коэффициент стоячей волны; [Re/Im], выберите тестовый параметр, например, импеданс и отобразите информацию о значении реальной части и значении мнимой части.

## 6 Установка типа измерения

Для измерения одного порта сохраняйте настройки прибора по умолчанию.

Для измерения двух портов, пожалуйста, выполните следующие операции:

- а) Нажмите [Measure] → [Meas Type Rf/Tr] переключитесь на [Meas Type Rf/Tr], и смените измерение по умолчанию с измерения отражения на измерение передачи.

## 7 Установка выходной мощности

Данная настройка используется для настройки выходной мощности источника микроволнового анализатора, в том числе высокой мощности, низкой мощности и мощности, вводимой вручную. Фактическая выходная мощность варьирует в зависимости от модели микроволнового анализатора. Этапы настройки выходной функции следующие:

- а) Нажмите [Amplitude] и выберите [High] или [Low] на сенсорном экране, чтобы выбрать требуемую мощность.

Для повышения точности выходной мощности выполните представленные ниже этапы, чтобы задать

ее вручную:

- b) Нажмите [Man -18dBm], чтобы выбрать ввод мощности вручную;
- c) Используйте числовые клавиши, чтобы ввести число и выберите единицу измерения на сенсорном экране, чтобы выполнить ввод или отрегулируйте мощность вручную, поворачивая колесо или нажимая [↑] [↓].

## Раздел 2 Описание меню

В данном разделе представлены структура меню и детали меню микроволнового анализатора AT4957D/E/F в режиме векторного измерения напряжения.

### 1 Структура меню

В режиме векторного измерения напряжения имеются главным образом четыре группы меню: "Measurement", "Calibration", "File" и "Amplitude". Меню "Frequency" можно ввести напрямую аппаратной клавишей ввода частоты, меню "Calibration" может относиться к режиму векторного анализа цепей, при этом меню "File" относится к управлению файлами, в которых представлена основная работа оборудования. Структуры меню "Measure" и "Amplitude" выглядят следующим образом:

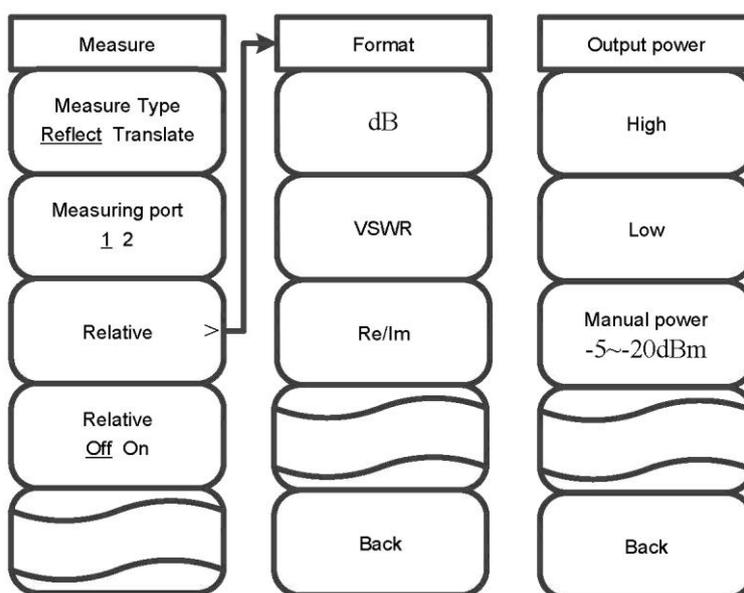


Рисунок 8-4 Структура меню измерения и амплитуды

### 2 Описание меню

[Freq]

Активация центральной частоты Центральную частоту можно регулировать с помощью числовых клавиш, пошаговых клавиш или поворотной ручки.

[Measure]:

**[Meas Type Rf Tr]**

Задание типа измерения.

**[Meas Port 1 2]**

Задание измерительного порта.

**[Meas Format]**

Выбор формата измерения

**[dB]**

Выбор формата измерения в дБ.

**[VSWR]**

Выбор формата измерения в виде коэффициента стоячей волны по напряжению.

**[Re/Im]**

Выбор формата измерения в виде импеданса.

**[Relative On Off]**

Выбор состояния переключателя относительного измерения.

**[Amplitude]**

Данное меню используется для задания выходной мощности, оно подразделяется на высокую мощность, низкую мощность и задание мощности вручную.

**[High]**

Задание высокой выходной мощности.

**[Low]**

Задание низкой выходной мощности.

**[Man -18dBm]**

Задание выходной мощности вручную [Calibrate]

**[Cal Off On]**

Включение или выключение коррекции ошибок, и калибровка может быть включена только по завершении соответствующей калибровки.

**[Cal Kit]**

Выбор типа калибровочного комплекта для механической калибровки.

**[31123]**

Выбор калибровочного комплекта 2,4 мм типа 31123.

**[31121]**

Выбор калибровочного комплекта 3,5 мм типа 31121.

**[31101]**

Выбор коаксиального калибровочного комплекта 50Ω типа 31101 N.

**[M Cal>] ([M. Кал.>])**

Выбор режима калибровки.

**[Freq Resp.]**

Выбор калибровки частотного отклика.

**[OPEN S11 (S22)]**

Выбор стандарта калибровки «ХОЛОСТОЙ ХОД (XX)» S11 или S22.

**[SHORT S11 (S22)]**

Выбор стандарта калибровки «КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ (K3)» S11 или S22.

**[THRU S12 (S21)]**

Выбор стандарта калибровки «ПЕРЕМЫЧКА» S12 или S21.

**[OPEN]**

Выбор калибровочной меры «ХОЛОСТОЙ ХОД (XX)».

**[SHORT]**

Выбор калибровочной меры «КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ (K3)».

**[LOAD]**

Выбор калибровочной меры «НАГРУЗКА».

**[Resp. & Iso S12 (S21)]**

Выбор калибровки отклика и изоляции.

**[THRU]**

Выбор калибровочной меры «ПЕРЕМЫЧКА».

**[Iso]**

Выбор стандарта калибровки для изоляции.

**[One Port@S11]**

Выбор калибровки одного порта@S11.

**[One Port@S22]**

Выбор калибровки одного порта@S22.

**[Full 2 Ports]**

Выбор полной калибровки 2-х портов.

**[Reflect]**

Задание измерения отражения для полной калибровки 2-х портов.

**[P1 OPEN]**

Выбор стандарта калибровки «ХОЛОСТОЙ ХОД (XX)» для P1.

**[P1 SHORT]**

Выбор стандарта калибровки «КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ (K3)» для порта P1.

**[P1 LOAD]**

Выбор стандарта калибровки «НАГРУЗКА» для P1.

**[P2 OPEN]**

Выбор стандарта калибровки «ХОЛОСТОЙ ХОД (XX)» для P2.

**[P2 SHORT]**

Выбор стандарта калибровки «КОРОТКОЕ ЗАМЫКАНИЕ (K3)» для порта P2.

**[P2 LOAD]**

Выбор стандарта калибровки «НАГРУЗКА» для P2.

**[Tr]**

Задание измерения передачи для полной калибровки 2-х портов.

**[Auto Meas]**

Автоматическая калибровка передачи.

**[Pos Trans]**

Измерение позитивной передачи

**[Pos Match]**

Измерение позитивное согласование.

**[Rev Trans]**

Измерение обратной передачи.

**[Rev Match]**

Измерение обратного согласования.

**[Iso]**

Задание измерения изоляции для полной калибровки 2-х портов.

**[Auto Meas]**

Автоматическая калибровка изоляции.

**[Ignore Iso]**

Игнорирование элемента изоляции.

**[Pos Iso]**

Измерение позитивной изоляции.

**[Rev Iso]**

Измерение обратной изоляции.

**[Cal Cont>]**

Выполнение остающихся этапов калибровки.

## Глава IX Режим USB-измерителя мощности (опция)

### Краткое введение

В режиме USB-измерителя мощности (USB-PM) анализатора AT4957D/E/F используется интерфейс USB для подключения датчика мощности USB посредством кабеля USB для выполнения измерения мощности. Используя USB-датчик мощности серии 8723X, предоставленному компанией China Electronics Instrument and Meter Co., Ltd., анализатор в данном режиме может тестировать радиочастотный/микроволновый сигнал с частотой 40 ГГц и выполнять измерения истинной средней мощности в пределах динамического диапазона от -60 дБм до +20 дБм. Показание измерения отображается на дисплее интерфейса режима USB-измерителя мощности микроволнового анализатора AT4957D/E/F, блок-схема теста показана на рисунке 9-1, и по необходимости добавляется аттенуатор.

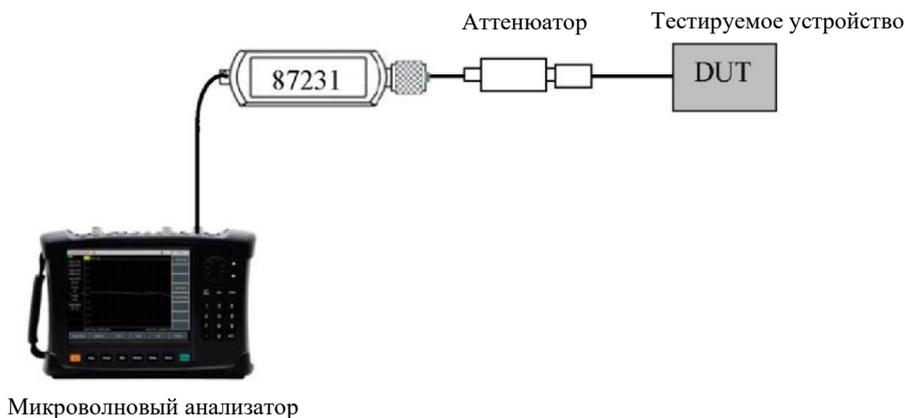


Рисунок 9-1 Структура измерения в режиме USB-измерителя мощности микроволнового анализатора AT4957D/E/F

### Раздел 1 Основные операции

В данном разделе кратко представлены режим USB-измерителя мощности, функции и методы измерения микроволнового анализатора AT4957D/E/F с тем, чтобы первоначальные пользователи могли иметь общее представление о процессе выполнения тестовых операций и выполнять основные измерения после прочтения данного раздела.



#### ПРИМЕЧАНИЕ:

**Во-первых, обратите внимание на значение максимальной мощности, указанный на идентификационной табличке USB-датчика мощности, чтобы убедиться в том, что измеряемая мощность не превышает указанного максимального значения во избежание повреждения датчика, вызванного избыточной мощностью!**

В качестве USB-датчика мощности для микроволнового анализатора AT4957D/E/F рекомендуется приобретать серию высокопроизводительных микроволновых датчиков мощности на основе интерфейса USB, разработанных компанией CLP Instrument and Meter Co., Ltd., предоставляющей датчики следующих типов, и эти датчики можно приобретать с учетом ваших требований к проведению тестов:

Таблица 9-1 USB-датчики мощности серии 8723X

Модель	Частотный диапазон	Диапазон измеряемой мощности	Тип входного соединительного разъема
87231	10 МГц ~ 18 ГГц	-60 дБм ~ +20 дБм	N(m)
87232	50 МГц ~ 26,5 ГГц	-60 дБм ~ +20 дБм	3,5 мм (m)
87233	50 МГц ~ 40 ГГц	-60 дБм ~ +20 дБм	2,4 мм(m)

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Если измеряемый уровень мощности больше, чем +20 дБм, тогда следует добавить аттенюатор между USB-датчиком мощности и тестируемым устройством. Значение смещения может быть задано функцией смещения, описанной позднее, чтобы сместить значение затухания аттенюатора!

**1 Выбор режима**

- a) После включения питания, нажмите [Mode]
- b) Выберите режим “USB Power Meter”
- c) Нажмите [OK] для подтверждения.

**2 Подключение датчика мощности**

- a) Подключите один конец USB-кабеля к датчику мощности серии 8723X.
- b) Подключите другой конец USB-кабеля к USB-порту микроволнового анализатора, потом загорится зеленый индикатор датчика мощности.
- c) Если пользователь хочет выключить питание, тогда, пожалуйста, отсоедините USB-кабель, чтобы выключить датчик мощности, а затем погаснет зеленый светодиодный индикатор.

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

**Датчик мощности серии 8723X поставляется вместе с USB-кабелем**

Пользователи могут использовать собственный кабель USB, однако, необходимо убедиться в том, что кабель отвечает международным стандартам безопасности.

**3 Подключение к сигналу, который предполагается тестировать**

- a) Подключите датчик мощности к тестируемому устройству, и подключите аттенюатор или усилитель между тестируемым устройством и датчиком мощности в случае необходимости для обеспечения того, чтобы мощность сигнала находилась в пределах диапазона мощности, идентифицированного датчиком.
- b) Если подключен аттенюатор или усилитель тогда можно задать функцию смещения, чтобы сместить значение ослабления или усиления, считав, таким образом, фактическое значение мощности.

Типовое тестовое подключение показано на рисунке 9-1 (в случае необходимости добавляется аттенюатор или усилитель)

**ПРИМЕЧАНИЕ:**

Обеспечьте, чтобы мощность входного не превышала максимального значения мощности, идентифицированного датчика, во избежание повреждения датчика, вызванного избыточной мощностью!

**4 Zero**

Для повышения точности измерения прибора необходимо осуществить установку нуля перед использованием USB-датчика мощности серии 8723X для измерения мощности малого сигнала. Установка нуля означает измерение и сохранение шума всего измерительного канала. В течение процесса измерения нужно вычесть нулевое значение из фактического измеряемого значения, то есть, когда вычтен шум канала, показание в это время представляет собой истинный уровень входного сигнала в канале. Ноль USB-датчика мощности согласуется с нулем общего датчика мощности. Ноль означает внутренний ноль датчика мощности USB, для внутреннего ноля добавляется переключатель на переднем конце измерительного канала, и пользователю не нужно отключать датчик от тестируемого устройства, а также тестировать, измерять и сохранять шум канала. В течение процесса внутреннего обнуления на датчик мощности постоянно подается радиочастотный сигнал, что снижает износ соединительного разъема датчика и сокращает время проведения теста следующим образом:

- a) Нажмите [Calibrate] → [Zero], затем микроволновый анализатор отправляет команду калибровки ноля в USB-датчик мощности и выполняет калибровку внутреннего нуля.

**5 Установка частоты**

Перед работой USB-измерителя мощности следует настроить значение частоты сигнала, который предполагается измерять, и датчик автоматически корректирует результат измерения в зависимости

от соответствующего коэффициента коррекции, сохраненного внутри устройства, повысив, таким образом, точность измерения. Соответствующие операции следующие:

- a) Нажмите [Freq].
- b) Введите значение частоты числовыми клавишами.
- c) Выполните установку центральной частоты в единицах измерения частоты.

## 6 Установка диапазона измерения мощности

Диапазон шкалы означает диапазон отображения амплитуды на циферблате, только определяет диапазон наблюдения в режиме циферблата и не влияет на фактическое значение и диапазон измерения. При установке диапазона шкалы результаты измерений находятся рядом с серединой диапазона шкалы для обеспечения удобства наблюдения.

В приборе предусмотрены три настройки шкалы: ручное задание, автоматическая шкала и полная шкала.

### Ручная установка

Определите диапазон шкалы, задав максимальное и минимальное значения шкалы, и операции выполняются следующим образом:

Max (Макс.)

- a) Нажмите [Amplitude] → [Max Scale].
- b) Введите максимальное значение числовыми клавишами.
- c) Выберите соответствующую единицу измерения мощности, чтобы выполнить ввод, на сенсорном экране

Min (Мин.)

- a) Нажмите [Amplitude] → [Min Scale].
- b) Введите минимальное значение числовыми клавишами.
- c) Выберите соответствующую единицу измерения мощности, чтобы выполнить ввод, на сенсорном экране

### Настройки авто шкала и полная шкала

Функция авто шкалы автоматически регулирует диапазон отображения мощности измерения в зависимости от измеряемого уровня мощности таким образом, чтобы результат измерения находился в середине диапазона шкалы. Соответствующие действия следующие:

- a) Нажмите [Amplitude] → [Auto Scale].

Функция задания полной шкалы может довести диапазон отображения измерения до максимального диапазона шкалы (-30 ~ 70 дБм), и соответствующая операция следующая:

- b) Нажмите [Amplitude] → [Full Scale].

## 7 Настройка функции относительного измерения

Функция относительного измерения отражает изменение мощности, которое было задано, в виде опорного сигнала. При включении функции относительного измерения прибор автоматически записывает текущее значение мощности, а затем отображает измеряемое значение мощности на фоне записанного значения, и изменение значения мощности выражается в дБ и %. Например, при включении функции относительного измерения мощность сигнала составляет 5 дБм. Если мощность сигнала снижается до 2 дБм, тогда показание прибора отображается в виде -3 дБ 50%. Соответствующая операция следующая:

- a) Нажмите [Amplitude] → [Relative Off On], чтобы переключиться на [Relative Off On],

Включите функцию относительного измерения, и показание мощности будет отображаться в виде 0 дБ и 100%. Например, при измерении сигнала мощностью 5 дБм, когда функция относительного измерения включена, мощность сигнала снижается до 2 дБм. В это время показание мощности отображается в виде -3 дБ и 50%.

## 8 Настройка функции смещения

Если выходная мощность тестируемого устройства больше максимального значения мощности, которое может быть измерено прибором, тогда можно подключить аттенюатор для снижения уровня

измеряемой мощности до пределов нормального диапазона измерения. Функция смещения мощности может задать значение смещения, чтобы сместить значение ослабления или кабельные потери для добавленного аттенюатора или соединительного кабеля.

Также можно задать смещение мощности для увеличения усиления усилителя. Положительное значение компенсирует потери, а отрицательное значение компенсирует усиление. Например, добавив аттенюатор на 10 дБ во избежание избыточной входной мощности, задайте значение смещения 10 дБ, тогда показание измерителя мощности микроволнового анализатора будет представлять собой фактическое показание. Если в измерительный порт добавляется усилитель с КУ 10 дБ, тогда значение смещения задается на уровне -10 дБ, и показание мощности микроволнового анализатора представляет собой фактическое показание. Настройки функции следующие:

- a) Нажмите [Amplitude] → [Offset Off On], переключитесь на [Offset Off On], чтобы включить функцию смещения мощности.
- b) Нажмите [Offset 0.00], введите значение смещения числовыми клавишами и нажмите [OK] для подтверждения.

## 9 Настройка функции усреднения

Функция усреднения обычно используется для измерения сигналов низкой мощности или сигналов, близких по мощности к шуму, она может сглаживать трассы для уменьшения влияния случайного шума на измерение, повышать точность измерения, но одновременно снижать скорость измерения. Количество усреднений определяет число раз считывания среднего значения. Чем выше среднее число, тем сильнее подавляется шум. Количество усреднений отображается в верхнем левом углу области отображения данных измерений. Диапазон задания количества усреднений составляет 1~1000. Количество усреднений не повлияет на точность калибровки. Этапы для настроек функции усреднения следующие:

- a) Нажмите [BW] → [Average Off On] , переключитесь на [Average Off On] , чтобы включить функцию усреднения, а затем отобразить вкладку настройки количества усреднений.
- b) Когда вкладка настройки количества усреднений включена, пользователь может воспользоваться числовыми клавишами для набора значения и нажать [OK] для подтверждения настройки.

Количество усреднений составляет 16 по умолчанию, диапазон настройки составляет 2 ~ 1000, и число усреднений отображается в левой информационной области.

## Раздел 2 Описание меню

К действующим функциональным аппаратным клавишам в режиме USB-измерителя мощности относятся: [Freq], [Amplitude], [BW/Aver]. К кнопкам главного меню относятся: Frequency, Amplitude, Average/Bandwidth, Zero, File, System. Меню "File" и "System" можно найти в Главе III.

### 1 Структура меню

В режиме USB-измерителя мощности имеются преимущественно четыре группы меню: "frequency", "amplitude", "bandwidth" и "zero", структура меню следующая:

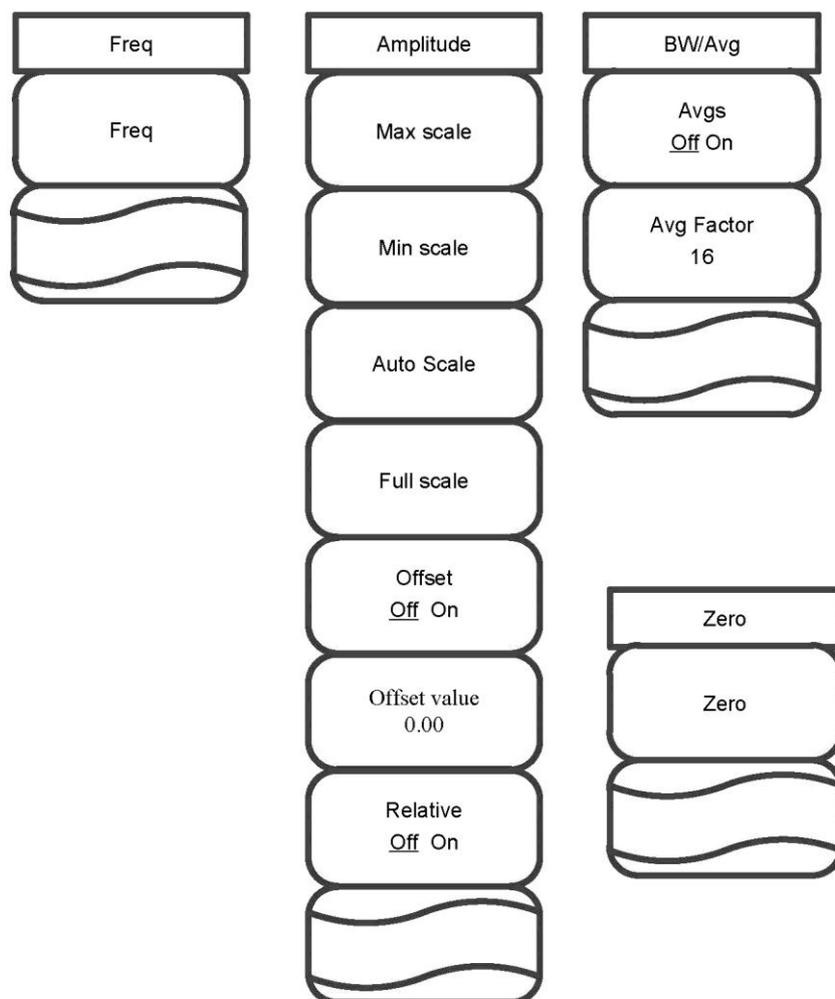


Рисунок 9-2 Структура меню частоты, амплитуды и полосы пропускания

## 2 Описание меню

[Freq]

Активация центральной частоты, регулировка центральной частоты числовыми клавишами, пошаговыми клавишами или поворотной ручкой.

[Amplitude]

**[Max Scale]**

Задание максимального значения, которое отображает диапазон измеряемой мощности.

**[Min Scale]**

Задание минимального значения, которое отражает диапазон измеряемой мощности.

**[Auto Scale]**

Прибор автоматически выбирает наиболее подходящий отображаемый диапазон измерения мощности в зависимости от входной мощности.

**[Full Scale]**

Задание максимального диапазона шкалы измерения прибора.

**[Relative off on]**

Выбор состояния переключателя относительного измерения.

**[Offset off on]**

Задание функции смещения мощности

**[Offset 0.00]**

Задание величины смещения мощности.

[BW]

**[Ave Off On]**

Задание переключателя усреднения

**[Avg Factor 16]**

Задание количества усреднения

**[Zero]**

Используется для запуска функции автоматического обнуления, данный процесс будет занимать примерно 4 секунды.

# **Часть II Технические инструкции**

## Глава X Принципы работы и ключевые технологии прибора

### Раздел 1 Общий принцип работы и блок-схема аппаратных функций

Микроволновый анализатор серии АТ4957D/E/F, многофункциональный многопараметровый тестовый прибор, оборудован многочисленными функциями, такими как анализатор спектра, векторный анализатор цепей, анализатор кабельных трактов и антенн, векторное измерение напряжения и мощности, измерение частоты и генерация сигнала и т. д. Кроме того, что касается общего плана аппаратной реализации, данный анализатор делает акцент на проектной концепции модульности и обобщения платформ, полностью использует существующую техническую базу и определяет блок-схему плана реализации окончательного проекта, как показано на рисунке 1, включая модуль источника сигнала возбуждения 20 ГГц и модуль источника гетеродина 20 ГГц, модуль разделения сигналов и преобразования частоты, модуль приемника спектра, модуль обработки промежуточной частоты, модуль центрального процессора и другой четырехчастотный супергетеродинный анализатор спектра развертки. Блок-схема всего прибора показана на рисунке 10-1.

Как источник сигнала возбуждения, так и источник сигнала гетеродина используют метод однофазовой автоподстройки частоты для генерирования микроволнового сигнала с частотой от 30 кГц до 20 ГГц. С одной стороны, многоканальный принимающий компонент отвечает за деление сигнала возбуждения с частотой в диапазоне 30 кГц ~ 20 ГГц на два тракта путем удвоения частоты, регулировки мощности и переключения мощности. Из них один тракт ведет к тестовому порту 1 через направленный соединитель порта 1, а другой тракт достигает порта 2 через соединитель порта 2; с другой стороны, многоканальный принимающий компонент отвечает за разделение сигнала гетеродина с частотой в диапазоне 30 кГц ~ 20 ГГц на 4 канала и их отправку в конец гетеродина 4-полосного миксера; частота тестового сигнала преобразуется в сигнал промежуточной частоты, который можно обработать прибором и затем вывести в цепь обработки промежуточной частоты для дальнейшей обработки.

Входной сигнал спектра поступает в компонент преобразования микроволновой частоты или на плату приемника спектра 26,5 ГГц для трех последовательных преобразований с понижением частоты до промежуточной частоты 33,75 МГц, а затем три сигнала промежуточной частоты усиливаются, сглаживаются и преобразуются методом аналогово-цифрового преобразования в цифровые сигналы на плате обработки промежуточной частоты. В ПЛИС выполняются цифровое преобразование с понижением частоты, фильтрация по промежуточной частоте, фильтрация видеосигнала, детектирование видеосигнала и другая обработка. Наконец, ПЛИС посылает результат обработки в главный центральный процессор и отображает его на экране.

### Раздел 2 Ключевые технологии

В отличие от предыдущих ручных приборов, прибор обладает большим количеством функций тестирования и более высокими техническими показателями, в нем используются многочисленные технологии, например, передовые микроэлектронные технологии, технологии обработки сигналов, компьютерные технологии и технологии тестирования, а также инновационная технология высокочастотных печатных плат и технология направленного разделения широкополосной миниатюризации, технология интеграции широкополосных микроволновых компонентов, многоканальная параллельная цифровая технология промежуточной частоты на базе ПЛИС, технология гибридных цифроаналоговых схем высокой плотности и другие ключевые технологии, обеспечивающие, таким образом, превосходные общие рабочие характеристики.

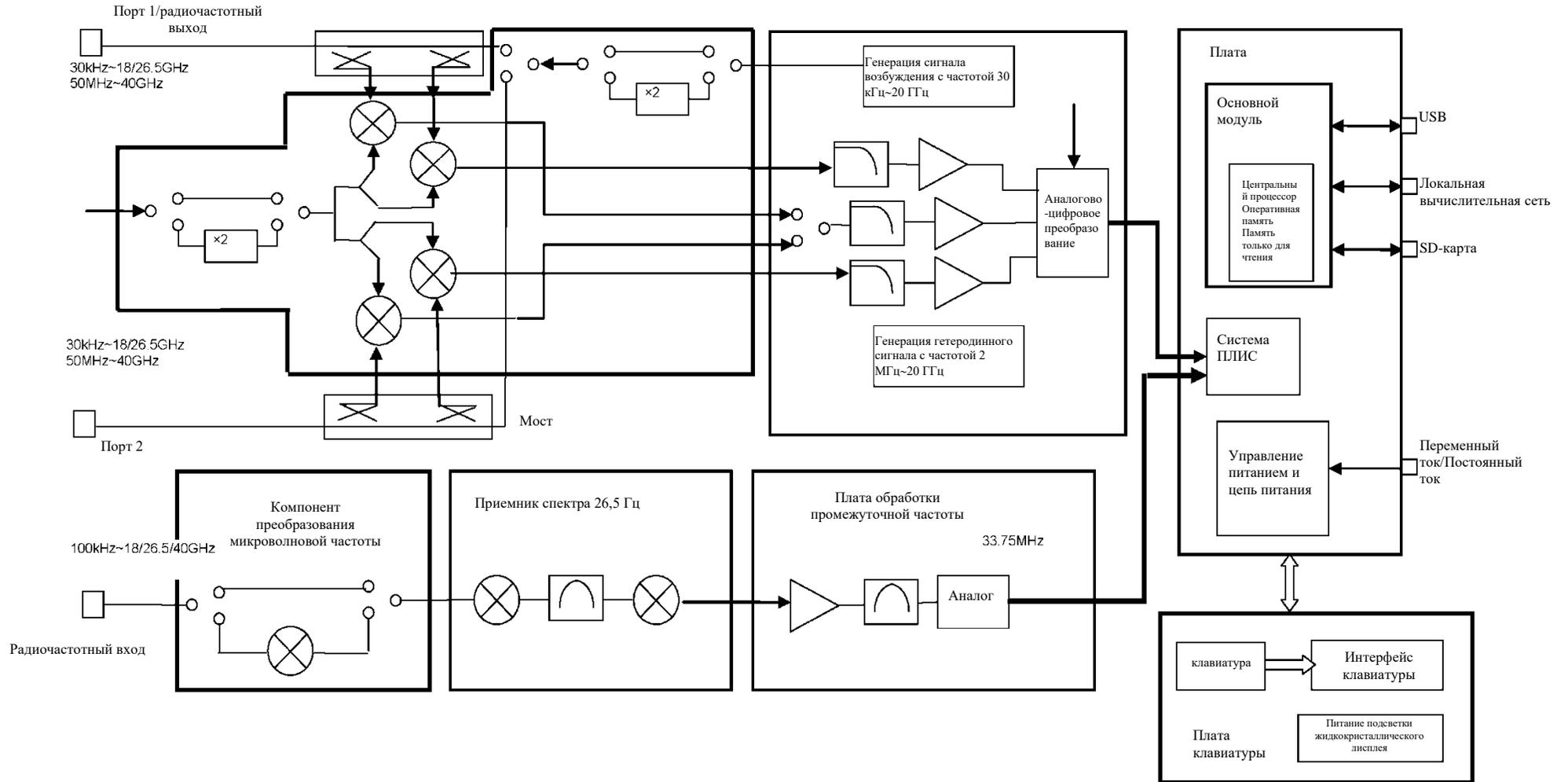


Рисунок 10-1 Блок-схема микроволнового анализатора AT4957D/E/F

---

# **Часть III Инструкции по техническому обслуживанию**

## Глава XI Техническое обслуживание микроволнового анализатора

В случае возникновения какого-либо отказа микроволнового анализатора, который трудно устранить, пожалуйста, свяжитесь с нами по телефону или факсу. Если подтвердится, что микроволновый анализатор должен быть возвращен для выполнения ремонта, тогда, пожалуйста, упакуйте его в оригинальные упаковочные материалы и футляр, выполнив следующие шаги:

- a) Составьте подробное описание неисправности микроволнового анализатора и вложите его в коробку вместе с микроволновым анализатором.
- b) Упакуйте анализатор в оригинальные упаковочные материалы с тем, чтобы свести к минимуму возможные повреждения.
- c) Поместите прокладки в четыре угла наружной упаковочной картонной коробки и положите прибор в наружную упаковочную картонную коробку.
- d) Заклейте щель в упаковочной картонной коробке клейкой лентой и укрепите упаковочную картонную коробку нейлоновой лентой.
- e) Нанесите надпись, такую как "Хрупкое! Не прикасаться! Обращаться осторожно!" и т. д.
- f) Пожалуйста, проверьте прецизионным прибором.
- g) Сохраните копию всех товаросопроводительных документов.



### ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ:

Поскольку внутри прибора нет деталей, регулируемых пользователем, пожалуйста, обратитесь за помощью к профессионалу, если прибор неисправен. Не вскрывайте корпус самостоятельно для предотвращения поражения электрическим током!



### ОПИСАНИЕ:

При использовании других материалов для упаковки микроволнового анализатора может произойти повреждение прибора. Никогда не используйте полистироловые шарики для упаковки прибора по двум причинам, а именно: они не могут обеспечить достаточную защиту прибора, и они могут попасть в вентилятор прибора под действием образовавшегося статического электричества, что приведет в результате к повреждению прибора.



### ОПИСАНИЕ:

Упаковочные материалы данного изделия изготовлены из материалов, которые не токсичны, безвредны, легко разлагаются и перерабатываются. В целях обеспечения безопасности хранения и транспортировки изделий упаковочные материалы следует свести к минимуму для уменьшения образования отходов упаковки.

Пожалуйста, сохраните оригинальные упаковочные материалы для транспортировки прибора при его возврате на завод-изготовитель для выполнения ремонта.

## Приложение 1 Бланк протокола тестирования микроволнового анализатора АТ4957D

Номер прибора: \_\_\_\_\_ Тестирующий персонал: \_\_\_\_\_

Дата теста: \_\_\_\_\_ Условия теста: \_\_\_\_\_

№	Пункт	Единица измерения	Стандартное требование	Результаты
1	Конструкция и структура	/	Конструкция: портативный	
		/	Цвет внешнего вида: черный основной корпус	
		/	Данный прибор отличается опрятным и красивым внешним видом, четким текстовым дисплеем на панели, гибкой работой клавиш и удобным и надежным подключением соединительных разъемов, а также отсутствием очевидных механических повреждений и пятен.	
2	Функция	/	Функция анализатора спектра	
		/	Функция векторного анализатора цепей	
3	Дополнительно	/	Анализатор кабеля и антенны	
		/	Векторный вольтметр	
		/	USB-измеритель мощности	
		/	Монитор мощности	
		/	Измеритель напряженности поля	
		/	Функция GPS	
Технические характеристики анализатора спектра				
4	Частотный диапазон	/	Нижний частотный предел	100 кГц ± 21 Гц
		/	Верхний частотный предел	18 ГГц ± 21 Гц
5	Точность считывания частоты	кГц	1,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 7,3
			1,0 ГГц (полоса пропускания 30 МГц):	± 631
			5,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 11,3
			5,0 ГГц (полоса пропускания 30 МГц):	± 635
			8,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 14,3
			8,0 ГГц (полоса пропускания 30 кГц):	± 638
			11,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 17,3
			11,0 ГГц (полоса пропускания 30 МГц):	± 641
			15,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 21,3
			15,0 ГГц (полоса пропускания 30 кГц):	± 645
6	Точность полосы обзора	/	100 кГц	± 2,0%
			1 МГц	± 2,0%
			10 МГц	± 2,0%
			100 МГц	± 2,0%
			1 ГГц	± 2,0%

Результаты теста микроволнового анализатора АТ4957D (Продолжение 1)

№	Пункт	Единица измерения	Стандартное требование		Результаты
7	Точность полосы пропускания тракта ПЧ (RBW)	/	5 МГц	±15,0%	
			3 МГц	±10,0%	
			1 МГц	±10,0%	
			300 кГц	±10,0%	
			100 кГц	±10,0%	
			30 кГц	±10,0%	
			10 кГц	±10,0%	
8	Фазовый шум (несущая частота 1 ГГц)	дБн/Гц	+ 30 кГц	≤ -102,0	
			- 30 кГц	≤ -102,0	
			+ 100 кГц	≤ -99,0	
			- 100 кГц	≤ -99,0	
			+ 1 МГц	≤ -110,0	
			- 1 МГц	≤ -110,0	
9	Отображаемый средний уровень шума (DANL)	дБн	Предварительный усилитель вкл	2 МГц ~ 4,5 ГГц	≤ -151,0
				4,5 ГГц ~ 7 ГГц	≤ -147,0
				7 ГГц ~ 13 ГГц	≤ -145,0
				13 ГГц ~ 18 ГГц	≤ -140,0
		дБн	Предварительный усилитель выкл	2 МГц ~ 4,5 ГГц	≤ -135,0
				4,5 ГГц ~ 7 ГГц	≤ -131,0
				7 ГГц ~ 13 ГГц	≤ -127,0
				13 ГГц ~ 18 ГГц	≤ -120,0
10	Искажение на второй гармонике	дБн	0,9 ГГц	≤ -60,0	
			6 ГГц	≤ -60,0	
11	Зеркальный, множественный и внеполосовой отклики	2 ГГц	дБн	Зеркальная частота 267,5 МГц	≤ -70,0
				Зеркальная частота 9267,5 МГц	≤ -70,0
		5 ГГц	дБн	Зеркальная частота 9732,5 МГц	≤ -80,0
				Зеркальная частота 24732,5 МГц	≤ -80,0
		7,6 ГГц	дБн	Зеркальная частота 5867,5 МГц	≤ -65,0
				Зеркальная частота 14867,5 МГц	≤ -65,0
12,4 ГГц	дБн	Зеркальная частота 10667,5 МГц	≤ -55,0		
		Зеркальная частота 19667,5 МГц	≤ -55,0		
12	Остаточный отклик (Предварительный усилитель Вкл)	дБн	10 МГц ~ 18 ГГц	≤ -80,0	

Результаты теста микроволнового анализатора АТ4957D (Продолжение 2)

№	Пункт	Единица измерения	Стандартное требование	Результаты		
13	Суммарная абсолютная точность измерения амплитуды (ослабление 10 дБ, уровень входного сигнала -10 дБм)	дБ	500 МГц	± 2,00		
			2,5 ГГц:	± 2,00		
			4,5 ГГц:	± 2,00		
			6,5 ГГц:	± 2,00		
			8,5 ГГц:	± 2,00		
			10,5 ГГц:	± 2,00		
			12,5 ГГц:	± 2,00		
			14,5 ГГц:	± 2,00		
			16,5 ГГц:	± 2,00		
17,5 ГГц:	± 2,00					
14	Максимально безопасный уровень мощности входного сигнала	/	+ 27 дБн (непрерывная волна, входной аттенюатор подключается автоматически)			
15	Полоса пропускания видеофильтра (VBW)	/	Диапазон полос пропускания: 1 Гц ~ 5 МГц (с кратностью 1-3)			
Рабочие характеристики в режиме векторного анализатора цепей						
16	Частотный диапазон и точность	/	30 кГц ~ 18 ГГц:			
			1 ГГц:	1 ГГц ± 1000 Гц		
17	Диапазон мощности	/	Большой, малый и ручная настройка			
18	Шаг мощности	дБ	1			
19	Выходная мощность порта	дБн	-11~+1			
20	Точность установки уровня мощности	дБ	100 МГц	± 2,5		
			1 ГГц	± 2,5		
			3 ГГц	± 2,5		
			5 ГГц	± 2,5		
			7 ГГц	± 2,5		
			9 ГГц	± 2,5		
			11 ГГц	± 2,5		
			13 ГГц	± 2,5		
			15 ГГц	± 2,5		
			17 ГГц	± 2,5		
18 ГГц	± 2,5					
21	Скорректированная направленность	дБ	≥ 40	2 МГц ~ 500 МГц	1 порт (S11)	
					2 порт (S22)	
			≥ 36	500 МГц ~ 9 ГГц	1 порт (S11)	
					2 порт (S22)	
			≥ 32	9 ГГц ~ 18 ГГц	1 порт (S11)	
					2 порт (S22)	

Результаты теста микроволнового анализатора АТ4957D (Продолжение 3)

№	Пункт		Единица измерения	Стандартное требование		Результаты
22	Скорректированное согласование с источником		дБ	≥ 37	2 ~ 500 МГц	1 порт (S11)
						2 порт (S22)
				≥ 30	500 МГц ~ 9 ГГц	1 порт (S11)
						2 порт (S22)
				≥ 28	9 ГГц ~ 18 ГГц	1 порт (S11)
						2 порт (S22)
23	Прослеживаемость отражения		дБ	± 0,10	2 ~ 500 МГц	1 порт (S11)
						2 порт (S22)
				± 0,13	500 МГц ~ 9 ГГц	1 порт (S11)
						2 порт (S22)
				± 0,14	9 ГГц ~ 18 ГГц	1 порт (S11)
						2 порт (S22)
24	Прослеживаемость передачи		дБ	± 0,25	2 ~ 500 МГц	1 порт (S12)
						2 порт (S21)
				± 0,29	500 МГц ~ 9 ГГц	1 порт (S12)
						2 порт (S21)
				± 0,33	9 ГГц ~ 18 ГГц	1 порт (S12)
						2 порт (S21)
25	Динамический диапазон		дБ	≥ 85,0	2 МГц ~ 18 ГГц	1 порт (S12)
						2 порт (S21)
26	Интерфейс	РЧ интерфейс	/	ВЧ входной интерфейс (соответствующий форме интерфейса, требуемой моделью изделия)		
		Интерфейс связи	/	Интерфейс USB: тип А, два		
			/	Интерфейс USB: тип мини, один		
			/	Интерфейс локальной вычислительной сети (LAN): тип RJ45		
		Опорная частота	/	Вход/выход опорного сигнала, BNC, охватывающего типа		
		Другой интерфейс	/	Интерфейс антенны GPS: BNC, охватывающего типа		
/	Интерфейс ввода внешнего триггерного сигнала: BNC, охватывающего типа					
27	Безопасность		/	Диэлектрическая прочность требует 1500 В переменного тока, 10 мА/мин.; отсутствия пробоя, отсутствия образования дуги.		
			/	Напряжение 242 В, ток утечки ≤ 3,5 мА, 1 мин.		
			/	Сопротивление изоляции между концом ввода питания и корпусом должно составлять не менее 100 мкОм при стандартных атмосферных условиях для проведения тестирования.		
			/	Сопротивление изоляции между концом ввода питания и корпусом должно составлять не менее 2 мкОм во влажной окружающей среде.		
Описание	1. "V" указывает на нормальное функционирование или соответствие требованиям; "X" указывает на то, что функционирование ненормальное или не соответствует требованиям; 2. "/" указывает на то, что такой объект тестирования в данном устройстве отсутствует.					
<b>Всесторонняя оценка: Удовлетворительно <input type="checkbox"/> Неудовлетворительно <input type="checkbox"/></b>						

## Приложение 2 Бланк протокола тестирования микроволнового анализатора АТ4957Е

Номер прибора: \_\_\_\_\_ Тестирующий персонал: \_\_\_\_\_

Дата теста: \_\_\_\_\_ Условия теста: \_\_\_\_\_

№	Пункт	Единица измерения	Стандартное требование	Результаты
1	Конструкция и структура	/	Конструкция: портативный	
		/	Цвет внешнего вида: черный основной корпус	
		/	Данный прибор отличается опрятным и красивым внешним видом, четким текстовым дисплеем на панели, гибкой работой клавиш и удобным и надежным подключением соединительных разъемов, а также отсутствием очевидных механических повреждений и пятен.	
2	Функция	/	Функция анализатора спектра	
		/	Функция векторного анализатора цепей	
3	Дополнительно	/	Анализатор кабеля и антенны	
		/	Векторный вольтметр	
		/	USB-измеритель мощности	
		/	Монитор мощности	
		/	Измеритель напряженности поля	
		/	Функция GPS	
Технические характеристики анализатора спектра				
4	Частотный диапазон	/	Нижний частотный предел	100 кГц ± 21 Гц
		/	Верхний частотный предел	26,5 ГГц ± 21 Гц
5	Точность считывания частоты	кГц	1,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 7,3
			1,0 ГГц (полоса пропускания 30 МГц):	± 631
			5,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 11,3
			5,0 ГГц (полоса пропускания 30 МГц):	± 635
			8,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 14,3
			8,0 ГГц (полоса пропускания 30 кГц):	± 638
			11,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 17,3
			11,0 ГГц (полоса пропускания 30 МГц):	± 641
			15,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 21,3
			15,0 ГГц (полоса пропускания 30 кГц):	± 645
			26,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 31,3
			26,0 ГГц (полоса пропускания 30 кГц):	± 655
6	Точность полосы обзора	/	100 кГц	± 2,0%
			1 МГц	± 2,0%
			10 МГц	± 2,0%
			100 МГц	± 2,0%
			1 ГГц	± 2,0%

Результаты теста микроволнового анализатора АТ4957Е (Продолжение 1)

№	Пункт	Единица измерения	Стандартное требование		Результаты	
7	Точность полосы пропускания тракта ПЧ (RBW)	/	5 МГц	±15,0%		
			3 МГц	±10,0%		
			1 МГц	±10,0%		
			300 кГц	±10,0%		
			100 кГц	±10,0%		
			30 кГц	±10,0%		
			10 кГц	±10,0%		
8	Фазовый шум (несущая частота 1 ГГц)	дБн/Гц	+ 30 кГц	≤ -102,0		
			- 30 кГц	≤ -102,0		
			+ 100 кГц	≤ -99,0		
			- 100 кГц	≤ -99,0		
			+ 1 МГц	≤ -110,0		
			- 1 МГц	≤ -110,0		
9	Отображаемый средний уровень шума (DANL)	дБн	Предварительный усилитель вкл	2 МГц ~ 4,5 ГГц	≤ -151,0	
				4,5 ГГц ~ 7 ГГц	≤ -147,0	
				7 ГГц ~ 13 ГГц	≤ -145,0	
				13 ГГц ~ 18 ГГц	≤ -140,0	
				18 ГГц ~ 26,5 ГГц	≤ -138,0	
		дБн	Предварительный усилитель выкл	2 МГц ~ 4,5 ГГц	≤ -135,0	
				4,5 ГГц ~ 7 ГГц	≤ -131,0	
				7 ГГц ~ 13 ГГц	≤ -127,0	
				13 ГГц ~ 18 ГГц	≤ -120,0	
				18 ГГц ~ 26,5 ГГц	≤ -116,0	
10	Искажение на второй гармонике	дБн	0,9 ГГц	≤ -60,0		
			6 ГГц	≤ -60,0		
11	Зеркальный, множественный и внеполосовой отклики	2 ГГц	дБн	Зеркальная частота 267,5 МГц	≤ -70,0	
				Зеркальная частота 9267,5 МГц	≤ -70,0	
		5 ГГц	дБн	Зеркальная частота 9732,5 МГц	≤ -80,0	
				Зеркальная частота 24732,5 МГц	≤ -80,0	
		7,6 ГГц	дБн	Зеркальная частота 5867,5 МГц	≤ -65,0	
				Зеркальная частота 14867,5 МГц	≤ -65,0	
		12,4 ГГц	дБн	Зеркальная частота 10667,5 МГц	≤ -55,0	
				Зеркальная частота 19667,5 МГц	≤ -55,0	
19,4 ГГц	дБн	Зеркальная частота 17667,5 МГц	≤ -65,0			
		Зеркальная частота 12132,5 МГц	≤ -65,0			
12	Остаточный отклик (Предварительный усилитель Вкл)	дБн	10 МГц ~ 26,5 ГГц	≤ -80,0		

Результаты теста микроволнового анализатора АТ4957Е (Продолжение 2)

№	Пункт	Ед. изм.	Стандартное требование	Результаты
13	Суммарная абсолютная точность измерения амплитуды (ослабление 10 дБ, уровень входного сигнала -10 дБм)	дБ	500 МГц: ± 2,00	
			2,5 ГГц: ± 2,00	
			4,5 ГГц: ± 2,00	
			6,5 ГГц: ± 2,00	
			8,5 ГГц: ± 2,00	
			10,5 ГГц: ± 2,00	
			12,5 ГГц: ± 2,00	
			14,5 ГГц: ± 2,00	
			16,5 ГГц: ± 2,00	
			18,5 ГГц: ± 2,30	
			20,5 ГГц: ± 2,30	
			22,5 ГГц: ± 2,30	
			24,5 ГГц: ± 2,30	
26,5 ГГц: ± 2,30				
14	Макс. безопасный уровень мощности входного сигнала	/	+ 27 дБн (непрерывная волна, входной аттенуатор подключается автоматически)	
15	Полоса пропускания видеофильтра (VBW)	/	Диапазон полос пропускания: 1 Гц ~ 5 МГц (с кратностью 1-3)	
Рабочие характеристики в режиме векторного анализатора цепей				
16	Частотный диапазон и точность	/	30 кГц ~ 26,5 ГГц:	
			1 ГГц: 1 ГГц ± 1000 Гц	
17	Диапазон мощности	/	Большой, малый и ручная настройка	
18	Шаг мощности	дБ	1	
19	Вых. мощность порта	дБн	-11~+1	
20	Точность установки уровня мощности	дБ	100 МГц ± 2,5	
			1 ГГц ± 2,5	
			3 ГГц ± 2,5	
			5 ГГц ± 2,5	
			7 ГГц ± 2,5	
			9 ГГц ± 2,5	
			11 ГГц ± 2,5	
			13 ГГц ± 2,5	
			15 ГГц ± 2,5	
			17 ГГц ± 2,5	
			19 ГГц ± 2,5	
			21 ГГц ± 2,5	
			23 ГГц ± 2,5	
25 ГГц ± 2,5				
26 ГГц ± 2,5				
21	Скорректированная направленность	дБ	≥ 40 2 МГц ~ 500 МГц	1 порт (S11)
				2 порт (S22)
			≥ 36 500 МГц ~ 9 ГГц	1 порт (S11)
				2 порт (S22)
			≥ 32 9 ГГц ~ 18 ГГц	1 порт (S11)
				2 порт (S22)
			≥ 30 18 ГГц ~ 26,5 ГГц	1 порт (S11)
				2 порт (S22)

Результаты теста микроволнового анализатора АТ4957Е (Продолжение 3)

№	Пункт		Единица измерения	Стандартное требование		Результаты
22	Скорректированное согласование с источником		дБ	≥ 37	2 ~ 500 МГц	1 порт (S11)
					2 порт (S22)	
				≥ 30	500 МГц ~ 9 ГГц	1 порт (S11)
					2 порт (S22)	
≥ 28	9 ~ 18 ГГц	1 порт (S11)				
	2 порт (S22)					
≥ 25	18 ~ 26,5 ГГц	1 порт (S11)				
	2 порт (S22)					
23	Прослеживаемость отражения		дБ	± 0,10	2 ~ 500 МГц	1 порт (S11)
					2 порт (S22)	
				± 0,13	500 МГц ~ 9 ГГц	1 порт (S11)
					2 порт (S22)	
± 0,14	9 ~ 18 ГГц	1 порт (S11)				
	2 порт (S22)					
± 0,21	18 ~ 26,5 ГГц	1 порт (S11)				
	2 порт (S22)					
24	Прослеживаемость передачи		дБ	± 0,25	2 ~ 500 МГц	1 порт (S12)
					2 порт (S21)	
				± 0,29	500 МГц ~ 9 ГГц	1 порт (S12)
					2 порт (S21)	
± 0,33	9 ~ 18 ГГц	1 порт (S12)				
	2 порт (S21)					
± 0,35	18 ~ 26,5 ГГц	1 порт (S12)				
	2 порт (S21)					
25	Динамический диапазон		дБ	≥ 85,0	2 МГц ~ 18 ГГц	1 порт (S12)
					2 порт (S21)	
≥ 80,0	18 МГц ~ 26,5 ГГц	1 порт (S12)				
	2 порт (S21)					
26	Интерфейс	РЧ интерфейс	/	ВЧ входной интерфейс (соответствующий форме интерфейса, требуемой моделью изделия)		
		Интерфейс связи	/	Интерфейс USB: тип А. два		
			/	Интерфейс USB: тип мини. один		
			/	Интерфейс локальной сети (LAN): тип RJ45		
		Опорная частота	/	Вход/выход опорного сигнала, BNC (розетка)		
Другой интерфейс	/	Интерфейс антенны GPS: BNC (розетка)				
	/	Интерфейс ввода внешнего триггерного сигнала: BNC (розетка)				
27	Безопасность		/	Диэлектрическая прочность требует 1500 В переменного тока, 10 мА/мин.; отсутствия пробоя, отсутствия образования дуги.		
				Напряжение 242 В. ток утечки ≤ 3.5 мА. 1 мин.		
				Сопротивление изоляции между концом ввода питания и корпусом должно составлять не менее 100 мкОм при стандартных атмосферных условиях для проведения		
				Сопротивление изоляции между концом ввода питания и корпусом должно составлять не менее 2 мкОм во влажной окружающей среде.		
Описание	3. "V" указывает на нормальное функционирование или соответствие требованиям; "X" указывает на то, что функционирование ненормальное или не соответствует требованиям; 4. "/" указывает на то, что такой объект тестирования в данном устройстве отсутствует.					
<b>Всесторонняя оценка: Удовлетворительно <input type="checkbox"/> Неудовлетворительно <input type="checkbox"/></b>						

### Приложение 3 Бланк протокола тестирования микроволнового анализатора AT4957F

Номер прибора: \_\_\_\_\_ Тестирующий персонал: \_\_\_\_\_

Дата теста: \_\_\_\_\_ Условия теста: \_\_\_\_\_

№	Пункт	Единица измерения	Стандартное требование	Результаты
1	Конструкция и структура	/	Конструкция: портативный	
		/	Цвет внешнего вида: черный основной корпус	
		/	Данный прибор отличается опрятным и красивым внешним видом, четким текстовым дисплеем на панели, гибкой работой клавиш и удобным и надежным подключением соединительных разъемов, а также отсутствием очевидных механических повреждений и пятен.	
2	Функция	/	Функция анализатора спектра	
		/	Функция векторного анализатора цепей	
3	Дополнительно	/	Анализатор кабеля и антенны	
		/	Векторный вольтметр	
		/	USB-измеритель мощности	
		/	Монитор мощности	
		/	Измеритель напряженности поля	
		/	Функция GPS	
Технические характеристики анализатора спектра				
4	Частотный диапазон	/	Нижний частотный предел	100 кГц ± 21 Гц
		/	Верхний частотный предел	40 ГГц ± 21 Гц
5	Точность считывания частоты	кГц	1,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 7,3
			1,0 ГГц (полоса пропускания 30 МГц):	± 631
			5,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 11,3
			5,0 ГГц (полоса пропускания 30 МГц):	± 635
			8,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 14,3
			8,0 ГГц (полоса пропускания 30 кГц):	± 638
			11,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 17,3
			11,0 ГГц (полоса пропускания 30 МГц):	± 641
			15,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 21,3
			15,0 ГГц (полоса пропускания 30 кГц):	± 645
			26,0 ГГц (полоса пропускания 300 кГц):	± 31,3
			26,0 ГГц (полоса пропускания 30 кГц):	± 655
6	Точность полосы обзора	/	100 кГц	± 2,0%
			1 МГц	± 2,0%
			10 МГц	± 2,0%
			100 МГц	± 2,0%
			1 ГГц	± 2,0%

Результаты теста микроволнового анализатора АТ4957F (Продолжение 1)

№	Пункт	Единица измерения	Стандартное требование		Результаты	
7	Точность полосы пропускания тракта ПЧ (RBW)	/	5 МГц	±15,0%		
			3 МГц	±10,0%		
			1 МГц	±10,0%		
			300 кГц	±10,0%		
			100 кГц	±10,0%		
			30 кГц	±10,0%		
			10 кГц	±10,0%		
8	Фазовый шум (несущая частота 1 ГГц)	дБн/Гц	+ 30 кГц	≤ -102,0		
			- 30 кГц	≤ -102,0		
			+ 100 кГц	≤ -99,0		
			- 100 кГц	≤ -99,0		
			+ 1 МГц	≤ -110,0		
			- 1 МГц	≤ -110,0		
9	Отображаемый средний уровень шума (DANL)	дБн	Предварительный усилитель вкл	2 МГц ~ 4,5 ГГц	≤ -151,0	
				4,5 ГГц ~ 7 ГГц	≤ -147,0	
				7 ГГц ~ 13 ГГц	≤ -145,0	
				13 ГГц ~ 18 ГГц	≤ -140,0	
				18 ГГц ~ 26,5 ГГц	≤ -138,0	
				26,5 ГГц ~ 40 ГГц	≤ -135,0	
		дБн	Предварительный усилитель выкл	2 МГц ~ 4,5 ГГц	≤ -135,0	
				4,5 ГГц ~ 7 ГГц	≤ -131,0	
				7 ГГц ~ 13 ГГц	≤ -127,0	
				13 ГГц ~ 18 ГГц	≤ -120,0	
				18 ГГц ~ 26,5 ГГц	≤ -116,0	
				26,5 ГГц ~ 40 ГГц	≤ -113,0	
10	Искажение на второй гармонике	дБн	0,9 ГГц	≤ -60,0		
			6 ГГц	≤ -60,0		
11	Зеркальный, множественный и внеполосовой отклики	2 ГГц	дБн	Зеркальная частота 267,5 МГц	≤ -70,0	
				Зеркальная частота 9267,5 МГц	≤ -70,0	
		5 ГГц	дБн	Зеркальная частота 9732,5 МГц	≤ -80,0	
				Зеркальная частота 24732,5 МГц	≤ -80,0	
		7,6 ГГц	дБн	Зеркальная частота 5867,5 МГц	≤ -65,0	
				Зеркальная частота 14867,5 МГц	≤ -65,0	
		12,4 ГГц	дБн	Зеркальная частота 10667,5 МГц	≤ -55,0	
				Зеркальная частота 19667,5 МГц	≤ -55,0	
19,4 ГГц	дБн	Зеркальная частота 17667,5 МГц	≤ -65,0			
		Зеркальная частота 12132,5 МГц	≤ -65,0			
28,5 ГГц	дБн	Зеркальная частота 26767,5 МГц	≤ -65,0			
		Зеркальная частота 21232,5 МГц	≤ -65,0			
12	Остаточный отклик (Предварительный усилитель Вкл)	дБн	10 МГц ~ 40 ГГц	≤ -70,0		

Результаты теста микроволнового анализатора АТ4957F (Продолжение 2)

№	Пункт	Ед. изм.	Стандартное требование	Результаты
13	Суммарная абсолютная точность измерения амплитуды (ослабление 10 дБ, уровень входного сигнала -10 дБм)	дБ	500 МГц: ± 2,00	
			2,5 ГГц: ± 2,00	
			4,5 ГГц: ± 2,00	
			6,5 ГГц: ± 2,00	
			8,5 ГГц: ± 2,00	
			10,5 ГГц: ± 2,00	
			12,5 ГГц: ± 2,00	
			14,5 ГГц: ± 2,00	
			16,5 ГГц: ± 2,00	
			18,5 ГГц: ± 2,30	
			20,5 ГГц: ± 2,30	
			22,5 ГГц: ± 2,30	
			24,5 ГГц: ± 2,30	
			27,0 ГГц: ± 2,70	
			29,0 ГГц: ± 2,70	
			31,0 ГГц: ± 2,70	
33,0 ГГц: ± 2,70				
35,0 ГГц: ± 2,70				
37,0 ГГц: ± 2,70				
39,0 ГГц: ± 2,70				
14	Макс. безопасный уровень мощности входного сигнала	/	+ 27 дБн (непрерывная волна, входной аттенуатор подключается автоматически)	
15	Полоса пропускания видеофильтра (VBW)	/	Диапазон полос пропускания: 1 Гц ~ 5 МГц (с кратностью 1-3)	
Рабочие характеристики в режиме векторного анализатора цепей				
16	Частотный диапазон и точность	/	50 кГц ~ 40 ГГц:	
			1 ГГц: 1 ГГц ± 1000 Гц	
17	Диапазон мощности	/	Большой, малый и ручная настройка	
18	Шаг мощности	дБ	1	
19	Вых. мощность порта	дБн	-11~+1	
20	Точность установки уровня мощности	дБ	100 МГц ± 2,5	
			1 ГГц ± 2,5	
			3 ГГц ± 2,5	
			5 ГГц ± 2,5	
			7 ГГц ± 2,5	
			9 ГГц ± 2,5	
			11 ГГц ± 2,5	
			13 ГГц ± 2,5	
			15 ГГц ± 2,5	
			17 ГГц ± 2,5	
			19 ГГц ± 2,5	
			21 ГГц ± 2,5	
			23 ГГц ± 2,5	
			25 ГГц ± 2,5	
27 ГГц ± 2,5				

Результаты теста микроволнового анализатора АТ4957F (Продолжение 3)

№	Пункт	Единица измерения	Стандартное требование		Результаты	
20	Точность установки уровня мощности	дБ	29 ГГц	± 2.5		
			31 ГГц	± 2.5		
			33 ГГц	± 2.5		
			35 ГГц	± 2.5		
			37 ГГц	± 2.5		
			39 ГГц	± 2.5		
			40 ГГц	± 2.5		
21	Скорректированная направленность	дБ	≥ 35	50 МГц ~ 500 МГц	1 порт (S11)	
				2 порт (S22)		
			≥ 32	500 МГц ~ 18 ГГц	1 порт (S11)	
				2 порт (S22)		
≥ 30	18 ГГц ~ 26,6 ГГц	1 порт (S11)				
	2 порт (S22)					
22	Скорректированное согласование с источником	дБ	≥ 30	50 ~ 500 МГц	1 порт (S11)	
				2 порт (S22)		
			≥ 25	500 МГц ~ 18 ГГц	1 порт (S11)	
				2 порт (S22)		
≥ 22	18 ~ 26,5 ГГц	1 порт (S11)				
	2 порт (S22)					
23	Прослеживаемость отражения	дБ	± 0,10	50 ~ 500 МГц	1 порт (S11)	
				2 порт (S22)		
			± 0,13	500 МГц ~ 9 ГГц	1 порт (S11)	
				2 порт (S22)		
			± 0,14	9 ~ 18 ГГц	1 порт (S11)	
				2 порт (S22)		
			± 0,21	18 ~ 26,5 ГГц	1 порт (S11)	
2 порт (S22)						
24	Прослеживаемость передачи	дБ	± 0,25	50 ~ 500 МГц	1 порт (S12)	
				2 порт (S21)		
			± 0,29	500 МГц ~ 9 ГГц	1 порт (S12)	
				2 порт (S21)		
			± 0,33	9 ~ 18 ГГц	1 порт (S12)	
				2 порт (S21)		
± 0,35	18 ~ 26,5 ГГц	1 порт (S12)				
	2 порт (S21)					
24	Прослеживаемость передачи	дБ	± 0,40	26,5 ~ 33 ГГц	1 порт (S12)	
				2 порт (S21)		
			± 0,50	33 ~ 40 ГГц	1 порт (S12)	
				2 порт (S21)		

Результаты теста микроволнового анализатора АТ4957F (Продолжение 4)

№	Пункт		Единица измерения	Стандартное требование	Результаты	
25	Динамический диапазон		дБ	≥ 85,0 50 МГц ~ 18 ГГц	1 порт (S12)	
					2 порт (S21)	
				≥ 80,0 18 ГГц ~ 26,5 ГГц	1 порт (S12)	
					2 порт (S21)	
				≥ 75,0 26,5 ГГц ~ 33 ГГц	1 порт (S12)	
					2 порт (S21)	
				≥ 65,0 33 ГГц ~ 40 ГГц	1 порт (S12)	
					2 порт (S21)	
26	Интерфейс	РЧ интерфейс	/	ВЧ входной интерфейс (соответствующий форме интерфейса, требуемой моделью изделия)		
		Интерфейс связи	/	Интерфейс USB: тип А. два		
			/	Интерфейс USB: тип мини. один		
			/	Интерфейс локальной сети (LAN): тип RJ45		
		Опорная частота	/	Вход/выход опорного сигнала, BNC (розетка)		
		Другой интерфейс	/	Интерфейс антенны GPS: BNC (розетка)		
/	Интерфейс ввода внешнего триггерного сигнала: BNC (розетка)					
27	Безопасность		/	Диэлектрическая прочность требует 1500 В переменного тока, 10 мА/мин.; отсутствия пробоя, отсутствия образования дуги.		
			/	Напряжение 242 В. ток утечки ≤ 3.5 мА. 1 мин.		
			/	Сопротивление изоляции между концом ввода питания и корпусом должно составлять не менее 100 мкОм при стандартных атмосферных условиях для проведения		
			/	Сопротивление изоляции между концом ввода питания и корпусом должно составлять не менее 2 мкОм во влажной окружающей среде.		
Описание	5. "V" указывает на нормальное функционирование или соответствие требованиям; "X" указывает на то, что функционирование ненормальное или не соответствует требованиям; 6. "/" указывает на то, что такой объект тестирования в данном устройстве отсутствует.					
<b>Всесторонняя оценка: Удовлетворительно <input type="checkbox"/> Неудовлетворительно <input type="checkbox"/></b>						

## Приложение 4 Пояснение терминов

### Гетеродин

Сокращение от гетеродина. В микроволновом анализаторе частота гетеродина смешивается с полученным сигналом для генерирования сигнала промежуточной частоты прибора.

### Проникание сигнала гетеродина

Проникание сигнала гетеродина представляет собой существенный дефект супергетеродинного анализатора. Если частота гетеродина соответствует промежуточной частоте (или очень близка к ней), то сигнал гетеродина будет появляться при измерении через фильтр промежуточной частоты, и частота вибрации соответствует входной частоте 0 Гц (постоянного тока) и может использоваться в качестве маркера частоты 0 Гц. Следовательно, проникание сигнала гетеродина также называется откликом постоянного тока. Для фильтра промежуточной частоты с конечной полосой пропускания проникание сигнала гетеродина, форма которого аналогична форме кривой фильтра промежуточной частоты, простирается от 0 Гц до приблизительно BWRES/2.

### Нормальный детектор

Означает детектор отображения энергии сигнала. Каждая отображаемая точка соответствует множеству обнаруженных выборочных точек данных видеосигнала на участке полосы обзора или интервала времени, представленном точкой, и извлекает максимум точек данных и минимальное значение, две точки соединяются вертикальной линией при отображении трассы. Такой детектор может интуитивно анализировать диапазон колебаний шумового сигнала, и полоса отображаемых шумов может быть расширена за счет увеличения времени выполнения развертки.

### Единицы измерения

Широко используемые единицы измерения для микроволновых анализаторов показаны в таблице 1:

Таблица 1 Единица измерения

Параметры измерения	Название единицы измерения	Аббревиатура единицы измерения
Частота	Герцы	Гц
Уровень мощности	В децибелах относительно милливатт	дБн
Коэффициент мощности	Децибелы	дБ
Напряжение	Вольты	В
Время	Секунды	с
Импеданс (входное сопротивление)	Ом	Ω

### Меню

Информация о функциях микроволнового анализатора, отображаемая на правой стороне области отображения на экране, активируется нажатием соответствующей аппаратной клавиши или программной клавиши на передней панели.

### Ref Level

Положение на вертикальной шкале, которое калибровано на экране микроволнового анализатора, используется в качестве опорного уровня измерения амплитуды. Опорный уровень обычно относится к верхней линии шкалы.

### Измерительный диапазон

Соотношение мощности (дБ) максимального сигнала (обычно, максимального безопасного входного уровня) и минимального сигнала (отображающегося среднего уровня шума), которые можно измерить на входе микроволнового анализатора в пределах заданного диапазона точности, который обычно значительно превышает динамический диапазон, который может быть достигнут в одиночном измерении.

## Delta Mkr

Один из способов размещения маркера, одним из которых является фиксированный опорный маркер, а другим - активный маркер, который можно поместить везде на отображаемой трассировке, и отображаемые данные представляют собой относительную разность амплитуд и частот (или разность времени) между активным маркером и фиксированным опорным маркером.

## Избирательность полосы пропускания

Избирательность полосы пропускания, также известная под названием коэффициент прямоугольности, представляет собой показатель оценки способности микроволнового анализатора различать неравные амплитудные сигналы, и обычно определяет отношение полосы пропускания 60 дБ к полосе пропускания 3 дБ фильтра. Избирательность полосы пропускания указывает на крутизну кромки фильтра.

## Коэффициент формы волны

Отношение полосы пропускания 60 дБ (или 40 дБ) к полосе пропускания 3 дБ фильтра, также известное под названием коэффициент прямоугольности, представляет крутизну и избирательность фильтра. Коэффициент формы волны оказывает влияние на способность микроволнового анализатора различать неравные амплитудные сигналы.

## Динамический диапазон

Максимальное соотношение мощности между двумя или несколькими сигналами, присутствующими на входе микроволнового анализатора, при указанной точности, выраженными в дБ, характеризует способность измерять разницу в амплитуде двух или нескольких сигналов одновременно. Динамический диапазон охватывает динамический диапазон множественного сигнала, динамический диапазон одиночного сигнала, мгновенный динамический диапазон и безопасный динамический диапазон, что отличается от концепции диапазона отображения и диапазона измерений. В число факторов, влияющих на динамический диапазон, входят средний уровень шума дисплея, внутренние искажения, шумовые боковые полосы, входные аттенюаторы, логарифмические усилители, детекторы и аналогово-цифровые преобразователи.

Оптимальный динамический диапазон измерения без искажений второго и третьего порядков можно вычислить по следующей формуле.

$$MDR_2 = \frac{1}{2} \times (SHI - DANL)$$

$$MDR_3 = \frac{2}{3} \times (TOI - DANL)$$

Где:

MDR2 — оптимальный динамический диапазон измерения без искажений второго порядка

SHI — точка пересечения с искажениями второго порядка

DANL — Явный средний уровень шума

MDR3 — оптимальный динамический диапазон измерения без искажений третьего порядка

TOI — точка пересечения с искажениями третьего порядка

## Дисплей логарифмической шкалы

Вертикальная шкала на дисплее отображается логарифмически. В логарифмическом режиме в качестве единицы измерения амплитуды можно использовать дБм, дБмВ, дБмкВ и т. д.

## Ложный/паразитный отклик

Ложные сигналы, появление которых не ожидается на дисплее микроволнового анализатора. Ложный отклик состоит из ложного отклика и остаточного отклика, первый означает аномальный отклик, возникший на дисплее микроволнового анализатора наряду с входным сигналом, состоящий из гармонического отклика, интермодуляционного отклика, отклика зеркальной частоты, множественного отклика и внеполосного отклика; ложный отклик также можно разделить на гармонический отклик и негармонический отклик, и последний означает интермодуляционный отклик и остаточный отклик. Подмену описаны ниже:

а) Гармонические искажения

Когда амплитуда входного сигнала увеличится до уровня, позволяющего миксеру работать в нелинейном состоянии, миксер создаст гармонические компоненты такого входного сигнала, и такие

компоненты называются гармоническими искажениями.

b) Зеркальная частота и множественные отклики

Во время смешивания частот два входных сигнала, во время смешивания, могут генерировать сигналы той же самой частоты, что и сигнала LO, при этом они будут располагаться на одинаковом расстоянии выше и ниже сигнала LO. В данном случае, один из сигналов называется зеркальной частотой другого. У каждой частоты LO имеется зеркальная частота соответствующего входного сигнала с разницей в две промежуточные частоты между сигналом и зеркальной частотой.

Множественные отклики означают два или несколько откликов, вызванных входным сигналом с частотой сигнала на дисплее, то есть, для отклика на две или несколько частот LO, интервал между частотами LO таких множественных откликов в два раза превышает промежуточную частоту. Множественные отклики возникают, только когда режим микширования перекрывает и LO охватывает значительный диапазон, чтобы входной сигнал был смешан более чем в одном режиме. Поскольку у разных микроволновых анализаторов разная принципиальная структура, частота зеркальных и множественных откликов различается.

c) Остаточный отклик

Означает дискретный отклик, наблюдаемый на дисплее, когда в микроволновый анализатор не вводится какой-либо сигнал.

**FFT**

Аббревиатура расшифровывается как Fast Fourier Transform (Быстрое преобразование Фурье). Данная функция выполняет специфический математический анализ сигнала во временной области и выдает результаты анализа в частотной области.

**Разрешение (разрешающая способность)**

Разрешение используется для представления способности микроволнового анализатора четко разделять два входных сигнала. Оно подвержено влиянию некоторых факторов, таких как полоса пропускания фильтра промежуточной частоты, коэффициент прямоугольности, остаточная частотная модуляция гетеродина, фазовый шум и время развертки. Большинство микроволновых анализаторов можно использовать для тестирования различных полос пропускания с применением индуктивно-емкостного фильтра, кварцевого фильтра, фильтра активной мощности, цифрового фильтра и т. д.

**Точность амплитуды**

Параметр, связанный с результатом измерения амплитуды, который характеризует дисперсию значения измерения амплитуды. В число факторов, влияющих на точность измерения амплитуды, входят частотный отклик, верность шкалы, ошибка преобразования входного аттенюатора, усиление по промежуточной частоте, коэффициент шкалы и полоса пропускания.

**Обнаружение отрицательного пика**

Метод обнаружения отображения энергии сигнала, каждая отображаемая точка соответствует множеству обнаруженных выборочных точек данных видеосигнала на участке полосы обзора или временного интервала, представленном точкой, и способ извлечения минимума точек данных называется обнаружением отрицательного пика.

**Трасса**

Трасса состоит из серии точек данных, содержащих информацию о частоте (времени) и амплитуде, которая обычно рассматривается как набор. Трассы 1, 2 и 3 представляют собой наименования трасс, часто используемые микроволновыми анализаторами.

**Интермодуляция**

Если два или несколько сигналов одновременно поступают на вход активного устройства (например, усилителя или миксера), то кратная суммарная частота и/или разностная частотная составляющая каждого сигнала создает интермодуляционные искажения в связи с нелинейностью активного устройства и гармониками генерированного сигнала. Для портативных микроволновых анализаторов спектра этими интермодуляционными искажениями являются помеховые сигналы, чем ниже уровень, тем лучше результат. Взаимосвязь между уровнем интермодуляционных искажений и уровнем входного сигнала следующая: если амплитуда двух синусоидальных входных сигналов изменится на  $\Delta$  дБ, то уровень соответствующего интермодуляционных искажений изменится на  $n \cdot \Delta$  дБ, где  $n$  является порядком интермодуляционного искажения, и представляет собой сумму содержащихся частот, таких как частота  $2 \cdot f_1 + 1 \cdot f_2$ , и порядок составляет  $2+1=3$ . Точка пересечения, когда амплитуда сигнала и интермодуляционного искажения одинаковая, обычно называется точкой пересечения. На самом

деле, данная точка не существует, поскольку выходной сигнал активного устройства сжимается, когда входной сигнал усиливается до определенной степени. Точка пересечения может определяться входным уровнем или выходным уровнем, поэтому номинальная точка пересечения имеет входную и выходную точки пересечения, которые относятся к точке пересечения ввода, если не предусмотрено иное. Точка пересечения обычно выражается в дБ. Чем больше точка пересечения, тем лучше линейность микроволнового анализатора, что является предпосылкой для получения большого динамического диапазона. В большинстве случаев, среди интермодуляционных продуктов самое большое воздействие на измерение оказывают искажения второго и третьего порядка.

Точка пересечения второго порядка часто определяется как IP2 или SOI (пересечение второго порядка), и точкой пересечения третьего порядка является IP3 или TOI (пересечение третьего порядка). При калибровке точки пересечения должно быть указано значение входного ослабления на входе микроволнового анализатора (обычно 0 дБ), поскольку точка пересечения будет также увеличиваться по мере увеличения ослабления аттенюатора.

Линейность активных устройств варьирует с увеличением тока и мощности. В нормальном случае ток, подаваемый усилителем, пропорционален мощности гетеродина миксера, что значительно улучшит линейность, поэтому низкое потребление мощности микроволнового анализатора часто эквивалентно плохой линейности. Тем не менее, следует отметить, что требование к уровню шума также противоречиво. Входной аттенюатор микроволнового анализатора может контролировать интермодуляционные искажения и имеет более высокое значение IP3 при более высоком коэффициенте шума, поэтому IP3 и коэффициент шума следует анализировать и сравнивать в одном и том же режиме работы. IP3, важный показатель для измерения линейности микроволнового анализатора, отражает величину интермодуляционного искажения микроволнового анализатора при мешающем воздействии на него сильных сигналов.

### **Активная Функциональная Зона**

Область экрана для отображения функции и ее состояния микроволнового анализатора. Функция активации представляет собой функцию, которая активируется последним нажатием кнопки микроволнового анализатора или последней запрограммированной командой.

### **Режим детектора**

Режим, в котором оцифровывается и сохраняется в памяти аналоговая информация, используется преимущественно в качестве метода обнаружения на дисплее энергии сигнала в микроволновом анализаторе. Данный режим включает "positive peak" ("положительный пик"), "negative peak" ("отрицательный пик"), "normal" ("нормальный"), "sampling" ("дискретизация"), "average" ("усреднение") и "Rms" ("среднеквадратичное значение").

### **Фактор масштаба**

Единица измерения значения, представляемая каждым паттерном на вертикальной оси дисплея.

### **Нулевая полоса обзора (ZERO SPAN)**

Гетеродин развертки микроволнового анализатора зафиксирован на определенной частоте, то есть гетеродин не будет выполнять развертку (SPAN равен нулю). При нулевой полосе обзора микроволновый анализатор становится приемником с фиксированной настройкой, и его полоса пропускания представляет собой полосу пропускания.

### **Дрейф**

Частота гетеродина зависит от изменения напряжения развертки, что приводит к медленному изменению положения сигнала на дисплее. При возникновении дрейфа может потребоваться повторная регулировка без ущерба для частотного разрешения.

### **Частотный отклик**

Частотный отклик указывает на измерение амплитуды при частоте в пределах заданной полосы обзора, то есть на зависимость между амплитудой и частотой. Частотный отклик подразделяется на абсолютный частотный отклик и относительный частотный отклик. Абсолютный частотный отклик представляет собой отклонение амплитуды остальных точек частоты, когда амплитуда сигнала определенной точки частоты используется в качестве опорного уровня в пределах заданного частотного диапазона. Относительный частотный отклик, также известный под названием плоскостность частотного отклика, представляет собой разность или плюс-минус половину разности между максимальной амплитудой и минимальной амплитудой в пределах одного частотного диапазона или всего частотного диапазона.

**Маркер**

Видимая указывающая метка, которую можно поместить в любом месте на трассе экрана, показывающая абсолютное значение частоты и амплитуды трассы в точке с номером.

**Полоса обзора (SPAN)**

Разница между начальной частотой и конечной частотой в микроволновом анализаторе. Настройки полосы обзора определяет шкалу горизонтальной оси на дисплее микроволнового анализатора.

**Частотный диапазон**

Диапазон между мин. частотой и макс. частотой, которые могут быть измерены микроволновым анализатором при указанных условиях работы. Полосы обзора и соответствующее деление полосы частот должны быть указаны в спецификации на продукцию.

**Точность по частоте**

Измеренная частота показывает, как близко значение находится к истинному значению. Она состоит из абсолютной точности и относительной точности. Первая представляет собой фактическую величину погрешности считывания частоты, а последняя представляет собой отношение погрешности считывания частоты к идеальному значению частоты.

**Стабильность частоты**

Означает степень, в которой частота сигнала остается постоянной в краткосрочной или долгосрочной перспективе. Краткосрочная стабильность частоты характеризуется остаточным частотным или фазовым шумом. Долгосрочная стабильность частоты характеризуется скоростью старения.

**Плоскость АЧХ**

Соответствует изменению отображаемой на дисплее амплитуды частотного диапазона измерения микроволнового анализатора, указывая на соответствующее соотношение между изменением отображаемой амплитуды сигнала и частотой.

**Тип детектирования**

Метод определения энергии сигнала на дисплее, значение, отображаемое в каждой точке, представляет собой мгновенное значение видеосигнала за определенный интервал времени или интервал времени, представленном точкой.

**Время развертки**

Время, в течение которого гетеродин проходит выбранный частотный интервал. Время развертки напрямую влияет на время, которое занимает выполнение измерения, однако, оно не включает время простоя между выполнением одной развертки и началом следующей развертки. При нулевой полосе обзора горизонтальная ось калибруется только по времени. При ненулевой полосе обзора горизонтальная ось калибруется как по частоте, так и по времени. Время развертки обычно варьирует в зависимости от полосы обзора, полосы пропускания и полосы пропускания видеофильтра.

**Радиочастотный аттенюатор**

Шаговый аттенюатор между входным соединительным разъемом и первым миксером микроволнового анализатора. Радиочастотный аттенюатор используется для регулировки уровня сигнала, входящего в первый миксер.

**Полоса пропускания видеофильтра (VBW)**

Означает полосу пропускания регулируемого фильтра нижних частот в петле видеосигнала микроволнового фильтра. Видеофильтр позади детектора представляет собой фильтр нижних частот, определяющий полосу пропускания усилителя видеосигнала. Благодаря функции сглаживания шума он используется для усреднения или сглаживания трассы; он может легко обнаруживать слабые сигналы в шуме. Изменение полосы пропускания видеофильтра не влияет на разрешающую способность по частоте микроволнового анализатора. Тем не менее, если выбранная полоса пропускания видеофильтра слишком узкая, тогда время развертки можно увеличить.

**Фильтрация видеосигнала и усреднение видеосигнала**

Микроволновый анализатор отображает измеряемый сигнал плюс его собственный внутренний шум. Для уменьшения влияния шума на измерение амплитуды малого сигнала, отображаемый сигнал подвергается фильтрации видеосигнала или усреднению видеосигнала.

Фильтрация видеосигнала представляет собой фильтрацию нижних частот после детектора

огibaющей. Если полоса пропускания видеофильтра равна полосе пропускания тракта ПЧ или составляет меньше нее, тогда цепь видеосигнала не может полностью отреагировать на быстрое колебание выходного сигнала детектора, и тогда отображаемая трасса сглаживается. Степень данного сглаживания связана с отношением полосы пропускания видеофильтра к полосе пропускания тракта ПЧ (VBW/RBW).

При усреднении видеосигнала усредняется точка за точкой во время выполнения множественных разверток. В каждой точке вновь измеренные данные усредняются вместе с прежде измеренными данными, и отображаемое значение постепенно становится средней величиной нескольких измерений. Это используется только в анализаторах с цифровой индикацией, вычисление средней величины определяется числом разверток, выбранных пользователем. Алгоритм усреднения использует весовой коэффициент  $(1/n)$ , где  $n$  - текущее число разверток) для амплитуды текущей развертки данной точки и еще один весовой коэффициент  $[(n-1)/n]$  для прежде сохраненной средней величины, а затем два значения объединяются в текущую среднюю величину. После завершения указанного числа разверток весовые коэффициенты остаются без изменений, и отображаемое значение становится динамической средней.

В большинстве ситуаций измерения влияние фильтрации видеосигнала и усреднения видеосигнала по существу одинаковое. Однако, между этими двумя процессами есть разница. Фильтрация видеосигнала представляет собой сглаживание трассы в реальном масштабе времени, а усреднение видеосигнала выполняется по множеству разверток и вычисляет среднюю величину, обеспечивая, тем самым, сглаживание трассы.

### **Диапазон амплитуды входного сигнала**

Соотношение мощности (дБ) максимального сигнала (обычно, максимального безопасного входного уровня) и минимального сигнала (отображающегося среднего уровня шума), которые можно измерить на входе микроволнового анализатора в пределах заданного диапазона точности, который обычно значительно больше динамического диапазона, который может быть достигнут в одиночном измерении.

### **Входное сопротивление (импеданс)**

Импеданс радиочастотного и микроволнового анализатора обычно составляет 50 Ом. Нормальный импеданс некоторых систем (например, кабельного телевидения) составляет 75 Ом. Степень рассогласования между номинальным импедансом и фактическим импедансом выражается коэффициентом стоячей волны по напряжению (VSWR).

### **Диапазон отображения**

Разницу между максимальным сигналом и минимальным сигналом можно одновременно наблюдать на дисплее. Для микроволнового анализатора с 10-ю интервалами шкалы амплитуд диапазон отображения составляет коэффициент шкалы  $\times 10$ .

### **Отображаемый средний уровень шума (DANL)**

В случае минимальной полосы пропускания и минимального входного ослабления полоса пропускания видеофильтра уменьшается для сведения к минимуму колебания шума от пика к пику, и уровень, наблюдающийся на дисплее микроволнового анализатора, представляет собой отображаемый средний уровень шума, выраженный в дБм. Отображаемый средний уровень шума микроволнового анализатора может быть эквивалентно призван к чувствительности микроволнового анализатора.

### **Линейная шкала**

Вертикальная шкала на дисплее пропорциональна напряжению входного сигнала. В нижней строке экрана представлено значение 0 В, а в верхней строке представлен опорный уровень (в зависимости от ненулевого значения конкретного микроволнового анализатора). Для большинства анализаторов коэффициент масштабирования равен значению опорного уровня, деленному на число ячеек. В режиме линейного отображения значение микроволнового анализатора выражается в Вольтах и Ваттах.

### **Неопределенность при измерении амплитуды**

Амплитуда одного из сигналов сравнивается с амплитудой другого сигнала, вне зависимости от абсолютной амплитуды каждого из них. К факторам, влияющим на точность измерения амплитуды, относятся частотный отклик, точность отображения, изменение входного ослабления, усиление по промежуточной частоте, коэффициент масштабирования и полоса пропускания.

## Чувствительность

Микроволновый анализатор имеет возможность измерять сигнал малого уровня. Чувствительность дополнительно делится на чувствительность уровня входного сигнала и чувствительность эквивалентного входного шума. Выходной сигнал, генерируемый первой, приблизительно равен удвоенному уровню входного сигнала среднего значения шума, а вторая - представляет собой средний уровень внутренне генерированного шума, преобразованного во входной сигнал. Наилучшая чувствительность достигается при самой узкой полосе пропускания, минимальном входном ослаблении и адекватной фильтрации видеосигнала. В число факторов, влияющих на чувствительность, входят входной аттенуатор, предварительный усилитель, вносимые потери со стороны внешних устройств, полоса пропускания и шумовые боковые полосы фильтров промежуточной частоты. Несмотря на то, что видеофильтры не улучшают чувствительность, они могут улучшить различимость и повторяемость измерений при низких соотношениях сигнал-шум. Наилучшая чувствительность может конфликтовать с другими потребностями в измерениях. Например, меньшая полоса пропускания увеличивает время развертки; входное ослабление 0 дБ увеличивает коэффициент стоячей волны на входе (VSWR), что снижает точность измерения; и увеличение динамического диапазона предварительного усилителя повлияет на микроволновый анализатор. Взаимосвязь между чувствительностью и полосой пропускания следующая:

$$\text{РдБм} = -174 \text{ дБм} + \text{ФдБ} + 10 \text{ Log}V$$

Где: РдБм - чувствительность микроволнового анализатора

ФдБ - коэффициент шума микроволнового анализатора

V - полоса пропускания по уровню -3 дБ микроволнового анализатора (в Гц)

## Маркер шума

Маркер, который использует свое значение для представления уровня шума в пределах эквивалентной шумовой полосы пропускания 1 Гц. Если выбран маркер шума, то иницируется режим детектирования выборки (sample) с усреднением нескольких точек трассы вокруг маркера (число точек зависит от микроволнового анализатора), который нормализует мощность в пределах эквивалентной шумовой полосы пропускания 1 Гц.

## Фазовый шум (шумовая боковая полоса)

Гетеродин в микроволновом анализаторе используется для преобразования входных сигналов разных частот в промежуточную частоту. Фазовый шум представляет собой относительное значение мощности шума и мощности несущей в эквивалентной шумовой полосе пропускания 1 Гц при определенном частотном сдвиге несущей, которое обычно выражается в дБн/Гц. Это - мера краткосрочной частотной стабильности гетеродина, которая обусловлена изменениями фазы или частоты и выражается в виде колоколообразной шумовой характеристики в сигнале гетеродина. Он влияет на способность всего прибора измерять фазовый шум измеряемого сигнала, а также влияет на чувствительность и динамический диапазон всего прибора.

## Компрессия усиления

Если уровень входного сигнала повышен, тогда цепь миксера, усилитель и другие схемы микроволнового анализатора могут работать близко к точке насыщения. В это время составляющая выходного сигнала больше не изменяется линейно вместе с входным сигналом, а отображаемый уровень сигнала низкий, что обусловлено компрессией усиления. Точка компрессии 1 дБ (или 0,5 дБ) выражается обычно входным уровнем, соответствующим отклонению выходного линейного значения на 1 дБ (или 0,5 дБ).

## Режим обнаружения положительного пика

Метод обнаружения отображения энергии сигнала, в котором каждая отображаемая точка соответствует множеству обнаруженных точек данных видеосигнала на участке полосы обзора или временного интервала, представленном точкой, и тогда извлекается максимум точек данных, что называется обнаружением положительного пика.

## Усиление ПЧ / ослабление ПЧ

Усиление ПЧ / ослабление ПЧ представляет собой контроллер промежуточной частоты, который регулирует вертикальное положение сигнала на дисплее, не затрагивая уровень сигнала во входном миксере. При изменении усиления ПЧ / ослабления ПЧ опорный уровень также меняется соответствующим образом.

### **Максимальный входной уровень мощности**

Максимальный входной уровень мощности делится на максимальный входной уровень мощности без ухудшения рабочих характеристик и на максимальный безопасный уровень мощности входного сигнала. Первый представляет собой - максимальный уровень мощности, добавляемый на входе, который не вызывает ухудшения рабочих характеристик прибора, а второй - представляет собой максимально допустимый уровень мощности на входе без повреждения прибора. Максимально допустимый уровень средней мощности входного непрерывного сигнала, пиковой импульсной мощности (с указанием ширины импульса и коэффициента заполнения), а также напряжения постоянного тока - указываются в спецификации на прибор.

### **Обратная изоляция**

Обратная изоляция измеряет обратную характеристику передачи усилителя от выхода ко входу, и измеряет изоляцию выхода прибора от входа. У идеального усилителя должна быть бесконечная обратная изоляция и не должно быть сигнала, возвращающегося обратно от выхода ко входу. Тем не менее, на практике сигнал может проходить по усилителю в противоположном направлении. Эта нежелательная обратная передача может привести к тому, что отраженный сигнал на выходном порту будет мешать полезному сигналу для прямой передачи, таким образом, важно количественно определить обратную изоляцию.

### **Групповая задержка (групповое время запаздывания (ГВЗ))**

Групповая задержка представляет собой метод измерения фазового искажения устройства. Это время прохождения сигнала через устройство, которое зависит от частоты и является производной от частотно-фазовой характеристики устройства. Фазовое искажение тестируемого устройства можно измерить методом измерения групповой задержки.

### **Обратные потери**

Самым легким способом представления отраженных данных являются обратные потери, которые являются скалярными и выражаются в дБ. Обратные потери представляют собой значение в дБ отраженного сигнала ниже входящего сигнала. Когда импеданс полностью согласован, обратные потери бесконечны. Для разомкнутой цепи, короткозамкнутой цепи или цепи реактивного сопротивления без потерь обратные потери составляют 0 дБ.

### **Коэффициент стоячей волны по напряжению**

Когда два набора волн будут передаваться в обратном направлении по одной и той же линии передачи, они вызовут стоячую волну, которая может быть выражена коэффициентом стоячей волны по напряжению (VSWR или SWR если кратко).

SWR – скалярная величина, определяется в виде отношения максимального напряжения радиочастотной огибающей к минимальному напряжению радиочастотной огибающей при заданной частоте. Если импеданс идеально согласован, тогда SWR равен 1. Для разомкнутой и короткозамкнутой цепей или для цепи реактивного сопротивления без потерь SWR бесконечен.

### **Коэффициент отражения**

Еще одним методом измерения отражения является коэффициент отражения ( $\Gamma$ ), коэффициент отражения представляет собой отношение отраженного напряжения к инцидентному напряжению.  $\Gamma$  включает информацию об амплитуде и фазе, и амплитудная часть  $\Gamma$  называется  $\rho$ ,  $\rho$  не имеет единицы измерения, и значение ранжируется в диапазоне 0~1. Если линия передачи оканчивается характеристическим импедансом, тогда вся энергия передается в нагрузку, и энергия не отражается,  $\rho=0$ . Если линия передачи оканчивается размыкающим устройством или устройством для короткого замыкания, тогда вся энергия отражается,  $\rho=1$ .

### **Линейное искажение**

Это относится к тому факту, что сдвиг амплитуды и линейно-фазовый сдвиг не могут поддерживаться в соответствующей полосе частот как изменение частоты.

### **Нелинейное искажение**

Цепь будет генерировать новые спектральные составляющие.

### **Измерение фазы**

Как и в случае с измерением амплитуды, измерение фазы также выполняется с использованием S-параметров. Измерение фазы представляет собой относительное измерение, а не абсолютное измерение. Фаза входящего сигнала (падающего сигнала) устройства сравнивается с фазой сигнала

отклика устройства, и сигнал отклика может быть либо отраженным сигналом, либо переданным сигналом. Исходя из того, что микроволновый анализатор точно откалиброван, разность фаз (т.е. фазовый сдвиг) между двумя сигналами представляет собой меру фазовых характеристик тестируемого устройства.

### **Калибровка**

Калибровка использует модель ошибок для устранения одной или нескольких системных ошибок. Микроволновый анализатор устраняет ошибки в модели ошибок путем измерения высококачественных калибровочных мер, таких как холостой ход (ХХ), короткое замыкание (КЗ), нагрузка и переключатель.