

Анализатор спектра портативный серия АКИП-4215

(АКИП-4215, АКИП-4215 с опц. SHA850-F2)

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ



СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ	4
1.1. Информация об утверждении типа СИ:	4
2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ.....	5
2.1. Общие меры безопасности	5
2.2. Термины и символы безопасности	5
3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ.....	6
3.1. Распаковка прибора	6
3.2. Установка напряжения питающей сети.....	6
3.3. Установка прибора перед эксплуатацией	6
4. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА.....	7
4.1. Описание прибора.....	7
4.2. Особенности	8
4.3. Режимы работы	8
5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	9
5.1. Основные метрологические и технические характеристики	9
6. СОСТАВ КОМПЛЕКТА	14
7. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ.....	15
7.1. Описание передней и верхней панели.....	15
7.1.1. Описание передней панели	15
7.1.2. Описание верхней панели	17
7.2. Пользовательский интерфейс.....	19
7.2.1. Общее описание пользовательского интерфейса	19
7.2.2. Управление с помощью сенсорного экрана и мыши	19
7.3. Работа с прошивкой	20
7.3.1. Проверка системной информации	20
7.3.2. Загрузка опций	20
7.3.3. Обновление прошивки	20
7.4. Связь и удаленное управление	20
8. ПОРЯДОК РАБОТЫ.....	21
8.1. Режимы измерений и измерительные функции	21
8.2. Режим анализатора спектра	24
8.2.1. Частота и полоса обзора	24
8.2.2. Ширина полосы частот	27
8.2.3. Развёртка	28
8.2.4. Амплитуда	30
8.2.5. Запуск	34
8.2.6. Трасса (график) сигнала	40
8.2.7. Маркеры и пиковые значения.....	45
8.2.8. Предельные значения.....	56
8.2.9. Измерительные функции и настройка измерений.....	60
8.3. Режим анализатора антенно-фидерных устройств	79
8.3.1. Настройка измерений.....	79
8.3.2. Частота/Расстояние	84
8.3.3. Амплитуда	85
8.3.4. Развёртка	86
8.3.5. Усреднение	87
8.3.6. Трасса	87
8.3.7. Маркеры и пиковые значения.....	88
8.3.8. Предельные значения.....	91
8.3.9. Калибровка	94
8.4. Режим векторного анализатора цепей.....	100
8.4.1. Настройка измерений.....	100
8.4.2. Диапазон частот.....	102
8.4.3. Ширина полосы частот / Усреднение	103
8.4.4. Развёртка	104
8.4.5. Амплитуда	105

8.4.6. Трасса	106
8.4.7. Маркеры и пиковые значения	108
8.4.8. Предельные значения	112
8.4.9. Калибровка	116
8.5. Режим анализатора модуляции	121
8.5.1. Анализ цифровой модуляции	121
8.5.2. Анализ аналоговой модуляции	127
8.5.3. Частота	128
8.5.4. Ширина полосы частот	129
8.5.5. Развёртка	129
8.5.6. Запуск	130
8.5.7. Амплитуда	135
8.5.8. Трасса	136
8.5.9. Маркеры	138
8.6. Входы и выходы	140
8.6.1. Вход опорной частоты	140
8.6.2. Коррекция входного импеданса	140
8.6.3. Режим GPS	140
8.6.4. Режим смещения (BIAS)	141
8.7. Системные настройки	142
8.7.1. Система	142
8.7.2. Сброс и перезагрузка системы	145
8.7.3. Функция компенсации	146
8.7.4. Файл	147
8.7.5. Дисплей	147
8.7.6. Питание прибора	148
8.7.7. Функция самодиагностики	148
8.8. Дистанционное управление	149
8.8.1. Удаленное управление прибором	149
8.8.2. Построение связи	150
8.8.3. Возможности дистанционного управления	153
9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	157
9.1. Уход за прибором	157
9.2. Выявление и устранение неисправностей	157
10. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА	158

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящее **Руководство по эксплуатации** (РЭ, Руководство) содержит сведения о конструкции, принципе действия и технических характеристиках многофункционального портативного анализатора спектра и сигналов серии **АКИП-4215** (далее — прибор или анализатор), а также указания и рекомендации, необходимые для правильной и безопасной эксплуатации прибора.

Настоящее руководство является обязательным к применению пользователями. Перед началом эксплуатации анализатора сигналов следует внимательно изучить настоящее Руководство.

Содержание данного Руководства по эксплуатации не может быть воспроизведено в какой-либо форме (копирование, воспроизведение и др.) в любом случае без предшествующего разрешения компании-изготовителя или официального дилера.

Внимание:



1. Все изделия запатентованы, их торговые марки и знаки зарегистрированы. Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию.

2. В соответствии с **ГК РФ** (ч. IV, статья 1227, п. 2): **«Переход права собственности на вещь не влечет переход или предоставление интеллектуальных прав на результат интеллектуальной деятельности».**



Изготовитель оставляет за собой право вносить в схему и конструкцию прибора **непринципиальные изменения, не влияющие на его технические характеристики. При небольшом количестве таких изменений коррекция эксплуатационных документов не производится.**

1.1. Информация об утверждении типа СИ:

Анализаторы спектра портативные АКИП-4215:

Номер в Государственном реестре средств измерений: 92231-24

2. МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1. Общие меры безопасности

К работе с прибором допускаются лица, ознакомившиеся с руководством по эксплуатации прибора, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

В приборе имеются опасные для жизни напряжения.









Соблюдение следующих правил безопасности значительно уменьшит опасность поражения электрическим током.

1. Старайтесь не подвергать себя воздействию электрического тока — это опасно для жизни. Снимайте защитные кожухи и экраны только по мере необходимости. Не касайтесь конденсаторов сразу после выключения прибора, помните, что напряжения на них сохраняется в течение 3-5 минут.
2. Постарайтесь использовать только одну руку (правую) при регулировке цепей находящихся под напряжением. Избегайте прикосновения к любым частям оборудования, потому что это может привести к поражению электрическим током.
3. Работайте по возможности в сухих помещениях с изолирующим покрытием пола или используйте изолирующие коврики под вашим стулом и ногами. При обслуживании помещайте переносное оборудование на изолированную поверхность.
4. Постарайтесь изучить цепи, с которыми Вы работаете, чтобы избежать участков с высокими напряжениями. Помните, что электрические цепи могут находиться под напряжением даже после выключения прибора.
5. Металлические части оборудования с 2-х проводными шнурами питания не имеют заземления. Это не только представляет опасность поражения электрическим током, но также может вызвать повреждение оборудования.
6. Никогда не работайте один. Необходимо, чтобы в пределах досягаемости находился персонал, который сможет оказать вам первую помощь.
7. При питании прибора от сетевого адаптера он может использоваться только в помещении.
8. При работе с прибором запрещается загоразивать вентиляционные отверстия.
9. Запрещается использовать прибор вблизи источников тепла или при температуре окружающей среды, превышающей заданную производителем максимально допустимую температуру.
10. Рекомендуется использовать только предусмотренные заводом-изготовителем сетевой адаптер, батарею питания, пробники и другие принадлежности.
11. Безопасность персонала при случайном прикосновении к сигнальному проводу обеспечивается при уровне напряжения входного сигнала $\leq 30 \text{ В}_{\text{СКЗ}}$ *

* СКЗ, скз — среднеквадратичное значение

2.2. Термины и символы безопасности

Значение символов

Символ	Значение	Символ	Значение
	Осторожно!		Выключатель питания
	Опасное напряжение		Оборудование с двойной или усиленной изоляцией
	Заземление		Использовать только в помещениях
	Неисправность литиевой батареи		Маркировка ЕС для отдельной утилизации электрического и электронного оборудования

Предупредительные надписи и их значение

– **ОПАСНО!** (DANGER): указывает на непосредственную опасность причинения вреда здоровью или повреждения прибора.

– **ОСТОРОЖНО!** (WARNING): указывает на потенциальную опасность причинения вреда здоровью или повреждения прибора.

– **ВНИМАНИЕ!** (CAUTION): указывает на возможность повреждения прибора или другого оборудования.


3. ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ


3.1. Распаковка прибора

Перед отправкой прибор прошел все необходимые проверки и испытания на предприятии-изготовителе. После получения прибора следует его распаковать, проверить комплектацию и убедиться, нет ли каких-либо повреждений, вызванных транспортировкой. При обнаружении признаков повреждения немедленно известить об этом продавца или дилера.

3.2. Установка напряжения питающей сети

Питание прибора может осуществляться как от аккумуляторной батареи, так и от сетевого адаптера, который подключается к сети переменного тока и автоматически настраивается на входное напряжение от $90 \text{ В}_{\text{СКЗ}}$ до $264 \text{ В}_{\text{СКЗ}}$ и частоту сети от 47 Гц до 63 Гц. Выходные параметры сетевого адаптера: **12 В / 4 А** постоянного тока. В зависимости от типа и количества опций и принадлежностей потребляемая мощность может составлять до 25 Вт.

 **ВНИМАНИЕ!** Для включения и работы прибора, сначала необходимо установить аккумуляторную батарею. Без установленной аккумуляторной батареи прибор не работает, даже при подключении через адаптер питания.

 **ВНИМАНИЕ!** Во избежание поражения электрическим током следует использовать только поставляемые в комплекте с прибором аккумуляторную батарею, кабель питания и сетевой адаптер.

Перед началом использования прибора, возможно, потребуется подзарядка входящей в комплект аккумуляторной батареи.

3.3. Установка прибора перед эксплуатацией

При использовании прибора в настольном варианте или в приборной стойке убедитесь, что отверстия для впуска и выпуска воздуха свободны. Для обеспечения достаточной вентиляции вокруг прибора должно быть свободное пространство не менее 10 см с каждой стороны.

Для удобства использования в настольном варианте прибор оснащён складной наклонной подставкой, расположенной на задней панели.



Рис. 3.1. Наклонная подставка.

Если оборудование используется не так, как указано в руководстве по эксплуатации, то заявленные технические характеристики оборудования могут ухудшиться.

4. НАЗНАЧЕНИЕ ПРИБОРА

Портативные многофункциональные анализаторы спектра серии **АКИП-4215** предназначены для выполнения широкого круга задач — от планового технического обслуживания оборудования до всесторонней диагностики и устранения неисправностей. В серию входят две модификации, отличающиеся диапазоном частот :

- АКИП-4215 с диапазоном частот анализатора спектра от 9 кГц до 3,6 ГГц,
- АКИП-4215 (с опц. **SHA850-F2**) с диапазоном частот анализатора спектра от 9 кГц до 7,5 ГГц.

Приборы объединяют в себе возможности анализатора спектра, анализатора спектра реального времени, анализатора антенно-фидерных устройств (АФУ), векторного анализатора цепей (ВАЦ), анализатора аналоговых и цифровых модулированных сигналов. В базовой версии анализатора серии АКИП-4215 идет только анализатор спектра, другие функциональные возможности являются опциональными и поставляются по отдельному заказу. Анализаторы серии АКИП-4215 могут быть использованы в самых разных областях ВЧ радиочастотных измерений: для тестирования устройств спутниковой связи, ретрансляционных станций, систем связи, радиолокационных систем и другого оборудования.

4.1. Описание прибора

Портативный анализатор сигналов АКИП-4215 (рис. 4.1) представляет собой мощный и гибкий инструмент для решения разнообразных задач как в жёстких полевых, так и в лабораторных условиях.



a)



б)

Рис. 4.1. Портативный анализатор сигналов АКПП-4215, вид спереди (а) и сзади (б).

Благодаря широким функциональным возможностям прибор обеспечивает достоверные и стабильные измерения и поддерживает несколько режимов работы. Анализатор спектра обеспечивает высокую скорость сканирования и высокую чувствительность и позволяет осуществлять контроль вещания, анализ мощности в канале, обнаруживать источники помех беспроводной связи, выполнять мониторинг мощности, оценку электромагнитной совместимости и другие функции. Анализатор АФУ со встроенным источником постоянного напряжения смещения и функцией двухпортового векторного анализа цепей позволяет измерять расстояния до неоднородности, коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН), вносимые потери, выполнять согласование портов, отладку усилителей на мачтах радиосвязи, построение диаграммы Смита и т.д.

4.2. Особенности

- Диапазон частот анализатора спектра (в зав. от модификации): от 9 кГц до 3,6 ГГц (АКПП-4215), от 9 кГц до 7,5 ГГц (АКПП-4215 с опц. **SHA850-F2**)
- Диапазон частот векторного анализатора цепей (**опция**): от 100 кГц до 3,6 ГГц/ 7,5 ГГц
- Диапазон частот анализатора АФУ: от 100 кГц до 3,6 ГГц/ 7,5 ГГц (при наличии **опции** источника сигнала)
- Диапазон установки частот источника сигнала (**опция**): от 100 кГц до 3,6 ГГц/ 7,5 ГГц
- Предусилитель в стандартной комплектации: 25 дБ
- Миним. средний уровень собственных шумов: –162 дБм (с включенным предусилителем/ PA-On)
- Плотность фазовых шумов: –100 дБн/Гц (на частоте 1 ГГц с отстройкой 10 кГц)
- Динамический диапазон: 95... 100 дБ (в зав. от ПП)
- Дополнительные функции: измерение отношения сигнал/шум, мощности в канале, коэффициента утечки мощности в соседний канал (ACLR), занимаемой полосы частот, зависимости величины мощности от времени, отношения величины сигнала несущей к уровню шума, уровня точки пересечения третьего порядка (TOI), расстояния до неоднородности, анализ нелинейных искажений, построение спектрограммы
- Аналоговая демодуляция: АМ, ЧМ, ФМ
- Цифровая демодуляция: ASK, FSK, MSK, PSK, QPSK, DPSK, QAM

4.3. Режимы работы

Прибор обеспечивает работу в следующих режимах:

- анализатор спектра
- анализатор антенно-фидерных устройств (АФУ)
- векторный анализатор цепей (**опция**)
- анализатор аналоговых модулированных сигналов (**опция**)
- анализатор цифровых модулированных сигналов (**опция**)

5. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

5.1. Основные метрологические и технические характеристики

Гарантированными значениями являются только данные с допусками или пределами.

Нормирование технических характеристик и спецификаций приведено для условий окружающей среды: температура: $23^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, относительная влажность (RH) <75%.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
1	2
Диапазон рабочих частот, Гц - модификация АКИП-4215 - модификация АКИП-4215-SHA850-F2	от $9 \cdot 10^3$ до $3,6 \cdot 10^9$ от $9 \cdot 10^3$ до $7,5 \cdot 10^9$
Номинальное значение частоты опорного генератора, МГц	10
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора (δ_0)	$\pm 5 \cdot 10^{-6}$
Пределы относительной температурной нестабильности частоты опорного генератора в диапазоне температуры окружающего воздуха от 0 до $+20^{\circ}\text{C}$ и от $+30$ до $+50^{\circ}\text{C}$ (δ_t)	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
Погрешность при синхронизации по GPS	$\pm 1 \cdot 10^{-8}$
Диапазоны установки полосы обзора ($F_{\text{обзор}}$)	нулевой; от 100 Гц до верхней границы диапазона рабочих частот
Максимальное разрешение по частоте в режиме частотомера ¹⁾ (k), Гц	0,1
Разрешение по частоте в режиме измерения маркером (k_M), Гц	$F_{\text{обзор}}/750$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений частоты встроенным частотомером (f), Гц	$\pm((\delta_0 + \delta_t) \cdot f + 1)$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения частоты маркером, Гц	$\pm((\delta_0 + \delta_t) \cdot F_{\text{изм}} + 0,01 \cdot F_{\text{обзор}} + 0,1 \cdot F_{\text{пч}} + k_M)$
Диапазон установки скорости развертки, с - при нулевой полосе обзора - при полосе обзора более 100 Гц	от $1 \cdot 10^{-6}$ до $6 \cdot 10^{-3}$ от $1 \cdot 10^{-3}$ до $4 \cdot 10^{-3}$
Диапазоны установки полос пропускания фильтров ПЧ по уровню -3 дБ, Гц	от 1 до $1 \cdot 10^7$
Пределы допускаемой абсолютной погрешности полос пропускания фильтров ПЧ по уровню -3 дБ для $F_{\text{пч}}$, Гц 1 Гц св. 1 Гц до 10 МГц 10 МГц	± 1 $\pm(0,05 \cdot F_{\text{пч}} + 1)$ $\pm 0,05 \cdot F_{\text{пч}}$

Продолжение таблицы 1

1	2
Коэффициент прямоугольности фильтров ПЧ по уровням -60 дБ и -3 дБ, не более	4,8
Диапазон измерений уровня мощности с выключенным предусилителем в полосе частот, дБм от 100 кГц до 1 МГц включ. св. 1 МГц до 3,6 ГГц ¹⁾ св. 1 МГц до 7,5 ГГц ²⁾	от среднего уровня шумов до +10 от среднего уровня шумов до +20 от среднего уровня шумов до +20
Уровень фазовых шумов относительно несущей 1 ГГц, приведенный к полосе 1 Гц, дБн/Гц, не более - при отстройке на 10 кГц - при отстройке на 100 кГц - при отстройке на 1 МГц	-100 -100 -110
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) относительно уровня сигнала на частоте 50 МГц (опорная частота 50 МГц, внутренний аттенюатор 20 дБ), дБ, не более с выключенным предусилителем, с включенным предусилителем.	±0,8 ±1,2
Средний уровень собственных шумов с выключенным/включенным предусилителем (аттенюатор 0 дБ, $F_{пч}=10$ Гц, усреднение св. 50), дБм, не более от 100 кГц до 1 МГц включ. св. 1 до 10 МГц включ. св. 10 до 600 МГц включ. св. 600 МГц до 1,8 ГГц включ. св. 1,8 до 3,05 ГГц включ. св. 3,05 до 3,65 ГГц включ. св. 3,65 до 4,15 ГГц включ. св. 4,15 до 5,05 ГГц включ. св. 5,05 до 5,9 ГГц включ. св. 5,9 до 6,7 ГГц включ. св. 6,7 до 7,5 ГГц включ.	-132/-132 -142/-162 -140/-159 -138/-158 -134/-156 -134/-158 -137/-158 -135/-157 -135/-156 -136/-155 -134/-154
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности (центральная частота 50 МГц, пиковый детектор включен, $F_{пч}=F_{вф}=1$ кГц, ослабление входного аттенюатора 20 дБ), дБ - при выключенном предусилителе (входной уровень -20 дБ) - при включенном предусилителе (входной уровень -40 дБ)	±0,4 ±0,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения полос пропускания фильтра ПЧ относительно опорной $F_{пч}=10$ кГц, дБ	±0,26
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за нелинейности логарифмической шкалы (уровень мощности на входе от -50 до 0 дБм, $F_{пч}=F_{вф}=1$ кГц, пиковый детектор включен, аттенюатор 10 дБ, частота сигнала св. 100 кГц), дБ	±0,5

Продолжение таблицы 1

1		2	
Диапазон ослаблений внутреннего аттенюатора, дБ		от 0 до 50	
Шаг перестройки ослаблений внутреннего аттенюатора, дБ		1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности из-за переключения аттенюатора относительно опорного значения 20 дБ, дБ		±0,5	
Относительный уровень гармонических искажений 2-го порядка (диапазон частот св. 50 МГц, уровень мощности на смесителе -20 дБм, ослабление внутреннего аттенюатора 0 дБ, предусилитель выключен), дБм от 50 МГц до 3,05 ГГц включ. св. 3,05 до 3,75 ГГц		-65 -80	
Интермодуляционные искажения третьего порядка, выраженные в виде точки пересечения 3-го порядка (TOI) ($L_{изм}$) (диапазон частот св. 50 МГц, уровень мощности на смесителе -20 дБм, двутоновый сигнал с разницей частоты 100 кГц, ослабление внутреннего аттенюатора 0 дБ, предусилитель выключен), дБм от 50 МГц до 3,05 ГГц включ. св. 3,05 до 7,5 ГГц		+9,5 +16	
Трекинг генератор (опция)			
Полоса частот анализа в реальном времени $F_{анализ}$, Гц - модификация АКИП-4215 - модификация АКИП-4215-SHA850-F2		от $1 \cdot 10^5$ до $3,6 \cdot 10^9$ от $1 \cdot 10^5$ до $7,5 \cdot 10^9$	
Диапазон выходного уровня, дБм		от -40 до 0	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений уровня мощности, при несущей частоте 50 МГц, дБ		±1,0	
Неравномерность АЧХ, дБ		±2	
Векторный анализатор цепей (опция)			
Диапазон частот, Гц - модификация АКИП-4215 - модификация АКИП-4215-SHA850-F2		от $1 \cdot 10^5$ до $3,6 \cdot 10^9$ от $1 \cdot 10^5$ до $7,5 \cdot 10^9$	
Диапазон выходного уровня, дБм		от -40 до 0	
Полоса фильтра ПЧ, кГц		10	
Динамический диапазон при полосе пропускания 10 Гц, в диапазоне частот, дБ, не менее	от 100 кГц до 1 МГц включ.	100	
	св. 1 МГц до 1,5 ГГц включ.	100	
	св. 1,5 до 3,6 ГГц включ.	100	
	св. 3,6 до 6,5 ГГц включ.	95	
	св. 6,5 до 7,5 ГГц включ.	95	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля/фазы коэффициента отражения S_{11} , дБ/градус - в диапазоне частот от 100 кГц до 3,5 ГГц - в диапазоне частот св. 3,5 ГГц до 7,5 ГГц	Модуль	Фазы	
	±0,02 ±0,03	±1 ±1	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля/фазы коэффициента передачи S_{21} , дБ/градус - в диапазоне частот от 100 кГц до 3,5 ГГц - в диапазоне частот св. 3,5 ГГц до 7,5 ГГц	Модуль	Фазы	
	±0,1 ±0,1	±1 ±1	

Продолжение таблицы 1


1		2	
Среднеквадратическое отклонение значения шумов измерительного тракта при измерении модуля/фазы коэффициентов передачи, в диапазоне частот, дБ/градус, не более от 100 кГц до 3,5 ГГц включ. св. 3,5 до 7,5 ГГц включ.		Модуль	Фаза
		0,02 0,03	0,03 0,05
Среднеквадратическое отклонение значения шумов измерительного тракта при измерении модуля/фазы коэффициентов отражения, в диапазоне частот, дБ/градус, не более от 100 кГц до 3,5 ГГц включ. св. 3,5 до 7,5 ГГц включ.		Модуль	Фаза
		0,15 0,15	0,18 0,40
Формат отображения	Логарифмический и линейный масштаб, круговая диаграмма полных сопротивлений (диаграмма Смита), полярная диаграмма, групповая задержка, КСВ, фаза.		
Анализ аналоговых модулированных сигналов АМ, ЧМ, ФМ (опция)			
Диапазон частот несущей, Гц - модификация АКИП-4215 - модификация АКИП-4215-SHA850-F2		от $2 \cdot 10^6$ до $3,6 \cdot 10^9$ от $2 \cdot 10^6$ до $7,5 \cdot 10^9$	
Диапазон мощности несущей, дБм		от -30 до +20	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки мощности, дБ		±2	
АМ модуляция: - частота модуляции, Гц - погрешность измерения частоты абсолютная, при частоте менее 1 кГц, Гц относительная, при частоте св. 1 кГц, %, не более - глубина модуляции, % - абсолютная погрешность измерения глубины модуляции, %		от 20 до $1 \cdot 10^5$ 1 0,1 от 5 до 95 ±4	
ЧМ модуляция: - частота модуляции, Гц - погрешность измерения частоты: абсолютная, при частоте менее 1 кГц, Гц относительная, при частоте св. 1 кГц, %, не более - девиация частоты, Гц - относительная погрешность измерения девиация частоты, %		от 20 до $1 \cdot 10^5$ 1 0,1 от $1 \cdot 10^3$ до $4 \cdot 10^5$ ±4	
ФМ модуляция: - частота модуляции, Гц - погрешность измерения частоты абсолютная, при частоте менее 1 кГц, Гц относительная, при частоте св. 1 кГц, %, не более - девиация, рад - относительная погрешность измерения девиации, %		от 50 до $0,5 \cdot 10^5$ 1 0,1 от 0,2 до 100,0 ±4	
Анализ цифровых модулированных сигналов ASK, FSK, MSK, PSK, QAM (опция)			
Диапазон частот несущей, Гц - модификация АКИП-4215 - модификация АКИП-4215-SHA850-F2		от $2 \cdot 10^6$ до $3,6 \cdot 10^9$ от $2 \cdot 10^6$ до $7,5 \cdot 10^9$	
Диапазон мощности несущей, дБм		от -30 до +20	

Продолжение таблицы 1

1	2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки мощности, дБ	±2
Виды модуляций	ASK: 2ASK; FSK: 2,4,8,16 уровень; MSK: GMSK; PSK: BPSK,QPSK,OQPSK,8PSK; DPSK: DBPSK, DQPSK, D8PSK, - DQPSK, -D8PSK; QAM: 16, 32, 64, 128, 256
<p>Примечания:</p> <p>1) – для модификации АКИП-4215;</p> <p>2) – для модификации АКИП-4215-SHA850-F2;</p> <p>дБн – уровень мощности в дБ относительно уровня несущей частоты;</p> <p>дБм – уровень мощности в дБ относительно 1 мВт;</p> <p>$F_{вф}$ – полоса пропускания видеофильтра, Гц;</p> <p>$F_{пч}$ – полоса пропускания фильтра ПЧ, Гц;</p> <p>$TOI=(2 \cdot L_{смес}-L_{изм})/2$,</p> <p>где $L_{смес}$ – уровень входного сигнала на смесителе, дБм.</p>	

Таблица 2 – Общие технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Номинальное значение сопротивлений входа анализатора и выхода следящего генератора, Ом	50
Типы разъемов входа анализатора	N-тип «розетка»
Напряжение питающей сети, В	
для номинального значения частоты сети:	
- 50 или 60 Гц	от 100 до 240
- 400 Гц	от 100 до 120
-встроенная батарея питания	12
Потребляемая мощность, Вт, не более	20
Масса, кг, не более	3,2
Габаритные размеры (ширина×высота×глубина), мм, не более	308×215×79
Рабочие условия применения	
- температура окружающего воздуха, °С	от 0 до +50
- относительная влажность воздуха, %, не более	90

 **ВНИМАНИЕ!** Для включения и работы прибора, сначала необходимо установить аккумуляторную батарею. Без установленной аккумуляторной батареи прибор не работает, даже при подключении через адаптер питания.

6. СОСТАВ КОМПЛЕКТА

Стандартная комплектация прибора приведена в таблице:

Наименование и обозначение	Количество, шт.
Анализатор спектра портативный серии АК ИП-4215	1 (в зав. от модификации)
Сетевой адаптер	1
Кабель питания	1
Кабель USB	1
Аккумуляторная батарея	1
Руководство по эксплуатации	1
Сумка для переноски	1

Опции (доп. аксессуары по отдельному заказу):

SHA850-F2	Опция увеличения верхней границы диапазона частот до 7,5 ГГц (программная)
SHA850-SOR	Опция активации трекинг-генератора (программная)
SHA850-VNA	Опция векторного анализатора цепей (программная)
SHA850-AMK	Опция расширенного набора измерений (программная)
SHA850-AMA	Опция анализа сигналов с аналоговой модуляцией (программная)
SHA850-DMA	Опция анализа сигналов с цифровой модуляцией ASK, FSK, MSK, PSK, QAM (программная)
SHA850-BIAS	Опция активации выхода постоянного напряжения (DC BIAS) (программная)
SHA850-GPS	Опция активации GPS приемника
SHA850-GPSM SHA850-MAP	Опция активации GPS регистратора (программная, требуется наличие установленной опции SHA850-GPS)

Принадлежности

SHA800-BAT	Литиевая аккумуляторная батарея
SHA800-AP	Блок питания AC/DC
SHA800-BG	Мягкая сумка для переноски
ANT-GPS1	Антенна GPS/GLONASS с кабелем длиной 100 см и разъёмом SMA (вилка)
ANT-DA1	Комплект направленных антенн, включает опции ANT-DA11, ANT-DA12 и ANT-DA13
ANT-DA11	Направленная антенна: диапазон частот от 10 МГц до 200 МГц, горизонтальная и вертикальная поляризация, коэффициент усиления антенны 10 дБ, КСВ менее 1:1,9
ANT-DA12	Направленная антенна: диапазон частот от 200 МГц до 500 МГц, горизонтальная и вертикальная поляризация, коэффициент усиления антенны 10 дБ, КСВ менее 1:1,9
ANT-DA13	Направленная антенна: диапазон частот от 500 МГц до 8 ГГц, горизонтальная и вертикальная поляризация, коэффициент усиления антенны 10 дБ, КСВ менее 1:1,9
SRF5030T	Набор пробников ближнего поля: диапазон частот от 300 кГц до 3 ГГц, 3 пробника магнитного поля, 1 пробник электрического поля, кабель SMB(вилка) – SMA(вилка), адаптер SMA(розетка) – N(вилка)
UKitSSA3X	Набор принадлежностей: кабель N (вилка) – SMA (вилка), кабель N (вилка) – N (вилка), адаптер N (вилка) – BNC (розетка) (2 шт.), адаптер N (вилка) – SMA (розетка) (2 шт.), аттенюатор 10 дБ
N-BNC-2L	Кабельная сборка: N (вилка) – BNC (вилка), от 0 до 2 ГГц, длина 700 мм
N-SMA-6L	Кабельная сборка: N (вилка) – SMA (вилка), от 0 до 6 ГГц, длина 700 мм
N-N-6L	Кабельная сборка: N (вилка) – N (вилка), от 0 до 6 ГГц, длина 700 мм
N-N-18L	Кабельная сборка: N (вилка) – N (вилка), от 0 до 18 ГГц, длина 1000 мм
N-SMA-18L	Кабельная сборка: N (вилка) – SMA (вилка), от 0 до 18 ГГц, длина 1000 мм
SMA-SMA-18L	Кабельная сборка: SMA (вилка) – SMA (вилка), от 0 до 18 ГГц, длина 1000 мм
Y504MS	Интегрированный калибровочный набор, разъёмы N-типа (вилка), от 0 до 9 ГГц, 50 Ом
Y504FS	Интегрированный калибровочный набор, разъёмы N-типа (розетка), от 0 до 9 ГГц, 50 Ом
F504TS	Прецизионный калибровочный набор, разъёмы N-типа (вилка, розетка), от 0 до 9 ГГц, 50 Ом
F604TS	Прецизионный калибровочный набор, разъёмы 3,5 мм (вилка, розетка), от 0 до 9 ГГц, 50 Ом
F503ME	Экономичный калибровочный набор, разъёмы N-типа (вилка), от 0 до 4,5 ГГц, 50 Ом
F503FE	Экономичный калибровочный набор, разъёмы N-типа (розетка), от 0 до 4,5 ГГц, 50 Ом
F603ME	Экономичный калибровочный набор, разъёмы 3,5 мм (вилка), от 0 до 4,5 ГГц, 50 Ом
F603FE	Экономичный калибровочный набор, разъёмы 3,5 мм (розетка), от 0 до 4,5 ГГц, 50 Ом
F504MS	Стандартный калибровочный набор, разъёмы N-типа (вилка), от 0 до 9 ГГц, 50 Ом
F504FS	Стандартный калибровочный набор, разъёмы N-типа (розетка), от 0 до 9 ГГц, 50 Ом
F604MS	Стандартный калибровочный набор, разъёмы 3,5 мм (вилка), от 0 до 9 ГГц, 50 Ом
F604FS	Стандартный калибровочный набор, разъёмы 3,5 мм (розетка), от 0 до 9 ГГц, 50 Ом

7. ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ИНДИКАЦИИ

7.1. Описание передней и верхней панели

7.1.1. Описание передней панели







Рис. 7.1. Передняя панель прибора.

№	Название	Описание
1	ЖК дисплей	Сенсорный экран с диагональю 21,34 см и разрешением 800 x 600 точек.
2	Выключатель питания	<ul style="list-style-type: none"> – В режиме ожидания: подсветка оранжевым цветом. – Во включенном состоянии: подсветка белым цветом. – Короткое нажатие: переход в режим ожидания с сохранением текущего состояния. – Длительное нажатие: переход в режим ожидания без сохранения текущего состояния.
3	Функциональные клавиши	<p>Обеспечивают управление функциями и ввод параметров. Большинство операций могут быть выполнены путём касания дилпея.</p> <p>Нажатие на клавишу «Lock» включает или отключает клавиатуру и сенсорные функции (управление путём касания дилпея).</p>
4	Трёхкоординатный регулятор	Предназначен для выбора и быстрой настройки параметров.
5	Вентиляционные отверстия	Наружные выпускные отверстия встроенного вентилятора. Перед началом работы следует убедиться, что эти отверстия ничем не загорожены.
6	Крышка батарейного отсека	Защитная крышка батарейного отсека. Снять при замене батареи.
7	Съёмный ремешок	Удобная ручка для переноски или упор для руки. Может быть установлен с обеих сторон.

Клавиши быстрого выбора команд



Рис. 7.2. Клавиши быстрого выбора команд.

Название	Описание
	На экране появляется окно выбора меню, при этом для непосредственного входа в функциональное меню можно использовать также сенсорный экран.
	Клавиша для сохранения текущего изображения экрана. Параметры сохранения (такие как путь сохранения, инверсия цвета и область снимка экрана) могут быть установлены в пункте меню System → File.
	Управление процессом измерения, временная остановка или возобновление текущего измерения. Если клавиша подсвечена, это означает, что измерение приостановлено. При возобновлении измерения подсветка клавиши гаснет.
	Управление блокировкой клавиш и сенсорного экрана. Если клавиша подсвечена, это означает, что все клавиши на клавиатуре и экранные клавиши, за исключением клавиши «Lock», блокируются во избежание ошибочных действий.

Функциональные клавиши



Рис. 7.3. Функциональные клавиши.

Функциональные клавиши, находящиеся на передней панели, являются клавишами двойного назначения, и могут использоваться как в режиме выбора меню, так и в режиме ввода значений параметров, переключение между которыми осуществляется с помощью клавиш «Enter» и «Esc».

- По умолчанию рабочий интерфейс находится в режиме выбора меню, при этом функциональные клавиши выполняют функции, обозначенные синим цветом над клавишей. Для переключения из режима выбора меню в режим ввода значений параметров используется клавиша «Enter».
- Когда интерфейс находится в режиме ввода значений параметров, функциональные клавиши выполняют функции, обозначенные белым цветом на самой клавише. Для переключения из режима ввода значений параметров в режим выбора меню используется клавиша «Esc».

Название	Описание
	В режиме выбора меню клавиша используется для выбора режима работы прибора, например, анализа спектра, тестирования антенно-фидерного тракта, анализа цепей и т.д. В режиме ввода значений параметров используется для переключения в режим выбора меню.
	В режиме выбора меню клавиша используется для настройки параметров измерения, включая время усреднения, конкретные тестируемые показатели и т.д. В режиме ввода значений параметров используется для стирания уже введённых значений.
	В режиме ввода значений параметров используется для переключения в режим выбора меню.
	В режиме выбора меню клавиша используется для настройки параметров частоты. В режиме анализа во временной области используется для настройки параметров длины (расстояния).
	В режиме выбора меню клавиша используется для настройки параметров полосы пропускания, включая полосу обзора (RBW), полосу пропускания видеофильтра (VBW), полосу пропускания ПЧ (IFBW) и т.д.
	В режиме выбора меню клавиша позволяет настраивать параметры маркеров, включая тип курсора, его положение, вычисление спектральной плотности мощности шума в данной точке, полосы пропускания по уровню N дБ и т.д.
	В режиме выбора меню клавиша используется для настройки параметров амплитуды, включая тип шкалы и единицы измерения, а также настройки аттенюатора и предусилителя, параметры коррекции амплитуды и т.д.
	В режиме выбора меню клавиша используется для настройки параметров развёртки, включая время и тип развёртки, номер развёртки, запуск, стробирование и т.д.
	В режиме выбора меню клавиша используется для работы с пиковыми значениями и настройки параметров поиска и отображения пиков.
	В режиме выбора меню клавиша используется для настройки параметров трассы, включая состояние трассы, тип детектора, математическую обработку, нормализацию и т.д.
	В режиме выбора меню клавиша используется для настройки параметров предельных линий, включая редактирование предельных линий, установку допусков, состояния тестирования и т.д.
	В режиме выбора меню клавиша используется для выполнения калибровки портов (при работе в режимах анализа антенно-фидерных устройств и анализа цепей), например, для выбора типа калибровочного набора (механический, пользовательский, электронный и т.д.).
	В режиме выбора меню клавиша позволяет управлять предварительными настройками прибора и параметрами сброса настроек, включая состояние прибора при сбросе настроек, состояние прибора при включении питания, пользовательские настройки и т.д.
	В режиме выбора меню клавиша позволяет выполнять операции с файлами, такие как сохранение и вызов файлов, а также работу с диспетчерами файлов.
	В режиме выбора меню клавиша обеспечивает просмотр общей информации о системе, сведений о версиях ПО, прошивки, аппаратной части и калибровки, а также настройках входного и выходного порта, экрана и т.д.

7.1.2. Описание верхней панели

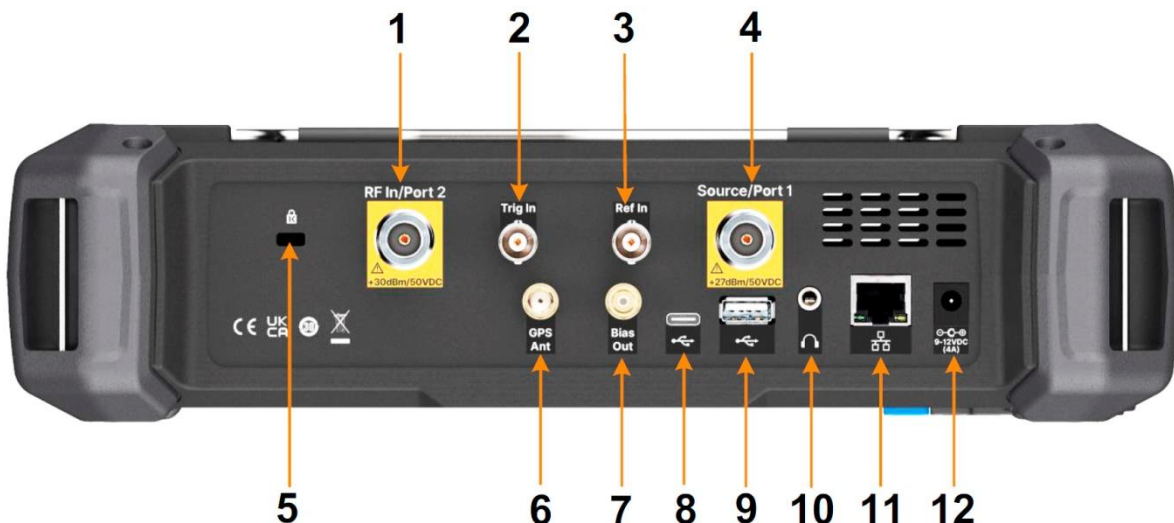






Рис. 7.4. Верхняя панель прибора.

№	Название	Описание
1	RF In/Port 2	Вход ВЧ-сигнала (Порт 2): разъём N-типа (розетка), 50 Ом. Максимально допустимый уровень сигнала: ± 50 В (пост.), +30 дБм.
2	Trig In	Вход внешнего сигнала запуска с разъёмом BNC. Внешний сигнал запуска используется для синхронизации событий.
3	Ref In	Вход опорного тактового сигнала, разъём BNC. Прибор может использовать встроенный или внешний опорный тактовый генератор. Если прибор обнаруживает сигнал от внешнего опорного тактового генератора частотой 10 МГц, он автоматически использует этот сигнал в качестве источника опорного тактового сигнала. При этом в строке состояния экрана отображается индикатор внешнего опорного тактового сигнала. Если внешний опорный сигнал 10 МГц пропадает, превышает заданное значение или не подключен, схема синхронизации автоматически переключается на встроенный опорный тактовый генератор 10 МГц, а в строке состояния экрана отображается индикатор встроенного опорного тактового сигнала. Разъём используется для синхронизации работы нескольких приборов.
4	Source/Port 1	Выход источника / Вход 1 сигнала: разъём N-типа (розетка), 50 Ом. В режиме анализатора спектра используется в качестве выхода независимого источника сигнала. В режиме анализатора цепей этот разъём предназначен для подачи испытательного сигнала и приёма отклика. Благодаря встроенному ответвителю прибор может использоваться в качестве однопортового векторного анализатора цепей.
5		Гнездо для подключения замка Кенсингтона.
6	GPS Ant	Разъём SMA (розетка) служит для подключения антенны GPS и приёма сигналов спутниковой навигационной системы GPS. Обеспечивает выходное напряжение 3,3 В постоянного тока для питания активной GPS-антенны.
7	Bias Out	Разъём SMB с импедансом 50 Ом для вывода напряжения смещения. Предназначен для подачи напряжения смещения на внешние усилители сигнала, например, усилители на мачтах радиосвязи.
8	USB Device	Основной порт USB, тип C. Прибор может выступать как ведомое устройство при подключении к компьютеру через кабель USB. Для удаленного управления прибором используется протокол USB-TMC.
9	USB Host	Ведомый порт USB, тип A. Прибор может выступать как ведущее устройство при подключении внешних USB-устройств, например: – внешнего запоминающего устройства для считывания файлов или сохранения текущего состояния прибора, данных или изображения экрана; – USB-клавиатуры, USB-мыши или другого USB-приемника; – при подключении адаптера USB-GPIB для дистанционного управления прибором через интерфейс GPIB; – при подключении электронных калибровочных наборов для автоматической калибровки прибора.
10	Audio output	Разъём для наушников, 3,5 мм. Разъём предназначен для подключения наушников для прослушивания демодулированных AM- и FM-сигналов. Включить или выключить гарнитуру, а также отрегулировать громкость можно через меню.
11	LAN	Порт RJ45. Прибор подключается к локальной сети через сетевой кабель, что позволяет просматривать и управлять прибором удаленно через интерфейс VXI, протокол Socket или веб-браузер.
12	External power supply	Разъём 2,5 x 5,5 мм (центральный контакт положительный) для подключения адаптера питания 12 В / 4 А. Используется для питания прибора и зарядки аккумуляторной батареи.

-  **ВНИМАНИЕ!** Прибор не поддерживает подачу на входные разъёмы сигналов постоянного тока. По возможности, перед измерением сигнала рекомендуется отделить постоянную составляющую.
-  **ВНИМАНИЕ!** Во избежание повреждения прибора постоянная составляющая сигнала, подаваемого на ВЧ-вход, не должна превышать 50 В.
Если частота сигнала более 10 МГц, максимальная продолжительная мощность сигнала не должна превышать +33 дБм.
Если частота сигнала менее 10 МГц, максимальная продолжительная мощность сигнала не должна превышать +20 дБм.
-  **ВНИМАНИЕ!** Перед подключением сигнала нужно замкнуть центральный проводник измерительного кабеля на корпус прибора, чтобы снять накопленное статическое электричество.

7.2. Пользовательский интерфейс

7.2.1. Общее описание пользовательского интерфейса

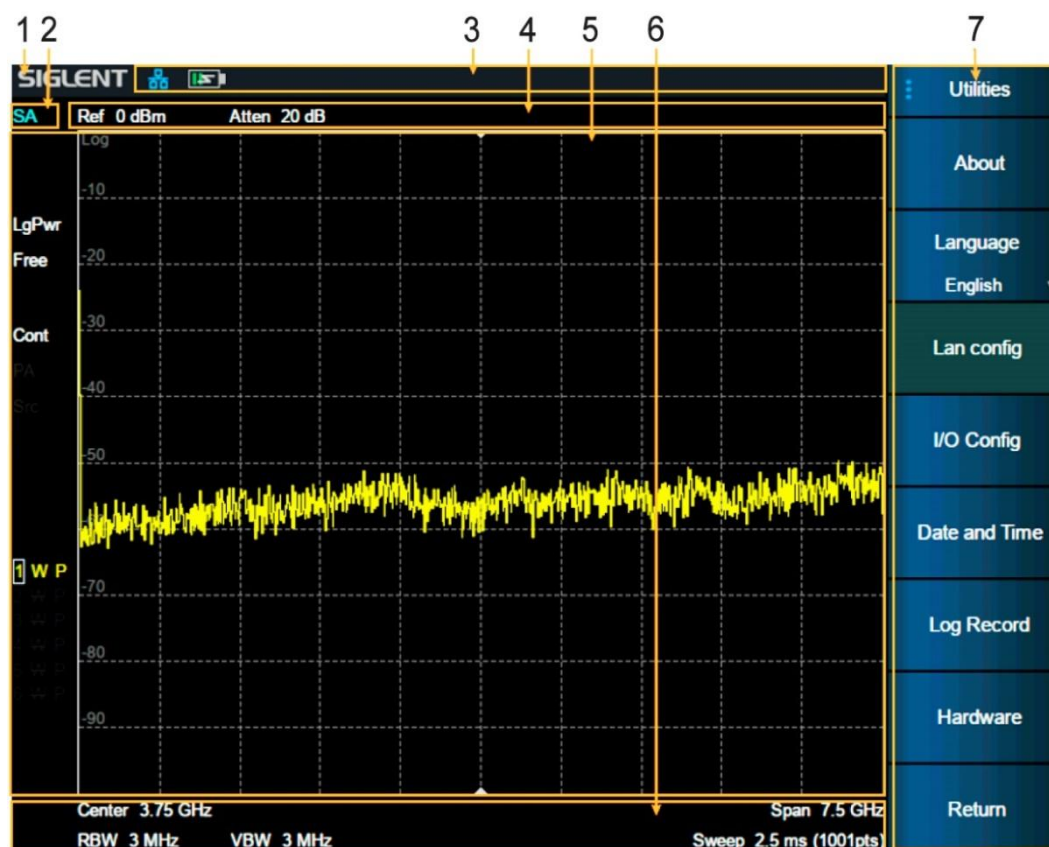


Рис. 7.5. Пользовательский интерфейс.

№	Название	Описание
1	SIGLENT	Логотип изготовителя прибора (<i>SIGLENT</i>).
2	Режим / Измерительная функция	Отображение текущего режима работы и функции измерения. Нажать для переключения режимов или функций (например, режим анализа спектра, режим анализа спектра в реальном времени и т.д.).
3	Строка состояния прибора	Отображение состояния прибора, интерфейса и т.д.
4	Строка состояния измерения	Отображение состояния измерения, опорного уровня, ослабления, положения курсора и т.д.
5	Область отображения результатов измерений	Отображение результатов измерений в различных форматах (например, спектральные линии, курсоры, таблицы, сигнальные созвездия и т.д.).
6	Область отображения параметров сканирования	Отображение и управление основными параметрами сканирования.
7	Область меню	Используется для настройки измерений.

7.2.2. Управление с помощью сенсорного экрана и мыши

Прибор оснащен сенсорным экраном с диагональю 21,34 см (8,4 дюйма), который поддерживает различные функции управления жестами.

- Для изменения координат центра оси X или опорной точки оси Y можно сдвинуть график сигнала влево, вправо, вверх или вниз в области отображения результатов измерений.
- Для изменения диапазона измерения сигнала по оси X нужно выполнить масштабирование по двум точкам в области графика сигнала.
- Для изменения диапазона отображения по оси X нужно масштабировать график сигнала по горизонтали в двух точках области отображения результатов измерения.
- Для выбора функции нужно щёлкнуть область меню для быстрого вызова команд, область рабочего состояния, область отображения параметров сканирования или область меню.
- Для редактирования параметров или текста нужно нажать на редактируемые параметры, виртуальную цифровую клавиатуру или QWERTY клавиатуру.
- Включение и перемещение курсора.
- Если мышь подключена, щелчок левой кнопкой эквивалентен одиночному касанию экрана.

Включение и отключение функций сенсорного экрана осуществляется с помощью клавиши «Lock».

№	Название	Описание
1	Щелчок	Большинства элементов управления нужно просто коснуться и отпустить.
2	Двойной щелчок	Некоторые элементы управления требуют двойного касания. Если второе касание не происходит в течение определённого промежутка времени, то действие отменяется или касание расценивается как одиночное.
3	Перемещение	Некоторые объекты могут быть перемещены. Для этого нужно, аккуратно удерживая объект, переместить его в новое положение. Можно, например, перемещать такие элементы, как ярлыки, узлы ограничительных линий или точки центральной частоты, перетаскивая их влево или вправо.
4	Масштабирование (сведение и разведение пальцев)	Некоторые объекты можно уменьшить или увеличить в масштабе. Это делается путём одновременного касания экрана двумя пальцами, а затем, сводя или разводя пальцы, уменьшить или увеличить объект. Таким образом можно, например, расширить или сузить диапазон частот, коснувшись в двух местах трассы сигнала, а затем сдвинуть или раздвинуть пальцы.

7.3. Работа с прошивкой

7.3.1. Проверка системной информации

Нажать **System** → «System» → «About», можно получить информацию о системе, включая:

- модель прибора, серийный номер и идентификатор узла (Host ID);
- версия программного и аппаратного обеспечения;
- информация об опциях.

7.3.2. Загрузка опций

Для активации приобретенных опций выполнить следующие действия:

- нажать **System** → «System» → «Load Option»
- ввести в экранном окне лицензионный ключ, нажать клавишу «Enter» для подтверждения и завершения ввода лицензионного ключа; или
- загрузить из внутренней памяти или внешней USB-памяти предоставленный файл .lic, нажав **System** → «Load».

Опции активируются после перезагрузки.

7.3.3. Обновление прошивки

Для обновления прошивки выполнить следующие действия:

- запросить актуальный пакет прошивки в Службе техподдержки компании АО ПРИСТ;
- извлечь и скопировать файл .ADS в корневой каталог USB-накопителя;
- подключить USB-накопитель к разъёму USB Host, нажать **System** → «System» → «Update» и найти файл .ADS на USB-накопителе;
- нажать «Load», прибор автоматически выполнит процесс обновления.



ВНИМАНИЕ! Процесс обновления занимает несколько минут. По завершении обновления прибор необходимо перезагрузить.

Любое прерывание процесса обновления приведет к сбою обновления и потере системных данных. На этот случай не распространяются гарантийные обязательства, поэтому расходы на ремонт и доставку несет пользователь.

Запрещается извлекать USB-накопитель до завершения обновления!

7.4. Связь и удаленное управление

Прибор способен поддерживать связь с компьютерами через интерфейсы USB, LAN и GPIB-USB. Используя эти интерфейсы в сочетании с языками программирования и/или программным обеспечением NI-VISA, пользователи могут удаленно управлять анализатором с помощью набора команд, совместимого с командами SCPI, LabView и IVI, что позволяет прибору функционировать совместно с другими программируемыми инструментами.

Можно также нажать **System** → «System» → «Interface Settings» → «Web Services» и настроить соответствующий порт связи для просмотра данных и управления прибором непосредственно на компьютере или мобильном терминале с помощью веб-браузера.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1. Режимы измерений и измерительные функции

Прибор обеспечивает работу в различных режимах, каждый из которых включает несколько измерительных функций.

Режимы измерений

- анализатор спектра;
- анализатор антенно-фидерных устройств;
- векторный анализатор цепей;
- анализатор модуляции.

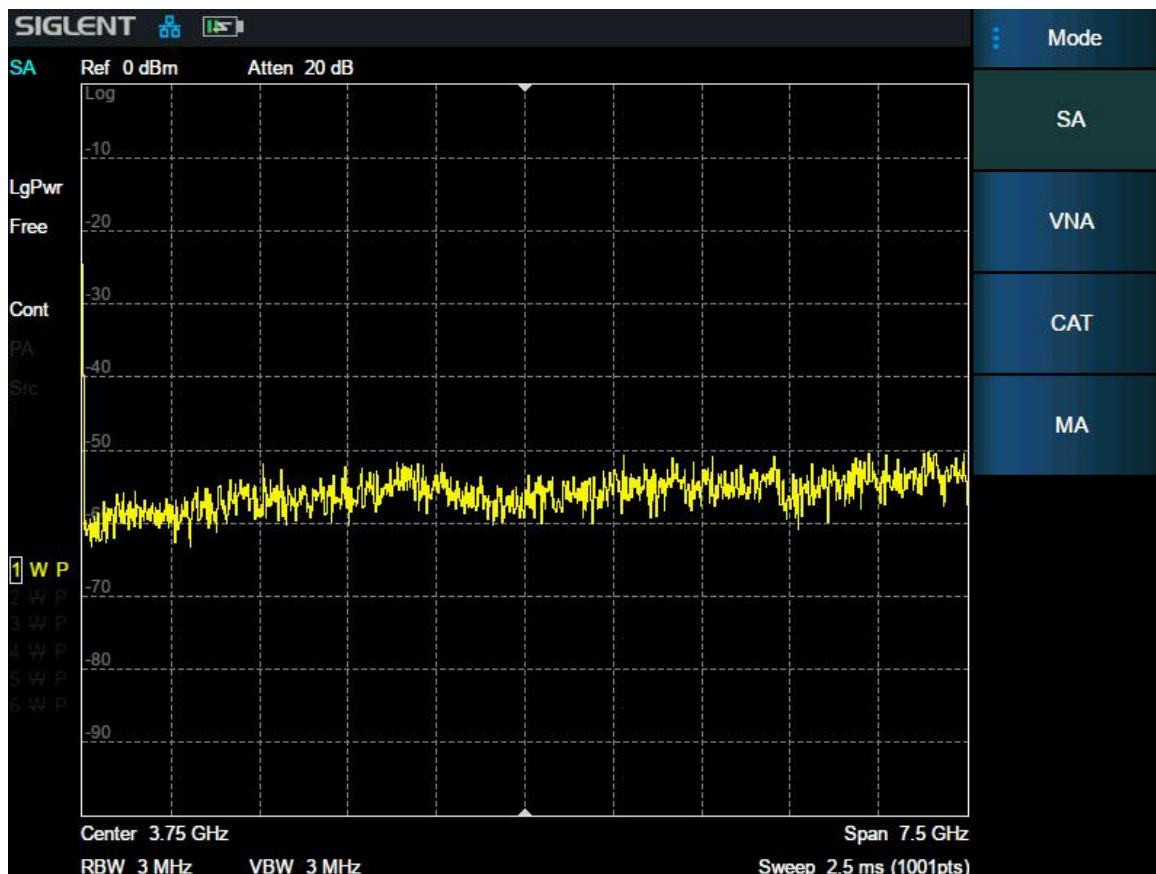


Рис. 8.1. Выбор режима измерений.

Измерительные функции

В режиме анализатора спектра:

- сканирующий анализатор спектра (Swept SA)
- измерение мощности в канале (CH Power)
- измерение коэффициента развязки соседних каналов по мощности (ACPR)
- измерение занимаемой полосы частот (OBW)
- измерение мощности во временной области (T-Power)
- измерение интермодуляционных искажений третьего порядка (TOI)
- отображение изменения спектра во времени (Spectrum Monitor)
- измерение отношения величины сигнала несущей к уровню шума (CNR)
- анализ гармоник (Harmonic)
- сбор и обработка IQ данных (IQ Acquisition)

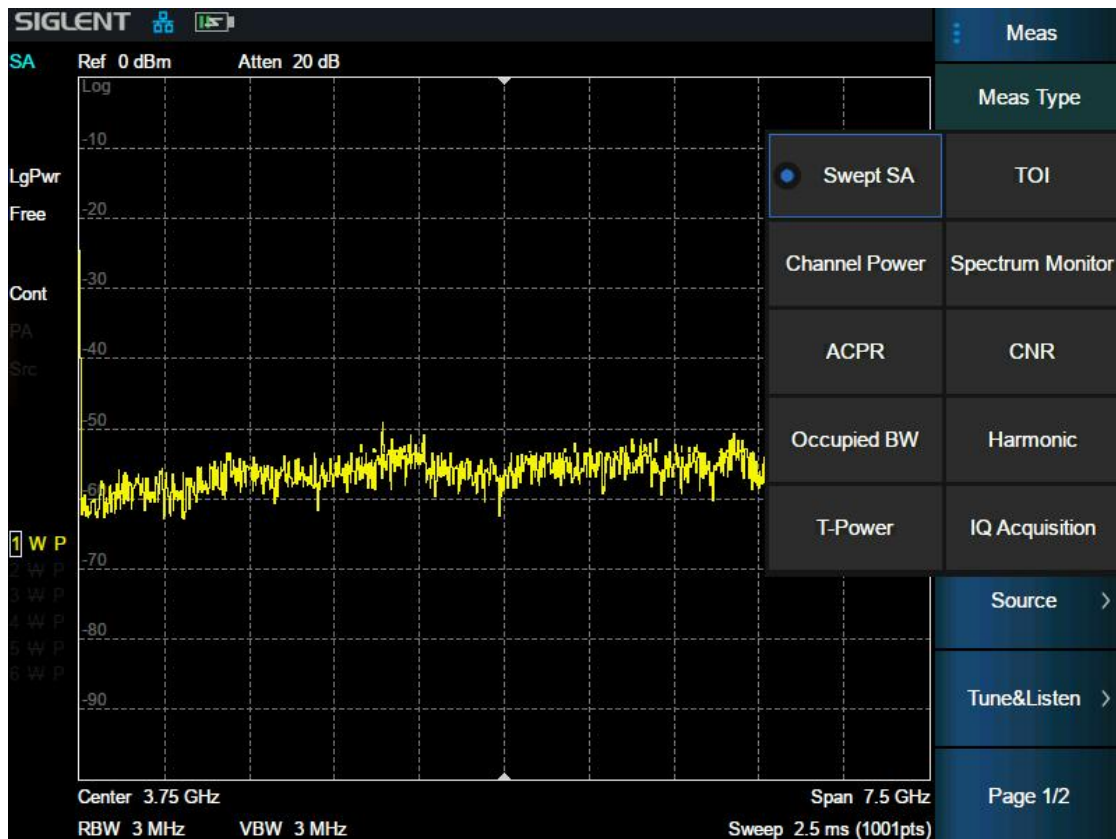


Рис. 8.2. Выбор измерительной функции в режиме анализатора спектра.

В режиме анализатора антенно-фидерных устройств:

- измерение расстояния до неоднородности (DTF)
- измерение обратных потерь (Return Loss)
- измерение коэффициента стоячей волны по напряжению (VSWR)
- измерение потерь в кабеле (Cable Loss)
- измерение вносимых потерь (Insertion Loss)
- рефлектометрия во временной области (TDR)
- измерение расстояния до неоднородности и обратных потерь (DTF&Return Loss)
- рефлектометрия во временной области и измерение обратных потерь (TDR&Return Loss)
- рефлектометрия во временной области и измерение расстояния до неоднородности (TDR&DTF)

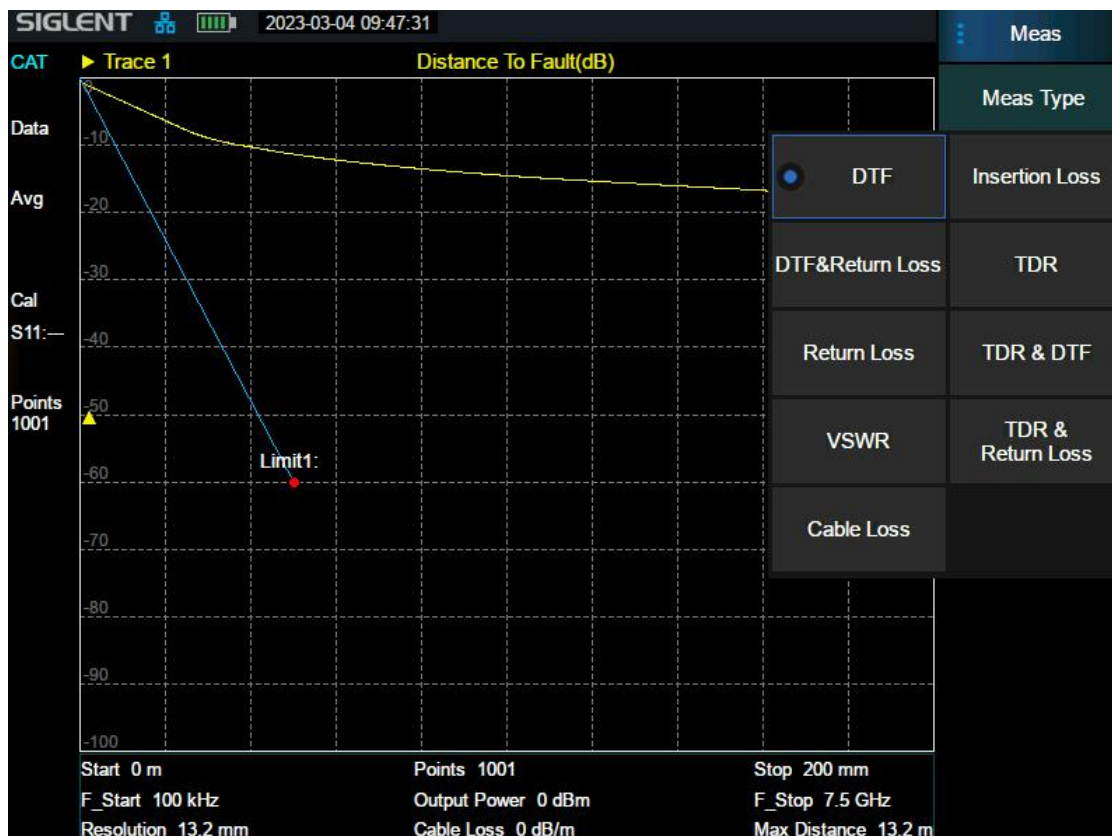


Рис. 8.3. Выбор измерительной функции в режиме анализатора антенно-фидерных устройств.

В режиме векторного анализатора цепей:

- измерение параметров передачи и отражения (S11 и S21)

В режиме анализатора модуляции:

- анализатор аналоговых модулированных сигналов (AMA)
- анализатор цифровых модулированных сигналов (DMA)

Прибор поддерживает работу в нескольких независимых режимах измерений, но одновременно можно активировать только один из них.

Формат команды	:INSTrument[:SELEct] :INSTrument[:SELEct]?
Инструкция	Выбор режима работы анализатора спектра
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	SA: режим анализатора спектра MA: анализ модуляции RTSA: анализ спектра в режиме реального времени
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:INSTrument MA

Формат команды	:INSTrument:MEASure :INSTrument:MEASure?
Инструкция	Настройка режима измерений
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	SA: анализ спектра ACPR: измерение коэффициента развязки соседних каналов по мощности CHPower: измерение мощности в канале OBW: измерение занимаемой полосы частот TPOWer: измерение мощности во временном интервале SPECtrogram: отображение спектрограммы TOI: измерение интермодуляционных искажений третьего порядка HARMonics: анализ гармоник CNR: измерение отношения величины сигнала несущей к уровню шума
Выходные данные	Выбор варианта: SA ACPR CHP OBW TPOW SPEC TOI HARM CNR
Пример	:INSTrument:MEASure ACPR

8.2. Режим анализатора спектра

Для этого прибора режим анализатора спектра является режимом измерений по умолчанию.

8.2.1. Частота и полоса обзора

8.2.1.1. Частота и полоса обзора

Настройка частотно-зависимых параметров и функций прибора. Развёртка будет перезапускаться каждый раз при изменении параметров частоты.

Частотный диапазон канала может быть описан с помощью следующих параметров: начальная частота ($f_{нач.}$), центральная частота ($f_{центр.}$), конечная частота ($f_{конеч.}$) и полоса обзора ($f_{обз.}$). Если какой-либо из этих параметров изменится, остальные будут скорректированы автоматически для обеспечения взаимосвязи между ними:

$$f_{центр.} = \frac{f_{нач.} - f_{конеч.}}{2}$$

$$f_{обз.} = f_{нач.} - f_{конеч.}$$

Частота гетеродина будет меняться от значения начальной частоты до конечной частоты, если полоса обзора больше 0. Если полоса обзора равна 0 (нулевая полоса обзора), частота гетеродина равна постоянной величине.

Полоса обзора меняется при изменении полосы пропускания и параметров сканирования.

При изменении частотно-зависимых параметров следует перезапустить процессы сканирования и/или измерения.

Последняя развёртка устанавливает ширину полосы качания частоты, которая была до последнего изменения.

Увеличение масштаба устанавливает ширину полосы качания частоты равной половине текущего значения ширины полосы качания частоты.

Уменьшение масштаба устанавливает ширину полосы качания частоты в два раза больше текущего значения ширины полосы качания частоты.

Формат команды	<code>[:SENSe]:FREQuency:CENTer</code> <code>[:SENSe]:FREQuency:CENTer?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения центральной частоты
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	50 Гц...7,5 ГГц Нулевая полоса обзора: 0 Гц...7,5 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	<code>:FREQuency:CENTer 0.2 GHz</code>

Формат команды	<code>[:SENSe]:FREQuency:STARt</code> <code>[:SENSe]:FREQuency:STARt?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения начальной частоты
Диапазон значений параметра	0 Гц...7,5 ГГц Нулевая полоса обзора: 0 Гц...7,5 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	<code>:FREQuency:STARt 100 Hz</code>

Формат команды	<code>[:SENSe]:FREQuency:STOP</code> <code>[:SENSe]:FREQuency:STOP?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения конечной частоты
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	100 Гц...7,5 ГГц Нулевая полоса обзора: 0 Гц...7,5 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	<code>:FREQuency:STOP 1.0 GHz</code>

Формат команды	[[:SENSe]:FREQuency:SPAN [:SENSe]:FREQuency:SPAN?
Инструкция	Настройка / запрос значения полосы обзора Установка значения полосы обзора, равной 0 Гц, означает настройку нулевой полосы обзора
Примечание	Формат команд для функций: <i>только Channel Power:</i> [:SENSe]:CHPower:REQuency:SPAN <i>только OBW:</i> [:SENSe]:OBWidth:REQuency:SPAN <i>только ACPR:</i> [:SENSe]:ACPower:REQuency:SPAN <i>только TOI:</i> [:SENSe]:TOI:REQuency:SPAN <i>только CNR:</i> [:SENSe]:CNR:REQuency:SPAN
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	0 Гц; 100 Гц...28 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:FREQuency:SPAN 1 GHz

Формат команды	[[:SENSe]:FREQuency:SPAN:FULL
Инструкция	Установка величины полосы обзора равной полному диапазону частоты
Пример	:FREQuency:SPAN:FULL

Формат команды	[[:SENSe]:FREQuency:SPAN:ZERO
Инструкция	Установка нулевой полосы обзора
Пример	:FREQuency:SPAN:ZERO

Формат команды	[[:SENSe]:FREQuency:SPAN:PREVious
Инструкция	Установка величины полосы обзора равной предыдущему значению
Пример	:FREQuency:SPAN:PREVious

Формат команды	:SENSe]:FREQuency:SPAN:HALF
Инструкция	Установка величины полосы обзора равной половине текущего значения
Пример	:FREQuency:SPAN:HALF

Формат команды	[[:SENSe]:FREQuency:SPAN:DOUBle
Инструкция	Установка величины полосы обзора вдвое бóльшей текущего значения
Пример	:FREQuency:SPAN:DOUBle

8.2.1.2. Формат шкалы оси X

Установка типа шкалы оси X: линейный (Lin) или логарифмический (Log).

На логарифмической шкале оси X диапазон частот отображается в логарифмическом формате.

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:X[:SCALe]:SPACing :DISPlay:WINDow:TRACe:X[:SCALe]:SPACing?
Инструкция	Настройка / запрос типа шкалы оси X
Тип параметра	Выбор варианта
Выходные данные	LOG/LIN
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:X:SPACing LOG :DISPlay:WINDow:TRACe:X:SPACing?

8.2.1.3. Смещение частоты

Установка величины смещения частоты для отображения смещения частоты между тестируемым устройством и входом прибора.

- Этот параметр не влияет на какие-либо аппаратные настройки прибора, а только изменяет отображаемые значения центральной, начальной и конечной частоты.
- Для исключения смещения частоты его значение можно установить равным 0 Гц.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:FREQUency:OFFSet [:SENSe]:FREQUency:OFFSet?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения смещения частоты
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	–100 ГГц...100 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:FREQUency:OFFSet 1 GHz

8.2.1.4. Шаг частоты

Установка значения величины шага частоты ведёт к изменению шага перемещения центральной частоты, начальной частоты, конечной частоты и смещения частоты при нажатии клавиши направления.

- Фиксированное значение шага изменения центральной частоты позволяет быстро и плавно переключать измерительные каналы.
- Существует два режима изменения шага частоты: автоматический и ручной. В автоматическом режиме шаг частоты составляет 1/10 от величины полосы обзора при ненулевой полосе или равен величине полосы пропускания (RBW) при нулевой полосе обзора. В ручном режиме величину шага можно установить с помощью цифровых клавиш.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:FREQUency:CENTer:STEP[:INCRement] [:SENSe]:FREQUency:CENTer:STEP[:INCRement]?</code>
Инструкция	Настройка / получение значения шага центральной частоты
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	1 Гц...7,5 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:FREQUency:CENTer:STEP 2 MHz

Формат команды	<code>[[:SENSe]:FREQUency:CENTer:STEP:AUTO OFF ON 0 1 [:SENSe]:FREQUency:CENTer:STEP:AUTO?</code>
Инструкция	Настройка автоматического режима задания шага частоты на основе величины полосы обзора Получение признака режима задания шага частоты
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:FREQUency:CENTer:STEP:AUTO OFF

8.2.1.5. Автоматическая настройка

Автоматический поиск сигнала во всей полосе частот и настройка наиболее оптимальных параметров частоты и амплитуды. Для поиска сигнала и автоматической настройки параметров требуется нажатие одной клавиши.

- Когда эта функция активирована, в строке состояния экрана отображается индикатор «Auto Tune». По завершении автоматического поиска индикатор «Auto Tune» исчезнет.
- Опорный уровень, размер шкалы, коэффициент ослабления на входе и другие параметры могут быть изменены во время автоматического поиска.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:FREQUency:TUNE:IMMEDIATE</code>
Инструкция	Выполнение автоматической настройки
Тип параметра	Нет параметров
Диапазон значений параметра	Нет параметров
Выходные данные	Нет выходных данных
Пример	:FREQUency:TUNE:IMMEDIATE

8.2.2. Ширина полосы частот

Меню полосы пропускания содержит следующие параметры: полоса пропускания (RBW), полоса видеофильтра (VBW), тип усреднения и тип фильтра. Тип фильтра включает фильтр электромагнитных помех (EMI), который активирует органы управления измерениями электромагнитных помех.

8.2.2.1. Полоса пропускания (RBW)

Установка значения ширины полосы пропускания для обеспечения возможности различать сигналы, частотные компоненты которых находятся в непосредственной близости друг от друга.

- Уменьшение полосы пропускания увеличивает разрешение по частоте, но при этом также значительно увеличивает время развёртки (в режиме «AUTO» на время развёртки влияет одновременно ширина полосы пропускания и полосы видеофильтра).
- Главным образом, на разрешение по частоте влияют ширина полосы пропускания, коэффициент формы фильтра полосы пропускания, фазовый шум гетеродина и остаточная частотная модуляция гетеродина.
- Полоса пропускания зависит от полосы обзора (ненулевой полосы обзора) в режиме автоматической настройки полосы пропускания (Auto RBW).
- При использовании фильтра электромагнитных помех полоса пропускания может принимать только значения 200 Гц, 9 кГц, 120 кГц и 1 МГц с коэффициентом формы равным 6 дБ.

Формат команды	<code>[:SENSe]:BWIDth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:BWIDth[:RESolution]?</code>
Инструкция	Настройка / получение значения полосы пропускания. При вводе в числовом виде для всех типов полосы пропускания выбирается (арифметически, в линейном масштабе, с округлением вверх) ближайшее доступное значение полосы пропускания.
Примечание	<code>[:SENSe]:CHPower:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:OBWidth:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:ACPower:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:TOI:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:HARMonics:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:TPOWer:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:SPECtrogram:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:CNR:BANDwidth[:RESolution]</code>
Тип параметра	Дискретная величина
Диапазон значений параметра	1 Гц, 3 Гц, 10 Гц, 30 Гц, 100 Гц, 300 Гц, 1 кГц, 3 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 100 кГц, 300 кГц, 1 МГц, 3 МГц, 10 МГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	<code>:BWIDth 1 kHz</code>

Формат команды	<code>[:SENSe]:BWIDth[:RESolution]:AUTO OFF ON 0 1</code> <code>[:SENSe]:BWIDth[:RESolution]:AUTO?</code>
Инструкция	Включение / выключение автоматического задания ширины полосы пропускания. Запрос значения ширины полосы пропускания при автоматическом задании её величины.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	<code>:BWID:AUTO On</code>

8.2.2.2. Полоса видеофильтра (VBW)

Установка значения ширины полосы видеофильтра, для обеспечения возможности фильтрации шума за пределами полосы частот видеосигнала.

- Уменьшение ширины полосы видеофильтра позволяет сгладить трассу и помогает выделить слабые сигналы на фоне шума, но при этом также увеличивает время развёртки (в режиме «AUTO» на время развёртки влияет одновременно ширина полосы пропускания и полосы видеофильтра).
- Ширина полосы видеофильтра изменяется в зависимости от ширины полосы пропускания, когда прибор находится в режиме «AUTO». В режиме «MANUAL» ширина полосы пропускания не влияет на величину полосы видеофильтра.

Формат команды	<code>[:SENSe]:BWIDth:VIDeo</code> <code>[:SENSe]:BWIDth:VIDeo?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения полосы видеофильтра.
Примечание	<code>[:SENSe]:OBWidth:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:ACPower:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:TOI:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:HARMonics:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:TPOWer:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:SPECtrogram:BANDwidth[:RESolution]</code> <code>[:SENSe]:CNR:BANDwidth[:RESolution]</code>
Тип параметра	Дискретная величина
Диапазон значений параметра	1 Гц, 3 Гц, 10 Гц, 30 Гц, 100 Гц, 300 Гц, 1 кГц, 3 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 100 кГц, 300 кГц, 1 МГц, 3 МГц, 10 МГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	<code>:BWIDth:VIDeo 10 kHz</code>

Формат команды	<code>[:SENSe]:BWIDth:VIDeo:AUTO OFF ON 0 1</code> <code>[:SENSe]:BWIDth:VIDeo:AUTO?</code>
Инструкция	Включение / выключение автоматического задания ширины полосы видеофильтра. Запрос значения ширины полосы видеофильтра при автоматическом задании её величины.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	<code>OFF ON 0 1</code>
Выходные данные	<code>0 1</code>
Пример	<code>:BWIDth:VIDeo:AUTO OFF</code>

8.2.2.3. Отношение величины полосы видеофильтра к величине полосы пропускания (V/R)

Установка значения отношения величины полосы видеофильтра к величине полосы пропускания. Этот параметр принимает разные значения при измерении разных типов сигналов:

- синусоидальные/непрерывные сигналы (CW): используется значение от 1 до 3 (для обеспечения более высокой скорости развёртки);
- импульсные/переходные сигналы: используется значение 10 (для уменьшения воздействия на амплитуду сигналов переходных процессов);
- шумовые сигналы: обычно используется значение 0,1 (для получения среднего значения шумов).

Формат команды	<code>[:SENSe]:BWIDth:VIDeo:RATio</code> <code>[:SENSe]:BWIDth:VIDeo:RATio?</code>
Инструкция	Установка / запрос значения отношения величины полосы видеофильтра к величине полосы пропускания
Тип параметра	Дискретная величина, число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	0,001; 0,003; 0,01; 0,03; 0,1; 0,3; 1,0; 3,0; 10,0; 30,0; 100,0; 300,0; 1000,0
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	<code>:BWIDth:VIDeo:RATio 30</code>

8.2.3. Развёртка

8.2.3.1. Количество точек развёртки

Количество точек развёртки — это количество отображаемых точек трассы; параметр может принимать значения от 201 до 10001.

Увеличение количества точек развёртки улучшает разрешение сигнала, но также влияет на минимальное время сканирования, увеличивает время обработки данных и удаленного доступа к данным, а также уменьшает скорость отклика.

Если развёртка основана на быстром преобразовании Фурье (БПФ), то в зависимости от конфигурации количество точек развёртки все время не может оставаться оптимальным, а фактическое количество точек на выходе может быть меньше количества точек развёртки в некоторых режимах работы.

Формат команды	[:SENSe]:SWEep:POINts [:SENSe]:SWEep:POINts?
Инструкция	Установка / запрос количества точек развёртки
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 201 до 10 001
Пример	:SWEep:POINts 2001 :SWEep:POINts?

8.2.3.2. Время развёртки и режимы настройки времени развёртки

Если для типа развертки выбран параметр «NORM», то время развёртки (SWT) можно изменить, что позволяет контролировать время, необходимое для сканирования текущего диапазона частот. Время развёртки может быть установлено в автоматическом или ручном режиме.

Автоматический режим настройки времени развёртки подразумевает настройку времени развёртки (AutoSWT) в соответствии с конфигурацией и режимом работы прибора. При этом AutoSWT отвечает следующим условиям.

а) Если полоса обзора > 0 :

$$\text{AutoSWT} = [\text{minSWT}, k \times (f_{\text{span}} / \text{RBW} / \text{VBW}), \text{Points} \times \text{ResTimeperPoint}]; \text{ где}$$

$k = 3$ или 12 ;

minSWT — минимальное значение времени развёртки, = 1 мс;

f_{span} — полоса обзора;

Points — количество точек развёртки;

ResTimeperPoint — время отклика цифрового сигнального процессора, в расчёте на каждую точку развёртки.

б) Если полоса обзора = 0:

$$\text{AutoSWT} = [\text{minSWT}, \text{Points} \times \text{ResTimeperPoint}]; \text{ где}$$

minSWT = 1 мс.

Коэффициент скорости k равен 3 или 12, что зависит от используемого критерия настройки времени развёртки: скорость или точность. Параметр «ResTimeperPoint» обратно пропорционален значению полосы пропускания.

Пользователь может также вручную установить время развёртки, исходя из текущих потребностей. Однако при этом должны соблюдаться следующие условия.

а) Если полоса обзора > 0 :

$$1 \text{ мс} \leq \text{время развёртки} \leq 4\,000 \text{ с}$$

б) Если полоса обзора = 0:

$$1 \text{ мкс} \leq \text{время развёртки} \leq 6\,000 \text{ с}$$

Как правило, время развёртки при установке вручную не должно превышать время развёртки при установке в автоматическом режиме. В противном случае могут возникнуть непредвиденные аномалии, которые помечаются меткой «UNCAL».

Следует отметить, что в зависимости от конфигурации, если развёртка основана на быстром преобразовании Фурье, время развёртки может быть рассчитано только самим прибором, а любые связанные со временем развёртки изменения не действуют.

Формат команды	[:SENSe]:SWEep:TIME [:SENSe]:SWEep:TIME?
Инструкция	Определяет время, в течение которого прибор выполняет сканирование экрана. Значение полосы обзора 0 Гц переводит прибор в режим нулевой полосы обзора. При нулевой полосе обзора по оси X откладываются единицы времени, а не частоты.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: кс (тыс. с), с, мс, мкс
Диапазон значений параметра	От 1 мкс до 6 000 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: с
Пример	:SWEep:TIME 5s

Формат команды	[:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO OFF ON 0 1 [:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO?
Инструкция	Включение / выключение автоматического задания времени развёртки.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:SWEep:TIME:AUTO ON

Формат команды	[:SENSe]:SWEep:SPEEd NORMAl ACCURacy [:SENSe]:SWEep:SPEEd?
Инструкция	Переключение режимов скорости развёртки между NORMAL и ACCURACY
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	ACCURacy NORMAl
Пример	:SWEep: SPEEd NORMAl

8.2.3.3. Расчётное время развёртки

Расчётное время развёртки представляет собой время, фактически затраченное на каждый ход развёртки, включая время дискретизации данных (время сканирования) и соответствующее время развёртывания.

Расчётное время развёртки не может быть изменено.

8.2.3.4. Сканирование и измерение

Сканирование и измерение

Органы управления «Single/Continue» служат для выполнения одиночного или непрерывного сканирования или измерения.

Перезапуск

Перезапуск текущего сканирования или измерения. В частности, перезапуск будет производиться при изменении параметров сканирования.

Формат команды	:INITiate:CONTInuous OFF ON 0 1 :INITiate:CONTInuous?
Инструкция	Включение / выключение режима непрерывной развёртки. Запрос признака состояния режима непрерывной развёртки.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:INITiate:CONTInuous OFF

Формат команды	:INITiate[:IMMediate]
Инструкция	Перезапуск текущего сканирования
Пример	:INITiate:IMMediate

Формат команды	:INITiate:REStart
Инструкция	Перезапуск текущего сканирования
Пример	:INITiate:REStart

8.2.4. Амплитуда

Настройка параметров измерения и отображения амплитуды сигналов. Изменение этих параметров позволяет отображать исследуемые сигналы в нужном режиме для упрощения наблюдения результатов и минимизации ошибок. Любое изменение параметров «Ref Level» (опорный уровень), «Attenuator Value» (значение аттенюатора), «Preamplifier mode» (режим предусилителя) и «Ref Offset» (смещение опорного уровня) приведёт к перезапуску развёртки.

8.2.4.1. Опорный уровень

Настройка максимального уровня мощности или напряжения, который в данный момент может быть отображён в окне трассы (графика). Значение параметра отображается в верхнем левом углу экрана.

Максимально возможное значение опорного уровня (Ref) зависит от максимального уровня сигнала на смесителе; ослабление на входе регулируется при постоянном максимальном уровне сигнала на смесителе таким образом, чтобы выполнялось следующее условие:

$$Ref \leq ATT - PA - 20 \text{ дБ, где}$$

Ref — значение опорного уровня;

ATT — ослабление на входе (установленное значение входного аттенюатора);

PA — установленная величина усиления предусилителя.

Примечание: максимальное значение опорного уровня для разных моделей приборов может отличаться. Эта характеристика приведена в руководстве по эксплуатации.

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALE]:RLEVel :DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALE]:RLEVel?
Инструкция	Настройка / запрос значения опорного уровня на оси Y.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: дБм, дБмВ, дБмкВ, дБмкА, В, Вт
Диапазон значений параметра	В дБм: от -170 дБм до 23 дБм В дБмВ: от -123,01 дБмВ до 69,99 дБмВ В дБмкВ: от -63,01 дБмкВ до 129,99 дБмкВ В дБмкА: от -96,99 дБмкА до 96,01 дБмкА В вольтах: от 707,11 пВ до 3,16 В В ваттах: от 0 Вт до 199,53 мВт
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: дБм
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:RLEVel 20 DBM

8.2.4.2. Аттенюатор

Установка величины ослабления встроенного аттенюатора на ВЧ-входе таким образом, чтобы мощный сигнал проходил с минимальными искажениями, а слабый сигнал проходил через смеситель с низким уровнем шума.

$$ATT \geq Ref + PA + 20 \text{ дБ.}$$

Величина ослабления входного аттенюатора может быть настроена как в автоматическом режиме, так и вручную.

- Автоматический режим: значение ослабления автоматически регулируется в соответствии с установленным значением предусилителя и текущим опорным уровнем.
- Максимальное значение входного ослабления может быть установлено на 50 дБ с разрешением 2 дБ. Чтобы установленные параметры соответствовали приведенной выше формуле, можно откорректировать значение опорного уровня.

Формат команды	[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation [:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation?
Инструкция	Настройка / запрос величины ослабления.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	от 0 дБ до 50 дБ
Выходные данные	Целое число, единицы: дБ
Пример	:POWer:ATTenuation 10

Формат команды	[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO OFF ON 0 1 [:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO?
Инструкция	Включение / выключение автоматического задания величины ослабления
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO ON

8.2.4.3. ВЧ предусилитель

Контроль состояния встроенного предусилителя (PA), расположенного в тракте входного ВЧ-сигнала. Когда измеряемый сигнал мал, включение предусилителя позволяет снизить отображаемый уровень шума и помогает выделить слабые сигналы на фоне шума.

При включении предусилителя в левой части экрана отображается символ «PA».

Формат команды	<code>[:SENSe]:POWEr[:RF]:GAIN[:STATe] OFF ON 0 1</code> <code>[:SENSe]:POWEr[:RF]:GAIN[:STATe]?</code>
Инструкция	Включение / выключение встроенного предусилителя.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:POWEr:GAIN ON

8.2.4.4. Смещение опорного уровня

Установка смещения опорного уровня необходима для компенсации усиления или потерь, возникающих в тракте между тестируемым устройством и прибором.

Изменение этого параметра приводит к изменению показаний маркеров как опорного уровня, так и амплитуды, но не влияет при этом на положение трассы на экране.

Формат команды	<code>:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:SCALe:RLEVel:OFFSet</code> <code>:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:SCALe:RLEVel:OFFSet?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения смещения опорного уровня.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -100 дБ до 100 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: дБ
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:SCALe:RLEVel:OFFSet 2

8.2.4.5. Формат шкалы по оси Y

Масштаб шкалы

Отображаемый диапазон оси Y можно изменить путём изменения масштаба. Масштабирование разрешено только при выборе логарифмического типа шкалы (Log).

– Настройка различных масштабов шкалы позволяет регулировать отображаемый диапазон амплитуды для текущих настроек.

Формат команды	<code>:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision</code> <code>:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:PDIVision?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения масштаба для логарифмической шкалы.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0,1 дБ до 20 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: дБ
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:PDIVision 10 dB

Тип шкалы

Установка типа шкалы по оси Y: линейная (Lin) или логарифмическая (Log). По умолчанию устанавливается логарифмический тип шкалы.

- При выборе линейного типа шкалы вертикальный масштаб изменить невозможно. В области отображения сигналов опорный уровень установлен на 0%.
- При выборе логарифмического типа шкалы по оси Y откладывается логарифм измеряемой величины. Значение, показанное в верхней части координатной сетки, является опорным уровнем, а каждое деление сетки представляет собой значение шкалы. При переключении с линейного типа шкалы на логарифмический по оси Y автоматически устанавливаются единицы измерения по умолчанию (дБм).
- При выборе линейного типа шкалы ось Y обозначает линейную координату; значения, показанные в верхней и нижней части координатной сетки, представляют собой опорный уровень и 0 В. Функция настройки масштаба шкалы отключена. При переключении с логарифмического типа шкалы на линейный по оси Y автоматически устанавливаются единицы измерения по умолчанию (В, вольты).
- Тип шкалы не влияет на настройку единиц измерения по оси Y.

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:SPACing LINear LOGarithmic :DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:SPACing?
Инструкция	Настройка / запрос типа шкалы
Тип параметра	Выбор варианта: LINear LOGarithmic
Выходные данные	Выбор варианта: LIN / LOG
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:SPACing LINear

Единицы измерения

Установка единиц измерения по оси Y: дБм, дБмВ, дБмкВ, дБмкА, В (вольт, СКЗ) или Вт (ватт). По умолчанию используется единица дБм.

Соотношение между единицами описывается следующими формулами:

$$\text{дБм} = 10 \lg \left(\frac{U^2}{R} \times \frac{1}{1 \text{ мВт}} \right),$$

где U — измеренное напряжение, В;

R — опорное значение импеданса, Ом. Значение по умолчанию составляет 50 Ом, его можно откорректировать, нажав последовательно «Correction» → «RF input».

$$\text{дБмкВ} = 20 \lg \left(\frac{U}{1 \text{ мкВ}} \right)$$

$$\text{дБмВ} = 20 \lg \left(\frac{U}{1 \text{ мВ}} \right)$$

$$\text{дБмкА} = 10 \lg \left(\frac{U^2}{R} \times \frac{1}{1 \text{ мВт}} \right) - 10 \lg(R) + 10 \lg(10^9)$$

$$\text{Вт} = \frac{U^2}{R}$$

Формат команды	:UNIT:POWer DBM DBMV DBUV V W :UNIT:POWer?
Инструкция	Настройка / запрос единиц измерения амплитуды
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	DBM DBMV DBUV DBUA V W
Выходные данные	Выбор варианта: DBM DBMV DBUV V W
Пример	:UNIT:POWer DBMV

8.2.4.6. Коррекция

В измеренное значение можно вносить коррекции, отдельно по осям X или Y. Всего можно внести до восьми коррекций, которые начинают действовать одновременно.

Выбор коррекции

Выбор нужного номера коррекции (от 1 до 8).

Переключение состояния коррекции

Формат команды	[:SENSe]:CORRection:CSET#[:STATe] [:SENSe]:CORRection:CSET#[:STATe]?
Инструкция	Установка состояния коррекции.
Тип параметра	Булева переменная
Пункт меню	Input/Output → Correction
Выходные данные	0 1
Пример	:CORRection:CSET1 0 :CORRection:CSET2 1

Изменение коррекции

Редактирование, сохранение, считывание выбранной коррекции.

Формат команды	[[:SENSe]:CORRection:CSET[1]2 3 ... 8:DATA {x1,y1 } [:SENSe]:CORRection:CSET#:DATA?
Инструкция	Настройка / запрос точек коррекции.
Тип параметра	Последовательность символов данных коррекции {Freq 1Hz, Amp 1dBm, Freq 2Hz, Amp 2dBm,}
Пункт меню	Input/Output → Correction → Edit Correction
Пример	:CORRection:CSET1:DATA 10000000,-15, 15000000, -15 :CORRection:CSET1:DATA 10000000,-15

Формат команды	[[:SENSe]:CORRection:CSET[1]2 3 ... 8:ADD {x1,y1 }]
Инструкция	Добавление точки коррекции.
Тип параметра	Последовательность символов данных коррекции {Freq 1Hz, Amp 1dBm, Freq 2Hz, Amp 2dBm,}
Пункт меню	Input/Output → Correction → Edit Correction
Пример	:CORRection:CSET1:ADD 10000000,-15, 15000000, -15 :CORRection:CSET1:ADD10000000,15

Формат команды	[[:SENSe]:CORRection:CSET[1]2 3 ... 8:POINt:DELEte]
Инструкция	Удаление конкретной точки коррекции.
Тип параметра	Порядковый номер
Пункт меню	Input/Output → Correction → Edit Correction
Пример	:CORRection:CSET1:POINt:DELEte 0

Прекращение действия всех коррекций

Все коррекции прекращают действие.

Удаление одной или всех коррекций

Удаление всех точек данных для одной конкретной или всех коррекций.

Формат команды	[[:SENSe]:CORRection:CSET[1]2 3 ... 8:DELEte]
Инструкция	Удаление всех точек данных одной конкретной коррекции.
Пример	:CORRection:CSET1:DELEte

Формат команды	[[:SENSe]:CORRection:CSET:ALL:DELEte]
Инструкция	Удаление всех коррекций.
Пример	:CORRection:CSET:ALL:DELEte

8.2.5. Запуск

Прибор обеспечивает множество функций запуска, которые можно выбрать из меню запуска.

8.2.5.1. Источник сигнала запуска

В приборе предусмотрено использование разных источников запуска, которые обеспечивают удовлетворение различных потребностей запуска.

Свободный запуск

Свободный запуск — это режим, который прибор использует по умолчанию. В этом режиме развёртка осуществляется циклически и непрерывно.

Сигнал видеотракта

Если необходимо захватить мгновенный сигнал, который появляется на очень короткое время, можно использовать режим запуска по видеосигналу. В этом режиме запуск сработает и сигнал отобразится на экране, только если нарастающий фронт или срез сигнала пересечёт уровень запуска.

Сигнал внешнего запуска

Внешний запуск предоставляет более широкие возможности запуска. Если необходимо получить анализатор спектра с функциями периодического запуска и задержки запуска, то можно выбрать режим внешнего запуска. В этом режиме запуск осуществляется нарастающим или спадающим фронтом внешнего сигнала. Сигнал прямоугольной формы определенной частоты может запускаться периодически, при этом время задержки можно регулировать с помощью параметра «Trigger Delay» (Задержка запуска).

Запуск от периодического таймера

При выборе запуска от периодического таймера (параметр «Periodic»), анализатор использует сигнал встроенного периодического таймера в качестве источника запуска. События запуска задаются параметрами периодического таймера, которые могут быть изменены с помощью источника смещения и периодической синхронизации (Src).

Периодические сигналы можно синхронизировать с внешними событиями (с использованием источника периодической синхронизации), чтобы получить максимально стабильный сигнал запуска.

Если источник синхронизации не выбран (выключен), встроенный таймер не будет синхронизироваться с какими-либо внешними событиями синхронизации.

Формат команды	:TRIGger[:SEQuence]:SOURce :TRIGger[:SEQuence]:SOURce?
Инструкция	Настройка / запрос типа источника сигнала запуска.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	"IMMediate", "VIDeo", "EXTernal", "FRAMe"
Выходные данные	"IMM", "VID", "EXT", "FRAMe"
Пример	:TRIGger:SOURce VID

8.2.5.2. Уровень запуска

Установка уровня амплитуды для режима запуска по видеосигналу (поддерживается только абсолютное значение уровня). Запуск срабатывает, когда видеосигнал пересекает уровень напряжения заданным фронтом.

Формат команды	:TRIGger[:SEQuence]: {type}:LEVel :TRIGger[:SEQuence]: {type}:LEVel?
Инструкция	Настройка / запрос значения уровня запуска. {type}: "VIDeo", "EXTernal"
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -300 дБм до 50 дБм
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRIGger:VIDeo:LEVel -20

8.2.5.3. Фронт сигнала запуска

Установка полярности сигнал запуска для режима внешнего запуска и запуска по видеосигналу. Возможные варианты: запуск по нарастающему фронту и запуск по срезу (спадающему фронту).

Один и тот же источник запуска использует одинаковые фронты сигнала запуска как для стробирования, так и для запуска.

Формат команды	:TRIGger[:SEQuence]: {type}:SLOPe :TRIGger[:SEQuence]: {type}:SLOPe?
Инструкция	Настройка / запрос полярности фронта сигнала запуска. {type}: "VIDeo", "EXTernal"
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	"POS", "NEG"
Выходные данные	"POS", "NEG"
Пример	:TRIGger: EXTernal:SLOPe :TRIGger: VIDeo:SLOPe?

8.2.5.4. Задержка запуска

Отрицательная значение задержки может быть установлено, если сканирование осуществляется с нулевой полосой обзора. Временной диапазон отрицательной задержки зависит от количества точек и времени развёртки.

$$\text{Макс. время отрицательной задержки} = \left(\frac{496\,000\,000}{\text{кол-во точек развёртки} \times 64} - 5 \right) \times \text{время развёртки}$$

Макс. время положительной задержки = 500 мс

Формат команды	:TRIGger[:SEQuence]:{type}:DELay :TRIGger[:SEQuence]:{type}:DELay?
Инструкция	Настройка / запрос значения задержки запуска. {type} : "VIDeo", "EXTernal", "FRAMe"
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRIGger:EXTernal:DELay 5e-3 :TRIGger:FRAMe:DELay?

Формат команды	:TRIGger[:SEQuence]:{type}:DELay:STATe :TRIGger[:SEQuence]:{type}:DELay:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния задержки запуска. {type} : "VIDeo", "EXTernal", "FRAMe"
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:TRIGger:EXTernal: DELay:STATe 1

8.2.5.5. Компенсация задержки запуска при нулевой полосе обзора (только внешний запуск)

Обычно после формирования сигнала запуска отображение и запуск данных происходят одновременно. Однако время прохождения тракта сигнала запуска и тракта данных различно. В результате данные, отображаемые во время запуска, являются предварительными данными. Это не влияет на целостность данных и не приводит к потере данных в точке запуска. Однако в некоторых случаях бывает необходимо отображать нулевую точку координатной сетки экрана в качестве информации о входном сигнале в точке запуска, поэтому нужна функция компенсации задержки при нулевой полосе обзора.

Формат команды	:TRIGger[:SEQuence]:EXTernal:DELay:COMPensation OFF ON 0 1 :TRIGger[:SEQuence]:EXTernal:DELay:COMPensation?
Инструкция	Включение / выключение функции компенсации задержки внешнего запуска при нулевой полосе обзора.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:TRIGger:EXTernal:DELay:COMPensation OFF

8.2.5.6. Период запуска (только для периодического запуска)

Настройка периода запуска. Для стробирования и запуска один и тот же источник запуска использует одинаковые циклы запуска.

Формат команды	:TRIGger[:SEQuence]:FRAMe:PERiod :TRIGger[:SEQuence]:FRAMe:PERiod?
Инструкция	Настройка / запрос значения периода запуска.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 100 нс до 10 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRIGger:FRAMe:PERiod 1s

8.2.5.7. Время смещения

Настройка суммарной величины смещения между тактовым сигналом периодического запуска и событиями запуска. Тактовый сигнал периодического запуска нельзя наблюдать с помощью программного обеспечения, можно увидеть только событие запуска. Таким образом, для настройки времени события запуска нужно настроить только смещение между тактовым сигналом периодического запуска и событием запуска. Однако абсолютное значение внутреннего смещения неизвестно, а каждое изменение смещения суммируется с полученными ранее результатами.

Формат команды	:TRIGger[:SEQuence]:FRAMe:OFFSet :TRIGger[:SEQuence]:FRAMe:OFFSet?
Инструкция	Настройка / запрос значения времени смещения периодического запуска.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0 с до 10 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRIGger:FRAMe:OFFSet 1s

8.2.5.8. Сброс отображения времени смещения

Сброс отображения времени смещения периодического запуска.

Формат команды	:TRIGger[:SEQuence]:FRAMe:OFFSet:DISPlay:RESet
Инструкция	Сброс отображения времени смещения периодического запуска на ноль.
Пример	:TRIGger:FRAMe:OFFSet:DISPlay:RESet

8.2.5.9. Источник синхронизации (только для периодического запуска)

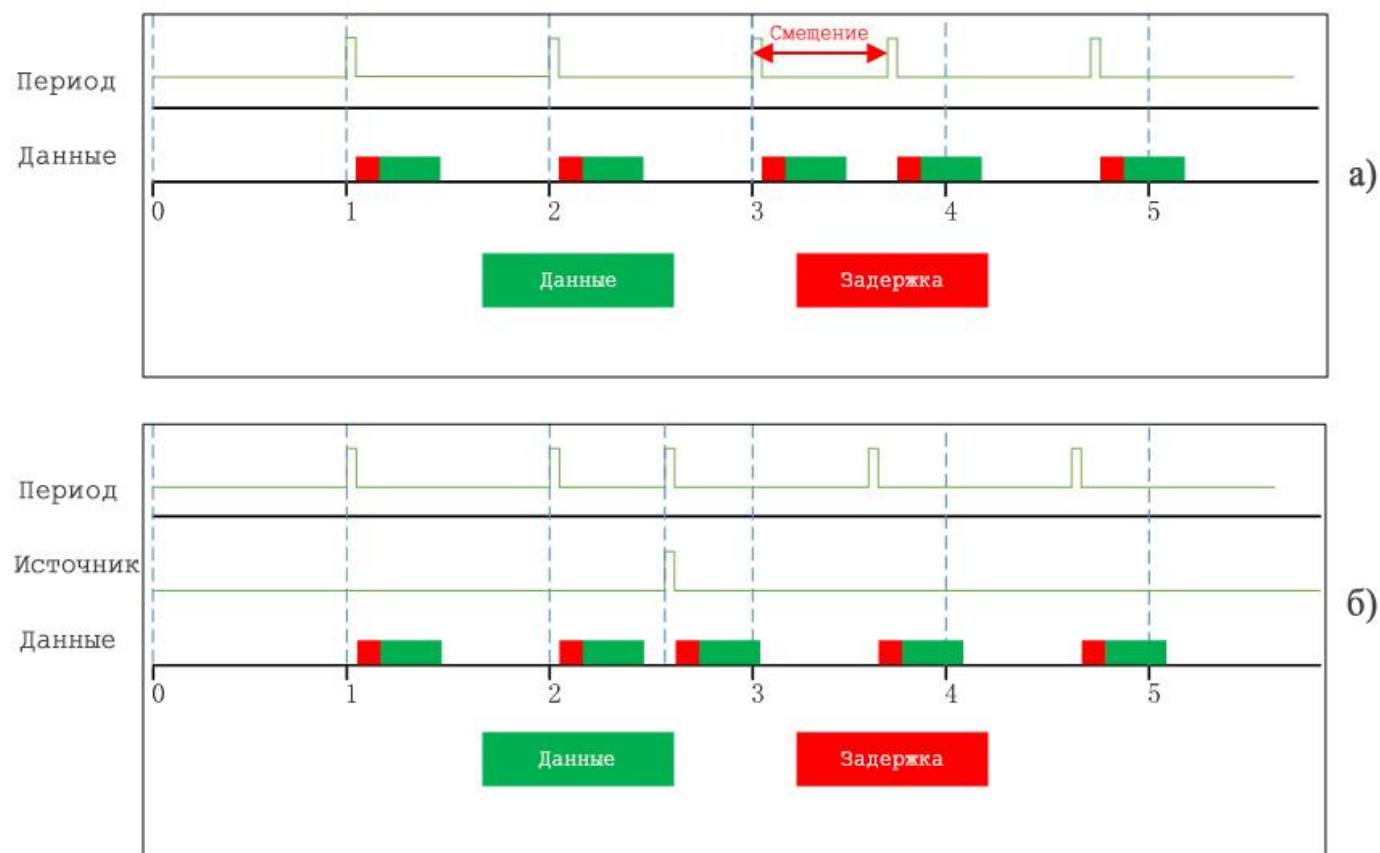


Рис. 8.4. Запуск источника синхронизации.

а) Источника синхронизации нет, но есть смещение запуска

б) Есть источник синхронизации

Формат команды	:TRIGger[:SEQuence]:FRAMe:SYNC :TRIGger[:SEQuence]:FRAMe:SYNC?
Инструкция	Настройка / запрос типа источника синхронизации.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	"OFF", "EXT"
Выходные данные	"OFF", "EXT"
Пример	:TRIGger:FRAMe:SYNC EXT

8.2.5.10. Источник стробирования

Выбор источника стробирования для выполнения измерений со стробированием. Для выполнения этих измерений могут использоваться опции внешнего источника и источника периодических сигналов.

Внешний источник

Настройка источника запуска стробирования в качестве внешнего источника. Как и в режиме обычного запуска, при настройке внешних источников можно выбрать, будет ли выполняться запуск по нарастающему или спадающему фронту, а также настроить компенсацию задержки при нулевой полосе обзора. Конфигурация источника стробирования влияет на конфигурацию источника запуска.

Период

Настройка источника запуска стробирования в качестве периодического источника. Как и в режиме обычного запуска, при настройке периодических источников можно настроить период запуска, смещение запуска и источники синхронизации периодического запуска. Конфигурация источника стробирования влияет на конфигурацию источника запуска.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:SWEep:EGATe:SOURce [:SENSe]:SWEep:EGATe:SOURce?</code>
Инструкция	Настройка или запрос типа источника стробирования.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	"EXTeRnal", "FRAMe"
Выходные данные	"EXT", "FRAMe"
Пример	:SWEep:EGATe:SOURce EXT

8.2.5.11. Режим стробирования

Режим стробирования предназначен для разделения информации о спектре некоторых сигналов, занимающих одну область частотного спектра, но разделенных во временной области, например, сигналы множественного доступа с временным разделением каналов (TDMA).

Включение режима стробирования

Включение или выключение режима стробирования. При включении этой функции просмотр настроек стробирования закрывается.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:SWEep:EGATe[:STATe] [:SENSe]:SWEep:EGATe[:STATe]?</code>
Инструкция	Настройка или запрос состояния переключателя режима стробирования.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:SWEep:EGATe 1

Методы стробирования

Настройка метода стробирования.

Стробированный гетеродин: при этом методе стробирования развёртка запускается не сразу, а сначала обнаруживает сигнал запуска источника стробирования. После запуска источника стробирования сигнал стробирования определяется в соответствии с задержкой стробирования и длительностью стробирования.

Развёртка запускается, когда сигнал стробирования имеет высокий уровень. Когда сигнал стробирования имеет низкий уровень, развёртка останавливается. При появлении следующего сигнала запуска стробирования процесс повторяется, пока заданная полоса частот не будет просканирована полностью.

В режиме нулевой полосы обзора данные собираются только тогда, когда стробирование активно, поэтому настройка стробирования будет влиять на фактическое время развёртки, даже если нет реального процесса сканирования.

Стробированное БПФ: при этом методе стробирования развёртка запускается не сразу, а сначала обнаруживает сигнал запуска источника стробирования. После запуска источника стробирования сигнал стробирования определяется в соответствии с задержкой стробирования и длительностью стробирования.

Когда сигнал стробирования имеет высокий уровень, развёртка запускается, происходит сбор данных и выполняется быстрое преобразование Фурье. Поскольку данные, обрабатываемые с помощью БПФ, должны быть непрерывными, сигнал стробирования может иметь низкий уровень только после завершения БПФ. Поэтому длительность стробирования БПФ представляет собой фиксированную величину.

Длительность стробирования БПФ должна быть больше, чем длина данных, необходимая для завершения БПФ. Когда БПФ завершит расчёт спектра, сигнал стробирования окажется ниже. При появлении следующего сигнала запуска стробирования процесс повторяется, пока заданная полоса частот не будет просканирована полностью. В режиме нулевой полосы обзора метод стробированного БПФ недоступен.

Стробированное видео: при этом методе стробирования режим развёртки запускается немедленно и одновременно обнаруживает сигнал запуска источника стробирования. После запуска источника стробирования сигнал стробирования определяется в соответствии с задержкой стробирования и длительностью стробирования.

Когда сигнал стробирования имеет низкий уровень, выходные данные имеют фиксированное значение; когда сигнал стробирования имеет высокий уровень, на выход выводится развёртка спектра. Запуск по видеосигналу не влияет на процесс сканирования, но отображение спектра осуществляется, когда сигнал стробирования имеет высокий уровень, а в остальные моменты отображается фиксированное значение.

При этом методе стробирования обычно необходимо установить большое время развёртки, чтобы сигнал стробирования появлялся хотя бы один раз в каждой точке дисплея, гарантируя тем самым, что детектор сможет получить реальные данные в соответствующем временном интервале, если включен режим пикового детектора.

Формат команды	[[:SENSe]:SWEep:EGATe:METhod [:SENSe]:SWEep:EGATe:METhod?
Инструкция	Настройка или запрос метода стробирования.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	"OFF", "LO", "VIDeo", "FFT"
Выходные данные	"OFF", "LO", "VIDeo", "FFT"
Пример	:SWEep:EGATe:METhod FFT

Длительность стробирования

Настройка длительности стробирования. Этот параметр нельзя изменить при использовании метода стробированного БПФ.

Соотношение между шириной полосы пропускания и длительностью стробирования при использовании метода стробированного БПФ приведено в таблице.

Ширина полосы пропускания	Длительность стробирования (мкс)
1 Гц	2498064
3 Гц	828368
10 Гц	272348
30 Гц	86968
100 Гц	27807
300 Гц	10323
1000 Гц	5447
3000 Гц	2333
10000 Гц	1117

Формат команды	[[:SENSe]:SWEep:EGATe:LENGth [:SENSe]:SWEep:EGATe:LENGth?
Инструкция	Настройка / запрос значения длительности стробирования.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 2,106 мкс до 5 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:SWEep:EGATe:LENGth 1s

Задержка стробирования

Настройка задержки между запуском стробирования и включением стробирования.

Формат команды	[[:SENSe]:SWEep:EGATe:DELAy [:SENSe]:SWEep:EGATe:DELAy?
Инструкция	Настройка / запрос значения задержки стробирования.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	Развёртка: от 8,906 мкс до 25 с Нулевая полоса обзора: от 1,894 мкс до 25 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:SWEep:EGATe:DELAy 0.005s

Режим отображения стробирования

При включении режима отображения стробирования:

- нужно заблокировать функцию включения/выключения стробирования и функцию стробирования;
- для входа в режим нулевой полосы обзора, нужно установить разные значения времени развёртки при отображении стробирования в зависимости от методов стробирования; при отключении режима отображения стробирования восстанавливаются ранее установленные значения диапазона сканирования и времени развёртки.

Время развёртки при отображении стробирования

Настройка времени развёртки в окне отображения стробирования. При выборе различных методов стробирования прибор автоматически настраивает разное время развёртки.

Время начала отображения стробирования

Настройка начального времени в левой части отображения стробирования, другими словами, настройка времени задержки.

Формат команды	<code>[:SENSe]:SWEep:EGATe:VIEW</code> <code>[:SENSe]:SWEep:EGATe:VIEW?</code>
Инструкция	Настройка / запрос состояния переключателя режима отображения стробирования.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:SWEep:EGATe:VIEW 1

Формат команды	<code>[:SENSe]:SWEep:EGATe:VIEW:START</code> <code>[:SENSe]:SWEep:EGATe:VIEW:START?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения времени начала отображения стробирования.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:SWEep:EGATe:VIEW:START 1s

Формат команды	<code>[:SENSe]:SWEep:EGATe:TIME</code> <code>[:SENSe]:SWEep:EGATe:TIME?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения времени отображения стробирования.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	[:SENSe]:SWEep:EGATe:TIME 1s

8.2.6. Трасса (график) сигнала

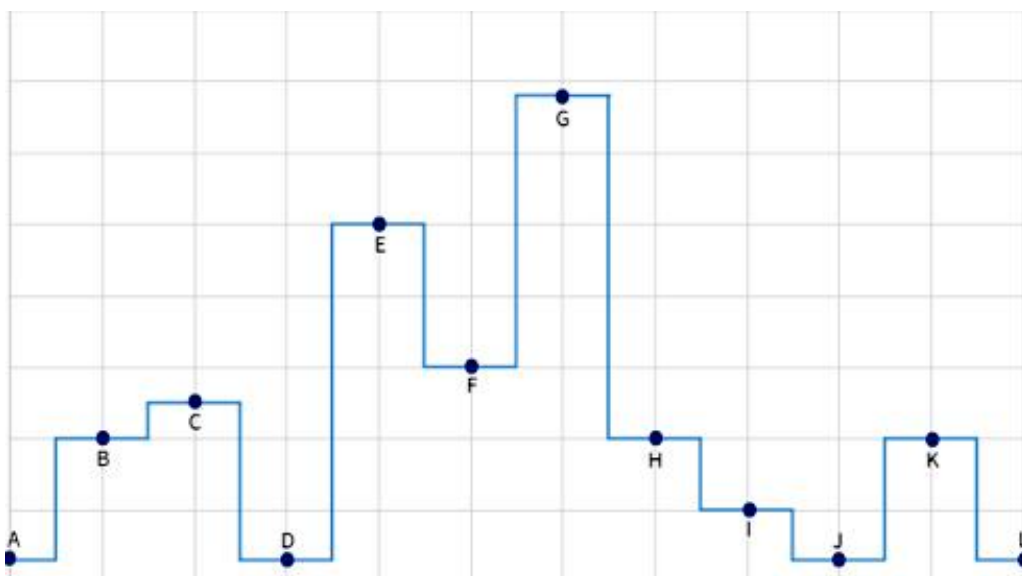


Рис. 8.5. Выборка точек трассы.

Сигнал развёртки отображается в виде графика на экране.

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4 5 6 [:DATA]?
Инструкция	Запрос точек графика
Выходные данные	Последовательность символов
Пример	:TRACe:DATA?

Формат команды	:FORMat[:TRACe][[:DATA]ASCii REAL32 REAL :FORMat[:TRACe][[:DATA]?
Инструкция	Настройка / запрос формата считывания данных сигнала.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	ASCii REAL32: действительное число с плавающей запятой, 32 бит REAL: действительное число с плавающей запятой, 64 бит
Выходные данные	Выбор варианта: ASCii REAL REAL32
Пример	:FORMat ASCii

8.2.6.1. Выбор трассы

Прибор позволяет одновременно отображать до четырех трасс. Каждая трасса имеет свой цвет (Трасса А — желтая, Трасса В — фиолетовая, Трасса С — Голубая и Трасса D — зеленая). Параметры всех трасс могут быть заданы независимо. По умолчанию прибор выбирает трассу А и устанавливает тип трассы «Clear Write» (Очистка записи).

Формат команды	TRACe:SELEct TRACe:SELEct?
Инструкция	Настройка / запрос номера текущей трассы.
Тип параметра	Выбор варианта TRACE1-6
Выходные данные	Выбор варианта: TRACE1-6
Пример	:TRACe:SELEct TRACE3

8.2.6.2. Тип трассы

Установка типа текущей трассы или его отключение. Система рассчитывает данные выборки с использованием определенных методов в соответствии с выбранным типом трассы и отображает полученный результат. Типы трассировки включают «Clear Write» (Очистка записи), «Max Hold» (Удержание максимального значения), «Min Hold» (Удержание минимального значения), «View» (Просмотр), «Average» (Усреднение) и «Blank» (Пустой). В строке состояния в левой части экрана отобразится соответствующая иконка типа трассы.

«Clear Write» (Очистка записи)

Удаление всех ранее сохраненных в выбранной трассе данных и отображение данных, оцифрованных в режиме реального времени для каждой точки трассы.

«Max Hold» (Удержание максимального значения)

Сохранение максимального значения уровня для каждой точки выбранной трассы. Обновление данных, если в ходе последующих замеров будет обнаружено новое максимальное значение. Функция «Max Hold» особенно эффективна при измерении событий, для точного измерения которых может потребоваться использование последовательных развёрток. Наиболее распространенные прикладные задачи включают в себя, например, отклонение FM, AM NRSC, скачкообразную перестройку и дрейф частоты.

«Min Hold» (Удержание минимального значения)

Отображение минимального значения из нескольких развёрток для каждой точки трассы и обновление данных, если в ходе последующих замеров будет обнаружено новое минимальное значение.

«Average» (Усреднение)

Настройка количества усреднений для выбранной трассы.

Большее количество усреднений помогает уменьшить шум и влияние других случайных сигналов; тем самым подчеркивая стабильность характеристик сигнала. Чем больше количество усреднений, тем более гладкой будет трасса. При включении функции усреднения требуется больше времени для сбора полной информации о спектре сигнала, поскольку анализатору необходимо сканировать установленное для усреднения количество развёрток. Отображаемые данные усредняются в порядке поступления, по принципу «первый на входе — первый на выходе».

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4 5 6:TYPE WRITe MAXHold MINHold AVERAge :TRACe[1] 2 3 4 5 6:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа трассы.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	WRITe : Трасса в обычном режиме. Обновление данных. MAXHold : Отображение максимального значения для трасс. MINHold : Отображение минимального значения для трасс. AVERAge : Отображение среднего значения для трасс.
Выходные данные	Выбор варианта: WRITE MAXH MINH AVER
Пример	:TRAC1:TYPE MINH

8.2.6.3. Состояние трассы

Существует четыре состояния трасс: активная, просмотр, пустая и фоновая. Различные состояния трасс обозначают состояния обновления и отображения трасс.

Активная

Обновление и отображение данных трассы.

Просмотр

Данные трассы не будут обновляться, а последняя текущая трасса будет отображаться в фиксированном кадре.

Пустая

Данные трассы больше не обновляются и не отображаются.

Фоновая

Данные трассы обновлены, но не отображаются.

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4 5 6:DISPlay[:STATe] :TRACe[1] 2 3 4 5 6:DISPlay[:STATe]?
Инструкция	Настройка / запрос состояния трассы.
Тип параметра	Выбор варианта: ACTI VIEW BLAN BACK
Диапазон значений параметра	ACTIve: Трасса в обычном режиме. Обновление данных. VIEW: Прекращение обновления трасс и отображение текущей трассы. BLANK: Очистка данных трассы. BACKground: Установка в качестве фона.
Выходные данные	Выбор варианта: ACTI VIEW BLAN BACK
Пример	:TRACe2:DISPlay BLANK :TRACe2:DISPlay?

8.2.6.4. Детекторы

Анализатор отображает развёртку сигнала на экране в виде графика. Для каждой точки трассы прибор всегда собирает все данные в течение заданного интервала времени и обрабатывает их (пиковые, средние и др. значения) с помощью выбранного в данный момент детектора, а затем отображает обработанные данные (одну точку данных) на экране.

Для обеспечения точности измерений необходимо выбрать подходящий тип детектора в соответствии с фактически решаемыми прикладными задачами.

Доступные типы детекторов: положительный пиковый (**Pos Peak**), отрицательный пиковый (**Neg Peak**), выборки (**Sample**), нормальный (**Normal**), среднего (**Average**) и квазипиковый (**Quasi Peak**). По умолчанию используется положительный пиковый (**Pos Peak**) детектор.

Положительный пиковый детектор

Для каждой точки трассы положительный пиковый детектор отображает максимальное значение данных, отобранных в течение заданного временного интервала.

Отрицательный пиковый детектор

Для каждой точки трассы отрицательный пиковый детектор отображает максимальное значение данных, отобранных в течение заданного временного интервала.

Детектор выборки

Для каждой точки трассы детектор выборки отображает уровень переходного процесса, соответствующий центральной точке времени заданного временного интервала. Этот тип детектора применим к шумовым или шумоподобным сигналам.

Нормальный детектор

Нормальный детектор (также называемый детектором «розенфелл») отображает поочередно максимальное и минимальное значение сегмента данных выборки: точки данных с нечётными номерами отображают максимальное значение, а точки данных с чётными номерами отображают минимальное значение. В результате диапазон изменения амплитуды сигнала отображается полностью.

Детектор среднего

Для каждой точки трассы детектор среднего отображает среднее значение данных, отобранных в течение заданного временного интервала.

Формат команды	[:SENSe]:DETECTOR:TRACe[1] 2 3 4 5 6[:FUNCTION] [:SENSe]:DETECTOR:TRACe[1] 2 3 4 5 6[:FUNCTION]?
Инструкция	Настройка / запрос типа детектора трассы.
Тип параметра	Выбор варианта: NEG POS SAMP AVER NORMAL
Диапазон значений параметра	NORMAL: стандарт NEGative: отрицательный пик POSitive: положительный пик SAMPle: выборка AVERage: среднее
Выходные данные	Выбор варианта: NEG POS SAMP AVER NORMAL
Пример	:DETECTOR:TRAC1 AVERage

Формат команды	[:SENSe]:DETECTOR:TRACe[1] 2 3 4 5 6:AUTO 0 1 [:SENSe]:DETECTOR:TRACe[1] 2 3 4 5 6:AUTO ? [:SENSe]:DETECTOR:TRACe:AUTO:ALL
Инструкция	Настройка / запрос состояния переключателя детектора трассы.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DETECTOR:TRACe3:AUTO 1 :DETECTOR:TRACe:AUTO:ALL

8.2.6.5. Математические функции

Настройка метода расчёта математической трассы.

Выход Z

Результат математических вычислений обозначается переменной Z и может отображаться в виде трассы.

Входы X, Y

Входные данные по осям X и Y могут быть приложены к трассе.

Тип расчета

Прибор обеспечивает следующие типы вычислений:

Разность значений мощности: $X - Y + \text{Смещение} \rightarrow Z$

Сумма значений мощности: $X + Y + \text{Смещение} \rightarrow Z$

Логарифмическое отклонение: $X + \text{Смещение} \rightarrow Z$

Логарифмическая разность: $X - Y - \text{Опорный уровень} \rightarrow Z$

Величина смещения

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4 5 6:MATH:X :TRACe[1] 2 3 4 5 6MATH:X?
Инструкция	Настройка / запрос номера трассы для переменной X.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	TRACE1-6
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:TRACe3:MATH:X 5

Формат команды	:TRACe:MATH:Y [1] 2 3 4 5 6 :TRACe:MATH:Y?
Инструкция	Настройка / запрос номера трассы для переменной Y.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	TRACE1-6
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:TRACe1:MATH:Y 3

Формат команды	:CALCulate[:SElected]:MATH:FUNcTion :CALCulate[:SElected]:MATH:FUNcTion?
Инструкция	Настройка / запрос типа расчёта трассы.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	OFF PDIF: вычитание значений мощности PSUM: суммирование значений мощности LOFF: логарифмическое отклонение LDIF: логарифмическая разность
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CALCulate:MATH:FUNcTion PDIF

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4 5 6:MATH:OFFSet :TRACe[1] 2 3 4 5 6:MATH:OFFSet?
Инструкция	Настройка / запрос значения константы смещения по логарифмической шкале.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От –100 дБ до 100 дБ
Выходные данные	От –100 дБ до 100 дБ
Пример	:TRACe1:MATH:OFFSet -10 :TRACe3:MATH:OFFSet?

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4 5 6:MATH:OFFSet :TRACe[1] 2 3 4 5 6:MATH:OFFSet?
Инструкция	Настройка / запрос значения константы разности по логарифмической шкале.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От –100 дБ до 100 дБ
Выходные данные	От –100 дБ до 100 дБ
Пример	:TRACe5:MATH:REFerence 10 :TRACe6:MATH:REFerence?

8.2.6.6. Нормализация

Функция нормализации трассы. Перед использованием этой функции рекомендуется сохранить исходную трассу.

Формат команды	:CALCulate:NTData:STORE:REF
Инструкция	Настройка нормализации для сохранения исходной трассы.
Пример	:CALCulate:NTData:STORE:REF

Формат команды	:CALCulate:NTData[:STATe] OFF ON 0 1 :CALCulate:NTData[:STATe]?
Инструкция	Настройка / считывание состояния переключателя нормализации.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:NTData 1

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:NRLevel :DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:NRLevel?
Инструкция	Настройка / запрос значения нормализованного опорного уровня.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: дБ
Диапазон значений параметра	От –200 дБ до 200 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: дБ
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:NRLevel 10

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:NRPosition :DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:NRPosition?
Инструкция	Настройка / запрос значения нормализованного опорного положения.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 0 до 100
Выходные данные	Целое число
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:NRPosition 10

Формат команды	:DISPlay:WINDow:NTTRace[:STATe] :DISPlay:WINDow:NTTRace[:STATe]?
Инструкция	Настройка / запрос переключателя состояния нормализованной опорной трассы
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DISPlay:WINDow:NTTRace 1

8.2.6.7. Функции обработки данных трассы

В режиме трассы поддерживаются следующие операции с указанными трассами.

Копирование данных трассы

Копирование данных из исходной трассы в целевую трассу. После копирования состояние целевой трассы автоматически меняется на просмотр.

Обмен данными трасс

Обмен данными исходной и целевой трассы. После обмена статус исходной и целевой трассы будет автоматически изменен на просмотр.

Предварительная настройка всех трасс

Настройки и данные всех трасс изменяются в состояние по умолчанию.

Очистка данных всех трасс

Очистка данных всех трасс.

Формат команды	:TRACe:COpy
Инструкция	Копирование данных трассы.
Пример	:TRACe:COpy 1,2

Формат команды	:TRACe:EXCHange
Инструкция	Обмен данными трасс.
Пример	:TRACe:EXCHange 1,2

Формат команды	:TRACe:PRESet:ALL
Инструкция	Предварительная настройка всех трасс.
Пример	:TRACe:PRESet:ALL

Формат команды	:TRACe:CLEAr:ALL
Инструкция	Очистка данных всех трасс.
Пример	:TRACe:CLEAr:ALL

8.2.7. Маркеры и пиковые значения

Маркер представляет собой значок в виде ромба и служит для обозначения точек на трассе. Амплитуда, частота и время развёртки для отмеченной точки на трассе могут быть легко считаны.

- Прибор позволяет одновременно отображать до восьми (или четырёх пар) маркеров, но каждый раз активна только одна пара маркеров или один маркер.
- Для изменения заданной частоты или времени, а также для просмотра показаний различных точек на трассе можно использовать цифровые клавиши, ручку-регулятор или клавиши со стрелками.

8.2.7.1. Выбор маркера

Выбор одного из восьми маркеров. По умолчанию используется Маркер 1 (Marker1). Когда маркер выбран, можно настроить его тип, трассу для маркировки, тип показания и другие связанные параметры. Включенный маркер появится на трассе, выбранной с помощью опции «Select Trace» (Выбрать трассу), а показания этого маркера также отображаются в области активных функций и в правом верхнем углу экрана.

Формат команды	:CALCulate:MARKer:SELEct :CALCulate:MARKer:SELEct?
Инструкция	Настройка / запрос номера текущего маркера.
Тип параметра	Выбор варианта: 1-8
Выходные данные	Выбор варианта: 1-8
Пример	:CALCulate:MARKer:SELEct 5

8.2.7.2. Выбор трассы

Выбор трассы, которая будет отмечена текущим маркером. Допустимые варианты выбора включают трассы Trace1,2,3,4,5,6.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:TRACe 1 2 3 4 5 6 :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:TRACe?
Инструкция	Настройка / запрос номера трассы, которая должна быть отмечена маркером.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	1 2 3 4 5 6
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CALCulate:MARK:TRAC 1

8.2.7.3. Тип маркера

Нормальный маркер

Один из типов маркеров. Используется для измерения значений по осям X (частота или время) и Y (амплитуда) для определенной точки на трассе. При его выборе на трассе появится маркер с номером (например, «1»).

- Если в данный момент нет активного маркера, то маркер будет автоматически включен на центральной частоте текущей трассы.
- Для перемещения маркера можно использовать цифровые клавиши, ручку-регулятор или клавиши со стрелками. Показания маркера будут отображаться в правом верхнем углу экрана.
- Разрешение считывания показаний по оси X (частота или время) зависит от полосы обзора. Для более высокого разрешения считывания следует уменьшить ширину полосы обзора.

Дельта-маркер

Один из типов маркеров. Используется для измерения разности значений по осям X (частота или время) и Y (амплитуда) между опорной точкой и определенной точкой на трассе. При выборе этого типа маркера на трассе появляется пара маркеров: фиксированный опорный маркер (обозначается комбинацией номера маркера и символа «+», например, «2+») и дельта-маркер (обозначается знаком «Δ», например, «1Δ2»).

- После выбора режима маркера «Дельта» исходный маркер становится измерительным дельта-маркером, а маркер с последующим порядковым номером становится «фиксированным» опорным маркером.
- Дельта-маркер находится в состоянии «относительно», и его положение по оси X можно изменить; опорный маркер по умолчанию находится в «фиксированном» состоянии (его положение на осях X и Y фиксировано), однако его положение на оси X можно настроить, перейдя в режим «Нормальный».
- Первая строка в правом верхнем углу области трассы показывает разность значений частоты (или времени) и амплитуды между двумя маркерами; вторая строка в правом верхнем углу области трассы показывает значение частоты (или времени) и амплитуды для опорного маркера.
- Сброс режима «Дельта». Это применимо только в том случае, если текущий маркер является дифференциальным. Если тип текущего опорного маркера «Нормальный» или «Дифференциальный», то нужно изменить положение опорного маркера по оси X на положение текущего маркера. Если тип опорного маркера «Фиксированный», то нужно изменить положение опорного маркера по осям X и Y на положение текущего маркера.

Фиксированный маркер

Один из типов маркеров. При выборе типа маркера «Фиксированный» положение маркера по осям X и Y оси X и Y маркера не будет меняться в зависимости от состояния трассы, оно может быть изменено только через меню. Фиксированный маркер обозначается символом «+».

После выбора режима маркера «Дельта» исходный маркер становится измерительным дельта-маркером, а маркер с последующим порядковым номером становится «фиксированным» опорным маркером.

Отключение маркеров

Отключение выбранного в данный момент маркера. Отображаемая на экране информация о маркере и связанные с маркером функции также будут отключены.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MODE POSition DELTA FIXed OFF :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4:MODE?
Инструкция	Настройка / запрос значения режима маркера.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	POSition DELTA FIXed OFF
Выходные данные	Выбор варианта: POS DELTA FIX OFF
Пример	:CALCulate:MARK1:MODE POSition

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:STATe OFF ON 0 1 :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос переключателя состояния маркера
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARK1:STATe ON

Формат команды	:CALCulate:MARKer:AOFF
Инструкция	Отключение всех маркеров
Пример	:CALCulate:MARKer:AOFF

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8[:SET]:RESEt:DELTA
Инструкция	Дифференциальный маркер устанавливается на 0. Применимо только если текущий маркер является дифференциальным.
Пример	:CALCulate:MARKer2:RESEt:DELTA

8.2.7.4. Положение маркера

Отображение и настройка положения маркера. Можно установить положение маркера только по оси X.

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:NRLevel :DISPlay:WINDow:TRACe:Y[:SCALe]:NRLevel?
Инструкция	Настройка / запрос положения маркера на оси X*.
Тип параметра	Частота: число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц Время: число с плавающей запятой, единицы: мс, с, с·10 ³
Диапазон значений параметра	От 0 Гц до макс. значения ширины полосы обзора От 10 мс до 1000 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц Число с плавающей запятой, единицы: с
Пример	:CALCulate:MARKer4:X 0.4 GHz :CALCulate:MARKer4:X 200 ms :CALCulate:MARKer4:X?

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:Y :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:Y?
Инструкция	Считывание положения маркера по оси Y**.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:MARKer1:Y? На выходе: -25

* Эта команда применима, только если режим маркера не отключен:

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4|5|6|7|8:STATe
:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4|5|6|7|8:MODE

Если маркер считывает частоту, то параметром команды является частота, а выходные данные отображаются в Гц. Если маркер считывает время, то параметром команды является время, а выходные данные отображаются в секундах. Если типом показания маркера является время, значением является время.
Стандартные команды: :CALCulate:MARKer[1]|2|3|4|5|6|7|8:X:READout

** Эту команду можно также использовать для считывания показаний шумового маркера при включенном режиме маркера. Для выполнения этой команды необходимо убедиться, что маркер находится в рабочем состоянии:

:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4|5|6|7|8:STATe
:CALCulate:MARKer[1]|2|3|4|5|6|7|8:MODE.

8.2.7.5. Функция относительных измерений

Функция относительных измерений «Relative To» используется для измерения разности значений частоты или времени по оси X и амплитуды по оси Y между двумя маркерами, которые могут находиться на разных трассах.

После выбора режима маркера «Дельта» исходный маркер становится измерительным дельта-маркером, а маркер с последующим порядковым номером становится «фиксированным», опорным маркером.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:REFEreNce 1 2 3 4 :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:REFEreNce?
Инструкция	Настройка / запрос маркера относительных измерений.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	1 2 3 4 5 6 7 8
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CALCulate:MARKer1:REFEreNce 3

8.2.7.6. Тип считывания

Выбор нужного типа считывания показаний маркера по оси X. Разные маркеры могут использовать разные типы считывания. Эта настройка изменяет тип считывания и влияет на показания маркеров в области активных функций и в правом верхнем углу экрана, но при этом не изменяет фактическое значение.

Частота

При выборе этого типа считывания маркер «Normal» показывает абсолютное значение частоты. Дельта-маркеры (Delta) и пары дельта-маркеров (Delta Pair) показывают разность частот между дельта-маркером и опорным маркером. Режим считывания по умолчанию при ненулевой полосе обзора — «Частота».

Примечание: Этот тип считывания не применяется при нулевой полосе обзора.

Период

При выборе этого типа считывания маркер «Normal» показывает значение, обратное частоте. Дельта-маркеры и пары дельта-маркеров показывают значение, обратное разности частот. Если разность частот равна нулю, обратная величина равна бесконечности, а на дисплее отображается значение «100 Ts».

Примечание: Этот тип считывания не применяется при нулевой полосе обзора.

Время

При выборе этого типа считывания маркер «Normal» показывает величину временного интервала между маркером и началом развёртки. Дельта-маркеры и пары дельта-маркеров показывают разность времени развёртки между дельта-маркером и опорным маркером.

Режим считывания по умолчанию при нулевой полосе обзора — «Время».

Обратное время

При выборе этого типа считывания маркер «Normal» показывает значение, обратное времени (1 / время), в то время как дельта-маркеры и пары дельта-маркеров показывают величину, обратную разности времени (1 / Δ время).

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:X:READout FREQUency TIME PERiod INTIme :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:X:READout?
Инструкция	Настройка / запрос типа считывания показаний маркера по оси X.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	FREQUency TIME PERiod INVERSE_TIME
Выходные данные	Выбор варианта: FREQ TIME PER INTIme
Пример	:CALCulate:MARKer1:X:READout FREQUency

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:X:READout:AUTO 0 1 :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:X:READout:AUTO?
Инструкция	Настройка / запрос режима считывания показаний маркера по оси X.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer1:X:READout:AUTO 1

8.2.7.7. Связь маркеров

При включении функции «Marker Couple» (Связь маркеров) маркеры настраиваются и перемещаются в связанном режиме на всех трассах.

При отключении функции «Marker Couple», маркеры настраиваются и перемещаются независимо друг от друга для каждой трассы.

Формат команды	:CALCulate[:SElected]:MARKer:COUPlе :CALCulate[:SElected]:MARKer:COUPlе?
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима связи маркеров.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer:COUPlе 1 :CALCulate:MARKer:COUPlе?

8.2.7.8. Линии маркеров

Обозначение маркера в виде пересечения горизонтальных и вертикальных линий, что удобнее для запроса положения маркера в области сигнала.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:X:LINE:STATe :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:X:LINE:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния переключателя режима линий маркера.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer2:X:LINE:STATe 1 :CALCulate:MARKer2:X:LINE:STATe?

8.2.7.9. Таблица маркеров

Включение или отключение таблицы маркеров.

Отображение все маркеров, включенных в нижней части экрана, в том числе, номер маркера, номер трассы, тип считывания маркера, показания по оси X и Y (амплитуда). С помощью этой таблицы можно просмотреть результаты измерений в нескольких точках. Таблица позволяет отображать показания до восьми маркеров одновременно.

Формат команды	:CALCulate:MARKer:TABLE ON OFF 0 1 :CALCulate:MARKer:TABLE?
Инструкция	Настройка / запрос состояния таблицы маркеров.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer:TABLE ON

8.2.7.10. Маркер →

Маркер → CF

Установка центральной частоты прибора на частоту текущего маркера.

- Если выбран маркер «Normal», центральная частота будет установлена на частоту текущего маркера.
- Если выбраны дельта-маркеры и пары дельта-маркеров, центральная частота будет установлена на частоту дельта-маркера.
- Функция не применяется при нулевой полосе обзора.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8[:SET]:CENTer
Инструкция	Настройка / запрос значения маркера по оси X на центральную частоту. Если маркер не активирован, эта команда автоматически включает маркер и устанавливает его на центральную частоту.
Пример	:CALCulate:MARKer1:CENTer

Маркер → CF Step

Установка шага центральной частоты прибора на частоту текущего маркера.

- Если выбран маркер «Normal», шаг центральной частоты будет установлен на частоту текущего маркера.
- Если выбраны дельта-маркеры и пары дельта-маркеров, шаг центральной частоты будет установлен на частоту дельта-маркера.
- Функция не применяется при нулевой полосе обзора.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8[:SET]:STEP
Инструкция	Настройка / запрос значения маркера по оси X на шаг центральной частоты. Если маркер не активирован, эта команда автоматически включает маркер и устанавливает его на центральную частоту.
Пример	:CALCulate:MARKer1:STEP

Маркер → Start Freq

Установка начальной частоты прибора на частоту текущего маркера.

- Если выбран маркер «Normal», начальная частота будет установлена на частоту текущего маркера.
- Если выбраны дельта-маркеры и пары дельта-маркеров, начальная частота будет установлена на частоту дельта-маркера.
- Функция не применяется при нулевой полосе обзора.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8[:SET]:START
Инструкция	Настройка / запрос значения маркера по оси X на начальную частоту. Функция применима при включенном маркере.
Пример	:CALCulate:MARKer1:START

Маркер → Stop Freq

Установка конечной частоты прибора на частоту текущего маркера.

- Если выбран маркер «Normal», конечная частота будет установлена на частоту текущего маркера.
- Если выбраны дельта-маркеры и пары дельта-маркеров, конечная частота будет установлена на частоту дельта-маркера.
- Функция не применяется при нулевой полосе обзора.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8[:SET]:STOP
Инструкция	Настройка / запрос значения маркера по оси X на конечную частоту. Если маркер не активирован, эта команда автоматически включает маркер и устанавливает его на конечную частоту.
Пример	:CALCulate:MARKer1:STOP

Маркер → Ref Level

Установка опорного уровня прибора на амплитуду текущего маркера.

- Если выбран маркер «Normal», опорный уровень будет установлен на амплитуду текущего маркера.
- Если выбраны дельта-маркеры и пары дельта-маркеров, опорный уровень будет установлен на амплитуду дельта-маркера.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8[:SET]:RLEVel
Инструкция	Настройка / запрос значения маркера по оси Y на опорный уровень. Если маркер не активирован, эта команда автоматически включает маркер и устанавливает его на центральную частоту.
Пример	:CALCulate:MARKer2:RLEVel

Дельта-маркер → Span

Установка полосы обзора прибора на разность частот между двумя маркерами дельта-маркера.

- Если выбран маркер «Normal», функция не работает.
- Функция не применяется при нулевой полосе обзора.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:DELTA[:SET]:SPAN
Инструкция	Настройка / запрос разности частот между двумя маркерами по оси X на ширину полосы обзора. Команда применима только при включенном дельта-маркере.
Пример	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MODE :CALCulate:MARKer2:DELTA:SPAN

Дельта-маркер → CF

Установка центральной частоты прибора на разность частот между двумя маркерами дельта-маркера.

- Если выбран маркер «Normal», функция не работает.
- Функция не применяется при нулевой полосе обзора.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:DELTA[:SET]:CENTer
Инструкция	Настройка / запрос разности частот между двумя маркерами по оси X на центральную частоту. Команда применима только при включенном дельта-маркере.
Пример	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MODE :CALCulate:MARKer3:DELTA:CENTer

8.2.7.11. Функции маркера (Fn)

Специальные функции маркера, включая маркер шума, полосу пропускания N дБ и частотомер.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:FUNCTION OFF FCOUNT NOISE NDB :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:FUNCTION?
Инструкция	Настройка / запрос функции маркера.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	OFF: нормальный маркер NOISE: шумовой маркер NDB : N dB маркер
Выходные данные	Выбор варианта: OFF NOISE NDB
Пример	:CALCulate:MARK1:FUNCTION NOISE

Полоса пропускания по уровню N дБ

Включение функции измерения ширины полосы пропускания (ПП) по уровню N дБ или установка значения N дБ. Полоса пропускания по уровню N дБ означает разность частот между двумя точками, которые расположены по обе стороны от текущего маркера и с падением (N меньше или равно 0) или увеличением (N>0) амплитуды на N дБ, как показано на рис. 8.6.

При запуске функции прибор выполнит поиск двух точек, которые расположены по обе стороны от текущей точки с падением или увеличением амплитуды на N дБ, и отобразит разницу частот между этими точками в области активной функции. Если поиск не удался, будет отображаться значок «----».



Рис. 8.6. Параметры функции «Полоса пропускания по уровню N дБ».

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:BANDwidth:NDB :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:BANDwidth:NDB?
Инструкция	Настройка / запрос опорного значения функции N дБ.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От –100 дБ до 100 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:MARK1:BANDwidth:NDB 10 DB

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:BANDwidth:RESult?
Инструкция	Результат настройки / считывания полосы пропускания N дБ.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:MARK1:BANDwidth:RESult?

Частотомер

Включение или выключение частотомера. Точность считывания частоты до 0,01 Гц.

- Функция работает только при выборе маркера 1.
- Если маркер 1 выбран, но не активен, то при включении частотомера автоматически отобразится маркер 1 «Normal».
- Частотомер измеряет частоту вблизи центральной частоты при нулевой полосе обзора.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:FCOunt[:STATe] ON OFF 0 1 :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:FCOunt[:STATe]?
Инструкция	Настройка / запрос состояния маркера частотомера.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARK1:FCOunt 1

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:FCOunt:X?
Инструкция	Считывание показания маркера частотомера.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:MARK1:FCOunt:X?

Шумовой маркер

Включение функции маркера шума для выбранного маркера позволяет считывать значение спектральной плотности мощности шума.

- Если текущий маркер отключен (в меню «Marker» для него установлено значение «Off»), путём нажатия на клавишу «Noise Marker» нужно сначала автоматически установить для него тип «Normal»; а затем измерить в отмеченной точке величину среднего уровня шума, приведённую к полосе пропускания 1 Гц. В процессе измерения всегда производится определённая коррекция на основе типов детектора и трассы. Измерение будет более точным, если используются детекторы «RMS Avg» или «Sample».
- Эта функция может также использоваться для измерения отношения несущей к шуму C/N.

Выключение маркера

Выключение функций маркера шума, измерения полосы пропускания N дБ или частотомера, но не самого маркера.

8.2.7.12. Поиск пиков

Вход в меню настройки поиска пиков и выполнение поиска пиков.

Поиск пиков

Следующий поиск

Выполнение поиска пика и отметка пикового значения.

Минимальный пик

Выполнение поиска минимального значения и отметка минимального пикового значения.

Соседний пик

Поиск и отметка пикового значения, амплитуда которого наиболее близка к амплитуде текущего пика и которое соответствует условиям поиска пика.

Соседний левый пик

Поиск и отметка ближайшего пикового значения, расположенного слева от текущего пика и удовлетворяющего условиям поиска пика.

Соседний правый пик

Поиск и отметка ближайшего пикового значения, расположенного справа от текущего пика и удовлетворяющего условиям поиска пика.

Пик - Пик

Выполнение поиска пика и минимального пикового значения одновременно и отметка результатов поиска парой дельта-маркеров. При этом результат поиска пика отмечается дельта-маркером, а результат поиска минимального значения отмечается опорным маркером.

Пик → CF

Выполнение поиска пика и настройка центральной частоты прибора на частоту пика. Функция не применяется при нулевой полосе обзора.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MAXimum
Инструкция	Маркер ищет пики и отмечает их определённым типом маркера. Если включена функция измерения размаха (пик-пик), то выполняется поиск значения размаха; в других случаях выполняется поиск одного пикового значения (см. команду: CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:PTPeak:STATE). Критерии поиска включают тип пика, абсолютный порог и относительное смещение (см. команду :CALCulate:MARKer:PEAK:SEARch:MODE :CALCulate:MARKer:PEAK:THReshold :CALCulate:MARKer:PEAK:EXCursion)
Пример	:CALCulate:MARKer4:MAXimum
Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MINimum
Инструкция	Маркер ищет минимальное пиковое значение и отмечает его определённым типом маркера.
Пример	:CALCulate:MARKer4:MINimum
Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MAXimum:NEXT
Инструкция	Маркер ищет соседнее пиковое значение и отмечает его определённым типом маркера. Критерии поиска включают тип пика, абсолютный порог и относительное смещение (см. команду :CALCulate:MARKer:PEAK:SEARch:MODE. :CALCulate:MARKer:PEAK:THReshold :CALCulate:MARKer:PEAK:EXCursion)
Пример	:CALCulate:MARKer1:MAXimum:NEXT
Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MAXimum:LEFT :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MAXimum:RIGHT
Инструкция	Маркер ищет соседнее пиковое значение слева или справа и отмечает его определённым типом маркера. Критерии поиска включают тип пика, абсолютный порог и относительное смещение (см. команду :CALCulate:MARKer:PEAK:SEARch:MODE. :CALCulate:MARKer:PEAK:THReshold :CALCulate:MARKer:PEAK:EXCursion)
Пример	:CALCulate:MARKer1:MAXimum:LEFT
Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:PTPeak
Инструкция	Маркер выполняет поиск пика и минимального пика и отмечает его определённым типом маркера.
Пример	:CALCulate:MARKer1:PTPeak
Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MAXimum[:SET]:CENTER
Инструкция	Выполнение поиска пика и настройка центральной частоты прибора на частоту пика.
Пример	:CALCulate:MARKer1:MAXimum:CENTer

Настройка критериев поиска пиков

Определение условий поиска пиков для различных вариантов поиска пиковых значений. Реальный пик должен соответствовать требованиям как «Peak Threshold» (порог пиков), так и «Peak Excursion» (пиковое отклонение).

Порог пиков

Определение минимального значения амплитуды пиков. Пики, амплитуда которых превышает заданный порог, считаются реальными пиками. Фактический минимальный порог пиков составляет –200 дБм при отключении пикового порога.

Пиковое отклонение

Настройка величины отклонения между пиком и минимальной амплитудой по обе стороны от него. Пики, отклонение которых выходит за пределы заданного отклонения, считаются реальными пиками. Фактическое минимальное пиковое отклонение составляет 0 дБм при отключении пикового отклонения.

Формат команды	:CALCulate:MARKer:PEAK:THReshold :CALCulate:MARKer:PEAK:THReshold?
Инструкция	Настройка / запрос абсолютного значения пикового порога в качестве критерия поиска.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: дБ
Диапазон значений параметра	От –200 дБм до 200 дБм
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: дБ
Пример	:CALCulate:MARKer:PEAK:THReshold -50

Формат команды	:CALCulate:MARKer:PEAK:THReshold:STATe :CALCulate:MARKer:PEAK:THReshold:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния переключателя пикового порога.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer1:CPSEarch ON

Формат команды	:CALCulate:MARKer:PEAK:EXCursion :CALCulate:MARKer:PEAK:EXCursion?
Инструкция	Настройка / запрос пикового отклонения в качестве критерия поиска.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: дБ
Диапазон значений параметра	От 0 дБм до 200 дБм
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: дБ
Пример	:CALCulate:MARKer:PEAK:EXCursion 10

Формат команды	:CALCulate:MARKer:PEAK:EXCursion:STATe :CALCulate:MARKer:PEAK:EXCursion:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния переключателя пикового отклонения.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer:PEAK:EXCursion:STATe ON

Непрерывный поиск пиков

Включение или отключение функции непрерывного поиска пиков. По умолчанию установлено состояние «Off». Если эта функция включена, система всегда будет автоматически выполнять поиск пиков после каждой развёртки с целью отслеживания измеряемого сигнала.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:CPSEarch[:STATe] :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:CPSEarch[:STATe]?
Инструкция	Включение функции непрерывного поиска пиков. Запрос состояния переключателя непрерывного поиска пиков.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer1:CPSEarch ON

Таблица пиков

Создание в нижнем окне таблицы пиков, в которой перечислены пики (с соответствующими значениями частоты и амплитуды), отвечающие критериям поиска пиков. В таблице может отображаться до 30 пиков.

Формат команды	:CALCulate:MARKer:PEAK:TABLE :CALCulate:MARKer:PEAK:TABLE?
Инструкция	Настройка / запрос состояния переключателя значений таблицы пиков.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer:PEAK:TABLE ON

Формат команды	:CALCulate:PEAK:TABLE?
Инструкция	Запрос на получение данных таблицы пиков.
Выходные данные	Последовательность символов
Пример	:CALCulate:PEAK:TABLE?

Порядок сортировки

Сортировка всех сигналов в таблице пиков в определенном порядке.

Порядок сортировки на основе значений частоты / времени (нулевая полоса обзора), амплитуды или разности величин для задания пределов.

Формат команды	:CALCulate:MARKer:PEAK:SORT :CALCulate:MARKer:PEAK:SORT?
Инструкция	Настройка / запрос основы сортировки пиков.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	AMPT FREQ DELTA
Выходные данные	AMPT FREQ DELTA
Пример	:CALCulate:MARKer:PEAK:SORT FREQ :CALCulate:MARKer:PEAK:SORT?

Формат команды	:CALCulate:MARKer:PEAK:SORT:ORDER :CALCulate:MARKer:PEAK:SORT:ORDER?
Инструкция	Настройка / запрос типа сортировки пиков.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	ASC DEC
Выходные данные	ASC DEC
Пример	:CALCulate:MARKer:PEAK:SORT:ORDER DEC :CALCulate:MARKer:PEAK:SORT:ORDER?

Формат команды	:CALCulate:MARKer:PEAK:TABLE:DTLimit :CALCulate:MARKer:PEAK:TABLE:DTLimit?
Инструкция	Сортировка пиков на основе набора предельных значений.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	1-6
Выходные данные	1-6
Пример	:CALCulate:MARKer:PEAK:TABLE:DTLimit 5 :CALCulate:MARKer:PEAK:TABLE:DTLimit?

Формат команды	:CALCulate:MARKer:PEAK:TABLE:DTLimit:STATE 0 1 :CALCulate:MARKer:PEAK:TABLE:DTLimit:STATE?
Инструкция	Настройка / запрос состояния таблицы значений пиков.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer:PEAK:TABLE:DTLimit:STATE ON

8.2.8. Предельные значения

Прибор поддерживает функцию тестирования по критерию «Годен/Не годен». При выполнении этой функции измеренная трасса будет сравниваться с предварительно заданной эталонной трассой. Если все сопутствующие условия соблюдены, результатом будет «Годен», в противном случае — «Не годен».

8.2.8.1. Состояние пределов

Включение или отключение заданного предела.

Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:STATe OFF ON 0 1 :CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния предела.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe1:STATe OFF

8.2.8.2. Допуски для предельных значений

Если точки трассы попадают в область между предельной линией и допуском, на экране будет отображаться надпись «Fail Margin» (Не годен).

Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:MARGin :CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:MARGin?
Инструкция	Настройка / запрос значения допуска для предельных линий.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От –100 дБ до 100 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:LLINe2:MARGin 10 :CALCulate:LLINe2:MARGin? :CALCulate:LLINe2:MARGin:STATe 0

Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:MARGin:STATe :CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:MARGin:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния допуска для предельных линий.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe1:MARGin:STATe OFF

8.2.8.3. Тип предела

Настройка типа предела: верхний или нижний. Пределы 1, 3 и 5 по умолчанию являются верхними, а 2, 4 и 6 — нижними.

Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:TYPE UPPer LOWer :CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа пределов.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	UPPer LOWer
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CALCulate:LLINe1:TYPE LOWer

8.2.8.4. Редактирование параметров пределов

Редактирование параметров заданного предела.

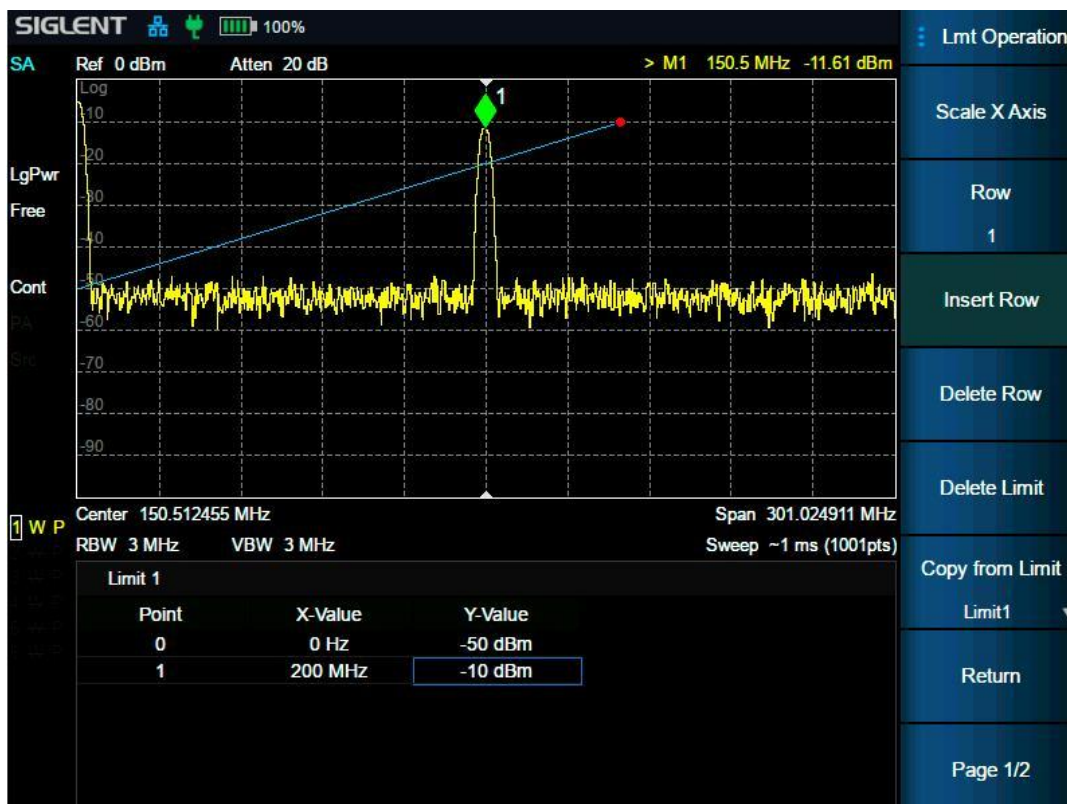


Рис. 8.7. Редактирование параметров пределов.

Функция	Описание
Тип	Выбор верхнего или нижнего предела. Тип предела по умолчанию — верхний.
Режим	Выбор линии или точки предельной линии. Значение по умолчанию — линия. Задание номера точки для редактирования, если был выбран тип «Точка», диапазон значений: от 1 до 100.
Добавление точки	Добавление новой точки для редактирования.
Ось X	Редактирование значения по оси X (частота или время) для текущей точки.
Амплитуда	Редактирование значения амплитуды для текущей точки или линии.
Удаление точки	Удаление точки, номер которой был задан в функции «Режим».
Удаление всех точек	Удаление всех точек.
Сохранение/загрузка	Сохранение или загрузка предельной линии.
Смещение по оси X	Задание величины смещения по оси X.
Смещение по оси Y	Задание величины смещения по оси Y.

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1] 2 3 4 5 6:Offset:X :CALCulate:LLINE[1] 2 3 4 5 6:Offset:X?
Инструкция	Настройка / запрос шаблона смещения частоты для заданной точки предельной линии.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0 до 26 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:LLINE[1] 2 3 4 5 6:Offset:X 1MHz

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1] 2 3 4 5 6:Offset:Y :CALCulate:LLINE[1] 2 3 4 5 6:Offset:Y?
Инструкция	Настройка / запрос шаблона смещения амплитуды для заданной точки предельной линии.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -350 дБ до 380 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:LLINE5:Offset:Y -10

Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:DATA val1,val2 :CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:DATA?
Инструкция	Настройка / запрос данных для заданной предельной линии (с удалением предыдущих данных).
Тип параметра	val1: частота, число с плавающей запятой val2: амплитуда, число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	val1: соответствует значению полосы обзора val2: от -400 дБм до 330 дБм
Выходные данные	val1: частота, число с плавающей запятой val2: амплитуда, число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:LLINe2:DATA 100,-20,200,-25 (add two points (100 , -20) and (200 , -25)) :CALC:LLINe1:DATA?
Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:ADD val1,val2 :CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:POINT:DELeTe
Инструкция	Добавление / удаление точек предельной линии.
Тип параметра	val1: частота, число с плавающей запятой val2: амплитуда, число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	val1: соответствует значению полосы обзора val2: от -400 дБм до 330 дБм
Пример	: :CALCulate:LLINe1:ADD 100,-20 :CALCulate:LLINe2:POINT:DELeTe 2
Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:DELeTe :CALCulate:LLINe:ALL:DELeTe
Инструкция	Удаление отдельных ограничений. Удаление всех ограничений.
Пример	:CALCulate:LLINe1:DELeTe :CALCulate:LLINe:ALL:DELeTe
Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:TRACe :CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:TRACe?
Инструкция	Выбор трассы для использования функции предельных значений.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	1-6
Выходные данные	1-6
Пример	:CALCulate:LLINe1:TRACe 3
Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:FREQUency:INTerpolate:TYPE :CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:FREQUency:INTerpolate:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа интерполяции частоты.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	LOG LIN
Выходные данные	LOG LIN
Пример	:CALCulate:LLINe1:FREQUency:INTerpolate:TYPE LOG
Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:FREQUency:CMODE :CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:FREQUency:CMODE?
Инструкция	Настройка / запрос типа опорного значения частоты.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	FIXed RELAtive
Выходные данные	FIXed RELAtive
Пример	:CALCulate:LLINe2:FREQUency:CMODE FIX
Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:AMPLitude:INTerpolate:TYPE :CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:AMPLitude:INTerpolate:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа интерполяции амплитуды.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	LOG LIN
Выходные данные	LOG LIN
Пример	:CALCulate:LLINe1: AMPLitude:INTerpolate:TYPE LOG

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1] 2 3 4 5 6: AMPLitude:CMODE :CALCulate:LLINE[1] 2 3 4 5 6: AMPLitude:CMODE?
Инструкция	Настройка / запрос типа опорного значения амплитуды.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	FIXed RELAtive
Выходные данные	FIXed RELAtive
Пример	:CALCulate:LLINE2: AMPLitude:CMODE FIX

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1] 2 3 4 5 6: COPY :CALCulate:LLINE[1] 2 3 4 5 6: COPY?
Инструкция	Копирование предела.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	1-6
Выходные данные	1-6
Пример	:CALCulate:LLINE2: COPY 5

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1] 2 3 4 5 6: BUILd :CALCulate:LLINE[1] 2 3 4 5 6: BUILd?
Инструкция	Коррекция предельной линии.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	1-6
Выходные данные	1-6
Пример	:CALCulate:LLINE2: BUILd 1 :CALCulate:LLINE2: BUILd?

8.2.8.5. Тестирование по пределам

Включение или выключение функции тестирования по пределам.

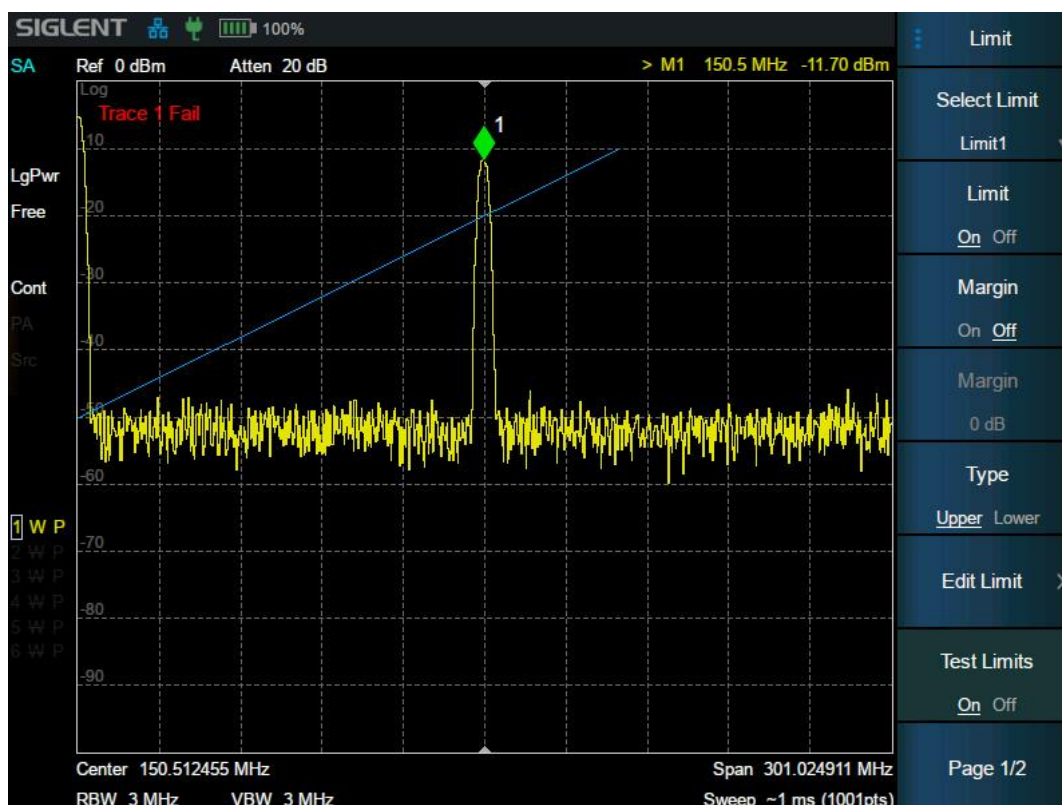


Рис. 8.8. Результаты тестирования по пределам.

Формат команды	:CALCulate:LLINE:TEST :CALCulate:LLINE:TEST?
Инструкция	Настройка / запрос состояния переключателя тестирования.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINE:TEST 1

Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 3 4 5 6:FAIL?
Инструкция	Запрос результатов тестирования по пределам.
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe2:FAIL 1

8.2.8.6. Настройка

Функция «Fail to stop» (Остановка при ошибке)

Включение или выключение функции «Fail to stop» (Остановка при ошибке). При включенной функции прибор остановит развёртку и сохранит результаты тестирования, если в итоге теста будет получен отрицательный результат («Не годен»).

Звуковой сигнал

Включение или выключение звукового сигнала. Если в процессе тестирования получен отрицательный результат («Не годен»), будет подан звуковой сигнал.

Формат команды	:CALCulate:LLINe:CONTRol:BEEP :CALCulate:LLINe:CONTRol:BEEP?
Инструкция	Настройка / запрос состояния переключателя звукового сигнала.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe:CONTRol:BEEP OFF

Формат команды	:CALCulate:LLINe:FAIL:STOP :CALCulate:LLINe:FAIL:STOP?
Инструкция	Настройка / запрос состояния тестирования по пределам, если получен отрицательный результат.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe:FAIL:STOP OFF

8.2.9. Измерительные функции и настройка измерений

Прибор позволяет использовать дополнительные измерительные функции. При их активации экран будет разделен на две части. В верхней части, которая представляет собой экран измерений, отображаются трассы сигналов, а нижняя часть используется для отображения результатов измерений.

8.2.9.1. Сканирующий анализатор спектра

Измерения с использованием сканирующего анализатора спектра позволяют выполнять «классический» анализ спектра, то есть измерения с развёрткой и нулевой полосой обзора, а также анализ с помощью «стробированного БПФ» (анализ на основе БПФ выполняется так, как если бы он был стробированным).

Тип усреднения

Выбор одного из следующих типов усреднения: усреднение логарифма мощности (видео), мощности (СКЗ) или напряжения. Когда функция усреднения трассы включена, тип усреднения отображается в левой части дисплея.

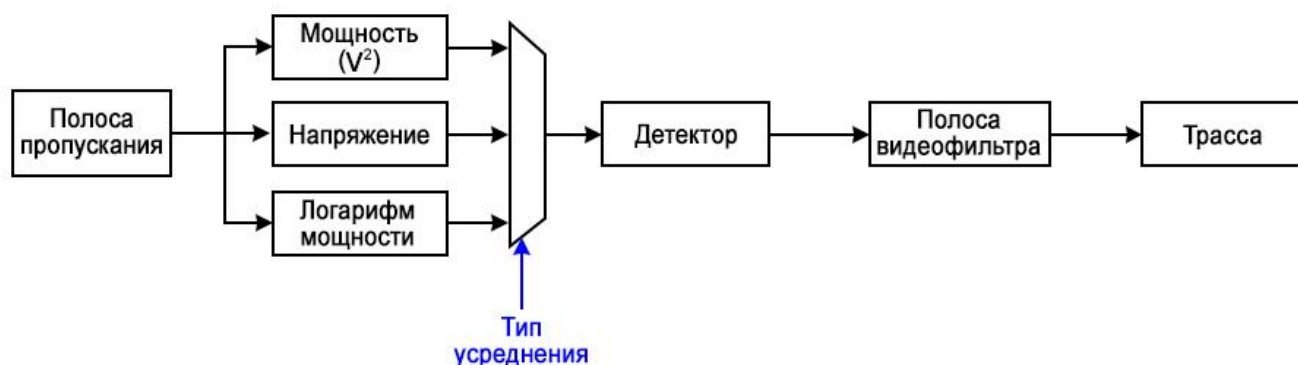


Рис. 8.9. Тип усреднения.

Логарифм мощности

Выбор логарифмической (в децибелах) шкалы для всех процессов фильтрации и усреднения. Это шкала «Видео», потому что она является наиболее часто используемой шкалой для отображения и анализа видеосигнала. Эта шкала отлично подходит для поиска синусоидальных/непрерывных сигналов на фоне шума.

Усреднение мощности

При использовании этого типа усреднения все процессы фильтрации и усреднения оперируют с мощностью (т.е. квадратом напряжения) сигнала, а не с логарифмом величины или напряжением огибающей. Эта шкала лучше всего подходит для измерения мощности сложных сигналов в реальном времени.

Усреднение напряжения

При использовании этого типа усреднения все процессы фильтрации и усреднения оперируют с напряжением огибающей сигнала. Эта шкала подходит для наблюдения за поведением фронтов (нарастанием и спадом) сигналов с амплитудной или импульсной модуляцией, таких как сигналы передатчиков РЛС и TDMA.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:AVERage:TYPE LOGPower POWER VOLTage [:SENSe]:AVERage:TYPE?</code>
Инструкция	Настройка / запрос типа усреднения.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	LOGPower POWER VOLTage
Выходные данные	Выбор варианта: LOGP POW VOLT
Пример	:AVERage:TYPE VOLTage

Формат команды	<code>[[:SENSe]:AVERage:TYPE:AUTO 0 1 ON OFF [:SENSe]:AVERage:TYPE:AUTO?</code>
Инструкция	Настройка / запрос автоматического определения типа усреднения.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:AVERage:TYPE:AUTO 1

Количество усреднений/ удержаний

Задание числа усреднений N для трасс типа «Усреднение», «Удержание максимального значения» и «Удержание минимального значения». Это число является составной частью расчёта усреднённой трассы. Фактически, увеличение числа N обеспечивает получение более гладкой усреднённой трассы.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:AVERage:TRACe[1]]2 3 4 5 6:COUNT [:SENSe]:AVERage:TRACe[1]]2 3 4 5 6:COUNT?</code>
Инструкция	Настройка / запрос числа усреднений трасс.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 1 до 999
Выходные данные	Целое число
Пример	:AVERage:TRACe1:COUNT 10

Формат команды	<code>[[:SENSe]:AVERage:TRACe[1]]2 3 4 5 6? [:SENSe]:AVERage:TRACe[1]]2 3 4 5 6:CLEar</code>
Инструкция	Число усреднений, использованное для получения текущей трассы. Перезапуск усреднения.
Пример	:AVERage:TRACe2 ? :AVERage:TRACe2:CLEar

Настройка и радио

Демодуляция (AM/FM)

Задание типа демодуляции: AM, FM или OFF. Настройка по умолчанию: «OFF» (выключен).

При включении режима демодуляции AM (или FM), система автоматически устанавливает курсор на центральную частоту и выполняет демодуляцию AM (или FM) сигналов для этой частотной точки.

Этот прибор оснащён разъёмом для наушников, через который демодулированный сигнал можно выводить в аудиорежиме. Частота аудиосигнала соответствует частоте модулированного сигнала, а интенсивность — его амплитуде.

Наушники

Настройка состояния/громкости гарнитуры. Если гарнитура подключена, звучание модулированного сигнала можно прослушать через гарнитуру во время процесса демодуляции. По умолчанию гарнитура отключена. Громкость гарнитуры может быть настроена с помощью соответствующих регуляторов.

Время демодуляции

Настройка времени задержки демодуляции сигнала после каждой развёртки. Более длительное время задержки будет способствовать непрерывной демодуляции сигнала.

Если гарнитура подключена, то в течение этого промежутка времени звучание модулированного сигнала можно прослушать через гарнитуру.

Формат команды	[[:SENSE]:DEMod AM FM OFF [:SENSE]:DEMod?
Инструкция	Настройка / запрос режима демодуляции.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	AM: амплитудная модуляция FM: частотная модуляция OFF
Выходные данные	Выбор варианта: AM FM OFF
Пример	:DEMod AM

Формат команды	[[:SENSE]:DEMod:EPHone OFF ON 0 1 [:SENSE]:DEMod:EPHone?
Инструкция	Переключение состояния наушников.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DEMod:EPHone ON

Формат команды	[[:SENSE]:DEMod:VOLume [:SENSE]:DEMod:VOLume?
Инструкция	Регулировка громкости.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 0 до 10
Выходные данные	Целое число
Пример	:DEMod:VOLume 10

Формат команды	[[:SENSE]:DEMod:TIME [:SENSE]:DEMod:TIME?
Инструкция	Настройка / запрос значения времени демодуляции.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: мкс, мс, с
Диапазон значений параметра	От 5 мс до 1000 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:DEMod:TIME 5 ms

Автоматическое сопряжение

Функция автоматического сопряжения сразу переводит все автоматические/ручные функции в автоматический режим. Действие автоматического сопряжения распространяется только на текущее измерение и на другие измерения в этом режиме не влияет.

В автоматическом режиме автоматические/ручные функции называются «связанными». Это означает, что их значения будут меняться в зависимости от изменений других величин в процессе измерения. Это помогает обеспечить точность измерений и оптимальный динамический диапазон. Автоматическое сопряжение — это динамическая функция, при выполнении которой все автоматические/ручные элементы управления текущим измерением переводятся в автоматический режим, а все настройки измерения, связанные с автоматическими/ручными параметрами, автоматически устанавливаются на оптимальные значения.

Формат команды	:COUPle:ALL
Инструкция	Автоматическое сопряжение.
Пример	:COUPle:ALL

Линии графика на экране

Линия амплитуды может использоваться в качестве опорного значения для считывания амплитуды или в качестве пороговой величины для отображения пиков в таблице пиков.

Линия частоты может использоваться в качестве опорного значения для считывания частоты.

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe :DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe?
Инструкция	Настройка / запрос линии амплитуды.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe -40

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe:STATe :DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния линии амплитуды.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:DLINe:STATe 1

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:X:FLINe :DISPlay:WINDow:TRACe:X:FLINe?
Инструкция	Настройка / запрос линии частоты.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:X:FLINe 100e6

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:X:FLINe:STATe :DISPlay:WINDow:TRACe:X:FLINe:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния линии частоты.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:X:FLINe:STATe 1

Общие параметры

Включение функции общей центральной частоты распространяет настройку текущей центральной частоты на другие измерения и/или развёртки.

Формат команды	:INSTrument:COUPlE:FREQUency:CENTer :INSTrument:COUPlE:FREQUency:CENTer?
Инструкция	Включение / выключение функции общей центральной частоты.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:INSTrument:COUPlE:FREQUency:CENTer 0 :INSTrument:COUPlE:FREQUency:CENTer?

Тип источника

В приборе используются два типа источников.

Источник непрерывных колебаний (CW)

Частота непрерывных колебаний: настройка частоты независимого источника, что позволяет синхронизировать настройки центральной частоты приёмника анализатора спектра так, чтобы сигнал отображался в центре экрана.

Уровень непрерывных колебаний: ввод значения уровня (число в диапазоне от -40 дБм до 0 дБм). Источник обеспечивает высокую равномерность мощности во всём диапазоне частот.

Источник смещения непрерывных колебаний (CW offset)

Смещение к центральной частоте: интервал частот, на который сигнал смещается по ПЧ.

Смещение уровня непрерывных колебаний: смещение пикового значения амплитуды сигнала.

Формат команды	[[:SENSe]:SOURce:STATE 0 1 ON OFF [:SENSe]:SOURce:STATE?
Инструкция	Настройка / запрос состояния источника.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:SOURce:STATE 0 :SOURce:STATE ?

Формат команды	[[:SENSe] :SOURce:TYPE CW [:SENSe] :SOURce:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа источника.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	CW CWC
Выходные данные	Выбор варианта: CW CWC
Пример	:SOURce:TYPE CW :SOURce:TYPE?

Формат команды	[[:SENSe]:SOURce:CW:FREQuency [:SENSe]:SOURce:CW:FREQuency?
Инструкция	Настройка / запрос значения частоты непрерывных колебаний.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 100 кГц до 7,5 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:SOURce:CW:FREQuency 10MHz :SOURce:CW:FREQuency?

Формат команды	[[:SENSe]:SOURce:CW:POWer [:SENSe]:SOURce:CW:POWer?
Инструкция	Настройка / запрос значения амплитуды непрерывных колебаний.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -40 дБ до 0 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:SOURce:CW:POWer -10 :SOURce:CW:POWer?

Формат команды	[[:SENSe]:SOURce:CWCoupled:FREQuency:OFFSet [:SENSe]:SOURce:CWCoupled:FREQuency:OFFSet?
Инструкция	Настройка / запрос значения смещения к центральной частоте.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -100 ГГц до 100 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:SOURce:CWCoupled:FREQuency:OFFSet -10 :SOURce:CWCoupled:FREQuency:OFFSet?

Формат команды	[[:SENSe]:SOURce:CWCoupled:POWer [:SENSe]:SOURce:CWCoupled:POWer?
Инструкция	Настройка / запрос значения смещения уровня непрерывных колебаний.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -40 дБ до 0 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:SOURce:CWCoupled:POWer -10 :SOURce:CWCoupled:POWer?

8.2.9.2. Измерение мощности в канале

Измерение мощности и плотности мощности в пределах заданной ширины полосы пропускания канала. Если эта функция включена, то прибор автоматически устанавливает наименьшие значения полосы обзора и полосы пропускания. Для настройки соответствующих параметров нужно выбрать пункт меню «Channel Power» (Мощность канала) и нажать клавишу **Meas Setup**

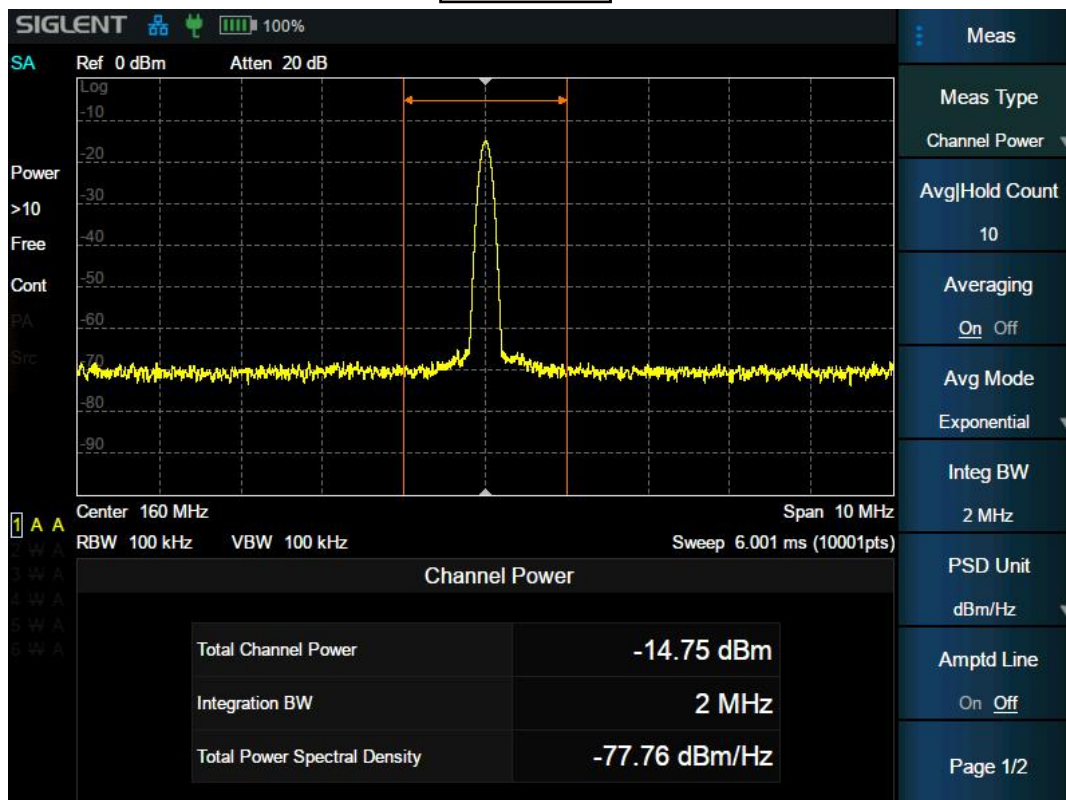


Рис. 8.10. Измерение мощности в канале.

Результаты измерений: мощность в канале и спектральная плотность мощности.

- Мощность в канале: значение мощности в пределах полосы интегрирования канала.
- Спектральная плотность мощности: значение мощности (в дБм/Гц), приведённое к 1 Гц в пределах полосы интегрирования канала.

Параметры измерения: центральная частота, полоса интегрирования, полоса обзора, мощность в пределах полосы обзора.

Формат команды	:CHPower:MEASure:CHPower? :CHPower:MEASure:CHPower:CHPower? :CHPower:MEASure:CHPower:DENSity?
Инструкция	Считывание значений мощности в канале и спектральной плотности мощности.
Выходные данные	Число с плавающей запятой, дБм для мощности в канале
Пример	Число с плавающей запятой, дБм/Гц для спектральной плотности мощности :CHPower:MEASure:CHPower?

Режим усреднения

Выбор используемого режима усреднения, который определяет принцип усреднения после выполнения заданного количества измерений (циклов усреднения). Могут использоваться следующие варианты.

Экспоненциальная функция:

В процессе усреднения результатов измерений средневзвешенное значение для каждого показателя рассчитывается непрерывно с использованием заданного количества циклов усреднения.

Повтор:

Каждый раз при достижении заданного среднего значения счётчик числа циклов усреднения сбрасывается.

Формат команды	[:SENSe]:CHPower:AVERage:TCONtrol [:SENSe]:CHPower:AVERage:TCONtrol?
Инструкция	Настройка / запрос режима усреднения.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	EXPOntialr REPEat
Выходные данные	Выбор варианта: EXPOntialr REPEat
Пример	:CHPower:AVERage:TCONtrol REPEat

Полоса интегрирования

Настройка ширины полосы частот тестируемого канала. Мощность канала — это интегральная мощность в пределах заданной полосы частот. Для изменения этого параметра можно использовать цифровые клавиши, ручку-регулятор или клавиши со стрелками.

Формат команды	[[:SENSe]:CHPower:BWIDth:INTEgration [:SENSe]:CHPower:BWIDth:INTEgration?
Инструкция	Настройка / запрос значения ширины полосы интегрирования
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:CHPower:BWIDth:INTEgration 1.0 GHz

Формат команды	[[:SENSe]:CHPower:FREQuency:SPAN:POWer
Инструкция	Настройка значения ширины канала для полосы интегрирования
Пример	:CHPower:FREQuency:SPAN:POWer

Единицы измерения спектральной плотности мощности

Выбор единицы измерения спектральной плотности мощности, возможные варианты: дБм/Гц, дБм/МГц.

Формат команды	:UNIT:CHPower:POWer:PSD :UNIT:CHPower:POWer:PSD?
Инструкция	Выбор единицы измерения спектральной плотности мощности.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	DBMHZ DBMMHZ
Выходные данные	DBMHZ DBMMHZ
Пример	:UNIT:CHPower:POWer:PSD DBMHZ :UNIT:CHPower:POWer:PSD?

8.2.9.3. Измерение коэффициента развязки соседних каналов по мощности (ACPR)

Измерение мощности в основном канале и в соседних каналах, а также разности значений мощности в основном канале и каждом из соседних каналов. Если эта функция включена, то прибор автоматически устанавливает наименьшие значения полосы обзора и полосы пропускания.

Для настройки параметров режима нужно выбрать пункт меню «ACPR» и нажать клавишу **Meas Setup**.

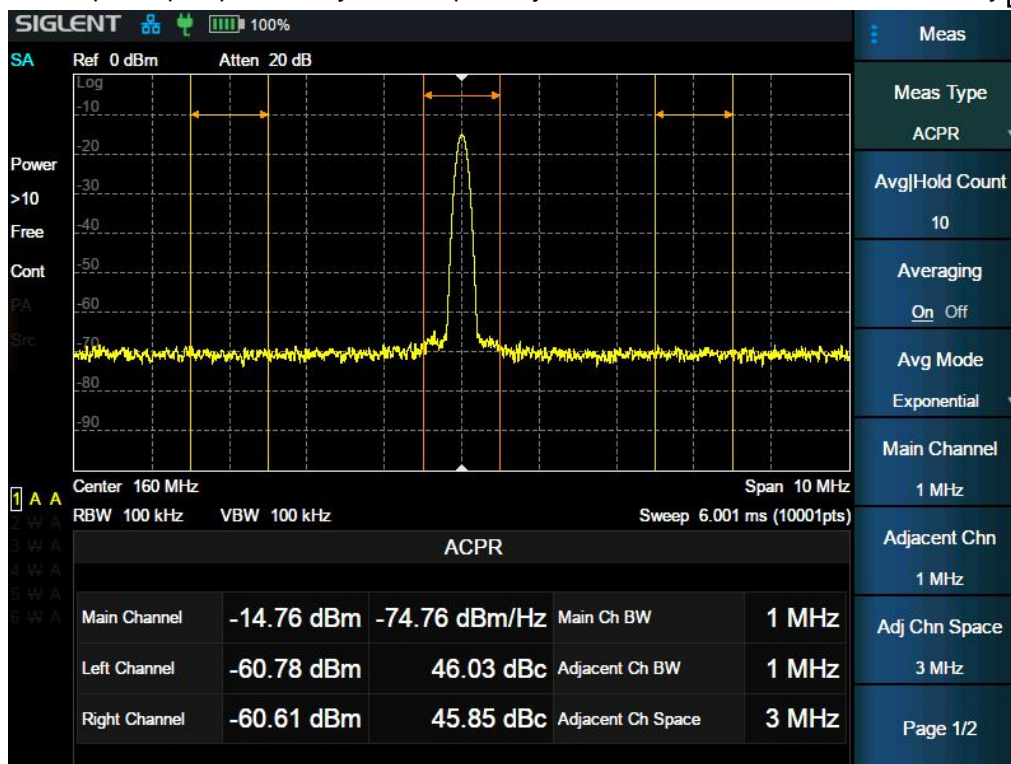


Рис. 8.11. Измерение коэффициента развязки соседних каналов по мощности.

Результаты измерений: мощность в основном канале, мощность в соседних (левом и правом) каналах.

- Мощность в основном канале: отображение величины мощности в пределах полосы основного канала.
- Мощность в левом канале: отображение величины мощности в левом канале и разности величин мощности между основным каналом и левым каналом (в дБн).
- Мощность в правом канале: отображение величины мощности в правом канале и разности величин мощности между основным каналом и правым каналом (в дБн).

Параметры измерения: центральная частота, полоса частот основного канала, полоса частот соседних каналов, интервал между каналами (разнос каналов).

Формат команды	:MEASure:ACPRatio:ACPower:MAIN? :MEASure:ACPRatio:LOWer:POWER? :MEASure:ACPRatio:UPPer:POWER?
Инструкция	Запрос величины мощности в основном канале. Запрос величины мощности в соседних (левом и правом) каналах.
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: дБм
Пример	:MEASure:ACPRatio:ACPower:MAIN?

Формат команды	:MEASure:ACPRatio:LOWer? :MEASure:ACPRatio:UPPer?
Инструкция	Запрос отношения значений мощности в основном и соседних (левом и правом) каналах.
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: дБм
Пример	:MEASure:ACPRatio:LOWer?

Режим усреднения

Выбор используемого режима усреднения, который определяет принцип усреднения после выполнения заданного количества измерений (циклов усреднения). Могут использоваться следующие варианты.

Экспоненциальная функция:

В процессе усреднения результатов измерений средневзвешенное значение для каждого показателя рассчитывается непрерывно с использованием заданного количества циклов усреднения.

Повтор:

Каждый раз при достижении заданного среднего значения счётчик числа циклов усреднения сбрасывается.

Формат команды	[:SENSe]:ACPower:AVERage:TCONtrol [:SENSe]:ACPower:AVERage:TCONtrol?
Инструкция	Настройка / запрос режима усреднения.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	EXPOntialr REPEat
Выходные данные	Выбор варианта: EXPOntialr REPEat
Пример	:ACPower:AVERage:TCONtrol REPEat

Основной канал

Настройка ширины полосы частот основного канала. Мощность основного канала — это интегральная мощность в пределах этой полосы частот.

Формат команды	[:SENSe]:ACPRatio:BWIDth:INTegration [:SENSe]:ACPRatio:BWIDth:INTegration?
Инструкция	Настройка / запрос значения ширины полосы частот основного канала.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	Зависит от величины полосы обзора
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:ACPRatio:BWIDth:INTegration 20 MHz

Соседний канал

Настройка ширины полосы частот соседних каналов. Ширина полосы частот соседнего канала зависит от ширины полосы частот основного канала.

Формат команды	[:SENSe]:ACPRatio:OFFSet:BWIDth[:INTegration] [:SENSe]:ACPRatio:OFFSet:BWIDth[:INTegration]?
Инструкция	Настройка / запрос значения ширины полосы частот соседних каналов.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	Зависит от величины полосы обзора
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:ACPRatio:OFFSet:BWIDth 20 MHz

Интервал между каналами (разнос каналов)

Настройка величины разности между значением центральной частоты основного канала и значениями центральной частоты соседних каналов. Регулируя этот параметр, можно также настраивать величину разнеса между соседними каналами и основным каналом.

Формат команды	[[:SENSe]:ACPRatio:OFFSet[:FREQuency] [:SENSe]:ACPRatio:OFFSet[:FREQuency]?
Инструкция	Настройка / запрос значения интервала между соседними каналами.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	Зависит от величины полосы обзора
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:ACPRatio:OFFSet 20 MHz

Единицы измерения спектральной плотности мощности

Выбор единицы измерения спектральной плотности мощности, возможные варианты: дБм/Гц, дБм/МГц.

Формат команды	:UNIT: ACPRatio:POWer:PSD :UNIT: ACPRatio:POWer:PSD?
Инструкция	Выбор единицы измерения спектральной плотности мощности.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	DBMHZ DBMMHZ
Выходные данные	DBMHZ DBMMHZ
Пример	:UNIT: ACPRatio:POWer:PSD DBMHZ :UNIT: ACPRatio:POWer:PSD?

8.2.9.4. Измерение занимаемой полосы частот (OBW)

Интегрирование мощности во всей полосе обзора и расчёт полосы частот, занимаемой этой мощностью, в соответствии с заданным коэффициентом мощности. Функция измерения занимаемой полосы частот также позволяет вычислять ошибку частоты передачи («Transmit Freq Error»), которая представляет собой разность между центральной частотой тестируемого канала и центральной частотой прибора. Для настройки параметров нужно выбрать пункт меню «Occupied BW» и нажать клавишу **Meas Setup**

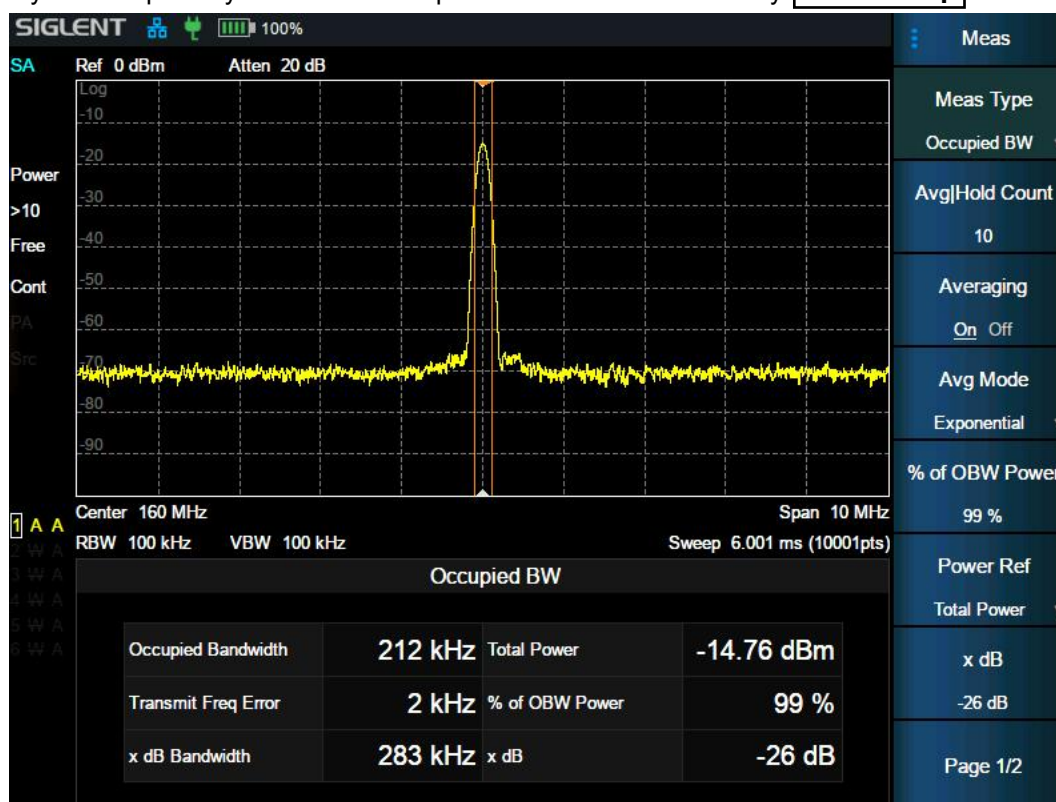


Рис. 8.12. Измерение занимаемой полосы частот.

Результаты измерений: занимаемая полоса частот и ошибка передачи частоты.

- Занимаемая полоса частот: интегрирование мощности во всей полосе обзора и расчёт полосы частот, занимаемой этой мощностью, в соответствии с заданным коэффициентом мощности.
- Ошибка передачи частоты: разность между центральной частотой тестируемого канала и центральной частотой прибора.

Формат команды	:MEASure:OBWidth? :MEASure:OBWidth:OBWidth? :MEASure:OBWidth:CENTRoid?
Инструкция	Считывание значения ширины полосы частот и центра полосы частот.
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:MEASure:OBW?

Формат команды	:MEASure:OBWidth:OBWidth:FERRor?
Инструкция	Считывание значения ошибки передачи частоты.
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:MEASure:OBWidth:OBWidth:FERRor?

Режим усреднения

Выбор используемого режима усреднения, который определяет принцип усреднения после выполнения заданного количества измерений (циклов усреднения). Могут использоваться следующие варианты.

Экспоненциальная функция:

В процессе усреднения результатов измерений средневзвешенное значение для каждого показателя рассчитывается непрерывно с использованием заданного количества циклов усреднения.

Повтор:

Каждый раз при достижении заданного среднего значения счётчик числа циклов усреднения сбрасывается.

Формат команды	[:SENSe]:OBWidth:AVERage:TCONtrol [:SENSe]:OBWidth:AVERage:TCONtrol?
Инструкция	Настройка / запрос режима усреднения.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	EXPOntialr REPEat
Выходные данные	EXPOntialr REPEat
Пример	:OBWidth:AVERage:TCONtrol REPEat

Коэффициент мощности

Определение доли в процентах от общей мощности для текущего измерения мощности в пределах занимаемой полосы частот.

Формат команды	[:SENSe]:OBWidth:PERCent [:SENSe]:OBWidth:PERCent?
Инструкция	Настройка значения коэффициента использования полосы частот в %. Получение значения процентной доли мощности в пределах OBW.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 10 до 99,99
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:OBW:PERCent 50

Опорное значение мощности

Выбор типа опорного значения мощности.

- Общая мощность: результат измерения будет показывать мощность во всём диапазоне.
- Мощность в занимаемой полосе частот: результат измерения будет показывать мощность в занимаемой полосе частот.

Формат команды	[:SENSe]:OBWidth:PREFerence [:SENSe]:OBWidth:PREFerence?
Инструкция	Настройка / запрос типа опорного значения мощности.
Тип параметра	Выбор варианта: TPOW OBWPower
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:OBWidth:PREFerence TPOW

Уровень «х дБ»

Настройка значения «х дБ» используется для вычисления полосы пропускания по уровню х дБ («х dB Bandwidth») путём измерения ширины полосы частот между двумя точками сигнала, которые на х дБ ниже максимума сигнала в пределах занимаемой полосы частот.

Формат команды	[:SENSe]:OBWidth:XDB [:SENSe]:OBWidth:XDB?
Инструкция	Настройка значения коэффициента использования полосы частот в дБн. Получение значения занимаемой полосы частот в дБн.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0,1 до 100
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:OBWidth:XDB 3

Режим интегрирования мощности

Настройка режима интегрирования мощности: нормальный («Normal») или от центра («From-Center»).

Формат команды	[[:SENSe]:OBWidth:INTEgration[:METHod] [:SENSe]:OBWidth:INTEgration[:METHod]?
Инструкция	Настройка / запрос типа интегрирования мощности.
Тип параметра	Выбор варианта: NORMal ICENter
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:OBWidth:INTEgration ICENter

8.2.9.5. Измерение мощности во временной области (T-Power)

Система входит в режим нулевой полосы обзора и рассчитывает значение мощности во временной области. Доступные типы мощности включают пиковую, среднюю и среднеквадратичную. Для настройки параметров нужно выбрать пункт меню «T-Power» и нажать клавишу **Meas Setup**



Рис. 8.13. Измерение мощности во временной области.

Результаты измерений: мощность во временной области.

– Мощность во временной области: отображение величины мощности сигнала в пределах от начальной до конечной линии.

Параметры измерения: центральная частота, начальная линия, конечная линия.

Формат команды	:MEASure:TPOWER?
Инструкция	Считывание значения мощности во временной области.
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: дБм
Пример	:MEASure:TPOWER?

Режим усреднения

Выбор используемого режима усреднения, который определяет принцип усреднения после выполнения заданного количества измерений (циклов усреднения). Могут использоваться следующие варианты.

Экспоненциальная функция:

В процессе усреднения результатов измерений средневзвешенное значение для каждого показателя рассчитывается непрерывно с использованием заданного количества циклов усреднения.

Повтор:

Каждый раз при достижении заданного среднего значения счётчик числа циклов усреднения сбрасывается.

Формат команды	[[:SENSe]:TPOWer:AVERAge:TCONtrol [:SENSe]:TPOWer:AVERAge:TCONtrol?
Инструкция	Настройка / запрос режима усреднения.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	EXPOntialr REPEat
Выходные данные	EXPOntialr REPEat
Пример	:TPOWer:AVERAge:TCONtrol REPEat

Центральная частота

Настройка центральной частоты, значение которой совпадает с центральной частотой прибора. Изменение этого параметра приведет к изменению центральной частоты прибора.

Формат команды	[[:SENSe]:TPOWer:FREQuency:CENTer [:SENSe]:TPOWer:FREQuency:CENTer?
Инструкция	Настройка / запрос значения центральной частоты для измерения мощности во временной области.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	Зависит от величины полосы обзора
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:TPOWer:FREQuency:CENTer 15kHz

Начальная линия

Настройка левой границы (в единицах времени) измерения мощности во временной области. Расчёт мощности осуществляется для данных, лежащих в интервале между начальной и конечной линией.

Формат команды	[[:SENSe]:TPOWer:LLIMit [:SENSe]:TPOWer:LLIMit?
Инструкция	Настройка / запрос начальной линии для измерения мощности во временной области.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: с
Диапазон значений параметра	От 0 до 1000 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: с
Пример	:TPOWer:LLIMit 100

Конечная линия

Настройка правой границы (в единицах времени) измерения мощности во временной области. Расчёт мощности осуществляется для данных, лежащих в интервале между начальной и конечной линией.

Формат команды	[[:SENSe]:TPOWer:RLIMit [:SENSe]:TPOWer:RLIMit?
Инструкция	Настройка / запрос конечной линии для измерения мощности во временной области.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: с
Диапазон значений параметра	От 0 до 1000 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: с
Пример	:TPOWer:RLIMit 50 s

8.2.9.6. Измерение интермодуляционных искажений третьего порядка (TOI)

Автоматическое измерение точки пересечения третьего порядка (IP3), включая мощность основной гармоники и мощности гармоник третьего порядка, а также расчёт точки пересечения.



Рис. 8.14. Измерение интермодуляционных искажений третьего порядка.

Измерение интермодуляционных искажений третьего порядка осуществляется автоматически. При этом нет параметров, контролируемых пользователем.

Формат команды	:MEASure:TOI?
Инструкция	Считывание результатов измерения интермодуляционных искажений третьего порядка. Результат измерения представляются в виде следующих значений, разделенных запятыми: частота (Гц) и амплитуда (дБм) нижнего тона, частота (Гц) и амплитуда (дБм) верхнего тона, частота (Гц), амплитуда (дБм) и предельная частота TOI нижних гармоник третьего порядка, частота (Гц), амплитуда (дБм) и предельная частота TOI верхних гармоник третьего порядка.
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:MEASure:TOI?

Формат команды	:MEASure:TOI:IP3?
Инструкция	Считывание меньшего из значений: предельная частота TOI нижних гармоник третьего порядка и частота верхних гармоник третьего порядка.
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:MEASure:TOI:IP3?

Режим усреднения

Выбор используемого режима усреднения, который определяет принцип усреднения после выполнения заданного количества измерений (циклов усреднения). Могут использоваться следующие варианты.

Экспоненциальная функция:

В процессе усреднения результатов измерений средневзвешенное значение для каждого показателя рассчитывается непрерывно с использованием заданного количества циклов усреднения.

Повтор:

Каждый раз при достижении заданного среднего значения счётчик числа циклов усреднения сбрасывается.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:TOI:AVERage:TCONtrol</code> <code>[[:SENSe]:TOI:AVERage:TCONtrol?</code>
Инструкция	Настройка / запрос режима усреднения.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	EXPOntialr REPEat
Выходные данные	EXPOntialr REPEat
Пример	:TOI:AVERage:TCONtrol REPEat

8.2.9.7. Отображение изменения спектра во времени (Spectrum Monitor)

Отображение изменения спектра во времени в виде карты интенсивности цветов. Такое представление спектра обычно называют диаграммой «водопад» или каскадной диаграммой. Для настройки параметров нужно выбрать пункт меню «Spectrum Monitor» и нажать клавишу **Meas Setup**



Рис. 8.15. Отображение изменения спектра во времени.

Параметры измерения: спектрограмма (Spectrogram), перезапуск (Restart).

- Спектрограмма: включение режима отображения изменения спектра во времени.
- Перезапуск: сброс результатов и повторный запуск измерений.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:SPECtrogram:STATe</code> <code>[[:SENSe]:SPECtrogram:STATe?</code>
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима отображения изменения спектра во времени.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	<code>[[:SENSe]:SPECtrogram:STATe 0</code> <code>[[:SENSe]:SPECtrogram:STATe?</code>

Формат команды	<code>[[:SENSe]:SPECtrogram:REStart</code>
Инструкция	Повторное сканирование спектра.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	<code>[[:SENSe]:SPECtrogram:REStart</code>

Режим усреднения

Выбор используемого режима усреднения, который определяет принцип усреднения после выполнения заданного количества измерений (циклов усреднения). Могут использоваться следующие варианты.

Экспоненциальная функция:

В процессе усреднения результатов измерений средневзвешенное значение для каждого показателя рассчитывается непрерывно с использованием заданного количества циклов усреднения.

Повтор:

Каждый раз при достижении заданного среднего значения счётчик числа циклов усреднения сбрасывается.

Формат команды	[[:SENSe]: SPECTrogram:AVERage:TCONtrol [:SENSe]: SPECTrogram:AVERage:TCONtrol?
Инструкция	Настройка / запрос режима усреднения.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	EXPOntialr REPEat
Выходные данные	EXPOntialr REPEat
Пример	:SPECTrogram:AVERage:TCONtrol REPEat

8.2.9.8. Измерение отношения мощности сигнала несущей к уровню шума (CNR)

Измерение мощности несущей и уровня шума в заданной полосе частот и расчёт их соотношения. Для настройки параметров нужно выбрать пункт меню «CNR» и нажать клавишу **Meas Setup**



Рис. 8.16. Измерение отношения мощности сигнала несущей к уровню шума.

Результаты измерений: отношение «несущая/шум» (C/N), мощность несущей (Carrier Power), уровень шума (Noise Power).

- Отношение «несущая/шум»: отношение мощности сигнала несущей к уровню шума.
- Мощность несущей: общая мощность в полосе несущей.
- Уровень шума: мощность в пределах полосы шума.

Формат команды	:CNRatio:MEASure:CNRatio? :CNRatio:MEASure:CNRatio:CARRier? :CNRatio:MEASure:CNRatio:NOISe?
Инструкция	Считывание значений: отношения «несущая/шум», мощности несущей, уровня шума.
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CNRatio:MEASure:CNRatio?

Режим усреднения

Выбор используемого режима усреднения, который определяет принцип усреднения после выполнения заданного количества измерений (циклов усреднения). Могут использоваться следующие варианты.

Экспоненциальная функция:

В процессе усреднения результатов измерений средневзвешенное значение для каждого показателя рассчитывается непрерывно с использованием заданного количества циклов усреднения.

Повтор:

Каждый раз при достижении заданного среднего значения счётчик числа циклов усреднения сбрасывается.

Формат команды	[[:SENSe]:CNRatio:AVERage:TCONtrol [:SENSe]:CNRatio:AVERage:TCONtrol?
Инструкция	Настройка / запрос режима усреднения.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	EXPOntial REPEat
Выходные данные	EXPOntial REPEat
Пример	:CNRatio:AVERage:TCONtrol REPEat

Полоса частот несущей

Настройка полосы частот тестируемой несущей.

Формат команды	[[:SENSe]:CNRatio:BANDwidth:INTegration [:SENSe]:CNRatio:BANDwidth:INTegration?
Инструкция	Настройка / запрос значения полосы частот несущей.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 100 Гц до 7,5 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	INSTrument:CNRatio:MEASure CNR :CNRatio:BANDwidth:INTegration 20 MHz

Полоса частот шума

Настройка полосы частот измеряемого шума.

Формат команды	[[:SENSe]:CNRatio:BANDwidth:NOISe [:SENSe]:CNRatio:BANDwidth:NOISe?
Инструкция	Настройка / запрос значения полосы частот шума.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 100 Гц до 3,2 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	INSTrument:CNRatio:MEASure CNR :CNRatio:BANDwidth: NOISe 20 MHz

Смещение частоты

Настройка величины разности между центральной частотой несущей и центральной частотой шума.

Формат команды	[[:SENSe]:CNRatio:OFFSet [:SENSe]:CNRatio:OFFSet?
Инструкция	Настройка / запрос значения смещения частоты.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 100 Гц до 700 МГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	INSTrument:CNRatio:MEASure CNR :CNRatio:OFFSet 20 MHz

8.2.9.9. Измерение и анализ гармоник (Harmonic)

Измерение мощности гармоник различного порядка и коэффициента нелинейных искажений (коэффициента гармоник) несущей. Максимальный порядок измеряемых гармоник равен 10. Амплитуда основной гармоники несущей сигнала должна быть больше -50 дБм; в противном случае результат измерения будет некорректным.



Рис. 8.17. Измерение и анализ гармоник.

Результаты измерений

Амплитуды гармоник каждого порядка и коэффициент нелинейных искажений (коэффициент гармоник) несущей. Максимальный порядок измеряемых гармоник равен 10.

Основная гармоника

Настройка частоты основной гармоники.

Если включен автоматический режим, основная гармоника будет найдена автоматически при первом сканировании. Если автоматический режим выключен, пользователь может ввести значение основной гармоники вручную.

Формат команды	[[:SENSe]:HARMonics:FREQUency:FUNDamental [:SENSe]:HARMonics:FREQUency:FUNDamental?
Инструкция	Настройка / запрос значения основной гармоники несущей.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 100 Гц до 7,5 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:HARMonics:FREQUency:FUNDamental 20 MHz

Формат команды	[[:SENSe]:HARMonics:FREQUency:FUNDamental:AUTO [:SENSe]:HARMonics:FREQUency:FUNDamental:AUTO?
Инструкция	Настройка / запрос состояния автоматического режима определения основной гармоники несущей.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:HARMonics:FREQUency:FUNDamental:AUTO 1

Шаг частоты

Настройка шага частоты гармоник. В автоматическом режиме частота гармоники кратна частоте основной гармоники.

Формат команды	[[:SENSe]:HARMonics:FREQUency:STEP[:INCRement] [:SENSe]:HARMonics:FREQUency:STEP[:INCRement]?
Инструкция	Настройка / запрос значения шага частоты гармоник.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 1 Гц до 7,5 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:HARMonics:FREQUency:STEP 20 MHz

Формат команды	[[:SENSe]:HARMonics:FREQUency:STEP[:INCRement]:AUTO [:SENSe]:HARMonics:FREQUency:STEP[:INCRement]:AUTO?
Инструкция	Настройка / запрос автоматического режима установки шага частоты.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:HARMonics:FREQUency:STEP:AUTO 1

Количество гармоник

Настройка общего количества измеряемых гармоник.

Формат команды	[[:SENSe]:HARMonics:NUMBer [:SENSe]:HARMonics:NUMBer?
Инструкция	Настройка / запрос количества измеряемых гармоник.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 2 до 10
Выходные данные	Целое число
Пример	:HARMonics:NUMBer 5

Выбор гармоники

При выборе параметра «All» на трассе отображаются основная (первая) гармоника и все остальные гармоники в полосе частот развёртки.

При выборе значения от 1 до 10 на экране отображается трасса с нулевой полосой обзора, соответствующей основной гармонике или выбранной измеряемой гармонике.

Формат команды	[[:SENSe]:HARMonics:SELEct [:SENSe]:HARMonics:SELEct?
Инструкция	Настройка / запрос номера измеряемой гармоники.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 0 до 10
Выходные данные	Целое число
Пример	:HARMonics:SELEct 7

8.2.9.10. Сбор и обработка IQ данных (IQ Acquisition)

Сбор данных IQ представляет собой измерение с нулевой развёрткой, аналогичное анализу сканирования, с отображением входного сигнала в виде I/Q данных. Эта функция обычно используется для измерения сигналов с цифровой модуляцией.

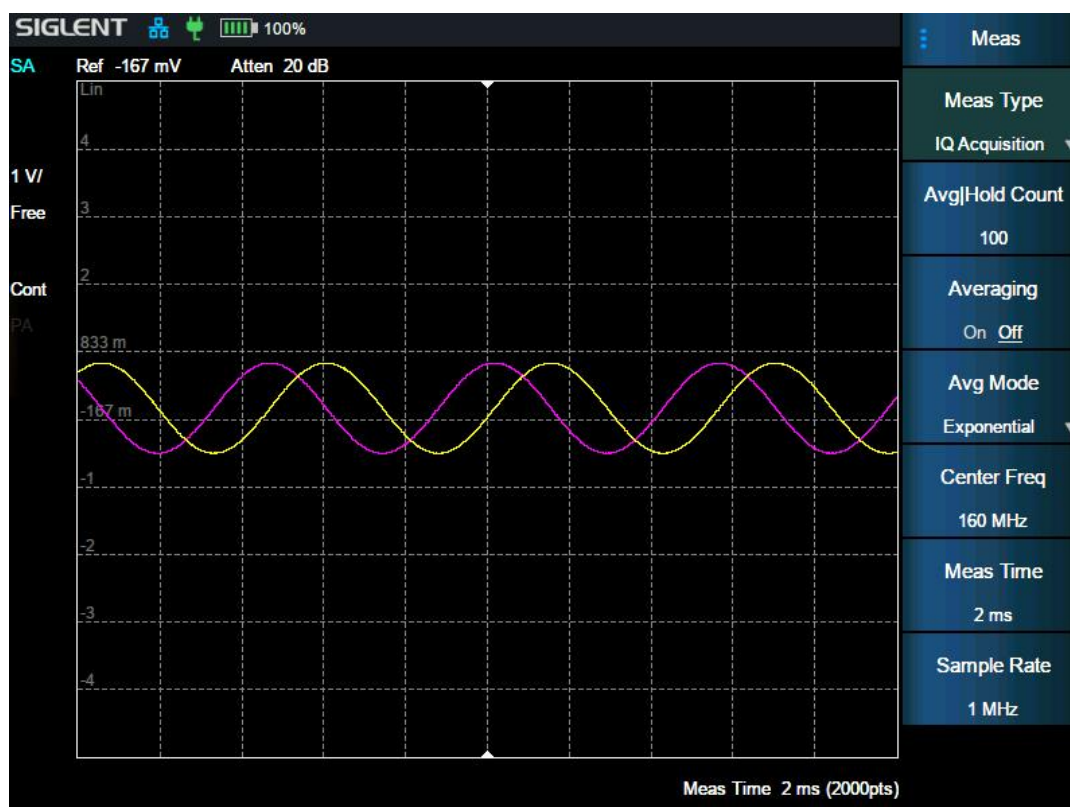


Рис. 8.18. Сбор IQ данных.

Режим усреднения

Выбор используемого режима усреднения, который определяет принцип усреднения после выполнения заданного количества измерений (циклов усреднения). Могут использоваться следующие варианты.

Экспоненциальная функция:

В процессе усреднения результатов измерений средневзвешенное значение для каждого показателя рассчитывается непрерывно с использованием заданного количества циклов усреднения.

Повтор:

Каждый раз при достижении заданного среднего значения счётчик числа циклов усреднения сбрасывается.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:WAVeform:AVERage:TCONtrol</code> <code>[[:SENSe]:WAVeform:AVERage:TCONtrol?</code>
Инструкция	Настройка / запрос режима усреднения.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	EXPOntialr REPEat
Выходные данные	EXPOntialr REPEat
Пример	:WAVeform:AVERage:TCONtrol REPEat

Время измерения

Настройка времени сбора данных.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:WAVeform:SWEep:TIME</code> <code>[[:SENSe]:WAVeform:SWEep:TIME?</code>
Инструкция	Настройка / запрос времени измерения.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: кс (тыс. с), с, мс, мкс
Диапазон значений параметра	От 1 мкс до 10 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:WAVeform:SWEep:TIME 100ms

Скорость сбора данных

Настройка скорости сбора данных, равная логарифму числа IQ данных, собранных за 1 с.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:WAVeform:SRATe</code> <code>[[:SENSe]:WAVeform:SRATe?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения скорости сбора данных.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 1 кГц до 20 МГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:WAVeform:SRATe 200kHz

Период сбора данных

Величина, обратная скорости сбора данных. Запрос может осуществляться только с помощью команд, при этом меню «Settings» (Настройки) не поддерживается.

Формат команды	<code>[[:SENSe]:WAVeform:APERture?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения периода сбора данных.
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: с
Пример	:WAVeform:APERture?

8.3. Режим анализатора антенно-фидерных устройств

8.3.1. Настройка измерений

В режиме анализатора антенно-фидерных устройств (АФУ) прибор обеспечивает несколько различных измерительных функций для разных сценариев тестирования.

8.3.1.1. Измерение расстояния до неоднородности

Измерение расстояния до неоднородности (DTF) обычно используется для обнаружения неполадок или повреждений на участке кабеля или линии передачи. Чтобы выполнить правильное измерение DTF, необходим провод, разъём или соединитель для подключения кабеля к прибору. Кроме того, необходимо заранее определить длину кабеля и рабочий диапазон частот, а также коэффициент затухания и коэффициент укорочения (коэффициент замедления).

Последовательность измерений

1. Подключить подходящий соединительный кабель или переходный разъём к порту 1 прибора.
2. Выбрать пункт меню «Freq / Dist» для настройки соответствующего диапазона частот и конечной длины кабеля.
3. Выбрать пункт меню «Cal» и следовать дальнейшим указаниям для выполнения калибровки.
4. По возможности подключить оконечную нагрузку к тестируемому устройству (ТУ), а затем подключить ТУ к прибору.
5. Выбрать пункт меню «Meas» для настройки для данного ТУ значений коэффициента замедления и коэффициента затухания сигнала в кабеле.

Примечание: использование оконечной нагрузки помогает уменьшить или вообще устранить многократное отражение внутри ТУ.

Формат измерения DTF

Можно выбрать один из трёх различных форматов измерения DTF.

- *DTF (dB)*: неоднородности отображаются на оси Y в формате обратных потерь и выражаются в децибелах.
- *DTF (VSWR)*: неоднородности отображаются по оси Y и выражаются в единицах коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН).
- *DTF (Lin)*: неоднородности отображаются по оси Y в линейном (безразмерном) формате.

Формат команды	:CALCulate[:SElected]:DTF:FORMat :CALCulate[:SElected]:DTF:FORMat?
Инструкция	Настройка / запрос формата измерения DTF.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	LOG, LIN, VSWR
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CALCulate:DTF:FORMat LOG

Измерение максимального расстояния

При измерении DTF нужно настроить диапазон частот тестируемого кабеля или устройства. Прибор рассчитывает максимальное измеряемое расстояние на основе настроек частоты. Если требуется измерение на большем расстоянии, можно настроить большее количество точек развёртки или меньший диапазон частот. Расчет максимального расстояния осуществляется следующим образом:

$$\text{Макс. расстояние} = \frac{\text{Кол-во точек развёртки} \times \text{Коэффициент замедления} \times \text{Скорость света}}{2 \times \text{Диапазон частот}}$$

Примечание. На основании этой формулы можно констатировать, что разрешение зависит только от частоты. Это означает, что чем шире диапазон частот, тем выше разрешение.

Коэффициент замедления

Коэффициент замедления представляет собой отношение скорости электрического сигнала в кабеле к скорости света в вакууме. Например, кабель с полиэтиленовым диэлектриком имеет величину $K_{\text{зам.}} = 0,66$, а кабель с диэлектриком из политетрафторэтилена (фторопласта) имеет величину $K_{\text{зам.}} = 0,7$.

При измерении расстояния до неоднородности / рефлектометрических измерениях во временной области (TDR) этот показатель используется для расчета расстояний по времени возвращения отражённого сигнала. Для получения точного положения неоднородности импеданса следует учитывать и уточнять значение коэффициента замедления.

Формат команды	[[:SENSe#]:CORRection:RVELocity:COAX [:SENSe#]:CORRection:RVELocity:COAX?
Инструкция	Настройка / запрос значения коэффициента замедления.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0,1 до 1
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CORRection:RVELocity:COAX 0.5

Измерение потерь в кабеле

Потери в кабеле задаются в децибелах на единицу длины (дБ/м). Величина потерь в кабеле зависит не только от длины кабеля, но и от частоты сигнала, проходящего по кабелю.

Например, ТУ представляет собой кабель передачи длиной 100 метров. Значение потерь в кабеле составляет 0,1 дБ/м. Это означает, что мощность сигнала, проходящего по этому кабелю в одном направлении, снизится на 10 дБ. Учитывая, что измерение DTF выполняется с помощью одного порта (т.е. сигнал проходит по кабелю, а затем возвращается обратно), общие потери составят 20 дБ.

Формат команды	:CORRection:LOSS:COAX :CORRection:LOSS:COAX?
Инструкция	Настройка / запрос значения потерь в кабеле.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -10 дБ/м до 100 дБ/м
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CORRection:LOSS:COAX 5

Использование оконной функции

Из-за ограничений прибора измеренные данные имеют ограниченный, а не бесконечный, диапазон частот. Это означает, что отсчёты данных в частотной области отсекаются в начале и конце выборки данных, что приводит к появлению выбросов и «звону» во временной области.

Поэтому для постепенного выравнивания частотной характеристики и уменьшения боковых лепестков, образующихся в результате отсечки, следует применять оконную функцию.

С помощью пунктов меню «Meas» → «Window» выбрать один из следующих вариантов: прямоугольное окно, окно Хэмминга или отключение оконной функции.

Формат команды	CALCulate:DTF:TRANSform:WINDow CALCulate:DTF:TRANSform:WINDow?
Инструкция	Настройка / запрос оконной функции.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	OFF, RECT, HAMM
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	CALCulate:DTF:TRANSform:WINDow OFF

8.3.1.2. Измерение обратных потерь

Обратные потери (Return Loss) можно представить как отношение мощности переданного сигнала к мощности отраженного.

Например, при выполнении измерений при наличии обрыва или короткого замыкания в цепи вся мощность падающего сигнала отражается, при этом на экране отображается величина обратных потерь равная примерно 0 дБ. При выполнении измерений в цепи с нагрузкой отражается очень небольшая часть мощности, при этом на экране отображается величина обратных потерь от 40 дБ до 60 дБ.

8.3.1.3. Однопортовые измерения потерь в кабеле

Все кабели имеют собственные потери. Кроме того, с течением времени и под воздействием погодных факторов качество кабелей ухудшается, что приводит к увеличению потерь сигнала. Потери в кабеле отрицательно сказываются на мощности передатчика и способствуют повышению уровня обратных потерь в системе.

При измерении расстояния до неоднородности степень ухудшения характеристик кабеля не очевидна. В этом случае необходимо выполнить измерение потерь в кабеле для оценки уровня суммарных потерь по всей длине кабеля.

8.3.1.4. Двухпортовые измерения вносимых потерь

Вносимые потери — это потери мощности в нагрузке, вызванные влиянием кабеля или компонентов, помещённых между передатчиком и приёмником, и обычно называемые затуханием. Вносимые потери выражаются в децибелах относительно уровня принимаемого сигнала. Это измерение соответствует измерению параметра S21 в режиме векторного анализатора цепей.

Двухпортовые измерения вносимых потерь может использоваться для измерения потерь в тестируемом устройстве в определённом диапазоне частот. Выходной сигнал анализатора при этом передаётся по кабелю из порта «Source/Port 1» на вход «RF In/Port 2». Оба вывода ТУ должны быть подключены к прибору.

Двухпортовые измерения вносимых потерь обычно более точные, чем однопортовые измерения потерь в кабеле.

8.3.1.5. Рефлектометрия во временной области (TDR)

При измерении параметров отражения во временной области данные, полученные в частотной области, преобразуются в данные временной области посредством обратного преобразования Фурье. Значения отклика оказываются разделёнными во времени, что позволяет с разных сторон оценить характеристики и недостатки тестируемого устройства. Отклик во временной области не только показывает местоположение точки рассогласования, но также отображает характеристики неоднородности импеданса. Это помогает быстро найти место неисправности кабеля и предварительно определить тип неисправности при наличии в кабеле множественных неоднородностей. Последовательность измерения та же, что и в случае измерения DTF.

Формат измерений TDR

TDR (Lin rho): по оси Y на экране прибора отображаются результаты измерений TDR в линейных безразмерных единицах измерения ρ (rho). Если в цепи нет отражений, то это соответствует $\rho = 0$, а максимальные отражения от обрыва или короткого замыкания соответствует $\rho = 1$.

TDR (Ohm): по оси Y на экране прибора отображаются величина импеданса в омах (Om).

Формат команды	:CALCulate[:SElected]:TDR:FORMat :CALCulate[:SElected]:TDR:FORMat?
Инструкция	Настройка / запрос формата измерений TDR.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	OHM, LIN
Выходные данные	OHM LIN
Пример	:CALCulate:TDR:FORMat LIN

Характеристика частоты

В ходе измерения параметров отражения во временной области при выполнении классических измерений TDR существует ряд определённых ограничений на частотный диапазон измерения.

Необходимо, чтобы измеренные положительные точки данных были линейно разнесены так, чтобы они были гармонически распределены между 0 Гц (постоянный ток) и конечной частотой. Измерительные частоты должны быть установлены так, чтобы значение конечной частоты соответствовало формуле:

$$f_{\text{конеч.}} = f_{\text{нач.}} \times \text{количество точек развёртки}$$

Поскольку преобразование Фурье учитывает влияние величины постоянного тока на частотную характеристику, а прибор не позволяет измерять постоянную составляющую характеристики, значение постоянной составляющей экстраполируется и рассчитывается, поскольку оно необходимо для формирования ступенчатого испытательного сигнала. Остальные данные рассчитываются на основе зеркального отображения исходной измеренной характеристики. Так как отрицательная часть частотной характеристики сопряжена с положительной её частью, можно предположить, что характеристика является эрмитовым оператором, и поэтому отклик во временной области должен быть чисто вещественным.

Если диапазон частот ограничен полосой пропускания и не соответствует приведенному выше критерию, то вместо этого режима следует использовать режим измерения расстояния до неоднородности («Distance to Fault»). Если шаг частоты слишком большой, может произойти субдискретизация. Основным признаком этого является неправильно измеренное сопротивление. Например, при выполнении тестирования кабеля с сопротивлением 50 Ом результат измерения без отражений составит 30 Ом.

Чтобы избежать субдискретизации, нужно, если позволяет максимальный диапазон измерения, установить величину конечной частоты на меньшее значение. При этом, для получения более высокого разрешения, необходимо также обеспечить, чтобы начальная частота была как можно ниже 500 кГц.

Коэффициент замедления

Коэффициент замедления представляет собой отношение скорости электрического сигнала в кабеле к скорости света в вакууме. Например, кабель с полиэтиленовым диэлектриком имеет величину $K_{\text{зам.}} = 0,66$, а кабель с диэлектриком из политетрафторэтилена (фторопласта) имеет величину $K_{\text{зам.}} = 0,7$.

При измерении расстояния до неоднородности / рефлектометрических измерениях во временной области (TDR) этот показатель используется для расчета расстояний по времени возвращения отражённого сигнала. Для получения точного положения неоднородности импеданса следует учитывать и уточнять значение коэффициента замедления.

Формат команды	<code>[:SENSe#]:CORRection:RVELocity:COAX</code> <code>[:SENSe#]:CORRection:RVELocity:COAX?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения коэффициента замедления.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0,1 до 1
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CORRection:RVELocity:COAX 0.5

Измерение потерь в кабеле

Потери в кабеле задаются в децибелах на единицу длины (дБ/м). Величина потерь в кабеле зависит не только от длины кабеля, но и от частоты сигнала, проходящего по кабелю.

Например, ТУ представляет собой кабель передачи длиной 100 метров. Значение потерь в кабеле составляет 0,1 дБ/м. Это означает, что мощность сигнала, проходящего по этому кабелю в одном направлении, снизится на 10 дБ. Учитывая, что измерение DTF выполняется с помощью одного порта (т.е. сигнал проходит по кабелю, а затем возвращается обратно), общие потери составят 20 дБ.

Формат команды	<code>:CORRection:LOSS:COAX</code> <code>:CORRection:LOSS:COAX?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения потерь в кабеле.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -10 дБ/м до 100 дБ/м
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CORRection:LOSS:COAX 5

Тип испытательного сигнала

Чтобы наблюдать другой вид отклика, можно изменить тип испытательного сигнала.

Импульсный сигнал

При обратном расчёте частотный спектр отклика на идеальный единичный импульсный сигнал равен постоянной величине — единице. Таким образом, обратное преобразование Фурье данных в частотной области представляет собой импульсную характеристику.

Ступенчатый сигнал

Отклик на ступенчатый сигнал представляет собой результат расчёта, полученный путем интегрирования соответствующих данных трассы отклика на импульсный испытательный сигнал.

Формат команды	<code>CALCulate:TDR:STIMulus:TYPE</code> <code>CALCulate:TDR:STIMulus:TYPE?</code>
Инструкция	Настройка / запрос типа испытательного сигнала.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	IMPULse, STEP
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CALCulate:TRANSform:DISTance: TYPE STEP

Использование окна Кайзера

Как и в случае с оконным преобразованием при измерении расстояния до неоднородности, окно Кайзера (с параметром β) используется при измерении параметров отражения во временной области для уменьшения выбросов и «звона» во время обратного преобразования Фурье.

При выборе пункта «Kaiser Beta» в окне «Meas», можно изменить время нарастания и длительность импульса испытательного сигнала. По сути, это позволяет нейтрализовать эффекты усечения данных и снизить уровни боковых лепестков. Чем больше значение параметра β окна Кайзера, тем более явным будет эффект подавления, но в то же время это приведёт к увеличению времени нарастания испытательного сигнала, тем самым уменьшая разрешение результата преобразования во временной области.

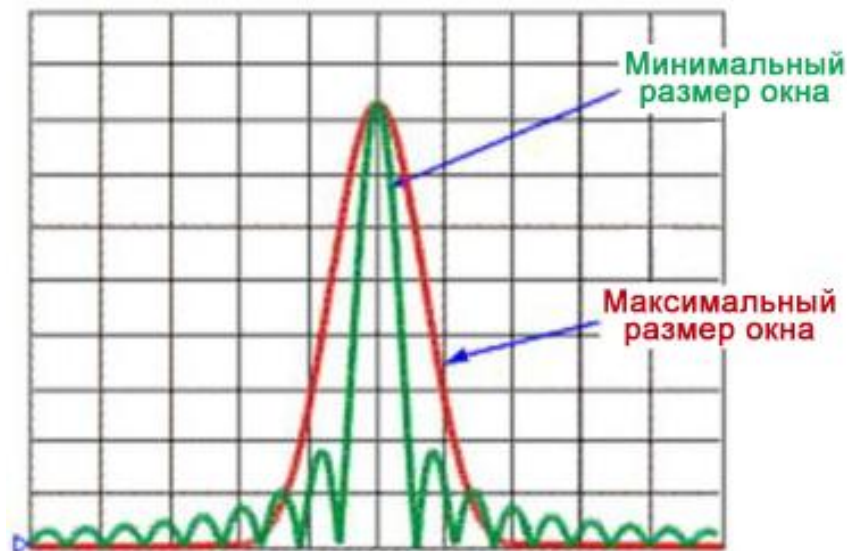


Рис. 8.19. Использование окна Кайзера.

Формат команды	CALCulate:TDR:WINDow:beta CALCulate:TDR:WINDow:beta?
Инструкция	Настройка / запрос значения параметра β окна Кайзера.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0 до 13
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	: CALCulate:TDR:WINDow:beta 6

Стробирование по времени

При отображении отклика устройства во временной области функция стробирования позволяет вручную выбрать требуемый отклик во временной области и исключить нежелательный, а затем просмотреть график требуемого отклика в частотной области с использованием преобразования Фурье. Функция стробирования позволяет получить характеристики ТУ без использования разъёмов или адаптеров.

Последовательность измерений

Нажать клавишу «Meas» на передней панели, затем выбрать пункт меню «Time Gating», а затем настроить значения параметров «Gate start» (Начало стробирования), «Gate Stop» (Конец стробирования), «Gate Type» (Тип стробирования) и «Gate Shape» (Форма функции стробирования). Рекомендуется выполнять измерения в режиме «TDR & Return Loss» таким образом, чтобы после применения функции стробирования можно было просмотреть частотную характеристику.

- *Gating on*: включение или выключение функции стробирования.
- *Gate Start*: настройка начальной точки стробирования.
- *Gate Stop*: настройка конечной точки стробирования.
- *Gate Type*: настройка типа фильтра, используемого в функции стробирования.
- *Band Pass*: удержание отклика в диапазоне стробирования.
- *Notch*: удаление отклика с использованием диапазона стробирования.
- *Gate Shape*: настройка частотной характеристики фильтра функции стробирования; возможен выбор одного варианта из четырёх: минимальный, нормальный, широкий и максимальный.

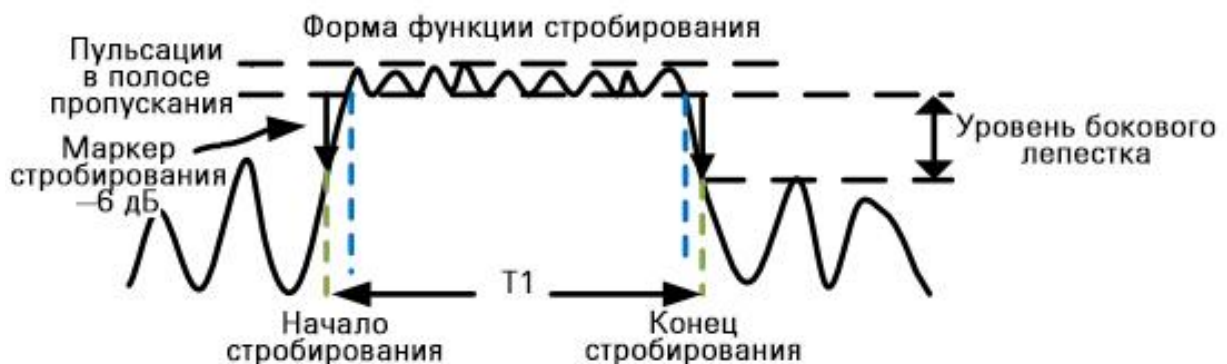


Рис. 8.20. Форма функции стробирования.

Описание параметров функции стробирования

Форма функции стробирования	Пульсации в полосе пропускания	Уровень бокового лепестка
Минимальный	±0,1 дБ	-25 дБ
Нормальный	±0,1 дБ	-45 дБ
Широкий	±0,1 дБ	-52 дБ
Максимальный	±0,01 дБ	-80 дБ

8.3.1.6. Выходная мощность

Настройка выходной мощности порта 1. По умолчанию величина мощности составляет 0 дБм, и это является максимальным значением. При измерении параметров длинных кабелей или характеристик пассивных устройств с высокими потерями рекомендуется использовать высокую выходную мощность.

Формат команды	<code>:SOURce#:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]</code> <code>:SOURce#:POWer[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения выходной мощности.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -40 дБ до 0 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	<code>:SOURce1:POWer -20</code>

8.3.2. Частота/Расстояние

Настройка частоты или диапазона расстояний для текущего измерения. Диапазон расстояний можно установить только в режимах измерений DTF/TDR.

Для наблюдения надлежащей корректной трассы тестируемого устройства (кабеля, антенны и т.д.) необходимо установить подходящее значение частоты.

- *Start*: установка значения начальной частоты диапазона измерения со сканированием.
- *Stop*: установка значения конечной частоты диапазона измерения со сканированием.
- *Start Distance*: установка значения начального расстояния для отображаемого результата измерения. Значение по умолчанию равно 0 м. Это означает, что проблемные точки будут отображаться от плоскости калибровки.
- *Stop Distance*: установка значения конечного расстояния для отображаемого результата измерения. Эта величина не может быть больше максимального расстояния измерения. Настройки диапазона частот будут влиять на величину максимального расстояния измерения. Подробную информацию см. в разделе «Максимальное расстояние измерения».

Единицей измерения расстояния по умолчанию является метр, его можно изменить на футы.

Формат команды	<code>[:SENSe]:FREQUency:STARt</code> <code>[:SENSe]:FREQUency:STARt?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения начальной частоты.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 100 кГц до 7,4999999 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	<code>:FREQUency:STARt 100 Hz</code>

Формат команды	<code>[:SENSe]:FREQUency:STOP</code> <code>[:SENSe]:FREQUency:STOP?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения конечной частоты.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 100,1 кГц до 7,5 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	<code>:FREQUency:STOP 1.0 GHz</code>

Формат команды	<code>CALCulate:TRANsform:DISTance:STARt</code> <code>CALCulate:TRANsform:DISTance:STARt?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения начального расстояния.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0 м до (величина максимального расстояния – 0,2 м)
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	<code>:CALCulate:TRANsform:DISTance:STARt 1m</code>

Формат команды	CALCulate:TRANSform:DISTance:STOP CALCulate:TRANSform:DISTance:STOP?
Инструкция	Настройка / запрос значения конечного расстояния.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0 м до (величина максимального расстояния)
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:TRANSform:DISTance:STOP 2

Формат команды	CALCulate:TRANSform:DISTance:UNIT CALCulate:TRANSform:DISTance:UNIT?
Инструкция	Настройка / запрос единицы измерения расстояния.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	METers FEET
Выходные данные	MET FEET
Пример	:CALCulate:TRANSform:DISTance:UNIT FEET

8.3.3. Амплитуда

8.3.3.1. Шкала, опорный уровень и положение

– *Scale*: настройка разметки вертикальной шкалы координатной сетки. Диапазон настройки различен для каждого измерения.

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 :Y[:SCALe]:PDIVision :DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 :Y[:SCALe]:PDIVision?
Инструкция	Настройка / запрос состояния разметки вертикальной шкалы.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 1 до 999
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:DISPlay:WINDow1:TRACe1:Y:PDIVision 10

– *Reference level*: настройка точки отсчёта.

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 :Y[:SCALe]:RLEVel :DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 :Y[:SCALe]:RLEVel?
Инструкция	Настройка / запрос значения точки отсчёта.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 1 до 999
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:DISPlay:WINDow1:TRACe1:Y:RLEVel 10

– *Reference Position*: настройка положения направляющих в прямоугольных координатах. Нижняя линия соответствует значению 0, а верхняя — 10. Положение по умолчанию равно 5, то есть исходная точка располагается в середине экрана.

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe#:Y[:SCALe]:RPOStion :DISPlay:WINDow#:TRACe#:Y[:SCALe]:RPOStion?
Инструкция	Настройка / запрос положения направляющей.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 0 до 10
Выходные данные	Целое число
Пример	:DISPlay:WINDow1:TRACe1:Y:RPOStion 5

8.3.3.2. Автоматическое масштабирование

– *Auto Scale*: автоматическая настройка разметки вертикальной шкалы и значения точки отсчёта так, чтобы оптимальным образом вписать трассу с рабочими данными в область сетки экрана. При этом величина испытательного сигнала и положение точки отсчёта не изменяются. Прибор определяет минимально возможный коэффициент масштабирования, который позволяет всем отображаемым данным размещаться в пределах 80% вертикальной сетки.

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe#:Y[:SCALe]:AUTO
Инструкция	Настройка автоматического масштабирования.
Пример	:DISPlay:WINDow#:TRACe#:Y[:SCALe]:AUTO

– *Auto Scale All*: автоматическое масштабирование всех трасс данных в рабочем окне, чтобы они вписывались в область сетки экрана по вертикали.

8.3.4. Развёртка

8.3.4.1. Точки развёртки

Точки развёртки — это набор выборок данных, представляющий измеренные значения за один проход развёртки. Увеличение количества точек развёртки позволяет улучшить разрешение сигнала, но при этом влияет на минимальное время сканирования, увеличивает время обработки данных и время удаленного доступа, а также уменьшает скорость отклика.

8.3.4.2. Время сканирования

Время сканирования устанавливается автоматически в соответствии с количеством точек развёртки по умолчанию. В автоматическом режиме настройки времени сканирования рассчитывается и применяется самое быстрое время отклика, необходимое прибору для конфигурирования аппаратной части и сбора данных в каждой отдельной точке.

При измерении параметров кабеля большой длины можно замедлить время сканирования, чтобы обеспечить стабильность и надежность отображения сигнала.

Примечание. Настройка времени сканирования вручную приведет к изменению режима времени сканирования.

Формат команды	<code>[:SENSe]:SWEep:TIME</code> <code>[:SENSe]:SWEep:TIME?</code>
Инструкция	Настройка / запрос времени сканирования.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: кс (тыс. с), с, мс, мкс
Диапазон значений параметра	От 1 мкс до 6000 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: с
Пример	<code>:SWEep:TIME 5s</code>

Формат команды	<code>[:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO OFF ON 0 1</code> <code>[:SENSe]:SWEep:TIME:AUTO?</code>
Инструкция	Настройка / запрос включения/отключения автоматической настройки времени сканирования.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	<code>:SWEep:TIME:AUTO 1</code>

8.3.4.3. Сканирование / Измерение

Sweep/Measure: с помощью пункта меню «Single/Continue» можно выбрать однократное или непрерывное измерение/сканирование. По умолчанию для этого параметра установлено значение «Continue».

Restart: Перезапуск текущего сканирования или измерения. Так, если параметры сканирования изменены, будет выполнен перезапуск. Параметры сканирования включают настройки частоты, развёртки и усреднения.

Формат команды	<code>:INITiate:CONTInuous OFF ON 0 1</code> <code>:INITiate:CONTInuous?</code>
Инструкция	Настройка / запрос режима непрерывного сканирования.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	<code>:INITiate:CONTInuous OFF</code>

Формат команды	<code>:INITiate[:IMMEDIATE]</code>
Инструкция	Перезапуск сканирования.
Пример	<code>:INITiate:IMMEDIATE</code>

8.3.5. Усреднение

Режим усреднения используется для сглаживания графика (трассы) и уменьшения влияния случайного шума на результаты измерений. Отображает результаты усреднения данных нескольких развёрток для каждой точки трассы в соответствии с настройками времени усреднения. Чем больше число усреднений, тем эффективнее устраняется случайный шум.

Для включения режима усреднения и настройки времени усреднения нужно выбрать последовательно пункты меню «BW» → «Averaging/Avg Times».

При включении режима усреднения количество используемых в данный момент для усреднения развёрток и значение времени усреднения отображаются слева в строке состояния.

Формат команды	<code>[:SENSe#]:AVERage[:STATe]</code> <code>[:SENSe#]:AVERage[:STATe]?</code>
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима усреднения.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:Average 1

Формат команды	<code>[:SENSe#]:AVERage:COUNT</code> <code>[:SENSe#]:AVERage:COUNT?</code>
Инструкция	Настройка / запрос количества усреднений.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 1 до 999
Выходные данные	Целое число
Пример	:Average:COUNT 25

8.3.6. Трасса

8.3.6.1. Выбор трассы

Для взаимосвязанных измерений связи в режиме анализатора антенно-фидерных устройств, например, при измерении расстояния до неоднородности и обратных потерь (DTF&Return Loss), необходимо выбрать две трассы. Для настройки трасс, математических и других операций следует использовать функцию «Select Trase». Для одиночных измерений, таких как измерение KCBH, используется только одна трасса, и её не нужно выбирать.

Формат команды	<code>:CALCulate#:PARAmeter:SElect</code>
Инструкция	Выбор трассы.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 1 до 2
Пример	:CALCulate:PARAmeter:SElect 1

8.3.6.2. Отображение трассы

Прибор поддерживает сохранение в памяти данных текущей трассы. Он может выполнять четыре вида математических операций над данными текущей трассы и трассы, сохранённой в памяти. Если необходимо выполнить математическую операцию с трассой из памяти, необходимо сначала сохранить в памяти данные текущей трассы.

Для сохранения данных нужно последовательно выбрать пункты меню «Trase» → «Data» → «Memoгу».

Формат команды	<code>:CALCulate#[[:SElecteD]:MATH:MEMorize</code>
Инструкция	Сохранение в памяти данных текущей трассы.
Пример	:CALCulate:MATH:MEMorize

Если данные трассы, сохранённой в памяти, корректны, в строке меню «Display» (Дисплей) можно выбрать один из четырёх режимов отображения:

- отображение только данных текущей трассы;
- отображение данных трассы из памяти;
- одновременное отображение данных текущей трассы и трассы из памяти;
- отключение отображения данных.

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:STATe :DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния отображения данных текущей трассы: включено или отключено.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe2:STATe 1

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:MEMory[:STATe] :DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:MEMory[:STATe]?
Инструкция	Настройка / запрос состояния отображения данных трассы из памяти: включено или отключено.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe2:MEMory 1

8.3.6.3. Математические операции

Ниже приведены четыре математические операции, которые могут выполняться с данными текущей трассы и трассы из памяти. Данные текущей трассы и трассы из памяти в этом случае должны быть представлены в линейном формате.

Data/Memory: результат операции представляет собой частное от деления измеренных данных на сохраненные данные. Эту операцию можно использовать для вычисления отношения данных двух трасс (например, для расчета коэффициента усиления или затухания), что также можно рассматривать как операцию нормирования результатов тестирования.

*Data*Memory*: результат операции представляет собой произведение текущих данных измерений и данных в памяти.

Data+Memory: результат операции представляет собой сумму текущих данных измерений и данных в памяти.

Data-Memory: результат операции представляет собой разность текущих данных измерений и данных в памяти. Эту операцию можно использовать, например, при сохранении измеренных данных. Затем величина ошибки вычитается из результатов измерения параметров ТУ.

Формат команды	:CALCulate#[:SELEcted]:MATH:FUNcTION OFF DIVide MULtiPly SUBtract ADD :CALCulate#[:SELEcted]:MATH:FUNcTION?
Инструкция	Настройка / запрос типа математической операции с данными текущей трассы.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	OFF DIVide MultiPly SUBtract ADD
Выходные данные	Выбор варианта, OFF DIVide MULtiPly SUBtract ADD
Пример	:CALCulate:MATH:FUNc DIVide

Примечание: при измерении расстояния до неоднородности и рефлектометрических измерениях во временной области использование математических операций не поддерживается.

8.3.7. Маркеры и пиковые значения

8.3.7.1. Настройка маркера

Маркер представляет собой значок в виде ромба и служит для обозначения точек на трассе и отображения определенных результатов измерений. Прибор позволяет одновременно отображать на одной трассе до семи маркеров и один опорный маркер.

Выбор маркера

Нажать клавишу «Marker» на передней панели и перейти в меню «Marker». Если в данный момент нет активного маркера, то будет автоматически включен Marker1. После создания маркера измеренные значения этого маркера будут отображаться в правом верхнем углу экрана. При этом формат отображаемых данных будет таким же, как формат трассы. Для выбора нужного маркера следует нажать «Select Marker». Когда маркер выбран, можно настроить его тип, трассу для маркировки, значения по оси X и другие связанные параметры.

Формат команды	:CALCulate:MARKer:SELEct :CALCulate:MARKer:SELEct?
Инструкция	Настройка / запрос номера текущего маркера.
Тип параметра	Выбор варианта: 1-8
Выходные данные	Выбор варианта: 1-8
Пример	:CALCulate:MARKer:SELEct 5

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:TRACe 1 2 :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:TRACe?
Инструкция	Настройка / запрос трассы, которая должна быть отмечена маркером.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	1 2
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CALCulate:MARK:TRAC 1

Тип маркера

Прибор поддерживает три типа маркеров.

Нормальный маркер

Используется для измерения значений по осям X (частота или время) и Y (амплитуда) для определенной точки на трассе. При его выборе на трассе появится маркер с номером (например, «1»). Если в данный момент нет активного маркера, то маркер будет автоматически включен на центральной частоте текущей трассы. Если выбранный маркер был открыт и настроен ранее, при повторном открытии маркера будут установлены предыдущие значения по оси X.

Примечание. Разрешение считывания показаний по оси X (частота или время) зависит от полосы обзора. Для более высокого разрешения считывания следует уменьшить ширину полосы обзора.

Дельта-маркер

Используется для измерения разности значений по осям X (частота или время) и Y (амплитуда) между опорной точкой и определенной точкой на трассе. При выборе этого типа маркера на трассе появляется пара маркеров: фиксированный опорный маркер (обозначается буквой «R») и дельта-маркер (обозначается знаком «Δ», например, «Δ1»).

Примечание. После выбора режима маркера «Дельта» исходный маркер становится измерительным дельта-маркером, а опорный маркер включится автоматически. Информация, считываемая текущим дельта-маркером, показывает разность значений частоты (или времени) и амплитуды относительно показаний опорного маркера.

Отключение маркеров

Отключение выбранного в данный момент маркера. Отображаемая на экране информация о маркере и связанные с маркером функции также будут отключены.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MODE :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MODE?
Инструкция	Настройка / запрос типа маркера.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	POSition DELTA OFFDELTA
Выходные данные	POS DELTA OFF
Пример	:CALCulate:MARK1:MODE POSition

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:STATe :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния маркера (вкл./откл.)
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARK1:STATe ON

Примечание. Маркер 8 является опорным маркером, который нельзя установить в режим дельта-маркера.

Формат команды	:CALCulate:MARKer:AOFF
Инструкция	Отключение всех типов маркеров.
Пример	:CALCulate:MARKer:AOFF

Маркер по оси X

Отображение и установка положения маркера по оси X. Единицы измерения считываемых значений соответствуют текущим настройкам оси X. Так, например, при измерении расстояния до неоднородности единицей измерения будут метры, а при измерении обратных потерь единицей измерения будет частота.

При настройке значение маркера X может быть установлено только в пределах текущей настройки оси X. При изменении диапазона/интервала измерения маркер, выходящий за пределы диапазона, будет установлен на начальное или конечное значение текущего измерения, в зависимости от того, за пределы какого значения выходит значение маркера X: начального или конечного.

Если выбран пункт меню «Off» (маркер отключен), настройка маркера X не доступна.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:X :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:X?
Инструкция	Настройка / запрос положения маркера на оси X. Эта команда применима, только если режим маркера не отключен. Для настройки режима/типа маркера используются следующие команды: :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:STATe :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MODE
Тип параметра	Частота: число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц Время: число с плавающей запятой, единицы: мкс, мс, с, с·10 ³
Диапазон значений параметра	От 100 Гц до макс. значения частоты От 10 мс до 1000 с
Выходные данные	Частота: число с плавающей запятой, единицы: Гц Время: число с плавающей запятой, единицы: с
Пример	:CALCulate:MARKer4:X 0.4 GHz :CALCulate:MARKer4:X 200 ms :CALCulate:MARKer4:X?

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:Y?
Инструкция	Считывание значения маркера по оси Y. Если данные представлены в формате диаграммы Смита или в полярных координатах, на выходе могут быть получены различные значения в зависимости от конкретного типа диаграммы Смита или полярной диаграммы.
Выходные данные	Амплитуда (лог.): число с плавающей запятой, единицы: дБ Фаза: число с плавающей запятой, единицы: градус КСВН: число с плавающей запятой, единицы: безразмерная Групповая задержка: число с плавающей запятой, единицы: с Амплитуда (лин.): число с плавающей запятой, единицы: безразмерная
Пример	:CALCulate:MARKer1:Y? На выходе: -25

Отключение всех маркеров

Для отключения всех маркеров используется пункт меню «Markers All Off».

Формат команды	:CALCulate:MARKer:AOff
Инструкция	Отключение всех типов маркеров.
Пример	:CALCulate:MARKer:AOff

Связь маркеров

Это специальная настройка для измерений DTF/TDR в режиме анализатора антенно-фидерных устройств, поскольку только при таких измерениях может использоваться несколько трасс с одной и той же осью X (расстояние).

При включении функции «Marker Couple» (Связь маркеров) маркеры настраиваются и перемещаются в связанном режиме на всех трассах.

При отключении функции «Marker Couple», маркеры настраиваются и перемещаются независимо друг от друга для каждой трассы.

Формат команды	:CALCulate[:SElected]:MARKer:COUple :CALCulate[:SElected]:MARKer:COUple?
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима связи маркеров.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer:COUple 1 :CALCulate:MARKer:COUple?

8.3.7.2. Поиск пиков

Вход в меню настройки поиска пиков и выполнение поиска пиков.

Чтобы найти положительное значение, которое превышает измеренные значения на обоих концах диапазона (максимум), нужно выбрать пункт меню «Peak». Для поиска минимума нужно выбрать пункт меню «Valley».

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MAXimum
Инструкция	Маркер ищет максимумы на выбранной трассе и отмечает их значком текущего маркера.
Пример	:CALCulate:MARKer4:MAXimum

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:Minimum
Инструкция	Маркер ищет минимумы на выбранной трассе и отмечает их значком текущего маркера.
Пример	:CALCulate:MARKer4:Minimum

8.3.7.3. Непрерывный поиск пиков

Включение или отключение функции непрерывного поиска пиков. По умолчанию установлено значение «Off» (Откл.). Если эта функция включена, система после каждой развертки будет автоматически выполнять поиск пиков, чтобы отслеживать измеряемый сигнал.

Примечание. С каждой трассой для непрерывного поиска максимумов и минимумов может использоваться только одна пара маркеров. Так, например, если какой-либо маркер работает в режиме непрерывного поиска максимумов, то включение другого маркера в этот же режим приведёт к автоматическому отключению предыдущего маркера.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:CPSearch[:STATE] :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:CPSearch[:STATE]?
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции непрерывного поиска максимумов (вкл./откл.).
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer1:CPSEarch ON

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:CVSearch[:STATE] :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:CVSearch[:STATE]?
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции непрерывного поиска минимумов (вкл./откл.).
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer1:CVSEarch ON

8.3.8. Предельные значения

Предельные линии — это форма тестирования, позволяющая визуализировать данные и результаты измерений. В процессе тестирования по пределам сравнивает измеренные данные с установленным предельным значением и обеспечивает оценку каждой точки измерительных данных. Использование предельных линий и тестирования по пределам доступны только в логарифмическом (LogMag) или линейном (LinMag) формате данных. Если трасса с пределом переключается на другой формат данных, предел автоматически отключается.

Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2:STATE OFF ON 0 1 :CALCulate:LLINe[1] 2:STATE?
Инструкция	Настройка / запрос состояния предела.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe1:STATE OFF

8.3.8.1. Редактирование параметров пределов

Для входа в меню нажать клавишу «Limit», а затем выбрать какой-либо предел для активации подменю «Limit Edit» (Редактирование предела). В меню «Limit Edit» можно установить тип предела, режим предела, а также изменить/загрузить/сохранить данные предела.



Рис. 8.21. Редактирование параметров пределов.

Тип предела

Настройка типа предела: верхний (Upper) или нижний (Lower). По умолчанию установлен верхний тип предела.

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1][2]:TYPE :CALCulate:LLINE[1][2]:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа пределов.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	UPPER LOWER
Выходные данные	UPP LOW
Пример	:CALCulate:LLINE1: UPPER

Режим предела

Важно установить, являются ли предельные линии прямыми линиями (режим «Line») или ломаными линиями, соединяющими предельные точки (режим «Point»). По умолчанию для этого параметра установлено значение «Line» (Линия).

Если установлен режим пределов «Line», требуется только установка уровня предельной линии. Если установлен режим пределов «Point», нужно с помощью клавиши добавления/удаления точек установить значение координат X и Y для каждой точки, выбрав конкретную предельную точку. То же самое можно сделать вручную, коснувшись экрана в таблице пределов для выбора и настройки точки. После изменения значения координаты X предельной точки список предельных точек будет заново отсортирован от меньшего к большему значению X.

Для установки режима пределов следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1][2]:MODE :CALCulate:LLINE[1][2]:MODE?
Инструкция	Настройка / запрос режима пределов.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	LINE POINT
Выходные данные	LINE POINT
Пример	:CALCulate:LLINE1:LINE

Для настройки уровня предельной линии следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CALCulate::LLINE[1]2:LINE :CALCulate::LLINE[1]2:LINE?
Инструкция	Настройка / запрос значения уровня предельной линии.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От –150 дБ до 150 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:LLINE1:LINE 50

Для добавления/удаления данных предельных точек следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1]2:POINT#:DATA val1,val2 :CALCulate:LLINE[1]2:POINT#:DATA? :CALCulate:LLINE[1]2:POINT:ADD val1,val2
Инструкция	Настройка / запрос данных определённой точки; если номер точки больше размера списка, команда не подействует. Добавление точки после текущих точек в списке.
Тип параметра	val1: Число с плавающей запятой, частота val2: Число с плавающей запятой, амплитуда
Диапазон значений параметра	val1: зависит от полосы обзора val2: от –150 дБ до 150 дБ
Выходные данные	val1: Число с плавающей запятой, частота val2: Число с плавающей запятой, амплитуда
Пример	:CALCulate:LLINE2:POINT:ADD 100,-20,200,-25 это означает добавление двух точек: (100,-20), (200, -25) :CALCulate:LLINE2:POINT4: 100,-20 это означает изменение данных точки 4 на (100,-20)

Для настройки данных всех предельных точек следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1]2:POINTs :CALCulate:LLINE[1]2:POINTs?
Инструкция	Настройка / запрос данных всех предельных точек. Эта команда стирает предыдущие предельные точки и задаёт новые входные значения.
Тип параметра	val1: Число с плавающей запятой, частота val2: Число с плавающей запятой, амплитуда
Диапазон значений параметра	val1: зависит от полосы обзора val2: от –150 дБ до 150 дБ
Выходные данные	val1: Число с плавающей запятой, частота val2: Число с плавающей запятой, амплитуда
Пример	:CALCulate:LLINE2:POINTs 100, -20, 200, -25, 300, -30

Для удаления одной или нескольких предельных точек следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CALCulate:LLINE#:POINT#:DELeTe :CALCulate:LLINE#:POINTs:DELeTe
Инструкция	Удаление одной определённой или всех предельных точек.
Пример	:CALCulate:LLINE1:POINT1:DELeTe :CALCulate:LLINE1:POINTs:DELeTe

8.3.8.2. Тестирование по пределам

Тестирование по пределам: запуск/остановка тестирования на выбранной трассе в соответствии с включенным типом и режимом предела.

- Если функция тестирования по пределам включена («On»), в верхней части области отображения появится символ «Pass/Fail», который указывает, насколько успешно прошла текущая трасса тестирования по пределам. Если два типа пределов применены в отношении разных трасс, результатом действия пределов будет «Результат 1 & Результат 2».
- Если добавлены две предельные точки и их координаты по оси X будут одинаковыми, а координаты по оси Y разными, то точка с меньшим значением координаты Y будет тестироваться с использованием типа предела «Upper» (Верхний), а точка с большим значением координаты Y — с использованием предела «Lower» (Нижний).

Формат команды	:CALCulate:LLINe:TEST :CALCulate:LLINe:TEST?
Инструкция	Настройка / запрос состояния тестирования по пределам (вкл./откл.).
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate"LLINe:TEST 1

Формат команды	:CALCulate:LLINe[1][2]:FAIL?
Инструкция	Запрос результата текущего тестирования по пределам.
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe2:FAIL1

Звуковой сигнал

Включение или отключение подачи звукового сигнала. Если функция подачи звукового сигнала включена («On»), а в процессе тестирования получен отрицательный результат («Не годен»), то будет подан короткий звуковой сигнал.

Формат команды	:CALCulate:LLINe:CONTRol:BEEP :CALCulate:LLINe:CONTRol:BEEP?
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции подачи звукового сигнала (Вкл./Откл.).
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe:CONTRol:BEEP OFF

Внимание: Если подача звукового сигнала отключена («Off») в системных настройках, то даже несмотря на включение этой функции в режиме тестирования по пределам, звуковой сигнал в случае получения отрицательного результата тестирования не будет подан.

Функция «Fail to stop» (Остановка при ошибке)

Функция «Fail to stop» (Остановка при ошибке) предназначена для отслеживания ошибок в процессе тестирования. При включенной функции прибор остановит развёртку, если в итоге теста будет получен отрицательный результат («Fail»).

Формат команды	:CALCulate:LLINe:FAIL:STOP :CALCulate:LLINe:FAIL:STOP?
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции «Fail to stop».
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe:FAIL:STOP OFF

8.3.9. Калибровка

Из-за наличия систематических ошибок, влияния кабелей, адаптеров, пробников и т.д., как правило, невозможно напрямую и точно измерить параметры ТУ. Эти ошибки вызваны потерями сигнала внутри прибора, частотной характеристикой приёмников и отражениями внутри прибора, которые влияют на ТУ. Для обеспечения более высокой точности необходимо выполнить калибровку. После калибровки уточнённые значения S-параметров используются с результатами расчёта, что позволяет исключить ошибки из последующих измерений.

8.3.9.1. Определения

DUT, ТУ (тестируемое устройство) — кабель, антенна, линия передачи, усилитель, фильтр либо другое устройство, которое подключено к прибору и параметры которого подлежат измерить.

OPEN, SHORT, LOAD и THRU — калибровочные меры: холостого хода (XX), короткого замыкания (KЗ), согласованной нагрузки (CH) и переключки, соответственно.

OPEN, SHORT и LOAD — это меры «отражения», которые используются во время калибровки. Когда ВЧ-сигнал «попадает» на эти компоненты, он отражается известным образом. Эти компоненты также могут использоваться для подключения в качестве оконечного устройства к порту тестируемого устройства во время некоторых измерений.

Меры SHORT и OPEN отражают 100% мощности ВЧ-сигнала. Разница между ними заключается в том, как они влияют на фазу отражённого сигнала. Мера холостого хода OPEN является прецизионным компонентом, но если к кабелю *ничего* не подключать, то это может стать приемлемой заменой мере OPEN.

Мера LOAD поглощает почти ВСЮ мощность падающего сигнала, при этом очень небольшая часть сигнала отражается обратно к источнику.

Мера THRU используется на некоторых этапах калибровки для подключения порта PORT1 к порту PORT2 вместо TУ. Соединение Flush THRU (иначе — перемычка нулевой длины) можно выполнить, если кабели, подключаемые к TУ, полностью сопрягаются друг с другом. В противном случае в качестве меры THRU можно использовать любой достаточно короткий кабель.

Опорная плоскость калибровки — это точка (или точки), к которой во время калибровки подключаются TУ и калибровочные меры. Это могут быть разъёмы измерительных портов или концы соединительных кабелей или адаптеров.

8.3.9.2. Калибровочные наборы

Стандартные калибровочные наборы

Прибор по умолчанию позволяет использовать различные наборы калибровочных мер, включая F503, F603, F504, F604, 85032F, 85032B/E, 85032D/E.

Чтобы при калибровке использовались корректные данные калибровочного набора, следует выбрать правильный тип калибровочного набора. Для получения более подробной информации о параметрах калибровочных наборов и возможных сценариях их использования рекомендуется ознакомиться с руководством по эксплуатации коаксиального калибровочного набора, находящимся по адресу: https://siglentna.com/wp-content/uploads/dlm_uploads/2021/04/Mechanical-Calibration-Kit-Datasheet-v1.4.pdf.

Формат команды	:CORRection:COLLect:CKIT:LABel :CORRection:COLLect:CKIT:LABel?
Инструкция	Настройка / запрос текущего калибровочного набора.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	"F503E", "F603E", "F504S", "F604S", "85032F", "85032B/E", "85033D/E"
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CORRection:COLLect:CKIT:LABel "85032F"

Формат команды	:CORRection:COLLect:CKIT: GENDER :CORRection:COLLect:CKIT: GENDER?
Инструкция	Настройка / запрос типа разъёма (вилка/розетка) текущего калибровочного набора.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	MALE FEMALE
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CORRection:COLLect:CKIT:GENDER MALE

Пользовательский калибровочный набор

Если пользователь применяет калибровочные меры (или наборы калибровочных мер), которые отличаются от готовых стандартных калибровочных наборов, например, использует три смещенные нагрузки короткого замыкания (offset SHORT) вместо мер OPEN, SHORT и LOAD для выполнения однопортовой калибровки, ему нужно создавать собственные пользовательские калибровочные наборы.

Порядок действий:

Для создания пользовательского калибровочного набора нужно последовательно выбрать пункты меню **Cal** → **Cal Kit** → **User1/User2**, а затем отредактировать типы и величину задержки стандартных мер OPEN/SHORT.

8.3.9.3. Типы калибровки

Калибровка с использованием меры OPEN

Если для определения параметров отражения в режиме холостого хода используется один порт, то компенсация ошибки отражения в модели ошибок измерительного устройства может быть рассчитана при подключении к измерительному порту только калибровочной меры OPEN, либо даже без какого-либо подключения. Если для определения характеристик переходного затухания одновременно используется калибровочная мера LOAD, то можно рассчитать ошибку направленности.

Последовательность калибровки:

1. Инициализировать предварительные настройки прибора.
2. Настроить выходную мощность встроенного источника, количество точек развёртки, полосу рабочих частот, калибровочный набор и другие параметры.
3. Выбрать пункты меню «Cal» → «Calibrate» → «Open Cal».
4. Подключить калибровочную меру OPEN к измерительному порту в соответствии с подсказками интерфейса, нажать «Open» для начала калибровки и «Finish» для выхода из интерфейса калибровки, завершения процесса калибровки и сохранения данных калибровки.

Калибровка с использованием меры SHORT

Как и в случае калибровки с использованием меры OPEN, для однопортового определения параметров в режиме короткого замыкания к порту устройства подключается калибровочная мера SHORT, что позволяет рассчитать ошибку отражения. Если для определения характеристик переходного затухания одновременно используется калибровочная мера LOAD, то можно рассчитать ошибку направленности.

Последовательность калибровки:

1. Инициализировать предварительные настройки прибора.
2. Настроить выходную мощность встроенного источника, количество точек развёртки, полосу рабочих частот, калибровочный набор и другие параметры.
3. Выбрать пункты меню «Cal» → «Calibrate» → «Short Cal».
4. Подключить калибровочную меру SHORT к порту PORT1 в соответствии с подсказками интерфейса, нажать «Short» для начала калибровки и «Finish» для выхода из интерфейса калибровки, завершения процесса калибровки и сохранения данных калибровки.

Полная однопортовая OSL калибровка

При любой однопортовой калибровке OSL (Open, Short, Load) калибровочные меры OPEN, SHORT и LOAD поочередно подключаются к измерительным портам для расчёта ошибки отражения, ошибки направленности и ошибки согласования источника в модели ошибок измерительного устройства.

Последовательность калибровки:

1. Инициализировать предварительные настройки прибора.
2. Настроить выходную мощность встроенного источника, количество точек развёртки, полосу рабочих частот, калибровочный набор и другие параметры.
3. Выбрать пункты меню «Cal» → «Calibrate» → «1-Port Cal».
4. Подключить калибровочную меру OPEN к порту PORT1 в соответствии с подсказками интерфейса, нажать «Open» для начала калибровки. Дождаться завершения сканирования, подключить калибровочную меру SHORT к порту PORT1 и нажать «Short» для начала калибровки. Дождаться завершения сканирования, подключить калибровочную меру LOAD к порту PORT1 и нажать «Load» для начала калибровки. По окончании калибровки нажать «Finish» для выхода из интерфейса калибровки, завершения процесса калибровки и сохранения данных калибровки.

Калибровка для измерения коэффициента передачи

При двухпортовой калибровке коэффициента передачи калибровочный набор THRU (перемычка) подключается между портами PORT1 и PORT2 для расчёта ошибки коэффициента передачи в модели ошибок измерительного устройства.

Последовательность калибровки:

1. Инициализировать предварительные настройки прибора.
2. Настроить выходную мощность встроенного источника, количество точек развёртки, полосу рабочих частот, калибровочный набор и другие параметры.
3. Выбрать пункты меню «Cal» → «Calibrate» → «Thru Cal».
4. Подключить калибровочную меру THRU между портами PORT1 и PORT2, нажать «Thru» для начала калибровки и «Finish» для выхода из интерфейса калибровки, завершения процесса калибровки и сохранения данных калибровки.

Расширенная калибровка

При расширенной двухпортовой калибровке между двумя портами подключается калибровочная мера THRU, а к одному из портов подключаются меры OPEN, SHORT и LOAD.

Последовательность калибровки:

1. Инициализировать предварительные настройки прибора.
2. Настроить выходную мощность встроенного источника, количество точек развёртки, полосу рабочих частот, калибровочный набор и другие параметры.
3. Выбрать пункты меню «Cal» → «Calibrate» → «Enhanced-Res Cal».
4. Подключить калибровочные меры OPEN, SHORT и LOAD к порту PORT1, нажать соответствующую клавишу для выполнения калибровки, а затем подключить калибровочную меру THRU между двумя портами для выполнения калибровки «Thru». После завершения калибровки нажать клавишу «Finish» для выхода из интерфейса калибровки, завершения процесса калибровки и сохранения данных калибровки.

После завершения калибровки и сохранения данных, в меню появится соответствующая типу калибровки клавиша «Apply xxx Cali», которая позволяет выполнить коррекцию. Для задания режима коррекции (применяются данные калибровки или нет) нужно настроить команды «On/Off».

Для выполнения калибровки следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CORRection:COLLect:METHod:TYPE :CORRection:COLLect:METHod:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа калибровки.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	NONE OPEN SHORT 1PORT THRU ENHanced E11 E21
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CORRection:COLLect:METHod:TYPE SHORT

Формат команды	:CORRection:COLLect:OPEN
Инструкция	Сбор данных калибровки OPEN.
Пример	:CORRection:COLLect:OPEN 1

Формат команды	:CORRection:COLLect:SHORT
Инструкция	Сбор данных калибровки SHORT.
Пример	:CORRection:COLLect:SHORT 1

Формат команды	:CORRection:COLLect:LOAD
Инструкция	Сбор данных калибровки LOAD.
Пример	:CORRection:COLLect:LOAD 1

Формат команды	:CORRection:COLLect:THRU
Инструкция	Сбор данных калибровки THRU.
Пример	:CORRection:COLLect:THRU 1

Формат команды	:CORRection:COLLect:SAVE
Инструкция	После завершения процесса калибровки данные калибровки сохраняются и применяются.
Пример	:CORRection:COLLect:SAVE 1

Примечание. Наивысшая точность измерения обеспечивается, если диапазон частот или настройки сканирования остаются одинаковыми как при выполнении калибровки, так и во время измерения. Если эти настройки изменятся после калибровки, прибор будет интерполировать данные калибровки так, чтобы обеспечить максимально точные измерения.

Интерполированные данные калибровки лишь немного менее точны, чем калибровка, выполняемая с настройками измерения. Когда данные выполненной калибровки были интерполированы, к примечанию калибровки будет добавлен вопросительный знак. Так, например, если данные текущей калибровки были интерполированы, на экране будет отображаться надпись «S11:C?». Для обеспечения более высокой точности измерений после изменения соответствующих настроек сканирования рекомендуется выполнить повторную калибровку.

Электронная калибровка ECal

Ecal — это новая технология автоматической калибровки, используемая в режиме векторного анализатора цепей (VNA). Каждый модуль ECal содержит электронные меры, которые автоматически переключаются в нужное положение во время калибровки измерений. Параметры электронных мер были определены в заводских условиях, и данные сохранены в памяти модуля ECal. Анализатор использует сохранённые данные вместе с данными измерений для расчета погрешностей при калибровке измерений. Модули Ecal предлагают следующие преимущества по сравнению с механическим калибровочным набором:

1. Простота процесса калибровки. Модуль электронной калибровки нужно подключить к прибору только один раз, чтобы проверить все требуемые для двухпортовой калибровки параметры без необходимости многократного повторного подключения.
2. Для электронной калибровки требуется меньше времени.
3. В процессе электронной калибровки меньше неопределённых факторов, а вероятность того, что на результатах калибровки отрицательно скажется некорректная эксплуатация, меньше, поскольку нет необходимости несколько раз выполнять подключение.

Последовательность электронной калибровки:

1. Подключить USB-порт модуля ECal к USB-порту анализатора с помощью кабеля USB. Если на модуле Ecal включится индикатор «Ready» (Готово), это означает, что модуль Ecal достиг оптимального рабочего состояния/температуры. После подключения модуля его тип, диапазон частот и тип разъёма распознаются автоматически.
2. Для просмотра всех значений параметров, сохранённых в памяти модуля ECal, нужно выбрать пункты меню «Cal» → «Ecal Info». На рис. 8.22 можно увидеть дату производства модуля, частотный диапазон, количество точек и тип разъёма.

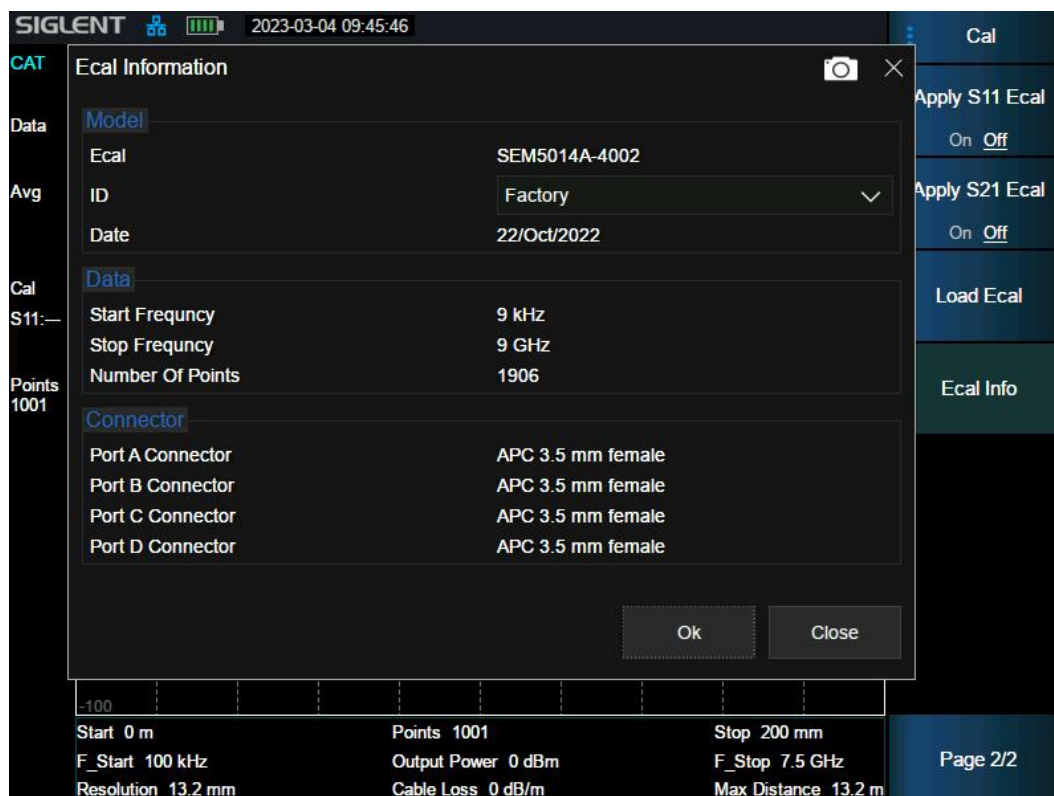


Рис. 8.22. Параметры, сохранённые в памяти модуля ECal.

3. Для начала загрузки выбранных измеренных параметров в прибор нажать «Load Ecal». Если такие данные были загружены раньше, то для обеспечения достоверности они будут сравниваться с ранее сохранёнными данными.
4. Для выполнения одно- или двухпортовой калибровки нажать «Calibrate▼», затем выбрать соответственно «S11 ECal» или «S21 Ecal». В соответствии с подсказками корректно подключить калибровочную часть и измерительный порт прибора, нажать «Enter» для запуска автоматической калибровки, затем нажать «Finish» для сохранения и применения данных калибровки.

Формат команды	:CORRection:COLLect:MEtHod:ECAL?
Инструкция	Проверка правильности подключения калибровочной части к прибору.
Выходные данные	Булева переменная, 0 1
Пример	:CORR:COLL:METH:ECAL?

Формат команды	:CORRection:COLLect:ECAL:MODULE :CORRection:COLLect:ECAL:MODULE?
Инструкция	Настройка / запрос электронных калибровочных частей, соответствующих данным электронной меры.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	Определяется электронной калибровочной частью. Пример выходных данных: Factory User1
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CORRection:COLLect:ECal:MODULE Factory

Формат команды	:CORRection:COLLect:ECAL:LOAD :CORRection:COLLect:ECAL:CANCEL
Инструкция	Выполнение / отмена загрузки текущих выборочных данных электронной меры.
Пример	:CORRection:COLLect:ECAL:LOAD

8.4. Режим векторного анализатора цепей

8.4.1. Настройка измерений

8.4.1.1. Тип измерений

Настройка типа измерений S-параметров с помощью векторного анализатора цепей (ВАЦ).

S-параметры используются для описания прохождения или отражения сигнала через неоднородности импеданса. S-параметры представляют собой относительные измерения, которые определяют отношение величин двух комплексных напряжений и содержат информацию об амплитуде и фазе соответствующих сигналов.

Прибор позволяет измерять два S-параметра: S11 и S21. Параметры можно записать в виде: $S(ij)$, где i — означает номер приёмного порта прибора (PORT2). Передаваемый сигнал поступает в порт после прохождения через тестируемое устройство.

j — означает номер порта-источника прибора (PORT1). Выходной сигнал этого порта подается на тестируемое устройство.

Параметр S11 характеризует измерение параметров отражения. Он используется для измерения количества отраженной мощности от соответствующего порта ТУ.

Параметр S21 характеризует измерение параметров пропускания. Он используется для измерения потерь или усиления в ТУ в указанном диапазоне частот. При измерении параметра S21 оба конца ТУ должны быть подключены к устройству.

Формат команды	:CALCulate#:PARAmeter#:DEFine :CALCulate#:PARAmeter#:DEFine?
Инструкция	Настройка / запрос типа измерений с помощью ВАЦ.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	S11,S21
Выходные данные	S11 S21
Пример	:CALCulate#:PARAmeter#:DEFine S11

8.4.1.2. Формат отображения данных

Формат данных — это способ графического представления данных, измеренных с помощью векторного анализатора цепей. Следует выбрать формат данных, соответствующий представляющей интерес информации о тестируемом устройстве.

Амплитуда в логарифмическом масштабе

Отображение значения амплитуды (без фазы).

Y: дБ.

Типичные измерения: обратные потери, вносимые потери или коэффициент усиления.

Амплитуда в линейном масштабе

Отображаются только положительные значения.

Y: безразмерная величина (подходит для отображения равномерно распределённых величин).

Типичные измерения: коэффициенты отражения и передачи (амплитуда)

Формат фазы

Фаза сигнала измеряется относительно опорной плоскости калибровки в диапазоне $\pm 180^\circ$. Каждая 180-градусная трасса «свёрнута» для удобства масштабирования.

Y: фаза (градусы)

Типичное измерение: линейный фазовый сдвиг.

Примечание: Развёртывание фазы осуществляется путем сравнения фаз двух соседних точек данных. Если разность фаз между двумя точками превышает 180° или фаза смещения постоянного тока первой точки данных превышает 180° , то измерение фазы может быть неточным.

Формат развёртывания фазы

Тот же, что и для фазы, но без 180-градусных ограничений.

Формат группового времени задержки:

Отображение времени передачи (распространения) сигнала в устройстве.

Y: время (с)

Типичное измерение: групповое время задержки

Формат KCB:

Отображение результатов измерения параметров отражения, рассчитанных по формуле $(1+R)/(1-R)$, где R — коэффициент отражения. Если $KCB = 1$, это означает, что импедансы прибора и ТУ согласованы, и мощность передается полностью без каких-либо отражений. Если $KCB = \infty$, это означает, что мощность полностью отражается.

Примечание. Это действительно только для измерения параметров отражения.

Y: безразмерная величина

Типичные измерения: KCB

Круговая диаграмма Смита

Диаграмма Смита представляет собой круговую диаграмму, на которой измеренные комплексные коэффициенты отражения сопоставляются с импедансом ТУ. На диаграмме Смита прямолинейная плоскость импеданса преобразуется в круговую сетку, на которой можно считывать значения активного и реактивного сопротивления ($R+jX$).

Горизонтальная ось соответствует действительной части импеданса, мнимая часть импеданса на ней равна нулю. Центр горизонтальной оси всегда соответствует опорному импедансу системы. В крайней правой точке горизонтальной оси величина импеданса имеет бесконечно большое значение (режим XX). В крайней левой точке горизонтальной оси значение импеданса равно нулю (режим K3). Окружности, пересекающие горизонтальную ось, соответствуют постоянному реактивному сопротивлению, а дуги, касательные к горизонтальной оси, соответствуют постоянному активному сопротивлению. Верхняя часть диаграммы Смита соответствует положительной (индуктивной) реактивной составляющей импеданса. Нижняя часть диаграммы соответствует отрицательной (емкостной) реактивной составляющей импеданса.

В круговой диаграмме Смита поддерживаются 5 форматов маркеров: амплитуда в линейном масштабе и фаза (Lin/Phase), амплитуда в логарифмическом масштабе и фаза (Log/Phase), реальная и мнимая часть (Real/Imag), полное входное сопротивление ($R+jX$), полная входная проводимость ($G+jB$).

Формат полярных координат

Полярная диаграмма используется для отображения амплитуды и фазы коэффициента отражения при измерении параметра S11.

Радиальная линия показывает фазовый угол отраженного сигнала. Крайняя правая точка диаграммы соответствует нулевому фазовому углу (т.е. отраженный сигнал имеет ту же фазу, что и падающий сигнал). Разности фаз 90° , 180° и -90° соответствуют верхнему, крайнему левому и нижнему краю полярной диаграммы соответственно.

В полярных координатах поддерживаются 3 формата маркеров: амплитуда в линейном масштабе и фаза (Lin/Phase), амплитуда в логарифмическом масштабе и фаза (Log/Phase), реальная и мнимая часть (Real/Imag).

Формат команды	:CALCulate#[:SElected]:FORMat :CALCulate#[:SElected]:FORMat?
Инструкция	Настройка / запрос формата данных выбранной трассы.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	MLOGarithmic, MLINear, SWR, PHASe, GDELay, Smith chart: SLINear, SLOGarithmic, SCOMplex, SMITh ($R+jX$), SADMittance ($G+jB$) Polar: PLINear, PLOGarithmic, PCOMplex
Выходные данные	MLG MLIN SWR PHAS GDEL SMIT SLIN SLOG SCOM SMIT SADM POL PLIN PLOG PCOM
Пример	CALCulate:FORMat SWR

8.4.1.3. Выходная мощность

Параметр «Output power» относится к мощности на выходе порта Port1. По умолчанию величина выходной мощности равна 0 дБм, что соответствует максимальной мощности. В общем случае, при измерении параметров пассивного устройства с высоким уровнем потерь рекомендуется использовать высокую выходную мощность, чтобы снизить уровень шума сигнала. Для устройств, чувствительных к высокому уровню мощности, таких как усилители, следует использовать низкий уровень выходной мощности.

Формат команды	:SOURce#:POWer[:LEVel][:IMMEDIATE][:AMPLitude] :SOURce#:POWer[:LEVel][:IMMEDIATE][:AMPLitude]?
Инструкция	Настройка / запрос значения уровня выходной мощности.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, безразмерное
Диапазон значений параметра	От -40 дБ до 0 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:SOURce1:POWer -20

8.4.1.4. Расширение порта

Функция расширения порта является хорошим способом устранения ошибок тестовых приспособлений. Калибровка S-параметров обычно выполняется пользователем в плоскости, где ВЧ-кабель подключается к тестовому приспособлению, обычно к разъёму (SMA, N-типа и т.д.). Само ТУ находится в тестовом приспособлении. Тестовое приспособление и ТУ обычно соединяются микрополосковой линией. В результате фактическая плоскость измерения ТУ не совпадает с опорной плоскостью калибровки (т.е., разъёмом), что приводит к ошибкам калибровки.

После выполнения калибровки S-параметров опорную плоскость можно расширить до указанной плоскости измерения, просто добавив в интерфейсе настроек значения длины микрополосковой линии, коэффициента скорости, величину потерь и другие параметры, для выполнения более точных измерений.

Последовательность действий по расширению порта вручную:

1. Перед началом использования функции «Port Extention» нужно выполнить необходимый вид калибровки с применением подходящего набора кабелей.
2. Выбрать пункт меню «Meas» → «Port Extention» для входа в меню «Настройки».
3. Выбрать порт, который необходимо расширить, и ввести значение коэффициента скорости. Различные значения коэффициента скорости соответствуют к разным значениям скорости передачи электромагнитных волн в линиях передачи и времени передачи.

Примечание. После ввода длины линии передачи время задержки порта будет рассчитано автоматически. И наоборот, после ввода времени задержки порта длина будет рассчитана автоматически.

Формат команды	:CORRection:EXTension :CORRection:EXTension?
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции расширения порта.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CORRection:EXTension ON

Формат команды	:CORRection:EXTension:PORT[1]2:TIME :CORRection:EXTension:PORT[1]2:TIME?
Инструкция	Настройка / запрос значения времени электрической задержки.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: с
Диапазон значений параметра	От -40 с до 10 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CORRection:EXTension:PORT1:TIME 0.0002

Формат команды	:CORRection:EXTension:AUTO:PORT
Инструкция	Настройка автоматического расширения порта PORT1.
Пример	:CORRection:EXTension:AUTO:PORT

Формат команды	:CORRection:RVELocity:COAX :CORRection:RVELocity:COAX?
Инструкция	Настройка / запрос значения коэффициента скорости.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0,1 с до 1 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CORRection:RVELocity:COAX 0.2

8.4.2. Диапазон частот

Диапазон частот — это интервал частот, в котором проводится измерение параметров устройства.

Примечание.

Center: указать центральную частоту диапазона измерения.

Start: указать начальную частоту диапазона измерения.

Stop: указать конечную частоту диапазона измерения.

Span: указать диапазон частот для измерения. При настройке диапазона частот начальная/конечная частота будут устанавливаться по обе стороны от центра. Можно также настроить нулевой диапазон. При переключении в режим нулевого диапазона прибор запомнит текущий диапазон и настроится на центральную частоту. Когда прибор снова переключится на режим измерений в диапазоне, будет воспроизведён последний диапазон частот.

Формат команды	:FREQuency:STARt :FREQuency:STARt?
Инструкция	Настройка / запрос значения начальной частоты.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 100 кГц до 7,4999999 ГГц Нулевой диапазон: от 100,5 кГц до 7,5 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:FREQuency:STARt 1.0GHz

Формат команды	:FREQuency:STOP :FREQuency:STOP?
Инструкция	Настройка / запрос значения конечной частоты.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 100,1 кГц до 7,5 ГГц Нулевой диапазон: от 100,5 кГц до 7,5 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:FREQuency:STOP 1.0GHz

Формат команды	:FREQuency:SPAN :FREQuency:SPAN?
Инструкция	Настройка / запрос диапазона частот. Настройка диапазона частот на 0 Гц переключает прибор в режим нулевого диапазона.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 100 Гц до 7,4999999 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:FREQuency:SPAN 1.0GHz

Формат команды	[:SENSe#]:FREQuency:SPAN:ZERO [:SENSe#]:FREQuency:SPAN:SWEPT [:SENSe#]:FREQuency:SPAN:ZERO?
Инструкция	Настройка / запрос нулевого диапазона частот. Переключение в режим нулевого диапазона.
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:FREQuency:SPAN:ZERO

8.4.3. Ширина полосы частот / Усреднение

Режим усреднения используется для сглаживания графика (трассы) и уменьшения влияния случайного шума на результаты измерений. Отображает результаты усреднения данных нескольких развёрток для каждой точки трассы в соответствии с настройками времени усреднения. Чем больше число усреднений, тем эффективнее устраняется случайный шум.

Для включения режима усреднения и настройки времени усреднения нужно выбрать последовательно пункты меню «BW» → «Averaging/Avg Times».

При включении режима усреднения количество используемых в данный момент для усреднения развёрток и значение времени усреднения отображаются слева в строке состояния.

Формат команды	[:SENSe#]:AVERAge[:STATe] [:SENSe#]:AVERAge[:STATe]?
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима усреднения.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:Average 1

Формат команды	[:SENSe#]:AVERAge:COUNT [:SENSe#]:AVERAge:COUNT?
Инструкция	Настройка / запрос количества усреднений.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 1 до 999
Выходные данные	Целое число
Пример	:Average:COUNT 25

8.4.4. Развёртка

8.4.4.1. Точки развёртки

Точки развёртки — это набор выборок данных, представляющий измеренные значения за один проход развёртки. При изменении количества точек развёртки время развёртки ВАЦ изменяется пропорционально количеству точек. Увеличение количества точек развёртки позволяет улучшить разрешение сигнала, но при этом влияет на минимальное время сканирования, увеличивает время обработки данных и время удаленного доступа, а также уменьшает скорость отклика.

Количество точек данных, собираемых анализатором в процессе измерения, может быть установлено на любое число от 101 до 10001.

8.4.4.2. Время сканирования развёртки

Время сканирования по умолчанию устанавливается автоматически в соответствии с количеством точек развёртки. В автоматическом режиме настройки времени сканирования рассчитывается и применяется самое быстрое время отклика, необходимое прибору для конфигурирования аппаратной части и сбора данных в каждой отдельной точке.

При измерении параметров кабеля большой длины можно замедлить время сканирования, чтобы обеспечить стабильность и надежность отображения сигнала.

Примечание. Настройка времени сканирования вручную приведет к изменению режима времени сканирования.

Формат команды	:SWEep:TIME :SWEep:TIME?
Инструкция	Определение времени, в течение которого прибор выполняет сканирование дисплея. Настройка диапазона частот на 0 Гц переключает прибор в режим нулевого диапазона. В нулевом диапазоне ось X представляет время, а не частоту.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: кс (тыс. с), с, мс, мкс
Диапазон значений параметра	От 1 мкс до 1500 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: с
Пример	:SWEep:TIME 5s

Формат команды	:SWEep:TIME:AUTO OFF ON 0 1 :SWEep:TIME:AUTO?
Инструкция	Команда включения/отключения автоматической настройки времени сканирования.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:SWEep:TIME:AUTO ON

8.4.4.3. Сканирование / Измерение

Sweep/Measure: с помощью пункта меню «Single/Continue» можно выбрать однократное или непрерывное измерение/сканирование. По умолчанию для этого параметра установлено значение «Continue».

Restart: Перезапуск текущего сканирования или измерения. Так, если параметры сканирования изменены, будет выполнен перезапуск. Параметры сканирования включают настройки частоты, развёртки и усреднения.

Формат команды	:INITiate:CONTInuous OFF ON 0 1 :INITiate:CONTInuous?
Инструкция	Настройка / запрос режима непрерывного сканирования.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:INITiate:CONTInuous OFF

Формат команды	:INITiate[:IMMEDIATE]
Инструкция	Перезапуск сканирования.
Пример	:INITiate:IMMEDIATE

8.4.5. Амплитуда

8.4.5.1. ВЧ аттенюатор

Настройка затухания ВЧ-порта Port2 при измерении параметра S21, с целью исключить искажения в приёмнике, вызванные высоким уровнем измеряемой мощности.

8.4.5.2. Ось Y

Использование настроек «Scale» (Масштаб), «Reference Level» (Опорный уровень) и «Reference Position» (Опорное положение), а также настройки формата для определения того, как данные трассы будут отображаться на экране прибора.

Шкала / Масштаб

Настройка разметки вертикальной шкалы в прямоугольных координатах. В полярных координатах и форматах диаграммы Смита шкала задает значение внешнего периметра.

Диапазон значений: от 0,001 дБ/дел. до 1000 дБ/дел.

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:Y[:SCALe]:PDIVision :DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:Y[:SCALe]:PDIVision?
Инструкция	Настройка / запрос разметки шкалы выбранной трассы.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0,001 дБ до 1000 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: дБ
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:PDIVision 10 dB

Опорный уровень

Настройка значения направляющей в прямоугольных координатах. В полярных координатах и в формате круговой диаграммы Смита функция задания опорного уровня не действует.

Диапазон значений: от -1000 дБ до 1000 дБ.

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:Y[:SCALe]:RLEVel :DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:Y[:SCALe]:RLEVel?
Инструкция	Настройка / запрос значения опорного уровня выбранной трассы.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0,001 дБ до 1000 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: дБ
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:RLEVel 10 dB

Опорное положение

Настройка положения направляющих в прямоугольных координатах. Нижняя линия соответствует значению 0, а верхняя — 10. Положение по умолчанию равно 5, то есть исходная точка располагается в середине экрана. В полярных координатах и в формате круговой диаграммы Смита функция задания опорного положения не действует.

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe#:Y[:SCALe]:RPOStion :DISPlay:WINDow#:TRACe#:Y[:SCALe]:RPOStion?
Инструкция	Настройка / запрос значения опорного положения выбранной трассы.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 0 до 10
Выходные данные	Целое число
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:Y:RPOStion 5

8.4.5.3. Автоматическое масштабирование

Автоматическое масштабирование выбранной трассы

Auto Scale: автоматическая настройка разметки вертикальной шкалы и значения точки отсчёта так, чтобы оптимальным образом вписать трассу с рабочими данными в область сетки экрана. При этом функция задания опорного положения не действует. Прибор определяет минимально возможный коэффициент масштабирования, который позволяет всем отображаемым данным размещаться в пределах 80% вертикальной сетки. Отдельные опорные значения позиционируют трассу в центре экрана.

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe[1] 2 3 4:Y[:SCALe]:AUTO
Инструкция	Выполнение автоматического масштабирования выбранной трассы.
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe2:Y:AUTO

Автоматическое масштабирование всех трасс

Auto Scale All: автоматическое масштабирование всех трасс данных в рабочем окне, чтобы они вписывались в область сетки экрана по вертикали.

8.4.6. Трасса

8.4.6.1. Количество трасс

В режиме векторного анализатора цепей прибор позволяет одновременно отображать до четырех трасс. Каждая трасса имеет свой цвет: Trase1 – желтый, Trase2 – фиолетовый, Trase3 – голубой, Trase4 – зеленый. Для самостоятельной настройки параметров необходимо выбрать нужную трассу.

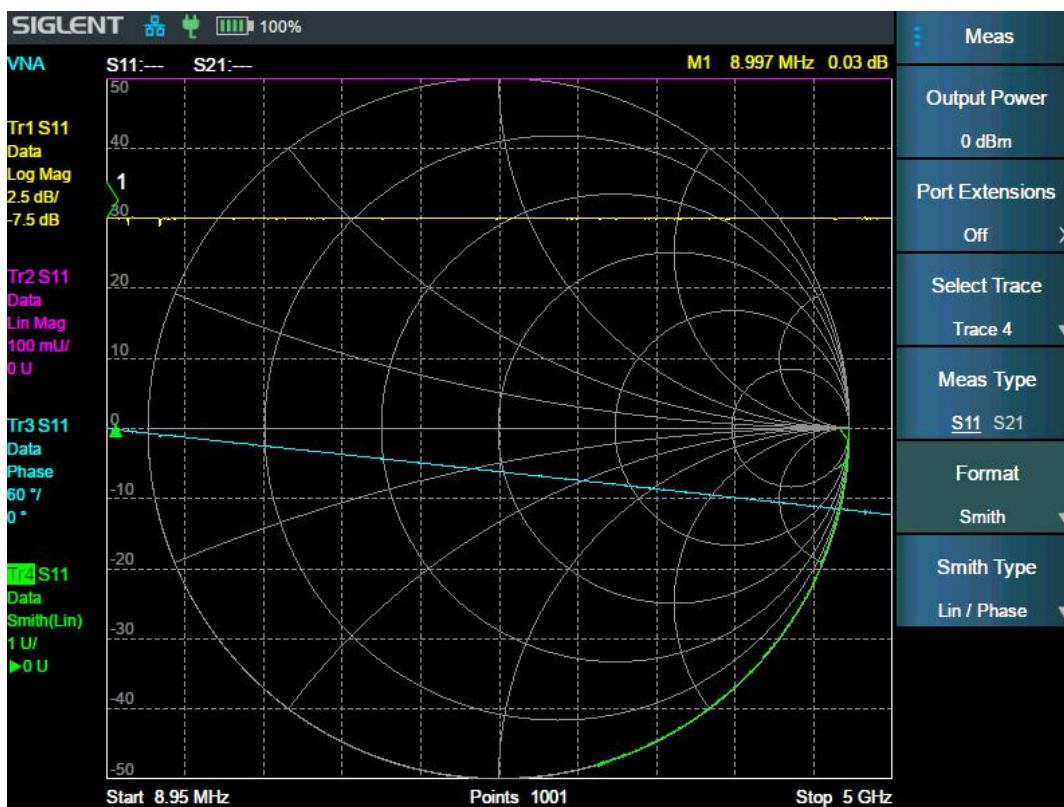


Рис. 8.23. Отображение трасс.

Как показано на рисунке, несколько трасс группируются и отображаются в области сигнала. Основная информация о каждой трассе отображается в левой части экрана и представляет собой ярлыки для быстрого выполнения операций и настройки параметров трасс. Ось координат области сигнала остаётся постоянной для текущей выбранной трассы.

Формат команды	:CALCulate#:PARAmeter:COUNt :CALCulate#:PARAmeter:COUNt?
Инструкция	Настройка / запрос номера трассы.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 0 до 4
Пример	:CALCulate:PARAmeter:COUNt 1

8.4.6.2. Выбор трассы

Выбор определенной трассы для настройки соответствующих параметров трассы, такие как формат, тип отображения и т.д.

Формат команды	:CALCulate#:PARAmeter:SElect
Инструкция	Настройка текущей выбранной трассы.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	TRACE1 TRACE2 TRACE3 TRACE4 A B C D 1 2 3 4
Выходные данные	TRACE1 TRACE2 TRACE3 TRACE4
Пример	:CALCulate:PARAmeter:SElect 1

8.4.6.3. Сохранение в памяти трассы

Прибор поддерживает сохранение в памяти данных текущей трассы. Он может выполнять четыре вида математических операций над данными текущей трассы и сохранённой в памяти трассы. Если необходимо выполнить математическую операцию с сохранённой в памяти трассой, необходимо сначала сохранить в памяти текущие данные.

Тип трассы

Чтобы завершить операцию сохранения, нужно перейти в меню «Trace» и нажать «Data» → «Memory».

Формат команды	:CALCulate#[:SELEcted]:MATH:MEMorize
Инструкция	Сохранение в памяти данных текущей трассы.
Пример	:CALCulate:MATH:MEMorize

Если данные трассы, сохранённой в памяти, корректны, в строке меню «Display» (Дисплей) можно выбрать один из четырёх режимов отображения:

- отображение только данных текущей трассы;
- отображение данных трассы из памяти;
- одновременное отображение данных текущей трассы и трассы из памяти;
- отключение отображения данных.

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:STATe :DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния отображения данных текущей трассы: включено или отключено.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe2:STATe 1

Формат команды	:DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:MEMory[:STATe] :DISPlay:WINDow#:TRACe1 2 3 4:MEMory[:STATe]?
Инструкция	Настройка / запрос состояния отображения данных трассы из памяти: включено или отключено.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe2:MEMory 1

Математические операции

Ниже приведены четыре математические операции, которые могут выполняться с данными текущей трассы и трассы из памяти. Данные текущей трассы и трассы из памяти в этом случае должны быть представлены в линейном формате.

Data/Memory: результат операции представляет собой частное от деления измеренных данных на сохраненные данные. Эту операцию можно использовать для вычисления отношения данных двух трасс (например, для расчета коэффициента усиления или затухания), что также можно рассматривать как операцию нормирования результатов тестирования.

*Data*Memory*: результат операции представляет собой произведение текущих данных измерений и данных в памяти.

Data+Memory: результат операции представляет собой сумму текущих данных измерений и данных в памяти.

Data-Memory: результат операции представляет собой разность текущих данных измерений и данных в памяти. Эту операцию можно использовать, например, при сохранении измеренных данных. Затем величина ошибки вычитается из результатов измерения параметров ТУ.

Формат команды	:CALCulate#[:SELEcted]:MATH:FUNcTION OFF DIVide MULtiPLY SUBtract ADD :CALCulate#[:SELEcted]:MATH:FUNcTION?
Инструкция	Настройка / запрос типа математической операции с данными текущей трассы.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	OFF DIVide MultiPLY SUBtract ADD
Выходные данные	Выбор варианта, OFF DIVide MULtiPLY SUBtract ADD
Пример	:CALCulate:MATH:FUNc DIVide

8.4.6.4. Удержание трассы

Функция удержания трассы «Hold Trase» включает следующие типы: «Clear Write», «Max Hold», «Min Hold». С помощью этой функции система рассчитывает данные выборки с использованием определенных методов в соответствии с выбранным типом удержания трассы и отображает полученный результат.

Clear Write: Удаление всех ранее сохраненных в выбранной трассе данных и отображение данных, оцифрованных в режиме реального времени для каждой точки трассы.

Max Hold: Сохранение максимального значения уровня для каждой точки выбранной трассы. Обновление данных, если в ходе последующих замеров будет обнаружено новое максимальное значение.

Min Hold: Отображение минимального значения из нескольких развёрток для каждой точки трассы и обновление данных, если в ходе последующих замеров будет обнаружено новое минимальное значение.

На основе полученных данных функция удержания трассы поточно обрабатывает новые и сохранённые данные. Поэтому изменение типа удержания трассы, значения частоты, количества точек и других параметров приведет к перезапуску развёртки и повторному расчёту. Считается, что в первом после повторного сканирования блоке данных отсутствуют накопленные данные, и по умолчанию реализуется функция «Clear Write».

Формат команды	:TRACe 1 2 3 4:HOLD :TRACe 1 2 3 4:HOLD?
Инструкция	Настройка / запрос типа удержания трассы.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	OFF MAX MIN
Выходные данные	Выбор варианта: OFF MAX MIN
Пример	TRACe1:HOLD MAX

8.4.7. Маркеры и пиковые значения

8.4.7.1. Настройка маркера

Маркер представляет собой значок в виде ромба и служит для обозначения точек на трассе. Значения амплитуды и частоты для отмеченной точки на трассе могут быть легко считаны. Прибор позволяет одновременно отображать на одной трассе до семи маркеров и один опорный маркер.

Выбор маркера

Нажать клавишу «Marker» на передней панели и перейти в меню «Marker». Если в данный момент нет активного маркера, то будет автоматически включен Marker1. Для выбора нужного маркера следует нажать «Select Marker». Когда маркер выбран, можно настроить его тип, трассу для маркировки, значения по оси X и другие связанные параметры. После создания маркера он появится в заданном месте на трассе, а измеренные значения для этого маркера будут отображаться в правом верхнем углу экрана. При этом формат отображаемых данных будет таким же, как формат трассы.

Тип маркера

Прибор поддерживает три типа маркеров.

Нормальный маркер

Используется для измерения значений по осям X (частота или время) и Y (амплитуда) для определенной точки на трассе. При его выборе на трассе появится маркер с номером (например, «1»). Если в данный момент нет активного маркера, то маркер будет автоматически включен на центральной частоте текущей трассы. Если выбранный маркер был открыт и настроен ранее, при повторном открытии маркера будут установлены предыдущие значения по оси X.

Примечание. Разрешение считывания показаний по оси X (частота или время) зависит от полосы обзора. Для более высокого разрешения считывания следует уменьшить ширину полосы обзора.

Дельта-маркер

Используется для измерения разности значений по осям X (частота или время) и Y (амплитуда) между опорной точкой и заданной точкой на трассе. При выборе этого типа маркера на трассе появляется пара маркеров: фиксированный опорный маркер (обозначается буквой «R») и дельта-маркер (обозначается знаком «Δ», например, «Δ1»).

Примечание. После выбора режима маркера «Дельта» исходный маркер становится измерительным дельта-маркером, а опорный маркер включится автоматически. Информация, считываемая текущим дельта-маркером, показывает разность значений частоты (или времени) и амплитуды относительно показаний опорного маркера.

Отключение маркеров

Отключение выбранного в данный момент маркера. Отображаемая на экране информация о маркере и связанные с маркером функции также будут отключены.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MODE :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MODE?
Инструкция	Настройка / запрос типа маркера.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	POSition DELTA OFF
Выходные данные	POS DELTA OFF
Пример	:CALCulate:MARK1:MODE POSition

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:STATe :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния маркера (вкл./откл.)
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARK1:STATe ON

Примечание. Маркер 8 является опорным маркером, который нельзя установить в режим дельта-маркера.

Формат команды	:CALCulate:MARKer:AOFF
Инструкция	Отключение всех типов маркеров.
Пример	:CALCulate:MARKer:AOFF

Маркер по оси X

Отображение и настройка положения маркера по оси X. Единицы измерения считываемых значений соответствуют текущим настройкам оси X. Так, например, если полоса обзора равна нулю (нулевая полоса обзора), то единицами измерения по оси X будут единицы времени, а полоса обзора не равна нулю, то единицами измерения по оси X будут единицы частоты.

При настройке значение маркера X может быть установлено только в пределах текущей настройки оси X. При изменении диапазона/интервала измерения маркер, выходящий за пределы диапазона, будет установлен на начальное или конечное значение текущего измерения, в зависимости от того, за пределы какого значения выходит значение маркера X: начального или конечного.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:X :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:X?
Инструкция	Настройка / запрос положения маркера на оси X. Эта команда применима, только если режим маркера не отключен. Для настройки режима/типа маркера используются следующие команды: :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:STATe :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MODE
Тип параметра	Частота: число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц Время: число с плавающей запятой, единицы: мкс, мс, с, с·10 ³
Диапазон значений параметра	От 100 кГц до макс. значения частоты От 10 мс до 1000 с
Выходные данные	Частота: число с плавающей запятой, единицы: Гц Время: число с плавающей запятой, единицы: с
Пример	:CALCulate:MARKer4:X 0.4 GHz :CALCulate:MARKer4:X 200 ms :CALCulate:MARKer4:X?

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:Y?
Инструкция	Считывание значения маркера по оси Y. Если данные представлены в формате диаграммы Смита или в полярных координатах, на выходе могут быть получены различные значения в зависимости от конкретного типа диаграммы Смита или полярной диаграммы.
Выходные данные	Амплитуда (лог.): число с плавающей запятой, единицы: дБ Фаза: число с плавающей запятой, единицы: градус КСВН: число с плавающей запятой, единицы: безразмерная Групповая задержка: число с плавающей запятой, единицы: с
Пример	Амплитуда (лин.): число с плавающей запятой, единицы: безразмерная :CALCulate:MARKer1:Y? На выходе: -25

Связь маркеров

При включении функции «Marker Couple» маркеры настраиваются и перемещаются в связанном режиме на всех трассах.

При отключении функции «Marker Couple», маркеры настраиваются и перемещаются независимо друг от друга для каждой трассы.

Формат команды	:CALCulate[:SElected]:MARKer:COUPlе :CALCulate[:SElected]:MARKer:COUPlе?
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима связи маркеров.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer:COUPlе 1 :CALCulate:MARKer:COUPlе?

8.4.7.2. Функции маркера (Fn)

Функция маркера предоставляет метод дальнейшей обработки данных текущего маркера для получения заданного результата или повышения точности результатов измерений.

Полоса пропускания по уровню N дБ

Включение функции измерения ширины полосы пропускания (ПП) по уровню N дБ или установка значения N дБ. Полоса пропускания по уровню N дБ означает разность частот между двумя точками, которые расположены по обе стороны от текущего маркера при падении (N меньше или равно 0) или увеличении (N>0) амплитуды на N дБ, как показано на рис. 8.24.

При запуске функции прибор выполнит поиск двух точек, которые расположены по обе стороны от текущей точки с падением или увеличением амплитуды на N дБ, и отобразит разницу частот между этими точками в области активной функции. Если поиск не удался, будет отображаться значок «----».

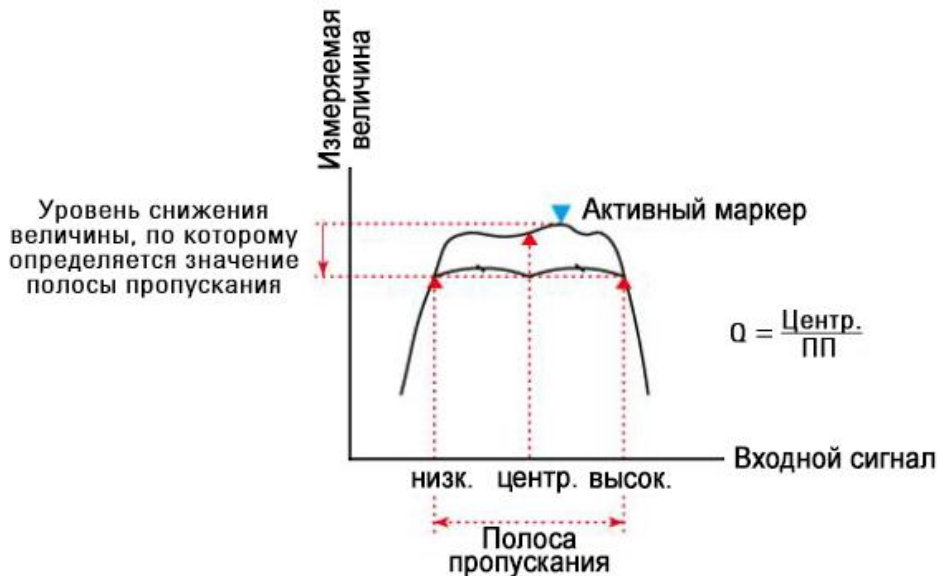


Рис. 8.24. Параметры функции «Полоса пропускания по уровню N дБ».

Примечание. Если функция «N dB BW» включена, а текущий маркер выключен, тип текущего выбранного маркера автоматически изменится на «Нормальный». Если маркер отключен, функция также будет выключена.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:BANDwidth:NDB :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:BANDwidth:NDB?
Инструкция	Настройка / запрос значения N дБ функции «N dB BW».
Тип параметра	Амплитуда (лог.): число с плавающей запятой, единицы: дБ Фаза: число с плавающей запятой, единицы: градус
Диапазон значений параметра	Амплитуда (лог.): от -100 дБ до 100 дБ Амплитуда (лин.): от -100 до 100 Фаза: от -360° до 360°
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:MARK1:BANDwidth:NDB 10 DB

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:BANDwidth:RESult?
Инструкция	Запрос результата вычисления полосы пропускания N дБ.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:MARK1:BANDwidth:RESult?

Дискретный маркер

Из-за того, что выборка включает ограниченное количество точек трассы, параметры других точек, за исключением точек выборки, определяются путём интерполяции данных точек выборки и их значения являются аппроксимацией фактических данных, а не реально измеренными данными. При настройке функции «Discrete Marker» значение маркера может быть получено только в точке выборки. Это гарантирует, что значение маркера получено на основе фактических данных измерений, а не на результатах интерполяции.

Если нажать клавишу «Discrete» и выбрать параметр «On», то значение маркера будет получено только из точки выборки. По умолчанию для этого параметра установлено значение «Off».

Формат команды	:CALCulate[:SElected]:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:DIScrete :CALCulate[:SElected]:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:DIScrete?
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции «Discrete Marker».
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARK1:DIScrete 1

Маркер →

Настройка других параметров текущего маркера.

Маркер → CF

Установка центральной частоты прибора на частоту текущего маркера.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8[:SET]:CENTer
Инструкция	Установка положения маркера по оси X на центральную частоту. Команда действует при включенном маркере.
Пример	:CALCulate:MARKer1:CENTer

Маркер → Start Freq

Установка начальной частоты прибора на частоту текущего маркера.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8[:SET]:START
Инструкция	Установка положения маркера по оси X на начальную частоту. Команда действует при включенном маркере.
Пример	:CALCulate:MARKer1:START

Маркер → Stop Freq

Установка конечной частоты прибора на частоту текущего маркера.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8[:SET]:STOP
Инструкция	Установка положения маркера по оси X на конечную частоту. Команда действует при включенном маркере.
Пример	:CALCulate:MARKer1:STOP

Примечание. Команда не применяется при нулевой полосе обзора.

Дельта-маркер → Span

Эта функция применима только при включенном дельта-маркере.

Устанавливает величину полосы обзора на разность частот между двумя маркерами дельта-маркера.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:DELTA[:SET]:SPAN
Инструкция	Настройка разности частот между двумя маркерами по оси X на ширину полосы обзора. Команда применима только при включенном дельта-маркере.
Пример	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MODE :CALCulate:MARKer2:DELTA:SPAN

8.4.7.3. Пиковые значения

Поиск пиков

Вход в меню настройки поиска пиков и выполнение поиска пиков. Чтобы найти положительное значение, которое превышает измеренные значения на обоих концах диапазона (максимум), нужно выбрать пункт меню «Peak». Для поиска минимума нужно выбрать пункт меню «Valley».

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:MAXimum
Инструкция	Маркер ищет максимумы на выбранной трассе и отмечает их значком текущего маркера.
Пример	:CALCulate:MARKer4:MAXimum

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:Minimum
Инструкция	Маркер ищет минимумы на выбранной трассе и отмечает их значком текущего маркера.
Пример	:CALCulate:MARKer4:Minimum

Непрерывный поиск пиков

Включение или отключение функции непрерывного поиска пиков. По умолчанию установлено значение «Off» (Откл.). Если эта функция включена, система после каждой развертки будет автоматически выполнять поиск пиков, чтобы отслеживать измеряемый сигнал.

Примечание. С каждой трассой для непрерывного поиска максимумов и минимумов может использоваться только одна пара маркеров. Так, например, если какой-либо маркер работает в режиме непрерывного поиска максимумов, то включение другого маркера в этот же режим приведёт к автоматическому отключению предыдущего маркера.

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:CPSearch[:STATe] :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:CPSearch[:STATe]?
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции непрерывного поиска максимумов (Вкл./Откл.).
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer1:CPSEarch ON

Формат команды	:CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:CVSearch[:STATe] :CALCulate:MARKer[1] 2 3 4 5 6 7 8:CVSearch[:STATe]?
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции непрерывного поиска минимумов (Вкл./Откл.).
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer1:CVSEarch ON

Пик →

Peak → *Center*

Выполнение поиска максимума текущего маркера и установка частоты маркера на центральную частоту.

Valley → *Center*

Выполнение поиска минимума текущего маркера и установка частоты маркера на центральную частоту.

8.4.8. Предельные значения

Предельные линии — это форма тестирования, позволяющая визуализировать данные и результаты измерений. В процессе тестирования по пределам прибор сравнивает измеренные данные с установленным предельным значением и обеспечивает оценку каждой точки измерительных данных. Использование предельных линий и тестирования по пределам доступны только в логарифмическом (LogMag) или линейном (LinMag) формате данных. Если трасса с пределом переключается на другой формат данных, предел автоматически отключается.

Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2:STATe OFF ON 0 1 :CALCulate:LLINe[1] 2:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния предела.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe1:STATe OFF

8.4.8.1. Редактирование параметров пределов

Для входа в меню нажать клавишу «Limit», а затем выбрать какой-либо предел для активации подменю «Limit Edit» (Редактирование предела). В меню «Limit Edit» можно установить тип предела, режим предела, а также изменить/загрузить/сохранить данные предела.

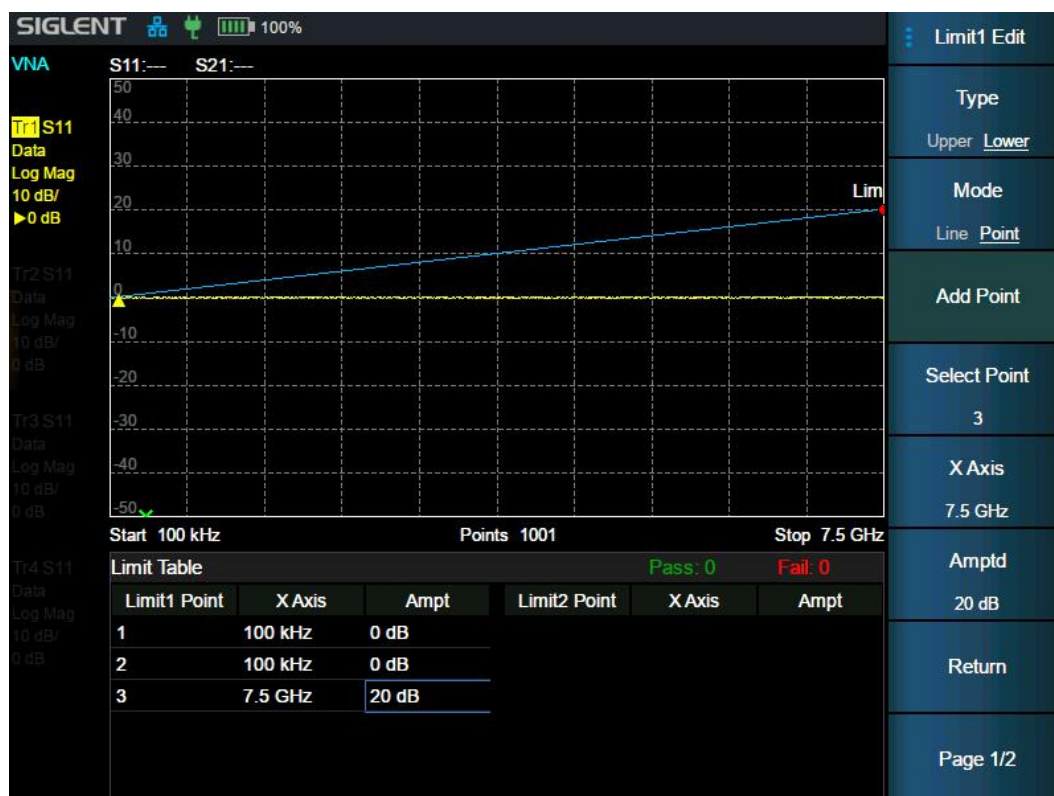


Рис. 8.25. Редактирование параметров пределов.

Тип предела

Настройка типа предела: верхний (Upper) или нижний (Lower). По умолчанию установлен тип предела «Upper».

Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2 :TYPE :CALCulate:LLINe[1] 2 :TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа пределов.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	UPPer LOWer
Выходные данные	UPP LOW
Пример	:CALCulate:LLINe1: UPPer

Режим предела

Важно установить, являются ли предельные линии прямыми линиями (режим «Line») или ломаными линиями, соединяющими предельные точки (режим «Point»). По умолчанию для этого параметра установлено значение «Line» (Линия).

Если установлен режим пределов «Line», требуется только установка уровня предельной линии. Если установлен режим пределов «Point», нужно с помощью клавиши добавления/удаления точек установить значение координат X и Y для каждой точки, выбрав конкретную предельную точку. То же самое можно сделать вручную, коснувшись экрана в таблице пределов для выбора и настройки точек. После изменения значения координаты X предельной точки список предельных точек будет заново отсортирован от меньшего к большему значению X.

Для установки режима пределов следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1] 2:MODE :CALCulate:LLINE[1] 2:MODE?
Инструкция	Настройка / запрос режима пределов.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	LINE POINT
Выходные данные	LINE POINT
Пример	:CALCulate:LLINE1:LINE

Для настройки уровня предельной линии следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CALCulate::LLINE[1] 2:LINE :CALCulate::LLINE[1] 2:LINE?
Инструкция	Настройка / запрос значения уровня предельной линии.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -150 дБ до 150 дБ
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:CALCulate:LLINE1:LINE 50

Для добавления/удаления данных предельных точек следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1] 2:POINT#:DATA val1,val2 :CALCulate:LLINE[1] 2:POINT#:DATA? :CALCulate:LLINE[1] 2:POINT:ADD val1,val2
Инструкция	Настройка / запрос данных определённой точки; если номер точки больше размера списка, команда не подействует. Добавление точки после текущих точек в списке.
Тип параметра	val1: Число с плавающей запятой, частота val2: Число с плавающей запятой, амплитуда
Диапазон значений параметра	val1: зависит от полосы обзора val2: от -150 дБ до 150 дБ
Выходные данные	val1: Число с плавающей запятой, частота val2: Число с плавающей запятой, амплитуда
Пример	:CALCulate:LLINE2:POINT:ADD 100,-20,200,-25 это означает добавление двух точек: (100,-20) , (200, -25) :CALCulate:LLINE2:POINT4: 100,-20 это означает изменение данных точки 4 на (100,-20)

Для настройки данных всех предельных точек следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CALCulate:LLINE[1] 2:POINTS :CALCulate:LLINE[1] 2:POINTS?
Инструкция	Настройка / запрос данных всех предельных точек. Эта команда стирает предыдущие предельные точки и задаёт новые входные значения.
Тип параметра	val1: Число с плавающей запятой, частота val2: Число с плавающей запятой, амплитуда
Диапазон значений параметра	val1: зависит от полосы обзора val2: от -150 дБ до 150 дБ
Выходные данные	val1: Число с плавающей запятой, частота val2: Число с плавающей запятой, амплитуда
Пример	:CALCulate:LLINE2:POINTS 100, -20, 200, -25, 300, -30

Для удаления одной или нескольких предельных точек следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CALCulate:LLINE#:POINT#:DELeTe :CALCulate:LLINE#:POINTS:DELeTe
Инструкция	Удаление одной определённой или всех предельных точек.
Пример	:CALCulate:LLINE1:POINT1:DELeTe :CALCulate:LLINE1:POINTS:DELeTe

8.4.8.2. Тестирование по пределам

Тестирование по пределам: запуск/остановка тестирования на выбранной трассе в соответствии с включенным типом и режимом предела.

- Если функция тестирования по пределам включена («On»), в верхней части области отображения появится символ «Pass/Fail», который указывает, насколько успешно прошла текущая трасса тестирования по пределам. Если два типа пределов применены в отношении разных трасс, результатом действия пределов будет «Результат 1 & Результат 2».
- Если добавлены две предельные точки и их координаты по оси X будут одинаковыми, а координаты по оси Y разными, то точка с меньшим значением координаты Y будет тестироваться с использованием типа предела «Upper» (Верхний), а точка с большим значением координаты Y — с использованием предела «Lower» (Нижний).

Формат команды	:CALCulate:LLINe:TEST :CALCulate:LLINe:TEST?
Инструкция	Настройка / запрос состояния тестирования по пределам (Вкл./Откл.).
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe:TEST 1

Формат команды	:CALCulate:LLINe[1] 2]:FAIL?
Инструкция	Запрос результата текущего тестирования по пределам.
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe2:FAIL1

Звуковой сигнал

Включение или отключение подачи звукового сигнала. Если функция подачи звукового сигнала включена («On»), а в процессе тестирования получен отрицательный результат («Не годен»), то будет подан короткий звуковой сигнал.

Формат команды	:CALCulate:LLINe:CONTrol:BEEP :CALCulate:LLINe:CONTrol:BEEP?
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции подачи звукового сигнала (Вкл./Откл.).
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe:CONTrol:BEEP OFF

Внимание: Если подача звукового сигнала отключена («Off») в системных настройках, то даже несмотря на включение этой функции в режиме тестирования по пределам, звуковой сигнал в случае получения отрицательного результата тестирования не будет подан.

Функция «Fail to stop» (Остановка при ошибке)

Функция «Fail to stop» (Остановка при ошибке) предназначена для отслеживания ошибок в процессе тестирования. При включенной функции прибор остановит развёртку, если в итоге теста будет получен отрицательный результат («Fail»).

Формат команды	:CALCulate:LLINe:FAIL:STOP :CALCulate:LLINe:FAIL:STOP?
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции «Fail to stop».
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:LLINe:FAIL:STOP OFF

8.4.9. Калибровка

Из-за наличия систематических ошибок, влияния кабелей, адаптеров, пробников и т.д. невозможно, как правило, напрямую и точно измерить параметры ТУ. Эти ошибки вызваны потерями сигнала внутри прибора, частотной характеристикой приёмников и отражениями внутри прибора, которые влияют на ТУ. Для обеспечения более высокой точности необходимо выполнять калибровку. После калибровки уточнённые значения S-параметров используются с результатами расчёта, что позволяет исключить ошибки из последующих измерений.

8.4.9.1. Определения

DUT, ТУ (тестируемое устройство) — кабель, антенна, линия передачи, усилитель, фильтр либо другое устройство, которое подключено к прибору и параметры которого подлежат измерить.

OPEN, SHORT, LOAD и THRU — калибровочные меры: холостого хода (XX), короткого замыкания (КЗ), согласованной нагрузки (СН) и переключки, соответственно.

OPEN, SHORT и LOAD — это меры «отражения», которые используются во время калибровки. Когда ВЧ-сигнал «попадает» на эти компоненты, он отражается известным образом. Эти компоненты также могут использоваться для подключения в качестве оконечного устройства к порту тестируемого устройства во время некоторых измерений.

Меры SHORT и OPEN отражают 100% мощности ВЧ-сигнала. Разница между ними заключается в том, как они влияют на фазу отражённого сигнала. Мера холостого хода OPEN является прецизионным компонентом, но если к кабелю *ничего* не подключать, то это может стать приемлемой заменой мере OPEN.

Мера LOAD поглощает почти ВСЮ мощность падающего сигнала, при этом очень небольшая часть сигнала отражается обратно к источнику.

Мера THRU используется на некоторых этапах калибровки для подключения порта PORT1 к порту PORT2 вместо ТУ. Соединение Flush THRU (иначе — переключка нулевой длины) можно выполнить, если кабели, подключаемые к ТУ, полностью сопрягаются друг с другом. В противном случае в качестве меры THRU можно использовать любой достаточно короткий кабель.

Опорная плоскость калибровки — это точка (или точки), к которой во время калибровки подключаются ТУ и калибровочные меры. Это могут быть разъёмы измерительных портов или концы соединительных кабелей или адаптеров.

8.4.9.2. Калибровочные наборы

Стандартные калибровочные наборы

Прибор по умолчанию позволяет использовать различные наборы калибровочных мер, включая F503, F603, F504, F604, 85032F, 85032B/E, 85032D/E.

Чтобы при калибровке использовались корректные данные калибровочного набора, следует выбрать правильный тип калибровочного набора. Для получения более подробной информации о параметрах калибровочных наборов и возможных сценариях их использования рекомендуется ознакомиться с руководством по эксплуатации коаксиального калибровочного набора, находящимся по адресу: https://siglentna.com/wp-content/uploads/dlm_uploads/2021/04/Mechanical-Calibration-Kit-Datasheet-v1.4.pdf.

Формат команды	:CORRection:COLLect:CKIT:LABel :CORRection:COLLect:CKIT:LABel?
Инструкция	Настройка / запрос типа текущего калибровочного набора.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	\"F503E\", \"F603E\", \"F504S\", \"F604S\", \"85032F\", \"85032B/E\", \"85033D/E\", \"User1\", \"User2\"
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CORRection:COLLect:CKIT:LABel \"85032F\"

Формат команды	:CORRection:COLLect:CKIT: GENDer :CORRection:COLLect:CKIT: GENDer?
Инструкция	Настройка / запрос типа разъёма (вилка/розетка) текущего калибровочного набора.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	MALE FEMAlE
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CORRection:COLLect:CKIT:GENDer MALE

Пользовательский калибровочный набор

Если пользователь применяет калибровочные меры (или наборы калибровочных мер), которые отличаются от готовых стандартных калибровочных наборов, например, использует три смещенные нагрузки короткого замыкания (offset SHORT) вместо мер OPEN, SHORT и LOAD для выполнения однопортовой калибровки, ему нужно создавать собственные пользовательские калибровочные наборы.

Порядок действий:

Для создания пользовательского калибровочного набора нужно последовательно выбрать пункты меню **Cal** → **Cal Kit** → **User1/User2**, а затем отредактировать типы и величину задержки стандартных мер OPEN/SHORT.

8.4.9.3. Типы калибровки

Калибровка с использованием меры OPEN

Если для определения параметров отражения в режиме холостого хода используется один порт, то компенсация ошибки отражения в модели ошибок измерительного устройства может быть рассчитана при подключении к измерительному порту только калибровочной меры OPEN, либо даже без какого-либо подключения. Если для определения характеристик переходного затухания одновременно используется калибровочная мера LOAD, то можно рассчитать ошибку направленности.

Последовательность калибровки:

1. Инициализировать предварительные настройки прибора.
2. Настроить выходную мощность встроенного источника, количество точек развёртки, полосу рабочих частот, калибровочный набор и другие параметры.
3. Выбрать пункты меню «Cal» → «Calibrate» → «Open Cal».
4. Подключить калибровочную меру OPEN к измерительному порту в соответствии с подсказками интерфейса, нажать «Open» для начала калибровки и «Finish» для выхода из интерфейса калибровки, завершения процесса калибровки и сохранения данных калибровки.

Калибровка с использованием меры SHORT

Как и в случае калибровки с использованием меры OPEN, для однопортового определения параметров в режиме короткого замыкания к порту устройства подключается калибровочная мера SHORT, что позволяет рассчитать ошибку отражения. Если для определения характеристик переходного затухания одновременно используется калибровочная мера LOAD, то можно рассчитать ошибку направленности.

Последовательность калибровки:

1. Инициализировать предварительные настройки прибора.
2. Настроить выходную мощность встроенного источника, количество точек развёртки, полосу рабочих частот, калибровочный набор и другие параметры.
3. Выбрать пункты меню «Cal» → «Calibrate» → «Short Cal».
4. Подключить калибровочную меру SHORT к порту PORT1 в соответствии с подсказками интерфейса, нажать «Short» для начала калибровки и «Finish» для выхода из интерфейса калибровки, завершения процесса калибровки и сохранения данных калибровки.

Полная однопортовая OSL калибровка

При любой однопортовой калибровке OSL (Open, Short, Load) калибровочные меры OPEN, SHORT и LOAD поочередно подключаются к измерительным портам для расчёта ошибки отражения, ошибки направленности и ошибки согласования источника в модели ошибок измерительного устройства.

Последовательность калибровки:

1. Инициализировать предварительные настройки прибора.
2. Настроить выходную мощность встроенного источника, количество точек развёртки, полосу рабочих частот, калибровочный набор и другие параметры.
3. Выбрать пункты меню «Cal» → «Calibrate» → «1-Port Cal».
4. Подключить калибровочную меру OPEN к порту PORT1 в соответствии с подсказками интерфейса, нажать «Open» для начала калибровки. Дождаться завершения сканирования, подключить калибровочную меру SHORT к порту PORT1 и нажать «Short» для начала калибровки. Дождаться завершения сканирования, подключить калибровочную меру LOAD к порту PORT1 и нажать «Load» для начала калибровки. По окончании калибровки нажать «Finish» для выхода из интерфейса калибровки, завершения процесса калибровки и сохранения данных калибровки.

Калибровка для измерения коэффициента передачи

При двухпортовой калибровке коэффициента передачи калибровочный набор THRU (перемычка) подключается между портами PORT1 и PORT2 для расчёта ошибки коэффициента передачи в модели ошибок измерительного устройства.

Последовательность калибровки:

1. Инициализировать предварительные настройки прибора.
2. Настроить выходную мощность встроенного источника, количество точек развёртки, полосу рабочих частот, калибровочный набор и другие параметры.
3. Выбрать пункты меню «Cal» → «Calibrate» → «Thru Cal».
4. Подключить калибровочную меру THRU между портами PORT1 и PORT2, нажать «Thru» для начала калибровки и «Finish» для выхода из интерфейса калибровки, завершения процесса калибровки и сохранения данных калибровки.

Расширенная калибровка

При расширенной двухпортовой калибровке между двумя портами подключается калибровочная мера THRU, а к одному из портов подключаются меры OPEN, SHORT и LOAD.

Последовательность калибровки:

1. Инициализировать предварительные настройки прибора.
2. Настроить выходную мощность встроенного источника, количество точек развёртки, полосу рабочих частот, калибровочный набор и другие параметры.
3. Выбрать пункты меню «Cal» → «Calibrate» → «Enhanced-Res Cal».
4. Подключить калибровочные меры OPEN, SHORT и LOAD к порту PORT1, нажать соответствующую клавишу для выполнения калибровки, а затем подключить калибровочную меру THRU между двумя портами для выполнения калибровки «Thru». После завершения калибровки нажать клавишу «Finish» для выхода из интерфейса калибровки, завершения процесса калибровки и сохранения данных калибровки.

После завершения калибровки и сохранения данных, в меню появится соответствующая типу калибровки клавиша «Apply xxx Cali», которая позволяет выполнить коррекцию. Для задания режима коррекции (применяются данные калибровки или нет) нужно настроить команды «On/Off».

Для выполнения калибровки следует использовать следующие команды.

Формат команды	:CORRection:COLLect:METHod:TYPE :CORRection:COLLect:METHod:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа калибровки.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	NONE OPEN SHORT 1PORT THRU ENHANCED E11 E21
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:CORRection:COLLect:METHod:TYPE SHORT
Формат команды	:CORRection:COLLect:OPEN
Инструкция	Сбор данных калибровки OPEN.
Пример	:CORRection:COLLect:OPEN 1
Формат команды	:CORRection:COLLect:SHORT
Инструкция	Сбор данных калибровки SHORT.
Пример	:CORRection:COLLect:SHORT 1
Формат команды	:CORRection:COLLect:LOAD
Инструкция	Сбор данных калибровки LOAD.
Пример	:CORRection:COLLect:LOAD 1
Формат команды	:CORRection:COLLect:THRU
Инструкция	Сбор данных калибровки THRU.
Пример	:CORRection:COLLect:THRU 1
Формат команды	:CORRection:COLLect:SAVE
Инструкция	После завершения процесса калибровки данные калибровки сохраняются и применяются.
Пример	:CORRection:COLLect:SAVE 1

Примечание. Наивысшая точность измерения обеспечивается, если диапазон частот или настройки сканирования остаются одинаковыми как при выполнении калибровки, так и во время измерения. Если эти настройки изменятся после калибровки, прибор будет интерполировать данные калибровки так, чтобы обеспечить максимально точные измерения.

Интерполированные данные калибровки лишь немного менее точны, чем калибровка, выполняемая с настройками измерения. Если данные выполненной калибровки были интерполированы, к примечанию калибровки будет добавлен вопросительный знак. Так, например, если данные текущей калибровки были интерполированы, на экране будет отображаться надпись «S11:C?». Для обеспечения более высокой точности измерений после изменения соответствующих настроек сканирования рекомендуется выполнить повторную калибровку.

8.4.9.4. Электронная калибровка ECal

Ecal — это технология автоматической калибровки, используемая в режиме векторного анализатора цепей (VNA). Каждый модуль ECal содержит электронные меры, которые автоматически переключаются в нужное положение во время калибровки измерений. Параметры электронных мер были определены в заводских условиях, а данные сохранены в памяти модуля ECal. Анализатор использует сохранённые данные вместе с данными измерений для расчета погрешностей при калибровке измерений. Модули Ecal предлагают следующие преимущества по сравнению с механическим калибровочным набором:

1. Простота процесса калибровки. Модуль электронной калибровки нужно подключить к прибору только один раз, чтобы проверить все требуемые для двухпортовой калибровки параметры без необходимости многократного повторного подключения.
2. Для выполнения электронной калибровки требуется меньше времени.
3. В процессе электронной калибровки меньше неопределённых факторов, а вероятность того, что на результатах калибровки отрицательно скажется неправильная эксплуатация, меньше, поскольку нет необходимости несколько раз выполнять подключение.

Последовательность электронной калибровки:

1. Соединить порт USB модуля ECal с портом USB анализатора с помощью кабеля USB. Если на модуле Ecal включится индикатор «Ready» (Готово), это означает, что модуль Ecal достиг оптимального рабочего состояния/температуры. После подключения модуля тип модуля, диапазон частот и тип разъёма распознаются автоматически.
2. Выбрать пункты меню «Cal» → «Ecal Info», чтобы просмотреть все значения параметров, сохранённые в памяти модуля ECal. На рис. 8.22 можно увидеть дату производства модуля, частотный диапазон, количество точек и тип разъёма.

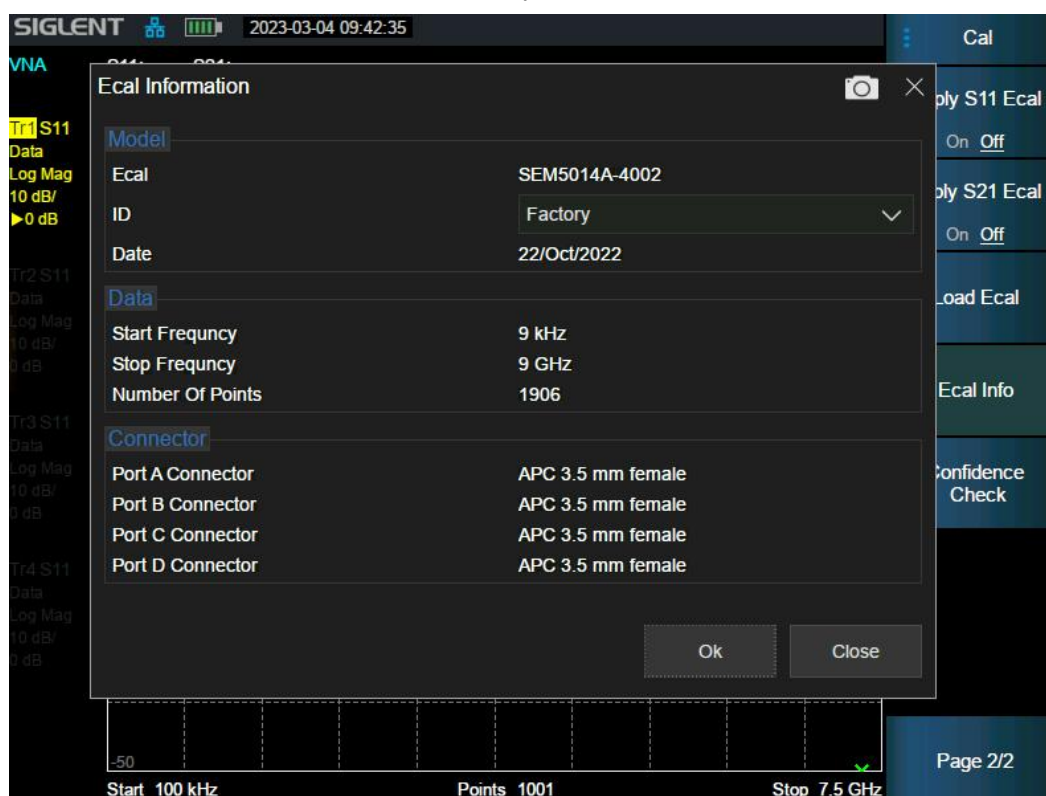


Рис. 8.26. Параметры, сохранённые в памяти модуля ECal.

3. Для начала загрузки выбранных измеренных параметров в прибор нажать «Load Ecal». Если эти данные были загружены раньше, то для обеспечения достоверности они будут сравниваться с сохраненными данными.
4. Для выполнения одно- или двухпортовой калибровки нажать «Calibrate▼», затем выбрать соответственно «S11 ECal» или «S21 Ecal». Надлежащим образом подключить калибровочную часть и измерительный порт прибора в соответствии с подсказками, нажать «Enter» для запуска автоматической калибровки, затем нажать «Finish» для сохранения и применения данных калибровки.

Формат команды	:CORRection:COLLect:METHod:ECAL?
Инструкция	Проверка правильности подключения калибровочной части к прибору.
Выходные данные	Булева переменная, 0 1
Пример	:CORR:COLL:METH:ECAL?

Формат команды	:CORRection:COLLect:ECAL:MODULE :CORRection:COLLect:ECAL:MODULE?
Инструкция	Настройка / запрос электронных калибровочных частей, соответствующих данным электронной меры.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	Определяется электронной калибровочной частью.
Выходные данные	Выбор варианта, пример выходных данных: Factory User1
Пример	:CORRection:COLLect:ECal:MODULE Factory

Формат команды	:CORRection:COLLect:ECAL:LOAD :CORRection:COLLect:ECAL:CANCEL
Инструкция	Выполнение / отмена загрузки текущих выборочных данных электронной меры.
Пример	:CORRection:COLLect:ECAL:LOAD

8.5. Режим анализатора модуляции

Режим анализатора модуляции (МА) включает анализ цифровой модуляции (DMA) и анализ аналоговой модуляции (АМА). Для выбора и добавления нужного режима в окно управления следует нажать клавишу **Mode**.

Для входа в меню настройки нужных параметров измерения следует нажать клавишу **Meas Setup**. В соответствии с фактическими потребностями выбрать необходимые варианты конфигурации параметров, получить соответствующий выходной сигнал и наблюдать результаты анализа.

8.5.1. Анализ цифровой модуляции

Путём анализа цифровых сигналов можно получить ряд показателей, таких как модуль вектора ошибки (EVM), ошибка амплитуды, ошибка фазы.

8.5.1.1. Настройки

Счётчик количества отсчётов функций «Average|Hold»

Счётчик «Average|Hold Times» определяет количество измерений N для усреднения при выборе типов трасс «Average» (Усреднение), «Max Hold» (Удержание максимума) и «Min Hold» (Удержание минимума). При однократном измерении (Single) и любом допустимом типе трассы (усреднение, удержание максимума или минимума) при достижении счётчиком значения N развёртка будет остановлена.

Увеличение количества измерений N (Average|Hold) позволяет уменьшить влияние шума или других случайных сигналов, тем самым подчёркивая стабильность характеристик сигнала.

Формат команды	<code>[:SENSe]:AVERage[:STATe]</code> <code>[:SENSe]:AVERage[:STATe]?</code>
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима усреднения.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:Average ON

Формат команды	<code>[:SENSe]:AVERage:COUNT</code> <code>[:SENSe]:AVERage:COUNT?</code>
Инструкция	Настройка / запрос количества усреднений.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 1 до 1000
Выходные данные	Целое число
Пример	:Average:COUNT 20

Статистическая обработка

При включении функции статистической обработки результаты измерений будут отображать максимальные и минимальные значения статистических данных. При отключении функции статистической обработки результаты измерений будут отображать только измеренные значения в режиме реального времени. По умолчанию функция статистической обработки отключена.

После выполнения повторного измерения статистические результаты будут стёрты, а статистическая обработка будет перезапущена. Если функция усреднения включена, расчёт среднего значения результатов измерений также будет запущен заново.

Формат команды	<code>[:SENSe]:STATistic:STATe</code> <code>[:SENSe]:STATistic:STATe?</code>
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима статистической обработки результатов демодуляции цифровых сигналов.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:STATistic:STATeON

Формат команды	<code>:CALCulate:REStart</code>
Инструкция	Перезапуск статистической обработки.
Пример	:CALCulate:REStart

8.5.1.2. Демодуляция

Тип и формат модуляции

Различают следующие типы модуляции:

- квадратурная амплитудная модуляция QAM: 8QAM, 16QAM, 32QAM, 64QAM, 128QAM, 256QAM;
- фазовая манипуляция PSK: BPSK, QPSK, 8PSK, DBPSK, DQPSK, D8PSK, $\pi/4$ DQPSK, $\pi/8$ DQPSK, OQPSK;
- частотная манипуляция FSK: 2FSK, 4FSK, 8FSK, MSK;
- амплитудная манипуляция ASK: 2ASK.

Формат команды	[:SENSe]:DDEMod:MODulation [:SENSe]:DDEMod:MODulation?
Инструкция	Настройка / запрос типа цифровой модуляции.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	ASK2 MSK BPSK QPSK PSK8 DBPSK DQPSK DPSK8 OQPSK PI4DQ PI8D8 QAM16 QAM32 QAM64 QAM128 QAM256 FSK2 FSK4 FSK8 FSK16
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:DDEMod:MODulation FSK8

Формат команды	:READ:DDEMod?
Инструкция	Запрос результатов демодуляции цифровых сигналов.
Тип параметра	Нет
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Последовательность символов: <ul style="list-style-type: none"> – при типе модуляции ASK: <ul style="list-style-type: none"> • среднеквадратичное значение ошибки ASK (% , CK3) • пиковое значение ошибки ASK (% , пик.) • положение символа пикового значения ошибки ASK • мощность несущей • смещение несущей • глубина модуляции ASK – при типе модуляции FSK: <ul style="list-style-type: none"> • среднеквадратичное значение ошибки FSK (% , CK3) • пиковое значение ошибки FSK (% , пик.) • положение символа пикового значения ошибки FSK • мощность несущей • смещение несущей • отклонение по частоте модуляции FSK – при типе модуляции MSK, PSK или QAM: <ul style="list-style-type: none"> • среднеквадратичное значение EVM (% , CK3) • пиковое значение EVM (% , пик.) • положение символа пикового значения EVM • среднеквадратичное значение амплитудной погрешности (% , CK3)

- пиковое значение амплитудной погрешности (% , пик.)
- положение символа пикового значения амплитудной погрешности
- среднеквадратичное значение фазовой погрешности (градусы)
- пиковое значение фазовой погрешности (градусы, пик.)
- положение символа пикового значения фазовой погрешности
- погрешность частоты (Гц)
- смещение IQ
- отношение сигнал/шум (коэффициент ошибок модуляции) (дБ)
- квадратурная ошибка (градусы)
- дисбаланс усиления (дБ)

Пример :READ:DDEMod?

Символьная скорость

Настройка скорости передачи символов (символов в секунду) в зависимости от параметров системы (сигнала).

Величина скорости передачи символов ограничена максимальным значением полосы пропускания прибора (BW_max).

Формат команды	:DDEMod[:FORMat]:SRATe :DDEMod[:FORMat]:SRATe?	
Инструкция	Настройка / считывание значения символьной скорости сигналов с цифровой модуляцией.	
Тип параметра	Целое число	
Диапазон значений параметра	От 1000 до 25000000	макс. символьная скорость S
	число бит в символе m	
	4	$25 \cdot 10^6$
	6	$25 \cdot 10^6$
	8	$18,75 \cdot 10^6$
	10	$15 \cdot 10^6$
	12	$12,5 \cdot 10^6$
	14	$10,714285 \cdot 10^6$
	16	$9,375 \cdot 10^6$
Выходные данные	Целое число	
Пример	:DDEMod:SRATe 2000	

Число бит в символе

Настройка количества бит в демодулируемых символах. Возможные значения: 4, 6, 8, 10, 12, 14 и 16.

Формат команды	[:SENSe]:DDEMod[:FORMat]:SYMBOL:POINTs [:SENSe]:DDEMod[:FORMat]:SYMBOL:POINTs?
Инструкция	Настройка / запрос числа бит в символе.
Тип параметра	Дискретное число
Диапазон значений параметра	4, 6, 8, 10, 12, 14, 16
Выходные данные	Дискретное число
Пример	:DDEMod:SYMBOL:POINTs 14

Интервал измерения

Настройка длительности анализа и отображения результатов демодуляции цифровых сигналов.

Формат команды	[:SENSe]:DDEMod[:FORMat]:RLENgth [:SENSe]:DDEMod[:FORMat]:RLENgth?
Инструкция	Настройка / запрос длительности интервала демодуляции сигналов.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 16 до 4096
Выходные данные	Целое число
Пример	:DDEMod:RLENgth 200

Настройка сигнального созвездия

Редактирование порядка символов в сигнальном созвездии.

8.5.1.3. Фильтр

Измерительный фильтр (Meas Filter)

Включение и выбор измерительного фильтра.

В приборе используются следующие типы измерительных фильтров:

- фильтр с характеристикой типа «квадратный корень из приподнятого косинуса» (root Nyquist)
- фильтр Найквиста
- гауссовский фильтр
- полусинусоидальный фильтр

Формат команды	<code>[[:SENSe]:DDEMod:FILTer[:MEASurement] [:SENSe]:DDEMod:FILTer[:MEASurement]?</code>
Инструкция	Настройка / запрос типа измерительного фильтра.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	OFF; RRCosine; RECTangle; GAUSsian; HSIN
Выходные данные	0 1
Пример	:DDEMod:FILTer HSIN

Эталонный фильтр (Ref Filter)

Включение и выбор эталонного фильтра.

В приборе используются следующие типы эталонных фильтров:

- фильтр с характеристикой типа «квадратный корень из приподнятого косинуса»
- фильтр Найквиста
- гауссовский фильтр
- полусинусоидальный фильтр

Формат команды	<code>[[:SENSe]:DDEMod:FILTer:REFerence [:SENSe]:DDEMod:FILTer:REFerence?</code>
Инструкция	Настройка / запрос типа эталонного фильтра.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	OFF; RRCosine; RECTangle; GAUSsian; HSIN
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:DDEMod:FILTer:REFerenceOFF

Длина фильтра

Настройка длины фильтра, используемого в приборе. Эта функция применима к фильтрам «Meas Filter» и «Ref Filter».

Формат команды	<code>[[:SENSe]:DDEMod:FILTer:RLENgth [:SENSe]:DDEMod:FILTer:RLENgth?</code>
Инструкция	Настройка / запрос длины фильтра.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0 до 128
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:DDEMod:FILT:RLENgth 5

Параметры «Alpha» и «BT»

Установка значения параметра «Alpha» для фильтра Найквиста и фильтра с характеристикой типа «квадратный корень из приподнятого косинуса» или значения параметра «BT» для гауссовского фильтра. Эта функция применима к фильтрам «Meas Filter» и «Ref Filter».

Формат команды	<code>[[:SENSe]:DDEMod:FILTer:ABT [:SENSe]:DDEMod:FILTer:ABT?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значений параметров «Alpha» и «BT».
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0 до 1
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:DDEMod:FILT:ABT 0.5

8.5.1.4. Поиск пачек импульсов/синхронизации

Продолжительность поиска

Задание временного диапазона (продолжительности) поиска сигналов.

Величина продолжительности поиска должна соответствовать следующему условию:

$$\text{Продолжительность поиска} \geq \frac{\text{Интервал измерения}}{\text{Символьная скорость}}$$

Если в результате изменения величины интервала измерения или символьной скорости приведет к тому, что величина продолжительности поиска перестанет соответствовать этому условию, прибор автоматически вычислит и подберёт подходящее минимальное значение.

Формат команды	<code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:SLENgth</code> <code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:SLENgth?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения продолжительности поиска.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 1,28 мс до 4,672 мс
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:DDEMod:SYNC:SLENgth 0.5ms

Поиск пачек импульсов

Функция поиска пачек импульсов позволяет измерять мощность пакета (импульсов) в сигнале и использует его для сегментации и изоляции сигнала для последующего отображения и анализа. Используя поиск пакетов, вы можете избежать вмешательства недействительных сигналов в процесс анализа.

Формат команды	<code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:BURSt[:STATe]</code> <code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:BURSt[:STATe]?</code>
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции поиска пачек импульсов.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DDEMod:SYNC:BURSt ON

Пороговое значение функции поиска пачек импульсов

Настройка пороговых значений нарастающих и спадающих фронтов пачек импульсов в соответствии с величиной пиковой мощности измеряемого сигнала.

Формат команды	<code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:BURSt:THREshold</code> <code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:BURSt:THREshold?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения порога.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -200 дБм до 200 дБм
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:DDEMod:SYNC:BURSt:THREshold -10

Минимальная продолжительность пачки импульсов

Настройка минимальной продолжительности нарастающего и спадающего фронтов пачки импульсов.

Формат команды	<code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:BURSt:MINLength</code> <code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:BURSt:MINLength?</code>
Инструкция	Настройка / запрос минимальной продолжительности пачки импульсов.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 10 мкс до 10 мс
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:DDEMod:SYNC:BURSt:MINLength 0.5ms

Минимальный интервал между пачками импульсов

Настройка минимального интервала для нарастающего и спадающего фронтов пачки импульсов.

Этот параметр определяет минимальное расстояние (в символах) между соседними пачками импульсов. Значение по умолчанию равно 1 символу; это гарантирует, что функция поиска пачек импульсов находит пачки, которые находятся очень близко друг к другу. Однако в случае, если буфер захвата не содержит расположенных очень близко пачек, рекомендуется увеличить значение интервала. Это ускорит поиск, а также сделает его более надёжным для сильно искаженных сигналов.

Следует иметь в виду, что этот параметр влияет только на надёжность поиска пакета. Его не следует использовать для исключения каких-либо пачек импульсов из результатов измерений. Так, например, задание минимальной длительности интервала в 100 символов не гарантирует, что функция поиска пачек не обнаружит пачки с очень маленьким значением интервала.

Формат команды	<code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:BURSt:MINGap</code> <code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:BURSt:MINGap?</code>
Инструкция	Настройка / запрос минимального интервала между пачками импульсов.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 10 м+кс до 10 мс
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:DDEMod:SYNC:BURSt:MINGap 0.5ms

Поиск синхронизации

Функция поиска синхронизации заключается в поиске кодовых комбинаций синхронизации в измеряемом сигнале и использовании их для локализации и разделения сигнала на сегменты для последующего анализа и отображения на экране.

Кодовое слово синхронизации представляет собой последовательность символов (код), причём такую, чтобы её длина была целым числом, кратным числу битов в каждом символе.

Формат команды	<code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:SWORd[:STATe]</code> <code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:SWORd[:STATe]?</code>
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции поиска синхронизации.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DDEMod:SYNC:SWORd ON

Смещение синхронизации

Настройка временного интервала (в символах) между началом блока данных измерения и началом кодового слова синхронизации. Если эта величина положительная, слово синхронизации располагается после начала данных измерения. Если она отрицательная, слово синхронизации находится до начала данных измерения.

Формат команды	<code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:SWORd:OFFSet</code> <code>[:SENSe]:DDEMod:SYNC:SWORd:OFFSet?</code>
Инструкция	Настройка / запрос величины смещения синхронизации.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От -10000 до 10000
Выходные данные	Целое число
Пример	:DDEMod:SYNC:SWORd:OFFSet 2

Кодовая последовательность синхронизации

Редактирование и отображение кодовых слов синхронизации.

Формат команды	<code>[:SENSe]:DDEMod:SEGMent:BER:PATtern</code> <code>[:SENSe]:DDEMod:SEGMent:BER:PATtern?</code>
Инструкция	Настройка / запрос кодовой последовательности синхронизации.
Тип параметра	Последовательность символов
Диапазон значений параметра	От 0 до 320
Выходные данные	Последовательность символов
Пример	:DDEMod:SEGMent:BER:PATtern "0011"

8.5.1.5. Тестер коэффициента битовых ошибок (BERT)

Функция тестирования коэффициента битовых ошибок означает, что прибор использует результаты текущего анализа модуляции и заданный опорный сигнал для сравнения по битам с целью определения коэффициента битовых ошибок.

Опорные сигналы могут быть предварительно настроены в интерфейсе редактирования, сохранены в профиле пользователя (файл в формате *.sta) и загружены в прибор.

Формат команды	<code>[:SENSe]:DDEMod:SEGMent:BER:STATe</code> <code>[:SENSe]:DDEMod:SEGMent:BER:STATe?</code>
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции BERT.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	Булева переменная
Пример	:DDEMod:SEGMent:BER:STATe ON

8.5.2. Анализ аналоговой модуляции

При анализе модуляции аналоговых сигналов можно получить ряд показателей, таких как мощность несущей, скорость модуляции, суммарный коэффициент нелинейных искажений (THD) и др.

Анализ аналоговой модуляции включает анализ сигналов с амплитудной (AM), частотной (FM/ЧМ) и фазовой (PM/ФМ) модуляцией.

Прибор позволяет выбрать режим модуляции, ширину полосы пропускания ПЧ и эквивалентный фильтр, а также режим усреднения данных.

Формат команды	:READ:ADEMod?
Инструкция	Запрос результатов демодуляции аналоговых сигналов.
Выходные данные	Последовательность символов – при типе модуляции AM: <ul style="list-style-type: none">• carrier_power• mod_rate• am_depth• sinad• carrier_offset – при типе модуляции FM: <ul style="list-style-type: none">• carrier_power• mod_rate• fm_deviation• sinad• carrier_offset – при типе модуляции PM: <ul style="list-style-type: none">• carrier_power• mod_rate• pm_radians• sinad• carrier_offset
Пример	:READ:ADEMod?

8.5.2.1. Тип аналоговой модуляции

Анализ аналоговой модуляции включает анализ сигналов с амплитудной (AM), частотной (FM/ЧМ) и фазовой (PM/ФМ) модуляцией.

Формат команды	[:SENSe]:ADEMod:STYLE [:SENSe]:ADEMod:STYLE?
Инструкция	Настройка / запрос типа аналоговой модуляции.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	AM: амплитудная модуляция FM: частотная модуляция PM: фазовая модуляция
Выходные данные	Выбор варианта: AM FM PM
Пример	:ADEMod:STYLE AM

8.5.2.2. Полоса пропускания ПЧ (IFBW)

Параметр «IFBW» определяет ширину полосы пропускания ПЧ анализируемого сигнала. Если настройка неправильная, это может повлиять на точность результатов измерений. Ширина полосы пропускания промежуточной частоты IFBW должна быть как можно меньшей, чтобы улучшить соотношение сигнал/шум при демодуляции аналоговых сигналов.

Возможные значения параметра «IFBW»: 1,2 МГц, 960 кГц, 600 кГц, 480 кГц, 300 кГц, 240 кГц, 120 кГц, 96 кГц и 60 кГц.

Для анализа сигналов с амплитудной модуляцией («AM») ширины полосы пропускания ПЧ должна быть более чем в два раза превышать частоту модуляции; для анализа сигналов с частотной модуляцией («FM») ширины полосы пропускания ПЧ должна быть более чем в два раза больше суммы величин смещения частоты и частоты модуляции.

Формат команды	:CALCulate:IFBW:INDEX :CALCulate:IFBW:INDEX?
Инструкция	Настройка / запрос значения ширины полосы пропускания ПЧ.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	От 0 до 8
Выходные данные	От 0 до 8
Пример	:CALCulate:IFBW:INDEX 5

8.5.2.3. Эквивалентный фильтр нижних частот

Параметр «EqLPF» определяет полосу пропускания эквивалентного фильтра нижних частот анализируемого сигнала. Если настройка неправильная, это может повлиять на точность результатов измерений. Фильтр EqLPF — это дополнительный фильтр нижних частот, который можно использовать для измерения более низкой частоты модуляции модулированного сигнала. Полоса пропускания фильтра EqLPF в несколько раз меньше полосы пропускания ПЧ IFBW; прибор предлагает на выбор 6 значений: IFBW/6, IFBW/20, IFBW/60, IFBW/200, IFBW/600 и IFBW/2000.

Полоса пропускания фильтра EqLPF должна быть как можно меньшей, чтобы улучшить соотношение сигнал/шум при демодуляции аналоговых сигналов, но в то же время она должна быть больше или равна частоте модуляции.

Формат команды	:CALCulate:EQLPf:INDEX :CALCulate:EQLPf:INDEX?
Инструкция	Настройка / запрос значения полосы пропускания эквивалентного ФНЧ.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	От 0 до 6
Выходные данные	От 0 до 6
Пример	:CALCulate:EQLPf:INDEX 2

8.5.2.4. Усреднение

Включение или отключение функции усреднения результатов измерений, при этом можно задать количество результатов, по которым рассчитывается среднее значение. При отключении функции усреднения колонка «Среднее» результатов измерений изменится на «Текущее». Чем больше количество усреднений, тем стабильнее среднее значение.

8.5.3. Частота

8.5.3.1. Частота и полоса обзора

В режиме анализатора модуляции можно настроить только значение центральной частоты.

Полоса обзора не настраивается и используется только для отображения эквивалентной полосы пропускания канала в текущей конфигурации.

Формат команды	[:SENSe]:FREQUENCY:CENTer [:SENSe]:FREQUENCY:CENTer?
Инструкция	Настройка / запрос значения центральной частоты.
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	От 0 Гц до 28 ГГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	[:SENSe]:FREQUENCY:CENTer 300 MHz

8.5.3.2. Шаг центральной частоты

Установка значения величины шага частоты ведёт к изменению шага перемещения центральной частоты, начальной частоты, конечной частоты и смещения частоты при нажатии клавиши направления.

Фиксированное значение шага изменения центральной частоты позволяет быстро и плавно переключать измерительные каналы.

Формат команды	[:SENSe]:FREQUENCY:CENTer:STEP[:INCRement] [:SENSe]:FREQUENCY:CENTer:STEP[:INCRement]?
Инструкция	Настройка / запрос значения шага центральной частоты
Тип параметра	Число с плавающей запятой, единицы: Гц, кГц, МГц, ГГц
Диапазон значений параметра	1 Гц...100 МГц
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	[:SENSe]:FREQUENCY:CENTer:STEP[:INCRement] 20 MHz

8.5.4. Ширина полосы частот

8.5.4.1. Эквивалентная полоса пропускания

В режиме анализатора модуляции не поддерживается настройка полосы пропускания, при этом только отображается значение эквивалентной полосы пропускания

Формат команды	[[:SENSe]:BWIDth[:RESolution]]?
Инструкция	Считывание значения эквивалентной полосы пропускания.
Тип параметра	Нет
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Число с плавающей запятой, единицы: Гц
Пример	:BWIDth?

8.5.4.2. Использование оконной функции

Фильтр EQBW позволяет использовать несколько различных оконных функций, которые вы можно переключать в режиме реального времени в зависимости от измерительных потребностей. Доступные оконные функции включают: прямоугольное окно, окно Хемминга, окно Хеннинга, окно с плоской вершиной, окно Блэкмана. По умолчанию используется окно с плоской вершиной.

Формат команды	[[:SENSe]:DDEMod:FFT:WINDow:TYPE[:SENSe]:DDEMod:FFT:WINDow:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос оконной функции.
Тип параметра	Выбор варианта RECTangular HAMMING : HANNing FLATtop BLACKman
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Выбор варианта RECT HAMM HANN FLAT BLAC
Пример	:DDEMod:FFT:WINDow:TYPE BLAC

8.5.5. Развёртка

8.5.5.1. Управление развёрткой и измерениями (однократное / непрерывное / перезапуск)

Сканирование и измерение

Органы управления «Single/Continue» служат для выполнения однократного или непрерывного сканирования или измерения.

Перезапуск

Перезапуск текущего сканирования или измерения. В частности, перезапуск будет производиться при изменении параметров сканирования.

Формат команды	:INITiate[:IMMEDIATE]
Инструкция	Перезапуск текущего сканирования Команды <i>:INITiate:REStart</i> и <i>:INITiate:IMMEDIATE</i> действуют одинаково.
Тип параметра	Нет
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Нет
По умолчанию	Нет
Меню	Нет
Пример	:INITiate:IMMEDIATE

Формат команды	:INITiate:CONTInuous OFF ON 0 1 :INITiate:CONTInuous?
Инструкция	Включение / выключение режима непрерывной развёртки. Запрос признака состояния режима непрерывной развёртки.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:INITiate:CONTInuous OFF

Формат команды	ABORt
Инструкция	Эта команда используется для остановки текущего измерения. Она максимально быстро прерывает текущее измерение, возвращает в исходное состояние системы развёртки и запуска и переводит измерение в режим ожидания. Если прибор настроен на непрерывное измерение, он запускает измерение и формирует новую последовательность измерительных данных в процессе сбора данных (сканирования), который выполняется, если выполняется условие запуска. Если прибор настроен на однократное измерение, он остаётся в режиме ожидания до тех пор, пока не будет получена команда :INIT:IMM.
Тип параметра	Нет
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Нет
Значения по умолчанию	Нет
Меню	Нет
Пример	:INIT:ABORt

8.5.6. Запуск

8.5.6.1. Источник сигнала запуска

В приборе предусмотрено использование разных источников запуска, которые обеспечивают удовлетворение различных потребностей запуска.

Свободный запуск

Свободный запуск — это режим, который прибор использует по умолчанию. В этом режиме развёртка осуществляется циклически и непрерывно.

Сигнал видеотракта

Если необходимо захватить очень короткий переходный сигнал, можно использовать режим запуска по видеосигналу. В этом режиме запуск сработает и сигнал отобразится на экране, только если нарастающий фронт или срез сигнала пересечёт уровень запуска.

Сигнал внешнего запуска

Внешний запуск обеспечивает более широкие возможности запуска. Если необходимо реализовать функции периодического запуска и задержки запуска, то можно выбрать режим внешнего запуска. В этом режиме запуск осуществляется нарастающим или спадающим фронтом внешнего сигнала, а для периодического запуска можно использовать прямоугольный сигнал определенной частоты. Время задержки можно регулировать с помощью параметра «Trigger Delay» (Задержка запуска).

Запуск от периодического таймера

При выборе запуска от периодического таймера (параметр «Periodic»), анализатор использует сигнал встроенного периодического таймера в качестве источника запуска. События запуска задаются параметрами периодического таймера, которые могут быть изменены с помощью источника смещения и периодической синхронизации (Src).

Этот режим запуска рекомендуется использовать, когда есть периодический сигнал, но нет стабильного сигнала для запуска. Периодические сигналы можно синхронизировать с внешними событиями (с использованием источника периодической синхронизации), чтобы получить максимально стабильный сигнал запуска.

Если источник синхронизации не выбран (выключен), встроенный таймер не будет синхронизироваться с какими-либо внешними событиями синхронизации.

Формат команды	:TRIGger:SOURce :TRIGger:SOURce?
Инструкция	Настройка / запрос типа источника сигнала запуска.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	"IMMediate", "VIDeo", "EXTernal", "FRAMe"
Выходные данные	"IMM", "VID", "EXT", "FRAMe"
Пример	:TRIGger:SOURce VID

8.5.6.2. Уровень запуска

Установка уровня амплитуды для режима запуска по видеосигналу (поддерживается только абсолютное значение уровня). Запуск срабатывает, когда видеосигнал пересекает уровень напряжения заданным фронтом.

Если выбран режим запуска по видеосигналу, уровень запуска будет отображаться в виде оранжевой линии, а на правом краю которой будет отображаться надпись: *Trig Line: xxxx dBm*.

Формат команды	:TRIGger: {type}:LEVel :TRIGger: {type}:LEVel?
Инструкция	Настройка / запрос значения уровня запуска. {type}: "VIDeo", "EXTernal"
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -300 дБм до 50 дБм
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRIGger:VIDeo:LEVel -20

8.5.6.3. Фронт сигнала запуска

Установка полярности сигнала запуска для режима внешнего запуска и запуска по видеосигналу. Возможные варианты: запуск по нарастающему фронту и запуск по срезу (спадающему фронту).

Формат команды	:TRIGger: {type}:SLOPe :TRIGger: {type}:SLOPe?
Инструкция	Настройка / запрос полярности фронта сигнала запуска. {type}: "VIDeo", "EXTernal"
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	"POS", "NEG"
Выходные данные	"POS", "NEG"
Пример	:TRIGger: EXTernal:SLOPe :TRIGger: VIDeo:SLOPe?

8.5.6.4. Задержка запуска

Установка задержки запуска, при этом возможно установить отрицательное значение задержки.

$$\text{Макс. длительность отрицательной задержки} = \frac{500\,000\,000}{\text{символьная скорость} \times \text{число бит в символе} \times 8}$$

Формат команды	:TRIGger:{type}:DELay :TRIGger:{type}:DELay?
Инструкция	Настройка / запрос значения задержки запуска.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От -500 мс до 500 мс
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRIGger:EXTernal:DELay 5e-3 :TRIGger:FRAMe:DELay?

Формат команды	:TRIGger:{type}:DELay:STATe :TRIGger:{type}:DELay:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния задержки запуска. {type}: "VIDeo", "EXTernal", "FRAMe"
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:TRIGger:EXTernal: DELay:STATe 1

8.5.6.5. Компенсация задержки запуска при нулевой полосе обзора (только внешний запуск)

Обычно после формирования сигнала запуска отображение и запуск данных происходят одновременно. Однако время прохождения тракта сигнала запуска и тракта данных различно. В результате данные, отображаемые во время запуска, являются предварительными данными. Это не влияет на целостность данных и не приводит к потере данных в точке запуска. Однако в некоторых случаях бывает необходимо отображать нулевую точку координатной сетки экрана в качестве информации о входном сигнале в точке запуска, поэтому при нулевой полосе обзора нужна функция компенсации задержки.

Формат команды	:TRIGger:EXTernal:DELay:COMPensation OFF ON 0 1 :TRIGger:EXTernal:DELay:COMPensation?
Инструкция	Включение / выключение функции компенсации задержки внешнего запуска при нулевой полосе обзора.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:TRIGger:EXTernal:DELay:COMPensation OFF

8.5.6.6. Период запуска (только для периодического запуска)

Настройка периода запуска.

Формат команды	:TRIGger:FRAMe:PERiod :TRIGger:FRAMe:PERiod?
Инструкция	Настройка / запрос значения периода запуска.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 100 нс до 10 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRIGger:FRAMe:PERiod 1s

8.5.6.7. Время смещения (только для периодического запуска)

Настройка суммарной величины смещения между тактовым сигналом периодического запуска и событиями запуска. Тактовый сигнал периодического запуска нельзя наблюдать с помощью программного обеспечения, можно увидеть только событие запуска. Таким образом, для настройки времени события запуска нужно настроить только смещение между тактовым сигналом периодического запуска и событием запуска. Однако абсолютное значение внутреннего смещения неизвестно, а каждое изменение смещения суммируется с полученными ранее результатами.

Формат команды	:TRIGger:FRAMe:OFFSet :TRIGger:FRAMe:OFFSet?
Инструкция	Настройка / запрос значения времени смещения периодического запуска.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0 с до 10 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRIGger:FRAMe:OFFSet 1s

8.5.6.8. Сброс отображения времени смещения (только для периодического запуска)

Сброс отображения времени смещения периодического запуска. Изменение этого параметра не влечёт за собой изменение абсолютного значения внутреннего смещения.

Формат команды	:TRIGger:FRAMe:OFFSet:DISPlay:RESet
Инструкция	Сброс отображения времени смещения периодического запуска на ноль.
Пример	:TRIGger:FRAMe:OFFSet:DISPlay:RESet

8.5.6.9. Источник синхронизации (только для периодического запуска)

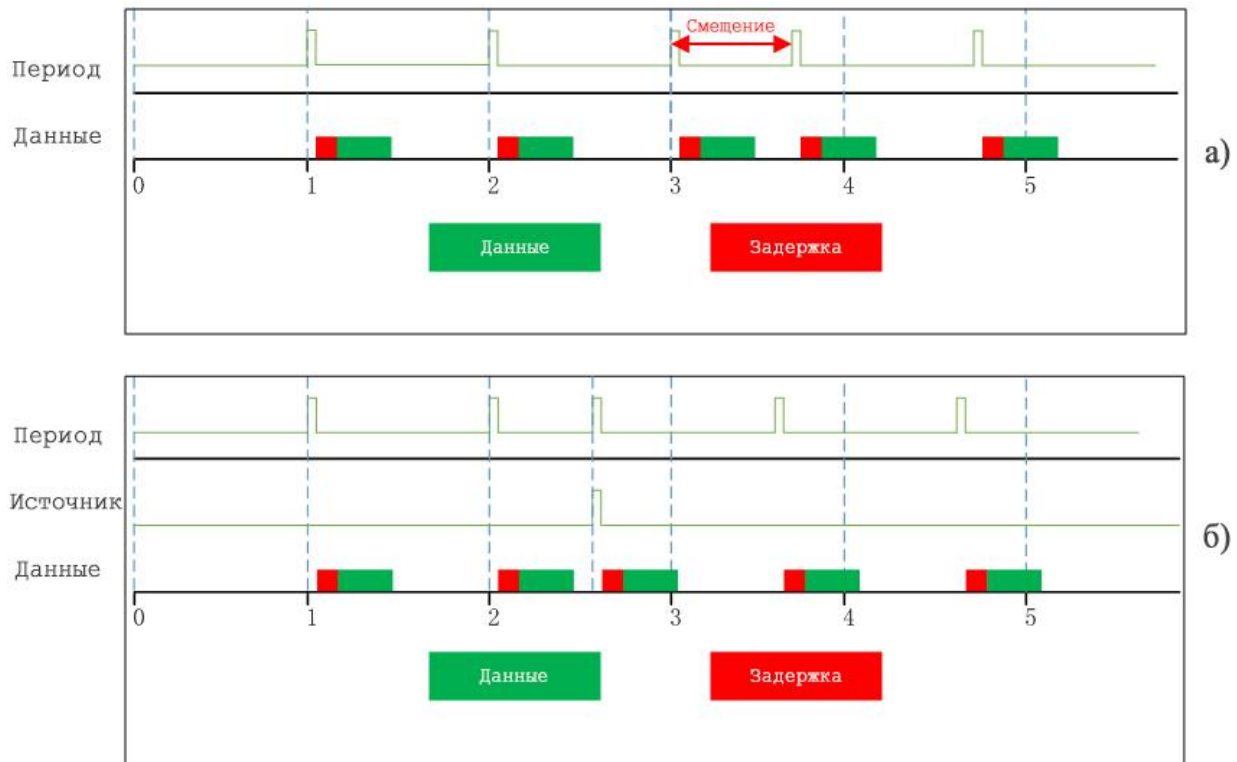


Рис. 8.27. Запуск источника синхронизации.

а) Источника синхронизации нет, но есть смещение запуска

б) Есть источник синхронизации

Формат команды	:TRIGger:FRAMe:SYNC :TRIGger:FRAMe:SYNC?
Инструкция	Настройка / запрос типа источника периодической синхронизации.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	"OFF", "EXT"
Выходные данные	"OFF", "EXT"
Пример	:TRIGger:FRAMe:SYNC EXT

8.5.6.10. Автоматический запуск

Автоматический запуск — это вспомогательный метод запуска, который может использоваться во всех режимах запуска, кроме режима свободного запуска (Free run). Если пользователю требуется непрерывный запуск, но условия запуска для выбранного режима не выполняются, можно использовать автоматический запуск. После использования автоматического запуска отсчёт начинается после завершения измерения. Если счётчик ещё не достиг заданного значения, а условие запуска выбранного режима выполняется, счётчик автоматического запуска будет очищен и перезапущен после следующего измерения. Если счётчик достиг установленного значения и условие запуска выбранного режима не выполняется, выполняется принудительный запуск, а измерения затем продолжается в соответствии с обычным процессом запуска.

Формат команды	:TRIGger:ATRigger:STATE :TRIGger:ATRigger:STATE?
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима автоматического запуска.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:TRIGger:ATRigger:STATE 1

Формат команды	:TRIGger:ATRigger :TRIGger:ATRigger?
Инструкция	Настройка / запрос значения времени автоматического запуска.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 1 мкс до 100 с
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRIGger:ATRigger 1s

8.5.6.11. Задержка запуска (Hold Off)

В функции задержки запуска Hold Off первая часть термина, Hold, означает блокировку, задержку, а вторая часть, Off, означает выключение, разблокирование. Задержка запуска Hold Off может использоваться во всех режимах запуска, кроме режима свободного запуска (Free run). Очевидно, что функция задержки запуска может рассматриваться как ужесточение условий запуска, то есть осуществление запуска должно не только удовлетворять условию запуска для выбранного режима запуска, но также удовлетворять дополнительным условиям задержки запуска Hold Off.

Нормальный

В нормальном режиме подсчёт отсчёт выполняется до срабатывания схемы запуска, а следующий сигнал запуска может быть сгенерирован только после того, как число отсчётов будет соответствовать заданным требованиям.

Высокий уровень

При запуске по нарастающему фронту видеосигнала (внешнего сигнала) необходимо, чтобы после запуска фактический уровень сигнала был выше уровня запуска (порога запуска) по крайней мере, в течение заданного времени.

При запуске по спадающему фронту видеосигнала (внешнего сигнала) необходимо, чтобы до запуска фактический уровень сигнала был выше уровня запуска (порога запуска) в течение времени накопления, превышающего заданное время.

При запуске по периодическому сигналу момент запуска соответствует высокому уровню сигнала, продолжительность — периоду сигнала, а другой момент времени — низкому уровню, что может быть определено на основании других режимов запуска.

Низкий уровень

При запуске по нарастающему фронту видеосигнала (внешнего сигнала) необходимо, чтобы до запуска фактический уровень сигнала был ниже уровня запуска (порога запуска) в течение времени накопления, превышающего заданное время.

При запуске по спадающему фронту видеосигнала (внешнего сигнала) необходимо, чтобы после запуска фактический уровень сигнала был ниже уровня запуска (порога запуска) по крайней мере, в течение заданного времени.

Таким же образом осуществляется запуск по периодическому сигналу.

Формат команды	:TRIGger:HOLDoff:STATE :TRIGger:HOLDoff:STATE?
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима задержки запуска.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:TRIGger:HOLDoff:STATe 1

Формат команды	:TRIGger:HOLDoff :TRIGger:HOLDoff?
Инструкция	Настройка / запрос значения времени задержки запуска.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 0 до 500 мс
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRIGger:HOLDoff 0.01s

Формат команды	:TRIGger:HOLDoff:TYPE :TRIGger:HOLDoff:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа задержки запуска.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	"NORMal", "ABOVe", "BELOW"
Выходные данные	"NORMal", "ABOVe", "BELOW"
Пример	:TRIGger:HOLDoff:TYPE ABOVE

8.5.7. Амплитуда

8.5.7.1. Атенюатор и ВЧ-предусилитель

В зависимости от величины амплитуды входного сигнала можно настроить соответствующий ВЧ аттенюатор или усилитель, которые позволяют исключить искажение изображения при вводе сильных сигналов и снизить уровень шума при вводе слабых сигналов.

Формат команды	<code>[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation</code> <code>[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation?</code>
Инструкция	Настройка / запрос величины ослабления входного аттенюатора.
Тип параметра	Целое число, единицы: дБ
Диапазон значений параметра	От 0 дБ до 51 дБ
Выходные данные	Целое число, единицы: дБ
Пример	<code>[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation 30 dB</code>

Формат команды	<code>[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO OFF ON 0 1</code> <code>[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO?</code>
Инструкция	Настройка / запрос состояния входного аттенюатора.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	<code>[:SENSe]:POWer[:RF]:ATTenuation:AUTO ON</code>

8.5.7.2. Опорный уровень и шкала по оси Y

Настройка и отображение опорного уровня и масштаба текущего окна. Единицы измерения на шкале соответствуют единицам измерения данных трассы.

Автоматическое масштабирование параметров текущего окна (Auto Scale) и Автоматическое масштабирование всех окон (Auto Scale All) можно использовать для настройки масштаба окон в соответствии с данными сигнала.

Формат команды	<code>:TRACe1 2 3 4:Y[:SCALe]:RLEVel</code> <code>:TRACe1 2 3 4:Y[:SCALe]:RLEVel?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения опорного уровня на оси Y. Эта команда применима при измерении параметров сигналов с ASK-, FSK-, MSK-, PSK- и QAM-модуляцией, но только если формат данных не Syms/Errs.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	– при типе отображения Log Mag: от –1000 до 1000 – при типе отображения Lin Mag: от –1000 до 1000 – при типе отображения Real: от –1000 до 1000 – при типе отображения Imag: от –1000 до 1000 – при типе отображения I-Q: от –1000 до 1000 – при типе отображения Constellation: от –1000 до 1000 – при типе отображения I-Eye: от –1000 до 1000 – при типе отображения Q-Eye: от –1000 до 1000 – при типе отображения Wrap Phase: от –1000 до 1000 – при типе отображения Unwrap Phase: от –1000 до 1000 – при типе отображения Trellis-Eye: от –1000 до 1000
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Значения по умолчанию	Нет
Пример	<code>:TRACe4:Y:RLEVel 2</code>

Формат команды	<code>:TRACe1 2 3 4:Y[:SCALe]:PDIVision</code> <code>:TRACe1 2 3 4:Y[:SCALe]:PDIVision?</code>
Инструкция	Настройка / запрос значения масштаба отображения для каждого деления шкалы по оси Y. Эта команда применима при измерении параметров сигналов с ASK-, FSK-, MSK-, PSK- и QAM-модуляцией, но только если формат данных не Syms/Errs.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	<code>:TRACe4:Y:PDIVision 2</code>

Формат команды	:TRACe1 2 3 4[:Y]:AUToscale
Инструкция	Включение автоматического масштабирования.
Тип параметра	Нет
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Нет
Пример	:TRACe2:AUToscale

8.5.8. Трасса

8.5.8.1. Выбор трассы

Выбор текущей трассы. После выбора трассы можно настроить нужные параметры, например, опорный уровень трассы. Для выбора трассы можно также коснуться экрана и щелкнуть окно, в котором расположена нужная трасса.

После выбора трассы слева от метки трассы отображается символ «>».

Формат команды	:CALCulate:PARAmeter:COUNt :CALCulate:PARAmeter:COUNt?
Инструкция	Настройка / запрос номера трассы.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 1 до 4
Выходные данные	Целое число
Пример	:CALCulate:PARAmeter:COUNt 4

8.5.8.2. Расположение окон

Выбор схемы расположения окон на экране. Возможны следующие схемы:

- одиночное окно
- два окна, расположенные друг над другом
- два окна, расположенные рядом
- 4 окна (сетка 2×2)

Формат команды	:DISPlay:LAYout
Инструкция	Настройка / запрос расположения окон на экране. В данное время схема (1 строка, 2 колонки) не поддерживается (1, 2).
Тип параметра	Целое число (число строк и колонок)
Диапазон значений параметра	Строки: 1 или 2 Колонки: 1 или 2
Выходные данные	Нет
Пример	:DISPlay:LAYout 2,2

8.5.8.3. Отображение трасс и расположение окон (режим DMA)

Расположение окон

Можно выбрать отображение от 1 до 4 окон, и в каждом окне можно указать свой тип данных трасс.

Таблица символов

Отображение демодулированного цифрового символического кода, который может быть выражен в двоичном или шестнадцатеричном формате.

8.5.8.4. Отображение трасс и расположение окон (режим AMA)

Отображение до трёх окон, в каждом окне отображаются разные трассы:

- сигнал во временной области;
- сигнал в частотной области;
- результаты демодуляции.

8.5.8.5. Выбор трассы

Выбор трассы для настройки соответствующих параметров трассы. Трассу можно выбрать также, щелкнув по метке трассы, отображаемой слева в строке состояния.

8.5.8.6. Количество трасс

Установка верхнего предела для номеров отображаемых трасс. В одном окне экрана может отображаться одновременно до четырех трасс.

8.5.8.7. Данные

Выбор отображаемых данных трассы.

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4:DATA:NAME :TRACe[1] 2 3 4:DATA:NAME?
Инструкция	Настройка / запрос данных трассы.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	<ul style="list-style-type: none"> – TIME: время – SPECtrum: спектр – MTIME: время измерений IQ – MSPECtrum: измерение спектра IQ (БПФ времени измерений IQ) – RTIME: опорное время IQ (преобразованное идеальное время для сравнения со временем измерений IQ) – RSPECtrum: опорный спектр IQ (БПФ опорного времени IQ) – MERRor: ошибка модуля IQ (разность между длиной вектора времени измерений IQ и вектора опорного времени IQ в каждый момент времени) – PERRor: ошибка фазы IQ (разность между фазой вектора времени измерений IQ и вектора опорного времени IQ в каждый момент времени) – EVTime: ошибка времени (векторная разность между временем измерений IQ и опорным временем IQ в каждый момент времени) – EVSPectrum: ошибка вектора спектра – SYMSerrs: ошибки в символах – RAWtime: исходные данные
Выходные данные	Выбор варианта
Пример	:TRACe:DATA:NAME SYMS

8.5.8.8. Формат

Выбор формата отображаемых данных трассы.

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4:FORMat[:Y] :TRACe[1] 2 3 4:FORMat[:Y]?
Инструкция	Настройка / запрос формата трассы.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	<ul style="list-style-type: none"> MLOG: Log Mag MLINear: Lin Mag REAL: Real IMAGinary: Imag IQ: I-Q CONStn: Constellation IEYE: I-Eye QEYE: Q-Eye WPHase: Wrap Phase UWPHase: Unwrap Phase TRELLis: Trellis-Eye
Выходные данные	<ul style="list-style-type: none"> MLOG MLIN REAL IMAG IQ CONS IEYE QEYE WPHA UWPH TREL
Пример	:TRACe:FORMat MLIN

8.5.8.9. Величина глазковой диаграммы

Настройка величины глазковой диаграммы.

Формат команды	:TRACe:DEMod:EYE:LENGth :TRACe:DEMod:EYE:LENGth?
Инструкция	Настройка / запрос величины глазковой диаграммы.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 2 до 40
Выходные данные	Целое число
Пример	:TRACe:DEMod:EYE:LENGth 4

8.5.8.10. Таблица символов

Отображение символов данных демодуляции цифрового сигнала (в двоичном или шестнадцатеричном формате).

Формат команды	:TRACe:DEMod:TABLE:FORMat :TRACe:DEMod:TABLE:FORMat?
Инструкция	Отображение формата таблицы символов данных демодуляции.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	BiNary HEXadecimal
Выходные данные	Выбор варианта BIN HEX
Пример	:TRACe:DEMod:TABLE:FORMat HEX

8.5.9. Маркеры

8.5.9.1. Выбор маркера и трассы

Для использования маркера его сначала необходимо выбрать в качестве текущего маркера. При наличии нескольких активных маркеров задействованный в данный момент маркер будет отображаться на переднем плане, а другой маркер будет закрашен черным цветом. В это же время в правом верхнем углу области сигнала также будет отображаться значение текущего маркера. Для запроса показаний всех активных маркеров нужно открыть таблицу маркеров ([Marker Settings]:[Marker Table]).

Маркер может быть связан только с одной трассой. При добавлении маркера, если он не был выбран вручную, то по умолчанию он будет связан с активной в данный момент трассой.

8.5.9.2. Тип маркера

Прибор поддерживает 2 типа маркеров: нормальный, дельта-маркер. Возможно также отключение всех маркеров. В зависимости от типа маркера показания и положение маркера также различаются при обновлении трассы.

- Нормальный маркер фиксируется на точке трассы, вертикальное положение маркера обновляется синхронно с обновлением трассы, а показания маркера являются координатами точки трассы.
- Дельта-маркер использует пару маркеров для определения разницы значений частоты (времени) и амплитуды между двумя точками трассы.

После выбора дельта-маркера на трассе появится пара маркеров: фиксированный опорный маркер (обозначается комбинацией номера маркера и символа «+», например, «2+») и дельта-маркер (обозначается знаком «Δ», например, «1Δ2»). Показания в правом верхнем углу области сигнала отображают разницу значений частоты (или времени) и амплитуды между измерительным дельта-маркером и опорным маркером.

После выбора режима маркера «Дельта» исходный маркер становится измерительным дельта-маркером, а маркер с последующим порядковым номером становится «фиксированным» опорным маркером.

Дельта-маркер находится в состоянии «относительно» подобно «нормальному» маркеру, и его положение по оси X можно изменить; опорный маркер по умолчанию находится в «фиксированном» состоянии (его положение на осях X и Y фиксировано), однако его положение на оси X можно настроить, перейдя в режим «Нормальный».

- «OFF»: отключение режима маркерных измерений.

Примечание.

При включении маркера или изменении его параметров, если при этом режим маркерных измерений никогда не включался или если маркер выходит за пределы текущего диапазона, маркер будет автоматически включен на центральной частоте текущей трассы, то есть в центре области сигнала.

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4:MARKer[1] 2 3 4:ENABle OFF ON 0 1 :TRACe[1] 2 3 4:MARKer[1] 2 3 4:ENABle?
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима маркерных измерений.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:TRACe1:MARKer1:ENABle ON

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4:MARKer[1] 2 3 4:TYPE POSition DELTA OFF :TRACe[1] 2 3 4:MARKer[1] 2 3 4:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа маркера.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	POSition DELTA OFF
Выходные данные	Выбор варианта: POS DELTA OFF
Пример	:TRACe:MARKer:TYPE POSition

8.5.9.3. Маркер по оси X

Настройка положения текущего маркера по оси X.

Если текущий маркер отключен (выбран пункт меню «Off»), настройка его положения на оси X (значений частоты или времени) не доступна.

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4:MARKer[1] 2 3 4:X :TRACe[1] 2 3 4:MARKer[1] 2 3 4:X?
Инструкция	Настройка / запрос положения маркера на оси X. Эта команда применима, только если режим маркера не отключен.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRACe:MARKer:X 200 :TRACe:MARKer:X?

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4:MARKer[1] 2 3 4:Y?
Инструкция	Считывание значения маркера по оси Y.
Тип параметра	Нет
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:TRACe:MARKer:Y?

8.5.9.4. Сброс дельта-маркера

Выбор этого пункта меню абсолютно равнозначен нажатию радиокнопки «Delta» в режиме «Marker». Выбранный маркер становится дельта-маркером. Если выбранный маркер уже является дельта-маркером, опорный маркер перемещается в текущую позицию выбранного маркера, тем самым сбрасывая значение дельта-маркера на ноль.

8.5.9.5. Функция относительных измерений

Функция относительных измерений «Relative To» используется для измерения разности значений частоты или времени по оси X и амплитуды по оси Y между двумя маркерами, которые могут находиться на разных трассах.

После выбора режима маркера «Дельта» исходный маркер становится измерительным дельта-маркером, а маркер с последующим порядковым номером становится «фиксированным», опорным маркером.

Формат команды	:TRACe[1] 2 3 4:MARKer[1] 2 3 4:REFeRence :TRACe[1] 2 3 4:MARKer[1] 2 3 4:REFeRence?
Инструкция	Настройка / запрос маркера относительных измерений. Текущий маркер не может быть настроен как опорный маркер.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 1 до 4
Выходные данные	От 1 до 4
Пример	:TRACe:MARKer:REFeRence 3

8.5.9.6. Связь маркеров

При включении функции «Marker Couple» (Связь маркеров) перемещение любого маркера вызывает одинаковое перемещение по оси X всех других отключенных маркеров.

Формат команды	:CALCulate[:SElected]:MARKer:COUPlE OFF ON 0 1 :CALCulate[:SElected]:MARKer:COUPlE?
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима связи маркеров.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	OFF ON 0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:CALCulate:MARKer:COUPlE ON

8.6. Входы и выходы

8.6.1. Вход опорной частоты

Источник опорной частоты включает внутренний источник опорных тактовых сигналов, внешний источник опорных тактовых сигналов и источник опорных тактовых сигналов с автоматическим выбором. Если внешний источник опорных тактовых сигналов не подключен, кнопка для его включения не активна. По умолчанию включен источник опорного сигнала с автоматическим выбором.

Формат команды	<code>[:SENSe]:ROSCillator:SOURce:TYPE</code> <code>[:SENSe]:ROSCillator:SOURce:TYPE?</code>
Инструкция	Настройка / запрос типа источника опорных тактовых сигналов.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	INTE EXT SENS
Пример	:ROSCillator:SOURce:TYPE INTE :ROSCillator:SOURce:TYPE EXT :ROSCillator:SOURce:TYPE SENS

8.6.2. Коррекция входного импеданса

Входное сопротивление прибора может иметь значение 50 Ом или 75 Ом. По умолчанию установлено значение 50 Ом. Если выбрана величина входного сопротивления 75 Ом, то потребуется переходник 75 Ом / 50 Ом.

Выбор величины входного сопротивления будет влиять только на результат вычислений. Оказывающими влияние факторами являются напряжение и сила тока (выражены в дБмВ, дБмкВ, дБмкА, В, А), но не мощность.

Формат команды	<code>[:SENSe]:CORRection:IMPedance[:INPut][:MAGNitude]</code> <code>[:SENSe]:CORRection:IMPedance[:INPut][:MAGNitude]?</code>
Инструкция	Настройка величины входного сопротивления.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	OHM50 OHM75
Пример	:CORRection:IMPedance OHM50 :CORRection:IMPedance OHM75

8.6.3. Режим GPS

8.6.3.1. Включение режима GPS

При включении режима GPS путём выбора пунктов меню «GPS» → «GPS On» на экране отображается соответствующая информация (область 2 на рис. 8.28). В области 1 на этом рисунке отображается пиктограмма захвата спутников системы GPS.

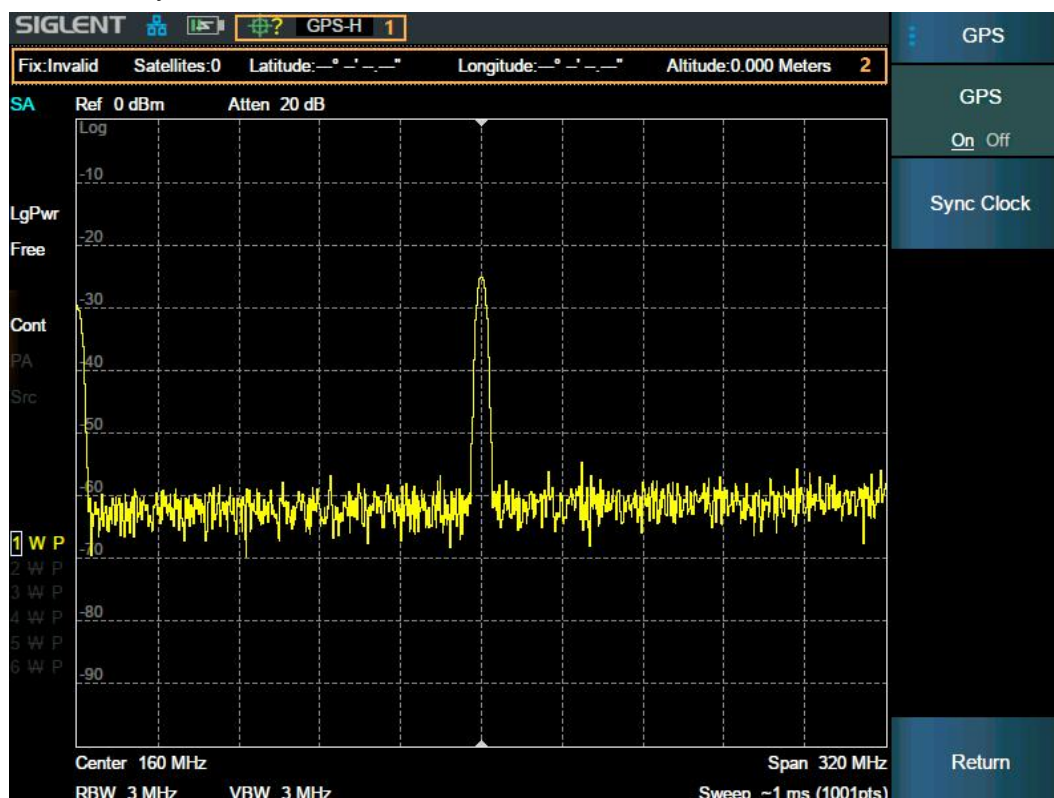


Рис. 8.28. Включение режима GPS.

Отображаемая на дисплее информация режима GPS:

- информация о захвате спутников: ошибочное пространство, глобальная навигационная спутниковая система (GNSS), дифференциальная глобальная система позиционирования (DGPS), предполагаемая неизвестная система;
- информация о спутниках: количество спутников;
- географическая широта местоположения;
- географическая долгота местоположения;
- высота над уровнем моря.

Формат команды	:SYSTem:GPS :SYSTem:GPS?
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима GPS.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	Булева переменная
Пример	:SYSTem:GPS 1

Формат команды	:SYSTem:GPS:INFO?
Инструкция	Запрос информации о режиме GPS.
Выходные данные	Последовательность символов
Пример	:SYSTem:GPS:INFO?

8.6.3.2. Клавиша синхронизации генератора тактовой частоты

Эта клавиша становится доступной сразу после активации режима GPS. Если активация режима GPS прошла успешно (или нет), на дисплее будет отображаться соответствующее сообщение. Обязательным условием активации режима GPS является успешный захват спутников (количество спутников не равно 0).

Формат команды	:SYSTem:CLOCK:SERVo
Инструкция	Выполнение активации режима GPS.
Пример	:SYSTem:CLOCK:SERVo

8.6.4. Режим смещения (BIAS)

8.6.4.1. Включение режима смещения

После включения режима смещения на выходной порт прибора «Bias out» подаётся напряжение.

Формат команды	:SYSTem:BIAS :SYSTem:BIAS?
Инструкция	Настройка / запрос состояния режима смещения.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	Булева переменная
Пример	:SYSTem:BIAS 1

8.6.4.2. Напряжение смещения

Настройка величины напряжения смещения.

Формат команды	:SYSTem:BIAS:VALUe :SYSTem:BIAS:VALUe?
Инструкция	Настройка / запрос значения напряжения смещения.
Тип параметра	Число с плавающей запятой
Диапазон значений параметра	От 12 В до 32 В
Выходные данные	Число с плавающей запятой
Пример	:SYSTem:BIAS:VALUe 20

8.7. Системные настройки

8.7.1. Система

8.7.1.1. О системе

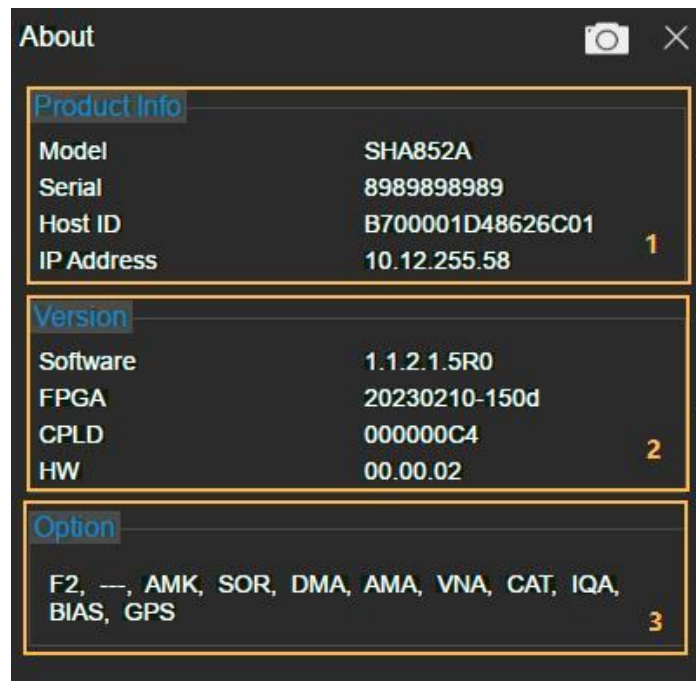


Рис. 8.29. Окно «О системе».

Область 1. Здесь отображается информация о продукте, включая название продукта, серийный номер, идентификатор Host ID и IP-адрес.

Область 2. Здесь отображается информация о программном обеспечении, включая версию ПО, версию прошивки FPGA, версию прошивки сложных ПЛИС и версию аппаратной части.

Область 3. Здесь отображается информация об установленных опциях.

Формат команды	:SYSTem:CONFigure:SYSTem?
Инструкция	Запрос информации о системе.
Выходные данные	Последовательность символов
Пример	:SYSTem:CONFigure:SYSTem?

8.7.1.2. Аппаратная часть



Рис. 8.30. Окно «Аппаратная часть».

Область 1. Здесь отображается информация о текущем рабочем состоянии прибора, включая температуру ВЧ-платы, температуру процессора и скорость вращения вентилятора.

Область 2. Здесь отображается информация об автоматической коррекции (компенсация температурного дрейфа), включая состояние калибровки, время последней калибровки, температуру и разницу температур.

Область 3. Здесь отображается информация о выполненных калибровках.

8.7.1.3. Журнал регистрации данных

Отображение системных предупреждающих сигналов тревоги и оповещений.

8.7.1.4. Язык

Прибор поддерживает меню на нескольких языках, а также имеет встроенную справочную систему и всплывающие сообщения на китайском и английском языках.

Для выбора нужного языка следует нажать соответствующую клавишу.

Формат команды	:SYSTem:LANGUage CHINESE ENGLISH :SYSTem:LANGUage?
Инструкция	Настройка / запрос языка.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	CHINESE ENGLISH
Выходные данные	Выбор варианта: CHINESE ENGLISH
Пример	:SYSTem:LANGUage CHINESE :SYSTem:LANGUage?

8.7.1.5. Настройка подключения

Конфигурация сети

Отображение MAC-адреса.

Оперативное получение информации об IP-адресе сети (DHCP) или настройка IP-адреса, маски подсети и параметров шлюза вручную.

Формат команды	:SYSTem:COMMunicate:LAN:TYPE :SYSTem:COMMunicate:LAN:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос состояния DHCP.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:SYSTem:COMMunicate:LAN:TYPE 1 :SYSTem:COMMunicate:LAN:TYPE?

Формат команды	:SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress {"xxx.xxx.xxx.xxx"} :SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress?
Инструкция	Настройка / запрос IP-адреса.
Тип параметра	Последовательность символов
Диапазон значений параметра	Настройки IP-адреса должны соответствовать спецификации: (0-255:0-255:0-255:0-255)
Выходные данные	Последовательность символов с IP-адресом
Пример	:SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress "192.168.1.12" :SYSTem:COMMunicate:LAN:IPADdress?

Формат команды	:SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway {"xxx.xxx.xxx.xxx"} :SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway?
Инструкция	Настройка / запрос параметров шлюза.
Тип параметра	Последовательность символов
Диапазон значений параметра	Настройки параметров шлюза должны соответствовать спецификации NIC: (0-255:0-255:0-255:0-255)
Выходные данные	Последовательность символов с параметрами шлюза
Пример	:SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway "192.168.1.1" :SYSTem:COMMunicate:LAN:GATeway?

Формат команды	:SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASK {"xxx.xxx.xxx.xxx"} :SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASK?
Инструкция	Настройка / запрос маски подсети в соответствии с настройками сети компьютера.
Тип параметра	Последовательность символов
Диапазон значений параметра	Настройки маски подсети должны соответствовать спецификации NIC: (0-255:0-255:0-255:0-255)
Выходные данные	Последовательность символов
Пример	:SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASK "255.255.255.0" :SYSTem:COMMunicate:LAN:SMASK?

Веб-сервисы

Прибор поддерживает удаленный доступ через VNC. Прибор будет отображать содержимое удаленных данных на веб-странице, поддерживая при этом удаленный ввод параметров с помощью мыши и клавиатуры.

При перезапуске VNC может быть установлен в режим «View only» (Только просмотр). В этом случае ввод на веб-странице невозможен.

- При входе в режим VNC нужно вводить заранее заданный пароль.
- Для изменения порта или режима просмотра необходимо перезапустить VNC.

Формат команды	:SYSTem:WEB:PSW :SYSTem:WEB:PSW?
Инструкция	Настройка / запрос пароля.
Тип параметра	Последовательность символов
Выходные данные	Последовательность символов xxxxxx
Пример	:SYSTem:WEB:PSW "123456"

Интерфейс GPIB

Задание номера порта GPIB. Хост-порт USB на передней панели обеспечивает соединение USB-GPIB. Рекомендуется использовать оригинальный адаптер.

Формат команды	:SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess {password} :SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess?
Инструкция	Настройка / запрос состояния интерфейса GPIB.
Тип параметра	Целое число
Выходные данные	Целое число (адрес интерфейса GPIB)
Пример	:SYSTem:COMMunicate:GPIB:ADDRess 25

8.7.1.6. Дата и время

Переключение состояния отображения времени и даты в правом верхнем углу экрана.

Изменение формата отображения системного времени: YMD (год, месяц, день), MDY (месяц, день, год) или DMY (день, месяц, год).

Формат команды	:SYSTem:TIME :SYSTem:TIME?
Инструкция	Настройка / запрос системного времени.
Тип параметра	Последовательность символов
Диапазон значений параметра	От 0 до 23 (часы), от 0 до 59 (минуты), от 0 до 59 (секунды)
Выходные данные	Последовательность символов xxxxxx
Пример	:SYSTem:TIME 182559 :SYSTem:TIME?

Формат команды	:SYSTem:DATE :SYSTem:DATE?
Инструкция	Настройка / запрос системной даты.
Тип параметра	Последовательность символов
Диапазон значений параметра	Четыре цифры (год), от 1 до 12 (месяц), от 1 до 31 (день)
Выходные данные	Последовательность символов xxxxxxxx
Пример	:SYSTem:DATE 20220101 :SYSTem:DATE?

8.7.1.7. Опции

Установка опции путём загрузки файла лицензии формата *.lic.

Формат команды	:SYSTem:LKEY {"option"},{"license key"}
Инструкция	Загрузка нужной опции с помощью регистрационного кода. Перезапустить прибор, чтобы изменения вступили в силу.
Тип параметра	Выбор варианта, последовательность символов
Диапазон значений параметра	«Опция»: RTSA DMA AMA AMK RT40 «Лицензионный ключ»: 16-битная последовательность символов; код авторизации, полученный по технологии DING YANG
Пример	:SYSTem:LKEY "RESA","fjbdajffnklmgwno"

8.7.1.8. Обновление

Выбор из памяти файла ADS, который обеспечивает обновление прошивки.

После обновления прошивки прибор нужно перезагрузить.

8.7.2. Сброс и перезагрузка системы

8.7.2.1. Предустановка

Выполнение операции перезагрузки в соответствии с текущим выбранным типом сброса.

Формат команды	:SYSTem:PRESet
Инструкция	Перезагрузка параметров прибора в соответствии с типом сброса.
Пример	:SYSTem:PRESet

8.7.2.2. Тип предустановки

Выполнение операции перезагрузки в соответствии с текущим типом перезагрузки. Необходимо выбрать тип конфигурации прибора для сброса и последующей загрузки. Типы предварительных настроек перезагрузки: настройки по умолчанию (Default), последние настройки (Last time) и пользовательские настройки (User).

- Default: сброс параметров перезагрузки по умолчанию.
- Last time: сброс до состояния перед последним завершением работы программного обеспечения пользователя.
- User: сброс и последующая загрузка файла конфигурации, заданного пользователем; этот файл может быть получен в результате сохранения настроек пользователя.

Формат команды	:SYSTem:PRESet:TYPE DFT LAST USER :SYSTem:PRESet:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа конфигурации перезагрузки.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	DFT LAST USER
Выходные данные	Выбор варианта: DFT LAST USER
Значение по умолчанию	DFT
Пример	:SYSTem:PRESet:TYPE DFT

8.7.2.3. Сохранение пользовательских настроек

Сохранение текущего состояния системы в виде пользовательских настроек во внутренней энергонезависимой памяти.

Формат команды	:SYSTem:PRESet:USER#:SAVE :SYSTem:PRESet:USER#:LOAD
Инструкция	Сохранение / загрузка пользовательских настроек.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	SAVE LOAD
Выходные данные	Выбор варианта: SAVE LOAD
Пример	:SYSTem:PRESet:USER2:SAVE :SYSTem:PRESet:USER2:LOAD

8.7.2.4. Настройки при включении

Выбор настроек, которые будут загружены при включении питания прибора. Доступны следующие настройки: Default, Last Time и User.

Формат команды	:SYSTem:PON:TYPE DFT LAST USER :SYSTem:PON:TYPE?
Инструкция	Настройка / запрос типа настроек, загружаемых при включении питания.
Тип параметра	Выбор варианта
Диапазон значений параметра	DFT LAST USER
Выходные данные	Выбор варианта: DFT LAST USER
Значение по умолчанию	DFT
Пример	:SYSTem:PON:TYPE DFT

8.7.2.5. Сброс параметров до заводских настроек

При выборе пункта меню «Factory Reset» прибор восстановит исходную (заводскую) конфигурацию.

Формат команды	:SYSTem:FDEFault
Инструкция	Восстановление исходных (заводских) настроек.
Тип параметра	Нет
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Нет
Значение по умолчанию	Нет
Пример	:SYSTem:FDEFault

8.7.2.6. Сброс и очистка

Очистка текущих настроек и восстановление настроек по умолчанию.

Формат команды	:SYSTem:CLEAR
Инструкция	Очистка текущих системных настроек и файлов.
Тип параметра	Нет
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Нет
Значение по умолчанию	Нет
Пример	:SYSTem:FDEFault

8.7.3. Функция компенсации

Функция компенсации используется для коррекции ошибок, вызванных температурным дрейфом.

Автоматическая компенсация:

После включения функции автоматической компенсации прибор определяет и запускает алгоритм коррекции погрешностей, вызванных изменением температуры.

Немедленная калибровка:

Немедленное выполнение коррекции температурных ошибок.

Формат команды	:CALibration:STATe 0 1 :CALibration:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния функции автоматической компенсации.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Значение по умолчанию	0
Пример	:CALibration:STATe 0

Формат команды	:CALibration
Инструкция	Очистка текущих системных настроек и файлов.
Тип параметра	Нет
Диапазон значений параметра	Нет
Выходные данные	Нет
Пример	:CALibration

8.7.4. Файл

Активизация диалогового окна для выполнения операций, связанных с файлами. Осуществляется путём последовательного выбора пунктов меню «File Browser» → «File Browser» → «Recall File».

Формат команды	:MMEMory:STORe STA TRC COR CSV LIM JPG BMP PNG, "{file}"
Инструкция	Сохранение файлов. Примечание: в различных режимах поддерживаются различные форматы файлов
Тип параметра	Последовательность символов
Пример	:MMEMory:STORe STA, "ABC.sta"

Формат команды	:MMEMory:LOAD STA TRC COR LIM, "{file}"
Инструкция	Считывание файлов.
Тип параметра	Последовательность символов
Пример	:MMEMory:LOAD STA, "ABC.sta" (<i>«Необходимо добавить имя файла»</i>)

Формат команды	:MMEMory:DELeTe "{file}"
Инструкция	Удаление файлов или папок.
Тип параметра	Последовательность символов
Пример	:MMEMory:DELeTe "ABC.sta"

8.7.5. Дисплей

Настройка яркости экрана.

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:SCREeN:BRIGhtness :DISPlay:WINDow:TRACe:SCREeN:BRIGhtness?
Инструкция	Настройка / запрос значения яркости экрана.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 0 до 100
Выходные данные	Целое число
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:SCREeN:BRIGhtness 50

Настройка яркости сетки в области сигнала.

Формат команды	:DISPlay:WINDow:TRACe:GRATicule:GRID:BRIGhtness :DISPlay:WINDow:TRACe:GRATicule:GRID:BRIGhtness?
Инструкция	Настройка / запрос значения яркости сетки в области сигнала.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 0 до 100
Выходные данные	Целое число
Пример	:DISPlay:WINDow:TRACe:GRATicule:GRID:BRIGhtness 50

Настройка состояния звукового сигнала.

Формат команды	:DISPlay:WINDow:BEEP:STATe :DISPlay:WINDow:BEEP:STATe?
Инструкция	Настройка / запрос состояния звукового сигнала.
Тип параметра	Булева переменная
Диапазон значений параметра	0 1
Выходные данные	0 1
Пример	:DISPlay:WINDow:BEEP:STATe 1

Настройка громкости звукового сигнала.

Формат команды	:DISPlay:WINDow:BEEP:VOLUme :DISPlay:WINDow:BEEP:VOLUme?
Инструкция	Настройка / запрос значения громкости звукового сигнала.
Тип параметра	Целое число
Диапазон значений параметра	От 0 до 100
Выходные данные	Целое число
Пример	:DISPlay:WINDow:BEEP:VOLUme 50

8.7.6. Питание прибора

В этом меню имеются клавиши выключения и перезапуска прибора.

Прибор обеспечивает различные возможности энергосбережения. Можно настроить анализатор на автоматическое отключение дисплея, если в течение заданного промежутка времени не выполняется никаких операций.

Формат команды	:SYSTem:POWer:OFF
Инструкция	Выключение прибора.
Пример	:SYSTem:POWer:OFF

Формат команды	:SYSTem:REStart
Инструкция	Перезапуск прибора (некоторые устройства могут не поддерживать функцию перезапуска и их необходимо запускать вручную после выключения).
Пример	:SYSTem:REStart

8.7.7. Функция самодиагностики

8.7.7.1. Проверка экрана

Проверка наличия дефектных пикселей осуществляется путём воспроизведения на экране пяти цветов: белого, красного, зеленого, синего и черного. Для переключения цвета экрана нужно нажать клавишу «Preset», а затем нажать клавишу «←» для выхода из режима проверки экрана.

8.7.7.2. Проверка клавиатуры

Войти в режим тестирования клавиатуры, нажимать поочередно функциональные клавиши на передней панели и наблюдать реакцию соответствующей клавиши. При её отсутствии, возможно, что эта клавиша функционирует неправильно. Для выхода из режима проверки нужно четыре раза нажать клавишу «←».

8.7.7.3. Проверка подсветки клавиш

Если клавиши на передней панели прозрачные, то при нажатии на клавишу в режиме тестирования подсветки она должна включиться.

8.7.7.4. Проверка сенсорного экрана

Проверка наличия на сенсорном экране какие-либо дефектов осуществляется путём касания клавиши диагностики в определённых местах экрана.

8.8. Дистанционное управление

Прибор оснащен интерфейсами LAN, USB и GPIB/USB. Используя компьютер с этими интерфейсами и подходящий язык программирования (и/или программное обеспечение NI-VISA), пользователи могут удаленно управлять анализатором с помощью набора команд SCPI (стандартные команды для программируемых приборов), LabVIEW и IVI (взаимозаменяемый виртуальный прибор), позволяющими организовать взаимодействие с другими программируемыми инструментами.

В этой главе рассказывается, как организовать связь между прибором и управляющим компьютером с помощью этих интерфейсов.

8.8.1. Удаленное управление прибором

Анализатор обеспечивает подключение по интерфейсам USB и LAN, что позволяет настроить условия для удаленной работы с помощью управляющего компьютера. Для управления может использоваться как персональный компьютер (ПК), так и миникомпьютер. Некоторые высокотехнологичные инструменты также могут выполнять функцию контроллера.

8.8.1.1. Порт USB-Device

Для подключения через порт USB-Device нужно выполнить следующие действия:

- установить на компьютер ПО NI-VISA для использования драйвера USB-TMC;
- подключить порт USB-Device анализатора к ПК с помощью кабеля USB A-B.
- включить анализатор.

Прибор будет автоматически обнаружен как новое USB-оборудование.

8.8.1.2. Порт LAN

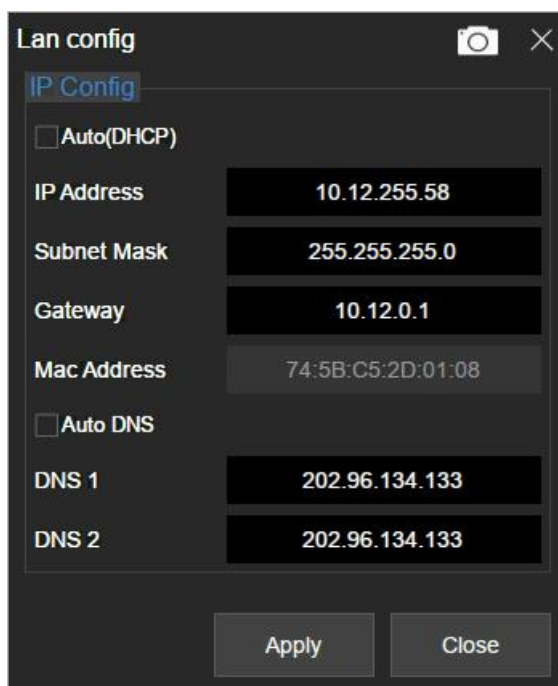


Рис. 8.31. Конфигурация порта LAN.

Для подключения через порт LAN нужно выполнить следующие действия:

- установить на компьютер ПО NI-VISA для использования драйвера VXI; возможно также использовать сокет или утилиты telnet в операционной системе ПК без ПО NI-VISA;
- подключите прибор к ПК или локальной сети с помощью кабеля LAN;
- включить анализатор;
- нажать на передней панели клавиши **System** → «Interface» → «LAN» для входа в функциональное меню настройки порта LAN;
- выбрать конфигурацию IP: Static или DHCP.
 - DHCP: DHCP-сервер автоматически назначит параметры текущей сети (IP-адрес, маску подсети, параметры шлюза).
 - Static: можно установить IP-адрес, маску подсети и параметры шлюза вручную и нажать «Apply».

Анализатор будет обнаружен автоматически или вручную как новая точка локальной сети.

8.8.1.3. Порт GPIB-USB

Для подключения через порт GPIB нужно выполнить следующие действия:

- установить на компьютер ПО NI-VISA для использования драйвера GPIB;
- подключить порт USB-Host анализатора к порту GPIB ПК с помощью адаптера SIGLENT USB-GPIB.
- включить анализатор.



Рис. 8.32. Адаптер SIGLENT USB-GPIB.

– нажать на передней панели клавиши **System** → «Interface» → «LAN» для ввода номера порта GPIB. Анализатор будет обнаружен автоматически как новая точка GPIB.

8.8.2. Построение связи

8.8.2.1. Программное обеспечение NI-VISA

Программное обеспечение NI-VISA включает в себя полную версию и версию Run-Time Engine (среда выполнения). Версия Run-Time Engine включает драйверы устройств NI, такие как USB-TMC, VXI, GPIB и т.д. Полная версия включает компонент Run-Time Engine и программный инструмент NI MAX, который предоставляет пользовательский интерфейс для управления устройством.

Полную версию ПО NI-VISA можно получить по адресу: <http://www.ni.com/download/>.

После загрузки ПО для его установки нужно выполнить следующие шаги:

1. Дважды щелкнуть файл `Visa_full.exe`, в результате появится следующее диалоговое окно:

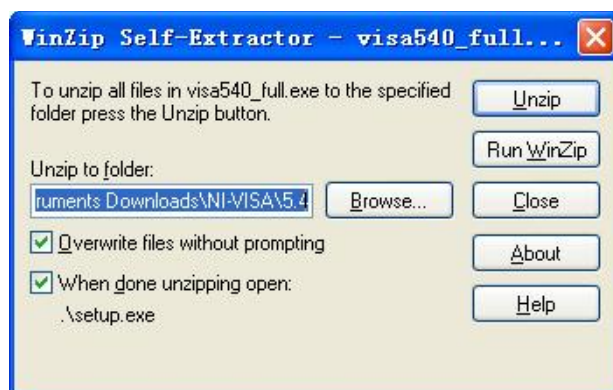


Рис. 8.33. Диалоговое окно распаковки файлов ПО NI-VISA.

2. Нажать «Unzip». Процесс установки запустится автоматически после распаковки файлов. Если на компьютере необходимо установить программу .NET Framework 4, процесс её установки запустится также автоматически.



Рис. 8.34. Окно установки ПО NI-VISA.

3. Диалоговое окно установки ПО NI-VISA показано на рис. 8.34. Для начала процесса установки нажать «Next».

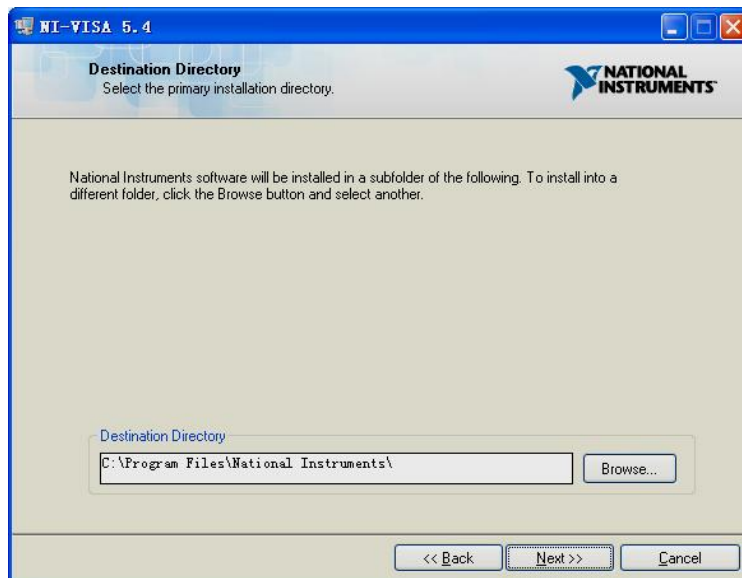


Рис. 8.35. Окно ввода пути установки ПО NI-VISA.

4. Задать путь установки ПО, путь по умолчанию — «C:\Program Files\National Instruments\», но можно его изменить. Нажать «Next», появится диалоговое окно, показанное на рис. 8.35.

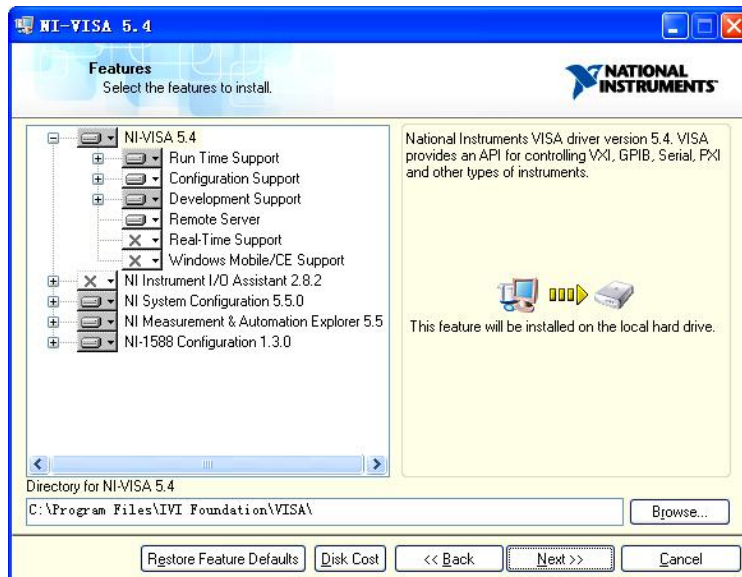


Рис. 8.36. Окно установки компонентов ПО NI-VISA.

5. Дважды нажать «Next», в диалоговом окне «License Agreement» (Лицензионное соглашение) выбрать «I accept the above 2 License Agreement(s)» (Я принимаю 2 вышеуказанных лицензионных соглашения) и нажать «Next», появится диалоговое окно, показанное на рис. 8.37.

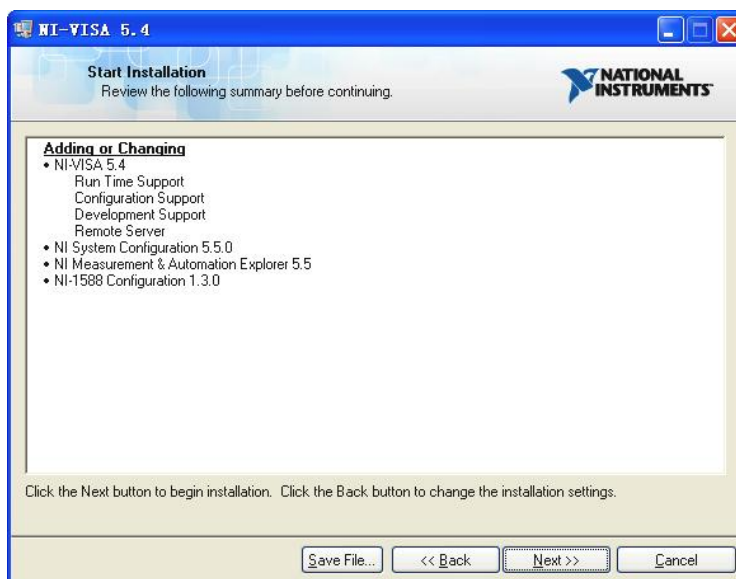


Рис. 8.37. Окно продолжения установки компонентов ПО NI-VISA.

6. Нажать «Next» для запуска установки ПО.

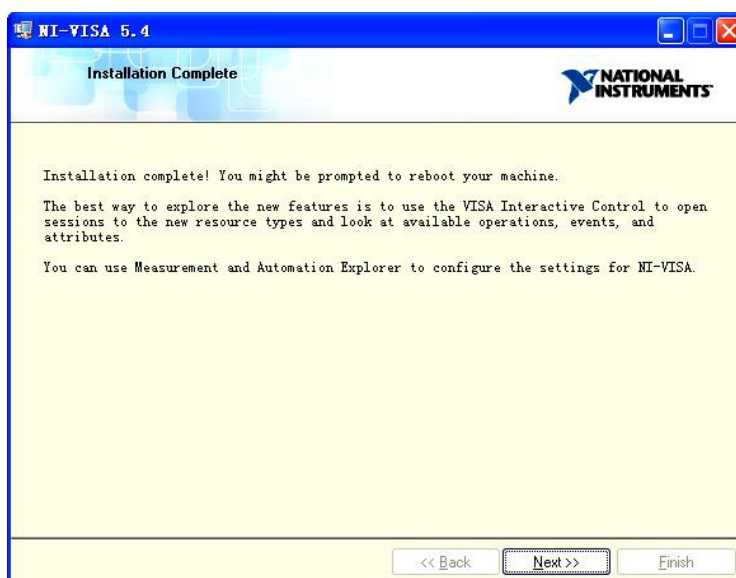


Рис. 8.38. Окно завершения установки ПО NI-VISA.

По завершении установки ПО необходимо перезагрузить компьютер.

8.8.2.2. Протоколы Socket и Telnet

Для связи с анализатором через интерфейс LAN могут использоваться протоколы VXI-11, Sockets и Telnet. Протокол VXI-11 входит в состав ПО NI-VISA, а протоколы Sockets и Telnet, как правило, изначально являются частью операционной системы компьютера.

Сокеты локальной сети (LAN) представляют собой метод связи с анализатором через интерфейс LAN с использованием протокола TCP/IP. Сокет — это фундаментальная технология, используемая в компьютерных сетях и позволяющая приложениям взаимодействовать с использованием стандартных механизмов, встроенных в сетевое оборудование и операционные системы. Метод обеспечивает доступ к порту анализатора, через который может быть установлена двусторонняя связь с сетевым компьютером.

Перед использованием метода сокетов LAN необходимо выбрать номер соответствующего порта.

- Стандартный режим доступен через порт 5025. Этот порт рекомендуется использовать для программирования.
- Режим Telnet SCPI доступен через порт 5024.

8.8.3. Возможности дистанционного управления

8.8.3.1. Пользовательское программирование

Пользователи могут использовать команды SCPI для программирования и управления анализатором.

8.8.3.2. Программа NI MAX

Пользователи могут управлять анализатором удаленно, отправляя команды SCPI через программное обеспечение NI-MAX. Это исполняемая программа компании National Instruments, которая упрощает обмен информацией для устранения проблем с измерительными приборами.

Использование интерфейса USB

Запустить программное обеспечение NI MAX.

1. Нажать «Device and interface» в левом верхнем углу программы.
2. Найти символ устройства «USBTMC».

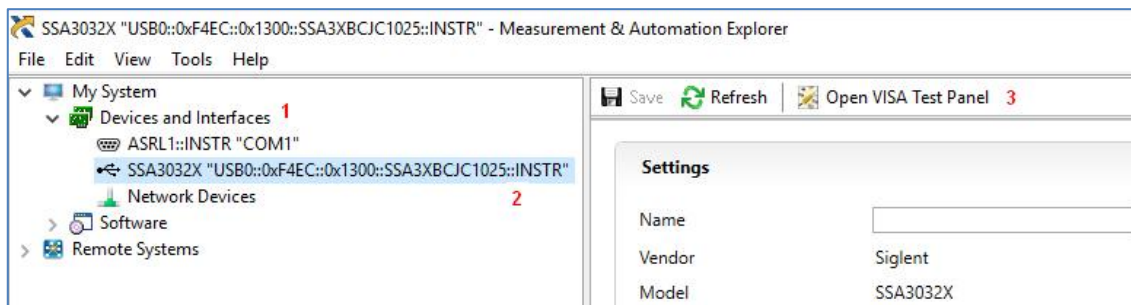


Рис. 8.39. Диалоговое окно ПО NI MAX.

3. Нажать кнопку «Open VISA Test Panel», после чего появится соответствующее окно.
4. Для просмотра информации об операции нажать кнопку «Input/Output», а затем кнопку «Query».

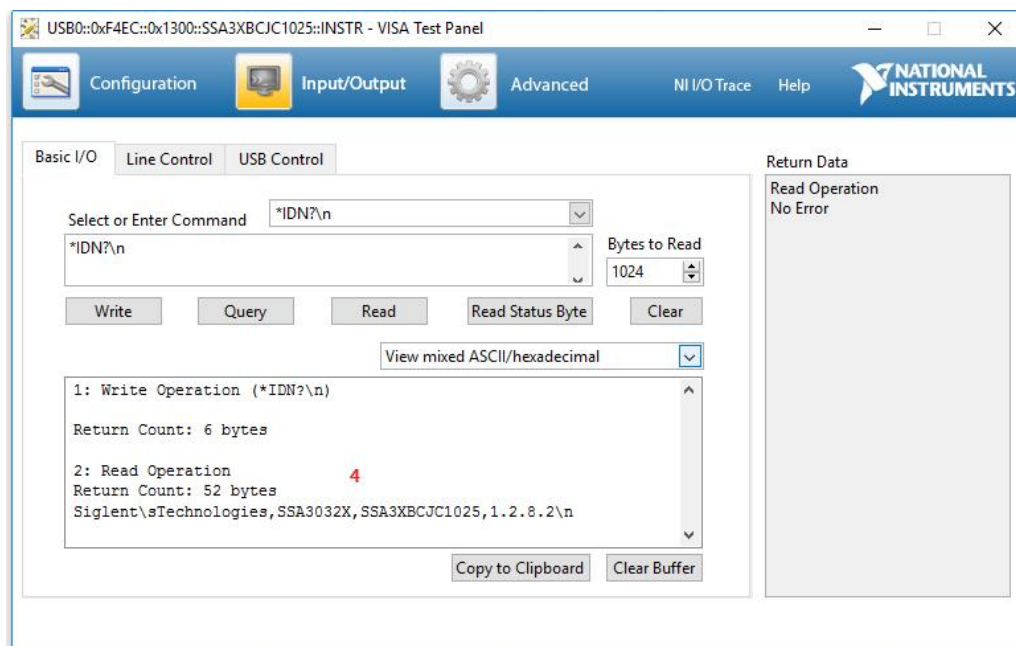


Рис. 8.40. Окно «VISA Test Panel».

Примечание. Результатом выполнения команды «*IDN?» (известной как идентификационный запрос) является идентификационная информация: производитель прибора, модель прибора, серийный номер и др.

Использование интерфейса LAN

Запустить программное обеспечение NI MAX.

1. Нажать «Device and interface» в левом верхнем углу программы.
2. Найдите символ «Network Devices», нажать «Add Network Devices».
3. В пункте «Add Network Device» выбрать «VISA TCP/IP Resource» (см. рис. 8.41).

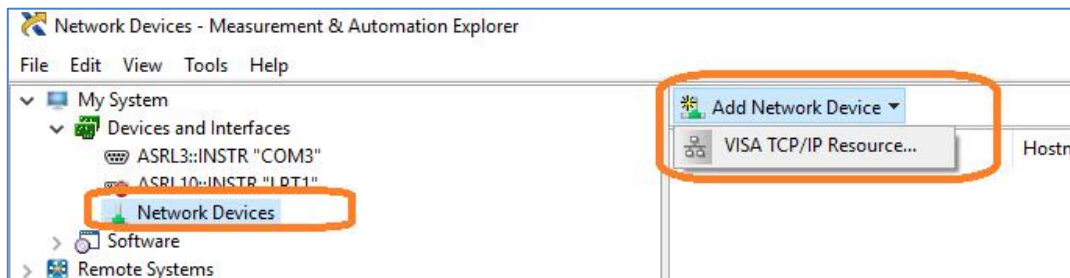


Рис. 8.41. Окно добавления нового сетевого устройства.

4. Выбрать «Manual Entry of LAN instrument» (Ввод устройства локальной сети вручную), нажать «Next» и ввести IP-адрес. Нажать «Finish», чтобы установить соединение:

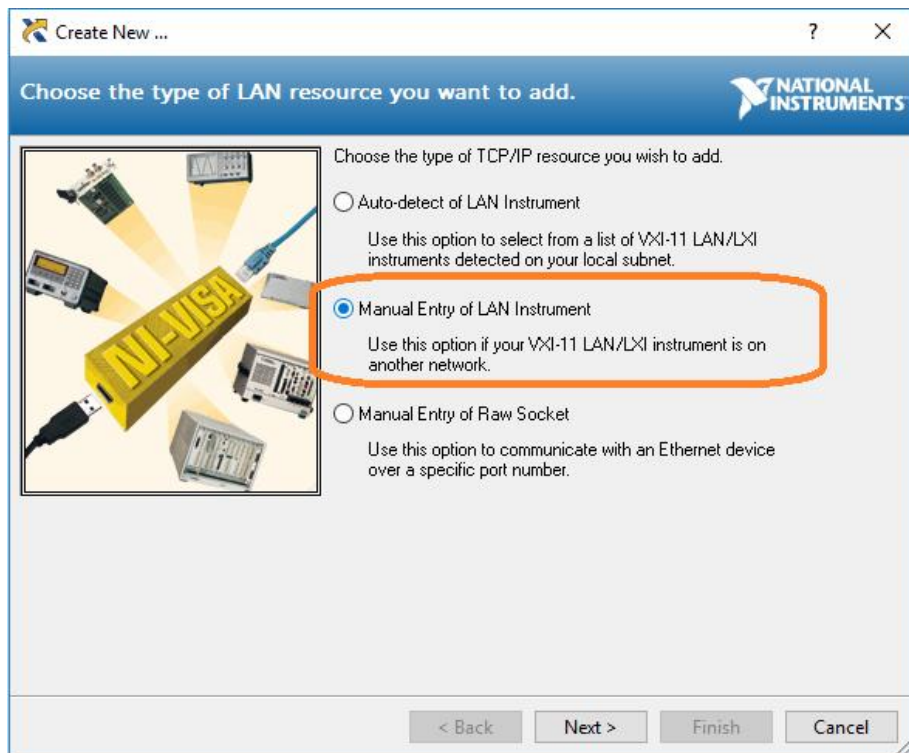


Рис. 8.42. Окно выбора ресурса VISA TCP/IP.

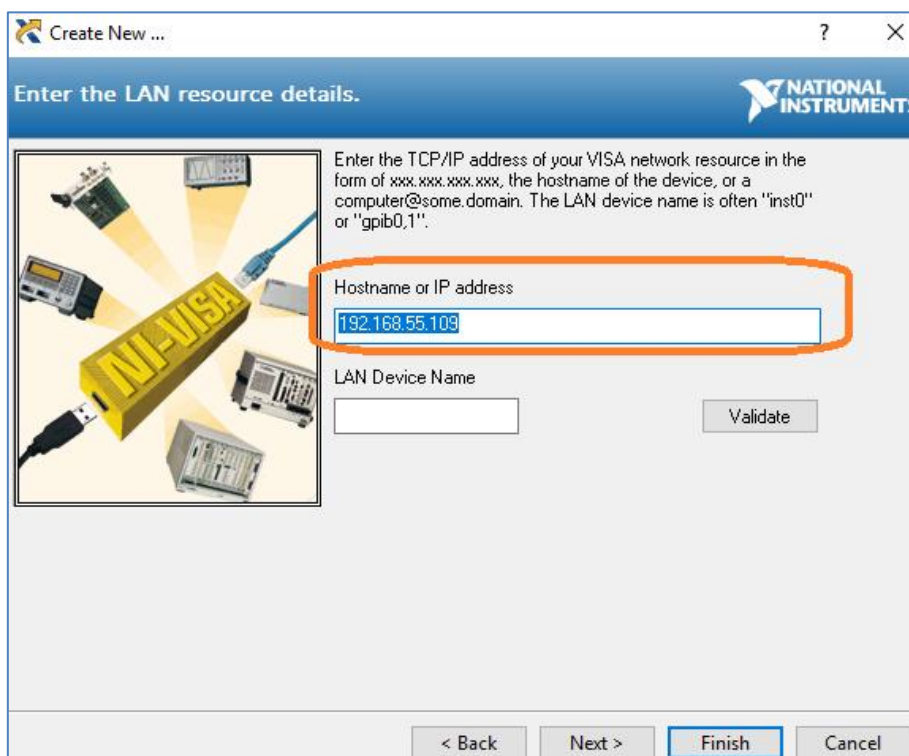


Рис. 8.43. Окно ввода IP-адреса устройства LAN.

Примечание. Поле с именем устройства LAN оставить пустым, иначе соединение не будет установлено.

5. После короткой паузы на сканирование параметры соединения должны появиться в разделе «Network Devices».

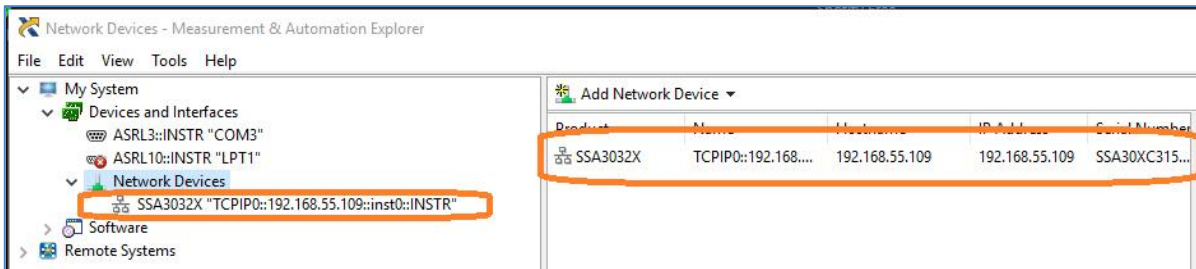


Рис. 8.44. Окно с параметрами LAN соединения.

6. Щелкнуть правой кнопкой мыши по названию продукта и выбрать «Open NI-VISA Test Panel».

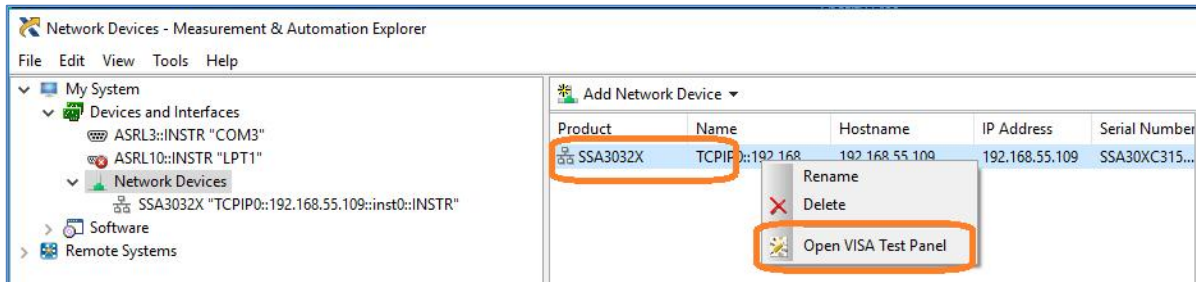


Рис. 8.45. Окно выбора «VISA Test Panel».

7. Нажать кнопку «Input/Output», а затем кнопку «Query». Если подключение выполнено правильно, в окне отобразится информация об операции.

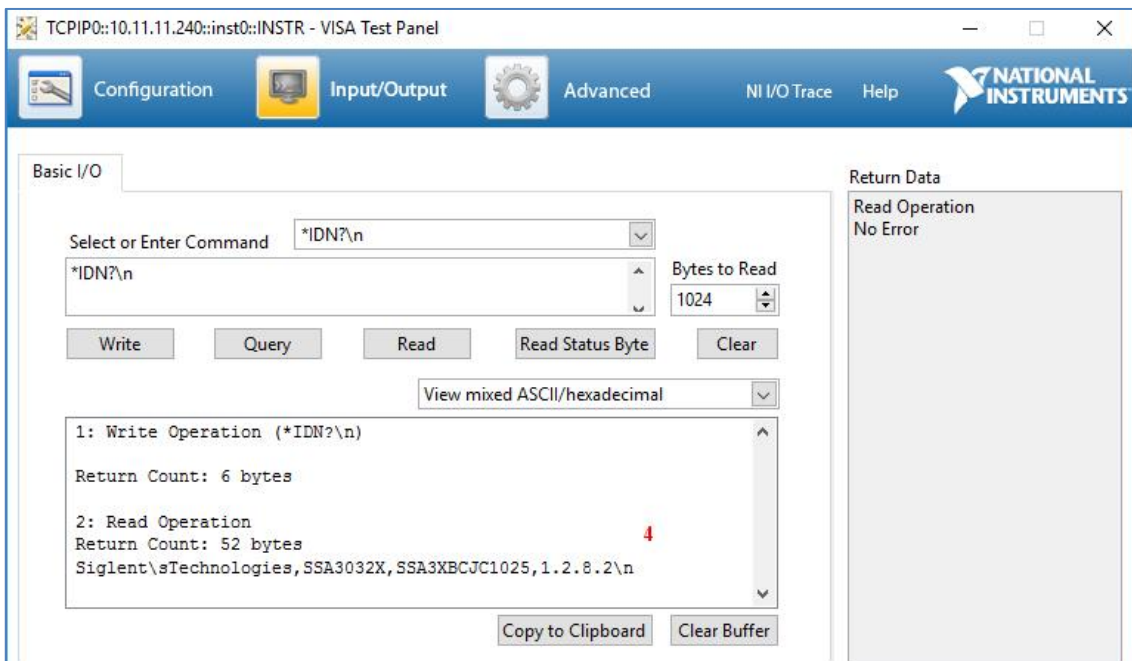


Рис. 8.46. Окно «VISA Test Panel».

8.8.3.3. Веб-браузер

Прибором можно удаленно управлять как через ПК, так и через веб-браузер* мобильного терминала, установив любой драйвер. Он имитирует функцию сенсорного экрана или управление с помощью мыши, такую же, как и в физическом приборе. Браузер также поддерживает функции создания снимков экрана и обновления прошивки.

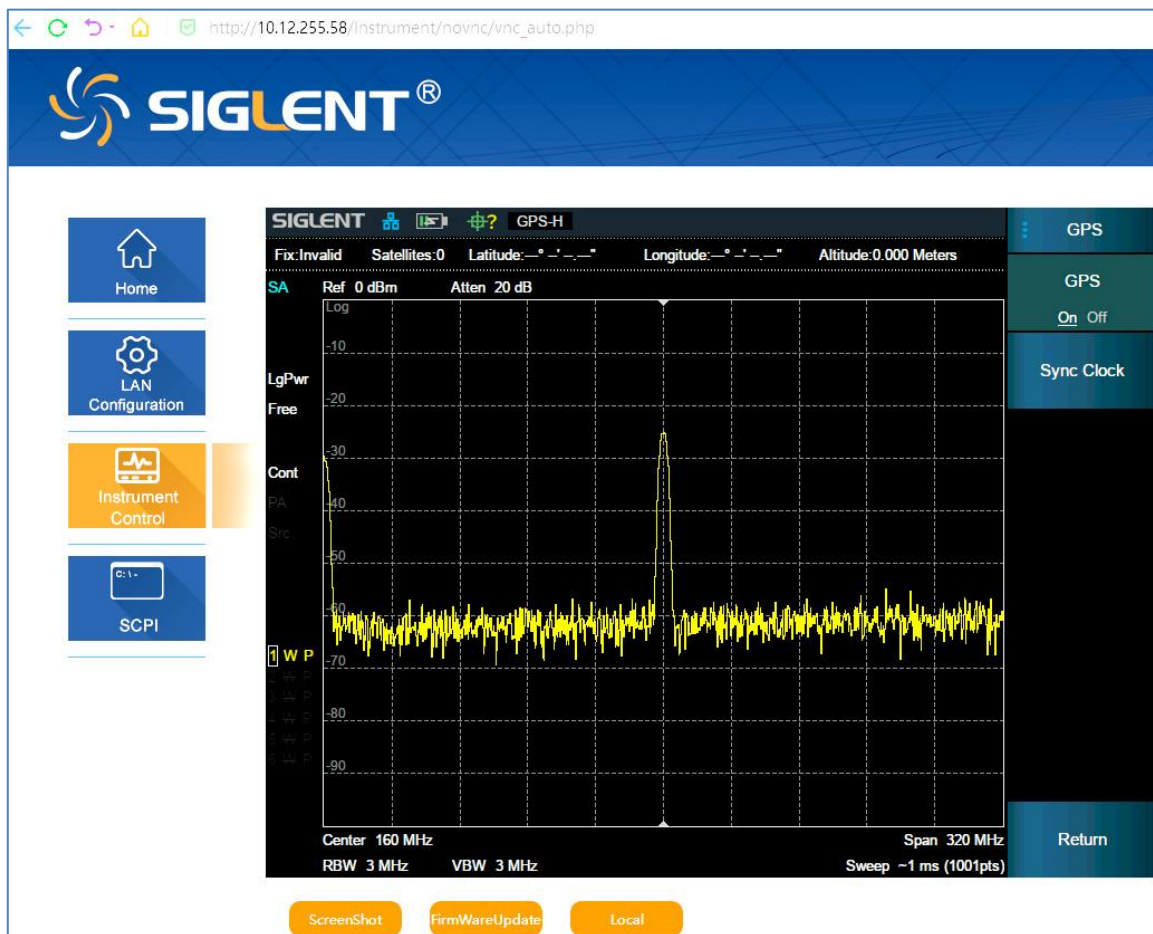


Рис. 8.47. Управление прибором через веб-браузер.

* Рекомендуется использовать веб-браузер, поддерживающий HTML5, например Chrome или Firefox.

9. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

9.1. Уход за прибором

Для чистки внешней поверхности корпуса используйте мягкую ткань, смоченную в мыльном растворе. Не распыляйте это средство непосредственно на прибор, так как раствор может проникнуть внутрь и вызвать повреждение.

Не используйте едкие химикаты и вещества, содержащие бензин, бензол, толуол, ксилол, ацетон или аналогичные растворители. Запрещается использование абразивных средств и паст.

9.2. Выявление и устранение неисправностей

Выявление и устранение неисправностей осуществляется следующим образом.

1. Включить питание. Прибор перейдет в состояние зарядки. Подсветка выключателя питания на передней панели будет светиться оранжевым (зарядка) или зеленым (полный заряд) цветом.

Если выключатель питания на передней панели не светится, нужно убедиться, что он включен, а разъём питания подсоединён правильно.

2. Нажать выключатель питания на передней панели, при этом прибор включится. Выключатель питания на передней панели будет светиться белым цветом. Одновременно включится вентилятор на задней панели и загорится экран.

Если прибор не включается нормально, нужно проверить надёжность крепления и исправность вентилятора и экрана.

Если вентилятор и экран включаются должным образом, но дисплей замирает на стартовом экране, либо клавиша не реагирует на нажатия, то рекомендуется не разбирать прибор, а обратиться в сервис-центр компании **АО ПРИСТ**.

3. Анализатор включается должным образом, при этом клавиши и сенсорный экран должны нормально реагировать на измерительные функции.

Если прибор не работает должным образом, нужно:

- убедиться, что дистанционное управление прибором заблокировано;
- проверить, можно ли управлять прибором с помощью мыши и клавиатуры;
- проверить, можно ли управлять прибором с помощью VNC или удаленных команд;
- нажать **System** → «Self-Test» → «Screen Test/Key Test/LED test/Touch test», чтобы проверить, есть ли какой-либо отклик или помехи между клавишей и экраном;
- проверить наличие вокруг прибора сильного электромагнитного поля (сильное электромагнитное поле будет влиять на реакцию емкостного сенсорного экрана).

Если вышеуказанные проблемы существуют, то рекомендуется не разбирать прибор, а обратиться в сервис-центр компании **АО ПРИСТ**.

4. При нормальной работе анализатор должен находиться в режиме сканирования или измерения, при этом графики сигналов и значения параметров на экране постоянно обновляются.

Если графики сигналов или значения параметров на экране долго не обновляются, нужно:

- проверить, находится ли текущая трасса в режиме просмотра или в режиме усреднения множества значений;
- проверить, выполняются ли условия запуска, а также проверить настройки запуска и наличие сигнала запуска;
- проверить, установлен ли в текущий момент режим однократной развёртки или режим расчета результатов измерений;
- проверить, не установлено ли слишком длительное время развёртки или время задержки измерений;

5. Неправильные или неточные измерения

Для обеспечения требуемых показателей точности необходимо:

- убедиться, что срок поверки/калибровки прибора не истёк, что прибор находился при рабочей температуре 20...30°C не менее двух часов и был предварительно прогрет в течение не менее 40 минут;

- иметь определенное представление об измеряемом сигнале и в соответствии с этим установить требуемые параметры прибора;
- убедиться, что внешние устройства правильно подключены и надлежаще работают, а потери в линии должным образом компенсированы;
- проверить, применяются ли функции проверки прохождения сигналов, смещения частоты и амплитуды, а также коррекции;
- проверить, используется ли внешний опорный тактовый генератор;
- убедиться, что для компенсации ошибок измерения, вызванных старением и другими факторами, регулярно проводятся поверка/калибровка прибора; для выполнения поверки/калибровки рекомендуется обратиться в МС компании ПРИСТ или в организацию, аккредитованную на право поверки/калибровки.

6. Всплывающее сообщение

Анализатор выдаст подсказку, сообщение об ошибке или сообщение о статусе в зависимости от того, в каком состоянии находится прибор. Эти сообщения помогают пользователю правильно использовать устройство.

10. ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Изготовитель гарантирует соответствие параметров прибора данным, изложенным в разделе «Технические характеристики» при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, технического обслуживания и хранения, указанных в настоящем Руководстве.

Гарантийный срок указан на сайте www.prist.ru и может быть изменен по условиям взаимной договоренности.

Средний срок службы, не менее, 5 лет.

ИЗГОТОВИТЕЛЬ:

Фирма « SIGLENT TECHNOLOGIES CO., LTD», Китай.

Адрес: Blog No.4 & No.5, Antongda Industrial Zone, 3rd Liuxian Road, Bao'an District, Shenzhen, 518101, China,
phone: + 86 755 3688 7876

Представитель в России и Сервис-Центр:

Акционерное Общество «Приборы, Сервис, Торговля» (АО «ПРИСТ»)

Адрес: 111141, Москва, ул. Плеханова, д. 15А

Телефон: +7 (495) 777-55-91

Факс: +7 (495) 633-85-02,

Электронная почта: prist@prist.ru