

Анализаторы спектра R&S FSH4/8

Руководство по эксплуатации



Представительство фирмы "ROHDE & SCHWARZ GmbH & Co.KG" в
России: Москва, 125047, 1-я Брестская, 29
тел. (495) 981-35-60

Москва
2010 г.

Содержание

1	Назначение.....	5
2	Технические данные.....	5
2.1	Системная конфигурация.....	5
2.2	Частота.....	6
2.3	Время развертки.....	7
2.4	Полосы фильтров.....	7
2.5	Уровень.....	8
2.6	Функции запуска.....	10
2.7	Входы и выходы.....	10
2.8	Векторный анализ цепей (модели .24/.28 с опцией R&S FSH-K42).....	12
2.9	Скалярный анализ цепей (модели .24/.28 без опции R&S FSH-K42).....	13
2.10	Измерение расстояния до повреждения (опция R&S FSH-K41).....	15
2.11	Измерение мощности (опции R&S FSH-Z1, FSH-Z14, FSH-Z18, FSH-Z44).....	15
2.12	Общие характеристики.....	16
3	Состав комплекта прибора.....	18
4	Маркирование и пломбирование.....	18
5	Общие указания по эксплуатации.....	18
6	Указание мер безопасности.....	19
6.1	Общие сведения.....	19
6.2	Используемые знаки и обозначения.....	19
6.3	Отдельные метки и их значение.....	20
6.4	Основные инструкции по обеспечению безопасности.....	20
7	Подготовка к работе.....	23
7.1	Распаковка прибора.....	24
7.2	Размещение прибора.....	24
7.3	Включение анализатора спектра.....	25
7.4	Разъемы анализатора спектра.....	26
7.5	Настройки экрана.....	29
7.6	Установка даты и времени.....	29
7.7	Зарядка батареи.....	30
7.8	Выбор стандартных настроек прибора.....	32
7.9	Использование внешнего опорного источника / внешнего запуска / входа постоянного тока (BIAS Port 2).....	32
7.10	Переключение между выходом промежуточной частоты (IF Out) / входом постоянного тока (BIAS Port 1).....	33
7.11	Управление ВЧ-аттенюатором.....	33
7.12	Использование предварительного усилителя.....	34

7.13	Ввод PIN-кода	35
7.14	Активация опций	36
7.15	Проверка установленных опций	37
7.16	Настройка LAN- или USB-соединения с ПК	37
8	Устройство и работа	41
8.1	Описание основных операций	41
8.2	Стандартные настройки прибора	44
8.3	Настройки измерения	44
8.4	Установка частоты	45
8.5	Установка полосы обзора	48
8.6	Установка параметров амплитуды	49
8.7	Установка полосы частот	55
8.8	Настройка развертки	58
8.9	Настройка кривых	62
8.10	Использование маркеров	67
8.11	Использование линий уровня	76
8.12	Использование предельных линий	77
8.13	Установка и использование измерительных функций	80
8.14	Измерение мощности в канале для сигналов с непрерывной модуляцией	80
8.15	Измерение мощности в соседнем канале	84
8.16	Измерение мощности TDMA-сигналов	92
8.17	Измерение занимаемой полосы частот	95
8.18	Измерение параметров четырехполосников с помощью следящего генератора	99
8.19	Векторный вольтметр	121
8.20	Измерение параметров кабеля	129
8.21	Измерения с использованием датчика мощности	135
8.22	Измерение прямой и отраженной мощности	139
8.23	Измерения напряженности поля с использованием изотропной антенны	144
8.24	Измерение с использованием коэффициентов преобразования	146
8.25	Измерение мощности в кодовой области для сигналов 3GPP FDD	149
8.26	Сохранение и загрузка настроек прибора и результатов измерений	153
8.27	Методы измерений	158
9	Техническое обслуживание	163
9.1	Поверка прибора	163
9.2	Очистка внешних поверхностей	163
9.3	Обновление программного обеспечения	163
10	Текущий ремонт	165

11	Правила хранения	165
11.1	Условия хранения прибора	165
11.2	Длительное хранение	166
12	Правила транспортирования	166
12.1	Тара и упаковка	166
12.2	Условия транспортирования	166
13	Паспорт изделия	166
13.1	Сведения о производителе	166
13.2	Свидетельство о сертификации	166
13.3	Гарантийные обязательства	166
13.4	Сведения о рекламациях	167
Приложение А Примеры работы с анализатором спектра R&S FSH.....		169
A.1	Измерения параметров синусоидальных сигналов	169
A.2	Использование датчика мощности	172
A.3	Измерения прямой и отраженной мощности с R&S FSH-Z14 или R&S FSH-Z44	174
A.4	Двухпортовые скалярные измерения характеристик передачи	176
A.5	Скалярные измерения потерь на отражение	178
A.6	Измерение повреждений в кабеле	182
A.7	Сохранение и вызов установок и результатов измерений	184

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для лиц, работающих с приборами, а также для обслуживающего персонала.

Руководство включает в себя технические данные о приборах и дополнительно устанавливаемых опциях, а также содержит указания по работе с прибором.

1 Назначение

1.1 Анализаторы спектра R&S FSH4/8 (далее анализаторы) предназначены для:

- измерений и визуального наблюдения составляющих спектра (частоты и уровня) периодически повторяющихся сигналов и стационарных шумов;
- измерений мощности электромагнитных колебаний (с помощью измерительных преобразователей мощности FSH-Z1, FSH-Z14, FSH-Z18 и FSH-Z44);
- векторного анализа цепей (опция FSH-K42).

1.2 Анализаторы применяются для настройки, регулировки и испытаний различных радиотехнических устройств.

2 Технические данные

2.1 Системная конфигурация

2.1.1 Выпускается шесть моделей анализаторов, рассчитанных на разные сферы применения и частотные диапазоны. Значения верхних граничных частот анализаторов R&S FSH4 и R&S FSH8 составляют 3,6 ГГц и 8 ГГц, соответственно. Модели со встроенным следящим генератором могут быть использованы для определения передаточных характеристик кабелей, фильтров, усилителей и т.п.

2.1.2 Выпускаются также модели со встроенным следящим генератором и КСВ-мостом, которые могут быть использованы для измерения расстояния до места повреждения, проведения согласования, векторного анализа электрических цепей. Все модели оборудованы регулируемым предусилителем, который позволяет измерять сигналы очень малого уровня. В качестве принадлежностей выпускаются два измерительных преобразователя (датчика) мощности – для прецизионного измерения поглощаемой мощности в диапазоне до 18 ГГц и для направленных измерений мощности в диапазоне до 4 ГГц. В приведенных ниже таблицах показаны возможные конфигурации для различных стандартных функций и приложений, а также дан обзор выпускаемых моделей.

Стандартные функции			
Прибор / Применение	R&S FSH4/8, модель 04/08	R&S FSH4/8, модель 14/18	R&S FSH4/8, модель 24/28
Измерение мощности TDMA-сигнала	есть	есть	есть
Измерение мощности в канале	есть	есть	есть
Измерение напряженности поля / измерения с всеполюсной антенной	есть	есть	есть
Измерение занимаемой полосы частот	есть	есть	есть
Установка частоты по таблице каналов	есть	есть	есть
Скалярные измерения передаточных характеристик	нет	есть	есть
Скалярные измерения характеристик отражения	нет	нет	есть

Опции			
Прибор / Применение	R&S FSH4/8, модель 04/08	R&S FSH4/8, модель 14/18	R&S FSH4/8, модель 24/28
Измерение расстояния до места повреждения	–	–	R&S FSH-K41
Векторные измерения характеристик передачи и отражения	–	–	R&S FSH-K42
Однопортовые измерения потерь в кабелях	–	–	R&S FSH-K42
Измерение мощности в диапазоне до 8/18 ГГц	R&S FSH-Z1/- Z18	R&S FSH-Z1/- Z18	R&S FSH-Z1/- Z18
Направленные измерения мощности в диапазоне до 1/4 ГГц	R&S FSH- Z14/-Z44	R&S FSH- Z14/-Z44	R&S FSH-Z14/- Z44
Дистанционное управление через LAN или USB	R&S FSH-K40	R&S FSH-K40	R&S FSH-K40

Модели				
Модель R&S FSH	Диапазон частот	Пред- усилитель	Следящий генератор	Встроенный КСВ мост
R&S FSH4 модель 04	от 9 кГц до 3,6 ГГц	есть	–	–
R&S FSH4 модель 14	от 9 кГц до 3,6 ГГц	есть	есть	–
R&S FSH4 модель 24	от 100 кГц до 3,6 ГГц	есть	есть	есть
R&S FSH8 модель 08	от 9 кГц до 8 ГГц	есть	–	–
R&S FSH8 модель 18	от 9 кГц до 8 ГГц	есть	есть	–
R&S FSH8 модель 28	от 100 кГц до 8 ГГц	есть	есть	есть

П р и м е ч а н и е – Технические характеристики приборов действительны при следующих условиях: прогрев 15 мин. в условиях окружающей среды, указанных в данной спецификации, соблюдены калибровочные циклы. Параметры приведены без допусков, только типичные значения. Параметры, обозначенные как «номинальные», применимы к расчетным параметрам и не тестировались отдельно.

2.2 Частота

Частотный диапазон	R&S FSH4 модели .04, .14	от 9 кГц до 3,6 ГГц
	R&S FSH8 модели .08, .18	от 9 кГц до 8 ГГц
	R&S FSH4 модель .24	от 100 кГц до 3,6 ГГц
	R&S FSH8 модель .28	от 100 кГц до 8 ГГц
Разрешение по частоте		1 Гц

Внутренний источник опорной частоты		
Уход частоты в процессе старения за год		1×10^{-6}
Температурный дрейф	от 0 °C до +30 °C	1×10^{-6}
	от +30 °C до +50 °C	3×10^{-6}
Погрешность, достигаемая при начальной калибровке		5×10^{-7}
Общая погрешность опорной частоты	от 0 °C до +30 °C	(время, прошедшее с момента последней калибровки × коэф. старения) + температурный дрейф + погрешность калибровки

Индикация частоты		
Разрешение маркера		0,1 Гц
Погрешность		$\pm(\text{частота маркера} \times \text{основная погрешность} + 10\% \times \text{полоса разрешения} + \frac{1}{2} (\text{полоса обзора} / (\text{кол-во точек} - 1))) + 1 \text{ Гц}$
Кол-во точек спектрограммы		631
Шаг изменения частоты маркера		полоса обзора / 630
Разрешение встроенного частотомера		0,1 Гц
Погрешность частотомера	C/Ш > 25 дБ	$\pm(\text{частота} \times \text{основная погрешность} + \frac{1}{2} (\text{последней цифры}))$
Диапазон развертки (полоса обзора)		0 Гц, от 10 Гц до 3,6 ГГц / 8 ГГц
Погрешность развертки		1% ном.

Фазовые шумы SSB		
		f = 500 МГц
Отстройка от несущей	30 кГц	<-95 дБн (1 Гц), тип. -105 дБн (1 Гц)
	100 кГц	<-100 дБн (1 Гц), тип. -110 дБн (1 Гц)
	1 МГц	<-120 дБн (1 Гц), тип. -127 дБн (1 Гц)

2.3 Время развертки

Время развертки	полоса обзора = 0 Гц	от 200 мкс до 100 с
	$10 \text{ Гц} \leq \text{полоса обзора} \leq 600 \text{ МГц}$	от 20 мс до 1000 с
	полоса обзора > 600 МГц	от 20 мс x полоса обзора / 600 МГц до 1000 с
Погрешность	полоса обзора = 0 Гц	1% ном.
	полоса обзора $\geq 10 \text{ Гц}$	3% ном.

2.4 Полосы фильтров

Полоса разрешения (RBW)		
Диапазон	ширина полосы по уровню -3 дБ	от 100 Гц до 3 МГц шагом 1, 3
Ошибка полосы	$100 \text{ Гц} \leq \text{RBW} \leq 300 \text{ кГц}$	<5% ном.
	RBW > 300 кГц	<10% ном.
Селективность 60 дБ / 3 дБ		<5 ном. (гауссовский фильтр)
Полоса видеофильтра (VBW)		
Диапазон	ширина полосы по уровню -3 дБ	от 10 Гц до 3 МГц шагом 1, 3

2.5 Уровень

Диапазон отображения		от среднего уровня собственных шумов до +30 дБмВт
Максимально допустимый входной уровень при ВЧ-ослаблении не менее 10 дБ		
Постоянный ток	модели .04, .08, .14, .18	80 В
	модели .24, .28	50 В
Мощность немодулированного сигнала		30 дБмВт (1 Вт)
Пиковая мощность	продолжительность < 3 с	33 дБмВт (2 Вт)
Макс. импульсное напряжение		150 В
Макс. энергия импульса	длительность импульса 10 мкс	10 мВт·с
Максимально допустимый входной уровень при ВЧ-ослаблении менее 10 дБ		
Постоянный ток		50 В
Мощность немодулированного сигнала		20 дБмВт (100 мВт)
Пиковая мощность	продолжительность < 3 с	23 дБмВт (200 мВт)
Макс. импульсное напряжение		50 В
Макс. энергия импульса	длительность импульса 10 мкс	1 мВт·с
Интермодуляция		
Интермодуляционные искажения третьего порядка (TOI), номинальные значения	динамический диапазон без интермодуляции, уровень 2 x – 20 дБмВт, ослабление = 0 дБ, предусилитель выкл.	
	$f_{вх} < 300$ МГц	>54 дБн (TOI >+7 дБмВт, тип. +11 дБмВт)
	$300 \text{ МГц} \leq f_{вх} < 3,6$ ГГц	>60 дБн (TOI >+10 дБмВт, тип. +15 дБмВт)
	$3,6 \text{ ГГц} \leq f_{вх} \leq 8$ ГГц	>46 дБн (TOI >+3 дБмВт, тип. +10 дБмВт)
	динамический диапазон без интермодуляции, уровень 2 x – 40 дБмВт, ослабление = 0 дБ, предусилитель вкл.	
	$f_{вх} < 300$ МГц	>50 дБн (TOI –15 дБмВт)
$300 \text{ МГц} \leq f_{вх} < 8$ ГГц	>56 дБн (TOI –12 дБмВт)	
Интермодуляционные искажения второго порядка (SHI), номинальные значения	ослабление = 0 дБ, предусилитель выкл.	
	$f_{вх} = \text{от } 20 \text{ МГц до } 1,5 \text{ ГГц}$	+40 дБмВт
	$f_{вх} = \text{от } 1,5 \text{ ГГц до } 3 \text{ ГГц}$	+30 дБмВт
	$f_{вх} = \text{от } 3 \text{ ГГц до } 4 \text{ ГГц}$	+20 дБмВт
	ослабление = 0 дБ, предусилитель вкл.	
$f_{вх} = \text{от } 100 \text{ МГц до } 4 \text{ ГГц}$	0 дБмВт	
Средний уровень собственных шумов		
ослабление = 0 дБ, нагрузка 50 Ом, RBW = 100 Гц, VBW = 10 Гц, детектор отсчетов, логарифмическая шкала, следящий генератор выкл., нормировка к полосе 1 Гц		
частота	предусилитель выкл.	
от 9 до 100 кГц (только модели .04/.14/.08/.18)	<–108 дБмВт, тип. –118 дБмВт	
от 100 кГц до 1 МГц	<–115 дБмВт, тип. –125 дБмВт	
от 1 МГц до 10 МГц	<–136 дБмВт, тип. –144 дБмВт	
от 10 МГц до 2 ГГц	<–141 дБмВт, тип. –146 дБмВт	
от 2 ГГц до 3,6 ГГц	<–138 дБмВт, тип. –143 дБмВт	
от 3,6 ГГц до 5 ГГц	<–142 дБмВт, тип. –146 дБмВт	
от 5 ГГц до 6,5 ГГц	<–140 дБмВт, тип. –144 дБмВт	
от 6,5 ГГц до 8 ГГц	<–136 дБмВт, тип. –141 дБмВт	

	частота	предусилитель выкл.
	от 100 кГц до 1 МГц	<-133 дБмВт, тип. -143 дБмВт
	от 1 МГц до 10 МГц	<-157 дБмВт, тип. -161 дБмВт
	от 10 МГц до 1 ГГц	<-161 дБмВт, тип. -165 дБмВт
	от 1 ГГц до 2 ГГц	<-159 дБмВт, тип. -163 дБмВт
	от 2 ГГц до 5 ГГц	<-155 дБмВт, тип. -159 дБмВт
	от 5 ГГц до 6,5 ГГц	<-151 дБмВт, тип. -155 дБмВт
	от 6,5 ГГц до 8 ГГц	<-147 дБмВт, тип. -150 дБмВт
Помехоустойчивость, номинальные значения		
Подавление помех зеркального канала	$f_{\text{вх}} - 2 \times 21,4 \text{ МГц}$	<-70 дБн, тип. -80 дБн
	$f_{\text{вх}} - 2 \times 831,4 \text{ МГц}$	<-70 дБн, тип. -90 дБн
	$f_{\text{вх}} - 2 \times 4881 \text{ МГц}$	-60 дБн
Промежуточные частоты	21,4 МГц, 831,4 МГц, 4881,4 МГц	<-60 дБн, тип. -80 дБн
	8931,4 МГц	-50 дБн
Внутренние паразитные составляющие	согласованная нагрузка на входе 50 Ом, входные сигналы отсутствуют, RBW ≤ 30 кГц, ослабление 0 дБ, следящий генератор выкл.	<-90 дБмВт
Прочие помехи, уровень сигнала – ослабление < 20 дБмВт	$f \leq 3,6 \text{ ГГц}$, паразитный сигнал на частоте $f_{\text{вх}} - 2440,7 \text{ МГц}$	<-60 дБн
	$3,6 \text{ ГГц} < f \leq 8 \text{ ГГц}$ паразитный сигнал на частоте $f_{\text{вх}} - 4465,7 \text{ МГц}$	<-60 дБн
Паразитные составляющие, вызванные гетеродинами	$f \leq 3,6 \text{ ГГц}$	
	$\Delta f < 300 \text{ кГц}$	-60 дБн
	$\Delta f \geq 300 \text{ кГц}$	<-60 дБн
	$f > 3,6 \text{ ГГц}$	
	$\Delta f < 300 \text{ кГц}$	-54 дБн
	$\Delta f \geq 300 \text{ кГц}$	<-54 дБн
	$f = \text{приемная частота}$	
Индикация уровня		
Логарифмическая шкала уровней		1 дБ, 2 дБ, 5 дБ, 10 дБ, 20 дБ, 50 дБ или 100 дБ, 10 делений
Линейная шкала уровней		от 0 % до 100 %, 10 делений
Количество кривых		2
Детекторы кривой		максимально-пиковый, минимально-пиковый, автопиковый, отсчетов, среднеквадратичный
Функции кривой		очистка/запись, удержание максимума, удержание минимума, усреднение, просмотр
Диапазон установки опорного уровня		от -80 до +30 дБмВт
Единицы измерения на шкале уровней		"dBm" (дБмВт), "dBmV" (дБмВ), "dBμV" (дБмкВ), "V" (В), "W" (Вт)
Погрешность измерения уровня		
Общая погрешность измерения	доверительный уровень 95 %, от +20 °С до +30 °С, С/Ш > 16 дБ, от 0 до до -50 дБ ниже опорного уровня, автоослабление	
	$10 \text{ МГц} \leq f \leq 3,6 \text{ ГГц}$	<1 дБ, тип. 0,5 дБ
	$3,6 \text{ ГГц} < f \leq 8 \text{ ГГц}$	<1,5 дБ, тип. 1 дБ
Абсолютная погрешность уровня на частоте 100 МГц	от +20 °С до +30 °С	<0,3 дБ

Амплитудно-частотная характеристика (от +20 °С до +30 °С)	9 кГц ≤ f < 100 кГц (только модели .04/.14/.08/.18)	ном. <1,5 дБ
	100 кГц ≤ f < 10 МГц	ном. <1,5 дБ
	10 МГц ≤ f ≤ 3,6 ГГц	<1 дБ
	3,6 ГГц < f ≤ 8 ГГц	<1,5 дБ
Погрешность аттенюатора		<0,3 дБ
Погрешность установки опорного уровня		ном. <0,1 дБ
Нелинейность отображения		
Логарифмическая шкала уровней	С/Ш > 16 дБ, от 0 дБ до -50 дБ	<0,2 дБ
Погрешность переключения полосы разрешения	опорная RBW = 10 кГц	ном. <0,1 дБ

2.6 Функции запуска

Запуск		
Источник сигнала запуска		автономный запуск, видеосигнал, внешний запуск, уровень ПЧ
Порог уровня внешнего запуска	нарастающий импульс спадающий импульс	2,4 В 0,7 В

2.7 Входы и выходы

ВЧ-вход		
Импеданс		50 Ом
Тип разъема		гнездо N-типа
КСВН	100 кГц ≤ f ≤ 1 ГГц	ном. < 1,5
	1 ГГц < f ≤ 6 ГГц	ном. < 2
	6 ГГц < f ≤ 8 ГГц	ном. < 3
Входной аттенюатор	только на ВЧ-входе	от 0 дБ до 40 дБ с шагом 5 дБ
Аудиовыход		
Типы аудиомодуляции		АМ и ЧМ
Тип разъема		mini jack 3,5 мм
Выходной импеданс		ном. 32 Ом
Напряжение холостого хода		изменяемое от 0 мВ до >100 мВ
Датчик мощности		
Тип разъема		7-контактное гнездо (тип Binder 712)
Следящий генератор (только для моделей .14 и .24)		
Диапазон частот		от 100 кГц до 3,6 ГГц
Тип разъема		гнездо N-типа, 50 Ом
КСВН	100 кГц ≤ f ≤ 1 ГГц	ном. < 1,5
	1 ГГц < f ≤ 3,6 ГГц	ном. < 2
Выходной уровень	аттенюатор следящего генератора установлен на 0 дБ	ном. 0 дБмВт
Аттенюатор следящего генератора		от 0 до 40 дБ с шагом 1 дБ
Динамический диапазон измерений с развязкой по ВЧ	ослабление на ВЧ-входе = 0 дБ, аттенюатор следящего генератора = 10 дБ, RBW = 1 кГц	

	$100 \text{ кГц} \leq f < 300 \text{ кГц}$	>60 дБ, тип. 80 дБ
	$300 \text{ кГц} \leq f < 3,6 \text{ ГГц}$	>70 дБ, тип. 90 дБ
Обратная мощность		
Постоянный ток		50 В
Мощность немодулированного ВЧ-сигнала		+20 дБмВт (0,1 Вт)
Макс. импульсное напряжение		50 В
Макс. импульсная энергия (10 мкс)		1 мВт·с
Следящий генератор (только для моделей .18 и .28)		
Диапазон частот		от 100 кГц до 8 ГГц
Тип разъема		гнездо N-типа, 50 Ом
КСВН	$100 \text{ кГц} \leq f \leq 1 \text{ ГГц}$	ном. < 1,5
	$1 \text{ ГГц} < f \leq 6 \text{ ГГц}$	ном. < 2
	$6 \text{ ГГц} < f \leq 8 \text{ ГГц}$	ном. < 3
Выходной уровень	аттенюатор следящего генератора установлен на 0 дБ	ном. 0 дБмВт
Аттенюатор следящего генератора		от 0 дБ до 40 дБ с шагом 1 дБ
Динамический диапазон измерений с развязкой по ВЧ	ослабление на ВЧ-входе = 0 дБ, аттенюатор следящего генератора = 10 дБ, RBW = 1 кГц	
	$100 \text{ кГц} \leq f < 300 \text{ кГц}$	>60 дБ, тип. 80 дБ
	$300 \text{ кГц} \leq f < 6 \text{ ГГц}$	>70 дБ, тип. 90 дБ
	$6 \text{ ГГц} < f \leq 8 \text{ ГГц}$	тип. >50 дБ
Обратная мощность		
Постоянный ток		50 В
Мощность немодулированного ВЧ-сигнала		+20 дБмВт (0,1 Вт)
Макс. импульсное напряжение		50 В
Макс. импульсная энергия (10 мкс)		1 мВт·с
Внешний опорный сигнал, внешний запуск, порт №2 смещения постоянным током (BNC 1)		
Тип разъема		BNC, 50 Ом
Режим работы	определяемый пользователем	внешний опорный сигнал, внешний запуск, порт №2 смещения постоянным током
Внешний опорный сигнал	необходимый уровень	0 дБмВт
	частота	10 МГц
Порог уровня внешнего запуска	нарастающий импульс	2,4 В
	спадающий импульс	0,7 В
Порт №2 смещения постоянным током	максимальное входное напряжение	50 В
	максимальный входной ток	600 мА
Выход ПЧ, порт №1 смещения постоянным током (BNC 2)		
Тип разъема		BNC, 50 Ом
Режим работы	определяемый пользователем	выход ПЧ, порт №1 смещения постоянным током
Выход ПЧ	частота	21,4 МГц
Порт №1 смещения постоянным током	максимальное входное напряжение	50 В

Дополнительный разъем (AUX)		
Тип разъема		7-контактное гнездо (тип Binder 712)

2.8 Векторный анализ цепей (модели .24/.28 с опцией R&S FSH-K42)

Частотный диапазон	R&S FSH4 модель .24	от 300 кГц до 3,6 ГГц
	R&S FSH8 модель .28	от 300 кГц до 8 ГГц
Разрешение по частоте		1 Гц
Количество точек данных		631
Мощность на выходе	управляется аттенюатором следающего генератора	ном. от 0 до -50 дБмВт с шагом 1 дБ
Измерение характеристик отражения		
Потери на отражение		
Диапазон	определяемый пользователем	1 дБ, 2 дБ, 5 дБ, 10 дБ, 20 дБ, 50 дБ, 100 дБ, линейный масштаб 0...100 %
Разрешение		0,01 дБ
Однопортовые измерения фазы		
Диапазон	определяемый пользователем	90°, 180°, 360°, 720°, 1000° до 10000° с шагом 1, 2, 5
Разрешение		0,01°
КСВН		
Диапазон	определяемый пользователем	от 1 до 1,1, 1,5, 2, 6, 11, 21 или 71
Диаграмма Вольперта-Смита		
Диапазон		1, увеличение x 2, x 4, x 8
Коэффициент отражения	диапазон	от 0 до 1, от 0 до 0,1, от 0 до 0,01, от 0 до 0,001
Γ_p	диапазон	от 0 до 1000, от 0 до 100, от 0 до 10, от 0 до 1
Скорректированная направленность	$300 \text{ кГц} \leq f < 3 \text{ ГГц}$	ном. >43 дБ
	$3 \text{ ГГц} \leq f < 6 \text{ ГГц}$	ном. >37 дБ
	$6 \text{ ГГц} < f \leq 8 \text{ ГГц}$	ном. >31 дБ
Скорректированное согласование измерительного порта	$300 \text{ кГц} \leq f < 3 \text{ ГГц}$	ном. >40 дБ
	$3 \text{ ГГц} \leq f < 6 \text{ ГГц}$	ном. >37 дБ
	$6 \text{ ГГц} < f \leq 8 \text{ ГГц}$	ном. >30 дБ
Измерение характеристик передачи		
Усиление		
Диапазон измерений		от -120 дБ до +80 дБ
Диапазон отображения	определяемый пользователем	1 дБ, 2 дБ, 5 дБ, 10 дБ, 20 дБ, 50 дБ, 100 дБ, линейный масштаб 0...100 %
Разрешение		0,01 дБ
Фаза		
Диапазон измерений		
Диапазон отображения	определяемый	90°, 180°, 360°, 720°, 1000° до

	пользователем	10000° с шагом 1, 2, 5
Динамический диапазон в направлении порт 1 – порт 2	ВЧ-ослабление = 0 дБ, ослабление следящего генератора = 10 дБ, RBW = 10 кГц	
	300 кГц ≤ f < 3 ГГц	тип. 70 дБ
	3 ГГц ≤ f < 6 ГГц	>70 дБ, тип. 90 дБ
	6 ГГц < f ≤ 8 ГГц	тип. >50 дБ
Динамический диапазон в направлении порт 2 – порт 1	ВЧ-ослабление = 0 дБ, ослабление следящего генератора = 10 дБ, RBW = 10 кГц	
	300 кГц ≤ f < 3 ГГц	тип. 80 дБ
	3 ГГц ≤ f < 6 ГГц	>80 дБ, тип. 100 дБ
	6 ГГц < f ≤ 8 ГГц	тип. >60 дБ
Согласование измерительного порта		см. данные для выхода следящего генератора и ВЧ-входа

2.9 Скалярный анализ цепей (модели .24/.28 без опции R&S FSH-K42)

Частотный диапазон	R&S FSH4 модель .24	от 300 кГц до 3,6 ГГц
	R&S FSH8 модель .28	от 300 кГц до 8 ГГц
Разрешение по частоте		1 Гц
Количество точек данных		631
Мощность на выходе	управляется аттенуатором следящего генератора	ном. от 0 до -50 дБмВт с шагом 1 дБ
Измерение характеристик отражения		
Потери на отражение	Диапазон	1 дБ, 2 дБ, 5 дБ, 10 дБ, 20 дБ, 50 дБ, 100 дБ, линейный масштаб 0...100 %
	Разрешение	0,01 дБ
КСВН	Диапазон, определяемый пользователем	от 1 до 2, 6, 11, 21 или 71
Скорректированная направленность	300 кГц ≤ f < 6 ГГц	ном. >25 дБ
	6 ГГц < f ≤ 8 ГГц	ном. >20 дБ
Скорректированное согласование измерительного порта	300 кГц ≤ f < 6 ГГц	ном. >20 дБ
	6 ГГц < f ≤ 8 ГГц	ном. >15 дБ
Измерение характеристик передачи		
Динамический диапазон в направлении порт 1 – порт 2	ВЧ-ослабление = 0 дБ, ослабление следящего генератора = 0 дБ, RBW = 1 кГц	
	300 кГц ≤ f < 6 ГГц	>60 дБ, тип. 80 дБ
	6 ГГц < f ≤ 8 ГГц	тип. >40 дБ
Динамический диапазон в направлении порт 2 – порт 1	ВЧ-ослабление = 0 дБ, ослабление следящего генератора = 0 дБ, RBW = 1 кГц	
	300 кГц ≤ f < 3 ГГц	>70 дБ, тип. 90 дБ
	6 ГГц < f ≤ 8 ГГц	тип. >50 дБ
Согласование измерительного порта		см. данные для выхода следящего генератора и ВЧ-входа

Графики погрешности измерения коэффициента отражения:

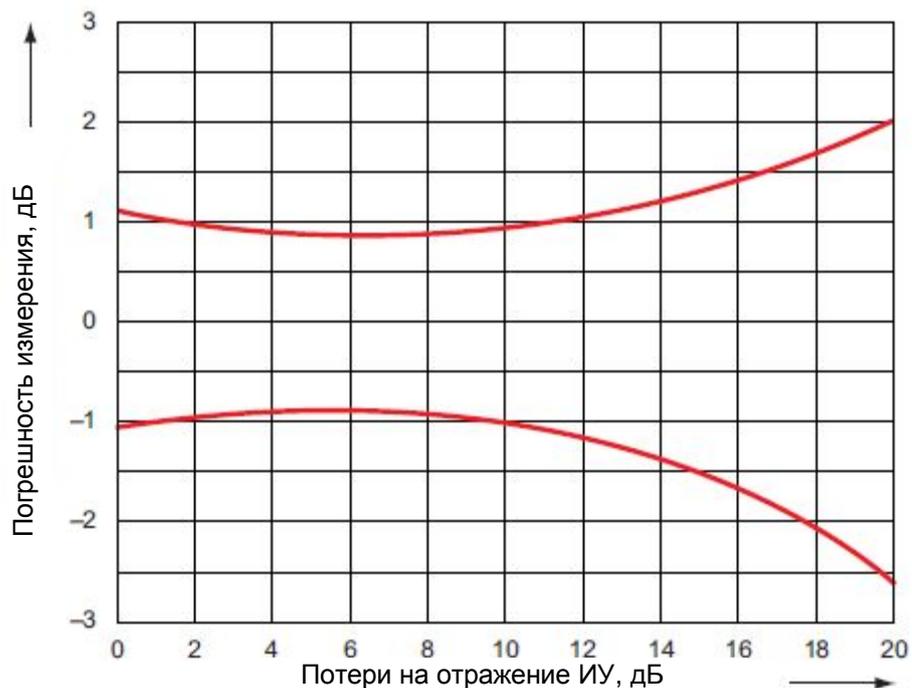


Рисунок 2.1 – Погрешность измерения коэффициента отражения без опции R&S FSH-K42

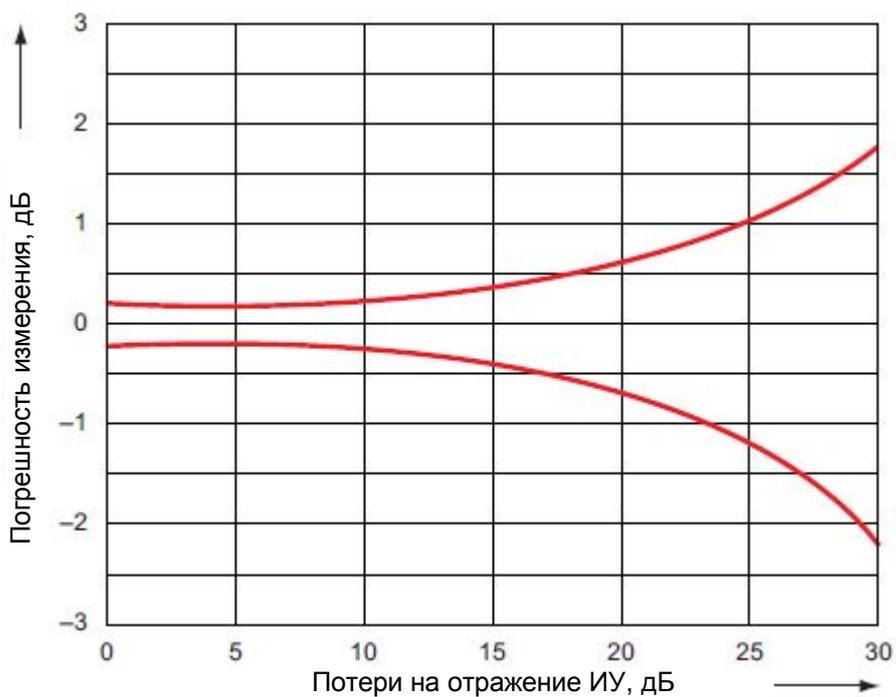


Рисунок 2.2 – Погрешность измерения коэффициента отражения с опцией R&S FSH-K42

2.10 Измерение расстояния до повреждения (опция R&S FSH-K41)

Потери на отражение	диапазон	1 дБ, 2 дБ, 5 дБ, 10 дБ, 20 дБ, 50 дБ, 100 дБ, линейный масштаб 0...100 %
	разрешение	0,01 дБ
КСВН	диапазон	10 дБ, 20 дБ, 50 дБ, 100 дБ
	разрешение	0,01 дБ
Коэффициент отражения	диапазон	
Коэффициент отражения	диапазон	от 0 до 1, от 0 до 0.1, от 0 до 0,01, от 0 до 0,001
$\tau\rho$	диапазон	от 0 до 1000, от 0 до 100, от 0 до 10, от 0 до 1
Разрешение по определению места повреждения	метры	($1,5^8 \times$ коэффициент замедления / полоса обзора)
Максимально допустимый паразитный сигнал на входе	ВЧ-ослабление = 0 дБ	ном. 0 дБ

2.11 Измерение мощности (опции R&S FSH-Z1, FSH-Z14, FSH-Z18, FSH-Z44)

Диапазон рабочих частот		
FSH-Z1		от 0,01 до 8 ГГц
FSH-Z18		от 0,01 до 18 ГГц
FSH-Z14		от 0,025 до 1 ГГц
FSH-Z44		от 0,2 до 4 ГГц
Диапазон измерений мощности		
FSH-Z1, FSH-Z18		от 200 пВт до 0,2 Вт
FSH-Z14, FSH-Z44		от 30 мВт до 300 Вт
КСВН входа		
FSH-Z1, FSH-Z18	от 10 до 30 МГц	1,15
	от 30 МГц до 2,4 ГГц	1,13
FSH-Z14	от 2,4 до 8 ГГц	1,20
	при нагрузке 50 Ом	1,06
FSH-Z44	при нагрузке 50 Ом	
	от 200 МГц до 3 ГГц	1,07
	от 3 до 4 ГГц	1,12
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения мощности		
FSH-Z1, FSH-Z18	при температуре от 15 до 35 °С	
	от 10 МГц до 8 ГГц	±2,3 %
FSH-Z14	при температуре от 18 до 28 °С	
	от 25 до 40 МГц	±4,0 %
	от 40 МГц до 1 ГГц	±3,2 %
FSH-Z44	при температуре от 18 до 28 °С	
	от 200 до 300 МГц	±4,0 %
	от 300 МГц до 4 ГГц	±3,2 %

2.12 Общие характеристики

Дистанционное управление (опция R&S FSH-K40)		
Набор команд		SCPI 1997.0
Интерфейс LAN		10/100 BaseT, RJ-45
USB		разъем mini B, версия 1.1
Дисплей		
Разрешение дисплея		640 x 480 пикселей
Аудио		
Динамик		встроенный
Запоминающее устройство		
Запоминающее устройство		флэш-память (встроенная), SD-карта (не поставляется)
Объем сохраняемых данных	внутренняя память	>256 настроек прибора и спектрограмм
	карта SD, 1 Гб	>5000 настроек прибора и спектрограмм
Диапазон температур		
	диапазон рабочих температур	от 0 °C до +50 °C
	допустимый диапазон рабочих температур	от 0 °C до +55 °C
	диапазон температур хранения	от -40 °C до +70 °C
	режим заряда батареи	от 0 °C до +40 °C
Климатические условия	относительная влажность	+25 °C/+40 °C при 85 % относительной влажности (EN 60068-2-30)
	класс защиты IP	51
Механические воздействия		
Вибрация	синусоидальная	EN 60068-2-6
	произвольная	EN 60068-2-64
Ударопрочность		40 g, в соответствии с MIL-STD-810F, метод 516.4 процедура 1, EN 60068-2-27

Источник питания		
Сетевой адаптер R&S HA-Z201	входные характеристики	от 100 до 240 В переменного тока, от 50 до 60 Гц, 700 мА
	выходные характеристики	15 В постоянного тока, 2 А
	диапазон рабочих температур	от 0 °C до +40 °C
	диапазон температур хранения	от -40 °C до +70 °C
	знаки соответствия	VDE, CE, UL, PSE
Внешний источник постоянного тока		от 14 до 16 В
Встроенная батарея		литий-ионная
Емкость	R&S HA-Z204 (стандарт)	4,5 А·ч
	R&S HA-Z206 (опция)	6,75 А·ч
Напряжение		ном. 7,2 В

Время работы с новой, полностью заряженной батареей	R&S HA-Z204 (стандарт)	3 ч
	R&S HA-Z206 (опция)	4,5 ч
Время заряда	прибор выключен или используется ЗУ R&S HA-Z203	
	R&S HA-Z204 (стандарт)	2,5 ч
	R&S HA-Z206 (опция)	3,5 ч
	прибор включен	
	R&S HA-Z204 (стандарт)	3,5 ч
	R&S HA-Z206 (опция)	4,5 ч
Срок эксплуатации	циклы заряда	>500
Потребляемая мощность		тип. 12 Вт
Безопасность		IEC 61010-1, EN 61010-1, UL 61010B-1, CSA C22.2 No. 1010-1
Знаки соответствия		VDE, GS, CSA, CSA-NRTL
ЭМС	в соответствии с директивами European EMC Directive 2004/108/EC включая	
	EN 61326 class B (излуч.)	
	CISPR 11/EN 55011/группа 1, класс B (излучение)	
	EN 61326 таблица A.1 (помехозащищенность, промышл. помехи)	
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), не более		192 x 145 x 300 мм
Масса, не более		3 кг
Рекомендованный межкалибровочный интервал		1 год

3 Состав комплекта прибора

1) Анализатор сигналов	1
2) Адаптер питания от сети переменного тока.....	1
3) Литий-ионная аккумуляторная батарея (4 А·ч)	1
4) Кабель USB	1
5) Кабель LAN	1
6) Краткое руководство по эксплуатации	1
7) Методика поверки	1
8) Компакт-диск с ПО R&S FSH4View и документацией.....	1
9) Упаковочная тара	1

4 Маркирование и пломбирование

4.1 Наименование и условное обозначение прибора и товарный знак предприятия нанесены в верхней части лицевой панели.

4.2 Заводской порядковый номер прибора указан на задней панели анализатора.

4.3 Все элементы и составные части, установленные на панелях и печатных платах прибора, имеют маркировку позиционных обозначений в соответствии с перечнями элементов к электрическим принципиальным схемам.

4.4 Анализатор пломбируется мастичными или саморазрушающимися самоклеющимися при вскрытии прибора пломбами, которые расположены на задней панели.

5 Общие указания по эксплуатации

5.1 Перед вводом анализатора R&S FSH4/8 в эксплуатацию убедитесь, что:

- крышки корпуса надежно прикручены,
- вентиляционные отверстия свободны,
- на входы не подаются сигналы, имеющие напряжение выше допустимого,
- выводы прибора не перегружены или не подключены неправильно.

Несоблюдение этих рекомендаций может привести к повреждению прибора.

5.2 После длительного хранения следует произвести внешний осмотр, а затем поверку.

При внешнем осмотре необходимо проверить:

- 1) сохранность пломб;
- 2) комплектность;
- 3) отсутствие внешних механических повреждений, влияющих на точность показаний прибора;
- 4) прочность крепления органов управления, четкость фиксации их положений;
- 5) наличие предохранителей;
- 6) чистоту разъемов и гнезд;
- 7) состояние лакокрасочных покрытий, гальванических покрытий и четкость гравировки;
- 8) состояние соединительных кабелей и переходов.

6 Указание мер безопасности

6.1 Общие сведения

6.1.1 Компания Rohde & Schwarz прилагает все возможные усилия для поддержания стандартов безопасности своих изделий на самом высоком современном уровне и обеспечения пользователям наивысшего возможного уровня безопасности. Наши изделия и необходимое для них дополнительное оборудование разработаны и испытаны согласно соответствующим стандартам безопасности. Соответствие этим стандартам постоянно контролируется нашей системой обеспечения качества. Данное изделие было разработано и произведено в соответствии с Сертификатом Соответствия ЕС и вышло с завода-изготовителя в состоянии, полностью соответствующем стандартам безопасности. Для поддержания этого состояния и обеспечения безопасной эксплуатации соблюдайте все инструкции, предупреждения и замечания, приведенные в настоящем руководстве. Если у Вас возникнут вопросы, относящиеся к этим инструкциям по обеспечению безопасности, компания Rohde & Schwarz будет рада ответить Вам.

6.1.2 Кроме того, Вы являетесь ответственными за использование данного изделия надлежащим образом. Это изделие предназначено для эксплуатации исключительно в промышленных и лабораторных либо в полевых условиях, не допускается использование, которое может привести к получению травм обслуживающего персонала или материальному ущербу. Вы являетесь ответственными за использование данного изделия по назначению, отличному от указанного в настоящем руководстве, и за несоблюдение инструкций изготовителя. При применении изделия в несоответствующих целях или ненадлежащим образом изготовитель ответственности не несет.

6.1.3 Изделие считается используемым по назначению, если оно эксплуатируется в рамках своих технических характеристик (см. технические данные, документацию, нижеследующие инструкции по обеспечению безопасности). Работа с данным изделием требует технического опыта и знания английского языка. Поэтому важно, чтобы продукция обслуживалась исключительно квалифицированным и специализированным штатом работников или тщательно обученным персоналом, имеющим необходимую квалификацию. Если для работы с продукцией компании Rohde & Schwarz требуются личные средства защиты, то это будет указано в соответствующем разделе документации на продукцию.

6.1.4 Изучение и соблюдение инструкций по обеспечению безопасности позволит избежать разного рода травм и поломок оборудования, а также возникновения потенциально опасных ситуаций. Поэтому перед началом работы с оборудованием тщательно прочитайте и следуйте приведенным ниже инструкциям по безопасности. Также крайне важно обращать внимание на дополнительные инструкции по личной безопасности, встречающиеся в разных местах в тексте документации. В настоящих инструкциях по обеспечению безопасности слово «оборудование» относится ко всем изделиям, включая измерительные приборы, системы и все дополнительное оборудование, которые продаются или распространяются компанией Rohde & Schwarz.

6.2 Используемые знаки и обозначения

В документации на оборудование компании Rohde & Schwarz используются следующие знаки и обозначения:

Таблица 6.1

							
Следуйте инструкции по эксплуатации	Указывается для приборов весом более 18 кг	Опасно! Высокое напряжение	Осторожно! Горячие поверхности	Контакт защитного провода	Заземление	Соединение с корпусом (массой)	Внимание! Устройства, чувствительные к электростатическим воздействиям

6.3 Отдельные метки и их значение

Таблица 6.2

DANGER (ОПАСНО)	Метка указывает на потенциальную опасность и высокую степень риска для пользователя, которая может привести к серьезным травмам или смерти.
WARNING (ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ)	Метка указывает на потенциальную опасность и среднюю степень риска для пользователя, которая может привести к серьезным травмам или смерти.
CAUTION (ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ)	Метка указывает на потенциальную опасность и малую степень риска для пользователя, которая может привести к небольшим травмам и минимальным повреждениям.
NOTICE (ПРИМЕЧАНИЕ)	Метка указывает на ситуацию, когда пользователь должен обратить особое внимание на работу с оборудованием, но не приводящую к его повреждению или травмам. В документации также используется метка ATTENTION, как синоним к NOTICE.

Вышеупомянутые метки согласуются со стандартными требованиями к гражданским приложениям в европейской экономической зоне. Могут также иметь место определения, вытекающие из стандартных требований. Следовательно, важно представлять себе, что отмеченные выше метки всегда рассматриваются в контексте соответствующей документации для конкретной продукции. Рассмотрение меток вне контекста соответствующих документации и продукции может привести к неправильной интерпретации их смысла и, как следствие, к получению травмы или повреждению оборудования.

6.4 Основные инструкции по обеспечению безопасности

6.4.1 Устройство должно использоваться только в условиях и положениях, предусмотренных производителем. Вентиляционные отверстия в процессе работы не должны быть заблокированы. Если иное не оговорено, продукция R&S отвечает следующим требованиям: рабочее положение только ножками корпуса вниз, уровень защиты IP2X, уровень загрязнения 2, категория по перенапряжению 2, использование только в помещении, высота над уровнем моря не превышает 2000 м. Устройство может функционировать только от питающей сети, ток в которой не превышает 16 А. Если в технических характеристиках не указано другое, то допустимое колебание номинального напряжения составляет $\pm 10\%$, номинальной частоты $\pm 5\%$.

6.4.2 При проведении любых работ должны быть соблюдены все относящиеся к делу государственные и местные положения и правила обеспечения безопасности и предотвращения несчастных случаев. Распаковывать и монтировать оборудование должен только специально обученный и допущенный персонал. Перед выполнением любой работы с оборудованием или его демонтажем оборудование должно быть

полностью отсоединено от сети питания. Любые настройки, замена частей и ремонт должны выполняться только техническим персоналом, допущенным компанией Rohde & Schwarz. Для замены допускается использовать только оригинальные запчасти, обеспечивающие безопасность использования (например, выключатели питания, трансформаторы, предохранители). После установки новых запчастей необходимо всегда выполнять проверку соблюдения мер безопасности (визуальный осмотр, проверка заземления, измерение сопротивления изоляции, измерение тока утечки, проверка функционирования).

6.4.3 Как и для всех промышленно-выпускаемых изделий, невозможно полностью исключить применение материалов, которые могут вызывать аллергические реакции (аллергенов, например, алюминия или никеля). Если у Вас развилась аллергическая реакция (зуд кожи, частое чихание, покраснение глаз или затрудненное дыхание) немедленно обратитесь к врачу для выяснения причины.

6.4.4 Если оборудование/компоненты подвергались механическому или тепловому воздействию, выходящему за рамки использования по назначению, то возможно выделение в свободном состоянии опасных вещества (пыль с содержанием тяжелых металлов, таких как: свинец, бериллий, никель). В этом случае может возникнуть необходимость разобрать оборудование, например, с целью их удаления. Разборка оборудования может производиться только специально обученным персоналом. Неправильный демонтаж может быть опасен для Вашего здоровья. Необходимо учитывать государственные положения по утилизации отходов.

6.4.5 В зависимости от своего назначения некоторое оборудование, например радиоприборы, может создавать повышенный уровень электромагнитного излучения. Учитывайте, что будущая жизнь требует повышенной защиты, беременные женщины должны быть соответствующим образом защищены. Для лиц с кардиостимуляторами электромагнитное излучение также может представлять опасность. Работник должен определить места, потенциально подвергающиеся интенсивному облучению и, при необходимости, принять меры по устранению опасности.

6.4.6 Работа с оборудованием требует специального обучения и большой концентрации. Убедитесь, что люди, работающие с оборудованием, физически, психологически и эмоционально готовы к такой работе, иначе возникает риск получения травмы и повреждения оборудования. Ответственность за подбор подходящего персонала лежит на работодателе.

6.4.7 Перед включением оборудования следует убедиться, что номинальное напряжение, указанное на оборудовании, совпадает с напряжением сети питания. При установке другого напряжения может потребоваться замена предохранителя цепи питания.

6.4.8 Устройства класса защиты I с отсоединяемым сетевым кабелем и установочным шнуром должны включаться только в розетку с контактом заземления и проводом заземления.

6.4.9 Не разрешается намеренно отсоединять защитный земляной провод в питающем кабеле или в самом устройстве, поскольку это приводит к возникновению угрозы поражения электрическим током. Все используемые удлинители, разветвители и т. п. должны регулярно проходить проверку на соответствие стандартам безопасности.

6.4.10 Оборудование можно запитывать только от сети питания, поддерживающей TN/TT с защитой предохранителем и максимальным током 16 А.

6.4.11 Не вставляйте вилку питания в грязные и запыленные розетки. Вставляйте вилку плотно и на всю глубину розетки. В противном случае может возникнуть пробой, загорание и/или повреждение.

6.4.12 Не перегружайте розетки, удлинительные шнуры и перемычки, в противном случае возможны загорания и поражения электрическим током.

6.4.13 Для измерений в цепях со среднеквадратичным напряжением $V_{rms} > 30$ В, необходимо принять меры безопасности (например, использование подходящих измерительных приборов, предохранителей, ограничителей тока, электрических развязок, изоляции).

6.4.14 Убедитесь, что подключение к оборудованию, поддерживающему информационные технологии, соответствует стандарту IEC 950/EN 60950.

6.4.15 Никогда не снимайте крышку или часть корпуса в процессе работы. Открытые цепи и контакты могут привести к загоранию, поражению электрическим током или выходу оборудования из строя.

6.4.16 Для постоянно установленных устройств без встроенных предохранителей, прерывателей цепи или аналогичных защитных устройств питающий контур должен быть снабжен предохранителями, так чтобы обеспечивать надежную защиту как пользователей, так и подключаемого оборудования.

6.4.17 Не вставляйте никакие предметы в вентиляционные отверстия корпуса и в другие, не предназначенные для этого отверстия. Не допускайте попадания жидкости на корпус или внутрь него. Это может привести к короткому замыканию цепей внутри устройства и/или поражение электрическим током, пожару или травмам.

6.4.18 Обеспечьте достаточно надежную защиту от перенапряжения, чтобы никакой скачок напряжения (например, вызванный разрядом молнии) не достигал Вашего оборудования. Иначе обслуживающий персонал может быть поражен электрическим разрядом.

6.4.19 Не размещайте оборудование на тепловыделяющих устройствах (радиаторах или нагревателях). Температура окружающей среды не должна превышать максимальной температуры, указанной в спецификациях.

6.4.20 Батареи и аккумуляторные батареи не должны подвергаться воздействию огня или высоких температур. Держите батареи и аккумуляторы в местах, недоступных для детей. Неправильно установленная при замене батарея или аккумулятор могут взорваться (Предупреждение: литиевые батареи). Для замены следует использовать батареи только тех типов, которые рекомендованы Rohde & Schwarz (см. список запчастей). Аккумуляторы и батареи представляют опасность для окружающей среды и должны подвергаться специальной переработке. И использованные батареи должны утилизироваться только в специально предназначенных для этого контейнерах. Недопустимо закорачивание полюсов батареи или аккумулятора.

6.4.21 Следует учитывать, что в случае возгорания оборудования возможно выделение токсичных веществ (газов, жидкостей, и т. д.), которые могут оказаться опасными для Вашего здоровья.

6.4.22 Ручки на оборудовании предназначены для удержания и переноски оборудования персоналом, поэтому недопустимо использовать ручки для крепления оборудования или как средство для транспортировки его краном, вилочным подъемником, тележкой и т. п. Вы обязаны надежно закреплять оборудование на средствах транспортировки и соблюдать инструкции производителя по технике безопасности при транспортировке. Несоблюдение инструкций может привести к травме или повреждению оборудования.

6.4.23 Если Вы эксплуатируете оборудование в транспортном средстве, водитель несет ответственность за безопасность движения и транспортного средства. Необходимо должным образом закрепить оборудование в транспортном средстве для предупреждения получения травм и других повреждений в случае возникновения чрезвычайной ситуации. Никогда не используйте оборудование в движущемся транспортном средстве, так как Вы можете отвлечь внимание водителя. Водитель всегда несет ответственность за безопасность транспортного средства, в то время как производитель не несет никакой ответственности за происшествия на транспорте.

6.4.24 Перед очисткой отсоедините оборудование от питающей сети. Для очистки используйте мягкую ткань. Не используйте такие средства, как спирт, ацетон или другие растворители для лаковых покрытий.

6.4.25 Придерживайтесь всех дополнительных инструкций, приведенных в данном руководстве.

7 Подготовка к работе

Перед началом работы следует изучить руководство по эксплуатации, а также ознакомиться с расположением и назначением органов управления и контроля на панелях прибора (см. рисунок 7.1).

- (1) ВЧ-вход (разъем N-типа)
- (2) Разъем для наушников
- (3) Разъем BNC:
внешний запуск / внешний источник опорной частоты / выход ПЧ (IF-Out) / видео-выход или порт BIAS
- (4) Интерфейсы LAN и USB
- (5) Подписи функциональных клавиш
- (6) Функциональные (программируемые) клавиши
- (7) Аппаратные клавиши выбора функций
- (8) Буквенно-цифровая клавиатура
- (9) Замок Kensington
- (10) Разъем для подключения внешнего источника постоянного тока
- (11) Кнопка Вкл./Выкл.
- (12) Клавиши ввода
- (13) Клавиши единиц измерения
- (14) Клавиши курсора
- (15) Клавиша Preset
- (16) Поворотная ручка
- (17) Клавиша копирования экрана (снимок экрана)
- (18) Клавиша настроек
- (19) Экран
- (20) Слот для SD-карт
- (21) Выход генератора (разъем N-типа)
- (22) Разъем для датчика мощности

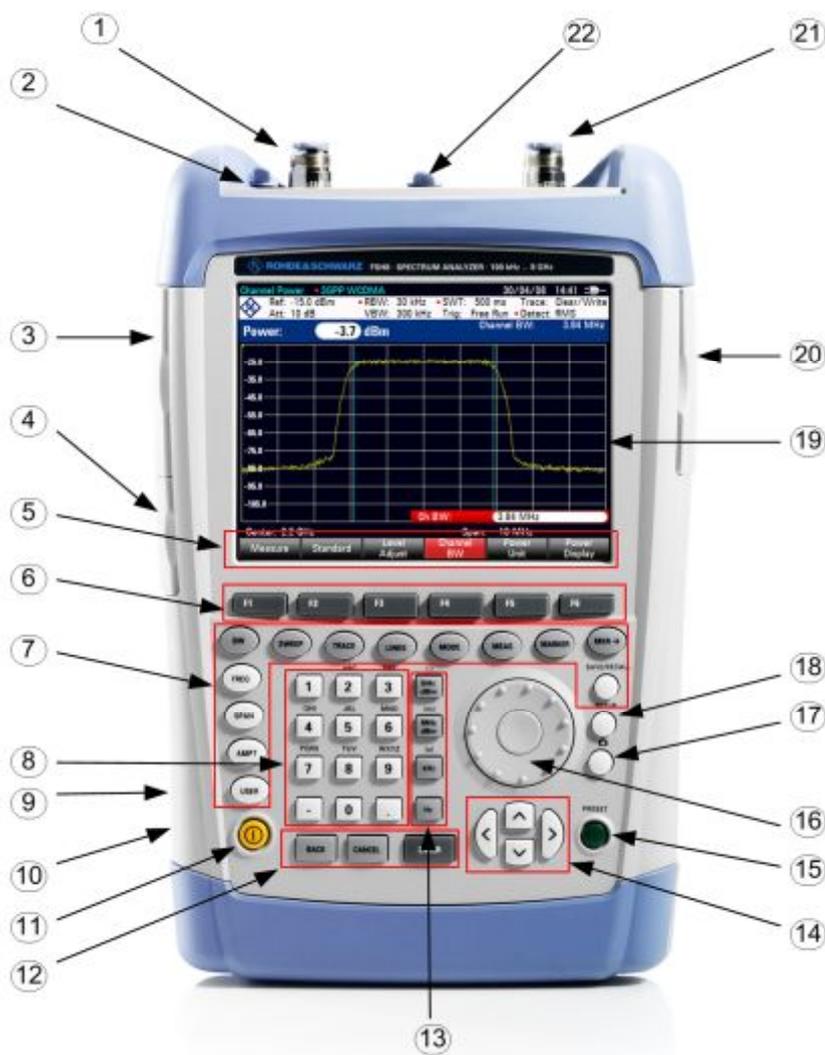


Рисунок 7.1 – Анализатор спектра R&S FSH4/8. Вид спереди.

7.1 Распаковка прибора

7.1.1 Анализатор R&S FSH поставляется в упаковке специальной формы, состоящей из верхней и нижней крышек. Обе крышки скрепляются лентой, обернутой вокруг упаковки.

7.1.2 В упаковке содержатся все поставляемые принадлежности (см. рис. 7.2).

7.1.3 Порядок распаковки:

- снимите ленту для того, чтобы распаковать анализатор;
- извлеките анализатор R&S FSH и принадлежности;
- снимите защитную пленку с экрана прибора.

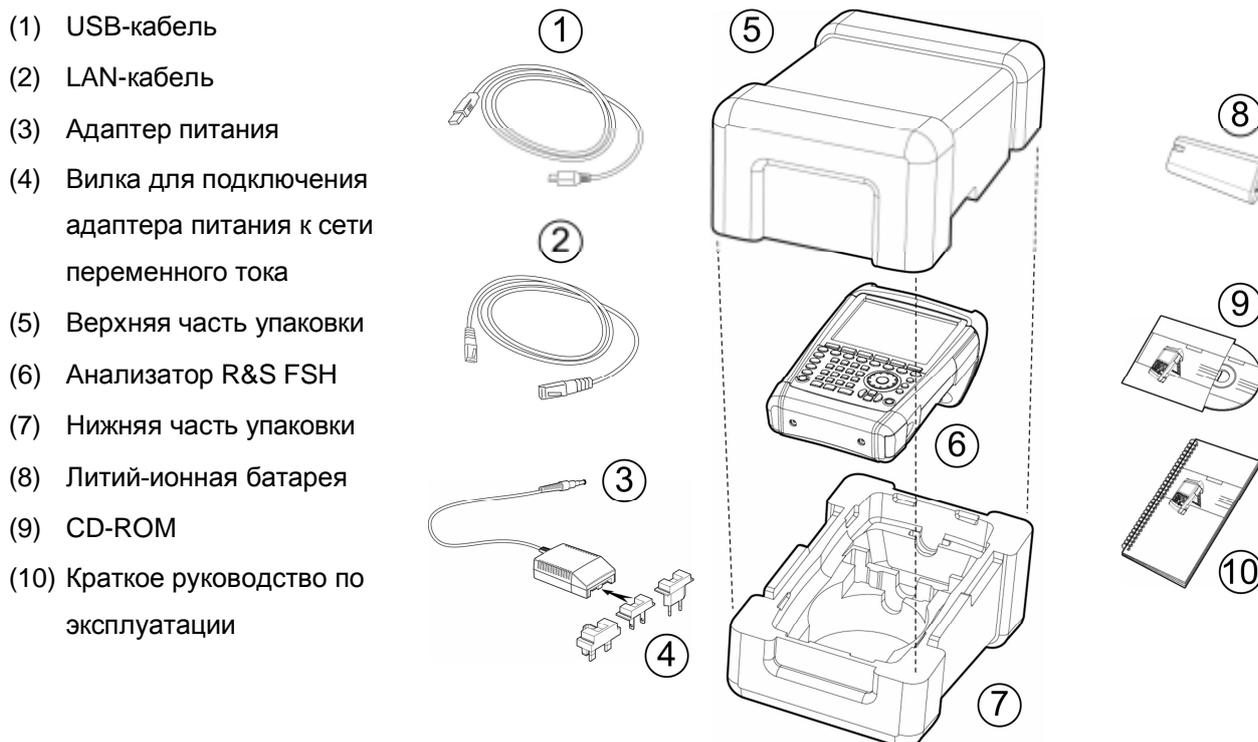


Рисунок 7.2 – Состав комплекта прибора

Примечание – Каждый прибор R&S FSH поставляется с уникальным главным PIN-кодом. Храните главный PIN-код в безопасном месте отдельно от анализатора. При трехкратном неправильном вводе PIN-кода прибор R&S FSH будет заблокирован. Блокировка снимается путем ввода главного PIN-кода.

7.2 Размещение прибора

7.2.1 Портативный анализатор спектра R&S FSH был разработан для использования в лабораториях, а также для работы в местах проведения ремонта и обслуживания. Для любого применения анализатор R&S FSH можно установить таким образом, чтобы обеспечить удобство работы и оптимальный угол обзора дисплея.

7.2.2 Если анализатор R&S FSH используется в качестве настольного прибора, то его можно либо разместить горизонтально, либо поставить с помощью откидного упора на задней панели.

7.2.3 Анализатор R&S FSH, при работе с ним сверху, может быть размещен горизонтально. Так как ручка анализатора сзади немного выступает, то R&S FSH будет наклонен вперед, обеспечивая оптимальный угол обзора для дисплея.

7.2.4 Для использования на рабочем столе, откиньте упор на задней панели так, чтобы можно было легко работать с прибором с передней панели и легко читать показания с дисплея (см. рисунок).



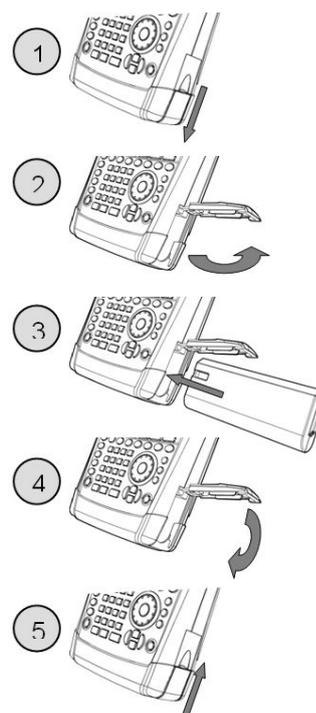
7.2.5 При выполнении измерений на месте проведения монтажа или ремонта лучше всего держать прибор обеими руками. При этом все органы управления легко доступны (например, большими пальцами). Чтобы освободить обе руки для работы с испытуемым устройством, используйте сумку R&S HA-Z222.

7.2.6 Ручка для переноски в верхней части анализатора R&S FSH подходит также для того, чтобы повесить прибор, например, на дверце шкафа. Форма ручки гарантирует, что прибор будет висеть, не соскальзывая.

7.3 Включение анализатора спектра

7.3.1 Литий-ионная аккумуляторная батарея, включенная в поставку, должна быть вставлена в батарейный отсек прибора до его включения. Батарейный отсек расположен в нижнем правом углу прибора.

- Чтобы открыть отсек, сдвиньте крышку в направлении вниз, нажав пальцем на выступ (1).
- Затем откиньте крышку (2) и вставьте аккумуляторную батарею в анализатор R&S FSH до упора скошенной стороной вверх и ручкой справа (3).
- Чтобы закрыть крышку, опустите ее вниз (4), а затем закрепите ее, сдвинув вверх до щелчка (5).



7.3.2 Анализатор R&S FSH может питаться от поставляемого адаптера питания или от съемной батареи. Поставляемая литий ионная батарея имеет ёмкость около 4 А·ч и при полном заряде обеспечивает работу прибора приблизительно в течении трех часов. При поставке батарея R&S FSH может быть разряжена. Для автономной работы ее необходимо зарядить. Время заряда при выключенном приборе составляет около 2,5 часов. Если прибор включен, время заряда увеличивается приблизительно на один час, до 3,5 часов. Внешнее зарядное устройство позволяет заряжать дополнительную сменную батарею. В качестве дополнительного аксессуара доступна батарея R&S FSH-Z206 ёмкостью около 6 А·ч и временем работы около 4,5 часов.

7.3.3 Вставьте штекер разъема адаптера питания в разъем питания POWER ADAPTER с левой стороны прибора. Затем подключите адаптер питания к розетке сети питания переменного тока. Диапазон входных напряжений адаптера питания составляет от 100 до 240 В переменного тока.

П р и м е ч а н и е – Во избежание повреждения прибора:

- Используйте только поставляемый адаптер питания R&S HA-Z201;
- Напряжение питающей сети должно соответствовать указанному на адаптере питания;
- Перед включением адаптера питания в сетевую розетку присоедините к нему подходящую вилку.

7.3.4 В транспортных средствах батарею можно заряжать от гнезда прикуривателя (12 В) с помощью автоадаптера R&S HA-Z202.



ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

Работа прибора R&S FSH от прикуривателя во время движения или при работающем двигателе запрещена!

При зарядке батареи анализатора R&S FSH через автомобильный адаптер ни в коем случае нельзя допускать контакта выхода автомобильного адаптера с массой автомобиля (например, через ВЧ-разъем анализатора).

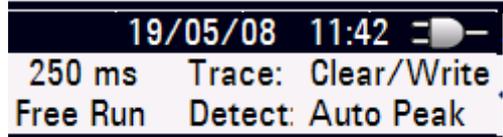
7.3.5 Для включения прибора R&S FSH нажмите желтую кнопку  на левой нижней части передней панели.

7.3.6 В правой верхней части экрана прибора R&S FSH отображается индикатор состояния батареи (со стрелкой внутри), информируя о том, что прибор подсоединен к питающей сети и заряжается. Если батарея полностью заряжена, вместо значка батареи отображается значок сетевой вилки.

Батарея заряжается



Прибор R&S FSH запитан от сети и батарея полностью заряжена



7.3.7 После включения анализатора R&S FSH восстанавливаются настройки, которые использовались перед его последним выключением.

П р и м е ч а н и е – Если батарея внутри прибора полностью разряжена, то R&S FSH не может быть включен, даже если он запитывается от сети через адаптер питания. В этом случае батарея должна несколько минут заряжаться при выключенном приборе. Только после этого прибор может быть включен.

7.4 Разъемы анализатора спектра

Анализатор R&S FSH оснащен следующими разъемами:

7.4.1 ВЧ-вход

ВЧ-вход соединяется с испытуемым устройством (ИУ) посредством кабеля с разъемом N-типа. При этом необходимо убедиться, что ВЧ-вход не будет перегружен.

Максимально допустимая непрерывная мощность на ВЧ-входе не превышает 20 дБмВт (100 мВт). Она может достигать 30 дБмВт (1 Вт) на время не более трех

минут. Если мощность 1 Вт подается на ВЧ-вход более 3 минут, то происходит сильное нагревание прибора, которое может привести к его повреждению.



ВНИМАНИЕ: Риск поражения электрическим током

Во избежание поражения электрическим током напряжение постоянного тока не должно превышать значения, указанного на корпусе.

П р и м е ч а н и е – Во избежание повреждения входного конденсатора, аттенюатора и смесителя напряжение постоянного тока никогда не должно превышать значения, указанного в технических характеристиках.

7.4.2 Выход следящего генератора (основной выход, только для моделей 1309.6000.14, 1309.6000.18, 1309.6000.24 и 1309.6000.28).

Выходная мощность следящего генератора для разных моделей R&S FSH:

Т а б л и ц а 7.1

Модель	Диапазон частот	Выходная мощность следящего генератора
R&S FSH4 (1309.6000.14, 1309.6000.18)	от 100 кГц до 3,6 ГГц	0 дБмВт, номинально
R&S FSH8 (1309.6000.24, 1309.6000.28)	от 300 кГц до 3,6 ГГц от 3,6 ГГц до 8 ГГц	0 дБмВт, номинально -5 дБмВт, номинально

Выходная мощность следящего генератора на всех моделях R&S FSH может быть уменьшена с помощью встроенного ступенчатого аттенюатора не более, чем на 40 дБ с шагом 1 дБ.

П р и м е ч а н и е – Во избежание повреждения выхода следящего генератора обратное напряжение не должно превышать значения, указанного на корпусе прибора R&S FSH.

7.4.3 Разъем для датчика мощности

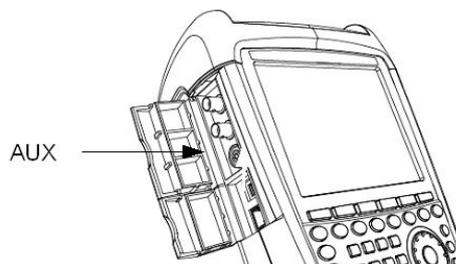
Разъем предусмотрен специально для датчиков мощности. Разъем используется как для питания, так и для передачи данных через интерфейс датчика мощности. Через данный разъем также может вестись управление изотропной антенной R&S TS-EMF (номер для заказа 1158.9295.13).

7.4.4 Разъем наушников

Для наушников предусмотрено гнездо 3,5 мм. Внутреннее сопротивление выхода составляет приблизительно 10 Ом.

7.4.5 Разъем для дополнительных принадлежностей (AUX)

Дополнительные принадлежности могут быть присоединены к разъему AUX на левой стороне прибора.

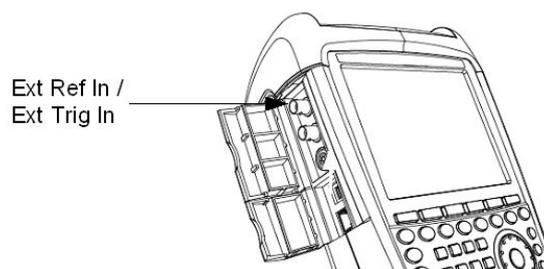


На левой стороне анализатора R&S FSH под защитными крышками расположены два разъема, которые описаны ниже.

П р и м е ч а н и е – Оба BNC-разъема могут быть сконфигурированы для разных задач. Названия отдельных разъемов выдавлены на внутренней стороне защитных крышек.

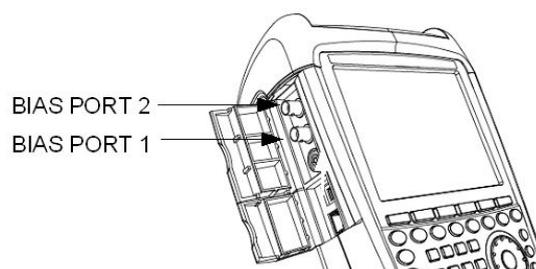
7.4.6 Вход внешнего сигнала запуска или внешнего опорного сигнала (EXT TRIG/EXT REF)

Через BNC-разъем EXT TRIG/EXT REF подается либо внешний сигнал запуска измерений, либо опорный сигнал с частотой 10 МГц. Порог сигнала запуска соответствует уровню сигналов ТТЛ. Уровень опорного сигнала должен превышать 0 дБмВт. Необходимые настройки могут быть сделаны в меню SETUP (клавиша SETUP, функциональная клавиша INSTRUMENT SETUP).



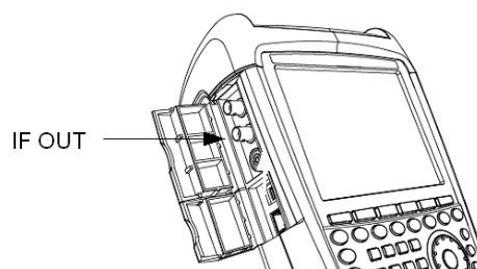
7.4.7 Порты BIAS Port 1/BIAS Port 2 для ввода постоянного тока (только для моделей 1309.6000.24 и 1309.6000.28)

Активное тестируемое оборудование может быть запитано введением постоянного тока через порты BIAS Port 1 и BIAS Port 2 и выводом через выходы PORT 1 и PORT 2. Постоянный ток может быть подан с помощью подходящего адаптера питания (макс. 600 мА / 28 В.).



7.4.8 Выход ПЧ / видеовыход

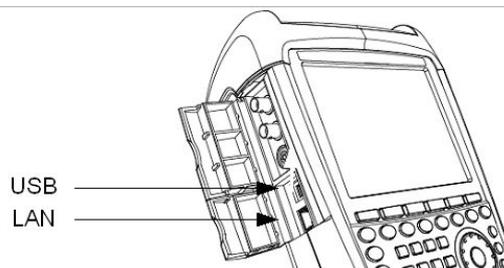
Разъем BNC (IF OUT), показанный на рисунке, может быть использован для вывода промежуточной частоты (21,4 МГц) или в качестве выхода видеосигнала.



Примечание – Во избежание повреждения прибора никогда не прикладывайте к разъему BNC токи выше 600 мА или напряжения выше 28 В.

7.4.9 Интерфейсы USB и LAN

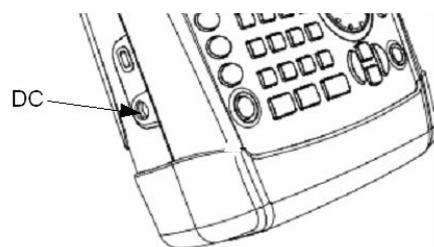
Для передачи измерительных данных прибор R&S FSH может быть соединен с компьютером с помощью USB или LAN интерфейса. Интерфейсы расположены с левой стороны под защитной крышкой (см. рис.). Кабели USB и LAN включены в поставку прибора. LAN-интерфейс конфигурируется в меню клавиши SETUP.



7.4.10 Разъем для питания постоянным током от адаптера питания

Прибор R&S FSH питается током от адаптера питания через разъем питания постоянного тока, при этом производится зарядка вставленной батареи.

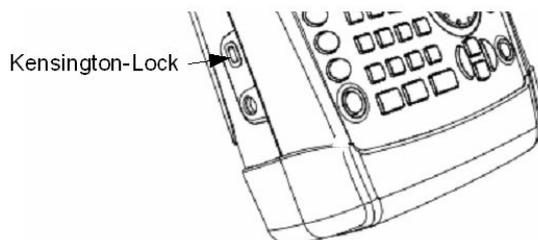
Батарея также может заряжаться через гнездо прикуривателя транспортного средства. Необходимый для этого адаптер поставляется в виде принадлежности для



анализатора R&S FSH (R&S HA-Z202, номер для заказа 1309.6117.00).

7.4.11 Механическое запорное устройство

Замок системы Kensington может быть прикреплен к корпусу прибора для механической связки R&S FSH с рабочей станцией с целью безопасности.



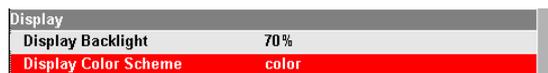
7.5 Настройки экрана

Анализатор R&S FSH оснащен цветным ЖК TFT экраном. Внутри помещений его яркость зависит от интенсивности подсветки. Угол зрения можно оптимизировать изменением контрастности. Для достижения максимальной контрастности, экран можно переключить с цветного изображения в черно-белое. При очень ярком освещении может быть более удобно работать с прибором, установив высококонтрастное монохромное отображение.

Для достижения баланса между временем работы батареи и яркостью экрана рекомендуется выбирать подсветку с минимальной яркостью.

7.5.1 Установка яркости

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTRUMENT SETUP.



Откроется поле для ввода, в котором в процентах отображается текущая яркость подсветки. 100 % – максимальная яркость. Введите желаемое значение яркости с помощью поворотной ручки или клавиш курсора с шагом в 10 % или введите значение напрямую с цифровой клавиатуры и подтвердите ввод клавишей ENTER. Диапазон значений находится между 0 % и 100 %.

7.5.2 Установка цвета экрана

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTRUMENT SETUP.

Откроется список основных настроек.

- Выберите пункт меню DISPLAY COLOR SCHEME в разделе DISPLAY с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (↖ или ↘) и подтвердите выбор клавишей ENTER.
- В активированном подменю выберите с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (↖ или ↘) пункт COLOR (цветной изображение) или BLACK/WHITE (монохромное изображение) и выбор подтвердите нажатием клавиши ENTER.

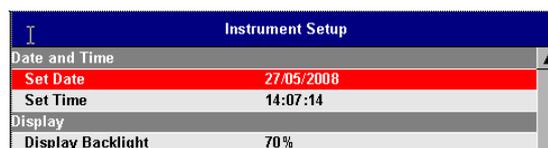


7.6 Установка даты и времени

Анализатор R&S FSH имеет встроенные часы и может добавлять к измерениям текущие показания даты и времени. Пользователь может переустанавливать дату и время по своему усмотрению.

7.6.1 Установка даты

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTRUMENT SETUP.

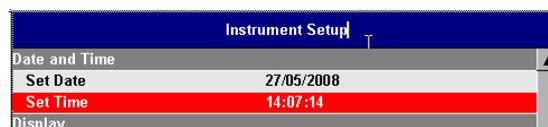


Откроется список основных настроек.

- Выберите пункт меню SET DATE в разделе DATE AND TIME с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (^ или v) и подтвердите выбор нажатием клавиши ENTER.
- В открывшихся полях для редактирования появляется текущая дата в предустановленном формате (dd/mm/yyyy или mm/dd/yyyy). В зависимости от формата даты, измените день(dd) или месяц (mm) поворотной ручкой, клавишами курсора или вводом цифр и подтвердите ввод клавишей ENTER. После ввода курсор автоматически переходит на второе поле даты (день или месяц, в зависимости от формата даты). Работа со следующими двумя полями осуществляется так же, как и с первым.

7.6.2 Установка времени

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTRUMENT SETUP.



Откроется список основных настроек.

- Выберите пункт меню SET TIME в разделе DATE AND TIME с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (^ или v) и подтвердите выбор нажатием клавиши ENTER.

Текущее время отображается в формате "часы:минуты" в полях для ввода.

- Измените значение часов поворотной ручкой, клавишами курсора или вводом цифр и подтвердите ввод клавишей ENTER.

После ввода курсор автоматически переходит в раздел минут. Процедура ввода идентична установке в поле часов.

После того, как минуты были введены, R&S FSH проверяет правильность введенного времени. Если время введено некорректно, R&S FSH устанавливает ближайшее допустимое значение.

7.7 Зарядка батареи

Анализатор R&S FSH оборудован сменной литий-ионной батареей. Время работы полностью заряженной батареи при комнатной температуре и с выключенным следящим генератором показано ниже:

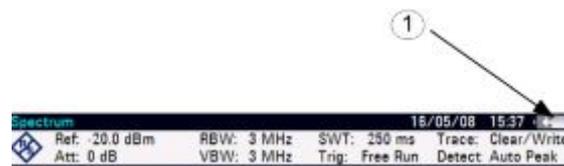
Т а б л и ц а 7.2

Тип батареи	Время работы
R&S HA-Z204 (в поставке)	прибл. 3 ч
R&S HA-Z206 (доступно как аксессуар)	прибл. 4,5 ч

П р и м е ч а н и е – Батарея R&S FSH при отправке с завода заряжена не полностью. Соответственно, после получения ее необходимо зарядить.

При продолжительном хранении саморазряд уменьшает заряд батареи. Таким образом, батарея должна быть заряжена перед использованием, если она будет единственным источником энергии на продолжительное время работы.

Состояние заряда батареи индицируется в правой верхней части экрана возле даты и времени. Если батарея полностью заряжена, значок батареи заполнен светло-серым цветом. При разряде белая заливка пропадает в четыре шага, оставляя только контур, означающий разряженную батарею.

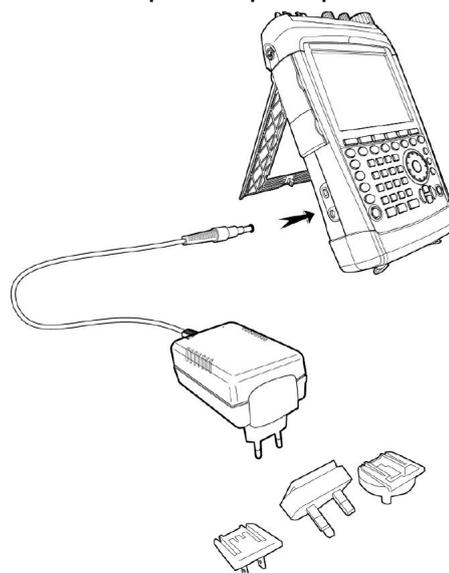


1 – Индикатор заряда батареи

7.7.1 Использование поставляемого адаптера питания или автомобильного адаптера

Батарея может заряжаться с помощью поставляемого с прибором адаптера питания или автомобильного адаптера R&S HA-Z202 (номер для заказа 1309.6117.00), подсоединяемого к разъему, расположенному с левой стороны прибора.

Если необходимо, установите на адаптер питания соответствующую вилку. Снимите вилку с адаптера питания, потянув ее вперед, после чего присоедините подходящую вилку.



Для ускорения зарядки обязательно выключите анализатор R&S FSH на время зарядки. Если R&S FSH включен, ток заряда уменьшается на значение тока потребления прибора. Соответственно, время заряда увеличивается.

В таблице 7.3 показано примерное время заряда.

Таблица 7.3

Тип батареи	Время заряда (R&S FSH выключен)	Время заряда (R&S FSH включен)
R&S FSH-NA204 (в поставке)	прибл. 2,5 ч	прибл. 3,5 ч
R&S FSH-NA206 (доступна в виде опции)	прибл. 3,5 ч	прибл. 4,5 ч

Для продления времени работы на одном заряде батареи, R&S FSH имеет функцию автоматического отключения подсветки экрана после установленного времени (от 0 до 99 минут) после последнего нажатия клавиш. Функция автоматического выключения в стандартных настройках отключена.

Функция автовыключения питания устанавливается следующим образом:

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTRUMENT SETUP.

Power	
Auto Backlight Off	enabled
Backlight Timeout	15 min
Auto Power Off	enabled
Power Timeout	20 min

Откроется список основных настроек.

- Выберите пункт AUTO POWER OFF в разделе POWER с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (↖ или ↘) и подтвердите нажатием клавиши ENTER.

- В открывшемся списке выберите ENABLE POWER OFF с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨) и подтвердите нажатием клавиши ENTER.

Теперь автоматическое отключение активировано. Время после последнего нажатия, после которого должно произойти автоматическое отключение, устанавливается в пункте меню POWER TIMEOUT.

Подсветка и необходимое время отключения устанавливаются с помощью пунктов меню AUTO BACKLIGHT OFF и BACKLIGHT TIMEOUT.

7.7.2 Использование зарядного устройства R&S HA-Z203

Для внешней зарядки литий-ионная батарея вставляется во внешнее зарядное устройство R&S HA-Z203 (опция, номер для заказа 1309.6123.00) и питается током от сетевого адаптера питания. Процесс заряда отображается свечением оранжевого светодиода (CHARGE) на зарядном устройстве. Как только батарея полностью зарядилась, этот светодиод гаснет, и загорается зеленый светодиод (READY).

Внешнее зарядное устройство R&S HA-Z203 также может питаться от автомобильного адаптера R&S HA-Z202.

- (1) Внешнее зарядное устройство R&S HA-Z203
- (2) Литий-ионная батарея R&S HA-Z204 или HA-Z206
- (3) Адаптер питания R&S HA-Z201 или автомобильный адаптер R&S HA-Z202

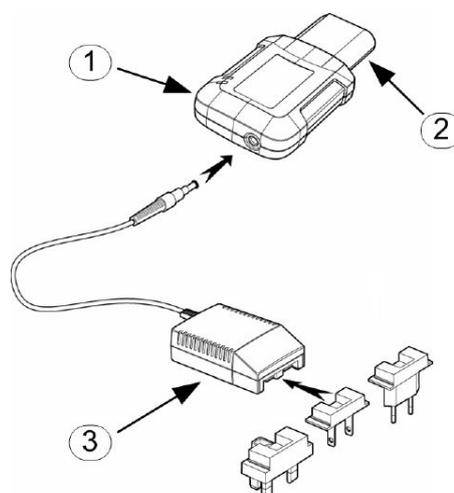


Рисунок 7.3 – Внешнее зарядное устройство R&S HA-Z203

7.8 Выбор стандартных настроек прибора

Клавишей PRESET анализатор R&S FSH устанавливается в состояние со стандартными настройками. Это позволяет заново конфигурировать на определенные введенные параметры измерения, не учитывая предыдущие настройки, которые могут быть активными.

- Нажмите клавишу PRESET.

R&S FSH устанавливается в состояние со стандартными настройками. Диапазон развертки зависит от модели анализатора. В случае анализатора R&S FSH4 он составляет 3,6 ГГц; в случае R&S FSH8 — 8 ГГц.

7.9 Использование внешнего опорного источника / внешнего запуска / входа постоянного тока (BIAS Port 2)

BNC-разъем Ext Trig / Ext Ref в верхней части прибора может быть использован как вход для внешнего сигнала запуска или для внешнего опорного источника. BNC разъем дополнительно можно использовать для ввода постоянного тока для порта PORT 2 (BIAS PORT 2) (см. также раздел 7.4 "Разъемы анализатора спектра"). Переключение производится в меню SETUP.

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTRUMENT SETUP.

Откроется список основных настроек.

Hardware	
BNC1 Mode	Trigger Input
BNC2 Mode	IF-Out

- Выберите пункт меню BNC1 MODE под заголовком HARDWARE с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨) и подтвердите клавишей ENTER.
- В открывшемся списке выберите желаемую функцию BNC разъема с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨) и подтвердите нажатием клавиши ENTER.

Настройки для EXT TRIG служат только для конфигурирования входа. Использования внешнего запуска должно быть установлено в меню SWEEP (клавиша SWEEP, функциональная клавиша TRIGGER).

Если вход сконфигурирован для внешнего опорного источника и при этом опорный сигнал отсутствует на входе, на экране появится предупреждение. Оно предназначено для предотвращения выполнения измерений пользователями в отсутствие действительной опорной частоты.

7.10 Переключение между выходом промежуточной частоты (IF Out) / входом постоянного тока (BIAS Port 1)

Разъем BNC порта IF-Out / BIAS Port 1 на левой стороне R&S FSH может быть использован как выход промежуточной частоты / видеовыход или как вход постоянного тока для порта PORT 1 (BIAS PORT 1) (см. также раздел 7.4 "Разъемы анализатора спектра").

Переключение производится в меню SETUP.

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTRUMENT SETUP.

Hardware	
BNC1 Mode	Trigger Input
BNC2 Mode	IF-Out

Откроется список основных настроек.

- Выберите пункт меню BNC2 MODE под заголовком HARDWARE с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨) и подтвердите нажатием клавиши ENTER.
- В открывшемся списке выберите желаемую функцию BNC разъема с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨) и подтвердите нажатием клавиши ENTER.

П р и м е ч а н и е – Во избежание повреждения прибора никогда не прикладывайте к разъему BNC токи выше 600 мА или напряжения выше 28 В.

7.11 Управление ВЧ-аттенюатором

В зависимости от выбранного опорного уровня, анализатор R&S FSH выбирает соответствующее положение аттенюатора на ВЧ-входе. Существует два режима: один для обеспечения максимальной чувствительности (AUTO LOW NOISE), а другой для обеспечения минимального уровня интермодуляционных составляющих (AUTO LOW DISTORTION). Разница между этими двумя режимами заключается в том, что устанавливаемое анализатором R&S FSH ослабление аттенюатора на 5...10 дБ выше для режима AUTO LOW DISTORTION, чем для режима AUTO LOW NOISE. По умолчанию установлен режим AUTO LOW DISTORTION. В таблице в разделе о работе с предусилителем приведены установки аттенюатора, зависящие от опорного уровня.

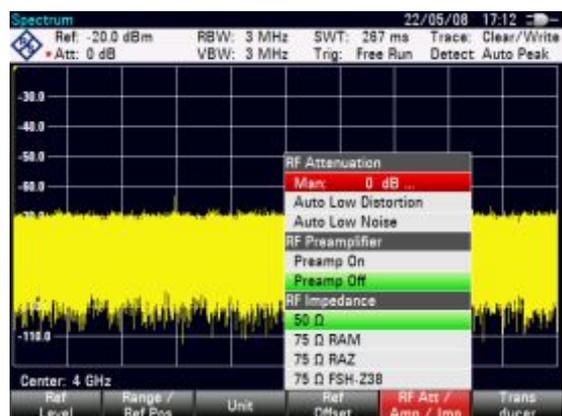
- Нажмите клавишу AMPT.
- Нажмите функциональную клавишу RF ATT/AMP/IMP.
- Выберите режим AUTO LOW NOISE или AUTO LOW DISTORTION с помощью поворотной ручки или клавиш курсора под пунктом меню RF ATTENUATION.
- Завершите выбор клавишей ENTER или функциональной клавишей RF ATT/AMP/IMP.

Текущее значение ослабления ВЧ-аттенюатора отображается в строке состояния в верхней части экрана в поле "Att:".



Для установки аттенюатора вручную, выполните следующие действия:

- Нажмите клавишу AMPT.
- Нажмите функциональную клавишу RF ATT/AMP/IMP.
- Выберите пункт меню MAN под пунктом меню RF ATTENUATION с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и подтвердите клавишей ENTER.
- Текущее значение ослабления ВЧ-аттенюатора отображается в поле для ввода. Значение можно изменить с помощью поворотной ручки или клавиш курсора с шагом 5 дБ в диапазоне от 0 до 40 дБ. Требуемое значение также можно ввести с цифровой клавиатуры.



Подтвердите значение ослабления клавишей ENTER.

- Значение ослабления ВЧ-аттенюатора отображается в строке состояния в верхней части экрана в поле "Att:".
- Для повторной активации автоматического выбора значения ослабления выберите либо пункт AUTO LOW NOISE, либо пункт AUTO LOW DISTORTION.

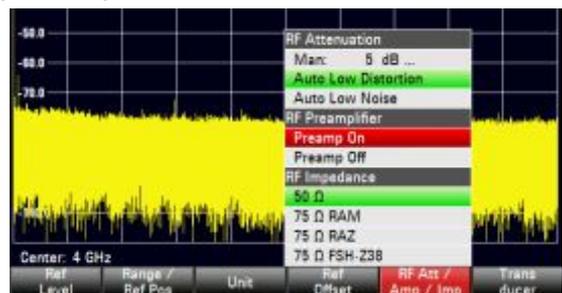
7.12 Использование предварительного усилителя

Анализатор R&S FSH поставляется со встроенным предусилителем для улучшения чувствительности. В зависимости от частоты, этот усилитель имеет коэффициент усиления от 15 до 20 дБ и увеличивает чувствительность на величину от 10 до 15 дБ. Он установлен за ВЧ-аттенюатором перед входным смесителем.

- Нажмите клавишу AMPT.
- Нажмите функциональную клавишу RF ATT/AMP/IMP.

Откроется подменю для настройки предусилителя. Зеленая строка выбора указывает текущие настройки прибора.

- Выберите требуемые настройки в подменю RF PREAMPLIFIER с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (PREAMP ON или PREAMP OFF).



- Подтвердите выбор клавишей ENTER или функц. клавишей RF ATT/AMP/IMP.

Если предусилитель включен, то его коэффициент усиления привязывается к опорному уровню, обеспечивая тем самым установку оптимального динамического диапазона анализатора R&S FSH. В приведенной ниже таблице показаны параметры ВЧ-аттенюатора и предусилителя в зависимости от опорного уровня.

Т а б л и ц а 7.4

Опорный уровень	Предусилитель выкл.		Предусилитель вкл.	
	ВЧ-ослабление		ВЧ-ослабление	Предусилитель
	Низкий шум	Малые искажения	Низкий шум	
≤ -30 дБмВт	0 дБ	0 дБ	0 дБ	Вкл.
-29,9 ... -25 дБмВт	0 дБ	0 дБ	10 дБ	Вкл.
-24,9 ... -20 дБмВт	0 дБ	0 дБ	5 дБ	Вкл.
-19,9 ... -15 дБмВт	0 дБ	5 дБ	10 дБ	Вкл.
-14,9 ... -10 дБмВт	0 дБ	10 дБ	0 дБ	Выкл.
-9,9 ... -5 дБмВт	5 дБ	15 дБ	5 дБ	Выкл.
-4,9 ... 0 дБмВт	10 дБ	20 дБ	10 дБ	Выкл.
0,1 ... 5 дБмВт	15 дБ	25 дБ	15 дБ	Выкл.
5,1 ... 10 дБмВт	20 дБ	30 дБ	20 дБ	Выкл.
10,1 ... 15 дБмВт	25 дБ	35 дБ	25 дБ	Выкл.
15,1 ... 20 дБмВт	30 дБ	40 дБ	30 дБ	Выкл.
20,1 ... 25 дБмВт	35 дБ	40 дБ	35 дБ	Выкл.
25,1 ... 30 дБмВт	40 дБ	40 дБ	40 дБ	Выкл.

7.13 Ввод PIN-кода

Для предотвращения несанкционированного использования анализатор R&S FSH можно защитить персональным идентификационным номером – PIN-кодом (PIN, personal identification number).

При поставке анализатора PIN-код установлен на 0000 и опрос PIN-кода при включении R&S FSH отключен. PIN-код (четырёхзначное число) можно ввести или изменить в любое время. Но он активизируется только после того, как включится режим опроса PIN-кода.

Новый PIN-код вводится следующим образом:

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTRUMENT SETUP.



Откроется список основных настроек.

- Выберите пункт меню PINCODE под заголовком SECURITY с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и подтвердите выбор клавишей ENTER.
- В появившемся списке выберите ENABLE с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и активируйте функцию безопасности клавишей ENTER.

Прежде чем PIN-код может быть изменен, должен быть введен текущий PIN-код. Это сделано для предотвращения несанкционированного изменения PIN-кода.

- Введите свой действующий PIN-код.

При поставке R&S FSH действующий PIN-код имеет значение '0000'.

После ввода действующего PIN-кода, функции PIN-кода можно выбрать в окне для выбора. В приборе R&S FSH новый PIN-код можно активировать, только если он отличается от установленного на заводе.

П р и м е ч а н и е – Перед включением режима PIN-кода, мы настоятельно рекомендуем ввести свой собственный PIN-код. Храните номер своего PIN-кода отдельно от R&S FSH. Если действующий PIN-код утерян, то прибор может быть переустановлен на стандартный PIN-код ('0000') с помощью главного PIN-кода, поставляемого с каждым прибором. Если главный PIN-код недоступен, то следует обратиться в уполномоченный центр обслуживания Rohde & Schwarz.

7.13.1 Ввод нового PIN-кода

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выберите пункт New Pincode... в списке выбора и введите новый четырехзначный PIN-код. Подтвердите ввод с помощью клавиши ENTER.

Анализатор R&S FSH выдаст запрос на повторный ввод PIN-кода для того, чтобы предотвратить возможные ошибки при вводе.

- Повторите ввод PIN-кода.

7.13.2 Включение режима запроса PIN-кода

- Выберите пункт меню PINCODE под заголовком SECURITY с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨) и подтвердите нажатием ENTER.
- В открывшемся списке выберите ENABLE с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨) и активируйте функцию безопасности нажатием ENTER. Анализатор R&S FSH выдаст запрос на ввод PIN-кода.
- Введите PIN и подтвердите ввод нажатием клавиши ENTER.

Теперь выбранный PIN-код включен. При следующем включении прибора R&S FSH, до начала работы с ним, необходимо будет ввести PIN-код. Если будет введен неправильный PIN-код, то R&S FSH запросит его еще раз. После трех ошибочных попыток ввода PIN-кода, прибор запросит главный PIN-код.

П р и м е ч а н и е – Вместе с анализатором R&S FSH поставляются наклейки 'PIN Code protected'. Если прибор защищен PIN-кодом, наклейте такую наклейку на прибор. Это будет служить предупреждением несанкционированным пользователям о том, что они не могут эксплуатировать R&S FSH.

7.13.3 Выключение защиты PIN-кодом

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTRUMENT SETUP. Откроется список основных настроек.
- Выберите пункт меню PINCODE под заголовком SECURITY с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и подтвердите выбор клавишей ENTER.
- В открывшемся списке выберите пункт DISABLE с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и выключите функцию безопасности клавишей ENTER.

Перед выключением этого режима R&S FSH запросит ввод текущего PIN-кода. Тем самым предотвращается несанкционированное выключение защиты PIN-кодом.

- Введите свой PIN-код и подтвердите ввод клавишей ENTER.

Теперь анализатор R&S FSH может работать без проверки PIN-кода.

7.14 Активация опций

Анализатор R&S FSH может быть оснащен различными опциями (например, опцией измерения расстояния до повреждения в кабелях), которые активируются введением ключа. Ключ базируется на уникальном серийном номере прибора. Для добавления опции активизируйте ее ключом.

7.14.1 Последовательность действий

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTALLED OPTIONS.
- Выберите из списка пункт меню KEY FOR NEW OPTION... с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и подтвердите выбор клавишей ENTER.

Введите ключ (32-разрядное число) опции с помощью цифровой клавиатуры и подтвердите ввод клавишей ENTER.

Если введен правильный ключ, то на экран R&S FSH будет выведено сообщение "<....> Option enabled".

Если введен неправильный ключ, то на экран R&S FSH будет выведено сообщение "Option key error".

После этого можно будет ввести правильный ключ.

7.15 Проверка установленных опций

R&S FSH отображает установленные опции в меню INSTALLED OPTIONS, для проверки выполните следующее:

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTALLED OPTIONS.

На экране R&S FSH будут отображены все доступные опции и их состояние под заголовком INSTALLED OPTIONS.

Installed Options	
Install / Remove Options	
Key for New Option	*****
Option Removal Key	*****
Installed Options	
Distance to Fault (B1)	installed
Vector Calibration (K2)	installed
Remote Control (K1)	installed

7.16 Настройка LAN- или USB-соединения с ПК

Многофункциональное программное обеспечение R&S FSH4View позволяет документировать результаты измерений, создавать граничные линии, таблицы каналов и т.п. ПО поставляется вместе с анализатором R&S FSH. Соединение с ПК возможно как с помощью LAN, так и USB. Ниже описаны основные шаги для настройки соединения между R&S FSH и ПО R&S FSH4View.

ПО R&S FSH4View должно быть установлено на ПК до установления соединения. Чтобы это сделать, поместите поставляемый диск CD-ROM в считывающее устройство. Как только на экране появится меню Autostart, выберите пункт меню FSH4View и следуйте инструкциям на экране.

П р и м е ч а н и е – Если соединение между ПО R&S FSH4View и анализатором R&S FSH не устанавливается, несмотря на правильную конфигурацию, проверьте настройки брандмауэра (firewall) на вашем ПК.

7.16.1 Прямое соединение по LAN

- Присоедините анализатор R&S FSH к ПК с помощью поставляемого LAN-кабеля. Интерфейс LAN находится на левой стороне прибора R&S FSH под защитной крышкой (см. также раздел 7.4 "Разъемы анализатора спектра").

По умолчанию в R&S FSH включен режим DHCP. Для прямого соединения с R&S FSH необходимо выключить DHCP.

- Нажмите клавишу SETUP.
- Нажмите функциональную клавишу INSTRUMENT SETUP.

LAN Port	
MAC Address	00-11-43-48-72-91
DHCP	off
IP Address	172.76.68.24
Subnet Mask	255.255.255.0

Откроется список основных настроек.

- Выберите пункт меню DHCP MODE под заголовком LAN PORT с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (^ или v) и подтвердите выбор нажатием ENTER.
- В открывшемся списке выберите OFF с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (^ или v) и подтвердите выбор нажатием ENTER. DHCP будет выключен.

Для установления соединения, IP-адреса, установленные на ПК и анализаторе R&S FSH, должны быть идентичны и отличаться только числовым значением после последней точки.

Пример:

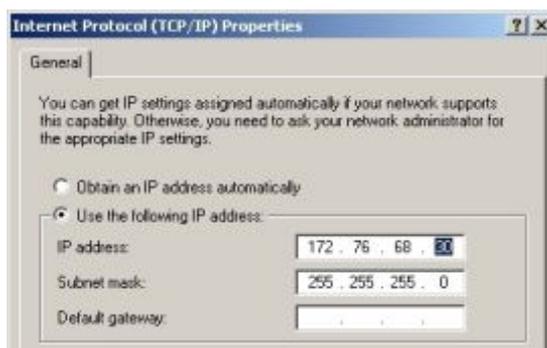
IP-адрес ПК: 172.76.68.30

IP-адрес R&S FSH: 172.76.68.24

- Выберите пункт меню IP ADDRESS из списка под заголовком LAN PORT с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (^ или v) и подтвердите выбор нажатием ENTER.
- В открывшемся поле введите IP-адрес прибора R&S FSH (напр. 172.76.68.24) с цифровой клавиатуры и подтвердите ввод нажатием ENTER.

LAN Port	
MAC Address	00-11-43-48-72-91
DHCP	off
IP Address	172.76.68.24
Subnet Mask	255.255.255.0

Установка IP-адреса на R&S FSH



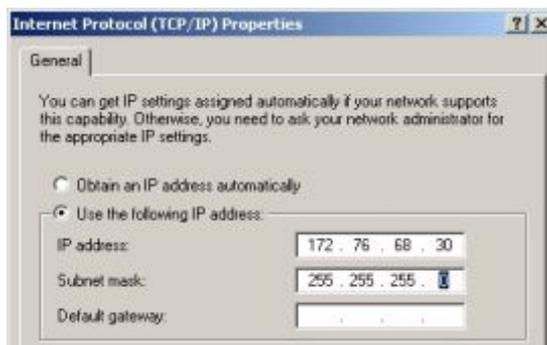
Установка IP-адреса на ПК

Маски подсети на ПК и на R&S FSH должны быть одинаковыми.

- Выберите пункт меню SUBNET MASK из списка под заголовком LAN PORT с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (^ или v) и подтвердите выбор нажатием ENTER.
- В открывшемся поле с цифровой клавиатуры введите маску подсети, используемую на ПК, напр. 255.255.255.0, и подтвердите ввод нажатием ENTER.

LAN Port	
MAC Address	00-11-43-48-72-91
DHCP	off
IP Address	172.76.68.24
Subnet Mask	255.255.255.0

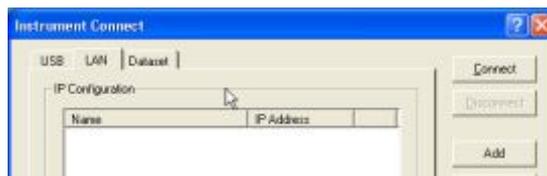
Установка маски подсети на приборе R&S FSH



Установка маски подсети на ПК

Настройка ПО R&S FSH4View:

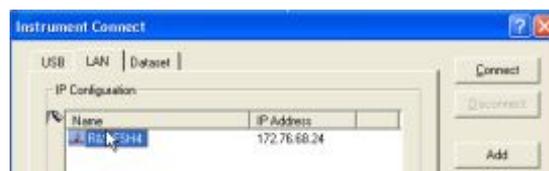
- Запустите ПО R&S FSH4View на ПК.
- Выберите вкладку LAN в открывшемся диалоговом окне. Затем создайте новое сетевое соединение с кнопкой ADD.
- Введите название нового сетевого соединения в открытом окне, например R&S FSH4.
- Введите IP-адрес для R&S FSH в соответствующем поле ввода (в данном случае, 172.76.68.24), и подтвердите ввод



нажатием кнопки ОК.

Теперь соединение настроено, и оно появляется в окне IP CONFIGURATION.

- Выберите новое соединение с названием "R&S FSH4" и соединитесь с анализатором R&S FSH, нажав кнопку CONNECT.



7.16.2 Соединение с помощью существующей LAN сети

IP-адрес прибору R&S FSH может быть присвоен DHCP-сервером автоматически или задан вручную (как фиксированный адрес). При ручном распределении фиксированный IP-адрес и маска подсети должны быть назначены анализатору R&S FSH, как описано в разделе о прямом LAN-соединении. После этого необходимо настроить ПО R&S FSH4View (см. п. 7.16.1).

Примечание – Для получения доступных IP-адресов обратитесь к администратору сети.

В сетях с DHCP-сервером, протокол Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) дает возможность автоматического назначения настроек R&S FSH, присоединенного с помощью LAN-кабеля. Для этого DHCP должен быть активирован в R&S FSH.

Режим DHCP включен в R&S FSH по умолчанию. Если настройки изменены, выполните следующее:

LAN Port	
MAC Address	00-11-43-48-72-91
DHCP	on
IP Address	10.114.10.83
Subnet Mask	255.255.255.0

- Нажмите клавишу SETUP.
 - Нажмите функциональную клавишу INSTRUMENT SETUP.
- Откроется список основных настроек.
- Выберите пункт меню DHCP MODE под заголовком LAN PORT с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (^ или v) и подтвердите выбор нажатием ENTER.
 - В открывшемся списке выберите ON с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (^ или v) и подтвердите выбор нажатием ENTER. Режим DHCP включен.

Теперь IP-адрес анализатора R&S FSH назначается DHCP-сервером. Это может занять несколько секунд. Позднее появятся значения в полях IP ADDRESS и SUBNET MASK под заголовком LAN PORT.

В этом примере:

IP-адрес: 10.114.10.83

Маска подсети: 255.255.255.0

ПО R&S FSH4View должно быть настроено, как описано в разделе 7.16.1.

Примечание – Для создания нового LAN-соединения нужно пользоваться IP-адресом и маской подсети, назначенными сервером DHCP.

7.16.3 Соединение по USB

- Включите анализатор R&S FSH.
- Присоедините R&S FSH к ПК с помощью поставляемого кабеля USB. USB-интерфейс анализатора R&S FSH расположен на левой стороне под защитной крышкой (см. также раздел 7.4 "Разъемы анализатора спектра").

При первом соединении на экране ПК появится мастер добавления нового оборудования.

- Выберите пункт "Install the software automatically (Recommended)" и подтвердите выбор нажатием кнопки "Next".



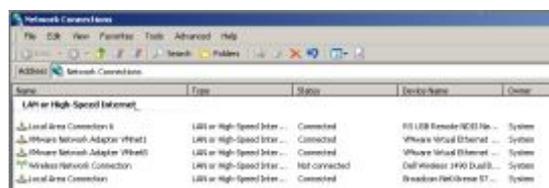
Примечание – На ПК должно быть установлено ПО R&S FSH4View. Только в этом случае мастер установки оборудования найдет необходимые драйвера для USB-соединения.

Через несколько секунд мастер установки сообщит, что программное обеспечение для нового оборудования установлено.

- Завершите установку нажатием кнопки "Finish".



В списке сетевых соединений появится новое LAN-соединение с названием устройства "RS USB Remote NDIS Network Device".

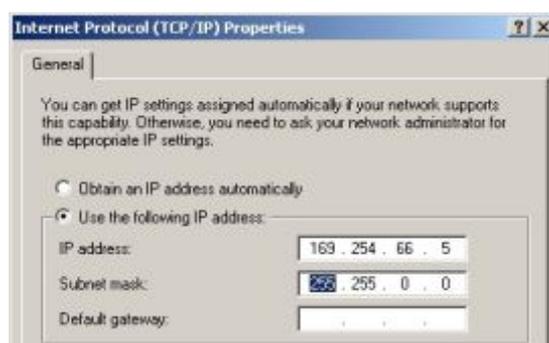


Для этого LAN-соединения на ПК должен быть назначен фиксированный IP-адрес и маска подсети. Для USB-соединения анализатор R&S FSH использует фиксированный IP-адрес 172.16.10.10. Маска подсети 255.255.0.0.

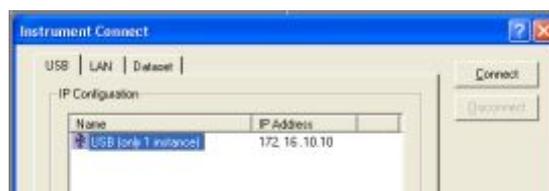
Маска подсети должна соответствовать и на ПК, и на R&S FSH. Последние два числа в IP-адресе ПК должны отличаться от последних чисел приведенного IP-адреса R&S FSH.

Например, IP-адрес ПК: 172.16.66.5. Первые два числа фиксированы.

- Запустите ПО R&S FSH4View на ПК.
- Выберите вкладку "USB".
- Соединение USB предварительно настроено и не может быть изменено.



Настройки ПК



USB-соединение сделано на предустановленном IP-адресе.

Выберите и выполните соединение для R&S FSH, нажав кнопку "Connect".

8 Устройство и работа

8.1 Описание основных операций

8.1.1 Описание элементов экрана

- (1) Режим измерения
- (2) Опорный уровень
- (3) ВЧ-ослабление
- (4) Полоса разрешения
- (5) Полоса видеофильтра
- (6) Время развертки
- (7) Режим запуска
- (8) Режим кривой
- (9) Тип детектора
- (10) Шкала оси уровней
- (11) Индикатор неверной кривой
- (12) Масштабная сетка
- (13) Кривая (спектрограмма)
- (14) Поле ввода
- (15) Шкала оси X
- (16) Названия функциональных клавиш
- (17) Индикатор уровня заряда батареи

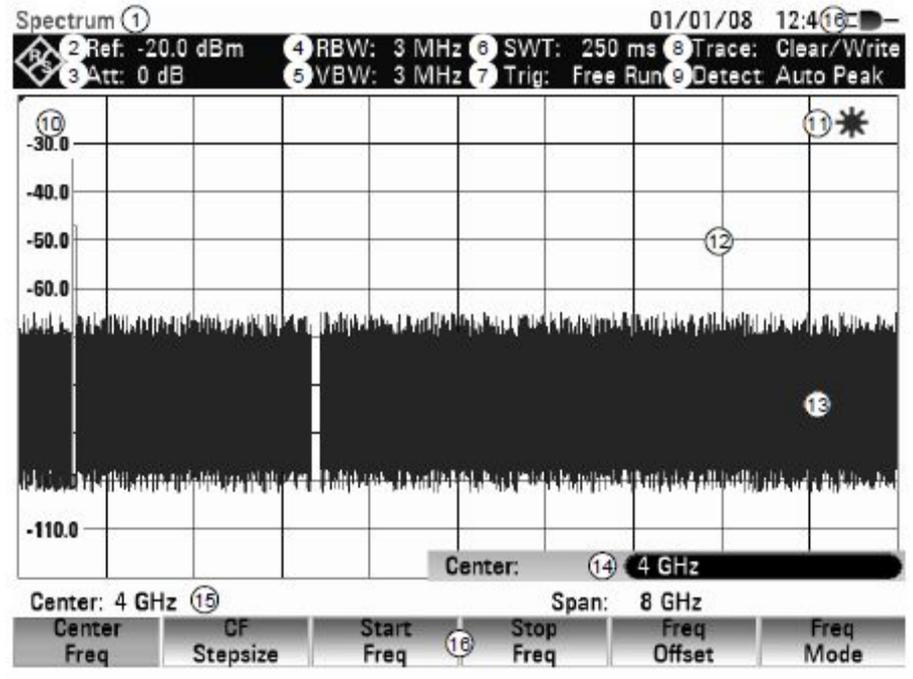


Рисунок 8.1 – Вид экрана в режиме измерения спектра без маркеров

- (1) Показания маркера
- (2) Маркер
- (3) Дельта-маркер
- (4) Подменю
- (5) Активный элемент
- (6) Выбранный элемент меню
- (7) Доступная функциональная клавиша
- (8) Недоступная функциональная клавиша
- (9) Выбранная функциональная клавиша
- (10) Активированная функциональная клавиша

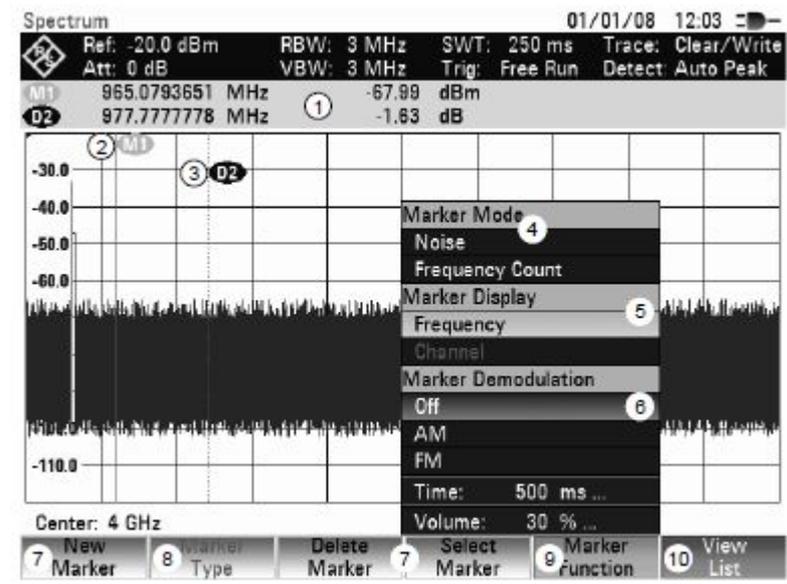


Рисунок 8.2 – Вид экрана при работе с маркерами

Цвет надписи и фон отображаемых функциональных клавиш указывают на состояние функции каждой клавиши:

Т а б л и ц а 8.1

Цвет функциональной клавиши	Значение
Серый фон, белая надпись	Функция клавиши отключена
Серый фон, серая надпись	Для текущих настроек функция клавиши недоступна
Зеленый фон	Функция клавиши включена
Красный фон	Функция клавиши была активирована для ввода значения или для выбора одной из функций меню

8.1.2 Ввод параметров измерения

Ввод параметров и текстовых значений осуществляется либо непосредственным вызовом функций, либо путем отдельного ввода значений, единиц измерения или текстов. Анализатор R&S FSH поддерживает разнообразные режимы работы.

- (1) Буквенно-цифровая клавиатура
- (2) Клавиши единиц измерения
- (3) Поворотная ручка
- (4) Клавиша ENTER
- (5) Клавиша BACK
- (6) Клавиша CANCEL
- (7) Клавиша ENTER
- (8) Курсорные клавиши

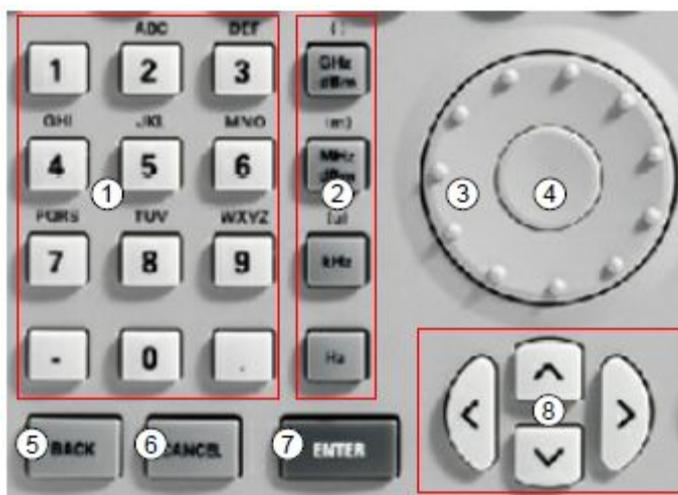


Рисунок 8.3 – Клавиши для ввода параметров

8.1.2.1 Ввод текстовых и числовых значений

Числовые значения вводятся с помощью цифровых клавиш (от "0" до "9"), клавиши десятичного разделителя (".") и клавиши "минус" ("-") алфавитно-цифровой клавиатуры. Буквенно-цифровая клавиатура также используется для ввода букв (например, для ввода имен файлов с наборами данных). Если анализатор R&S FSH находится в режиме ввода букв, то клавишам буквенно-цифровой клавиатуры автоматически присваиваются значения букв, указанных над этими клавишами. Клавишам присвоено несколько значений. Для получения нужной буквы следует нажимать клавишу соответствующее число раз. В таблице 8.2 приведены присвоенные клавишам значения.

Таблица 8.2

Клавиша	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1	1								
2	a	b	c	2	A	B	C		
3	d	e	f	3	D	E	F		
4	g	h	i	4	G	H	I		
5	j	k	l	5	J	K	L		
6	m	n	o	6	M	N	O		
7	p	q	r	s	7	P	Q	R	S
8	t	u	v	8	T	U	V		
9	w	x	y	z	9	W	X	Y	Z
-	-								
0	0	SPC	_						
.	.								

Удалить любую введенную букву или цифру можно с помощью клавиши BACK. Нажатие клавиши BACK удаляет последний введенный символ. Ввод всего значения может быть отменен нажатием клавиши CANCEL.

Значения также могут быть введены с помощью поворотной ручки или курсорных клавиш. Вводимое значение изменяется пошагово, а соответствующий параметр сразу же устанавливается в приборе.

8.1.2.2 Ввод единиц измерения

Для ввода единиц измерения вводимого значения следует завершить ввод с помощью клавиши единиц измерения. Используйте клавиши единиц измерения, расположенные с правой стороны от алфавитно-цифровой клавиатуры. Каждой из этих клавиш присвоено несколько значений, они зависят от ввода ожидаемых прибором единиц измерения.



GHz, -dBm, V, s
(ГГц, -дБмВт, В, с)



MHz, dBm, dBmV, mV, ms
(МГц, дБмВт, дБмВ, мВ, мс)



kHz, dB μ V, μ V, μ s
(кГц, дБмкВ, мкВ, мкс)



Hz
(Гц)

Относительные единицы измерения дБ (dB) могут быть введены с помощью любой из клавиш единиц измерения.

8.2 Стандартные настройки прибора

При нажатии клавиши PRESET прибор R&S FSH устанавливается в состояние со стандартными настройками или в предустановленное состояние. Перед проведением нового измерения лучше всего воспользоваться функцией PRESET. После этого могут быть произведены новые настройки на основе более привычных стандартных настроек. При этом старые настройки не будут влиять на проводимое измерение.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу PRESET.

Прибор R&S FSH будет установлен в состояние со стандартными настройками.

8.3 Настройки измерения

В настройках измерения представлен обзор всех параметров измерения, которые были установлены для текущего режима работы. Это означает, что все настройки измерения могут быть легко проверены визуально. Индикатор состояния может быть выведен в файл в качестве измерительной документации. По умолчанию прибор R&S FSH сохраняет снимок экрана с отображением результата измерения в файловом формате *.png в своей внутренней флэш-памяти.

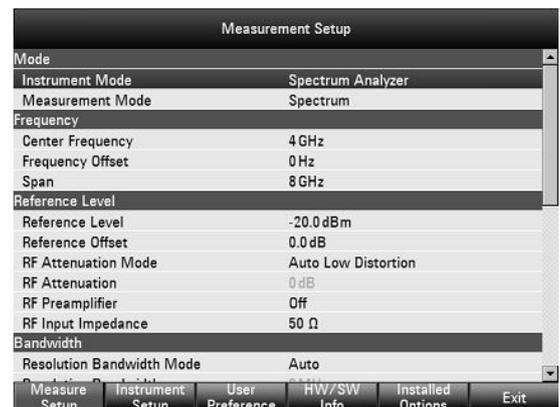
Оттуда он может быть передан на ПК посредством программного обеспечения R&S FSH4View.

П р и м е ч а н и е – Экран настройки измерения и его содержание предопределены для каждого режима работы прибора R&S FSH. Поэтому порядок и количество отображаемых настроек различно для каждого режима.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу SETUP (справа от поворотной ручки).
- Нажать функциональную клавишу MEASURE SETUP.

На экране R&S FSH отобразятся текущие параметры измерений. Просмотреть все настройки можно путем прокрутки информации на экране с помощью клавиш курсора или поворотной ручки.



Measurement Setup	
Mode	
Instrument Mode	Spectrum Analyzer
Measurement Mode	Spectrum
Frequency	
Center Frequency	4 GHz
Frequency Offset	0 Hz
Span	8 GHz
Reference Level	
Reference Level	-20.0 dBm
Reference Offset	0.0 dB
RF Attenuation Mode	Auto Low Distortion
RF Attenuation	0 dB
RF Preamp	Off
RF Input Impedance	50 Ω
Bandwidth	
Resolution Bandwidth Mode	Auto

Наличие на правом краю экрана стрелок, направленных вверх или вниз говорит о том, что доступна дополнительная информация, находящаяся перед отображаемым окном или после него. Информация может быть использована для проверки установленных параметров. Параметры могут быть изменены с помощью соответствующих клавиш и меню.

Сохранение настроек измерения:

- Нажать клавишу . Прибор R&S FSH сохранит снимок экрана во внутренней флэш-памяти.

Выход из настроек измерения:

- Нажать функциональную клавишу EXIT. Прибор R&S FSH вернется к исходному состоянию.



8.4 Установка частоты

В приборе R&S FSH установка частоты производится нажатием клавиши **FREQ.** Частота может быть задана либо путем установки центральной частоты (центральная частота = частоте в центре оси частот измерительной диаграммы), либо путем установки начальной и конечной частот в отдельной полосе обзора.

Если сигнал нужно измерить на известной частоте, лучше использовать ввод центральной частоты. Если исследуются сигналы, например, гармоники, которые находятся в отдельном диапазоне частот, то для определения полосы обзора лучше задать начальную и конечную частоты.

8.4.1 Ввод центральной частоты

- Нажать клавишу **FREQ.**

Откроется меню для управления частотой. Ввод частоты всегда включен, поэтому настройка частоты осуществляется минимальным количеством нажатия клавиш. Текущая центральная частота отображается в поле ввода значения. Новая центральная частота может быть введена прямо с цифровой клавиатуры. Также для ввода вы можете использовать поворотную ручку или клавиши курсора.

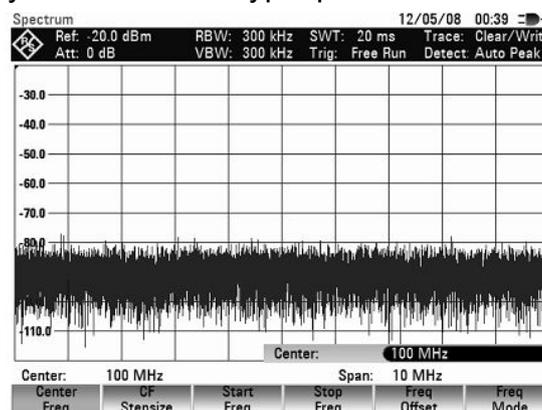
- Ввести нужную частоту с помощью цифровой клавиатуры и завершить ввод частоты выбором подходящих единиц измерения (GHz (ГГц), MHz (МГц), kHz (кГц) или Hz (Гц)).

Введенная частота станет новой центральной частотой. Окно ввода значений остается открытым для дальнейшего ввода.

- Центральную частоту также можно изменить с помощью поворотной ручки или клавиш курсора, закончив ввод нажатием клавиши **ENTER**.
- Убрать окно ввода с экрана можно нажатием клавиши **CANCEL**.

Наименьший шаг перестройки центральной частоты с помощью поворотной ручки соответствует одному пикселю, другими словами, так как кривая состоит приблизительно из 631300 пикселей, то каждый шаг равен приблизительно 1/630 части от полосы обзора. При использовании клавиш курсора шаг изменения частоты равен 10% от полосы обзора (= 1 деление масштабной сетки). Если необходимо использовать другой шаг изменения частоты, то его можно установить с помощью функции **CF STEPSIZE** (CF – центральная частота).

При установке центральной частоты можно получить значение, которое находится за пределами максимальной полосы обзора прибора R&S FSH. В этом случае R&S FSH автоматически уменьшит полосу обзора. Также будет выведено



сообщение "SPAN changed" (полоса обзора изменена) для информирования пользователя об этом событии.

8.4.2 Установка сдвига частоты

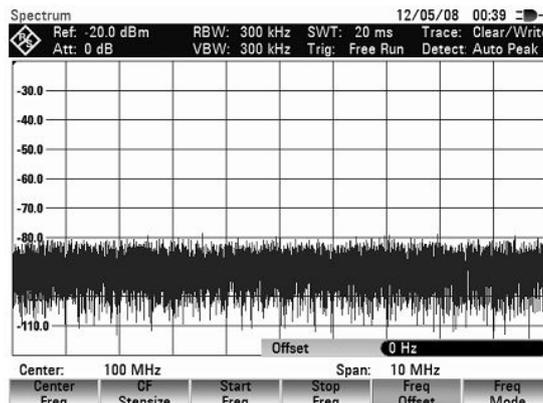
Для исследования преобразователей частоты, например, спутникового понижающего преобразователя, удобно соотносить результаты с частотой до преобразования. Для этой цели в R&S FSH встроена функция сдвига частоты, которая производит арифметический сдвиг центральной частоты на более высокую или низкую частоту. В результате на анализаторе R&S FSH будет отображаться входная частота испытуемого устройства.

Положительный сдвиг частоты доступен в диапазоне от 1 Гц до 100 ГГц с шагом 1 Гц. Ограничения отрицательного сдвига частоты зависят от начальной частоты, которая не должна быть меньше 0 Гц.

- Нажать клавишу **FREQ**.
- Нажать функциональную клавишу **FREQ OFFSET**.

Откроется поле для ввода сдвига частоты.

- Ввести нужный сдвиг частоты и завершить процедуру выбором подходящих единиц измерения.



Введенный сдвиг частоты добавится к установленной центральной частоте. Показание центральной частоты будет отмечено красной точкой, обозначая наличие сдвига частоты.

Сдвиг частоты может отменить, введя значение, равное 0 Гц.

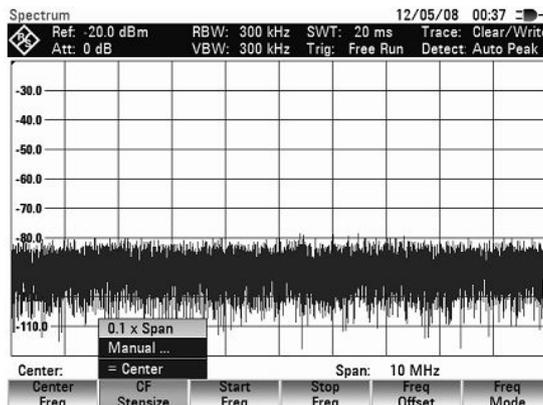
8.4.3 Ввод величины шага изменения центральной частоты

- Нажать клавишу **CF STEPSIZE**.

Над обозначением функциональной клавиши откроется подменю. В нем содержатся различные варианты настройки величины шага.

Если выбрать пункт **0.1 x SPAN** (стандартное значение), то величина шага будет равна 10% от полосы обзора (= 1 деление вертикальной оси).

Если выбрать пункт **= CENTER**, то величина шага будет равна центральной частоте. Этот режим идеально подходит для измерения гармоник. При каждом увеличении частоты на один шаг, центральная частота устанавливается на следующую гармонику.



С помощью пункта **MANUAL...** можно выбрать произвольный шаг, что позволяет легко исследовать спектр на частотах, следующих с постоянными интервалами.

- Выбрать подходящий пункт меню с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и подтвердить выбор нажатием клавиши **ENTER**.

Если был выбран пункт **0.1 x SPAN** или **= CENTER**, то прибор R&S FSH выполнит установку величины шага автоматически. Если же был выбран пункт **MANUAL...**, то откроется окно для ввода значения с указанием текущей величины шага.

- Используя поворотную ручку, клавиши курсора или цифровую клавиатуру, изменить величину шага.
- После ввода нужной величины шага подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CF STEPSIZE.

8.4.4. Ввод начальной и конечной частот

- Нажать функциональную клавишу START FREQ.
Откроется окно для ввода начальной частоты. В нем указана текущая начальная частота.
- Ввести новую начальную частоту с помощью цифровых клавиш и завершить ввод выбором единиц измерения или
- Выставить начальную частоту с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и завершить ввод нажатием клавиши ENTER.
В анализаторе будет установлена новая начальная частота. Подписи к оси X изменятся с CENTER и SPAN на START и STOP.
- Нажать функциональную клавишу STOP FREQ.
Откроется окно для ввода конечной частоты. В нем указана текущая конечная частота.
- Ввести новую конечную частоту с помощью цифровых клавиш и завершить ввод выбором единиц измерения или
- Настроить конечную частоту с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и завершить ввод нажатием клавиши ENTER.
В анализаторе будет установлена новая конечная частота.

Если введена конечная частота, превышающая максимальное значение конечной частоты модели прибора, то будет установлена максимально допустимая для данного анализатора R&S FSH конечная частота. Если предел частоты был достигнут с помощью поворотной ручки или клавиш курсора, то дальнейшие повороты ручки или нажатия клавиш курсора будут проигнорированы.

8.4.5 Работа с таблицами каналов

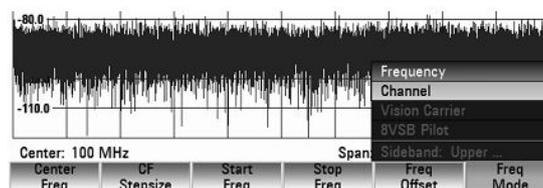
Почти во всех системах передачи информации заданные диапазоны частот подразделяют на каналы с определенной частотой, назначенной данному каналу. Поэтому, для простоты использования R&S FSH позволяет пользователям определять распределение каналов с использованием привычных терминов.

Таблицы каналов заданы с помощью программного обеспечения R&S FSH4View и загружены в анализатор спектра.

Анализатор R&S FSH может хранить до 100 различных таблиц каналов, которые по требованию могут быть активированы с передней панели. Максимальное количество таблиц каналов может быть уменьшено, если информация о коэффициентах преобразователей, моделях кабелей, значениях пределов (или массивы данных) хранятся совместно с таблицами (см. раздел "Сохранение и загрузка настроек прибора и результатов измерений" в этой главе). Процесс создания таблиц каналов описан в руководстве по эксплуатации ПО R&S FSH4View.

Переключение на ввод каналов:

- Нажать клавишу FREQ.
- Нажать функциональную клавишу FREQ MODE.
- В появившемся меню с помощью поворотной ручки или клавиш курсора выбрать CHANNEL и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.



Откроется список таблиц каналов, загруженных с помощью ПО R&S4FSH View.

- Выбрать нужную таблицу каналов с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и включить ее функциональной клавишей SELECT.

При необходимости элементы таблицы могут быть отсортированы в соответствии с их именем/датой создания/размером посредством функциональной клавиши SORT/SHOW.



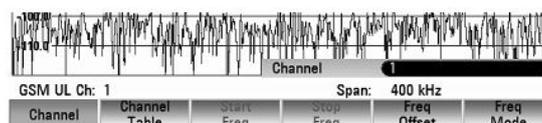
Stat	Name	Size	Date	Time
\Public\				
	CATV.chntab	1 kB	11/05/2008	20:09
	GSM DL.chntab	1 kB	11/05/2008	20:12
	GSM UL.chntab	1 kB	11/05/2008	20:36
	PCS DL.chntab	1 kB	11/05/2008	20:12
	PCS UL.chntab	1 kB	11/05/2008	20:11

Free: 27 MB

Select Sort/Show Frequency SD-Card Exit

Кроме того, элементы таблицы, несовместимые с текущими настройками прибора, могут быть отключены.

Теперь вместо центральной частоты появится номер канала и название выбранной таблицы каналов (например, GSM UL Ch: 1). Функциональная клавиша FREQUENCY будет переименована в CHANNEL.



В анализаторе R&S FSH центральная частота соответствует номеру канала из таблицы каналов. При вводе центральной частоты прибор R&S FSH допускает только выбор номера канала. Настройка частоты с помощью поворотной ручки или клавиш курсора также осуществляется выбором номера канала. Все остальные параметры измерения, такие как SPAN (полоса обзора) или RBW (полоса разрешения) выбираются пользователем, также как при вводе значений частот.

В режиме ввода каналов ввод начальной (START FREQ) и конечной (STOP FREQ) частот недоступен.

Номера каналов назначаются для частот следующим образом:

- Для первого канала задается номер канала и частота.
- Все следующие каналы имеют возрастающие номера.
- Разнос частот между каналами фиксирован. Он может быть отрицательным, то есть центральная частота прибора R&S FSH при увеличении номера канала будет уменьшаться.
- В системах передачи, содержащих промежутки в частотном диапазоне (как, например, в случае телевидения), таблица каналов может включать в себя составные диапазоны.

8.5 Установка полосы обзора

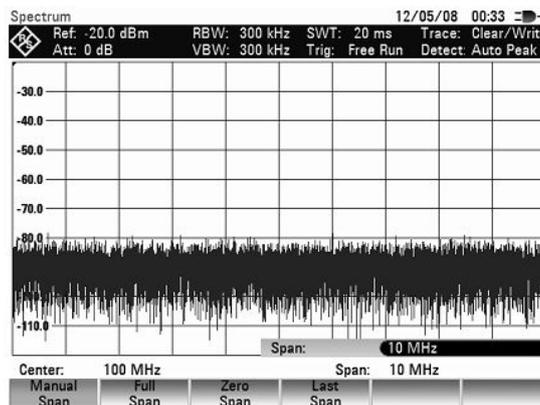
Полоса обзора – это диапазон частот, центрированный по центральной частоте и отображаемый на экране анализатора спектра. Выбор полосы обзора для проведения точного измерения определяется исследуемым сигналом. Практическое правило выбора заключается в установке полосы обзора, которая, по меньшей мере, вдвое больше полосы, занимаемой сигналом.

Для измерений с помощью прибора R&S FSH4 в частотной области минимальная полоса обзора составляет 100 Гц, максимальная – 3,6 ГГц. Если полоса обзора равна 0 Гц, измерение проводится во временной области. Для прибора R&S FSH8 максимальная полоса обзора составляет 8 ГГц.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу SPAN.

После нажатия клавиши SPAN прибор R&S FSH автоматически включает функциональную клавишу MANUAL SPAN и отображает текущее значение полосы обзора, что позволяет сразу ввести новое значение полосы обзора. Если перед этим была использована другая функция из меню настройки полосы обзора (меню SPAN), нажать функциональную клавишу MANUAL SPAN для ввода полосы обзора.



- Ввести новую полосу обзора с помощью цифровой клавиатуры и завершить ввод выбором подходящих единиц измерения (GHz (ГГц), MHz (МГц), kHz (кГц) или Hz (Гц)), или
- Изменить полосу обзора с помощью поворотной ручки или клавиш курсора. Полоса обзора будет устанавливаться сразу после внесения изменений.
- Окно ввода значений может быть убрано с экрана клавишей CANCEL.

Используйте функциональную клавишу FULL SPAN для выбора полной полосы обзора одним нажатием клавиши.

- Нажать клавишу FULL SPAN.

R&S FSH отобразит спектр во всей полосе обзора, которая ограничена значениями 3,6 ГГц или 8 ГГц. (CENTER (центральная частота)= 1,8 ГГц, SPAN (полоса обзора) = 3,6 ГГц, CENTER (центральная частота)= 4 ГГц, SPAN (полоса обзора)= 8 ГГц).

В приборе R&S FSH предусмотрена функциональная клавиша LAST SPAN, которая позволяет переключаться между двумя настройками полосы обзора с помощью одного нажатия клавиши.

- Нажать клавишу LAST SPAN.

Восстановится полоса обзора, установленная перед этим.

Функциональная клавиша ZERO SPAN позволяет установить полосу обзора, равную 0 Гц. При этом прибор R&S FSH измеряет уровень сигнала только на установленной ранее центральной частоте. Так как при измерении на одной частоте спектр отображен быть не может, включается режим отображения во временной области. Ось X измерительной диаграммы становится осью времени, и уровень строится в зависимости от времени. График всегда начинается в точке 0 с и заканчивается в точке, соответствующей установленному времени развертки (устанавливается нажатием клавиши SWEEP, см. также раздел "Настройка развертки").

8.6 Установка параметров амплитуды

Все настройки прибора R&S FSH, относящиеся к отображению уровня, выполняются нажатием клавиши AMPT.

Опорный уровень (REF) – это уровень, соответствующий самой верхней линии координатной сетки измерительной диаграммы. Усиление входного сигнала до этапа отображения производится с учетом опорного уровня. Если опорный уровень низок, то выбирается высокий коэффициент усиления. Это означает, что даже слабые сигналы будут отображены четко. Если уровень входных сигналов высок, то для предотвращения перегрузки сигнального канала анализатора и выхода сигнала за пределы диапазона отображения, должен быть установлен высокий опорный уровень. При исследовании составных сигналов опорный уровень должен быть

достаточно высок для гарантии того, что все сигналы будут находиться внутри измерительной диаграммы.

Настройка ВЧ-ослабления на входе прибора R&S FSH напрямую связана с опорным уровнем. Если опорный уровень высок, то включается ВЧ-ослабление, которое меняется с шагом 10 дБ согласно следующей таблице. Такое ослабление позволяет удерживать входной смеситель в линейной области.

У R&S FSH есть два разных режима ослабления. Режим выбирается нажатием функциональных клавиш RF ATT / AMP / IMP. В режиме "Auto Low Distortion" (автоматический режим малых искажений) прибор R&S FSH устанавливает ВЧ-ослабление на 10 дБ выше (см. таблицу), тем самым, для указанного опорного уровня, уменьшая воздействие входного смесителя на 10 дБ. Если спектр плотно заполнен сигналами, как бывает в кабельных телевизионных сетях, входной смеситель ослабляет собственные паразитные составляющие прибора R&S FSH. Однако влияние собственного шума прибора R&S FSH на отображение спектра увеличивается с увеличением уровня ослабления перед смесителем.

В режиме "Auto Low Noise" (автоматический режим низких шумов), прибор R&S FSH устанавливает ВЧ-ослабление на 10 дБ ниже. Это увеличивает чувствительность прибора, тем самым, уменьшая влияние собственного шума на отображение спектра с уменьшением уровня ослабления перед смесителем.

Т а б л и ц а 8.3

Опорный уровень	Предусилитель выключен (OFF)		Предусилитель включен (ON)	
	ВЧ-ослабление		ВЧ-ослабление	
	Низкий шум	Малые искажения	Низкий шум	Малые искажения
≤-30 дБмВт	0 дБ	0 дБ	0 дБ	0 дБ
от -29 до -25 дБмВт	0 дБ	0 дБ	0 дБ	5 дБ
от -24 до -20 дБмВт	0 дБ	0 дБ	0 дБ	10 дБ
от -19 до -15 дБмВт	0 дБ	5 дБ	5 дБ	15 дБ
от -14 до -10 дБмВт	0 дБ	10 дБ	10 дБ	20 дБ
от -9 до -5 дБмВт	5 дБ	15 дБ	15 дБ	25 дБ
от -4 до 0 дБмВт	10 дБ	20 дБ	20 дБ	30 дБ
от 1 до 5 дБмВт	15 дБ	25 дБ	25 дБ	35 дБ
от 6 до 10 дБмВт	20 дБ	30 дБ	30 дБ	40 дБ
от 11 до 15 дБмВт	25 дБ	35 дБ	35 дБ	40 дБ
от 16 до 20 дБмВт	30 дБ	40 дБ	40 дБ	40 дБ
от 21 до 25 дБмВт	35 дБ	40 дБ	40 дБ	40 дБ
от 26 до 30 дБмВт	40 дБ	40 дБ	40 дБ	40 дБ

Состояние ВЧ-аттенюатора и предусилителя может быть запрошено в установочном меню (нажать клавишу SETUP и затем функциональную клавишу MEASURE SETUP).

По умолчанию опорный уровень задается в дБмВт. Однако могут быть выбраны следующие единицы измерения: дБмВ, дБмкВ, Ватт и Вольт. Выбор единиц измерения – один из самых важных этапов при отображении уровня маркера, так как он указывается в единицах измерения, выбранных для опорного уровня.

Для опорного уровня может быть задано смещение (REF OFFSET). Смещение опорного уровня позволяет увеличить опорный уровень на некоторую величину. Это полезно если, например, перед ВЧ-входом размещен аттенюатор или предусилитель. В анализаторе R&S FSH автоматически учитываются потери или усиление при отображении уровня, никаких расчетов вручную не требуется. Потери,

внесенные на ВЧ-входе, должны быть введены как положительное число, а усиление должно быть задано как отрицательное число.

Диапазон измерений (RANGE) определяет разрешение по оси уровней измерительной диаграммы. Если выбраны стандартные настройки или предустановки (PRESET), то по оси уровней откладываются дБ. Диапазон измерений составляет 100 дБ, при этом одно деление соответствует 10 дБ (10 дБ/дел). В R&S FSH также поддерживаются диапазоны уровней 50 дБ (5 дБ/дел), 20 дБ (2 дБ/дел), 10 дБ (1 дБ/дел), и 1 дБ (0,1 дБ/дел), которые позволяют увеличить разрешение по оси уровней. Однако увеличение разрешения не ведет к увеличению точности, например, снятия показаний маркером, а только облегчает считывание значений с измерительной кривой. Также с помощью функциональной клавиши LIN 0-100 % может быть выбран линейный масштаб по оси уровней. В этом случае уровень отображается в процентах (от 0 % до 100 %) от опорного уровня. Этот режим полезен при отображении, например, несущей, модулированной по амплитуде, во временной области (SPAN (полоса обзора) = 0 Гц).

Анализатор R&S FSH также способен проводить измерения в системах с волновым сопротивлением 75 Ом. Прибор R&S FSH самостоятельно не выбирает ВЧ-вход с сопротивлением 75 Ом, а использует согласующее устройство, подсоединенное к ВЧ-входу. Согласующее устройство "50/75 Ω Matching Pad R&S RAZ" рекомендуется использовать для согласования систем, имеющих волновое сопротивление 75 Ом, с анализатором (см. рекомендуемое вспомогательное оборудование).

В R&S FSH автоматически учитывается коэффициент преобразования при установке значения 75 Ом. Использование других согласующих устройств, таких как R&S RAM или R&S FSH-Z38, может быть учтено с помощью коэффициента преобразования (включен в управляющее ПО R&S FSH4View).

8.6.1 Установка опорного уровня

- Нажать клавишу AMPT.

Появится окно для ввода опорного уровня. Функциональная клавиша REF LEVEL будет выделена красным цветом.

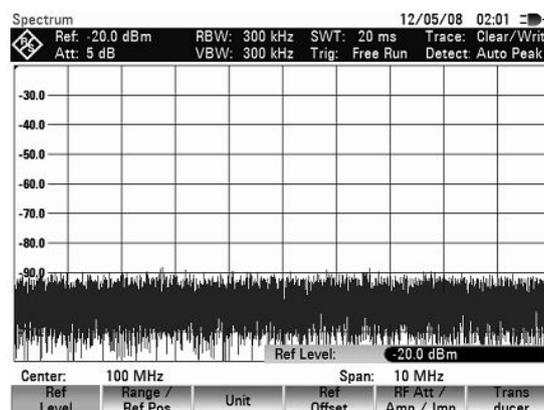
- Ввести опорный уровень с помощью цифровой клавиатуры и подтвердить ввод либо выбором единиц измерения (-dBm или dBm для относительных измерений, (), m, μ , n для абсолютных измерений) либо нажатием клавиши ENTER, или
- Настроить опорный уровень с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.

Любые изменения опорного уровня, сделанные с помощью поворотной ручки или клавиш курсора, вступают в силу немедленно. Кривая при изменении опорного уровня сдвигается.

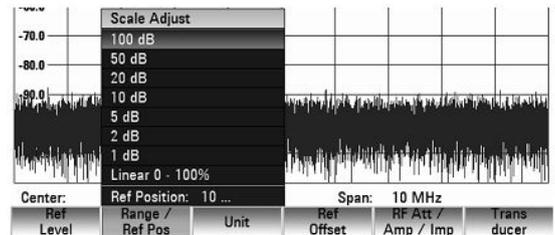
- После установки нужного опорного уровня можно убрать с экрана окно ввода значений нажатием клавиши CANCEL.

8.6.2 Ввод диапазона отображения

- Нажать клавишу AMPT.



- Нажать функциональную клавишу RANGE/REF POS.
Откроется подменю с различными вариантами масштабирования по оси уровней.

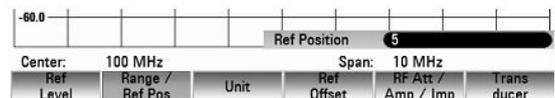


- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать нужный вариант масштабирования и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.
В приборе R&S FSH будет немедленно установлен выбранный вариант масштабирования.

- Выбор пункта меню REF POSITION: 10 сдвигает положение кривой на другую линию диаграммы. Это позволяет отображать сигналы, пересекающиеся с верхней линией масштабной сетки диаграммы, полностью.

- Нажать функциональную клавишу RANGE/REF POS.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать REF POSITION: 10 и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.



- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать нужный вариант масштабирования.

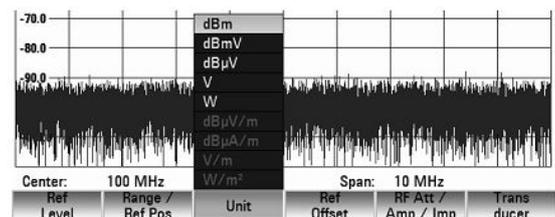


Значение 10 соответствует верхней линии масштабной сетки, значение 0 соответствует нижней линии масштабной сетки.

Положение опорного уровня указано треугольником на выбранной линии масштабной сетки.

8.6.3 Ввод единиц измерения

- Нажать клавишу AMPT.
- Нажать функциональную клавишу UNIT.
Откроется подменю с различными вариантами единиц измерения опорного уровня.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать нужные единицы измерения и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.



В приборе R&S FSH будут немедленно установлены выбранные единицы измерения опорного уровня.

8.6.4 Ввод смещения опорного уровня

- Нажать клавишу AMPT.
- Нажать функциональную клавишу REF OFFSET.
С помощью цифровой клавиатуры ввести смещение опорного уровня и завершить ввод нажатием одной из клавиш, соответствующих единицам измерения, или клавишей ENTER, или
- Изменить опорный уровень с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.
Смещение опорного уровня всегда выражается в дБ, вне зависимости от того, какие единицы измерения используются для опорного уровня.

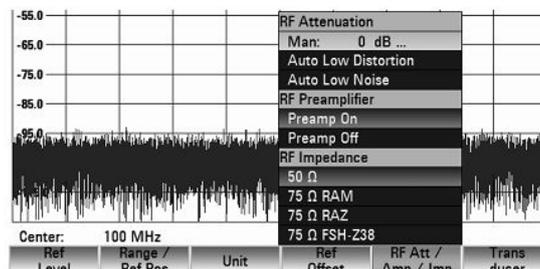
Для обозначения того, что было выбрано ненулевое смещение опорного уровня, перед индикатором опорного уровня отображается красная точка.



8.6.5 Ввод ВЧ-ослабления

- Нажать клавишу АМРТ.
- Нажать функциональную клавишу RF ATT / AMP / IMP.

Откроется подменю прибора R&S FSH с возможностью выбора пунктов RF ATTENUATION, RF PREAMPLIFIER и RF IMPEDANCE.



ВЧ-ослабление может быть предустановлено пользователем на значения от 0 до 40 дБ с шагом в 5 дБ (поле ввода "Man:"), или автоматически установлено в режим низкой чувствительности к сигналам помех (настройка "Auto Low Distortion") или в режим высокой входной чувствительности (настройка "Auto Low Noise").

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать нужное значение и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Примечание – Если выбран пункт 'Man:', то перед полем вывода ВЧ-ослабления ('Att.') отображается красная точка.



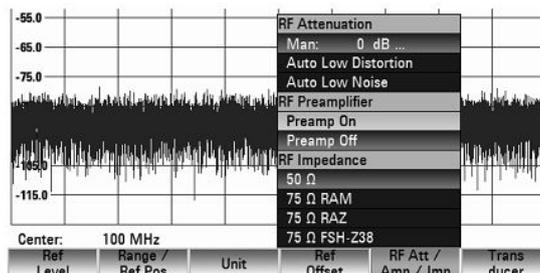
8.6.6 Ввод ВЧ-предусиления

Для увеличения входной чувствительности в приборе R&S FSH имеется встроенный предусилитель на 20 дБ, расположенный перед входом смесителя. Он выключен при стандартных настройках и может быть включен для измерения сигналов низкой мощности.

- Нажать клавишу АМРТ.
- Нажать функциональную клавишу RF ATT / AMP / IMP.

Откроется подменю прибора R&S FSH с возможностью выбора пунктов RF ATTENUATION, RF PREAMPLIFIER и RF IMPEDANCE.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать PREAMP ON или PREAMP OFF и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

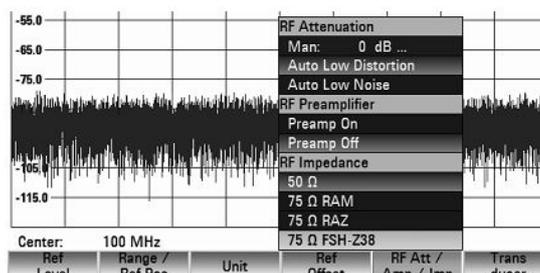


8.6.7 Ввод входного импеданса

- Нажать клавишу АМРТ.
- Нажать функциональную клавишу RF ATT / AMP / IMP.

Откроется подменю с двумя значениями входного импеданса: "50 Ω" и "75 Ω".

- С помощью поворотной ручки или клавиш курсора выбрать нужный входной импеданс и подтвердить выбор нажатием



клавиши ENTER.

Примечание – Если был выбран импеданс 75 Ом, а к ВЧ-входу не было подсоединено согласующее устройство, то при измерении будут получены неверные данные об уровне.

8.6.8 Выбор коэффициента преобразования преобразователя

Во многих случаях прибор R&S FSH не соединен непосредственно с выходом исследуемого устройства, входной сигнал при этом подается на устройство посредством кабеля, усилителей или антенн, или путем комбинирования перечисленных вариантов.

Прибор R&S FSH может вычислять частотные сдвиги в результатах измерений для не более 2-х подсоединенных узлов. Для этих целей задаются так называемые коэффициенты преобразования. Эти коэффициенты могут быть загружены в прибор посредством ПО R&S FSH4View. Каждый коэффициент преобразования состоит из списка пар частота/уровень, которые описывают частотный сдвиг измерительного устройства. Для антенн включена единица измерения напряженности электрического или магнитного поля, для изотропных антенн в каждом случае включен частотный интервал для x-, y- и z-направлений.

В приборе могут быть включены два входных устройства (первичный/вторичный преобразователь) из загруженного списка коэффициентов преобразования, так что, могут быть учтены, например, комбинации "кабель и антенна" или "кабель и усилитель". Заметим, что только один из двух выбранных преобразователей может иметь единицу измерения, отличную от "дБ".

- Нажать клавишу AMPT.
- Нажать функциональную клавишу TRANSDUCER.

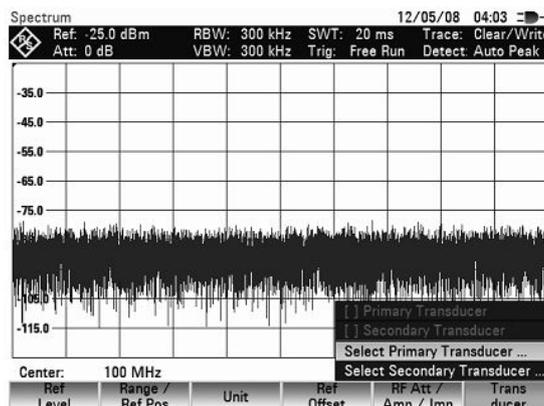
Откроется подменю для выбора коэффициентов преобразования первичного и вторичного преобразователей.

- С помощью поворотной ручки или клавиш курсора выбрать пункт меню SELECT PRIMARY TRANSDUCER и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Откроется список коэффициентов преобразования, доступных в качестве коэффициентов первичного преобразователя.

- С помощью поворотной ручки или клавиш курсора выбрать коэффициент преобразования и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши SELECT.

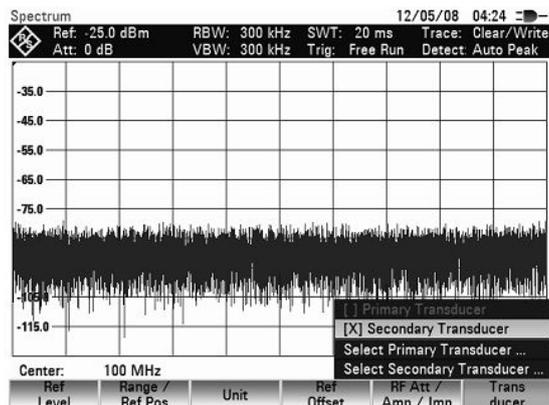
Выбранный коэффициент преобразования отобразится в дополнении к полю ввода опорного уровня.



Для выбора другого коэффициента преобразования следует использовать пункт меню SELECT SECONDARY TRANSDUCER и действовать в соответствии с приведенным выше описанием.

- Для выключения выбранного коэффициента преобразования действовать следующим образом:
- Нажать клавишу AMP.T.
- Нажать функциональную клавишу TRANSDUCER.

Откроется подменю, в котором могут быть выбраны коэффициенты преобразования первичного и вторичного преобразователей.



- В подменю выбрать PRIMARY TRANSDUCER или SECONDARY TRANSDUCER посредством поворотной ручки и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER
- Коэффициент преобразования больше не учитывается при отображении уровня

8.7 Установка полосы частот

Основная функция анализатора спектра заключается в его способности отображать частотный спектр сигнала. Полоса разрешения определяет качество разделения соседних частот анализатором. Также анализатор спектра обычно имеет переключаемую полосу видеополосового фильтра. Полоса видеополосового фильтра определяется частотой среза ФНЧ, используемого для фильтрации видеосигнала перед отображением. Видеосигнал – это понятие, используемое в анализаторе спектра, которое обозначает напряжение, получаемое при выделении огибающей из ПЧ-сигнала, ограниченного по полосе с помощью фильтра разрешения. Видеосигнал сглаживается с помощью видеополосового фильтра для уменьшения зашумленности кривой. В отличие от полосы разрешения, полоса видеополосового фильтра не влияет на разрешающую способность анализатора спектра.

8.7.1 Полоса разрешения

Полоса разрешения (RES BW) анализатора спектра определяет разрешение по частоте при спектральных измерениях. Перед отображением на экране синусоидальный сигнал проходит через полосу пропускания выбранного фильтра разрешения. Поэтому, для разделения при отображении двух или более сигналов, близких по частоте, необходима достаточно узкая полоса разрешения. Например, для выделения огибающих двух синусоидальных несущих, частотный интервал между ними должен быть не меньше выбранной полосы разрешения. Также, выбранная полоса разрешения влияет на уровень шума, отображаемый анализатором. Если ширина полосы небольшая, отображаемый уровень шума падает. При увеличении или уменьшении ширины полосы в 3 раза, уровень шума уменьшается или возрастает на 5 дБ. Если ширина полосы изменилась в 10 раз, отображаемый уровень шума изменится на 10 дБ. Также выбранная полоса разрешения влияет на скорость развертки. Для точного отображения спектра полосовые фильтры, определяющие полосу разрешения, должны установиться на всех интересующих частотах. При использовании фильтров с узкой полосой, время установления больше, чем при использовании широкополосных фильтров. Поэтому для фильтров с узкой полосой разрешения должно выбираться большее время развертки. При уменьшении ширины полосы в 3 раза (например, с 10 кГц до 3 кГц), время развертки должно быть увеличено в 9 раз. Если ширина полосы уменьшилась в 10 раз (например, с 10 кГц до 1 кГц), то время развертки должно быть увеличено в 100 раз.

В R&S FSH доступны полосы разрешения от 1 Гц до 3 МГц с шагом 1, 3, 10. Если выбраны стандартные настройки, то полоса разрешения связана с полосой обзора, то есть при уменьшении полосы обзора меньшая полоса разрешения устанавливается автоматически. Это означает, что во многих случаях полосу разрешения не требуется устанавливать отдельно – более высокое разрешение по частоте устанавливается при уменьшении полосы обзора.

Все модели дополнительно поддерживают полосу разрешения 200 кГц. Эта полоса разрешения может быть выбрана вручную, то есть она не будет включаться автоматически в режиме AUTO RES BW, когда полоса разрешения связана с полосой обзора.

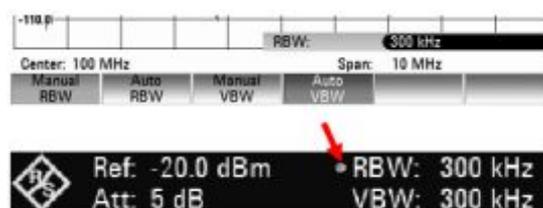
Последовательность действий:

- Нажать клавишу BW.

Откроется меню настройки ширины полосы частот. Если включены стандартные настройки, функциональная клавиша автоматической настройки ширины полосы частот будет подсвечена зеленым цветом.

- Нажать функциональную клавишу MANUAL RBW

Функциональная клавиша будет выделена красным цветом и откроется окно для ввода значения полосы разрешения (RBW), в котором указано ее текущее значение.



Для обозначения того, что полоса разрешения не связана с полосой обзора, в верхнем правом углу, рядом с индикатором полосы разрешения RBW: помещается красная точка.

- Ввести нужную полосу разрешения с помощью цифровой клавиатуры и завершить ввод выбором подходящих единиц измерения (MHz (МГц), kHz (кГц) или Hz (Гц)), или
- Изменить значение полосы разрешения на нужное с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.

Примечания

1 Значение полосы разрешения 200 кГц должно вводиться с помощью цифровой клавиатуры. При использовании поворотной ручки или клавиш курсора, полоса 200 кГц будет пропущена.

2 В режиме со стандартными настройками прибор R&S FSH следит за тем, чтобы при изменении полосы разрешения время развертки подстраивалось автоматически. Это необходимо для гарантии того, что время установления, требуемое для применения выбранного фильтра разрешения, учтено правильно. Максимально допустимое время развертки составляет 1000 с. Для узкополосных фильтров разрешения в случае широкой полосы обзора это значение будет превышено. С целью предотвращения этого в приборе R&S FSH производится автоматическая регулировка полосы обзора при достижении максимального времени развертки.

Окно ввода полосы разрешения может быть закрыто нажатием клавиши CANCEL.

- Нажать функциональную клавишу AUTO RBW.

Значение полосы разрешения будет привязано к установленной полосе обзора. Функциональная клавиша AUTO RBW будет подсвечена зеленым цветом для индикации режима взаимосвязи параметров. Красная точка перед индикатором полосы обзора исчезнет.

8.7.2 Полоса видеофильтра

Полоса видеофильтра определяет сглаживание кривой и уменьшение уровня шума. После выделения огибающей из отфильтрованного ПЧ-сигнала,

синусоидальный сигнал промежуточной частоты становится сигналом постоянного напряжения. Если синусоида модулирована по амплитуде, то сигнал с частотой модулирующего колебания формирует видеосигнал отдельно от постоянного напряжения, образуемого несущей. На расположенном ниже рисунке показан радиочастотный сигнал, модулированный синусоидальным сигналом, и соответствующий видеосигнал во временной области.

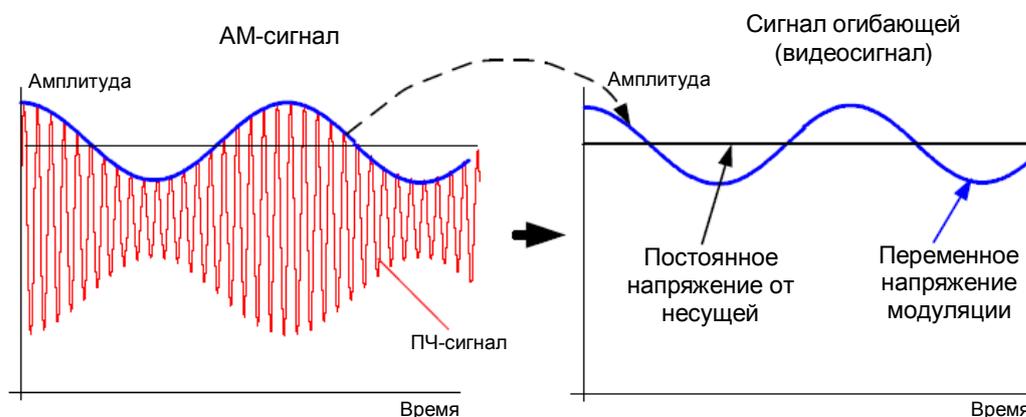


Рисунок 8.4 – Сигнал огибающей (видеосигнал)

Огибающая содержит постоянную составляющую, соответствующую уровню несущей, и переменную составляющую, частота которой равна частоте модулирующего сигнала. Если ширина полосы видеофильтра меньше частоты переменной составляющей, последняя будет подавляться в зависимости от ее максимальной частоты. Если модулирующий сигнал должен отображаться полностью, частота среза должна быть выше частоты модуляции.

Если синусоидальный сигнал зашумлен, модулирующий сигнал может быть принят за шум. Если ширина полосы видеофильтра уменьшена, высокочастотные составляющие шума, находящиеся выше частоты среза видеофильтра, будут подавлены. Чем уже полоса видеофильтра, тем меньше амплитуда шума на его выходе.

Таким образом, при настройке полосы видеофильтра могут применяться следующие правила:

- Если вы занимаетесь исследованием модулированных сигналов, полоса видеофильтра должна быть достаточно широка для того, чтобы полезные составляющие модуляции не подавлялись (полоса видеофильтра должна превосходить полосу разрешения).
- Если сигналы должны быть очищены от шума, следует выбрать как можно меньшую ширину полосы видеофильтра ($\leq 0,1$ x полоса разрешения).
- Если исследуются импульсные сигналы, то для того, чтобы не искажались фронты импульсов, полоса видеофильтра должна быть, по крайней мере, втрое шире полосы разрешения.

Как и полоса разрешения, полоса видеофильтра влияет на время развертки. Анализатор спектра должен делать паузу перед каждым измерением, чтобы позволить видеофильтру установиться.

В приборе R&S FSH доступны полосы видеофильтра от 1 Гц до 3 МГц с шагом 1, 3, 10. Если выбраны стандартные настройки, то полоса видеофильтра будет связана с полосой разрешения. Полоса видеосигнала равна полосе разрешения. При изменении полосы разрешения прибор R&S FSH автоматически устанавливает подходящую полосу видеофильтра. Это означает, что во многих случаях полосу видеофильтра не требуется настраивать отдельно. При изменении полосы разрешения полоса видеофильтра меняется автоматически.

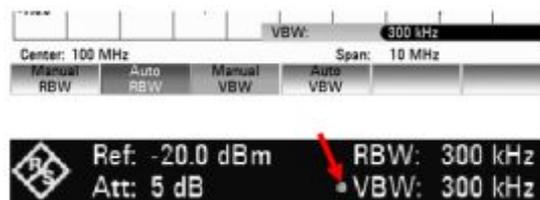
Последовательность действий:

- Нажать клавишу BW.

Откроется меню для установки полосы частот. Если выбраны стандартные настройки, функциональная клавиша автоматической настройки полосы частот будет подсвечена зеленым цветом.

- Нажать функциональную клавишу MANUAL VBW.

Функциональная клавиша будет выделена красным цветом, и появится окно ввода значения полосы видеофильтра (VBW), в котором отображается ее текущее значение.



Для индикации того, что полоса видеофильтра не связана с полосой разрешения (RBW), в верхнем правом углу рядом с индикатором полосы разрешения VBW: помещается красная точка.

- Ввести нужную полосу видеофильтра с помощью цифровой клавиатуры и завершить ввод выбором подходящих единиц измерения (MHz (МГц), kHz (кГц) или Hz (Гц)), или
- Изменить значение полосы видеофильтра на нужное значение с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.

Окно ввода полосы видеофильтра может быть закрыто нажатием клавиши ENTER.

- Нажать функциональную клавишу AUTO VBW.

Значение полосы видеофильтра будет привязано к установленной полосе разрешения. Функциональная клавиша AUTO VBW будет подсвечена зеленым цветом для индикации режима взаимосвязи параметров. Красная точка перед индикатором полосы видеофильтра VBW исчезнет.

8.8 Настройка развертки

Если полоса обзора больше нуля, время развертки равно времени, в течение которого анализатор спектра проходит всю отображаемую полосу обзора, измеряя спектр. Для того чтобы не отображался побочный спектр, должны быть установлены некоторые граничные условия.

Одно из граничных условий связано с полосой разрешения. Если должен устанавливаться фильтр разрешения, то время пребывания внутри полосы фильтра должно иметь правильное значение. Если время развертки слишком мало, фильтр разрешения не установится, и отображаемый уровень будет низким (см. также раздел "Установка полосы частот").

Второе граничное условие связано с полосой обзора. Если полоса обзора увеличивается, время развертки должно пропорционально увеличиваться.

Прибор R&S FSH позволяет автоматически устанавливать время развертки, связав его с установленной полосой разрешения и полосой обзора, что может помочь пользователям при настройке развертки. Если выбран автоматический режим (AUTO SWEEP TIME), то всегда устанавливается наименьшее время развертки, при котором синусоидальные сигналы в спектре отображаются верно. Если режима автоматической настройки времени развертки не используется (вместо него включен режим MANUAL SWPTIME), то перед индикатором времени развертки "SWT" помещается красная точка, указывающая на то, что выбран режим без взаимосвязи параметров. Если время развертки настолько мало, что возникают ошибки отображения уровня, прибор R&S FSH информирует об этом пользователя с помощью красной точки, выводимой с правой стороны измерительной диаграммы.

Для R&S FSH необходимо минимальное время развертки 20 мс на каждые 600 МГц полосы обзора. Если установлена более широкая полоса обзора, то в режиме зависимости времени развертки в R&S FSH автоматически подстраивается минимальное время развертки.

Если полоса обзора равна 0 Гц, то вместо спектра R&S FSH отображает зависимость видеосигнала от времени. Ось X измерительной диаграммы становится осью времени, которая начинается со значения 0 с и заканчивается значением выбранного времени развертки.

Минимальное время развертки при нулевой полосе обзора составляет 200 мкс, максимальное – 100 с.

8.8.1 Время развертки

- Нажать клавишу SWEEP.

Откроется меню функциональных клавиш для ввода параметров развертки. Если выбраны стандартные настройки, устанавливается режим автоматического выбора времени развертки (AUTO SWP TIME). В этом режиме время развертки связано с полосой разрешения, полосой видеофильтра и полосой обзора.

- Для ввода времени развертки нажать функциональную клавишу MANUAL SWP TIME.

Откроется окно ввода значения SWEEP, в котором отображается текущее значение времени развертки.

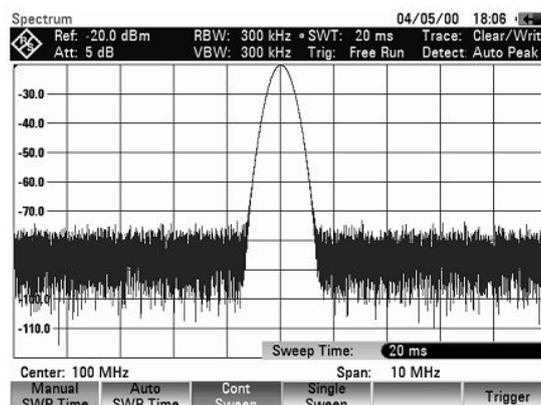
- Ввести нужное время развертки с помощью цифровой клавиатуры и завершить ввод выбором подходящих единиц измерения, или
- Изменить значение времени развертки на нужное с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.

Всякий раз при своем изменении значение времени развертки немедленно меняется на новое. Окно ввода значения закрывается нажатием клавиши ENTER. Установленное время развертки отображается в верхнем правом углу экрана рядом с надписью "SWT:".

8.8.2 Режим развертки

Если включены стандартные настройки, анализатор R&S FSH работает в режиме непрерывной развертки, то есть после завершения одной развертки в полосе обзора, развертка автоматически повторяется с начала полосы обзора. Кривая обновляется после каждой развертки.

В некоторых задачах непрерывный режим может не понадобится, например, когда необходимо записать отдельное событие при выполнении определенных условий запуска. Для этого в приборе R&S FSH имеется режим однократной развертки SINGLE SWEEP. Когда выбран режим однократной развертки, R&S FSH выполняет развертку в полосе обзора один раз или, если производятся измерения при нулевой полосе обзора (во временной области), отображает один раз зависимость видеосигнала от времени. Измерение будет повторено только при нажатии функциональной клавиши SINGLE SWEEP.



- Нажать клавишу SWEEP.

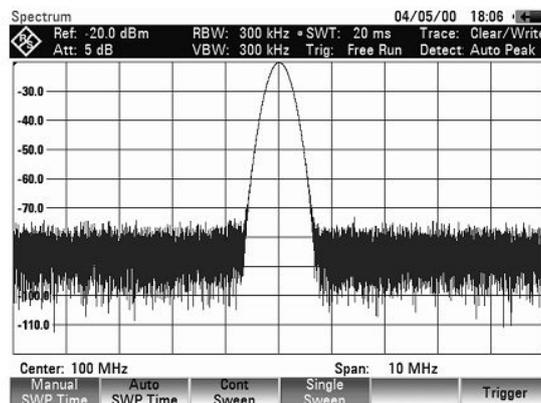
Если выбраны стандартные настройки, функциональная клавиша CONT SWEEP будет выделена зеленым цветом для индикации установленного непрерывного режима развертки.

- Нажать функциональную клавишу SINGLE SWEEP.

Функциональная клавиша SINGLE SWEEP будет выделена зеленым цветом. R&S FSH произведет однократную развертку и будет ожидать следующих команд.

- Нажать функциональную клавишу CONT SWEEP.

Анализатор R&S FSH снова перейдет в режим непрерывной развертки.



8.8.3 Функции запуска

Для реакции на событие R&S FSH обладает целым набором функций запуска. Запускающий сигнал может быть как внешним, так и сгенерированным внутри прибора.

- **FREE RUN** Новая развертка начинается по завершении предыдущей развертки. В приборе R&S FSH этот режим установлен по умолчанию (стандартная настройка).
- **VIDEO** Развертка начинается, когда напряжение видеосигнала превышает установленное значение. Запуск по видеосигналу доступен только при нулевой полосе обзора (во временной области). При отображении частотного спектра (полоса обзора ≥ 10 кГц) нет гарантии, что сигнал для генерации видеосигнала находится на начальной частоте. В такой ситуации R&S FSH никогда не смог бы запустить развертку.
- **EXTERNAL RISE и EXTERNAL FALL** Развертка начинается по переднему (RISE) или заднему (FALL) фронту внешнего сигнала запуска. Внешний сигнал запуска подается через BNC-разъем EXT TRIGGER. Порог переключения составляет 1,4 В, то есть равен уровню ТТЛ-сигнала.

Если выбран режим запуска по видеосигналу или по внешнему сигналу, начало измерения может быть задержано по отношению к запускающему событию посредством ввода значения задержки (DELAY). Таким образом можно учесть разность во времени между запускающим событием и измерением.

Текущие настройки запуска отображаются по центру верхней части экрана (например, " Trig: Free Run").

Последовательность действий:

- Нажать клавишу SWEEP.
- Нажать функциональную клавишу TRIGGER.

Откроется подменю для настройки запуска. Если выбраны стандартные настройки, пункт FREE RUN будет выделен красным цветом. При нулевой полосе обзора могут быть выбраны любые настройки. Пункты VIDEO... и DELAY... затенены, что означает их недоступность для выбора.

- Выбрать нужные настройки с помощью клавиш курсора или поворотной ручки и завершить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши TRIGGER.

В поле "Trig:" по центру верхней части экрана будут показаны выбранные настройки.

Если был выбран режим VIDEO..., необходимо ввести уровень запуска и произвольную задержку запуска (DELAY...). Уровень запуска выражается в процентах от опорного уровня. 100% означает, что уровень запуска равен опорному уровню, 50% означает, что уровень запуска находится в центре оси Y измерительной диаграммы (стандартная настройка). Позиция уровня запуска по видеосигналу показана на оси уровней знаком ">".

- Изменить порог запуска по видеосигналу с помощью клавиш курсора или поворотной ручки (от 0 до 100%).

Порог запуска устанавливается сразу после ввода его значения.

- Завершить ввод порога запуска нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши TRIGGER.

Окно ввода значения закроется.

- Если необходимо указать задержку запуска, нажать функциональную клавишу TRIGGER.

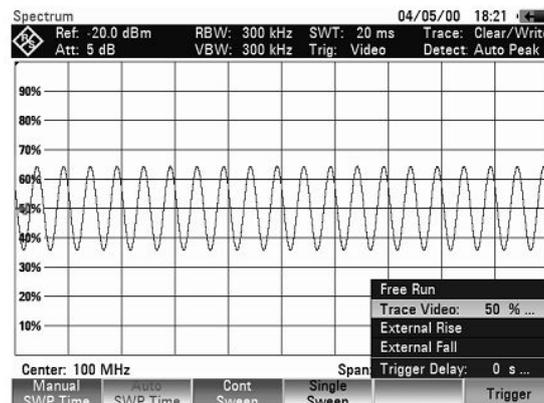
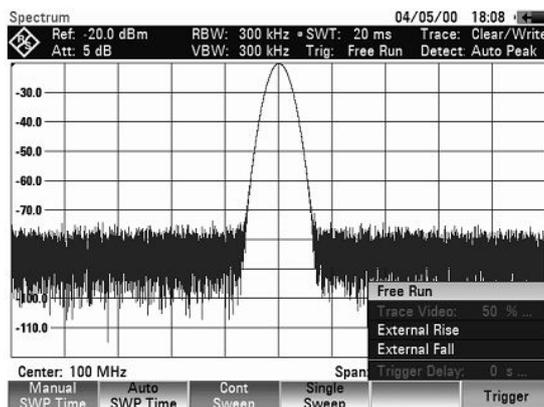
- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, выбрать пункт DELAY... и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши DELAY.

Откроется окно для ввода значения задержки.

- Используя цифровую клавиатуру, клавиши курсора или поворотную ручку, ввести задержку и завершить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши TRIGGER.

Диапазон задержки запуска от 0 мкс до 100 с. Разрешение 10 мкс в диапазоне до 1 мс и 100 мкс в диапазоне от 1 мс до 10 мс.

Разрешающая способность установки времени задержки зависит от выбранной задержки. В следующей таблице приведены значения времени задержки:



Т а б л и ц а 8.4

Задержка запуска (DELAY)	Разрешение
от 0 до 1 мс	10 мкс
от 1 мс до 10 мс	100 мкс
от 10 мс до 100 мс	1 мс
от 100 мс до 1 с	10 мс
от 1 с до 10 с	100 мс
от 10 с до 100 с	1 с

8.9 Настройка кривых

Анализатор R&S FSH обеспечивает вывод на экран одной измерительной кривой и одной опорной кривой из памяти.

8.9.1 Режим отображения кривой

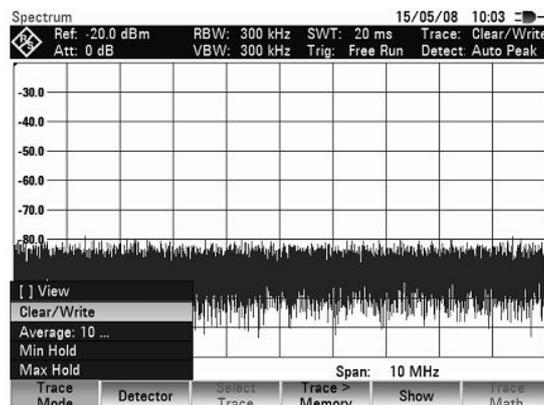
Для кривой может быть выбран один из нескольких режимов отображения:

- **CLEAR/WRITE** Режим перезаписи: кривая перезаписывается при каждой развертке. Данный режим является стандартным.
- **AVERAGE** Режим усреднения: берется среднее значение уровня по нескольким последовательным кривым. По умолчанию, усреднение производится попиксельно, берется скользящее среднее по десяти предыдущим кривым. Также можно самостоятельно установить количество усреднений в диапазоне от 2 до 999. Хотя это позволит, например, снизить влияние шума, но никак не повлияет на синусоидальные сигналы. Таким образом, режим усреднения полезно использовать для отображения синусоидальных сигналов в непосредственной близости шума.
- **MAX HOLD** Режим удержания максимума: кривая отображает максимальное значение, которое было измерено вплоть до этого момента времени. Режим MAX HOLD может быть отменен только при выборе другой настройки и при невозможности сравнения пикселей кривой из новой настройки с пикселями кривой из предыдущей настройки – например, при изменении полосы обзора. С помощью функции MAX HOLD удобно проводить поиск импульсных сигналов в спектре или максимумов флуктуирующих сигналов.
- **MIN HOLD** Режим фиксации минимума: кривая отображает минимальное значение, которое было измерено вплоть до этого момента времени. Режим MIN HOLD может быть отменен только при выборе другой настройки и при невозможности сравнения пикселей кривой из новой настройки с пикселями кривой из предыдущей настройки – например, при изменении полосы обзора. С помощью функции MIN HOLD удобно выделять синусоидальные сигналы из шума или подавлять импульсные сигналы.
- **VIEW** Режим просмотра: фиксация отображаемой в данный момент кривой. Измерение прерывается. Режим

позволяет, например, проводить пост-анализ спектров с помощью маркера.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу TRACE.
- Нажать функциональную клавишу TRACE MODE.
Откроется подменю настройки режима отображения кривой.
- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, выбрать нужный режим кривой и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши TRACE MODE.

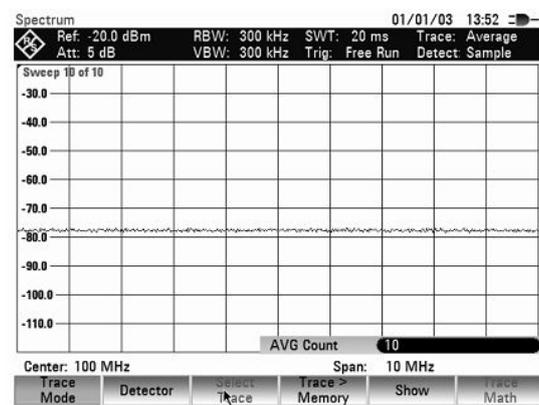


Выбранный режим кривой будет отображаться в центре верхней части экрана в поле "Trace:".

При выборе режима усреднения TRACE MODE, AVERAGE откроется поле ввода AVG COUNT, в котором отображается установленное количество усреднений.

Можно выполнить следующие действия:

- Подтвердить отображаемое количество усреднений нажатием функциональной клавиши TRACE или клавиши ENTER.
- Используя цифровую клавиатуру, ввести новое число в диапазоне от 2 до 999 для определения количества усреднений и подтвердить ввод нажатием функциональной клавиши TRACE или клавиши ENTER.



- Изменить количество усреднений с помощью поворотной ручки и подтвердить ввод нажатием функциональной клавиши TRACE или клавиши ENTER.

В анализаторе будет проводиться усреднение по пикселям кривой заданное количество раз.

При режиме непрерывной развертки производится скользящее усреднение. В режиме однократной развертки SINGLE SWEEP выполняется количество разверток, определенное параметром AVG COUNT, а затем производится усреднение полученных кривых. После этого развертка останавливается и отображается усредненная кривая.

В режиме просмотра VIEW отображаются настройки, используемые для измерения кривой. Это обеспечивает получение полного описания условий измерения при документировании результатов. В окне состояния (клавиша SETUP) в скобках указывается то что, в данный момент выбран режим просмотра (например, "Trace Mode: Maximum Hold (View)").

8.9.2 Типы детекторов

С помощью детектора производится обработка видеосигнала спектроанализатора перед выводом его на экран. Детектор ориентирован на работу с пикселями, т.е. он определяет характер отображения уровня каждого пикселя. Измерение в анализаторе R&S FSH проводится по всему частотному спектру. Однако для отображения результата используется кривая, содержащая только 631 пиксел (по оси X). При выборе большой полосы обзора вся информация о нем

должна быть каким-то образом отображена с помощью всего лишь 631 точки. Каждый пиксел отображает частотный диапазон, эквивалентный 1/631 от полосы обзора. Доступны четыре типа детекторов:

- **AUTO PEAK** При выборе автопикового детектора на экране отображается максимальный и минимальный уровень в каждом пикселе, которому соответствует некоторый диапазон частот. Это означает, что при выбранном автопиковом детектировании сигналы не теряются. Если уровень сигнала флуктуирует, как в случае с шумовым сигналом, ширина кривой будет мерой его флуктуаций. Автопиковый детектор установлен по умолчанию.
- **MAX PEAK** В отличие от автопикового детектора, максимально-пиковый детектор обнаруживает только максимальное значение в том диапазоне частот, который соответствует одному пикселу кривой. Его использование рекомендуется при измерениях импульсных сигналов или сигналов с ЧМ-модуляцией.
- **MIN PEAK** Минимально-пиковый детектор выдает минимальное значение спектра в пределах одного пиксела кривой. Синусоидальные сигналы отображаются с правильным уровнем, однако шумоподобные сигналы подавляются. Минимально-пиковый детектор может использоваться для выделения синусоидальных сигналов в спектре шума.
- **SAMPLE** Детектор отсчетов не выполняет какого-либо "суммирования" по всей доступной в анализаторе R&S FSH форме спектра, а вместо этого отображает только одну произвольную точку измерения в виде отдельного пиксела. Детектор отсчетов следует использовать для измерений при нулевой полосе обзора, так как это единственный способ правильного представления видеосигнала во времени. Детектор отсчетов может также использоваться для измерения мощности шума, так как шум обычно имеет равномерный спектр с нормальным распределением амплитуды. При использовании детектора отсчетов для измерения спектров сигналов с полосой обзора, превышающей полосу "полоса разрешения x 631", сигналы могут быть потеряны.
- **RMS** Детектор среднеквадратического значения (RMS-детектор) измеряет спектральную мощность по каждому пикселу. Независимо от формы сигнала измерение мощности с помощью RMS-детектора всегда будет выдавать правильное значение мощности. RMS-детектор рекомендуется использовать для измерения мощности сигналов с цифровой модуляцией. Это связано с тем, что RMS-детектор – это единственный детектор анализатора R&S FSH, который может выдавать стабильные и правильные показания мощности. Стабильность отображения легко получить путем увеличения времени развертки, так как с увеличением времени развертки время измерения мощности на один пиксел увеличивается. Например, при выполнении шумовых измерений высокой стабильности результата можно добиться при выборе длительного времени развертки.
Тем не менее, полоса частот, занимаемая измеряемым сигналом, должна быть, по крайней мере, равна частоте, покрываемой пикселом кривой, или выбранной полосе

разрешения (наибольшей из них). В противном случае мощность, индицируемая на экране, будет слишком низкой из-за того, что в диапазоне частот, покрываемом одним пикселем, существуют спектральные составляющие, которые не относятся к измеряемому сигналу (например, шум).

Для получения правильного значения мощности следует также выбирать полосу видеочастотного фильтра (VBW) больше полосы разрешения (RBW). В противном случае, перед вычислением среднеквадратического значения будет проявляться эффект усреднения, вызванный ограниченной полосой видеочастотного фильтра.

Тип детектора может быть установлен как вручную, так и автоматически. В режиме автоматической установки выбирается детектор, который соответствует установленному режиму отображения кривой. При ручной установке выбранный тип детектора устанавливается независимо от режима кривой.

Установка типа детектора в автоматическом режиме работы:

Т а б л и ц а 8.5

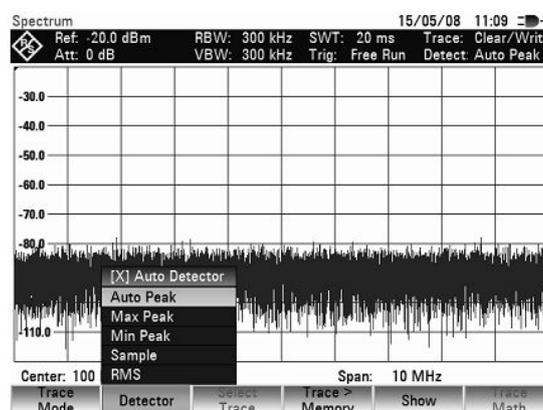
Режим кривой	Тип детектора
Clear/Write	Auto Peak
Average	Sample
Max Hold	Max Peak
Min Hold	Min Peak

Последовательность действий:

- Нажать клавишу TRACE.
- Нажать функциональную клавишу DETECTOR.

Откроется подменю для выбора типа детектора.

Если выбран автоматический режим установки детектора, то пункт меню AUTO DETECTOR будет отмечен символом "X" и будет показан установленный детектор, который соответствует установленному режиму кривой.



Для включения/выключения автоматического режима установки детектора:

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню AUTO DETECTOR.
- Используя клавишу ENTER или функциональную клавишу DETECTOR, включить или выключить автоматический режим установки детектора.

Если выбран автоматический режим установки детектора, то в приборе устанавливается тип детектора, который соответствует установленному режиму отображения кривой.

Для установки типа детектора вручную:

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать нужный тип детектора и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши DETECTOR.

Выбранный тип детектора будет показан в верхнем левом углу экрана ("Detect: Auto Peak" на приведенном выше рисунке). Если при включенном автоматическом режиме AUTO DETECTOR устанавливается неподходящий тип детектора, то происходит отключение автоматического режима.

8.9.3 Выбор кривых

На экране прибора R&S FSH одновременно могут быть отображены две активные кривые TRACE 1 и TRACE 2.

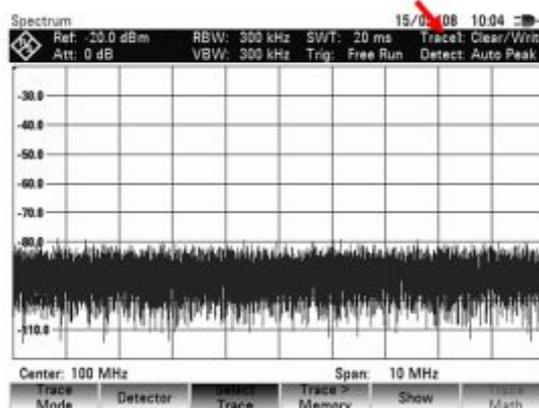
Каждая активная кривая присвоена области памяти для хранения кривых (MEMORY 1 или MEMORY 2). Для определения кривой измерения, к которой относятся управляющие входы, необходимо выбрать эту кривую. Все входы, относящиеся к режиму кривой, детектору и копированию кривой в память будут относиться к выбранной кривой. В режиме по умолчанию для входов выбрана кривая TRACE 1.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу TRACE.
- Нажать функциональную клавишу SELECT TRACE.

Кривая 2 (Trace 2) установлена вместо кривой 1 (Trace 1). Выбранная кривая отображена в верхней области экрана (Trace 1 / Trace 2) (см. красную стрелку).

- Применить нужные настройки для кривой 2 (TRACE MODE / DETECTOR / TRACE > MEMORY).
- Для изменения настроек кривой 1 повторно нажать функциональную клавишу SELECT TRACE.

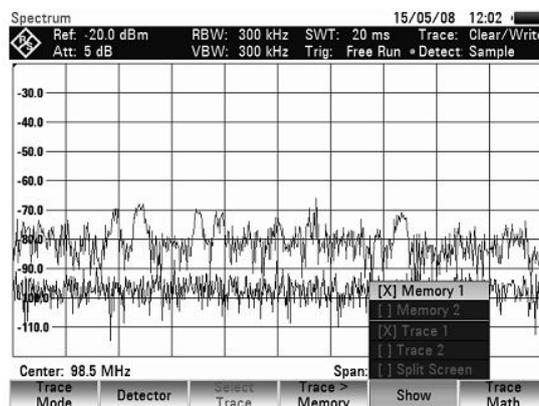


8.9.4 Запоминание кривых

Измерительная кривая может быть скопирована в область памяти для хранения кривых. Тогда для проведения сравнения, наряду с текущим изображением кривой, можно будет выводить изображение кривой из памяти. Сохраненная кривая всегда отображается белым цветом, обозначая свое отличие от текущей кривой измерения.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу TRACE.
 - Нажать функциональную клавишу TRACE -> MEMORY.
- Выбранная кривая (см. "Выбор кривых") будет скопирована в память.
- Нажать функциональную клавишу SHOW.
 - Выбрать нужную запомненную кривую в меню с помощью клавиш курсора или поворотной ручки. Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.



На экран будет выведена сохраненная в памяти кривая (для отображения используется белый цвет). Пункт меню выбранной запомненной кривой отмечен символом "X", указывая на то, что отображается кривая из памяти.

- Для удаления сохраненной кривой с экрана, повторно нажать функциональную клавишу SHOW.

- В меню выбрать отмеченную символом "X" запомненную кривую и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.
Выбранная запомненная кривая будет удалена с экрана.

Примечания

- 1 Запомненные кривые представляют собой растровое изображение в видеопамяти. Таким образом, при вызове запомненной кривой она не адаптируется к возможным изменениям опорного уровня или полосы обзора, которые были произведены с момента ее запоминания.
- 2 При вызове сохраненных данных соответствующие кривые сохраняются в области памяти кривой. Сохраненная кривая может быть отображена с помощью функциональной клавиши SHOW MEMORY.

8.9.5 Математические операции с кривыми

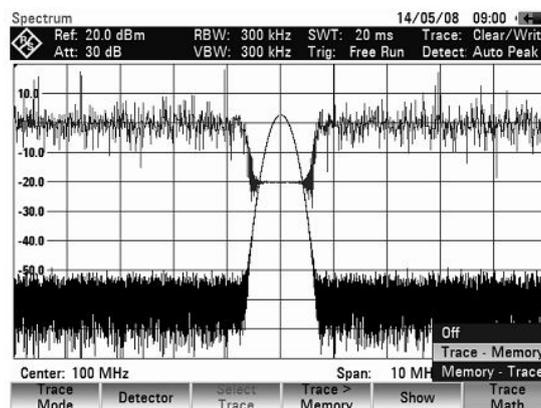
В анализаторе R&S FSH поддерживается возможность вычитания сохраненной кривой из текущей кривой и отображения получившейся разности.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу TRACE.
 - Нажать функциональную клавишу TRACE -> MEMORY.
- Текущая кривая будет скопирована в память.
- Нажать функциональную клавишу SHOW. Выбрать область памяти и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

На экран будет выведена сохраненная в памяти кривая (для отображения используется белый цвет).

- Для удаления сохраненной кривой с экрана повторно нажать функциональную клавишу SHOW. Выбрать запомненную кривую, отмеченную символом "X", и подтвердить выбор повторным нажатием клавиши ENTER.
- Нажать клавишу TRACE MATH и выбрать пункт TRACE – MEM или MEM – TRACE.
На экран будет выведена разность между сохраненной и активной кривой.



- Для удаления сохраненной кривой с экрана, повторно нажать функциональную клавишу TRACE MATH и выбрать пункт OFF.

8.10 Использование маркеров

В анализаторе R&S FSH имеется 6 маркеров, пять из которых могут быть использованы в качестве маркеров или дельта-маркеров. Маркеры привязаны к кривой и показывают частоту и уровень той точки кривой, на которую они помещены. Частота, индицируемая маркером, показывается вертикальной линией, которая проходит по всей высоте измерительной диаграммы. Числовые показания частоты и уровня отображаются в верхнем левом углу экрана. Единицы измерения соответствуют единицам измерения опорного уровня.

Позиция дельта-маркера указывается пунктирной линией (чтобы можно было отличить его от маркеров другого типа). Уровень дельта-маркера выводится всегда относительно уровня главного маркера, так что в качестве единиц измерения уровня дельта-маркера всегда используются дБ. Частота дельта маркера выводится всегда относительно частоты главного маркера – другими словами, частота дельта-маркера равна разности между частотой, соответствующей позиции главного маркера, и частотой, соответствующей позиции дельта-маркера.

- (1) Частота маркера
- (2) Уровень маркера
- (3) Частота дельта-маркера
- (4) Уровень дельта-маркера
- (5) Символ маркера
- (6) Символ дельта-маркера
- (7) Маркер
- (8) Дельта-маркер
- (9) Меню маркера

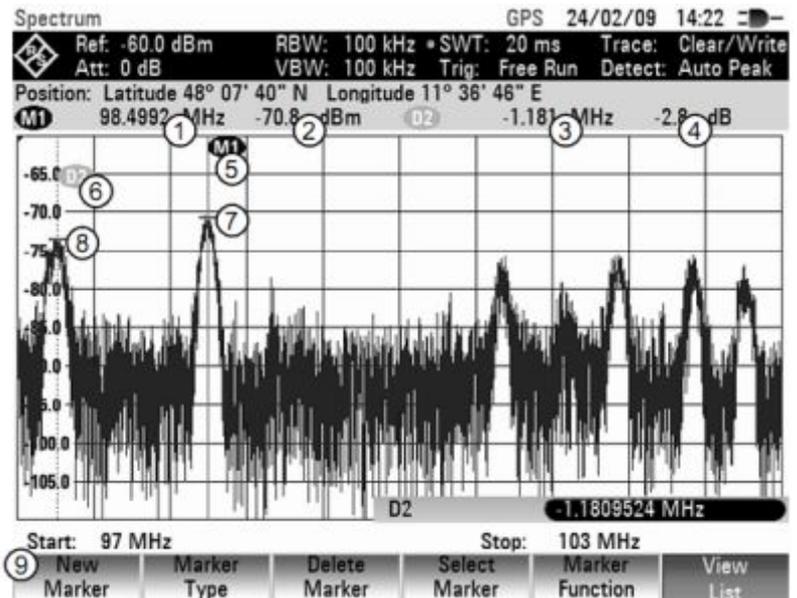
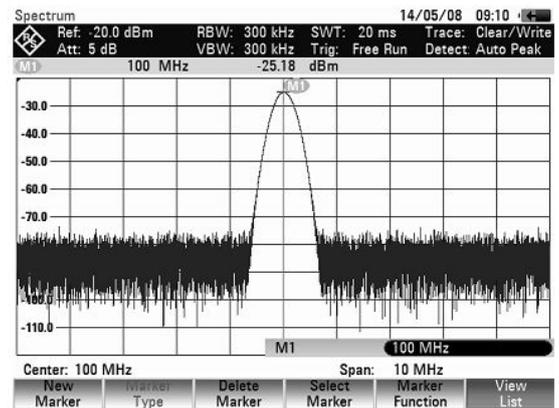


Рисунок 8.5 – Вид экрана в режиме использования маркера

Управление маркером:

- Нажать клавишу MARKER.

Откроется меню маркера. Если до этого не было активировано ни одного маркера, то автоматически будет включен главный маркер (MARKER) и помещен на максимальный уровень в спектре. Частота и уровень в точке, указанной маркером, отображается в верхней части экрана в выбранных единицах измерения (= единицы измерения опорного уровня). Откроется окно для ввода частоты маркера.



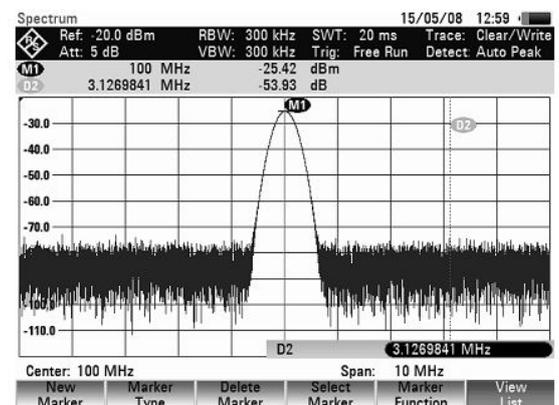
Можно выполнить следующие действия:

- Изменить позицию маркера, используя поворотную ручку или клавиши курсора.
- Ввести позицию маркера с помощью цифровых клавиш и завершить ввод нажатием одной из клавиш единиц измерения.
- Подтвердить ввод позиции маркера нажатием клавиши ENTER.

Управление дельта-маркером:

- Нажать клавишу MARKER.
- Нажать функциональную клавишу NEW MARKER.

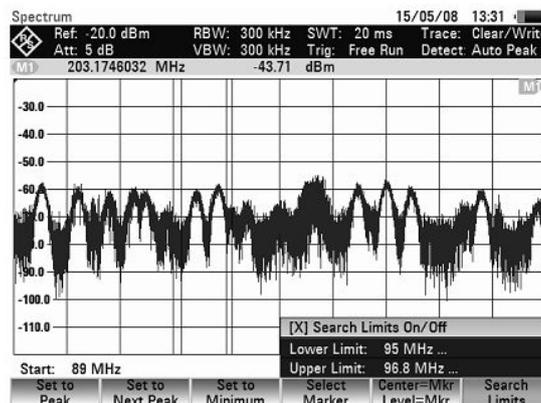
Будет включен дельта-маркер и помещен на второй по величине максимум кривой. Частота и уровень, отображаемые в верхней части экрана, будут выводиться относительно значений главного маркера, т.е. показания дельта-маркера представляют собой разность между частотами и уровнями в точках расположения главного маркера и дельта-маркера. Одновременно будет открыто окно ввода разностной частоты дельта-маркера.



Функции PEAK, NEXT PEAK и MINIMUM могут быть также использованы только на ограниченном участке кривой. Это полезно, например, если с помощью маркерных функций поиска требуется измерить только паразитные излучения, не рассматривая полезные сигналы.

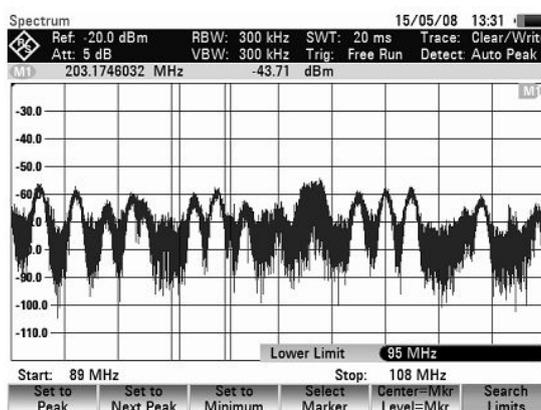
- Нажать функциональную клавишу SEARCH LIMITS.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт SEARCH LIMITS ON/OFF.
- Подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши SEARCH LIMITS или клавиши ENTER.

Будут включены пределы для маркеров поиска. Две вертикальные линии отображают левый и правый пределы на диаграмме.



- Для ввода начального значения диапазона поиска выбрать пункт меню SEARCH LIMITS.
- Выбрать пункт меню LOWER LIMIT с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши SEARCH LIMITS или клавиши ENTER.

Откроется поле ввода начальной частоты диапазона поиска.



- Ввести начальную частоту с помощью цифровых клавиш и завершить ввод нажатием клавиши подходящих единиц измерения, или изменить начальную частоту с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и завершить ввод нажатием клавиши ENTER.

Начальное значение диапазона поиска будет отмечено на диаграмме с помощью вертикальной линии.

Ввод конечной частоты диапазона поиска производится аналогичным образом.

Отключение диапазона маркерного поиска:

Если активирован диапазон маркерного поиска, то функциональная клавиша SEARCH LIMITS в меню MKR-> подсвечивается зеленым цветом.

- Нажать функциональную клавишу SEARCH LIMITS для отключения диапазона маркерного поиска.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт SEARCH LIMITS ON/OFF.
- Отключить поиск в ограниченном диапазоне с помощью функциональной клавиши SEARCH LIMITS или клавиши ENTER.

Функциональная клавиша SEARCH LIMITS подсвечена не будет.

8.10.2 Одновременное использование нескольких маркеров (многомаркерный режим)

Для измерения различных сигналов, содержащихся в одной кривой, в анализаторе R&S FSH предусмотрена функция одновременной работы с несколькими маркерами. В многомаркерном режиме доступно до шести различных маркеров. Маркер №1 измеряет уровень в абсолютных единицах измерения.

Маркеры №№2...6 могут выполнять измерение как в абсолютных единицах (обычный маркер), так и в относительных (дельта-маркер). Опорным для дельта-маркеров всегда является маркер №1.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу MARKER.
- Несколько раз нажать функциональную клавишу NEW MARKER.

При каждом нажатии будет создаваться новый маркер, располагающийся на следующем меньшем по уровню максимуме сигнала. Обозначение маркера содержит номер данного маркера (M1, D2, D3 и т.д.). Активный для изменения маркер (= активный маркер) подсвечивается красным цветом, в то время как остальные маркеры – серым цветом.

В верхней части экрана отображается активный маркер или дельта-маркер со своим номером (например, "M1:" или "D2:"), его частота и уровень.

По умолчанию новые маркеры создаются как дельта-маркеры. Это означает, что их положение отображается относительно маркера 1.

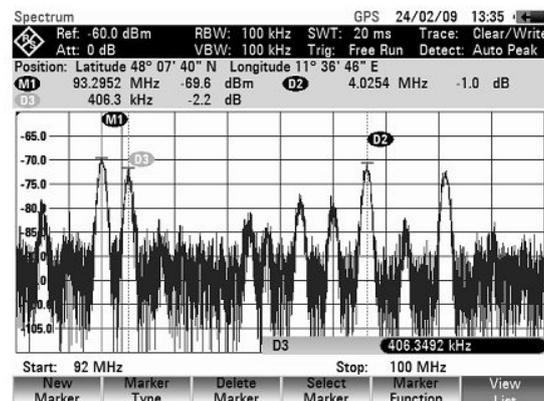
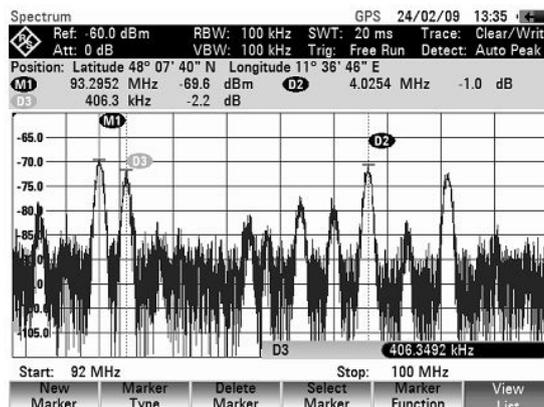
- Для преобразования дельта-маркера в обычный маркер нажать функциональную клавишу MARKER TYPE. Изменится обозначение маркера (например, D2 -> M2) и положение маркера отобразится в абсолютных значениях.

Для выбора предыдущего созданного маркера нажимать функциональную клавишу SELECT MARKER до тех пор, пока символ нужного маркера не будет подсвечен красным цветом.

Откроется окно ввода частоты выбранного маркера или разности частот между дельта-маркером и опорным маркером M1.

- Используя клавиши курсора, поместить маркер или дельта-маркер рядом с нужной позицией. Здесь используется шаг в 10% от оси X.
- Затем с помощью поворотной ручки провести точную настройку маркера или дельта-маркера на анализируемый сигнал. Величина шага соответствует расстоянию между пикселями кривой.
- Также нужную позицию маркера или дельта-маркера можно ввести, используя цифровые клавиши и завершив ввод нажатием одной из клавиш единиц измерения.

Последний отредактированный маркер или дельта-маркер (т.е. активный маркер) будет выделен с помощью красной подсветки. Все функции маркера относятся к активному маркеру.



Автоматическое позиционирование маркеров:

Автоматическое позиционирование маркеров в многомаркерном режиме похоже на позиционирование обычных маркеров. Различные функции применяются всегда к активному маркеру, что также указывается для различных функций в меню MKR-> (например, "Selected Marker to Peak").

Кроме того, имеется возможность помещения всех активированных маркеров (M1...M6) на пик кривой.

- В меню SET TO PEAK выбрать пункт ALL MARKERS и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши SET TO PEAK. Все активированные маркеры будут помещены на максимум текущей кривой.

Отображение значений всех маркеров:

На экран анализатора R&S FSH можно вывести список всех активированных маркеров и их значений.

- Нажать функциональную клавишу VIEW LIST. Отобразится список всех активированных маркеров и дельта-маркеров.

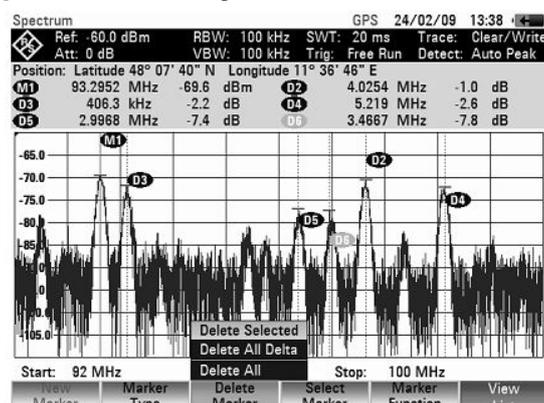
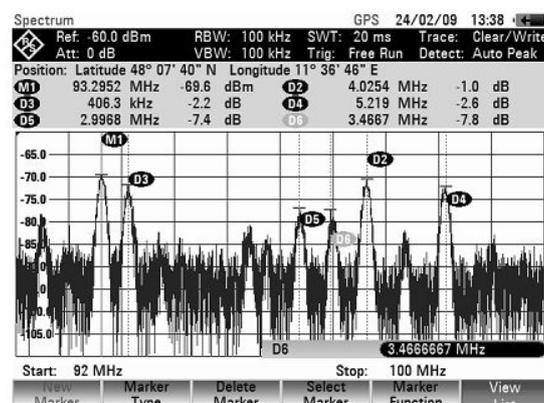
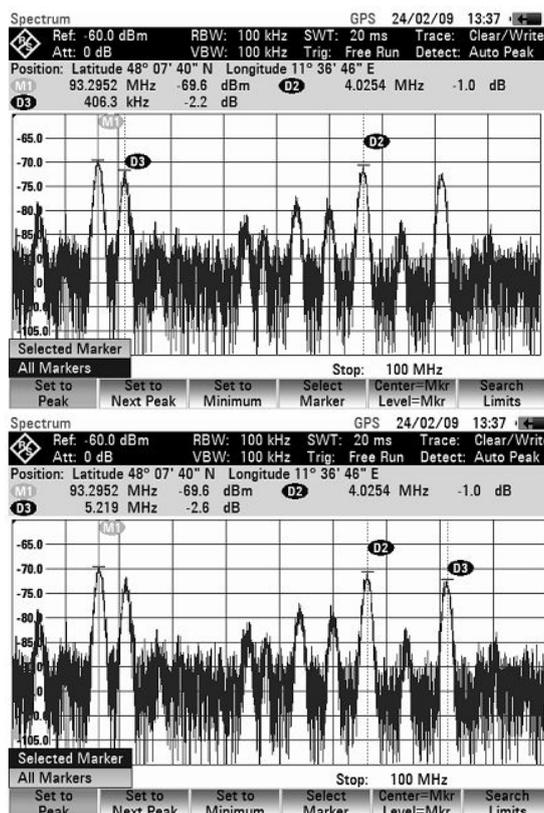
Если повторно нажать функциональную клавишу VIEW LIST, то будет закрыто расширение таблицы маркеров с 3 по 6.

Отключение маркеров:

В многомаркерном режиме маркеры можно отключать по одному или все сразу.

Отключение маркеров или дельта-маркеров по одному:

- Нажимать функциональную клавишу SELECT MARKER до тех пор, пока нужный маркер не будет подсвечен красным цветом.
- Откроется окно ввода значения для выбранного маркера.
- Нажать функциональную клавишу DELETE MARKER.
- Подтвердить выполнение пункта меню DELETE SELECTED нажатием клавиши ENTER.

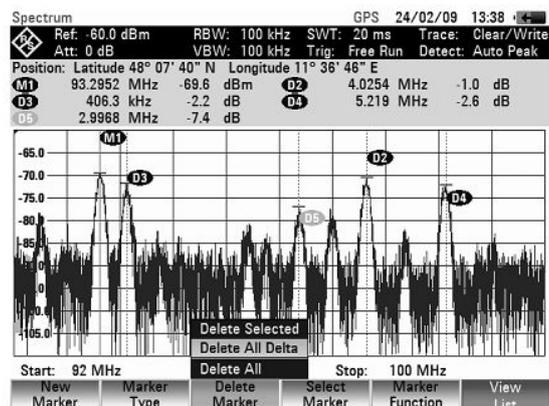


Выбранные маркеры удалены.

П р и м е ч а н и е – При отключении маркера 1 (M1) отключаются также все дельта-маркеры, так как они используют маркер 1 в качестве опорного.

Отключение всех маркеров или дельта-маркеров:

- Нажать функциональную клавишу DELETE MARKER.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт DELETE ALL DELTA или DELETE ALL.
- Нажать клавишу ENTER или функциональную клавишу DELETE MARKER для отключения всех маркеров и дельта-маркеров.



П р и м е ч а н и е – При отключении всех маркеров отключаются также все дельта-маркеры, так как они используют маркер №1 в качестве опорного.

8.10.3 Функции маркера

Помимо простого отображения уровня и частоты в позиции маркера (настройка NORMAL), в анализаторе R&S FSH поддерживаются другие виды анализа, выполняемые в позиции маркера. Например, имеется возможность вычисления плотности мощности по отношению к полосе 1 Гц (функция NOISE) или измерения частоты сигнала в позиции маркера (функция FREQ COUNT). Ширина полосы пропускания фильтра или полосы частот сигнала измеряется с помощью функции N DB DOWN.

П р и м е ч а н и е – Выключение функции маркера

Для возвращения в нормальный режим работы маркера войти в меню функции маркера (функциональная клавиша MARKER FUNCTION) и повторно выбрать активную функцию маркера. Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

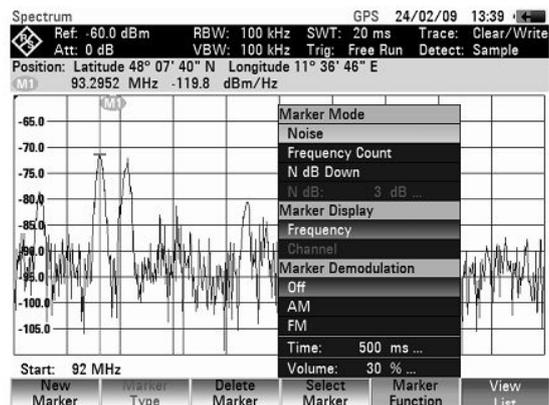
8.10.3.1 Измерение плотности мощности шума

Функция NOISE используется для вычисления плотности мощности шума в позиции маркера. Плотность мощности шума вычисляется в дБВт/(1 Гц), исходя из значений пикселей кривой, выбранной полосы разрешения, типа детектора и режима отображения уровня (абсолютного или относительного). Для стабилизации индикации мощности шума в приборе используется пиксел, на котором установлен маркер, и четыре соседних пиксела справа и слева от маркерного пиксела.

В плотности мощности шума может содержаться полезная информация, особенно при измерении шумовых сигналов или сигналов с цифровой модуляцией. Тем не менее, достоверные результаты могут быть получены, только если спектр в области маркера представляет собой равномерную частотную характеристику. При измерениях дискретных сигналов функция будет давать неверные результаты.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу MARKER.
- Нажать функциональную клавишу MARKER FUNCTION.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню NOISE.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или повторным нажатием функциональной клавиши MARKER FUNCTION.



Теперь уровень маркера будет отображаться с размерностью дБмВт/Гц (dBm/Hz). Если активным является дельта-маркер, то результат отображается с размерностью дБн/Гц (dBc/Hz). Показания выводятся относительно позиции главного маркера 1.

8.10.3.2 Измерение частоты

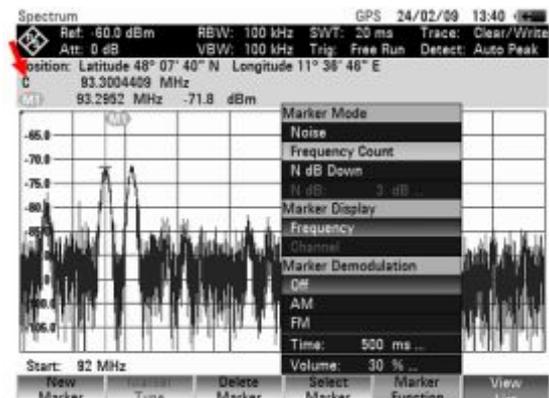
Функция FREQUENCY COUNT используется для измерения частоты в позиции маркера. При этом точность показаний частоты маркера не будет зависеть от пиксельного разрешения кривой, а будет определяться только погрешностью внутреннего источника опорной частоты.

В анализаторе R&S FSH частота маркера вычисляется, исходя из центральной частоты, полосы обзора и частоты пиксела кривой, на котором расположен маркер. Кривая состоит из 631 пиксела, которые соответствуют 631 частотной координате. Следовательно, разрешение по частоте относительно грубое – особенно, если установлена большая полоса обзора. Для того чтобы обойти эту проблему, можно использовать встроенную в прибор R&S FSH функцию частотомера. При проведении измерения частоты на короткое время происходит остановка развертки в позиции маркера и измерение частоты с помощью встроенного частотомера. Разрешение частотомера составляет 0,1 Гц, что значительно выше, чем разрешение, которое может быть получено без использования функции FREQUENCY COUNT. Несмотря на высокое разрешение, измерение частоты производится чрезвычайно быстро, благодаря специальному алгоритму для модулирующего IQ-сигнала (приблизительно 30 мс при разрешении 1 Гц). В основном, погрешность считываемой частоты зависит только от погрешности встроенного опорного генератора (ТСХО).

Только встроенный частотомер позволит получить наиболее точные показания для синусоидальных сигналов, которые превосходят уровень собственных шумов, по крайней мере, на 20 дБ. Если отношение сигнал-шум меньше, то шум будет оказывать влияние на результат.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу MARKER.
- Нажать функциональную клавишу MARKER FUNCTION.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню FREQUENCY COUNT.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или повторным нажатием функциональной клавиши MARKER FUNCTION.



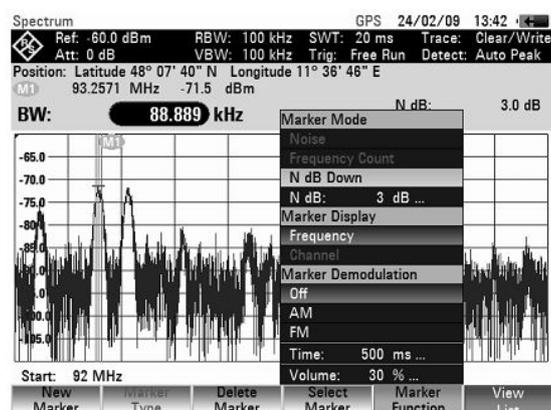
Теперь, измеренная маркером частота, будет выводиться с разрешением 1 Гц. Для указания того, что включена функция частотомера FREQUENCY COUNT, символ маркера "M1" изменит свое значение на "C".

8.10.3.3 Измерение полосы частот сигнала

Функция N dB DOWN используется для измерения полосы частот сигнала или фильтра. После включения слева и справа от опорного маркера располагаются два временных маркера. На экране измерения они отображаются в виде двух вертикальных линий. Анализатор R&S FSH отображает ширину полосы частот опорных маркеров в поле над экраном измерения. В режиме по умолчанию положение опорного маркера на 3 дБ ниже уровня опорного маркера. Это значение может быть отрегулировано посредством пункта меню N DB: N DB... Введение положительного значения устанавливает временные маркеры на положение ниже опорного уровня. Если по каким-то причинам вычислить частотный интервал невозможно, то вместо значения будут отображаться прочерки. После введения отрицательного значения функция становится "n dB up" функцией. Это используется, например, для измерений с использованием режекторных фильтров.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу MARKER.
- Нажать функциональную клавишу MARKER FUNCTION.
- Выбрать пункт меню N DB DOWN с помощью клавиш курсора или поворотной ручкой.
- Завершить выбор нажатием клавиши ENTER или повторным нажатием функциональной клавиши MARKER FUNCTION.



Отобразятся два временных маркера слева и справа от опорного маркера M1. Также отобразится ширина полосы частот маркеров "n dB down" (в данном случае 88,889 кГц).

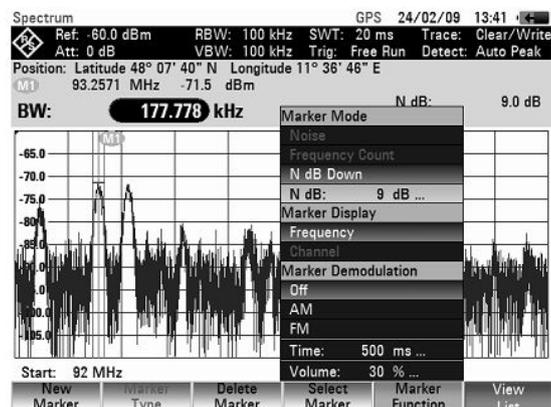
Положение временных маркеров также может быть отрегулировано.

- Нажать функциональную клавишу MARKER FUNCTION.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню N DB DOWN: N DB.

Откроется поле ввода другого значения в дБ (в данном случае 9 дБ).

- Завершить выбор значения "n dB down" нажатием клавиши ENTER.

Повторно отобразятся временные маркеры, на этот раз с более широкой полосой частот (в данном случае 177,778 кГц).



8.10.4 Демодуляция НЧ

Анализатор R&S FSH оснащен демодулятором АМ- и ЧМ-сигналов для контроля (качества) звуковых сигналов. Демодулированный сигнал звуковой частоты (НЧ-сигнал) может быть прослушан с помощью наушников (поставляются в комплекте с прибором). Наушники подсоединяются к 3,5 мм разъему с левой стороны ручки для переноски. Поскольку озвучивается неуправляемое видеонапряжение в случае АМ-демодуляции, то рекомендуется установить опорный уровень таким образом, чтобы уровень демодулируемого сигнала располагался рядом с опорным уровнем.

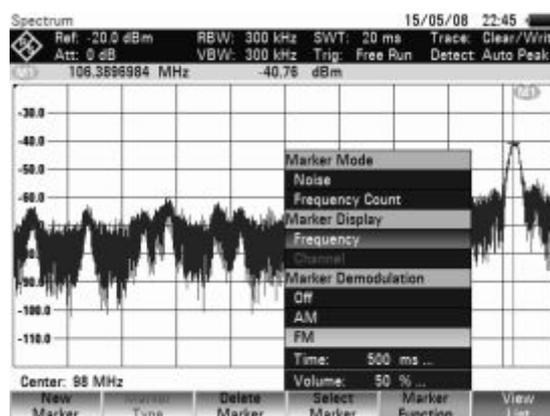
При проведении измерения спектра выполняется демодулирование сигнала на частоте маркера для устанавливаемого периода времени. Развертка останавливается на частоте маркера на период демодуляции, а затем продолжается. Если производятся измерения во временной области (полоса обзора = 0 Гц), то в приборе выполняется непрерывная демодуляция.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу MARKER.
- Нажать функциональную клавишу MARKER FUNCTION.

Откроется подменю для настройки параметров демодуляции. Если до этого не был активирован ни один маркер, то выполняется автоматическое включение маркера и размещение его на максимуме кривой.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать нужный режим демодуляции (АМ или FM) и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.



П р и м е ч а н и е – При выборе режима НЧ-демодуляции шумовой маркер или маркер-частотомер автоматически отключаются.

- Для ввода времени демодуляции выбрать пункт меню TIME... .

Установленное в данный момент время демодуляции отобразится в окне ввода значения. Диапазон времени демодуляции составляет от 100 мс до 500 с. Если анализатор установлен в режим с нулевой полосой обзора, то настройка времени демодуляции не учитывается, так как демодуляция выполняется непрерывно.

- Изменить время с помощью клавиш курсора или поворотной ручки, или ввести время, используя цифровые клавиши, и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER.
- Для настройки уровня громкости выбрать пункт меню VOLUME... и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Уровень громкости будет отображаться в окне ввода значения в %. Диапазон уровней громкости лежит от 0% (очень низкая громкость) до 100% (полная громкость).

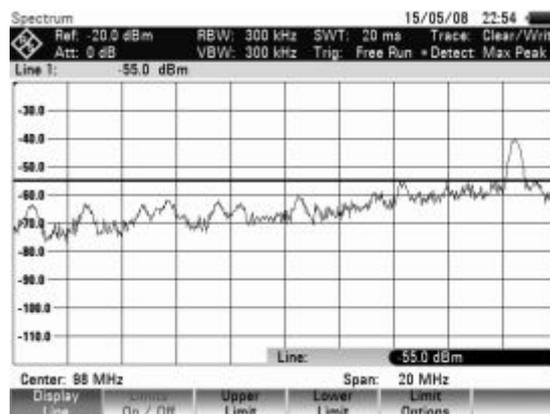
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, настроить громкость или ввести значение громкости в %, используя цифровые клавиши, и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER.

8.11 Использование линий уровня

В дополнение к маркерам, для определения уровня отображаемого на экране сигнала в анализаторе R&S FSH может использоваться отдельная горизонтальная линия.

- Нажать клавишу LINES.
- Нажать функциональную клавишу DISPLAY LINE.

На экране отобразится горизонтальная линия, проходящая через всю измерительную диаграмму. Для выделения ее среди других линий используется метка "L". Позиция линии уровня по оси Y указана в верхнем левом углу диаграммы ("Line: -55.0 dBm" на показанной справа диаграмме).



- Линию уровня можно перемещать по вертикали с помощью клавиш курсора или поворотной ручки, или задать положение уровня с помощью цифровых клавиш.
- Завершить ввод нажатием клавиши ENTER.

Название функциональной клавиши DISPLAY LINE будет подсвечено зеленым цветом, а поле ввода будет очищено.

В отличие от маркеров, позиция линии уровня основана на пиксельном представлении. Разрешение по оси Y, таким образом, зависит от установленного по оси Y диапазона измерений. Для диапазона 100 дБ разрешение составляет 0,3 дБ. При установке линии уровня с помощью поворотной ручки всегда используется шаг разрешения по оси Y, например, 0,3 дБ для диапазона измерения уровня 100 дБ. С другой стороны, клавиши курсора всегда перемещают линию на 10% от отображаемого по оси Y диапазона. Таким образом, для быстрой установки линии уровня рекомендуется сначала установить линию рядом с нужной позицией с помощью клавиш курсора, а затем произвести точную настройку ее положения с помощью поворотной ручки.

8.12 Использование предельных линий

Предельные линии используются для установки на экране границ уровней зависимостей характеристик от времени и частоты; они не должны быть превышены. Например, верхние границы допустимых значений паразитных частот или гармоник испытываемого устройства (ИУ) отмечены предельными линиями. В приборе R&S FSH, верхнее и нижнее предельное значение может быть предустановлено посредством предельных линий. Таким образом, спектральные и уровневые характеристики во временной области (полоса обзора = 0 Гц) могут быть проверены или визуальна на экране, или автоматически, посредством контроля предельных ошибок.

Предельная линия состоит из, как минимум, двух, и, как максимум, 25 пар значений (точек) по оси X (частота, время или длина) и по оси Y (уровень). Прибор R&S FSH соединяет отдельные точки прямыми линиями. Значения по оси X могут быть заданы в абсолютных (например, частота в МГц) или относительных единицах, соотношенных с центром измеренной кривой (например, центральной частотой). Относительные единицы более предпочтительны, например, в случае измерения выходных модулированных сигналов. Если центральная частота меняется, шаблон экрана остается неизменным. Шкала по оси Y всегда имеет размерность дБ. В случае линейного масштаба по оси Y (единицы измерения В или Вт) прибор R&S FSH автоматически переключает соответствующие единицы измерения в дБ, после того, как произошло включение предельной линии.

Предельные линии задаются с помощью управляющего ПО FSH4View. Они загружаются в память прибора R&S FSH через USB- или LAN-интерфейс. В памяти прибора R&S FSH одновременно может храниться до 100 предельных линий. Максимальное число предельных линий может быть уменьшено, если коэффициенты преобразования, таблицы каналов, модели кабелей или массивы

данных сохраняются одновременно (см. раздел "Сохранение и загрузка настроек прибора и результатов измерений").

Последовательность действий:

- Нажать клавишу LINES.

Меню функциональной клавиши для управления предельными линиями отобразится на экране.



Прибор R&S FSH различает верхние предельные линии (UPPER LIMIT) и нижние предельные линии (LOWER LIMIT). Производится проверка, превышает ли измеренное значение верхнюю предельную линию или находится ниже нижней предельной линии. Предельные линии, сохраненные в приборе R&S FSH, могут быть использованы для обозначения как верхнего, так и нижнего предельных значений.

- В зависимости от требуемого действия, нажать функциональную клавишу UPPER LIMIT или LOWER LIMIT.

На экране отобразится список доступных предельных линий. Если включенные предельные линии отсутствуют, то выделяется первое значение из списка. Если в приборе R&S FSH не сохранено ни одной предельной линии, курсор переместится на папку '\Public\.'

The screenshot shows the 'Select Limit Line' menu. At the top, it displays 'Select Limit Line' and the date/time '15/05/08 23:38'. Below this, there is a table with the following columns: 'Stat', 'Name', 'Size', 'Date', and 'Time'. The table contains the following entries:

Stat	Name	Size	Date	Time
Public\.				
	Absolute Limit.abslim	1 kB	15/05/2008	23:34
	Fieldstrength.abslim	1 kB	15/05/2008	23:35
	FreqMask1.abslim	1 kB	15/05/2008	23:35
	PowerMask.abslim	1 kB	15/05/2008	23:34

At the bottom of the screen, there are buttons for 'Select', 'Sort/Show', 'SD Card', and 'Exit'. The text 'Free: 27 MB' is also visible at the bottom right.

Единицы измерения предельной линии должны совпадать с текущими единицами измерения по оси X. Для определения линий, совместимых с текущими настройками, можно отобразить эти линии:

- Нажать функциональную клавишу SORT/SHOW.
- Выбрать пункт SHOW COMPATIBLE с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Отобразятся только те предельные линии, которые совместимы с текущими настройками прибора.

Для повторного отображения всех линий.

- Нажать функциональную клавишу SORT/SHOW.
- Выбрать пункт SHOW ALL с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Расширение имени файла указывает, предназначены ли предельные линии для абсолютной частоты, времени или расстояния (.abslim) или они заданы относительно центра оси X (.rellim).

Включение предельной линии:

- Выбрать требуемую предельную линию из списка посредством клавиш управления курсором или поворотной ручкой.

- Нажать SELECT для включения выбранной предельной линии.

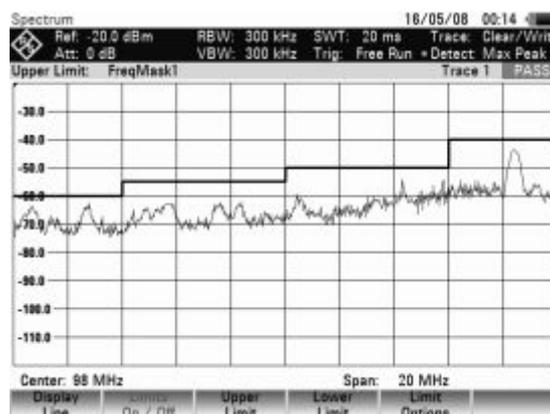
Закрытие списка предельных линий:

- Нажать функциональную клавишу EXIT для закрытия списка предельных линий.

Выключение предельной линии:

- Нажать LINES.
- Нажать функциональную клавишу UPPER LIMIT / LOWER LIMIT.
- В меню выбрать пункт DESELECT LIMIT с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

После того, как предельная линия была включена, прибор R&S FSH возвращается в текущее меню, а выбранная линия отображается на графике. Также указаны имя и вид предельной линии (UPPER LIMIT для верхней предельной линии и LOWER LIMIT для нижней предельной линии).



Все активные предельные линии могут быть совместно выключены функциональной клавишей LIMITS ON/OFF.

8.12.1 Измерения с использованием предельных линий

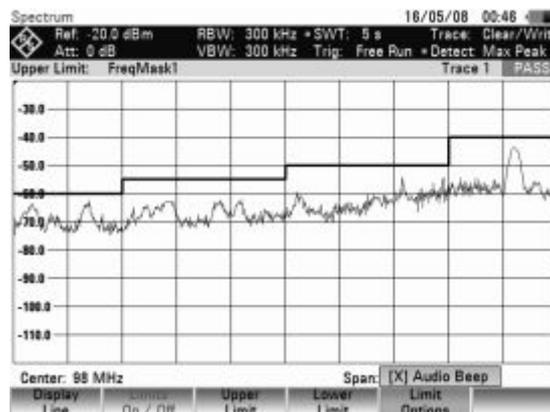
Во время измерения прибор R&S FSH после каждого цикла развертки по частоте проверяет кривую на превышение верхнего и нижнего предела. Если все измеренные величины находятся внутри указанных пределов, то сверху центральной области графика отображается сообщение "PASS". Даже если всего одно измеренное значение (= точке (пикселю) кривой) превышает предельное значение, отображается сообщение "FAIL".

Автоматический контроль пределов может быть выключен посредством функциональной клавиши LIMITS ON/OFF. Предельная ошибка также может быть обозначена звуковым сигналом.

Звуковой сигнал:

- Нажать функциональную клавишу OPTIONS.
- Выбрать AUDIO BEEP посредством поворотной ручки или клавишами курсора и подтвердить выбор функциональной клавишей OPTIONS или клавишей ENTER.

Если был выбран пункт BEEP, то прибор R&S FSH будет издавать звуковой сигнал при каждом превышении границы.



8.12.2 Заданный диапазон предельных линий

Если предельная линия не определена на всем частотном диапазоне или отображаемой полосе обзора, то проверка вне заданного диапазона не производится.

8.12.3 Массивы данных, содержащие предельные линии

Прибор R&S FSH сохраняет массивы данных вместе с любыми предельными линиями, которые могут быть включены при рассматриваемых измерениях. При

вызове такого массива данных соответствующие предельные линии также становятся доступными. Однако они не появляются в списке предельных линий.

8.13 Установка и использование измерительных функций

При возникновении необходимости проведения комплексных измерений анализатор R&S FSH предоставит измерительные функции, выполняющие определенные измерительные задачи с наименьшим количеством нажатий клавиш, или позволит выполнить более сложные измерения с использованием различной дополнительной аппаратуры.

8.14 Измерение мощности в канале для сигналов с непрерывной модуляцией

Благодаря функции измерения мощности в канале можно выполнять избирательное измерение мощности сигнала с непрерывной модуляцией. В отличие от измерителя мощности, который измеряет мощность на всем частотном диапазоне, режим измерения мощности в канале позволяет измерить мощность в заданном канале передачи. Другие сигналы в частотном спектре не будут оказывать влияния на результат.

При выборе режима измерения мощности в канале спектр в канале определяется с помощью полосы разрешения, меньшей, чем полоса частот канала. Затем измеренные значения, составляющие измеренную кривую, интегрируются для получения полной мощности. В анализаторе R&S FSH учитывается выбранный режим отображения (абсолютный или относительный), выбранный детектор и полоса разрешения. Это означает, что получаемый результат можно сравнить со значением, которое могло бы быть получено с помощью теплового измерителя мощности. Небольшая полоса разрешения эквивалентна использованию узкополосного канального фильтра и поэтому предотвращает влияние на результат внеканальных излучений.

В анализаторе R&S FSH предусмотрены настройки для систем связи 3GPP WCDMA, cdmaOne и CDMA2000 1x, поэтому пользователю не требуется вводить настройки самостоятельно. Тем не менее, пользовательские канальные настройки могут быть введены для работы анализатора R&S FSH с другими системами связи.

Последовательность действий:

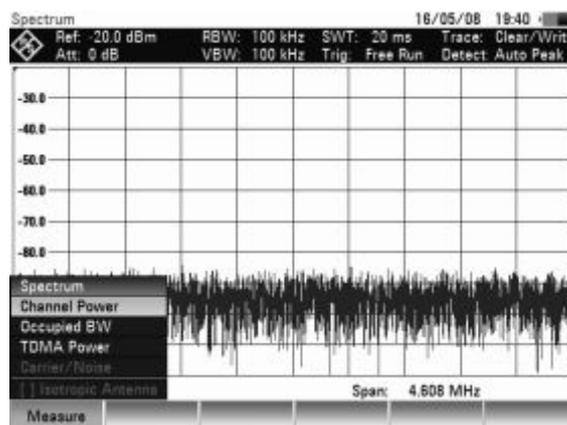
- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу MEASURE.

Откроется подменю для выбора измерительной функции.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню CHANNEL POWER. (Пункт CHANNEL POWER будет подсвечен красным цветом)
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEASURE.

На экран будет выведено меню функциональных клавиш для настройки измерения мощности в канале. Две вертикальные линии на измерительной диаграмме указывают ширину полосы частот канала. Значение измеряемой мощности показывается крупными символами в нижней части измерительной диаграммы.

Стандартная настройка соответствует измерению мощности в канале для сигналов 3GPP WCDMA.



- (1) Стандарт
- (2) Полоса частот канала
- (3) Мощность в канале
- (4) Полоса частот канала

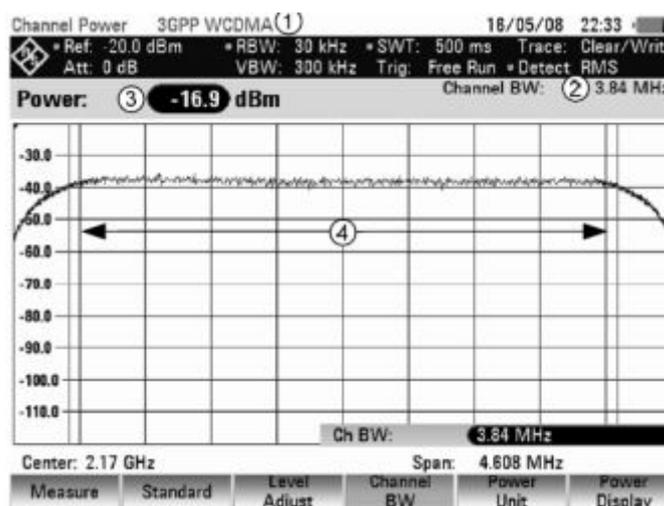


Рисунок 8.6 – Вид экрана при измерении мощности в канале

8.14.1 Выбор стандарта

В R&S FSH предусмотрены стандартные настройки для измерения мощности в канале для различных стандартов связи. Также могут быть определены и сохранены пользовательские конфигурации.

- Нажать функциональную клавишу STANDARD.

Откроется подменю с доступными стандартами.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать необходимый стандарт.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши STANDARD.

Произойдет установка выбранного стандарта. Оптимальная полоса обзора, полоса разрешения, полоса видеофильтра, время развертки и детектор для установленного стандарта выбираются автоматически.

С помощью управляющего ПО R&S FSH4View в анализаторе могут быть созданы и сохранены дополнительные стандарты. Также можно удалить заводские стандарты, уже имеющиеся в приборе, если в них нет нужды. Тогда анализатор R&S FSH будет содержать лишь необходимые стандарты, например, для измерения ТВ-сигналов.



8.14.2 Установка опорного уровня

Выбирая опорный уровень, убедитесь, что анализатор R&S FSH не будет перегружен. Поскольку мощность измеряется в полосе разрешения гораздо меньшей, чем полоса частот сигнала, то R&S FSH может быть перегружен, даже не смотря на то, что кривая будет находиться в пределах измерительной диаграммы.

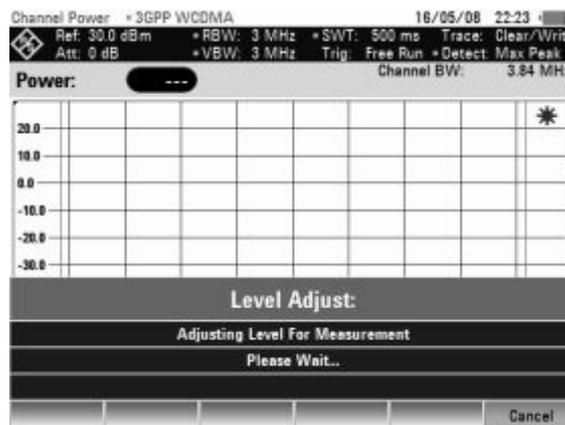
Чтобы предотвратить перегрузку R&S FSH, можно измерять сигнал при наибольшей из возможных полос разрешения, используя пиковый детектор. При выборе таких настроек кривая не сможет превысить опорный уровень.

Чтобы упростить работу и предотвратить некорректные измерения в анализаторе R&S FSH предусмотрена автоматическая процедура установки опорного уровня.

- Нажать функциональную клавишу LEVEL ADJUST.

Начнется измерение оптимального опорного уровня с использованием полосы разрешения 1 МГц, полосы видеофильтра 1 МГц и пикового детектора. Во время измерения выводится сообщение "Adjusting level for channel power measurement, please wait..." (Настройка уровня для измерения мощности в канале, пожалуйста, ждите...).

Затем будет установлен оптимальный опорный уровень.



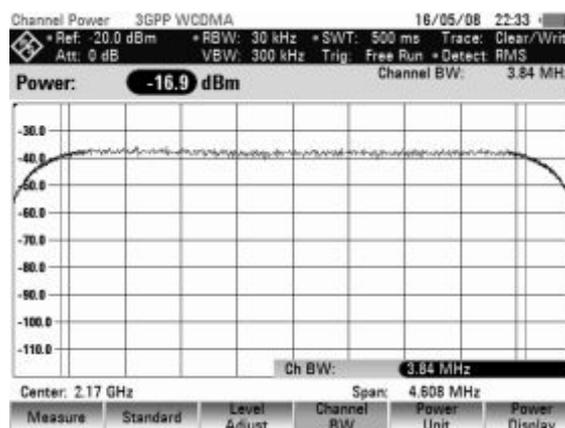
8.14.3 Установка полосы частот канала

Ширина полосы частот канала определяет диапазон частот вокруг центральной частоты, в котором проводится измерение мощности.

- Нажать функциональную клавишу CHAN BW.

Откроется окно ввода с текущим значением полосы частот канала.

- Используя цифровые клавиши, ввести новую полосу частот канала и завершить ввод нажатием клавиши подходящих единиц измерения, или
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, изменить полосу частот канала и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CHANNEL BW.



Для введенной полосы частот канала будет автоматически установлена подходящая полоса обзора (полоса обзора = 1,2 x полоса частот канала), чтобы гарантировать правильное измерение мощности в канале.

Минимальная полоса частот канала может быть установлена равной 833 Гц при полосе обзора 1 кГц.

8.14.4 Изменение полосы обзора

Полоса обзора, установленная автоматически, позволяет получать точнейшие результаты измерений. Однако при этом теряется возможность обнаружения сигналов за пределами измерительного канала. Чтобы увидеть спектр за пределами измерительного канала в ходе измерения мощности в канале, можно увеличить полосу обзора до значения, в десять раз большего, чем полоса канала.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу SPAN.

Название функциональной клавиши AUTO SPAN будет подсвечено зеленым цветом, указывая на то, что установлена оптимальная полоса обзора для измерения мощности в канале. Активируется поле ввода функциональной клавиши MANUAL SPAN для ввода другой полосы обзора.

- Используя цифровые клавиши, ввести новую полосу обзора и завершить ввод нажатием клавиши подходящих единиц измерения, или
- Изменить полосу обзора с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и завершить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MANUAL SPAN.

Наибольшая допустимая полоса обзора для измерения мощности в канале в десять раз больше полосы частот канала. При больших полосах обзора результат измерения мощности в канале был бы слишком неточен, поскольку точек кривой, попадающих в измеряемый канал, было бы слишком мало.

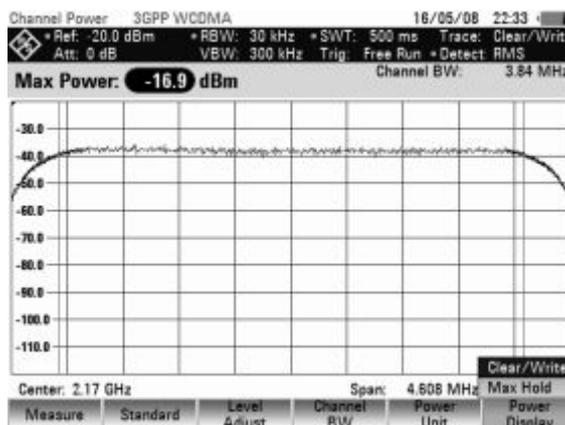
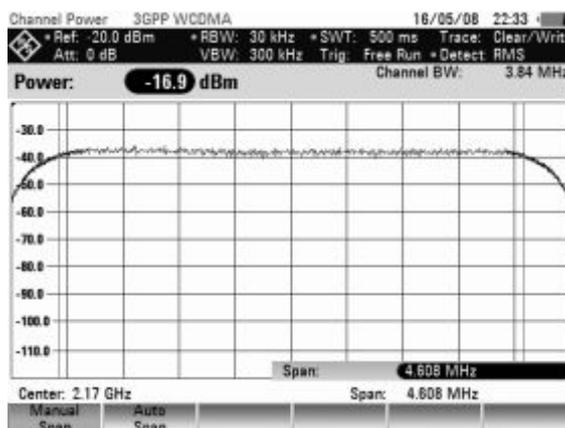
- Нажать функциональную клавишу AUTO SPAN для установки оптимальной полосы обзора.
- Для возврата в меню измерения мощности в канале нажать клавишу MEAS.

Измерение максимальной мощности в канале:

При значительных флуктуациях уровня сигнала можно определить максимальную мощность в канале с помощью функции удержания максимума Max Hold.

Последовательность действий:

- Нажать функциональную клавишу POWER DISPLAY.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт "MAX HOLD" и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши POWER DISPLAY или клавиши ENTER. Индикатор мощности переключится с показаний мощности Power на показания максимальной мощности "Max Power".
- Для отключения функции Max Hold нажать функциональную клавишу POWER DISPLAY.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню CLR/WRITE, и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER. Индикатор мощности переключится с показаний максимальной мощности "Max Power" на показания мощности "Power".



8.14.5 Единицы измерения для индикации мощности

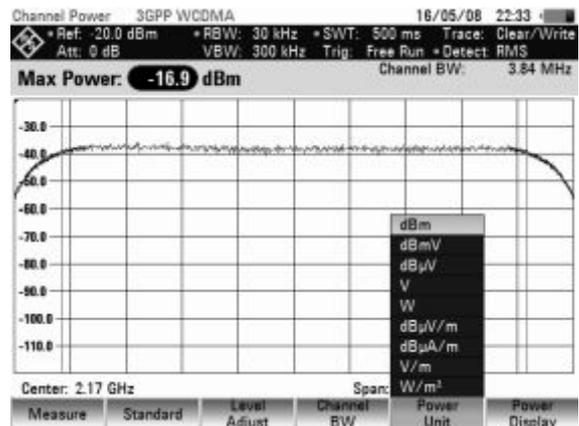
В анализаторе R&S FSH могут использоваться различные единицы измерения при выводе показаний мощности. Основными единицами измерения являются дБмВт (dBm).

- Нажать функциональную клавишу PWR UNIT.

Откроется подменю со следующими единицами измерения: "dBm" (дБмВт), "dBmV" (дБмВ) и "dBμV" (дБмкВ).

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать необходимые единицы измерения.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши PWR UNIT.

Значение мощности будет выведено на экран в выбранных единицах измерения.



8.15 Измерение мощности в соседнем канале

Измерение мощности в соседнем канале ACP (Adjacent Channel Power) является методом измерения мощности более чем одного канала передачи, а также, оценки мощности в соседних (или альтернативных) с передающим каналах. Измерительная функция ACP позволяет производить измерения в соответствии с конкретной конфигурацией канала, например, с особым стандартом радиосвязи.

Начало измерения:

- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу MEASURE.
Откроется подменю выбора функций измерения.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню ACP / ACLR.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEASURE.

Функция измерений ACP работает по тому же принципу, что и функция измерения мощности в канале, при которой определяется спектр внутри канала, используя малую полосу разрешения частоты по сравнению с шириной полосы канала. Помимо ширины полосы канала для определения ACP-измерения также используется разнос каналов, ширина полос соседних каналов и разнос соседних каналов. Анализатор R&S FSH способен производить измерения для 12 несущих и 12 соседних каналов с каждой стороны от несущего канала. При измерении более одного несущего или соседнего канала анализатор R&S FSH показывает мощность каждого канала в таблице, приведенной внизу таблицы маркера. Сам канал выделен красными (каналы передачи) или зелеными (соседние каналы) вертикальными линиями.

- (1) Стандарт
- (2) Информация маркера
- (3) Информация канала
- (4) Канал передачи (красная линия)
- (5) Соседний канал (зеленая линия)
- (6) Альтернативный канал (зеленая линия)
- (7) Маркер (голубая линия)
- (8) Меню функции измерения АСП

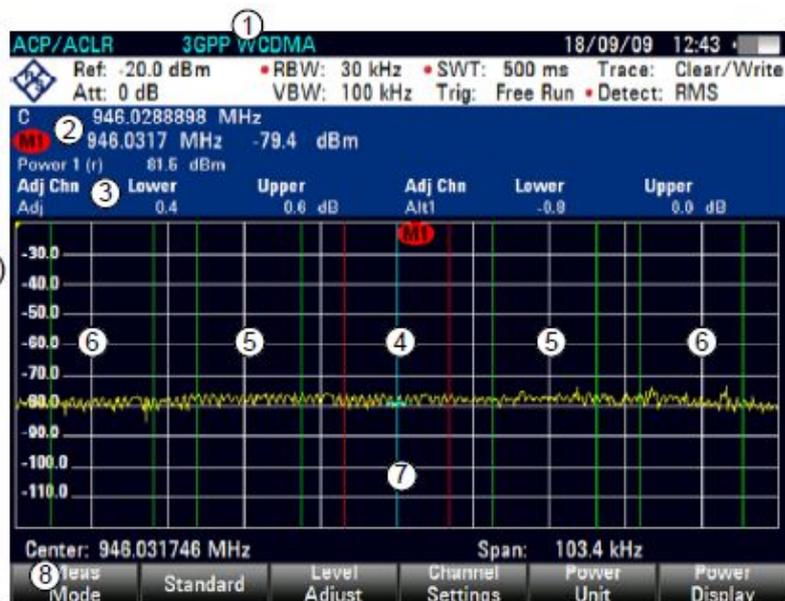


Рисунок 8.7 – Вид экрана при измерении мощности в канале

Предварительно определенные стандарты те же, что и для измерения мощности канала (3GPP WCDMA, cdmaOne и CDMA2000 1x системы). Тем не менее, пользовательские каналные настройки могут быть введены для работы анализатора R&S FSH с другими системами связи. Пользователь может задать настройки напрямую в анализаторе R&S FSH или при помощи ПО R&S FSH4View. При изменении настроек необходимо убедиться в том, что при рассмотрении следующих пунктов получены верные результаты:

- Опорный уровень:

Необходимо убедиться в том, что анализатор R&S FSH не перегружен, т.к. мощность измеряется с меньшей полосой разрешения в сравнении с шириной полосы сигнала. Как и в случае измерения мощности в канале, для автоматического установления оптимального опорного уровня следует использовать функциональную клавишу ADJUST LEVEL.

- Настройка полосы обзора:

Для получения достоверных результатов полоса обзора должна перекрывать несущие и соседние каналы плюс пределы измерений не менее чем на 10%.

Примечание – Если полоса обзора слишком велика по отношению к ширине полосы исследуемого канала (или ширине полос соседних каналов), то на кривой для каждого канала доступно лишь несколько точек. Это приводит к понижению точности вычисления формы сигнала для используемого канального фильтра, что негативно влияет на точность измерения. Поэтому настоятельно рекомендуется принимать во внимание вышеупомянутые формулы при выборе полосы обзора.

Если полоса обзора автоматически вычисляется анализатором R&S FSH с помощью функциональной клавиши AUTO SPAN, то ее расчет ведется следующим образом:

(Кол-во каналов передачи – 1) x разнос каналов передачи + 2 x ширина полосы канала передачи + пределы измерения

при пределах измерения, равных 10% от значения, полученного сложением разноса каналов и шириной полосы канала.

- Настройка полосы разрешения (RBW):

Параметр RBW не должен быть слишком большим или слишком малым для обеспечения как приемлемой скорости измерения, так и подавления спектральных составляющих вне каналов. Как правило, рекомендуется задавать данную величину от 1% до 4% от ширины полосы канала.

Большая полоса разрешения может быть выбрана в том случае, если измеряемый спектр внутри и вокруг канала является плоской характеристикой. В настройках стандарта, например, для стандарта CDMAone, при ширине полосы соседнего канала равной 30 кГц используется полоса разрешения 30 кГц. Это приводит к верным результатам, т.к. спектр вблизи соседних каналов обычно имеет постоянный уровень. Например, для стандарта NADC/IS136 этот способ невозможен, т.к. спектр излучаемого сигнала проникает в соседние каналы, и слишком большая полоса разрешения приводит к слишком низкой селективности канального фильтра. Таким образом, мощность соседнего канала будет слишком высокой.

Если параметр RBW автоматически вычисляется анализатором R&S FSH с помощью функциональной клавиши AUTO RBW, то его расчет ведется следующим образом:

$$RBW \leq 1/40 \text{ ширины полосы канала}$$

Затем анализатор R&S FSH производит выбор максимально возможной полосы разрешения, получаемой из доступных выбранных шагов параметра RBW (1, 3).

- Настройка ширины полосы видеофильтра

Для получения верных результатов измерения мощности видеосигнал не должен быть ограничен по полосе. Ограниченная полоса логарифмического видеосигнала приводит к усреднению сигнала, и, таким образом, к слишком низкому уровню индицируемой мощности (-2,51 дБ при очень малых видеополосах). Таким образом, полоса видеофильтра VBW должна быть минимум в три раза больше полосы разрешения RBW.

Если параметр RBW автоматически вычисляется анализатором R&S FSH с помощью функциональной клавиши AUTO VBW, то его расчет ведется следующим образом:

$$VBW \geq 3 \times RBW$$

Затем анализатор R&S FSH производит выбор наименьшего возможного значения параметра VBW в соответствии с доступными выбранными шагами.

- Выбор детектора:

Лучше всего использовать детектор среднеквадратического значения (RMS-детектор). Он правильно определяет мощность независимо от характеристик измеряемого сигнала. Для вычисления мощности в каждой точке измерения используется вся огибающая сигнала промежуточной частоты. Огибающая промежуточной частоты оцифровывается с использованием частоты дискретизации, которая не менее чем в пять раз превышает выбранную полосу разрешения. На основе дискретных значений мощность для каждой точки измерения вычисляется с использованием следующей формулы:

$$P_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i^2}$$

где

S_i – линейное напряжение оцифрованного видео на выходе аналогово-цифрового преобразователя,

N – количество значений с аналогово-цифрового преобразователя на каждую точку измерения,

PRMS – мощность, представленная в точке измерения.

После того, как мощность вычислена, единицы измерения мощности преобразуются в децибелы, и полученное значение отображается в виде точки измерения.

В принципе, для определения мощности также может быть использован детектор отсчетов. Ввиду ограниченного числа точек измерения, используемых для вычисления значения мощности в канале, детектор отсчетов приводит к менее устойчивым результатам.

8.15.1 Выбор стандарта

В анализаторе R&S FSH предусмотрено несколько предварительно настроенных стандартов для измерения мощности в соседних каналах. Также пользователь может сам изменить настройки анализатора R&S FSH или создать новые стандарты с помощью ПО R&S FSH4View.

8.15.1.1 Загрузка стандартных настроек

В R&S FSH уже предусмотрено несколько предварительно настроенных стандартов. Также могут быть определены и сохранены пользовательские конфигурации с помощью ПО R&S FSH4View.

- Нажать функциональную клавишу STANDARD.

Откроется диалоговое окно со всеми доступными стандартами.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать необходимый стандарт.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши STANDARD.

Произойдет установка выбранного стандарта. Оптимальная полоса обзора, полоса разрешения, полоса видеофильтра, время развертки и детектор для установленного стандарта выбираются автоматически.



Stat	Name	Size	Date	Time
	Public Standards			
	3GPP WCDMA.chpstd	1 kB	22/01/2009	02:43
	cdma2000 1x.chpstd	1 kB	29/09/2008	16:16
	cdmaOne.chpstd	1 kB	29/09/2008	16:16
	LTE (ChBw 10 MHz).chpstd	1 kB	21/01/2009	05:12
	LTE (ChBw 15 MHz).chpstd	1 kB	21/01/2009	05:13
	LTE (ChBw 1.4 MHz).chpstd	1 kB	21/01/2009	05:12
	LTE (ChBw 20 MHz).chpstd	1 kB	21/01/2009	05:13
	LTE (ChBw 3 MHz).chpstd	1 kB	21/01/2009	05:12
	LTE (ChBw 5 MHz).chpstd	1 kB	21/01/2009	05:12
	TD-SCDMA.chpstd	1 kB	30/09/2008	17:07

8.15.1.2 Создание стандартов с помощью ПО R&S FSH4View

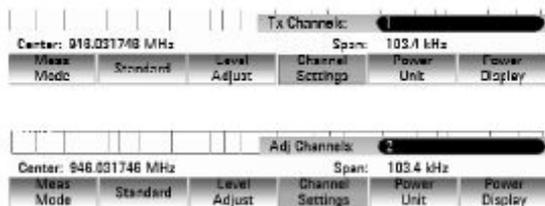
С помощью управляющего ПО R&S FSH4View могут быть созданы и сохранены в анализаторе дополнительные стандарты. Также можно удалить заводские стандарты, уже имеющиеся в приборе, если в них нет нужды. Тогда анализатор R&S FSH будет содержать лишь необходимые стандарты, например, для измерения ТВ-сигналов.

Для получения дополнительной информации по функциональности ПО обратитесь к руководству по работе с программным обеспечением R&S FSH4View.

8.15.2 Настройка измерения

8.15.2.1 Установка количества каналов

- Нажать функциональную клавишу CHANNEL SETTINGS.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню TX CHANNELS.
- Ввести нужное число каналов передачи и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню ADJ CHANNELS.
- Ввести нужное число альтернативных/соседних каналов и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER.



Границы каналов передачи на диаграмме кривых отмечены красным цветом, границы соседних и альтернативных каналов – зеленым цветом.

8.15.2.2 Установка ширины полосы канала

Ширина полосы частот канала определяет диапазон частот вокруг центральной частоты, в котором проводится измерение мощности.

- Нажать функциональную клавишу CHANNEL BW.

Откроется окно ввода с текущим значением полосы частот канала.

- Используя цифровые клавиши, ввести новую полосу частот канала и завершить ввод нажатием клавиши подходящих единиц измерения, или
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, изменить полосу частот канала и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CHANNEL BW.



Анализатор R&S FSH автоматически устанавливает нужный диапазон для полосы канала в соответствии с критерием, описанным выше, чтобы гарантировать правильное измерение мощности в канале.

8.15.2.3 Установка разноса каналов

В анализаторе R&S FSH расстояние между каналами (разнос каналов) определяется как разница между центральной частотой канала передачи и центральной частотой следующего канала передачи, или как разница между центральной частотой канала передачи и центральной частотой соседнего канала.

П р и м е ч а н и е – Следует иметь в виду, что в некоторых стандартах связи, например, в CDMA2000 DS / MC1 / MC3 and IS95 B / C, IS97 B / C, IS98 B / C разнос каналов определяется по-другому, а точнее, как разница между центральной частотой канала передачи и ближайшей границей соседнего канала. Анализатор R&S FSH не учитывает данные отличия. В нем разнос каналов всегда рассматривается как разница между центральными частотами самого канала и соседнего канала.

- Нажать функциональную клавишу CHANNEL SETTINGS.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню CHANNEL SPACING.

Откроется диалоговое окно для определения разноса всех каналов передачи и соседних / альтернативных каналов.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, в диалоговом окне выбрать передающий или соседний канал, для которого необходимо изменить значение разноса.

Изменить разнос каналов и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER.

- Выйти из диалогового окна нажатием функциональной клавиши EXIT.

При последующих измерениях анализатор R&S будет использовать новые значения.

При проведении измерений параметров сигналов с несколькими несущими можно задать разнос каналов передачи (Tx-каналов). По умолчанию анализатор R&S FSH устанавливает одинаковый разнос между всеми каналами передачи системы. Таким образом, разнос, вводимый для первых двух каналов передачи, распространяется и на все остальные каналы передачи.

Если измерения производятся для систем, в которых разнос между каналами передачи различен, то можно задать его значение для каждого канала отдельно, вводя соответствующие числа в соответствующие поля ввода.

Если разносы каналов не равны, то распределение каналов относительно центральной частоты выглядит следующим образом:

- Нечетное количество каналов передачи:

Средний канал передачи центрируется по центральной частоте.

- Четное количество каналов передачи:

Два канала передачи, расположенные в середине, используются для вычисления средней частоты между ними. Полученная частота приравнивается к центральной частоте.

Разнос соседних или альтернативных каналов имеется также в режиме измерения каналов с одной несущей. Анализатор R&S FSH способен измерять до 12 соседних каналов. Обычно первый соседний канал относительно канала передачи называется соседним каналом (ADJ). Все остальные называются альтернативными каналами (от ALT1 до ALT11).

По умолчанию анализатор R&S FSH устанавливает одинаковое расстояние между всеми соседними каналами системы. В этом случае пользователю необходимо ввести лишь значение первого разноса. Исходя из данной величины, анализатор R&S FSH затем рассчитывает все последующие соседние каналы. В случае изменения разноса для одного из последующих каналов анализатор R&S FSH обновляет лишь разносы вышестоящих относительно измененного каналов, но не тех, что находятся ниже.

Например, если задать разнос для первого соседнего канала (ADJ) равным 20 кГц, то последующие разносы будут иметь следующие значения: 40 кГц (ALT1), 60 кГц (ALT2), 80 кГц (ALT3), 100 кГц (ALT4), 120 кГц (ALT5) и т.д. Если же затем изменить разнос третьего альтернативного канала (ALT3) на 100 кГц, то анализатор



R&S FSH соответственно отрегулирует вышестоящие альтернативные каналы следующим образом: 125 кГц (ALT4), 150 кГц (ALT5) и т.д.

8.15.2.4 Нормирование результатов измерения

По умолчанию мощность в каналах отображается в дБмВт. Также возможно отображать плотность мощности сигнала, например, при измерении плотности мощности сигнал/шум или отношения сигнал/шум.

- Нажать функциональную клавишу CHANNEL SETTINGS.

Выбрать пункт меню CHANNEL PWR/HZ для активации нормировки.

Анализатор R&S FSH переключает единицы измерения с дБмВт на дБмВт/Гц.

Плотность мощности в канале в дБмВт/Гц соответствует мощности внутри полосы в 1 кГц и вычисляется следующим образом:

$$\text{Плотность мощности в канале} = \text{мощность в канале} - \log_{10}(\text{полоса канала})$$

8.15.2.5 Отображение абсолютных и относительных результатов

Можно задать отображение результатов таким образом, чтобы они отображались в виде абсолютной мощности соседних каналов или мощности относительно одного из каналов передачи.

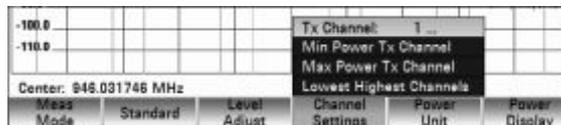
- Нажать функциональную клавишу POWER DISPLAY.

Выбрать пункт меню ABSOLUTE для отображения абсолютных значений результатов или RELATIVE для отображения мощности относительно одного из каналов передачи.

8.15.2.6 Выбор опорного канала

При определении значений относительной мощности для соседних каналов пользователь может назначить отдельный канал в качестве опорного.

- Нажать функциональную клавишу CHANNEL SETTINGS.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню ACP REF SETTING.



В анализаторе R&S FSH откроется другое подменю для выбора опорного канала.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать способ определения опорного канала и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Доступны следующие способы:

- TX CHANNEL:

Выбрать отдельный передающий канал в качестве опорного путем ввода его номера.

- MIN POWER TX CHANNEL:

Канал с наименьшим уровнем мощности определяется как опорный.

- MAX POWER TX CHANNEL:

Канал с наибольшим уровнем мощности определяется как опорный.

- LOWEST HIGHEST CHANNEL:

Левый внешний канал передачи определяется как опорный для нижних соседних каналов. Правый внешний канал передачи определяется как опорный для верхних соседних каналов.

8.15.2.7 Настройка и проверка пределов

Проверка пределов в режиме АСР-измерений не зависит от управления предельной линией. Пользователь может установить предел для каждого соседнего

канала. Пределы для абсолютных каналов могут быть заданы как в абсолютной, так и относительной формах.

Определение относительных пределов

- Нажать функциональную клавишу CHANNEL SETTINGS.
- Выбрать пункт меню CHANNEL LIMIT RELATIVE и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Откроется диалоговое окно для определения относительных пределов для каждого соседнего канала.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать поле ввода соседнего или альтернативного канала и активировать его нажатием клавиши ENTER.
- Выбрать канал, который необходимо проверить, с помощью функциональной клавиши SELECT.

Канал выделяется зеленым цветом и помечается флагом в первом столбце.

- С помощью цифровой клавиатуры ввести нужное значение предела и подтвердить ввод клавишей ENTER.

Анализатор R&S FSH автоматически ставит флаг для того, чтобы данный предел был включен при последующих проверках.

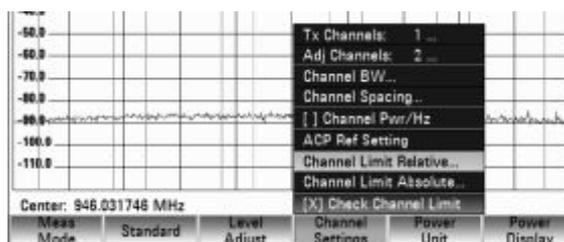
Для деактивации проверки предела для отдельного канала необходимо с помощью поворотной ручки или клавиш курсора переместить курсор на нужный канал и отменить выбор нажатием функциональной клавиши SELECT.

Определение абсолютных пределов

- Выбрать пункт меню CHANNEL LIMIT ABSOLUTE и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Откроется диалоговое окно для определения абсолютных пределов для каждого соседнего или альтернативного канала.

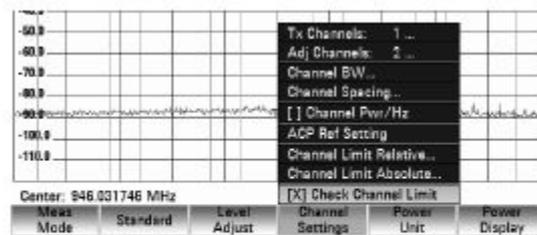
- Процедура определения абсолютных пределов аналогична процедуре определения относительных пределов.



Проведение проверки предела

- Нажать функциональную клавишу CHANNEL SETTINGS.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню CHECK CHANNEL LIMIT RELATIVE и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Анализатор R&S FSH производит проверку пределов автоматически. Результаты проверки отображаются в таблице над кривой. Если проверка предела показывает его нарушение, то результат окрашивается красным и помечается звездочкой (*) перед значением его уровня мощности.



Meas. Mode	Standard	Level Adjust	Channel Settings	Power Unit	Power Display
Power (1)	-91.8 dBm	Upper	Adj Cha	Lower	Upper
Adj Cha	1.0	-0.7 dB	Ant	-0.8	1.3 dB
Adj					

8.16 Измерение мощности TDMA-сигналов

При использовании методов TDMA (Time Division Multiple Access – многостанционный доступ с временным разделением каналов), например, в системах GSM-связи, канал делится между несколькими пользователями. Каждому пользователю назначается отдельный период времени или таймслот. Измерительная функция "TDMA POWER" анализатора R&S FSH позволяет измерять мощность в отдельных таймслотах. Это измерение, выполняемое во временной области (при нулевой полосе обзора). Измерение мощности начинается по сигналу внешнего запуска или по видеосигналу. Время измерения мощности выбирается с помощью функциональной клавиши MEAS TIME.

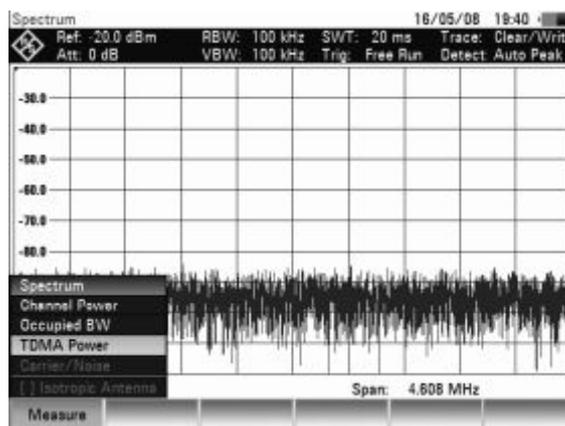
Для предотвращения некорректного измерения мощности во временной области убедитесь, что весь сигнал находится внутри выбранной полосы разрешения. Если полоса разрешения слишком узкая, то выводимое на экран значение мощности будет меньше фактического значения.

- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу MEASURE.

Откроется меню измерительных функций.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать функцию TDMA POWER.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS.

На экране отобразятся функциональные клавиши для конфигурирования измерения мощности во временной области.



- (1) Стандарт
- (2) Показания мощности
- (3) Пределы измерения
- (4) Уровень запуска
- (5) Время измерения

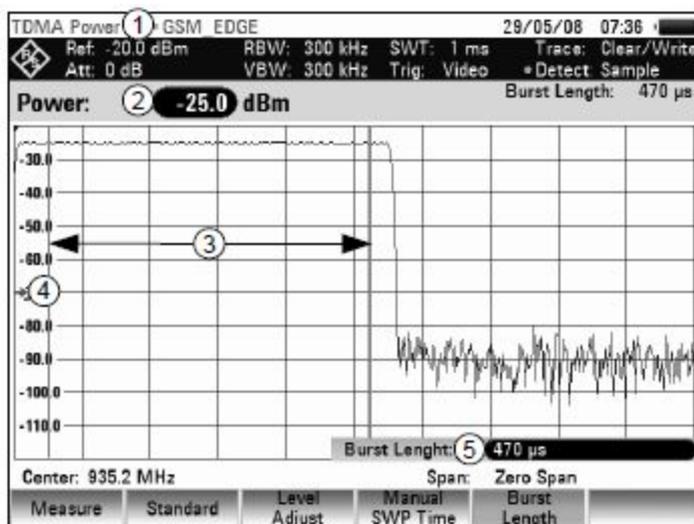


Рисунок 8.8 – Вид экрана при измерении мощности в канале

8.16.1 Выбор стандарта

При включении функции в анализаторе R&S FSH автоматически выбирается стандарт GSM/EDGE. Выбираются все стандартные настройки и измерение мощности по пакетным сигналам GSM или EDGE дает верный результат.

С помощью управляющего ПО R&S FSH4View в анализаторе могут быть созданы и сохранены дополнительные стандарты. Также можно удалить заводские стандарты, уже имеющиеся в приборе, если в них нет нужды. Тогда анализатор R&S FSH будет содержать лишь необходимые стандарты.

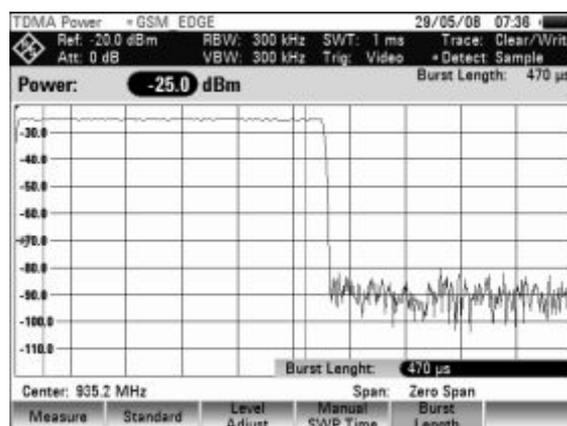
8.16.2 Настройка длительности пакетного сигнала

Длительность пакетного сигнала (пачки импульсов) – это время измерения, в течение которого анализатор R&S FSH производит измерение мощности. Может быть выбрано значение, меньшее или равное времени развертки.

- Нажать функциональную клавишу BURST LENGTH.

Откроется окно ввода значения, отображающее текущее время измерения.

- Используя цифровую клавиатуру, ввести новое время измерения и завершить ввод указанием соответствующих единиц измерения или
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, изменить время измерения и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши BURST LENGTH.



Если введенное время измерения превышает время развертки, то анализатор R&S FSH устанавливает длительность пакетного сигнала равной времени развертки. В случае, если необходимо установить большее время измерения, сначала требуется увеличить время развертки.

Минимальная длительность пакетного сигнала соответствует одному пикселю кривой (= время развертки / 631).

8.16.3 Оптимизация опорного уровня

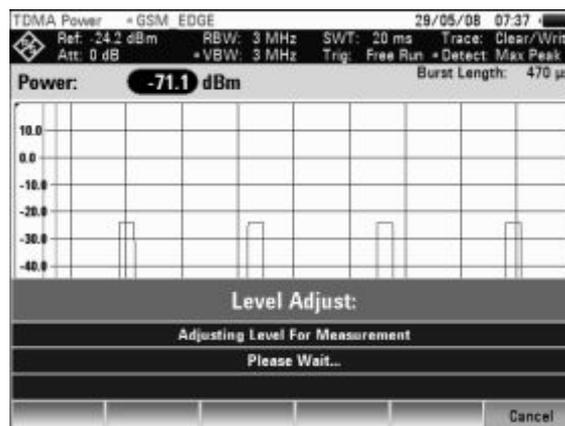
Для получения максимально возможного динамического диапазона для пакетных сигналов необходимо устанавливать минимальный опорный уровень. Если этого не сделать, то анализатор R&S FSH будет перегружен измерительным сигналом, если его максимальный уровень превысит максимальный опорный уровень. Поскольку применение фильтра разрешения осуществляется в цифровом виде после АЦП, то в зависимости от выбранной полосы разрешения уровень сигнала на АЦП может быть выше, чем уровень, отображаемый на измерительной кривой. Для предотвращения перегрузки АЦП сигнал должен измеряться при самой широкой полосе разрешения (3 МГц) и полосы видеочастотного фильтра (3 МГц) с помощью пикового детектора. Тогда максимум кривой определит положение оптимального опорного уровня.

Процедура автоматической настройки уровня "LEVEL ADJUST" прибора R&S FSH обеспечит автоматическое определение оптимального опорного уровня.

- Нажать функциональную клавишу LEVEL ADJUST.

Начнется измерение оптимального опорного уровня с использованием полосы разрешения 3 МГц, полосы видеочастотного фильтра 3 МГц и пикового детектора. Во время измерения выводится сообщение "Adjusting level for TDMA power measurement, please wait..." (Настройка уровня для измерения мощности TDMA-сигнала, пожалуйста, ждите...).

Затем будет установлен оптимальный опорный уровень.



8.16.4 Индикация мощности

Показания мощности и выбранной длительности пачки импульсов выводятся в верхней части измерительной диаграммы ("Power: nn.nn dBm").

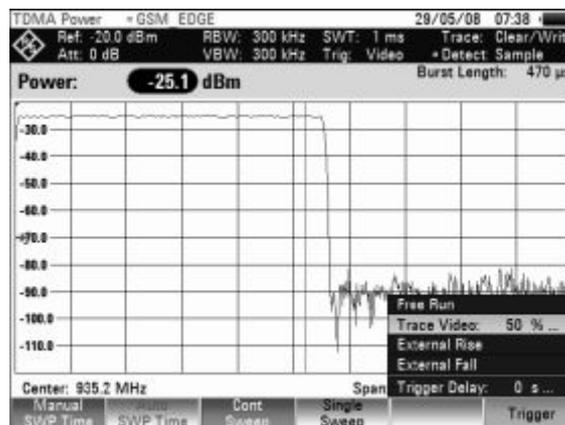
8.16.5 Настройка запуска

Обычно сигнал запуска требуется для выполнения измерений пакетных (импульсных) сигналов. В состоянии со стандартными настройками в анализаторе R&S FSH используется видеосигнал запуска, соответствующий уровню 50% по оси Y измерительной диаграммы. Если импульс, для которого будет выполняться измерение, пересечет 50%-ную точку запуска, то запуск будет выполнен по переднему фронту импульса.

Если запуска не происходит, необходимо настроить уровень запуска таким образом, чтобы измерение запускалось по фронту импульса. В противном случае измерение выполняться не будет.

Если испытуемое устройство (ИУ) обеспечивает выдачу сигнала запуска, то для выполнения измерения может быть использован режим внешнего запуска.

- Соединить выход сигнала запуска ИУ с входом сигнала запуска анализатора R&S FSH.
- Нажать клавишу SWEEP.
- Нажать функциональную клавишу TRIGGER.
- Выбрать пункт меню EXTERNAL RISE или EXTERNAL FALL (запуск по переднему или заднему фронту).
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши TRIGGER.



Выбрать соответствующую задержку запуска для размещения пакетного сигнала в окне измерения.

- Нажать функциональную клавишу DELAY... .
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, настроить задержку запуска так, чтобы пакетный сигнал TDMA находился внутри вертикальных линий, определяющих диапазон измерения, или
- Используя цифровые клавиши, ввести соответствующую задержку запуска и завершить ввод нажатием клавиши подходящих единиц измерения.

8.17 Измерение занимаемой полосы частот

Для обеспечения правильной работы сетей передачи необходимо, чтобы все передатчики работали в предназначенной для них полосе частот. Занимаемая полоса определяется как полоса частот, содержащая заданный процент от всей передаваемой мощности. В приборе R&S FSH этот процент может выбираться в диапазоне от 10% до 99,9%. Во многих стандартах этот процент должен быть равен 99%, что соответствует стандартной настройке анализатора R&S FSH.

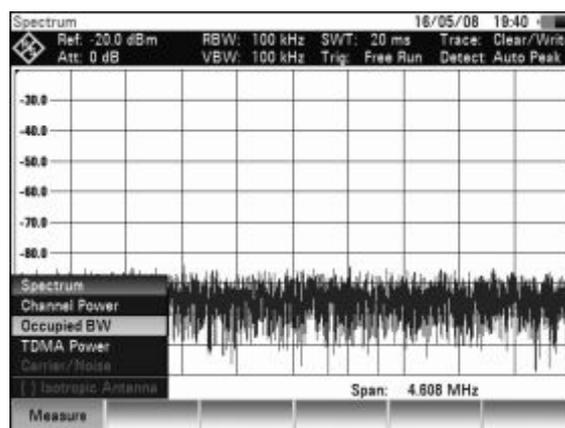
Измерение занимаемой полосы частот – это одна из измерительных функций анализатора R&S FSH. После ввода полосы частот канала параметры измерения будут выбраны автоматически, обеспечивая получение оптимального результата.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу MEASURE.

Откроется меню измерительных функций.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню OCCUPIED BW (должен подсвечиваться красным цветом).
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEASURE.



На экран будет выведено меню функциональных клавиш для настройки измерения занимаемой полосы частот. Две вертикальные линии на измерительной диаграмме указывают занимаемую полосу частот. Измеренное числовое значение (OBW) показывается крупными символами в нижней части измерительной диаграммы.

- (1) Стандарт
- (2) Занимаемая полоса частот
- (3) Полоса частот канала
- (4) Процент мощности
- (5) Занимаемая полоса частот

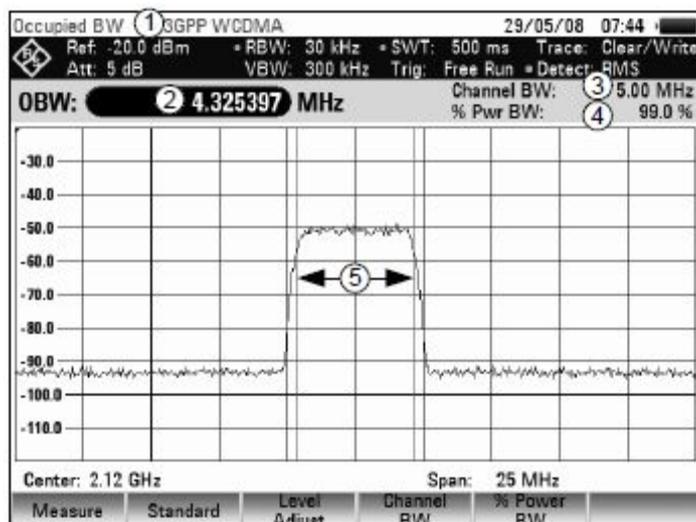


Рисунок 8.9 – Вид экрана при измерении мощности в канале

8.17.1 Выбор стандарта

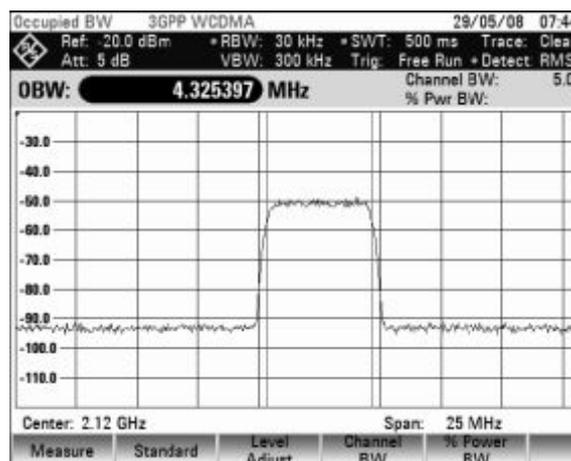
В R&S FSH предусмотрены стандартные настройки для измерения занимаемой полосы частот для различных стандартов связи. Также могут быть определены и сохранены пользовательские конфигурации.

- Нажать функциональную клавишу STANDARD.

Откроется таблица с доступными стандартами.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать необходимый стандарт.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши STANDARD.

Произойдет установка выбранного стандарта. Оптимальная полоса обзора, полоса разрешения, полоса видеочастотного фильтра, время развертки и детектор для установленного стандарта выбираются автоматически.



При изменении настроек следует обратить внимание на следующее:

- Полоса обзора всегда связана с полосой частот канала (CHANNEL BW). При изменении настроек подходящая полоса обзора устанавливается автоматически (= 5 x полоса канала).
- Полоса разрешения должна находиться в диапазоне от 1% до 4% от полосы частот канала. Это обеспечивает высокую точность измерений занимаемой полосы частот.
- Полоса видеочастотного фильтра должна быть, по крайней мере, в три раза шире полосы разрешения. Это предотвратит появление некорректных результатов вследствие сжатия пиков сигнала видеочастотным фильтром.
- Рекомендуется использовать детектор среднеквадратического значения (RMS-детектор). Это гарантирует получение правильных результатов измерения мощности вне зависимости от формы исследуемого сигнала.

- Время развертки должно быть установлено таким образом, чтобы обеспечить стабильность результата измерения. Если время развертки увеличивается, то также увеличивается время интегрирования для RMS-детектора, что обеспечивает стабилизацию измеряемой величины.

С помощью управляющего ПО R&S FSH4View в анализаторе могут быть созданы и сохранены дополнительные стандарты. Также можно удалить заводские стандарты, уже имеющиеся в приборе, если в них нет нужды. Тогда анализатор R&S FSH будет содержать лишь необходимые стандарты, например, для измерения ТВ-сигналов.

8.17.2 Установка опорного уровня

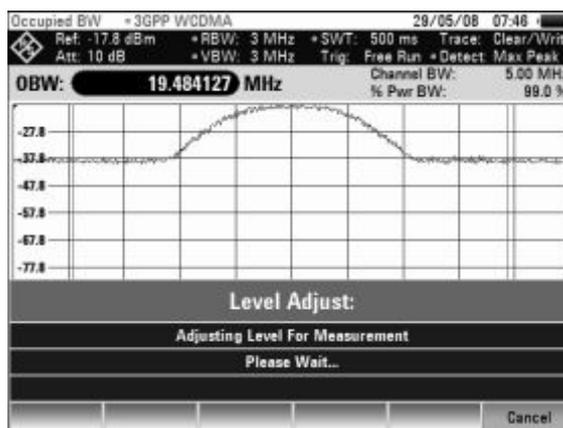
Выбирая опорный уровень, убедитесь, что анализатор R&S FSH не будет перегружен. Поскольку мощность измеряется в полосе разрешения гораздо меньшей, чем полоса частот сигнала, то R&S FSH может быть перегружен, даже не смотря на то, что кривая будет находиться в пределах измерительной диаграммы. Чтобы предотвратить перегрузку R&S FSH, можно измерять сигнал при наибольшей из возможных полос разрешения, используя пиковый детектор. При выборе таких настроек кривая не сможет превысить опорный уровень.

Чтобы упростить работу и предотвратить некорректные измерения в анализаторе R&S FSH предусмотрена автоматическая процедура установки опорного уровня.

- Нажать функциональную клавишу LEVEL ADJUST.

Начнется измерение оптимального опорного уровня с использованием полосы разрешения 3 МГц, полосы видеофильтра 3 МГц и пикового детектора. Во время измерения выводится сообщение "Adjusting level for OBW measurement, please wait..." (Настройка уровня для измерения занимаемой полосы частот, пожалуйста, ждите...).

Затем будет установлен оптимальный опорный уровень.



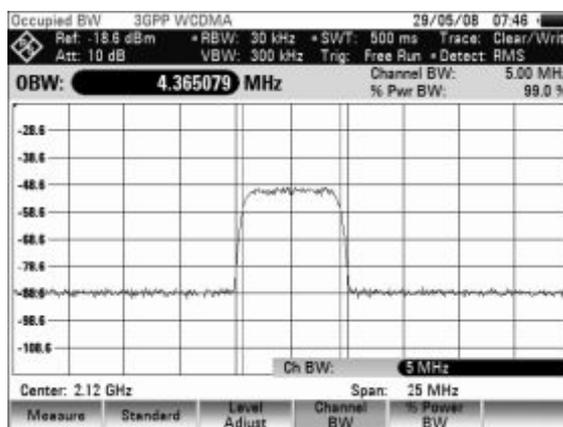
8.17.3 Установка полосы частот канала

Ширина полосы частот канала определяет полосу обзора, полосу разрешения и время развертки, которые используются для измерения занимаемой полосы частот.

- Нажать функциональную клавишу CHANNEL BW.

Откроется окно ввода с текущим значением полосы частот канала.

- Используя цифровые клавиши, ввести новую полосу частот канала и завершить ввод нажатием клавиши подходящих единиц измерения, или
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, изменить полосу частот канала и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CHANNEL BW.



Для введенной полосы частот канала будет автоматически установлена подходящая полоса обзора (полоса обзора = 5 x полоса частот канала) чтобы гарантировать правильное измерение занимаемой полосы частот. Минимальная полоса частот канала может быть установлена равной 2 кГц.

При попытке ввести меньшую полосу частот канала будет автоматически установлена полоса 2 кГц.

8.17.4 Ввод доли мощности для определения занимаемой полосы частот

- Нажать функциональную клавишу % POWER BW.

Откроется поле для ввода доли мощности от общей мощности во всей полосе обзора, который задает занимаемую полосу частот (процент от общей мощности). На экране отобразится текущее значение настройки.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, изменить значение процента или ввести значение с помощью цифровых клавиш, а затем подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши % POWER BW.

На экране отобразится занимаемая полоса частот для указанного процента от общей мощности.



8.17.5 Индикация занимаемой полосы

Показания занимаемой полосы частот выводятся в верхней части измерительной диаграммы ("OBW: nnn.nn mHz").

8.17.6 Изменение полосы обзора

Полоса обзора, установленная автоматически, позволяет получать оптимальные результаты измерений. Тем не менее, в некоторых случаях требуется выбор большей полосы обзора. Например, в случае, когда в области, находящейся за пределами автоматически установленной полосы разбора содержатся компоненты сигнала, которые необходимо включить в измерение.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу SPAN.

Название функциональной клавиши AUTO SPAN будет подсвечено зеленым цветом, указывая на то, что установлена оптимальная полоса обзора для измерения мощности в канале. Активируется поле ввода функциональной клавиши MANUAL SPAN для немедленного ввода полосы обзора.

- Используя цифровые клавиши, ввести новую полосу обзора и завершить ввод нажатием клавиши подходящих единиц измерения, или
- Изменить полосу обзора с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и завершить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MANUAL SPAN.



Наибольшая допустимая полоса обзора для измерения занимаемой полосы частот в десять раз больше полосы частот канала. При больших полосах обзора результат измерения мощности в канале был бы слишком неточен, поскольку точек кривой, попадающих в измеряемый канал, было бы слишком мало.

- Нажать функциональную клавишу AUTO SPAN для установки оптимальной полосы обзора.
- Для возврата в меню измерения мощности в канале нажать клавишу MEAS.

8.18 Измерение параметров четырехполюсников с помощью следящего генератора

Только для R&S FSH со следящим генератором (порядковый номер 1309.6000.14, 1309.6000.24, 1309.6000.18 или 1309.6000.28).

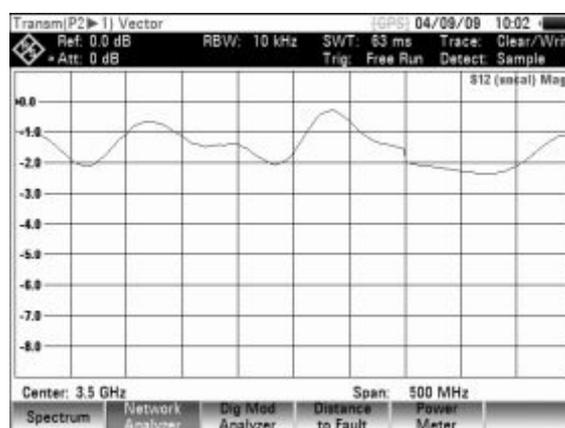
Анализатор спектра R&S FSH может быть опционально оснащен следящим генератором для измерения характеристики передачи четырехполюсника или коэффициентов отражения двухполюсников и четырехполюсников. Частота сигнала на выходе следящего генератора равна текущей частоте анализатора спектра R&S FSH. Номинальный выходной уровень может быть выбран в диапазоне от 0 дБмВт до -50 дБмВт с шагом 1 дБ.

Характеристика передачи четырехполюсника может быть определена напрямую путем соединения входа испытуемого устройства (ИУ) с выходом следящего генератора и выхода ИУ с ВЧ-входом анализатора спектра R&S FSH. Мост необходим для того, чтобы измерить коэффициент отражения, например, в модели R&S FSH4, номер по каталогу 1309.6000.24 и в R&S FSH8, номер по каталогу 1309.6000.28. С этими измерительными КСВН-мостами с помощью анализатора R&S FSH можно производить измерения как в прямом, так и обратном направлениях. Таким образом, можно измерить импеданс на входе четырехполюсника и его выходе, а также коэффициент передачи в обоих направлениях.

Ввиду используемого метода калибровки точность измерений анализатора спектра R&S FSH является высокой для измерения как прямых сигналов, так и отраженных. По умолчанию в анализаторе спектра R&S FSH предлагается скалярный метод калибровки; то есть модули скорректированы для измерения прямых и отраженных сигналов. Применение методов и измерений векторной калибровки (опция R&S FSH-K42) целесообразно для увеличения динамического диапазона и точности измерений. Действие векторных измерений в основном отличается в расширенных возможностях обычной калибровки. К тому же опция R&S FSH-K42 предлагает дополнительные измерительные функции для определения фазы, групповой задержки, и электрической длины ИУ.

- Нажать клавишу MODE.
- Нажать функциональную клавишу NETWORK ANALYZER.

Анализатор спектра R&S FSH запускает следящий генератор и переключается на меню его функциональной клавиши. Тем не менее, настройки частоты и уровня из режима анализа спектра остаются неизменными.



Меню функциональной клавиши следящего генератора содержит функциональные клавиши для выбора режима измерения (скалярное или векторное, доступно только для устройств с КСВН-мостом), калибровки измерений прямого

сигнала (CALIBRATE TRANSMISSION FWD / REV) и коэффициента отражения (CALIBRATE REFLECTION PORT 1 / 2). Калибровка необходима, т.к. уровень на выходе следящего генератора не равен значениям, определенным в таблице, а также зависит от частоты. Если измерение характеристик передачи производится для четырехполюсника, то калибровка учитывает характеристики передачи измерительной установки и АЧХ следящего генератора и корректирует измерения полученными поправочными данными. В режиме измерения характеристик отражения, во время калибровки анализатор спектра R&S FSH измеряет коэффициент отражения при короткозамкнутой и разомкнутой нагрузке на мосте. Эти два измерения позволяют получить поправочные данные для измерения характеристик отражения.

- (1) Отображение результата
- (2) Режим измерения
- (3) Опорный уровень 0 дБ
- (4) Строка состояния
 - S-матрица
 - Состояние калибровки
 - Формат измерения
- (5) Окно кривой
- (6) Выбор режима измерения
- (7) Выбор процедуры калибровки
- (8) Выбор отображения результата
- (9) Выбор формата измерения

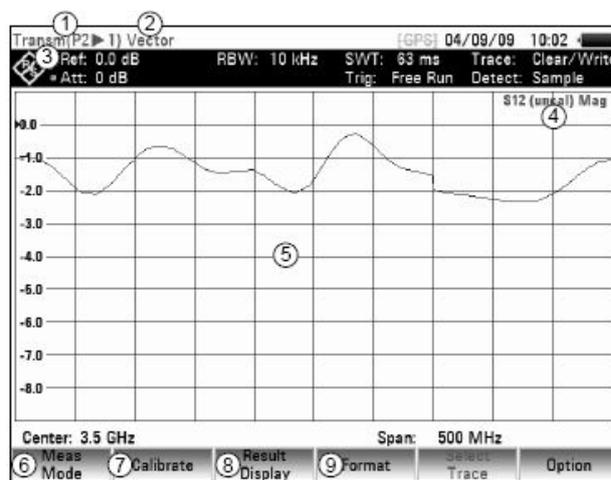


Рисунок 8.10 – Вид экрана при измерении мощности в канале

Когда включен следящий генератор, в строке состояния выводится надпись **Uncal**. Это означает, что измерения следящего генератора не откалиброваны. По оси уровня отложены относительные единицы дБ. Отдельно от значений уровня отображается опорный уровень, равный 0 дБ. Это соответствует опорному уровню, равному -20 дБ в режиме анализа спектра (= номинальному выходному уровню следящего генератора).

Когда включен следящий генератор, то параметры измерения, такие как ширина полосы или диапазон частот, выбираются с помощью соответствующих клавиш, как и в режиме анализатора спектра. В случае, когда нажата клавиша MEAS, отображается меню функциональной клавиши для следящего генератора.

Перед калибровкой следует задать выходной уровень следящего генератора, необходимый диапазон частот и соответствующий опорный уровень, т.к. калибровка действительна только для калиброванных диапазона частот и опорного уровня. Изменение данных параметров после калибровки делает ее недействительной.

П р и м е ч а н и е – Калибровка остается действительной, если начальная, конечная, центральная частоты и диапазон изменяются после нее внутри откалиброванного диапазона частот. В этом случае, анализатор спектра R&S FSH интерполирует данные коррекции между опорными точками калибровки. Анализатор спектра R&S FSH сохраняет калибровочные значения, но отображает красную точку перед отображаемой строкой состояния следящего генератора в верхнем правом углу экрана, указывая на возможность возрастания погрешности измерений.

Со встроенным КСВН-мостом (модели R&S FSH4, порядковый номер 1309.600.24 и R&S FSH8, порядковый номер 1309.600.28) анализатор R&S FSH может производить измерение соответствия на входе и выходе ИУ и коэффициента передачи от входа к выходу и наоборот (возможность четырехполюсника). Для

данной цели происходит внутреннее переключение следящего генератора на каждый из необходимых N-соединителей, которые для этого названы порт 1 и порт 2.

П р и м е ч а н и е – В режиме анализа спектра порт 1 используется как ВЧ-вход.

В устройствах, не оборудованных КСВН-мостом (модели R&S FSH4, номер для заказа 1309.600.14 и R&S FSH8, номер для заказа 1309.600.18), опция переключения выхода генератора отсутствует. Таким образом, данные приборы способны измерять коэффициент передачи от выхода следящего генератора (= порт 2) к ВЧ-входу (= порт 1) (TRANSMISSION REVERSE PORT 2 -> PORT 1). Данные приборы измеряют только передаваемую мощность (скалярное измерение). Фазовая характеристика с их помощью измерена быть не может.

Таким образом, независимо от модели устройства, калибровка доступна в различных вариантах:

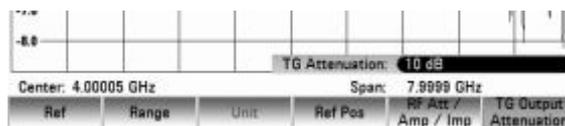
Полная двухпортовая калибровка:	Опорные измерения производятся как при измерении прямых, так и отраженных сигналов на обоих портах измерения (порты 1 и 2). Это значит, что все измерения в режиме “Network” производятся с максимальной точностью. Индикация показывается полосой состояния. В отношении последующих измерений в ИУ данный метод калибровки является наиболее гибким. Однако он также является наиболее длительным, т.к. все калибровочные меры (XX, K3, нагрузка, перемычка) должны быть подсоединены к обоим портам, что в итоге требует семи этапов измерений.
Отражение от порта 1:	Производятся векторные опорные измерения для последующих измерений согласования или отражения от порта 1. В данном случае при калибровке необходимо, чтобы калибровочные меры были подсоединены к отдельному ВЧ-соединителю (3 этапа измерений).
Прямая передача:	Производятся векторные опорные измерения параметров передачи сигнала от порта 1 к порту 2.
Обратная передача:	Производятся векторные опорные измерения параметров передачи сигнала от порта 2 к порту 1.
Отражение от порта 2:	Производятся векторные опорные измерения для последующих измерений согласования или отражения от порта 2.
Нормирование:	При выборе нормирования (NORMALIZE) производится отдельное опорное измерение в соответствующем порте или между портами. С помощью данного опорного измерения, например, частотная и фазовая характеристики подсоединенного измерительного кабеля могут быть компенсированы с достаточной точностью без необходимости проведения полной калибровки, требующей много времени.

П р и м е ч а н и е – В скалярном режиме (SCALAR) и в моделях прибора без КСВН-моста можно производить только калибровку типа NORMALIZE.

П р и м е ч а н и е – При вставленной карте памяти SD, пользователь может переключаться между внутренней памятью и картой памяти с помощью функциональной клавиши INTERNAL/SD-CARD.

Настройка выходного уровня:

- Нажать функциональную клавишу TG OUTPUT ATTENUATION в меню AMPT. Появится поле ввода для выбора выходного уровня.



Выходной уровень устанавливается путем выбора величины ослабления (от 0 до 40 дБ). При выборе значения 0 дБ, выходной уровень будет равен 0 дБмВт. При выборе значения 40 дБ, выходной уровень будет равен -40 дБмВт.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, установить нужную величину ослабления.

8.18.1 Измерение характеристик передачи четырехполюсников

Для проведения измерения характеристик передачи соединить вход ИУ с выходом генератора, а выход ИУ с ВЧ-входом анализатора спектра R&S FSH. Анализатор спектра R&S FSH измеряет модуль передаточной характеристики ИУ. Последовательность операций описана ниже с использованием измерения параметров передачи на четырехполюсном фильтре с центральной частотой 2060 МГц и шириной полосы 11 МГц в качестве примера. Пример измерения запускается вместе с анализатором спектра R&S FSH согласно настройкам по умолчанию.

Настройка частотного диапазона:

- Нажать клавишу PRESET.
- Нажать клавишу MODE.
- Нажать функциональную клавишу NETWORK ANALYZER.

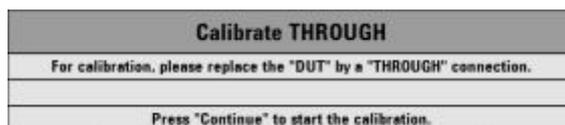
В анализаторе отобразится меню следящего генератора. Т.к. калибровка не производилась, в верхней части диаграммы измерений отобразится надпись UNCAL.

- Нажать клавишу FREQ.
- Используя цифровую клавиатуру, ввести значение центральной частоты (2060 МГц в данном примере).
- Нажать клавишу SPAN.
- Используя цифровую клавиатуру, ввести значение диапазона частоты (50 МГц в данном примере).

Скалярное измерение прямого сигнала:

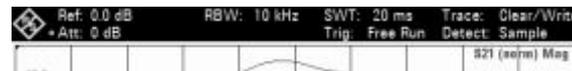
- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу MEAS MODE.
- Используя поворотную ручку, выбрать SCALAR и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS MODE.
- Нажать функциональную клавишу CALIBRATE.

- Используя поворотную ручку, выбрать NORMALIZE TRANSMISSION FWD (PORT1 -> 2) и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CALIBRATE.



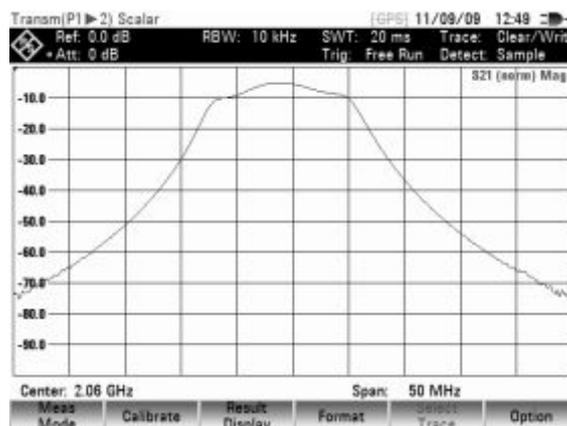
- Соединить ВЧ-вход R&S напрямую с выходом следящего генератора, минуя испытуемое устройство (ИУ).
- Нажать функциональную клавишу CONTINUE для запуска калибровки.
- Чтобы прервать калибровку, нажать четвертую или пятую функциональную клавишу (CANCEL).

После завершения калибровки в нижней части экрана R&S FSH выводится сообщение **Calibration done!** и "(Cal)" в строке состояния.



- Подключить ИУ между ВЧ-входом и выходом следящего генератора.

На экране R&S FSH будет отображена амплитудно-частотная характеристика ИУ. Отдельные значения характеристики могут быть считаны, например, с помощью маркеров.



Калибровка передаточных измерений остается действительной до тех пор, пока на R&S FSH не изменятся центральная частота или полоса обзора (таким образом, что новая полоса обзора выйдет за пределы откалиброванного диапазона частот). Если калибровка становится недействительной, то в строке состояния будет выводиться надпись **Uncal**.

Если после калибровки изменить опорный уровень, то следует ожидать увеличения погрешности измерений. Анализатор R&S FSH сохраняет данные калибровки, но отображает в строке состояния надпись "(Interp)" для индикации возможного увеличения погрешности измерения (< 0,3 дБ).

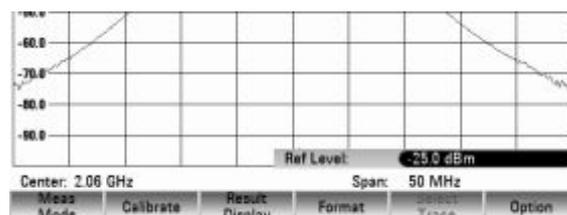
Изменение любого другого параметра (ширина полосы, детектор, время развертки или диапазон измерения) не влияет на точность измерений. Это означает, что они могут быть изменены после калибровки без потери в точности.

При сохранении набора данных для режима скалярных измерений характеристики передачи в откалиброванном состоянии, R&S FSH может вместе с другими настройками сохранять и данные калибровки (см. главу 2, раздел "Сохранение калибровочных данных"). Поэтому, после вызова этих настроек из памяти, измерения можно выполнять без предварительной калибровки.

Измерение параметров усилителей:

При измерениях в усилителях опорный уровень должен быть сдвинут таким образом, чтобы передаточная функция усилителя могла быть видна на экране. Увеличение опорного уровня соответствует увеличению входного ослабления. Для этих целей в анализаторе спектра R&S FSH предоставлена настройка опорного уровня. Положение опорного уровня 0 дБ может быть смещено на положительную или отрицательную величину.

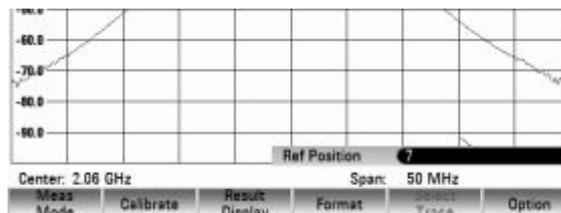
- Нажать AMPT.
- Нажать функциональную клавишу REF LEVEL.
- Изменить опорный уровень, используя поворотную ручку, или клавиши курсора, или ввести новое значение опорного уровня с помощью цифровой клавиатуры.
- Подтвердить ввод клавишей ENTER или функциональной клавишей REF LEVEL.



Производя измерения в усилителях, следует убедиться, что анализатор спектра R&S FSH не перегружен. Угроза перегрузки устраняется, когда кривая находится в пределах отображаемой области на экране (при REF POSITION = 10 дБ).

Опорный уровень может быть также сдвинут без увеличения входного ослабления – например, для того, чтобы сдвинуть кривую на центр экрана. Это делается с помощью функции REFPOS. Значения от 0 до 10 обозначают горизонтальные линии снизу вверх (где 0 = нижняя линия, 10 = верхняя линия). Значение 5 обозначает центральную линию диаграммы.

- Нажать клавишу AMPТ.
- Нажать функциональную клавишу REFPOS.
- Используя поворотную ручку, или клавиши курсора, или введя новое значение опорного уровня с помощью цифровой клавиатуры, изменить положение опорного уровня.
- Подтвердить ввод клавишей ENTER или функциональной клавиши REFPOS.



8.18.1.1 Векторные измерения

(Только для анализаторов R&S FSH4/8 со следящим генератором и встроенным KCBH-мостом (номер для заказа 1309.6000.24 или 1309.6000.28) и опцией R&S FSH-K42 (векторное измерение коэффициентов отражения и передачи), установленной вместе с R&S FSH-Z28 или R&S FSH-Z29 (калибровочные меры)).

При векторных измерениях анализатор спектра R&S FSH анализирует как амплитуду, так и фазу принимаемого сигнала, таким образом исправляя влияние, которое он оказывает на результат измерения с помощью значений комплексной коррекции, полученных при калибровке с надлежащей фазой. Опорное измерение производится с использованием калибровочных мер (перемычка и оконечная нагрузка 50 Ом).

В сравнении со скалярным измерением векторное измерение параметров передачи приводит к более высокой точности измерений и динамическому диапазону. Одним из главных преимуществ векторного измерения является то, что оно также дает возможность определить фазу, групповую задержку и электрическую длину ИУ. Данные измерения возможны только после проведения калибровки; они остаются заблокированными (команда недоступна для выбора), пока она не будет произведена.

Для векторных измерений доступны следующие типы калибровки:

1. Полная двухпортовая калибровка:

Оба измерительных порта калибруются для полного набора измерений (отражение по входу (S11), передача в прямом направлении (S21), передача в обратном направлении (S12) и отражение по выходу (S22)). По этой причине процедура калибровки требует подсоединения калибровочных мер (нагрузка, XX и K3) к обоим измерительным портам, и соединения данных портов перемычкой. Определяется влияние измерительной установки и развязки между измерительными портами, которое учитывается при дальнейших измерениях ИУ.

Несмотря на то, что данный метод калибровки наиболее времязатратный, он обеспечивает получение наиболее точных результатов при всех измерениях на обоих измерительных портах без перекалибровки, и поэтому является наиболее гибким методом.

П р и м е ч а н и е – Прибор поставляется полностью откалиброванным (полная двухпортовая заводская калибровка). Тем не менее, при этом не учитывается влияние реальной измерительной установки (кабельные соединения). Таким образом, все измерения возможны даже без последующей калибровки, однако точность измерений будет ограничена, поскольку параметры реальной измерительной установки не учтены. По этой причине в строке состояния прибора выводится надпись "(Uncal)". Для достижения наилучшей возможной точности рекомендуется повторять калибровку для используемой в данный момент измерительной установки.

2. Отражение от порта 1:

Измерительный порт 1 калибруется для проведения измерения характеристик отражения (S11). Процедура калибровки требует, чтобы по очереди подсоединялись калибровочные меры XX, K3 и нагрузки.

П р и м е ч а н и е – Прибор поставляется полностью откалиброванным (полная двухпортовая заводская калибровка). Если после калибровки отражения от порта 1 выбираются другие измерения (прямая/ обратная передача, отражение от порта 2), анализатор R&S использует соответствующие данные калибровки из заводской калибровки. Таким образом, проведение измерений возможно лишь с ограниченной точностью, т.к. параметры реальной измерительной установки не учитываются. По этой причине в строке состояния прибора выводится надпись "(Uncal)".

3. Прямая передача (порт 1 -> 2):

Производится калибровка по передаче в прямом направлении (S21). Процедура калибровки требует, чтобы было произведено соединение перемычкой, так же, как и подсоединение калибровочных мер XX и K3 к порту 1. Определяется влияние измерительной установки и развязки между измерительными портами, которое учитывается при дальнейших измерениях ИУ.

П р и м е ч а н и е – Прибор поставляется полностью откалиброванным (полная двухпортовая заводская калибровка). Если после калибровки прямой передачи выбираются другие измерения (обратная передача, отражение от порта 1/ порта 2), анализатор R&S использует соответствующие данные калибровки из заводской калибровки. Таким образом, проведение измерений возможно лишь с ограниченной точностью, т.к. параметры реальной измерительной установки не учитываются. По этой причине в строке состояния прибора выводится надпись "(Uncal)".

4. Обратная передача (порт 2 -> 1):

Производится калибровка по передаче в обратном направлении (S12). Процедура калибровки требует, чтобы было произведено соединение перемычкой, так же, как и подсоединение калибровочных мер XX и K3 к порту 1. Определяется влияние измерительной установки и развязки между измерительными портами, которое учитывается при дальнейших измерениях ИУ.

П р и м е ч а н и е – Прибор поставляется полностью откалиброванным (полная двухпортовая заводская калибровка). Если после калибровки обратной передачи выбираются другие измерения (прямая передача, отражение от порта 1/ порта 2), анализатор R&S использует соответствующие данные калибровки из заводской калибровки. Таким образом, проведение измерений возможно лишь с ограниченной точностью, т.к. параметры реальной измерительной установки не учитываются. По этой причине в строке состояния прибора выводится надпись "(Uncal)".

5. Отражение от порта 2:

Измерительный порт 2 калибруется для проведения измерения отражения (S22). Процедура калибровки требует подсоединения калибровочных стандартов (открытый, короткозамкнутый и нагрузочный).

П р и м е ч а н и е – Прибор поставляется полностью откалиброванным (полная двухпортовая заводская калибровка). Если после калибровки отражения порта 2 выбираются другие измерения (прямая / обратная передача, отражение от порта 1), анализатор R&S использует соответствующие

данные калибровки из заводской калибровки. Таким образом, проведение измерений возможно лишь с ограниченной точностью, т.к. параметры реальной измерительной установки не учитываются. По этой причине в строке состояния прибора выводится надпись "(Uncal)".

6. Нормирование отражения от порта 1 (КЗ):

Измерительный порт 1 калибруется для проведения измерения характеристик отражения (S11). Процедура калибровки требует подсоединения только короткозамкнутой калибровочной меры. При последующих измерениях развязка между измерительными портами не учитывается, а возможное взаимное влияние каналов между измерительными портами в измерительной установке не устраняется.

Примечание – При выборе других измерений применимы рекомендации для отражения от порта 1.

7. Нормировка отражения порта 2 (короткозамкнутый):

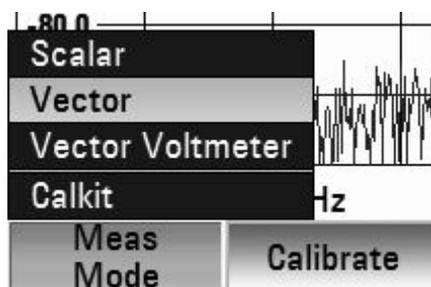
Измерительный порт 2 калибруется для проведения измерения характеристик отражения (S22). Процедура калибровки требует подсоединения только короткозамкнутой калибровочной меры. При последующих измерениях развязка между измерительными портами не учитывается, а возможное взаимное влияние каналов между измерительными портами в измерительной установке не устраняется.

Примечание – При выборе других измерений применимы рекомендации для отражения от порта 2.

8.18.1.2 Векторные измерения характеристик передачи

Включение векторного измерения:

- Нажать клавишу MODE.
- Нажать функциональную клавишу NETWORK ANALYZER.
- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, выбрать пункт VECTOR из меню MEAS MODE.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS MODE.

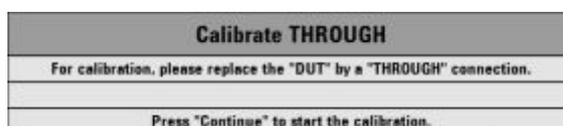


Калибровка измерения:

Перед тем, как откалибровать анализатор спектра R&S FSH, необходимо задать нужную центральную частоту и полосу обзора. Если их задать позднее, то калибровочные значения будут потеряны и измерения необходимо будет откалибровать заново.

Примечание – Калибровка остается действительной, если начальная, конечная, центральная частоты и полоса обзора были изменены позднее внутри откалиброванного диапазона частот. В этом случае, анализатор спектра R&S FSH интерполирует данные коррекции между опорными точками калибровки. Анализатор R&S FSH сохраняет данные калибровки, но в верхнем правом углу экрана отображается надпись "(APPROX)" для индикации возможного увеличения погрешности измерения.

- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу CALIBRATE.
- Используя поворотную ручку, выбрать

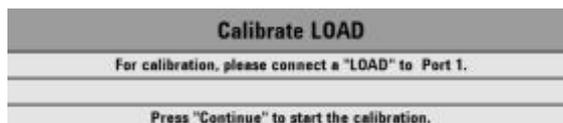


TRANSMISSION FWD (PORT1 -> 2) и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CALIBRATE.

Для калибровки измерения характеристики передачи необходимо, чтобы ВЧ-вход анализатора был соединен с выходом следящего генератора.

- Соединить ВЧ-вход R&S FSH напрямую с выходом следящего генератора, минуя ИУ.
- Нажать функциональную клавишу CONTINUE для запуска калибровки.
- Калибровка может быть прервана нажатием функциональной клавиши CANCEL.

Затем анализатор спектра R&S FSH производит запрос о необходимости ограничить выход следящего генератора импедансом 50 Ом.



- Подключить к выходу генератора нагрузку 50 Ом.
- Нажать функциональную клавишу CONTINUE.

По окончании калибровки в строке состояния появляется надпись (Cal), показывая, что анализатор спектра R&S FSH произвел векторную калибровку для измерения характеристики передачи.

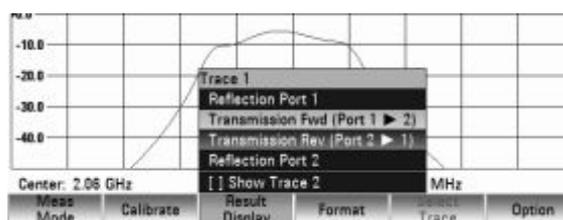


Настройка отображения результатов

Анализатор R&S FSH позволяет выбрать для отображения различные результаты измерения. Пользователь может выбрать между отражением от порта 1 и порта 2 (REFLECTION PORT 1 или REFLECTION PORT 2) или передачей сигнала в прямом или обратном направлении (TRANSMISSION FWD (PORT 1->2) или TRANSMISSION REV (PORT1->2)).

По умолчанию анализатор R&S FSH отображает характеристику передачи сигнала в обратном направлении (порт 2 -> порт 1)

- Нажать функциональную клавишу RESULT DISPLAY.
- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, выбрать нужное отображение результата и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши RESULT DISPLAY.

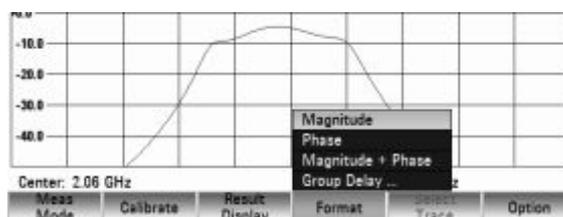


Теперь на экране анализатора R&S будет отображаться выбранный результат измерения.

8.18.1.3 Измерение АЧХ

Подсоединить ИУ между выходом следящего генератора и ВЧ-входом.

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню MAGNITUDE и подтвердить выбор



нажатием функциональной клавиши
FORMAT или клавиши ENTER.

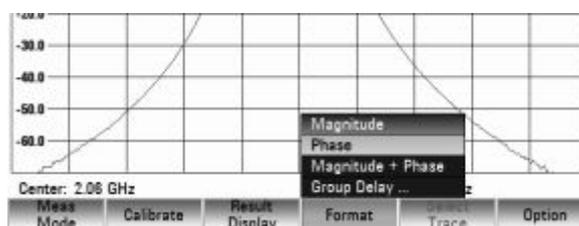
На экране анализатора R&S FSH будет показана АЧХ, а в строке состояния
будет выводиться сообщение "S21 (Cal) Mag".

- Настройка опорного положения:
- Нажать клавишу AMPT
- Нажать функциональную клавишу REFPOS.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, настроить опорное положение или
- Используя цифровую клавиатуру, ввести новое опорное положение и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши REFPOS.

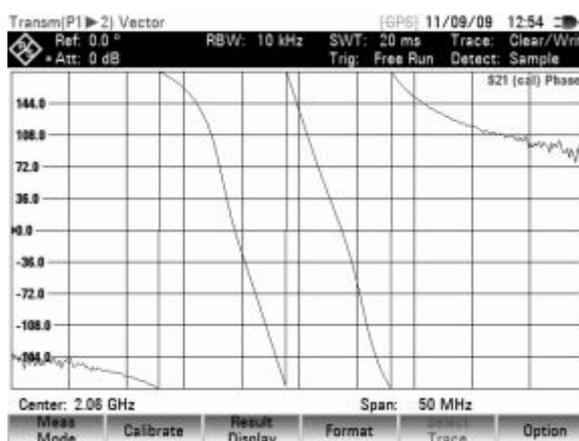


8.18.1.4 Измерение ФЧХ (для моделей со встроенным КСВН-мостом)

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню PHASE и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши FORMAT или клавиши ENTER.



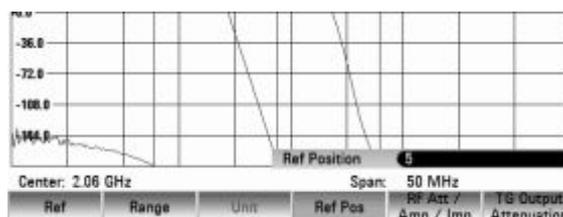
На экране будет отображена фазо-
частотная характеристика. В строке
состояния будет выводиться надпись "S21
(Cal) Phase". В масштабе по умолчанию
фаза может принимать значения только
между значениями -200° и $+200^\circ$.



Примечание – При стандартном
масштабе диаграммы от -200° до $+200^\circ$ кривая
отобразится верно, только в том случае, если
разница между двумя соседними точками
измерения менее 180° .

Можно сдвинуть опорное значение фазового измерения, например,
передвинуть измерительную кривую на центр экрана.

- Нажать клавишу AMPT.
- Нажать функциональную клавишу REF POSITION.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, изменить положение опорного значения или задать его новое положение, используя цифровую клавиатуру.
- Подтвердить нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши REF POSITION.



8.18.1.5 Измерение электрической длины при измерении параметров передачи (для моделей со встроенным КСВН-мостом)

Электрическая длина вычисляется из фазовой задержки $\tau_{\Phi} = -\frac{\Delta\Phi}{2\pi\Delta f}$, где $\Delta\Phi$ означает полную девиацию частоты за весь диапазон частоты. Электрическая длина выводится из выражения $l_{\Phi} = \tau_{\Phi}c_0$, где c_0 – скорость света. Результат для электрической длины будет верным только в том случае, если разность фаз между двумя соседними точками измерения не превышает 180° .

П р и м е ч а н и е – Согласно определению электрическая длина вычисляется из скорости света в вакууме и дифференциальной групповой задержки τ_g (см. ниже). В данном случае групповая задержка заменена фазовой задержкой по двум причинам:

- Электрическая длина должна быть определена только для недиспергирующих ИУ, в которых фазовая и групповая задержки совпадают.
- Ввиду гораздо более широкой апертуры, определенность измерения является порядком модуля, который больше при измерении фазовой задержки, чем групповой.

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт ELECTRICAL LENGTH из меню и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши FORMAT или клавиши ENTER.

Анализатор спектра R&S FSH отобразит вычисленную электрическую длину.

8.18.1.6 Питание постоянным напряжением активного ИУ (для моделей со встроенным КСВН-мостом)

При использовании R&S FSH можно подвести постоянное напряжение к активным ИУ, таких, как усилители, через встроенный сдвиговой тройник (BIAS 1 и BIAS 2) с помощью ВЧ-кабеля. Постоянное напряжение подводится от соответствующего внешнего источника питания (макс. 600 мА/ макс. 50 В). Для измерения развязки антенн портативных базовых радиостанций постоянное напряжение должно быть подведено к двум установленным усилителям (ТМА). Это производится путем использования соответствующего напряжения на ВНС-входах BIAS 1 и BIAS 2 КСВН-моста.

8.18.2 Измерение характеристик отражения

8.18.2.1 Скалярное измерение характеристик отражения

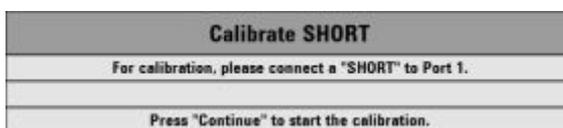
Измерительная установка должна быть откалибрована до проведения каких-либо измерений. Данная операция производится с коротким замыканием (мера КЗ) и холостым ходом (мера ХХ) в точке, в которой производится измерение отраженного сигнала. Если кабель будет установлен между ИУ и мостом, то следует производить калибровку на измерительном конце кабеля.

- Нажать функциональную клавишу MEAS MODE и выбрать SCALAR.
- Нажать функциональную клавишу CALIBRATE.

Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню NORMALIZE REFLECTION PORT 1 (SHORT).

Анализатор спектра R&S FSH дает возможность пользователю произвести КЗ-калибровку.

- Подсоединить меру КЗ к измерительному порту моста.



- Используя клавишу CONTINUE, начать КЗ калибровку.
- Калибровка может быть отменена нажатием клавиши CANCEL.

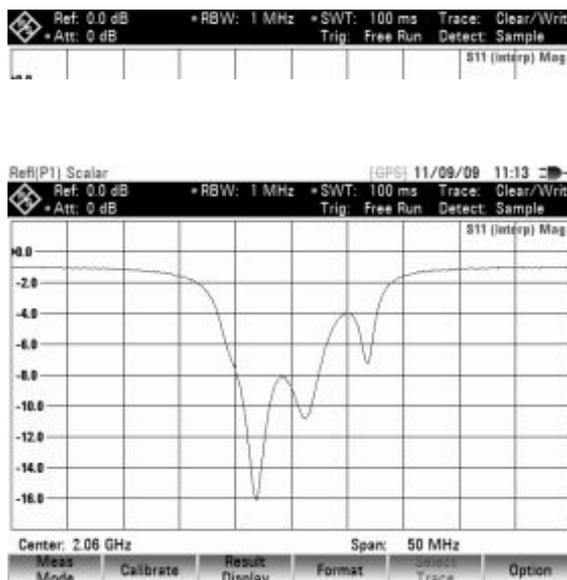
П р и м е ч а н и е – Вместо меры КЗ (SHORT), анализатор спектра R&S FSH может быть вновь откалиброван по XX (OPEN). Т.к. анализатор спектра измеряет только амплитуду отраженного напряжения, то он не может различить КЗ (SHORT) и XX (OPEN). Однако, калибровка по КЗ (SHORT) увеличивает точность измерения, т.к. анализатор R&S FSH берет среднее значение калибровочных величин для КЗ (SHORT) и XX (OPEN).

По окончании калибровки на экран анализатора спектра R&S FSH в течение 3 секунд выводится сообщение **Calibration done!**.

В строке состояния появляется надпись "S11 (Norm) Mag", указывая на то, что анализатор R&S FSH откалиброван для измерения характеристик отражения.

- Соединить ИУ к порту измерения КСВН-моста.

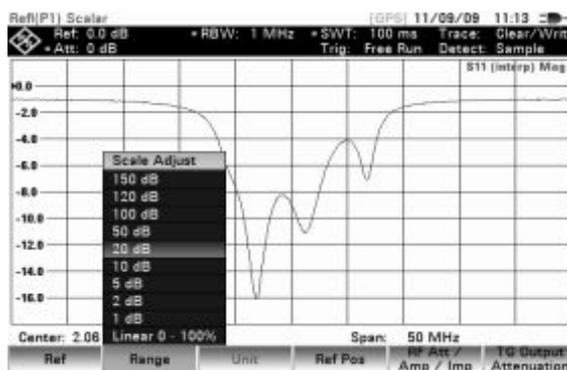
Анализатор R&S FSH выведет значение потерь на отражение ИУ.



Ввод единиц отображения:

- Нажать клавишу AMPT.
- Нажать функциональную клавишу RANGE.

Откроется подменю для выбора диапазона отображения. Для измерения отраженного сигнала доступны следующие единицы отображения: потери на отражение в дБ, линейные в %, коэффициент стоячей волны (КСВН), коэффициент отражения (REFL COEFF (ROH)) и коэффициент отражения (REFL COEFF (mROH)). Выбрать нужные единицы измерения, используя клавиши курсора или поворотную ручку.



П р и м е ч а н и е – В случае потерь на отражение и линейного отображения масштаб выбирается напрямую. В случае всех остальных единиц отображения открывается окно выбора диапазона отображения масштаба. Можно выбрать диапазон отображения, используя клавиши курсора или поворотную ручку.

- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши RANGE.

На экране отобразится коэффициент отражения ИУ.

Калибровка измерений параметров отражения остается действительной до тех пор, пока на R&S FSH не изменятся центральная частота или полоса обзора (таким образом, что новая полоса обзора выйдет за пределы откалиброванного диапазона частот). Если калибровка становится недействительной, то в верхнем правом углу экрана будет выводиться надпись **Uncal**.

Если после калибровки изменить опорный уровень, то следует ожидать увеличения погрешности измерений. Анализатор R&S FSH сохраняет данные калибровки, но отображает в строке состояния надпись "(Interp)" для индикации возможного увеличения погрешности измерения.

Изменение любого другого параметра, (ширина полосы, детектор, время развертки или диапазон измерения) не влияет на точность измерений. Это означает, что они могут быть изменены после калибровки без потери в точности.

Когда откалиброванный массив данных для скалярного измерения отраженного сигнала сохранен, то калибровочные данные могут быть сохранены вместе с другими настройками (см. глава 2, раздел "Сохранение калибровочных данных").

Таким образом, как только настройки будут восстановлены, измерения могут быть проведены без предварительной калибровки.

8.18.2.2 Векторное измерение характеристик отражения

(доступно только для моделей со встроенным КСВН-мостом (номер для заказа 1309.6000.24 или 1309.6000.28) и оборудованным опцией R&S FSH-K42 вместе с опциями R&S FSH-Z28 и R&S FSHZ29).

В отличие от скалярных измерений анализатор спектра R&S FSH корректирует форму сигнала, отраженного от ИУ, в соответствии с амплитудой и фазой с помощью поправочных значений, полученных из калибровки. В дополнение к калибровке с КЗ- и ХХ-цепями необходима калибровка с оконечной нагрузкой в 50 Ом. Таким образом, характеристики КСВН-моста (направленность и импеданс) более не влияют на результаты измерений. Вернее, решающим фактором является качество калибровочных параметров цепи с ХХ, КЗ и нагрузкой в 50 Ом. По этой причине векторные измерения ведут к большему динамическому диапазону и, таким образом, точности. Ввиду большего динамического диапазона был увеличен диапазон отображения КСВН, и КСВН 1...1,5, и КСВН 1...1,1. В результате, измерения схожих ИУ могут быть произведены с большей точностью и с более высоким разрешением. Тем не менее, основным преимуществом векторного измерения является возможность отображения комплексных тестовых результатов на диаграмме Вольперта-Смита. Это позволяет более подробно взглянуть на характеристики ИУ, нежели с помощью отображения амплитуды отраженного сигнала как потери на отражение, коэффициент отражения или КСВН. Кроме того, векторное измерение отраженного сигнала позволяет определить фазу, групповую задержку и электрическую длину ИУ. Определенные измерения становятся доступны только после проведения калибровки. Вместе с векторными измерениями анализатор спектра R&S FSH устанавливает ширину полосы (Res BW и Video BW) на фиксированное неизменяемое значение. При этом в качестве детектора неизменно используется детектор отсчетов.

Все остальные параметры измерений могут быть заданы, как и при скалярных измерениях.

Включение векторного измерения:

- Нажать функциональную клавишу MEAS MODE.
- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, выбрать VECTOR из меню.

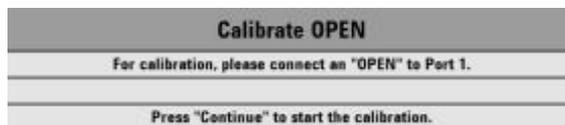


- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS MODE.

Калибровка:

Перед тем, как откалибровать анализатор спектра R&S FSH, необходимо задать нужную центральную частоту и диапазон. Если их задать позднее, то калибровочные значения будут потеряны и измерения необходимо будет откалибровать заново.

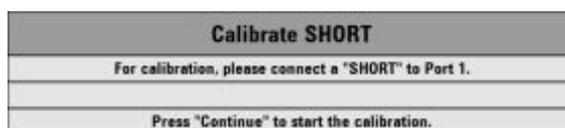
- Нажать функциональную клавишу CALIBRATE.
- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, выбрать REFLECTION PORT 1 и подтвердить нажатием функциональной клавиши CALIBRATE.



На экране отобразится сообщение, запрашивающее, чтобы на измерительном входе в разомкнутую цепь был XX (Open).

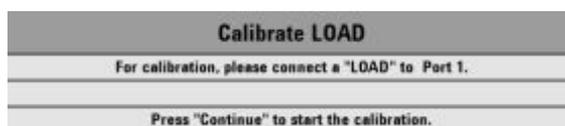
- На конце измерительного входа KСВН-моста или измерительного кабеля установить разомкнутую цепь (XX).
- Запустить калибровку разомкнутой цепи нажатием функциональной клавиши CONTINUE.
- Калибровка может быть прервана в любой момент с помощью функциональной клавиши CANCEL.

Когда калибровка разомкнутой цепи закончена, анализатор спектра R&S FSH выводит сообщение, запрашивающее, чтобы на измерительном входе было КЗ.



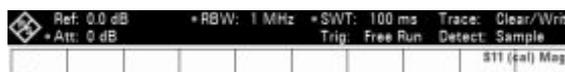
- На конце измерительного входа KСВН-моста или измерительного кабеля установить замкнутую цепь (КЗ).
- Запустить калибровку короткозамкнутой цепи нажатием функциональной клавиши CONTINUE.

На третьем шаге калибровки следует подсоединить измерительный порт к сопротивлению 50 Ом.



- На конце измерительного входа KСВН-моста или измерительного кабеля установить сопротивление 50 Ом.
- Запустить калибровку нагруженной цепи нажатием функциональной клавиши CONTINUE.

После завершения калибровки на экран R&S FSH в течение 3 секунд выводится сообщение **Calibration done!**



В строке состояния анализатора R&S FSH будет выводиться сообщение "S11(Cal) Mag". Оно показывает, что анализатор спектра R&S FSH откалиброван векторно для проведения измерений отраженного сигнала.

Калибровка измерений параметров отражения остается действительной до тех пор, пока на R&S FSH не изменятся центральная частота или полоса обзора (таким образом, что новая полоса обзора выйдет за пределы откалиброванного диапазона частот). Если калибровка становится недействительной, то в верхнем правом углу экрана будет выводиться надпись **Uncal**.

Если опорный уровень изменен (клавиша AMPT, функциональная клавиша REF LEVEL) после калибровки, то стоит ожидать большей погрешности измерений. Анализатор R&S FSH сохраняет данные калибровки, но отображает в строке состояния надпись "(Interp)" для индикации возможного увеличения погрешности измерения.

Изменение времени развертки не влияет на измерение отраженного сигнала.

8.18.2.3 Измерение амплитуды отраженного сигнала

Соединить ИУ с измерительным портом KCBH-моста.

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт MAGNITUDE из меню и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши FORMAT или клавиши ENTER.

На экран будет выведен модуль потерь на отражение в верхней части дисплея.

Изменение единиц отображения и масштаба отображения описано в разделе "Скалярное измерение отраженного сигнала".

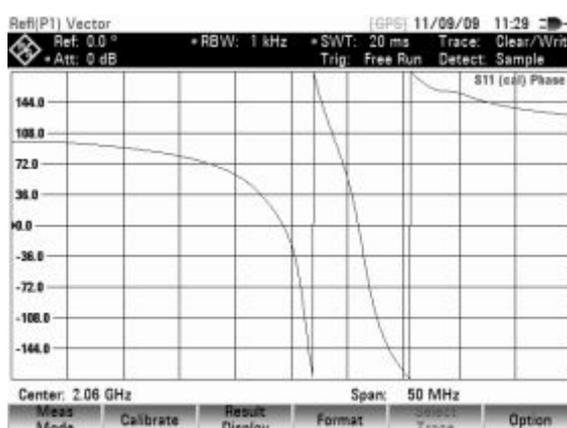
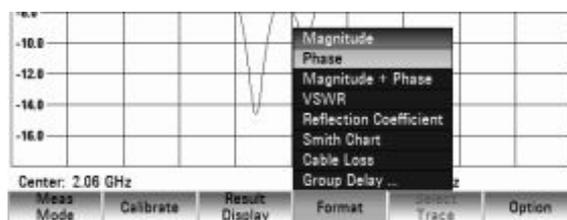


8.18.2.4 Изменение фазы отраженного сигнала

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт PHASE из меню и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши FORMAT или клавиши ENTER.

На экране отобразится фазовые характеристики ИУ как функцию частоты. В строке состояния анализатора R&S FSH появится надпись S11 (Cal) Phase. В стандартном масштабе фаза может принимать значения только между -200° и $+200^\circ$.

Примечание – в стандартном масштабе диаграммы от -200° до $+200^\circ$ кривая отобразится верно только в том случае, если разница между двумя соседними точками измерения не превышает 180° .

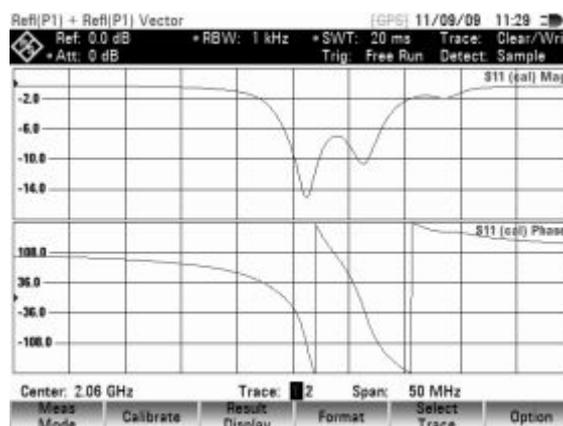
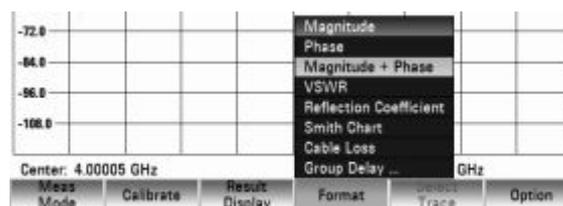


Для получения дополнительной информации о масштабировании измерения фазы следует обратиться к разделу "Измерение ФЧХ".

8.18.2.5 Одновременное измерение амплитуды и фазы отраженного сигнала

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать MAGNITUDE + PHASE и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши MEAS MODE или клавиши ENTER.

На верхнем графике анализатора R&S FSH показана амплитуда обратного ослабления. На нижнем графике показана кривая ФЧХ ИУ. В строке состояния окна кривой 1 появится сообщение "S11 (Cal) Mag", а в строке состояния окна кривой 2 – "S11 (Cal) Phase".

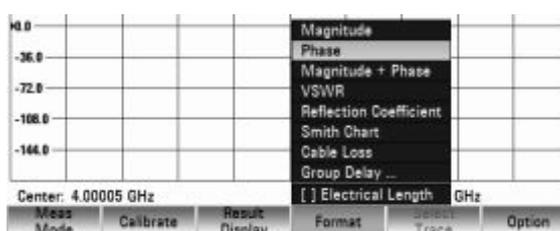


8.18.2.6 Выбор других форматов измерения

Кроме амплитуды и фазы анализатор спектра R&S FSH может отображать следующие форматы (параметры) измерений:

- KCBH
- Коэффициент отражения
- Диаграмма Вольперта-Смита
- Потери в кабеле
- Групповая задержка
- Электрическая длина

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Выбрать в меню один из форматов измерения. Подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши FORMAT или клавиши ENTER.



Анализатор отобразит выбранный формат.

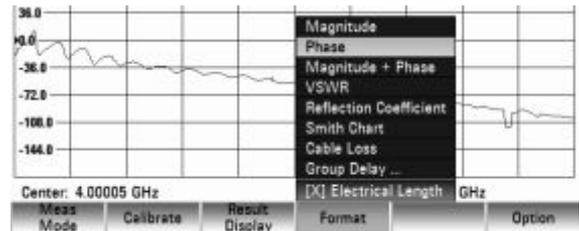
- В случае выбора KCBH (VSWR) показывается коэффициент стоячей волны по напряжению на графике в декартовой системе координат. KCBH определяется как отношение максимального и минимального напряжений в линии передачи.
- В случае выбора коэффициента отражения (Reflection Coefficient) показывается амплитудный коэффициент отраженной и прямой волн в линии передачи.
- В случае выбора диаграммы Вольперта-Смита (Smith Chart) показывается диаграмма Вольперта-Смита. Для получения дополнительной информации по использованию диаграммы Вольперта-Смита см. раздел "Отображение параметров отражения на диаграмме Вольперта-Смита".

- В случае выбора потерь в кабеле (Cable Loss) показывается зависимость ослабления от частоты сигнала в кабеле.
- В случае выбора групповой задержки (Group Delay) показывается время распространения волны в устройстве.
- В случае выбора электрической длины (Electrical Length) показывается электрическая длина ИУ. Для получения дополнительной информации по данному виду измерения см. раздел "Измерение электрической длины при измерении параметров передачи".

8.18.2.7 Измерение электрической длины при измерении параметров отражения

Для получения дополнительной информации следует обратиться к разделу "Измерение электрической длины при измерении параметров передачи".

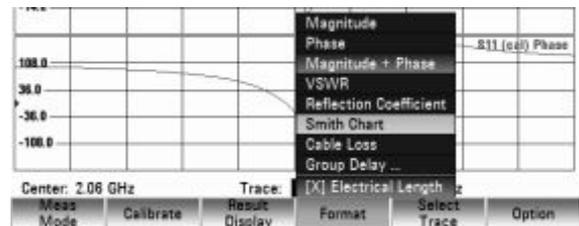
- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт ELECTRICAL LENGTH из меню и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши FORMAT или клавиши ENTER.



На экране отобразится рассчитанная электрическая длина.

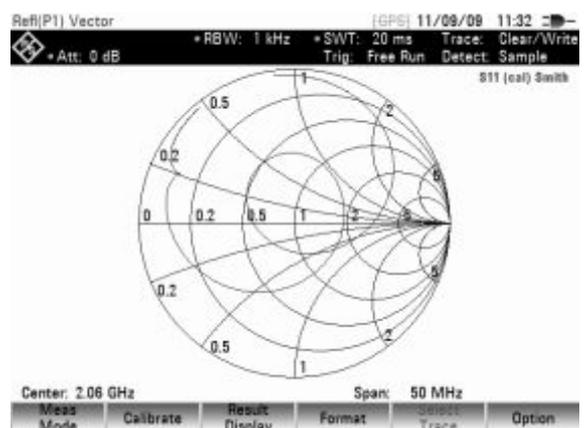
8.18.2.8 Отображение параметров отражения на диаграмме Вольперта-Смита

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, выбрать пункт SMITH CHART из меню.



Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или повторным нажатием функциональной клавиши MEAS MODE.

Анализатор спектра R&S FSH отобразит отраженный сигнал ИУ на диаграмме Вольперта-Смита.

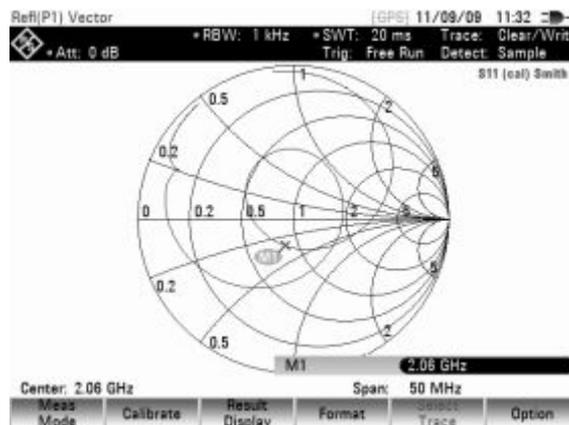


Использование маркеров на диаграмме Вольперта-Смита:

Аналогично скалярным измерениям отображение диаграммы Вольперта-Смита также поддерживает все функции маркеров (маркер, дельта-маркер, мульти-маркер (также см. раздел "Использование маркеров")). Диаграмма Вольперта-Смита также обеспечивает поддержку дополнительных форматов маркера для векторных измерений отраженных сигналов.

- Нажать клавишу MARKER. Анализатор спектра R&S FSH активирует меню маркера и маркер.
- Можно сдвигать маркер вдоль комплексной кривой отраженного сигнала, используя поворотную ручку, или клавиши курсора, или вводом числовых значений.

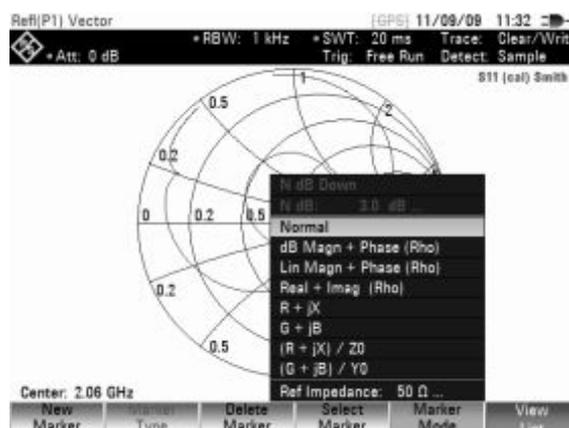
Значения маркера первоначально выводятся в числовом формате с частотой маркера и комплексным сопротивлением ((действительная часть) + j (мнимая часть)) Ом. Если необходимо отобразить комплексный коэффициент отражения, к примеру, пользователь может соответственно изменить формат маркера.



Выбор формата маркера:

- Нажать функциональную клавишу MARKER MODE.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт MARKER FORMAT из меню и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши MARKER FORMAT или клавиши ENTER.

Появится выбор различных форматов маркера:



- dB Magn + Phase (Rho) выдает значение маркера для коэффициента отражения в комплексном амплитудно-фазовом виде, где амплитуда преобразована в дБ.
- Lin Magn + Phase (Rho) выдает значение маркера для коэффициента отражения в комплексном амплитудно-фазовом виде, где амплитуда линейно преобразована в процентные значения.
- Real + Imag (Rho) выдает значение маркера для коэффициента отражения в комплексном виде с действительной и мнимой частями.
- R+jX показывает значение маркера для импеданса в комплексном виде с мнимой и действительной частями. К тому же, мнимая часть импеданса преобразуется в индуктивность или емкость и отображается с частотой маркера и учетом знака.
- G+jB показывает значение маркера для проводимости в комплексном виде с действительной и мнимой частями. К тому же, мнимая часть проводимости преобразуется в индуктивность или емкость и отображается с частотой маркера и учетом знака.
- (R+jX/Z0) отображает значение маркера для стандартизованного импеданса в комплексном виде с действительной и мнимой частями.
- (G+jB/Z0) отображает значение маркера для стандартизованной проводимости в комплексном виде с действительной и мнимой частями.

Определение опорного импеданса

По умолчанию диаграмма Вольперта-Смита нормирована к импедансу 50 Ом. Другими словами, точка согласования в центре диаграммы в точности соответствует

сопротивлению 50 Ом. Тем не менее, измерения отраженного сигнала с использованием подходящих сетей и стандартов калибровки также могут быть вынесены в системы с различными значениями импеданса. В этом случае опорный импеданс для диаграммы Вольперта-Смита может быть при необходимости изменен.

- Нажать клавишу MARKER MODE.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать REF IMPEDANCE 50 Ом из меню и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши MARKER MODE или клавиши ENTER.

Откроется диалоговое окно для ввода значения импеданса. Может быть введено любое значение между 1 мОм и 10 кОм.

Выбор предварительно настроенного опорного импеданса:

- Используя цифровую клавиатуру, ввести нужное значение опорного импеданса и подтвердить ввод нажатием функциональной клавиши MARKER MODE или клавиши ENTER.

Увеличение областей на диаграмме Вольперта-Смита:

Для того чтобы подробнее рассмотреть результаты измерений, существует функция масштабирования, с помощью которой можно увеличить любую часть диаграммы Вольперта-Смита.

Активация функции масштабирования:

- Нажать клавишу TRACE.
- Нажать функциональную клавишу ZOOM.

Отобразится меню для функции масштабирования, и на диаграмме Вольперта-Смита появится окно масштабирования. Можно изменить размер данного окна (коэффициент масштабирования 2, 4, или 8) и его положение.

Деактивация функции масштабирования:

- Нажать функциональную клавишу EXIT.

Определение области масштабирования:

Для определения размера окна масштабирования или коэффициента масштабирования следует использовать коэффициент масштабирования.

- Нажать функциональную клавишу ZOOM FACTOR.
- Выбрать требуемый коэффициент масштабирования (2, 4 или 8), используя поворотную ручку, или клавиши курсора, или введя числовое значение.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши ZOOM FACTOR.



Сдвиг окна масштабирования:

- Опорной точкой для смещения окна масштабирования в направлении оси X/Y является центр диаграммы Вольперта-Смита и центр окна масштабирования. Величина сдвига определена в процентах и диапазоне от -50% до +50% для направлений вдоль осей X и Y. Равенство $X = Y = 0\%$ соответствует центру диаграммы Вольперта-Смита.

Сдвиг вдоль оси X:

- Нажать функциональную клавишу MOVE X.
- Задать значение от -50% до +50%, используя поворотную ручку, или клавиши курсора, или введя числовое значение.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MOVE X.

Сдвиг вдоль оси Y:

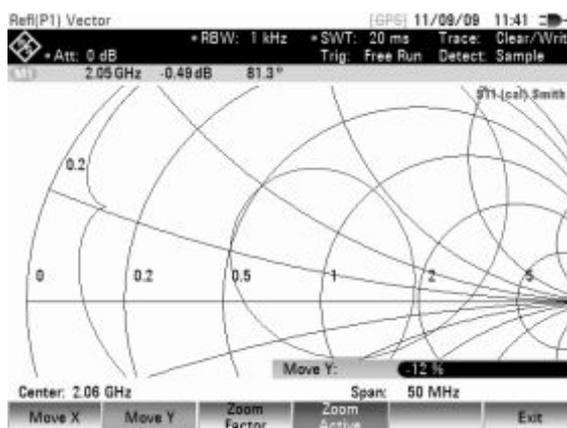
- Нажать функциональную клавишу MOVE Y.
- Задать значение от -50% до +50%, используя поворотную ручку, или клавиши курсора, или введя числовое значение.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MOVE Y.

Увеличение области:

- Нажать функциональную клавишу ZOOM ACTIVE.
- Выбранная область окна будет увеличена в соответствии с выбранным коэффициентом масштабирования. Можно точно настроить окно масштабирования, используя MOVE X и MOVE Y в соответствии с описанием.

Деактивация увеличения:

- Снова нажать функциональную клавишу ZOOM ACTIVE.



8.18.2.9 Проведение измерений в режиме двух кривых

В режиме векторных измерений имеется возможность одновременного проведения и отображения результатов двух измерений. После активации данной функции анализатор спектра R&S FSH показывает две кривые на двух отдельных экранах. Это позволяет наблюдать любую комбинацию из двух форматов векторных измерений на экране.

Стоит отметить, что формат измерения амплитуды и фазы (Magnitude + Phase) является исключением из правила (см. раздел "Одновременное измерение амплитуды и фазы"). Данный формат рассматривается как одна кривая. Для отображения амплитуды и фазы в виде двух разных графиков необходимо определить формат фазы как кривая 1, а формат амплитуды как кривая 2.

- (1) Отображение результатов кривой 1
- (2) Отображение результатов кривой 2
- (3) Режим измерения
- (4) Окно кривой 1
- (5) Информационная линия кривой 1:
 - S-матрица
 - Состояние калибровки
 - Формат измерения
- (6) Окно кривой 2
- (7) Формат измерения кривой 2
- (8) Индикатор активной кривой

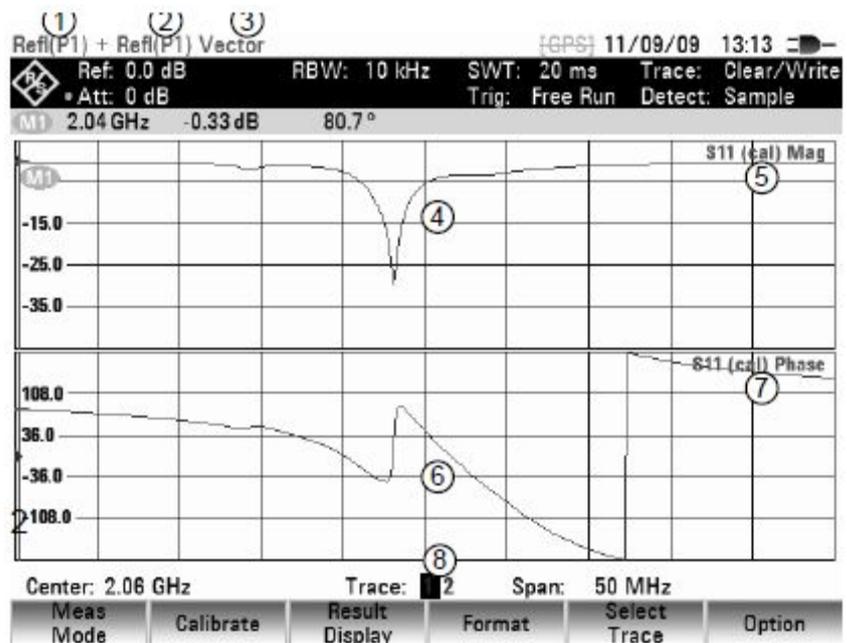


Рисунок 8.11 – Вид экрана при измерении в режиме двух кривых

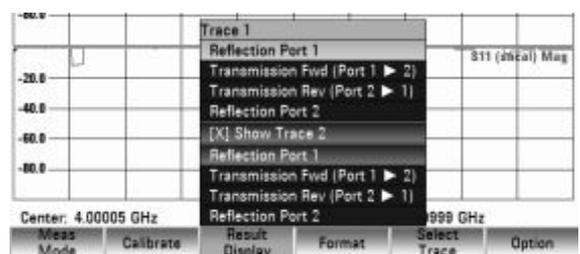
- Нажать функциональную клавишу RESULT DISPLAY.

В меню показаны все измерения, доступные для выбранного на данный момент режима измерений. По умолчанию активны лишь одна кривая и, таким образом, лишь один экран.

- Для активации второго экрана необходимо с помощью поворотной ручки или клавиш курсора выбрать пункт меню SHOW TRACE 2. Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши RESULT DISPLAY.



Дисплей разделится на две части. Верхний экран показывает кривую 1, а нижний показывает кривую 2. Экран может быть настроен под требования пользователя.



К тому же, расширяется меню функциональной клавиши RESULT DISPLAY. В нем показаны доступные векторные измерения, которые могут быть применены к кривой 2.

После активации второй кривой кривая 1 всегда будет являться активной кривой. Настроена может быть только активная кривая, в то время как остальные пассивны.

- Для активации кривой 2 необходимо нажать функциональную клавишу SELECT TRACE в меню кривой. При нажатии функциональной клавиши SELECT TRACE анализатор спектра R&S FSH переключается между кривыми 1 и 2. Активная на данный момент кривая выделяется белым цветом внизу отображения результатов:

Trace: 1 2

После выбора кривой 2 пользователь может задать параметры для нее, в то время как кривая 1 пассивна.

Так же можно использовать память кривой (Trace Memory) при помощи функциональной клавиши SHOW в меню кривой TRACE. Восстановление сохраненной кривой возможно только для активной в данный момент кривой (например, экран 1 или экран 2). Для получения дополнительной информации по использованию памяти кривой см. раздел "Память кривой".

8.18.2.10 Выбор калибровочной меры

Для анализатора R&S FSH в виде опций доступны калибровочные меры R&S FSH-Z29 и R&S FSHZ28. Калибровочные меры XX и K3 имеют электрическую длину 5,27 мм. Чтобы исключить фазовую ошибку, которая может возникнуть, электрическая длина для измерения S_{11} корректируется как стандартная. Могут быть использованы другие меры, отличные от мер калибровки анализатора спектра R&S. Это обусловлено тем, что разница электрических длин мер XX и K3 должна быть как можно ближе к нулю. Разница длин порождает дополнительную фазовую ошибку. Анализатор спектра R&S FSH может также произвести посткоррекцию фазового сдвига, порожденного другими используемыми кабелями и адаптерами, которые используются для измерения S_{11} и S_{21} .

Последовательность действий:

- Нажать функциональную клавишу MEAS MODE.
- Выбрать пункт меню CALKIT... с помощью поворотной ручки или клавиш со стрелками.

Откроется следующее меню выбора.

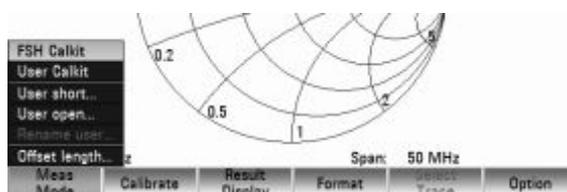
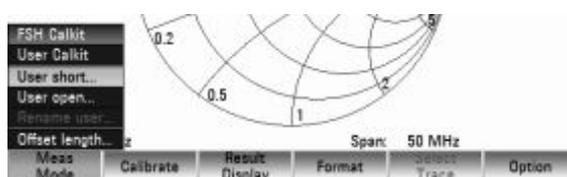
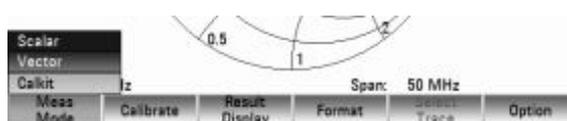
- Выбрать пункт меню USER SHORT (для ввода электрической длины K3) или USER OPEN (для ввода электрической длины XX) с помощью поворотной ручки или клавиш со стрелками.
- Завершить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS MODE.
- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, изменить электрическую длину используемой калибровочной меры, или, используя цифровую клавиатуру, ввести значение и завершить ввод клавишей ENTER.

Теперь для фазовых измерений и на диаграмме Вольперта-Смита учитывается электрическая длина калибровочной меры.

Продолжать использовать калибровочную меру R&S FSH-Z28 или R&S FSH-Z29:

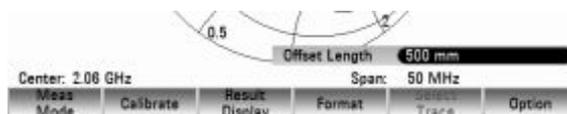
- Выбрать FSH CALKIT в меню CALKIT с помощью поворотной ручки или клавиш со стрелками.

Для проведения фазовой коррекции для дополнительных кабелей и адаптеров



действовать следующим образом:

- Выбрать пункт OFFSET LENGTH... в меню CALKIT, используя поворотную ручку или клавиши курсора.
- Завершить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS MODE.
- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, изменить значение для дополнительной электрической длины кабеля, или адаптера, или ввести значение с помощью цифровой клавиатуры и завершить ввод клавишей ENTER.

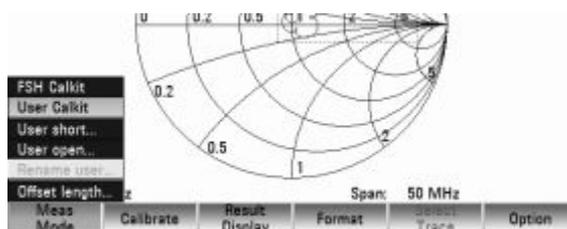


Теперь для фазовых измерений и на диаграмме Вольперта-Смита учитывается дополнительная электрическая длина.

Переименование калибровочной меры пользователя USER

Настройке калибровочной меры пользователя USER может быть присвоено имя. Название, которое было введено для калибровочной меры пользователя USER, затем отображается в строке состояния анализатора спектра R&S FSH (клавиша SETUP) таким образом, что, к примеру, настройка и измерение могут быть задокументированы одновременно.

- Выбрать пункт Rename USER в меню CALKIT с помощью поворотной ручки или клавиш со стрелками.
- Завершить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS MODE.



Откроется окно ввода названия стандарта пользователя USER.

- Ввести название с помощью цифровой клавиатуры.
- Завершить ввод клавишей ENTER.

8.19 Векторный вольтметр

Данная функция доступна только для анализаторов спектра R&S FSH со встроенным КСВН-мостом (модели 1309.6000.24 и 1309.6000.28) и вместе с опцией векторного вольтметра (Vector Voltmeter) R&S FSH-K45.

Векторные вольтметры очень популярны и используются для простых измерений отраженных (S_{11}) и прямых (S_{21}) сигналов. Генератор сигналов генерирует немодулированный синусоидальный сигнал (одиночная частота).

Стандартными приложениями являются:

- Регулировка электрической длины кабелей, используя измерение S_{11}
- Тестирование антенных элементов фазовой антенной решетки относительно эталонной антенны (измерение S_{21})

Благодаря функции VECTOR VOLTMETER, анализатор спектра R&S FSH КСВН-мостом (модели 1309.6000.24 и 1309.6000.28) может заменить векторный вольтметр, плюс к этому он делает источник сигнала, который обычно необходим, излишним.

8.19.1 Измерение параметров отражения (S_{11})

Последовательность действий:

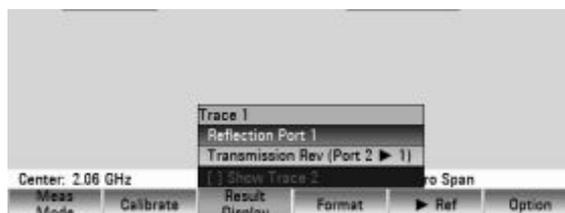
- Нажать клавишу MODE.
- Нажать функциональную клавишу NETWORK ANALYZER.
- Нажать функциональную клавишу MEAS MODE.

Откроется меню функции измерения.

- Выбрать пункт меню VECTOR VOLTMETER с помощью клавиш со стрелками или поворотной ручки и завершить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS.

Анализатор спектра R&S FSH включает следящий генератор и переходит в режим ZERO SPAN. Настройки частоты и уровня анализатора спектра сохраняются.

- Нажать функциональную клавишу RESULT DISPLAY и выбрать REFLECTION PORT 1 с помощью клавиш со стрелками или поворотной ручки и завершить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши RESULT DISPLAY.



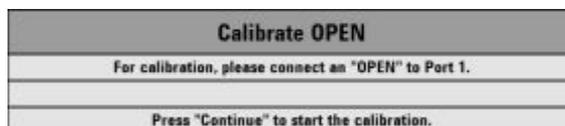
Калибровка:

Измерительная установка должна быть откалибрована до проведения измерений. Калибровка производится с нагрузками КЗ, ХХ и импедансом в 50 Ом в точке, где будет происходить отражение сигнала.

Если для соединения ИУ и моста используется кабель, то калибровка на измерительном конце кабеля. Перед калибровкой анализатора спектра R&S FSH должна быть задана центральная частота. Изменение настроек после калибровки делает недействительной калибровку и измерительная установка снова должна быть откалибрована.

Последовательность действий:

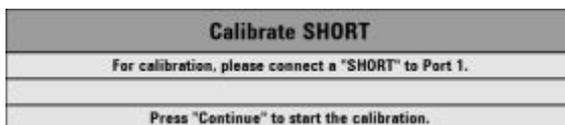
- Нажать функциональную клавишу CALIBRATE.
- Используя поворотную ручку или клавиши со стрелками, выбрать REFLECTION PORT 1 и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CALIBRATE.



Анализатор спектра R&S FSH напомнит пользователю о необходимости установить ХХ (OPEN) на измерительном входе.

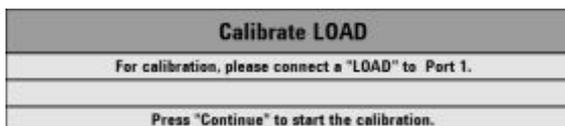
- Установить на измерительном входе моста или конце измерительного кабеля ХХ-нагрузку.
- Запустить открытую калибровку нажатием функциональной клавиши CONTINUE.
- Калибровка может быть прервана в любой момент функциональной клавишей CANCEL.

По окончании калибровки с XX анализатор спектра R&S FSH напомним пользователю установить на измерительный порт КЗ-нагрузку (SHORT).



- Установить на измерительном входе моста или конце измерительного кабеля КЗ (закрытый конец).
- Запустить закрытую калибровку нажатием функциональной клавиши CONTINUE.
- Калибровка может быть прервана в любой момент функциональной клавишей CANCEL.

Третий этап процесса калибровки – это подключение нагрузки 50 Ом к порту измерения.

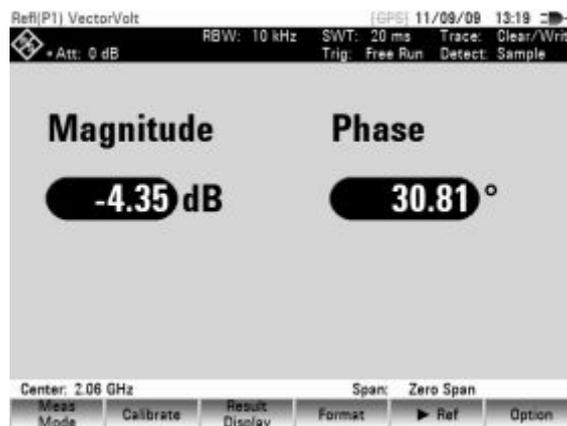


- Подключить измерительный вход моста или конец измерительного кабеля к нагрузке 50 Ом.
- Запустить завершение калибровки нажатием функциональной клавиши CONTINUE.
- Калибровка может быть прервана в любой момент функциональной клавишей CANCEL.

По окончании калибровки на экране анализатора R&S FSH в течение трех секунд выводится сообщение

Calibration done!

Если калибровка завершена успешно, на экран анализатора R&S FSH выводятся числовое значение потерь на отражение или фазы в ИУ.



Калибровка параметров отражения сохраняется до тех пор, пока неизменна центральная частота анализатора R&S FSH. При сбое калибровки в верхней части экрана анализатора появляется сообщение **Uncal**. Изменение времени развертки не влияет на измерения характеристик отражения.

Ввод отображаемых единиц измерения:

- Нажать функциональную клавишу AMPT.
- Нажать функциональную клавишу RANGE.

На экране анализатора R&S FSH откроется меню для выбора отображаемых единиц измерения. Для измерения характеристик отражения поддерживаются следующие единицы измерения отображения: потери на отражение в дБ, линейные в %, КСВ, коэффициент отражения (REFL COEFF (ROH)), и коэффициент отражения (REFL COEFF (mROH)). Выбрать желаемую единицу измерения отображения с помощью клавиш курсора или поворотной ручки.

- Завершить выбор нажатием клавиши ENTER или нажатием функциональной клавиши RANGE.

П р и м е ч а н и е – В режиме работы векторного вольтметра диапазон отображения не влияет на числовые значения.

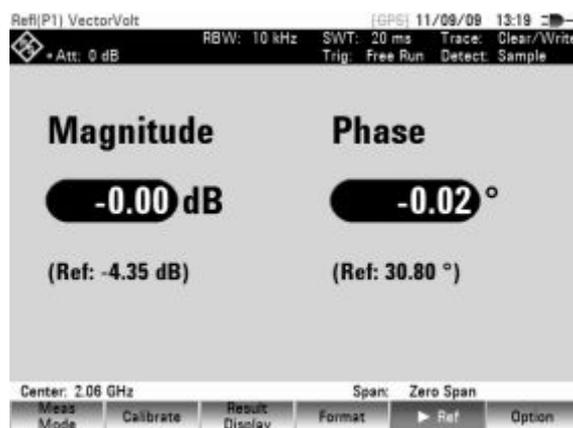
Когда выполняется сравнение измерения для различных исследуемых устройств, текущие значения могут быть сохранены как опорные.

- Для относительных измерений, нажать функциональную клавишу REF.

Затем анализатор R&S FSH стирает значения, которые были измерены как опорные. Анализатор R&S FSH рассчитывает значения относительно опорных, и измеренные значения отображает в дБ. Относительные измерения возможны только при отображении потерь на отражение (дБ).

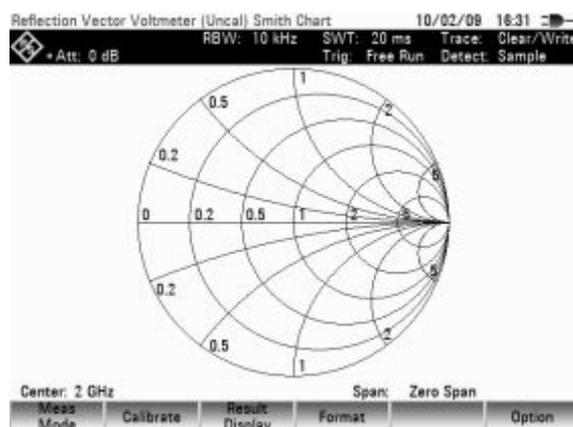
Если единица измерения не дБ, то анализатор R&S FSH автоматически переключается на отображение потерь на отражение.

Сохраненные опорные значения отображаются на экране ниже относительных (в данном случае Ref: - 6.42 дБ и Ref:-27.9 град).



В режиме работы векторного вольтметра амплитуда, фаза или круговая диаграмма Вольперта-Смита может быть отображена во временной области.

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Выбрать желаемый пункт меню с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.
- По завершении выбора нажать клавишу ENTER или функциональную клавишу FORMAT.



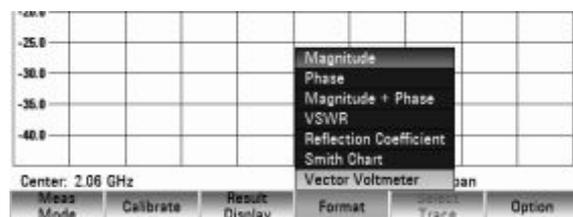
В зависимости от выбранного режима измерения анализатор R&S FSH отображает величину, фазу или диаграмму Вольперта-Смита.

Использование круговой диаграммы Вольперта-Смита подробно описано в главе "Представление параметров отражения на круговой диаграмме Вольперта-Смита".

Чтобы вернуться к отображению векторного вольтметра:

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.

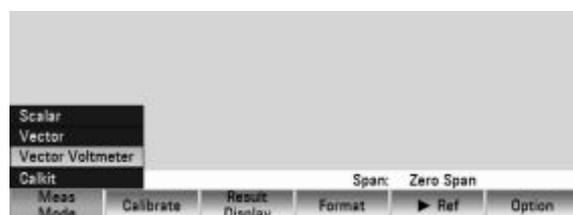
Выбрать пункт меню VECTOR VOLTMETER с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.



- По завершении выбора нажать клавишу ENTER или функциональную клавишу FORMAT.

8.19.2 Измерение коэффициента передачи (S_{21})

- Нажать клавишу MODE.
- Нажать функциональную клавишу NETWORK ANALYZER.
- Откроется меню функции измерения.
- Выбрать пункт меню VECTOR



VOLTMETER с помощью клавиш курсора или поворотной ручки и завершить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS MODE.

Анализатор R&S FSH включает следящий генератор и переходит в режим нулевого диапазона ZERO SPAN. Настройки частоты и уровня режима анализатора спектра запоминаются.

- Нажать функциональную клавишу RESULT DISPLAY и выбрать REFLECTION PORT 1 из меню с помощью клавиш курсора или поворотной ручки и завершить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши DISPLAY.

Калибровка:

Измерительная установка должна быть откалибрована до выполнения измерений. Это выполняется с помощью сквозного подключения выхода следящего генератора к ВЧ-входу. Опорное исследуемое устройство может быть использовано вместо простого сквозного соединения. Также требуется нагрузка 50 Ом для выхода следящего генератора. Перед калибровкой анализатора R&S FSH должна быть установлена центральная частота. Изменение настроек после калибровки приводит к сбоям калибровки, поэтому для измерительной установки потребуется повторная калибровка.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу CALIBRATE.
- Выбрать TRANSMISSION REV (PORT 2->1) с помощью клавиш курсора или поворотной ручки и завершить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CALIBRATE.

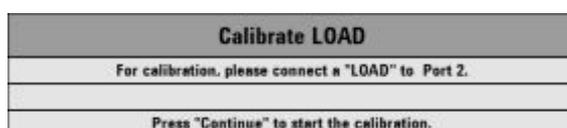
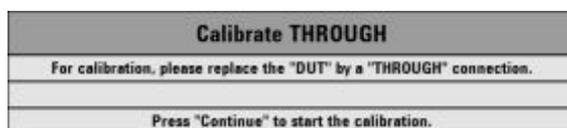
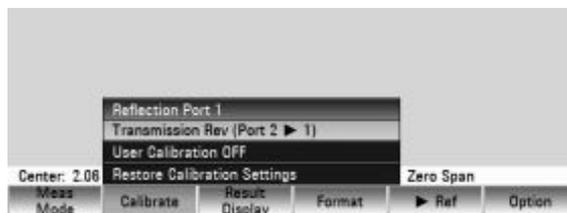
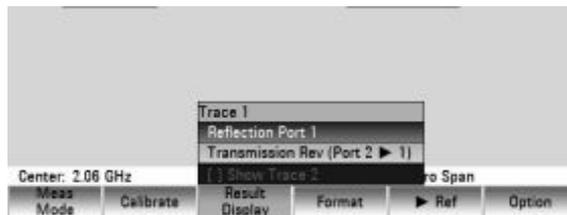
Анализатор R&S FSH предложит подсоединить ВЧ-выход к входу следящего генератора.

- Подсоединить ВЧ-выход к входу генератора напрямую, минуя ИУ или, если необходимо, к опорному ИУ.
- Нажать функциональную клавишу CONTINUE для запуска калибровки.

Калибровка может быть отменена нажатием функциональной клавиши CANCEL.

Затем анализатор R&S FSH предложит подключить к выходу следящего генератора нагрузку 50 Ом.

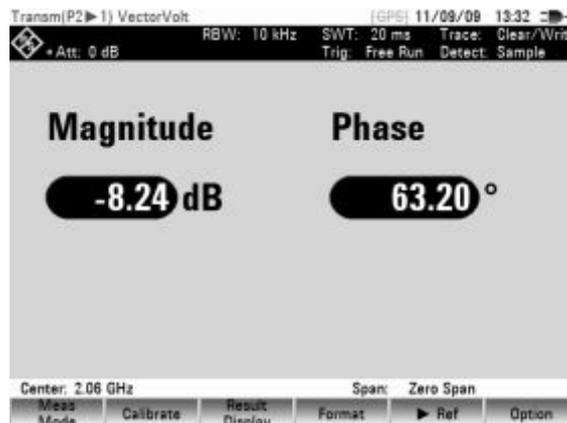
- Подсоединить нагрузку 50 Ом к выходу генератора.
- Нажать функциональную клавишу CONTINUE для запуска калибровки.



По окончании калибровки на экране анализатора R&S FSH в течение трех секунд выводится сообщение **Calibration done!**.

Калибровка отражения сохраняется, пока не изменится центральная частота анализатора R&S. При сбое калибровки в верхней части экрана анализатора появляется сообщение **Uncal**. Если после калибровки меняется опорный уровень (клавиша AMPT, функциональная клавиша). Изменение времени развертки не влияет на измерения параметров передачи.

Если калибровка завершилась успешно, на экран анализатора R&S FSH выводятся цифровые значения потерь передачи и фазы исследуемого устройства.



Ввод отображаемых единиц измерения:

- Нажать клавишу AMPT.
- Нажать функциональную клавишу RANGE.

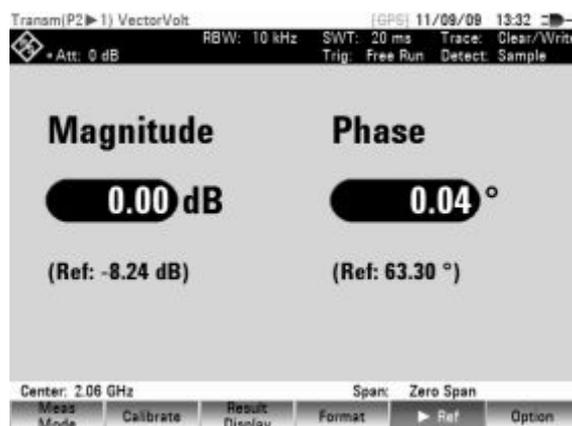
Откроется меню анализатора спектра R&S FSH для выбора единиц измерения отображения. При измерениях прямого сигнала используются следующие единицы измерения: потери передачи в дБ, линейные в %. Нужные единицы измерения отображения выбираются с помощью клавиш курсора или поворотной ручки. По завершении выбора нажать клавишу ENTER или функциональную клавишу RANGE.

Примечание – В режиме работы векторного вольтметра диапазон отображения не влияет на числовые значения.

При выполнении измерений методом сравнения на других ИУ, текущие значения могут быть сохранены в качестве опорных значений.

- Для относительных измерений нажать функциональную клавишу REF.

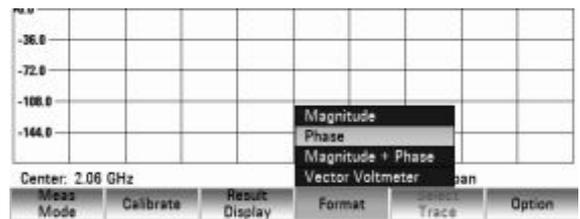
Затем анализатор спектра R&S FSH принимает только что измеренные значения за опорные. Анализатор спектра R&S FSH рассчитывает относительные величины из опорных и измеренных значений, а затем относительные величины выводятся на экран в дБ. Относительные измерения могут быть проведены, только если потери передачи измеряются в дБ. Если уже выбраны единицы измерения отличные от дБ, анализатор R&S FSH автоматически переключается на отображение потерь передачи.



Сохраненные опорные значения отображаются на экране ниже относительных значений (в данном случае "Ref: -0.2 dB" и "Ref:-176.8 deg").

Также в режиме векторного вольтметра, амплитуда и фаза могут отображаться во временной области по отдельности.

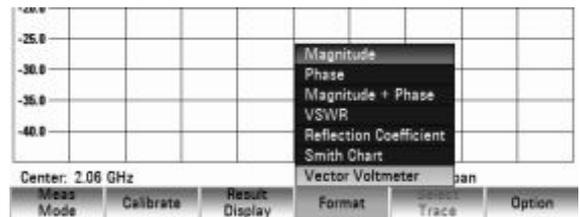
- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Выбрать желаемый режим отображения с помощью клавиш курсора или поворотной ручки
- По завершении выбора нажать клавишу ENTER или функциональную клавишу FORMAT.



В зависимости от выбранного режима измерения на экране отобразится во временной области или амплитуда, или фаза.

Чтобы вернуться к настройке отображения векторного вольтметра:

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Выбрать пункт меню VECTOR VOLTMMETER с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.



- По завершении выбора нажать клавишу ENTER или функциональную клавишу FORMAT.

Выбор калибровочной меры:

Мосты KCBH R&S FSH-Z29 и R&S FSH-Z28 снабжены калибровочными мерами R&S FSH-Z29 и R&S FSHZ28 соответственно. Калибровочные меры XX и K3 имеют электрическую длину 5,27 мм. Чтобы исключить фазовую ошибку, которая может возникнуть, электрическая длина для измерения S_{11} корректируется как стандартная. Могут быть использованы другие меры, отличные от мер калибровки анализатора спектра R&S. Это обусловлено тем, что разница электрических длин мер XX и K3 должна быть как можно ближе к нулю. Разница длин порождает дополнительную фазовую ошибку. Анализатор спектра R&S FSH может также произвести пост-коррекцию фазового сдвига, порожденного другими используемыми кабелями и адаптерами, которые используются для измерения S_{11} и S_{21} .

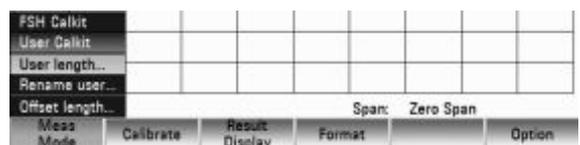
Последовательность действий:

- Нажать функциональную клавишу MEAS MODE.
- Выбрать пункт меню CALKIT с помощью поворотной ручки или клавиш со стрелками.



Откроются следующие разделы меню

- Выбрать пункт меню USER LENGTH с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.



- По завершении выбора нажать клавишу ENTER или функциональную клавишу MEAS MODE.

- Изменить электрическую длину используемой калибровочной меры с помощью поворотной ручки или клавиш курсора или введя значения с



помощью цифровой клавиатуры, а затем нажать клавишу ENTER.

Теперь электрическая длина будет учитываться при расчете для фазовых измерений и в круговой диаграмме полных сопротивлений (диаграммы Вольперта-Смита).

Чтобы использовать калибровочные меры R&S FSH-Z38 или R&S FSH-Z39 действовать следующим образом:

- Выбрать пункт FSH CALKIT в меню CALKIT с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.

Чтобы скорректировать фазу при использовании дополнительных кабелей и адаптеров, действовать следующим образом:

- Выбрать пункт меню OFFSET LENGTH... в меню CALKIT, используя поворотную ручку или клавиши курсора.
- По завершении выбора нажать клавишу ENTER или функциональную клавишу MEAS MODE.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, изменить значение для дополнительной электрической длины кабеля или адаптера или ввести значения с помощью цифровой клавиатуры. По окончании действия нажать клавишу ENTER.

Теперь электрическая длина учитывается при расчете для фазовых измерений и на диаграмме Вольперта-Смита.

Смена имени пользовательской калибровочной меры:

В настройках пользовательской калибровочной меры имя может быть назначено пользователем. Введенное имя пользовательского калибровочной меры затем показывается в окне состояния анализатора спектра R&S FSH (клавиша SETUP) с тем, чтобы, например, при документировании настройки могли быть сохранены.

- Выбрать Rename USER в меню CALKIT, используя поворотную ручку или клавиши курсора.
- По завершении выбора нажать клавишу ENTER или функциональную клавишу MEAS MODE.

На экране анализатора R&S FSH открывается окно для ввода имени пользовательского стандарта.

- Ввести имя с помощью цифровой клавиатуры.
- Завершить ввод, нажав клавишу ENTER.



8.20 Измерение параметров кабеля

(Только для анализатора спектра R&S FSH с установленными опциями следящего генератора и встроенного моста KCBH (номер для заказа 1309.6000.24 или 1309.6000.28) и установленной опцией R&S FSH-K41 (измерения расстояния до повреждения) вместе с R&S FSH-Z20 (коаксиальный кабель) и R&S FSH-Z28 или R&S FSH-Z29 (калибровочные меры)).

Измерения характеристик кабелей, подходящих к антенне, являются ключевой задачей при монтаже и обслуживании передающего оборудования. Повреждение (дефект) кабеля или плохие соединители отрицательно сказываются на коэффициенте передачи системы. В совокупности с опциями следящего генератора и опцией измерения расстояния до повреждения (R&S FSH-K41), анализатор спектра R&S FSH позволяет определить местонахождение повреждений кабеля и их расстояние от точки измерения.

Требуемыми входными параметрами являются тип кабеля и примерная длина. Используя эти параметры, анализатор R&S FSH определяет расстояние до любого повреждения и степень рассогласования. С помощью поддерживаемого программного пакета "FSH4 View" очень просто определить характеристики кабеля и передать их в анализатор R&S FSH. Анализатор может хранить в памяти свыше 100 типов кабелей.

Анализатор R&S FSH измеряет в частотной области сумму сигнала следящего генератора и отраженного сигнала в исследуемом кабеле. В зависимости от фазы сигнала, отраженного от дефекта, относительно сигнала генератора происходит или усиление или ослабление. В результате появляются колебания в частотной области полученной суммы сигналов. С помощью быстрого преобразования Фурье анализатор R&S FSH переводит полученный сигнал во временную область. Используя характеристики исследуемого кабеля, анализатор напрямую вычисляет, на каком расстоянии находится повреждение, от которого происходит отражение сигнала. Величина повреждения определяется амплитудой отражения на заданном расстоянии.

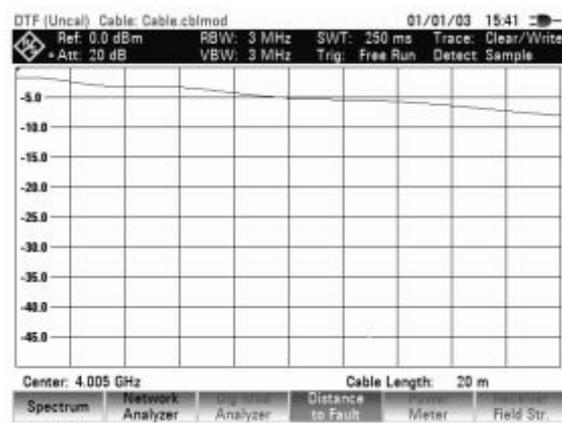
Схема измерения:

- Подсоединить коаксиальный кабель (R&S FSH-Z20) к разъёму PORT 1 анализатора R&S FSH.

Вызов функции:

- Нажать клавишу MODE.
- Нажать функциональную клавишу DISTANCE TO FAULT.

Анализатор R&S FSH переключается в режим измерения расстояния до повреждения (DTF).



- (1) Состояние режима DTF
- (2) Тип кабеля
- (3) Длина кабеля

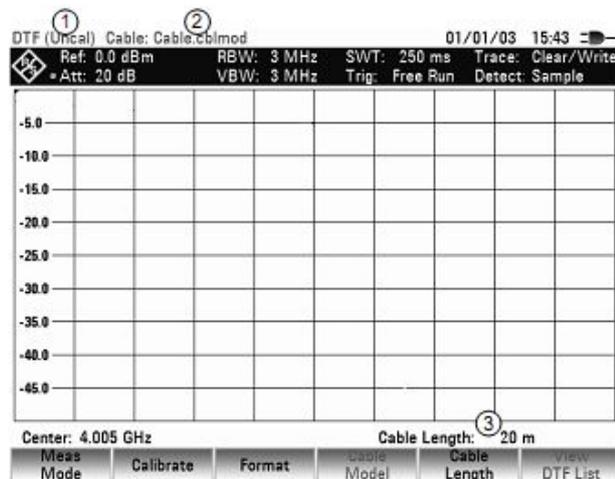


Рисунок 8.12 – Вид экрана при измерении параметров кабеля

Для выполнения измерения расстояния до повреждения, анализатор R&S FSH должен "знать" тип кабеля и его примерную длину.

Тип кабеля необходимо знать, чтобы определить скорость распространения и затем расстояние до любого повреждения в кабеле. Затухание в кабеле необходимо знать, чтобы корректно определить размер дефекта. Анализатор R&S FSH автоматически устанавливает диапазон в соответствии с примерной длиной кабеля.

8.20.1 Выбор кабеля

Частотно-зависимая модель кабеля может быть создана в Windows-программе R&S FSH4 View и загружена в анализатор R&S FSH. Данная процедура описана в руководстве ПО R&S FSH4 View. Анализатор R&S FSH может хранить во внутренней памяти свыше 100 различных типов кабелей. Если установленные коэффициент передачи, таблица каналов, линии ограничения или данные хранятся одновременно, максимальное количество моделей кабелей соответственно уменьшается (см. раздел "Сохранение и загрузка настроек прибора и результатов").

Если расстояние до повреждения должно быть определено точно, необходимо использовать соответствующую модель кабеля. В ином случае, анализатор R&S FSH не сможет корректно определить расстояние до повреждения от точки измерения и величину отражения от дефекта.

Выбор модели кабеля из заданного списка:

- Нажать функциональную клавишу CABLE MODEL.
- На экране анализатора R&S FSH отобразится список моделей кабеля.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать соответствующую модель кабеля.
- Используя функциональные клавиши, активируйте модель кабеля, которую вы выбрали.

Анализатор R&S FSH возвращается к режиму DTF и отображает в верхней части экрана используемый кабель.

Предварительный выбор длины кабеля:

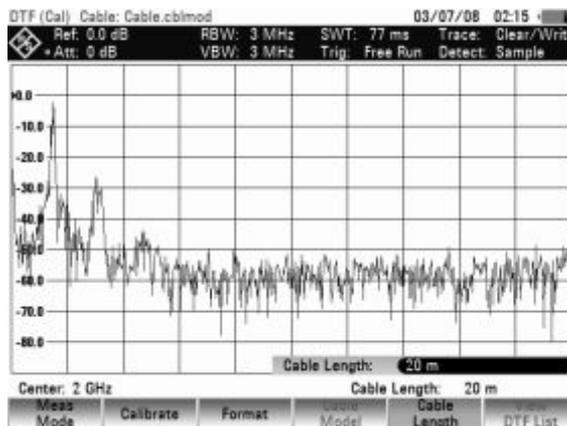
Анализатор R&S FSH использует длину кабеля, чтобы определить оптимальный диапазон для измерений. Чем длиннее тестируемый кабель, тем меньше диапазон, используемый анализатором R&S FSH. Анализатор R&S FSH также рассчитывает затухание в кабеле в зависимости от выбранной модели кабеля и настроек длины, чтобы измерение величины отражения от повреждения было корректным. Если выбран режим графического отображения результатов, анализатор R&S FSH масштабирует ось X так, чтобы вмещалась вся длина кабеля.

Если введенная длина кабеля меньше реальной, то анализатор R&S FSH не отображает повреждения всего кабеля. Отражение от конца кабеля не отображается. Однако, преднамеренный ввод меньшей длины – хороший способ повысить точность измерения расстояния до повреждений, находящихся недалеко от начальной точки измерения. Если введенная длина больше, чем реальная, то измеренные значения для всей длины кабеля недостоверны, потому что они получены в результате многократного отражения. Если длина кабеля неизвестна точно, рекомендуется вводить значение на 20%...50% больше, чем наилучшая оценка длины кабеля.

- Нажать функциональную клавишу CABLE LENGTH.

Анализатор R&S FSH откроет окно ввод значения длины кабеля (CABLE LENGTH) и отобразит текущую настройку длины в метрах или футах. Единицы измерения длины выбираются с помощью SETUP: INSTRUMENT SETUP: LENGTH UNIT.

- Используя цифровую клавиатуру, ввести длину кабеля в метрах и завершить ввод, нажав клавишу ENTER или
- Используя поворотную ручку (шаг 1 м) или клавиш курсора (шаг 10 м) настроить длину кабеля.



Минимальная длина кабеля составляет 3 метра. Данное значение определяется максимальным частотным диапазоном анализатора R&S FSH. Максимально возможная длина кабеля 1000 м. Максимальная длина кабеля, которая подходит для измерения, зависит от ослабления в кабеле. После того, как тестовый сигнал пройдет по кабелю дважды, сигнал отразится от конца кабеля и вернется с двойным затуханием на вход делителя мощности. Динамический диапазон уменьшается с увеличением длины кабеля.

Если затухание в кабеле превышает 10 дБ, на экран анализатора R&S FSH выводится сообщение, предупреждающее о слишком высоком уровне затухания. В нем также приводится максимальная рекомендуемая длина кабеля для наблюдения точных результатов.

Введенное значение принимается после нажатия клавиши CONTINUE.

8.20.2 Выбор частотного диапазона

Со стандартными настройками анализатор R&S FSH автоматически выбирает частотный диапазон вокруг установленной центральной частоты на основе длины и модели кабеля. Анализатор R&S FSH выбирает частотный диапазон, при котором допустимо максимальное разрешение по длине.

В частности, для коротких кабелей частотный диапазон, заданный для кабеля, затем может быть превышен. Поэтому, в анализаторе R&S FSH допускается, что пользователь задает частотный диапазон, в котором будет проводиться измерение расстояния до повреждения. Однако разрешение по длине во время измерения уменьшается при использовании меньшего частотного диапазона.

При настройке частотного диапазона, рекомендуется сначала задать диапазон, а только потом центральную частоту. Это предотвращает появление сообщения о том, что требуемая центральная частота не может быть установлена для текущего диапазона, используемого при измерении расстояния до повреждения.

- Нажать клавишу SPAN.

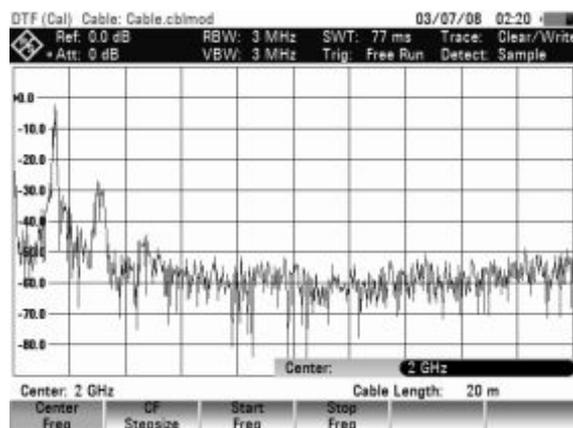
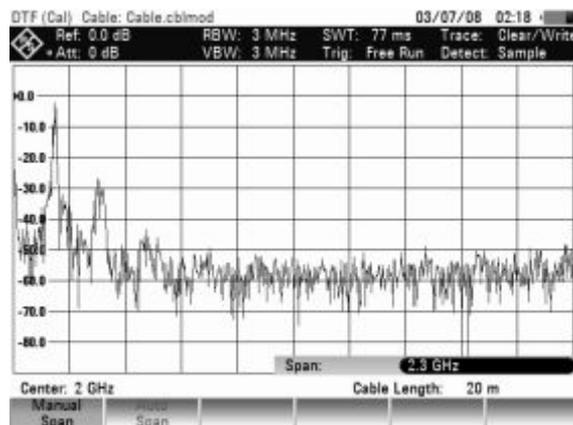
На экране анализатора R&S FSH отобразится меню диапазона DTF-измерения. Если выбраны автоматические настройки, надпись функциональной клавиши AUTO SPAN подсвечена зеленым цветом. Если нажата функциональная клавиша AUTO SPAN, в анализаторе R&S FSH устанавливается диапазон для наилучшего разрешения длины.

Если требуемый диапазон слишком большой для текущей центральной частоты, в анализаторе R&S FSH устанавливается наименьшая возможная центральная частота.

- Нажать клавишу MANUAL SPAN.
- Установить требуемый диапазон, используя цифровой ввод, клавиши курсора или поворотную ручку.
- Подтвердить настройки, нажав клавишу ENTER или наоборот, снова нажать функциональную клавишу MANUAL SPAN.

Минимальный диапазон, который может быть установлен, или 1/10 от автоматически установленного анализатором R&S FSH в случае AUTO SPAN или 200 МГц (что еще меньше). Не допускаются диапазоны большие, чем установленные анализатором R&S FSH при AUTO SPAN.

- Нажать клавишу FREQ.
- Используя или цифровую клавиатуру или поворотную ручку, установить нужную частоту.
- Подтвердить ввод клавишей ENTER или функциональной клавиши CENTER FREQ.



8.20.3 Калибровка измерительной установки

Измерительная установка должна быть откалибрована до начала любого измерения. Для выполнения калибровки требуется установить режим короткого замыкания (SHORT) на выходе измерительного кабеля длиной в 1 м. Вместо короткого замыкания может использоваться режим холостого хода (OPEN). Однако если использовать режим холостого хода, будет наблюдаться большая погрешность результатов измерения, т.к. холостой ход не задается так же точно, как короткое замыкание.

Примечание – Плоскостью начала отсчета должен служить выход измерительного кабеля длиной 1 м; т.е. без измерительного кабеля обойтись нельзя. Если в качестве плоскости отсчета используется КСВН-мост, то результаты DTF-измерения недостоверны.

- Нажать функциональную клавишу CALIBRATE.

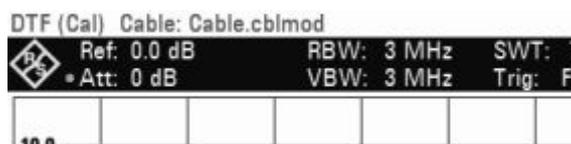
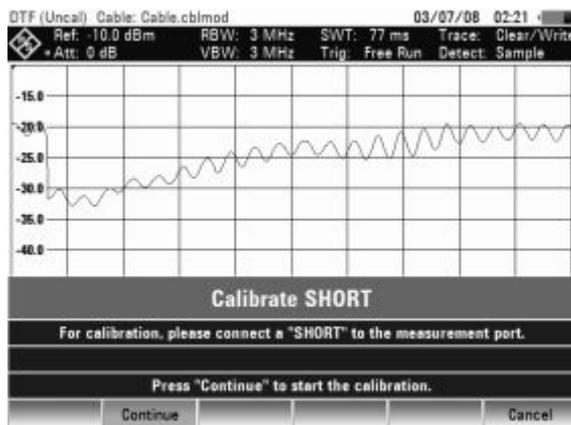
Выбрать в меню пункт DTF ONLY с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и завершить выбор нажатием функциональной клавиши CALIBRATE или кнопки ENTER

На экране анализатора R&S FSH откроется текстовое окно, в котором пользователю предлагается закоротить измерительный кабель (SHORT).

- Плотно прикрутить КЗ-нагрузку к выходному концу измерительного кабеля (режим SHORT).
- Для запуска калибровки при КЗ нажать функциональную клавишу CONTINUE.
- Калибровка может быть прервана нажатием клавиши CANCEL.

По окончании калибровки в верхнем правом углу экрана анализатора R&S FSH будет выведена надпись "DTF (CAL)".

На экране будет отображаться кривая зависимости отражения в кабеле от расстояния до начальной точки отсчета.



Примечание – Калибровка выполняется по всему частотному диапазону анализатора R&S FSH. Это исключает необходимость калибровки при выборе кабеля другой длины. Данные калибровки сохраняются во внутренней памяти анализатора R&S FSH, поэтому калибровка не сбивается при переключении в другой режим работы анализатора или при выключении прибора. Для поддержания калибровки в неизменном виде необходимо, чтобы после процедуры калибровки температура прибора не изменялась более чем на 5 °С.

- Отсоединить КЗ-нагрузку (SHORT) от измерительного кабеля.
- Подсоединить исследуемый кабель к измерительному кабелю

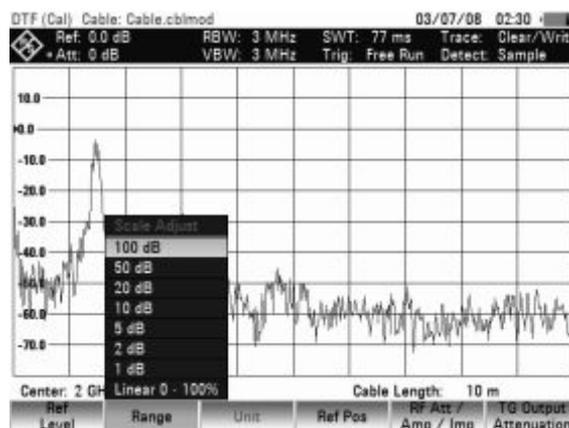
На экране анализатора R&S FSH будут отображены отраженные сигналы, имеющие место в исследуемом кабеле.



Выбор единиц измерения отображения:

- Нажать клавишу AMPТ.
- Нажать функциональную клавишу RANGE.

На экран анализатора R&S FSH будет выведено меню выбора диапазона отображения. В режиме измерения расстояния до повреждения доступны следующие единицы измерения: потери на отражение в дБ, линейные в %, коэффициент стоячей волны по напряжению (VSWR), коэффициент отражения (ROH) и коэффициент отражения (mROH). Выбрать требуемые единицы измерения отображения, используя поворотную ручку или клавиши курсора.



Анализатор R&S FSH может вывести список всех обнаруженных повреждений кабеля. На экран выводятся потери на отражение и расстояние от начальной точки измерения всех отражений, которые превышают установленный порог.

- Нажать функциональную клавишу VIEW DTF LIST в меню измерения расстояния до повреждения.

Анализатор R&S FSH откроет окно для ввода пороговой величины, а также отобразит эту величину в виде горизонтальной линии на графике результатов измерения.

- Установить пороговое значение, используя клавиши курсора (шаг 5 дБ), поворотную ручку (шаг 1 дБ) или цифровую.
- Для закрытия таблицы и возврата к режиму графического отображения снова нажать VIEW DTF LIST.

8.20.4 Форматы измерения в режиме DTF

При измерении параметров кабеля может быть выбран требуемый формат измерения. Для анализатора R&S FSH доступны три формата:

- Модуль (Magnitude)

По умолчанию на экране анализатора R&S FSH отображается модуль дефекта кабеля. Модуль дефекта описывается высотой отражения на определённом расстоянии.

- КСВН (VSWR)

КСВН – коэффициент стоячей волны по напряжению отображается на диаграмме в декартовой системе координат. КСВН – это отношение максимального напряжения и минимального, которое имеет место в линии передачи.

- Коэффициент отражения (Reflection Coefficient)

Коэффициентом отражения является отношение амплитуд отражённой и прямой волн, которые имеют место в линии передачи.

- Нажмите функциональную клавишу FORMAT.
- С помощью поворотной ручки или клавиш курсора выбрать требуемый формат измерения. Завершить выбор с помощью клавиши ENTER или функциональной клавиши FORMAT.

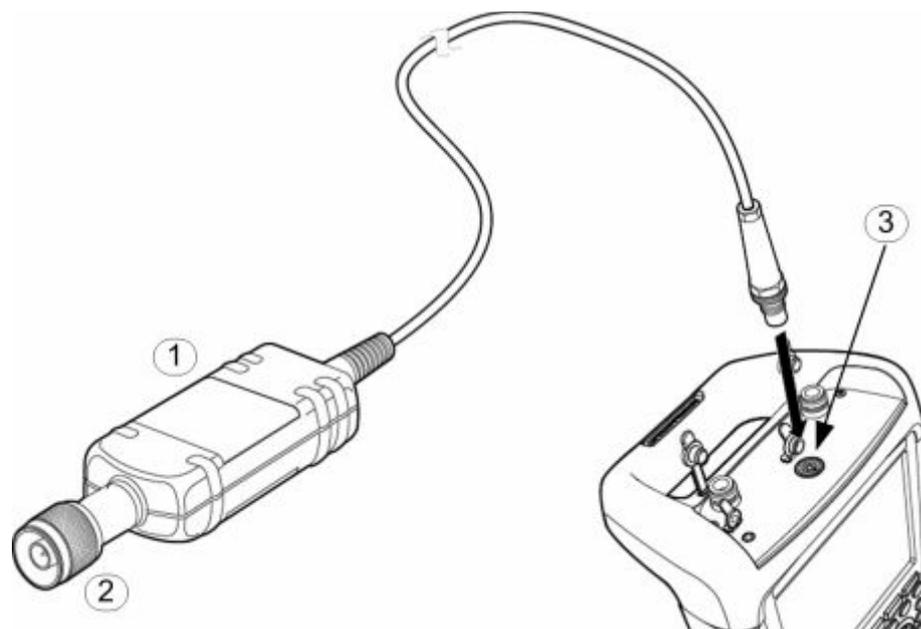
Анализатор R&S FSH соответствующим образом перенастроит и обновит все отображаемые величины.

8.21 Измерения с использованием датчика мощности

Для наиболее точного измерения мощности R&S FSH обеспечивает возможность использования датчиков мощности R&S FSH-Z1 или R&S FSH-Z18. Они измеряют мощность в диапазоне частот от 10 МГц до 8 ГГц и от 10 МГц до 18 ГГц соответственно. Это означает возможность высокоточного измерения как синусоидальных, так и модулированных сигналов в очень широком динамическом диапазоне.

8.21.1 Подсоединение датчика мощности

Датчик мощности R&S FSH-Z1 или R&S FSH-Z18 управляется и питается через специальный интерфейс. Подключите кабель датчика мощности к разъему для датчика мощности на R&S FSH и затяните резьбовое соединение. ИУ (испытуемое устройство) подключить к N-разъему датчика мощности.



- (1) Датчик мощности R&S FSH-Z1 или R&S FSH-Z18
- (2) Разъем датчика мощности (ИУ)
- (3) Интерфейс датчика мощности

Рисунок 8.13 – Подсоединение датчика мощности

П р и м е ч а н и е – Опасность повреждения датчика мощности

Непрерывная мощность, подаваемая на вход датчика, не должна превышать 400 мВт (26 дБмВт). Однако, допустимы короткие (≤ 10 мкс) пики мощности до 1 Вт (30 дБмВт). Более высокая входная мощность может вывести датчик из строя. Чтобы предотвратить превышение максимально допустимой для датчика мощности при проведении измерений на мощных передатчиках, необходимо использовать аттенюатор.

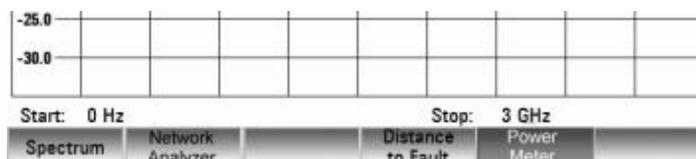
Измерение:

Функция POWER SENSOR превращает анализатор R&S FSH в широкополосный измеритель мощности. Это значит, что прибор будет измерять мощность всего сигнала в диапазоне от 10 МГц до 8 ГГц или от 10 МГц до 18 ГГц, при этом в большинстве случаев форма сигнала не оказывает влияния на результат измерения.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу MODE.
- Нажать функциональную клавишу POWER METER.

Откроется подменю измерения мощности Power Meter.



На экран анализатора будет выведено окно измерения мощности. Если датчик мощности не был подключен, то никаких результатов измерений не отображается. Если же датчик мощности был подключен, то R&S FSH устанавливает связь с ним через свой интерфейс и после нескольких секунд ожидания отображает измеренную мощность.

В случае неправильного функционирования или неисправности датчика на экран анализатора R&S FSH выводятся следующие сообщения:

Т а б л и ц а 8.6

Сообщение	Причина	Действия
Error in zeroing: signal at sensor (Ошибка при установке нуля: сигнал на датчике)	При выполнении процедуры установки нуля на входе датчика было обнаружено присутствие сигнала	Отсоединить датчик мощности от прибора и повторить установку нуля.
Warning: Input overloaded (Предупреждение: вход перегружен)	Мощность сигнала на входе датчика превышает допустимую (23 дБмВт = 200 мВт).	Уменьшить мощность сигнала на входе датчика.
Power sensor hardware error (Неисправность датчика мощности)	Ошибка соединения между анализатором R&S FSH и датчиком мощности.	Отсоединить датчик от R&S FSH и проверить соединительные разъемы. Если проблема останется, обратиться в сервисный центр Rohde & Schwarz.
Power sensor error (Ошибка датчика мощности)	R&S FSH получает неправильный сигнал с датчика мощности.	Обратиться в сервисный центр Rohde & Schwarz.
Unknown power sensor model connected (Подключена неизвестная модель датчика)	R&S FSH не может идентифицировать прибор, подключенный к разъему датчика мощности.	

- (1) Тип используемого датчика мощности
- (2) Опорный уровень для относительных измерений мощности
- (3) Смещение мощности
- (4) Время измерений
- (5) Результат измерения мощности
- (6) Аналоговый результат измерения мощности
- (7) Частота измерений

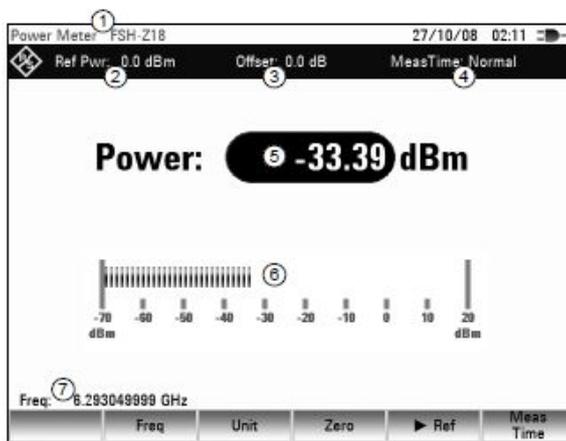


Рисунок 8.14 – Вид экрана в режиме измерений с датчиком мощности

Датчик мощности имеет память, которая содержит зависящие от частоты корректирующие значения. Это означает, что наивысшая точность достигается для сигналов, частота которых известна. Если анализатор R&S FSH переключается в режим измерения мощности с другого режима работы, то в качестве частоты для датчика мощности используется центральная частота.

Если измеряется сигнал с другой частотой, новая центральная частота может быть передана в датчик мощности путем ввода этой частоты (функциональная клавиша FREQ).

- Нажать функциональную клавишу **FREQ.**
Откроется окно ввода частоты.
- Используя цифровую клавиатуру, ввести нужную частоту и подтвердить выбор нажатием клавиши **ENTER** или повторным нажатием функциональной клавиши **FREQ.**

R&S FSH передаст новую частоту на датчик мощности, который скорректирует показания измеренной мощности.

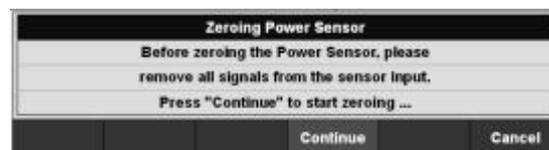


8.21.2 Установка нуля датчика мощности

При измерении малых значений мощности наибольшее влияние на результат измерений оказывают напряжения или токи смещения. Процедура установки нуля используется для компенсации подобных смещений. Установка нуля датчика мощности производится автоматически после получения команды от пользователя. Во время установки нуля на вход датчика не должна поступать какая-либо мощность, так как датчик мощности не может отличить внешнюю мощность от внутренних смещений.

- Нажать функциональную клавишу **ZERO.**

R&S FSH выведет сообщение о том, чтобы во время установки нуля на датчик мощности каких-либо сигналов не подавалось



- Отсоединить датчик мощности от любых источников сигнала.
- Запустить установку нуля функциональной клавишей **CONTINUE.**

Нажать **CANCEL** для прерывания процесса установки нуля, если, например, нет возможности отключения источника сигнала.

Анализатор сразу же запустит процедуру установки нуля датчика мощности. Во время этого процесса на экран R&S FSH выводится сообщение "Zeroing power sensor, please wait.." ("Установка нуля датчика мощности, пожалуйста, ждите..").



После того, как установка нуля будет закончена, R&S FSH выведет сообщение "Power Sensor Zero OK" ("Ноль датчика мощности установлен") и переключится в меню функциональных клавиш датчика мощности.



8.21.3 Выбор единиц измерения мощности

Анализатор R&S FSH может отображать измеряемую мощность в относительных единицах (дБмВт) или в абсолютных – в Ваттах (Вт, мВт, мкВт, нВт и пВт). Также поддерживается определение опорного уровня в дБ.

- Нажать функциональную клавишу **UNIT.**

Откроется подменю выбора единиц измерения.

- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать нужные единицы измерения.



- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши UNIT.

При выборе пункта dB REL... будет открыто окно ввода значения опорного уровня.

- Ввести опорный уровень (REFERENCE), используя цифровую клавиатуру, и выбрать единицы измерения или изменить опорный уровень, используя поворотную ручку или клавиши курсора.

Текущий уровень можно сделать опорным простым нажатием функциональной клавиши ->REF.

- Нажать функциональную клавишу ->REF.

Текущий измеряемый уровень будет установлен в качестве опорного, а измеряемый с этого момента уровень будет отображаться относительно опорного в дБ. Единицы измерения (UNIT) автоматически будут установлены в позицию dB REL....

Опорный уровень показан в верхнем левом углу экрана.

В поле ввода значения опорного уровня REFERENCE, он может быть скорректирован с помощью поворотной ручки или клавиш курсора или введен с цифровой клавиатуры.

- Подтвердить ввод опорного уровня нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши ->REF.



8.21.4 Установка времени усреднения

Время усреднения определяет продолжительность измерения сигнала. Чем больше время усреднения, тем более стабильное отображение получается – особенно, если сигналы лежат в нижнем диапазоне уровня измерений или искажены шумами. В анализаторе для измерений мощности используется три варианта усреднения: быстрое, нормальное и медленное.

Для постоянного синусоидального сигнала с высоким уровнем (> -40 дБмВт) будет достаточно короткого времени измерений для получения стабильного и точного результата. В таком случае для наблюдения сигналов с высокой частотой повторения рекомендуется режим измерений FAST. При выборе режима NORMAL стабильность отображения возрастает для сигналов с низким уровнем или модулированных сигналов. Режим LONG рекомендован для сигналов с очень маленьким уровнем на грани диапазона измерений (<-50 дБмВт до <-60 дБмВт). Датчик мощности R&S FSH-Z1 усредняет шум более эффективно, и влияние шума на измерения минимально.

- Нажать функциональную клавишу MEAS TIME.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать нужное время измерений из меню (например, SHORT, NORMAL или LONG).
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или повторным нажатием функциональной клавиши MEAS TIME.

8.21.5 Учет дополнительного усиления или ослабления

При большой мощности, когда для R&S FSH-Z1 превышен максимальный входной уровень или при очень малом уровне (ниже уровня чувствительности прибора) анализатор R&S FSH может учесть усиление или ослабление на участке между испытуемым устройством и датчиком мощности. Эти значения определяются

как смещение в дБ относительно измеряемого уровня. Положительное смещение соответствует ослаблению, а отрицательное – усилению.

- Нажать клавишу AMPТ.
- Нажать функциональную клавишу REF OFFSET.



Откроется окно ввода смещения опорного уровня.

- Используя поворотную ручку и клавиши курсора или цифровую клавиатуру, ввести нужное смещение и подтвердить ввод нажатием ENTER.

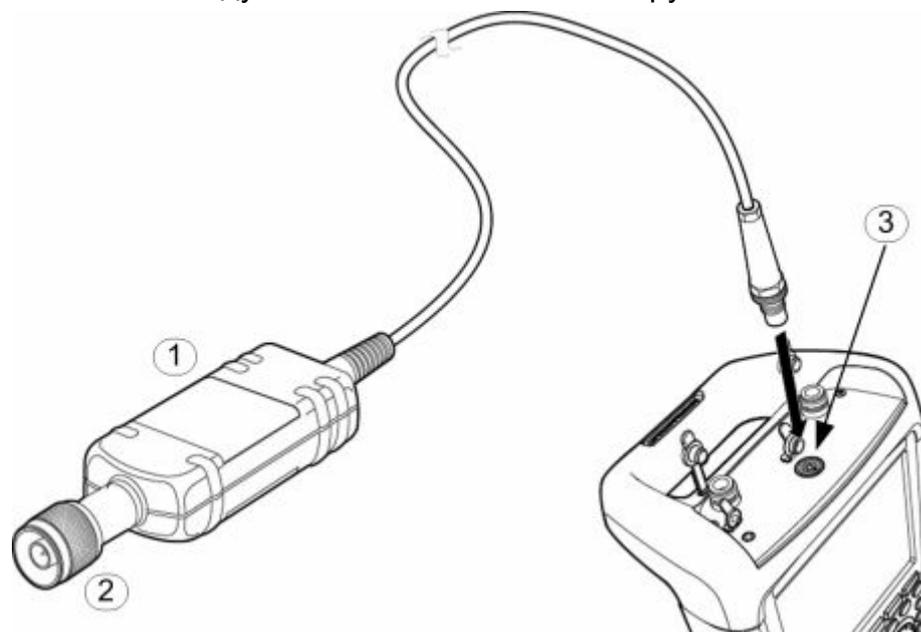
Смещение отобразится в центре верхней части экрана и будет использовано при отображении мощности или уровня.

8.22 Измерение прямой и отраженной мощности

Направленные датчики мощности R&S FSH-Z14 и R&S FSH-Z44 включаются между источником и нагрузкой и измеряют потоки мощности в обоих направлениях, т.е. от источника к нагрузке (прямая или падающая мощность) и от нагрузки к источнику (обратная или отраженная мощность). Соотношение между обратной и прямой мощностями является мерой согласования нагрузки и отображается либо в виде потерь на отражение, либо в виде KСВН.

Направленные датчики мощности R&S FSH-Z14 и R&S FSH-Z44 имеют ассиметричную конструкцию и поэтому должны использоваться в измерительной цепи так, чтобы стрелка FORWARD (1 → 2) на датчике указывала в направлении нагрузки (соответствует направлению прямой мощности).

Питание и управление направленными датчиками мощности осуществляется через специальный последовательный интерфейс. Соответствующий штекер кабеля датчика необходимо вставить и прикрутить к разъему датчика мощности POWER SENSOR анализатора R&S FSH. Сам направленный датчик мощности необходимо вставить между источником сигнала и нагрузкой.



- (1) Направленный датчик мощности R&S FSH-Z44
- (2) Источник
- (3) Нагрузка
- (3) Разъем датчика мощности

Рисунок 8.15 – Подсоединение направленного датчика мощности

При измерении большой мощности для предотвращения повреждений датчика или опасности для людей внимательно соблюдайте следующие инструкции:



ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ:

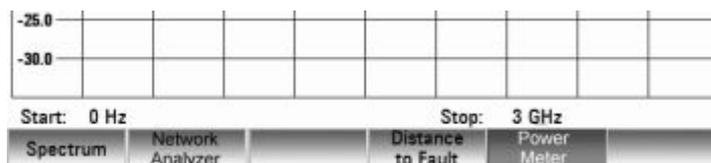
Опасность получения ожогов или повреждения оборудования

- Постоянная мощность на входе направленного датчика ни в коем случае не должна превышать допустимое значение (смотри диаграмму на обратной стороне датчика).
- Допустимая постоянная мощность указана на диаграмме на обратной стороне датчика
- Подключайте датчик только при отключенной ВЧ-мощности.
- Обеспечьте надежное крепление ВЧ-разъемов.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу MODE.
- Нажать функциональную клавишу POWER METER.

Откроется подменю измерителя мощности.



На экран анализатора будет выведено окно измерения мощности. Если датчик мощности не подключен, то результат измерений не отображается, а в поле состояния выводится надпись POWER SENSOR (UNKNOWN). Если датчик подключен, то анализатор R&S FSH установит соединение с датчиком мощности через его интерфейс, в поле состояния отобразит первое сообщение POWER SENSOR (DETECTING), затем сообщение POWER SENSOR (BOOTING) и через несколько секунд отобразит тип подключенного датчика мощности (R&S FSH-Z44) и измеренное значение мощности.

В случае неправильного функционирования или неисправности датчика на экран анализатора R&S FSH выводятся следующие сообщения:

Т а б л и ц а 8.7

Сообщение	Причина	Действия
Error in zeroing: signal at sensor (Ошибка при установке нуля: сигнал на датчике)	При выполнении процедуры установки нуля на входе датчика было обнаружено присутствие сигнал	Отсоединить датчик мощности от прибора и повторить установку нуля.
Warning: input overloaded (Предупреждение: вход перегружен)	Мощность сигнала на входе датчика превышает допустимую..	Уменьшить мощность сигнала на входе датчика.
Hardware error (Аппаратная ошибка)	Ошибка соединения между анализатором R&S FSH и датчиком мощности.	Отсоединить датчик от R&S FSH и проверить соединительные разъемы. Если проблема остается, обратиться в сервисный центр Rohde & Schwarz.
Power sensor error (Ошибка датчика мощности)	R&S FSH получает неправильный сигнал с датчика мощности.	Обратиться в сервисный центр Rohde & Schwarz.

- (1) Тип используемого датчика мощности
- (2) Стандарт передачи
- (3) Опорный уровень для относительных измерений мощности
- (4) Смещение мощности
- (5) Результат измерения прямой мощности (dBm, W или dB, относит.)
- (6) Результат измерения прямой мощности в аналоговом виде
- (7) Значения коэффициента согласования (КСВН или потери на отражение)
- (8) Значения коэффициента согласования в аналоговом виде
- (9) Частота измерений

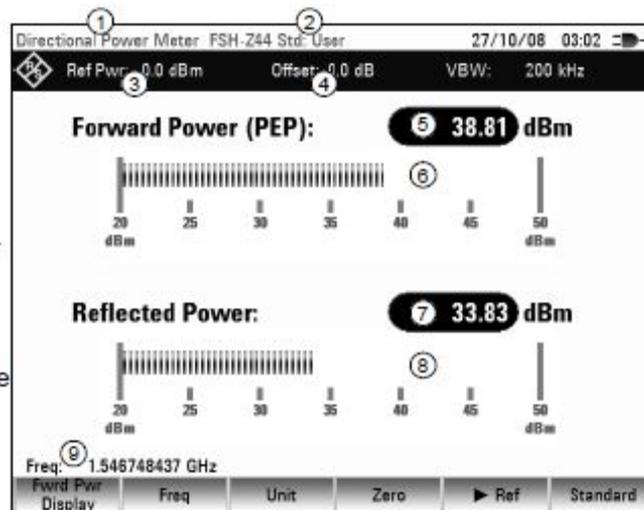


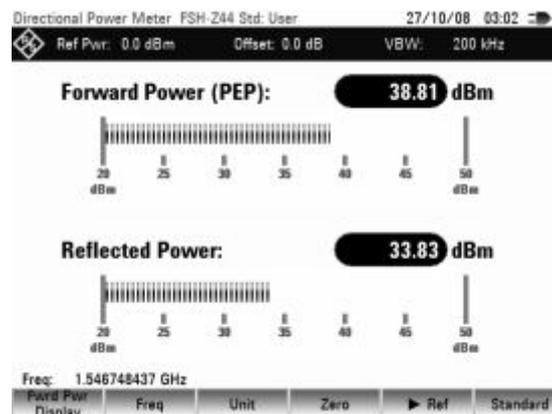
Рисунок 8.16 – Вид экрана в режиме измерений с помощью направленного датчика мощности R&S FSH-Z14/-Z44

Датчик мощности имеет память, которая содержит зависящие от частоты корректирующие значения. Это означает, что наивысшая точность достигается для сигналов, частота которых известна. Если анализатор R&S FSH переключается в режим измерения мощности с другого режима работы, то в качестве частоты для датчика мощности используется центральная частота.

Если измеряется сигнал с другой частотой, новая центральная частота может быть передана в датчик мощности путем ввода этой частоты (функциональная клавиша FREQ).

- Нажать функциональную клавишу FREQ. Откроется окно ввода частоты.
- Используя цифровую клавиатуру, ввести нужную частоту и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или повторным нажатием функциональной клавиши FREQ.

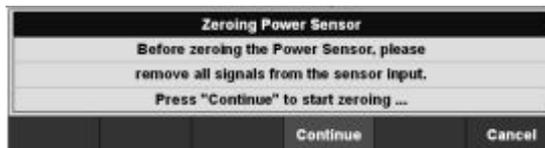
R&S FSH передаст новую частоту на датчик мощности, который скорректирует показания измеренной мощности.



8.22.1 Установка нуля датчика мощности

При измерении малых значений мощности наибольшее влияние на результат измерений оказывают напряжения или токи смещения. Процедура установки нуля используется для компенсации подобных смещений. Установка нуля датчика мощности производится автоматически после получения команды от пользователя. Во время установки нуля на вход датчика не должна поступать какая-либо мощность, так как датчик мощности не может отличить внешнюю мощность от внутренних смещений.

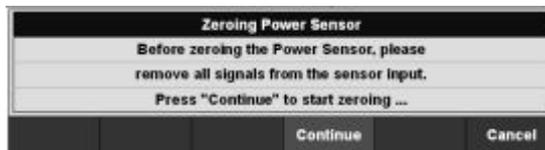
- Нажать функциональную клавишу ZERO.
R&S FSH выведет сообщение о том, чтобы во время установки нуля на датчик мощности каких-либо сигналов не подавалось.



- Отсоединить датчик мощности от любых источников сигнала.
- Запустить установку нуля функциональной клавишей CONTINUE.

Нажать CANCEL до начала установки нуля для прерывания процесса, если, например, нет возможности отключения источника сигнала.

После нажатия функциональной клавиши CONTINUE анализатор сразу же запустит процедуру установки нуля датчика мощности. Во время этого процесса на экран R&S FSH выводится сообщение "Zeroing power sensor, please wait.." ("Установка нуля датчика мощности, пожалуйста, ждите..").



После того, как установка нуля будет закончена, R&S FSH выведет сообщение "Power Sensor Zero OK" ("Ноль датчика мощности установлен") и переключится в меню функциональных клавиш датчика мощности.



8.22.2 Установка весовых функций при измерении мощности

Для отображения прямой мощности в анализаторе R&S FSH обеспечивается вычисление средней мощности и пиковой мощности огибающей. Для переключения между двумя режимами отображения используется функциональная клавиша FWRD PWR DISPLAY в меню датчика мощности.

- Нажать функциональную клавишу FWRD PWR DISPLAY.
- Выбрать пункт меню PEAK ENVELOPE с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши FWRD PWR DISPLAY.



Текущий режим взвешивания подсвечивается зеленым цветом.

- Выбрать требуемый режим взвешивания, используя поворотную ручку или клавиши курсора.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши FWRD POWER DISPLAY.

Установленный режим взвешивания будет отображаться на экране в заголовке прямой мощности:

"Forward power (AVG)" – средняя мощность

"Forward power (PEP)" – пиковая мощность огибающей

8.22.3 Выбор единиц измерения мощности

R&S FSH отображает измеряемую прямую мощность в логарифмическом масштабе в дБмВт (относительная величина) или в линейном масштабе в Вт или мВт (абсолютная величина). Более того, может быть определен опорный уровень, по отношению к которому будет рассчитываться разница в дБ. Согласование нагрузки характеризуется потерями на отражение в дБ или коэффициентом стоячей волны по

напряжению, КСВН (VSWR). Кроме того, полностью отраженная мощность может быть отображена в Вт или в виде отраженного уровня в дБмВт.

- Нажать функциональную клавишу UNIT.

Откроется меню для выбора единиц измерения прямой и отраженной мощности.

- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, выбрать единицу измерения для отображения результатов измерения мощности.



Для прямой мощности могут быть выбраны следующие единицы измерения:

- dBm (дБмВт)
- W (Вт)
- dB REL

Для отраженной мощности могут быть выбраны следующие единицы измерения:

- dBm (дБмВт)
- W (Вт)
- VSWR (КСВН)
- dB (потери на отражение)

- Подтвердить параметры нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши FWRD POWER DISPLAY.

Если выбраны единицы dB REL..., откроется окно для ввода опорного уровня.

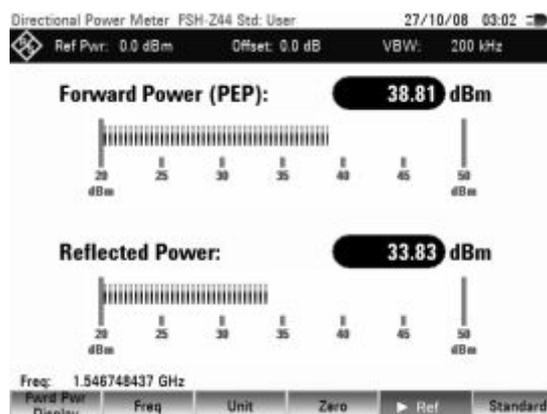
- Ввести опорный уровень (REFERENCE), используя цифровую клавиатуру, и завершить ввод соответствующими единицами измерения, или изменить опорный уровень, используя поворотную ручку или клавиши курсора.

Текущий уровень может быть определен в качестве опорного уровня путем нажатия функциональной клавиши ->REF.

- Нажать функциональную клавишу ->REF.

Текущий измеряемый уровень будет принят в качестве опорного уровня, а измеренная разность уровней будет отображаться относительно этого опорного уровня в дБ. Единицы измерения (UNIT) автоматически установятся в dB REL....

Опорный уровень отображается в верхнем левом углу экрана (в примере "Ref: -4.8 dBm").



Опорный уровень может быть отрегулирован в окне REFERENCE с помощью поворотной ручки, клавиш курсора или цифровой клавиатуры.

- Подтвердить установку опорного уровня нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши ->REF.
- Переключиться с относительных измерений на абсолютные можно с помощью функциональной клавиши FWRD PWR DISPLAY.
- Выбрать параметр "Forward Power...".
- Выбрать дБмВт или Вт для отображения прямой мощности.

Для обеспечения получения правильных результатов при измерении модулированных сигналов в R&S FSH предусмотрена возможность учета поправочных значений для целого ряда общих стандартов передачи.

- Нажать функциональную клавишу STANDARD.

Откроется меню с доступными стандартами.

- Выбрать требуемый стандарт, используя поворотную ручку или клавиши курсора.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или повторным нажатием функциональной клавиши STANDARD.

Выбранный стандарт будет отображен в верхнем правом углу экрана.



8.22.4 Учет дополнительного ослабления

Когда направленный датчик мощности подключен к контрольной точке не напрямую, а через кабель, то затухание в кабеле может быть учтено при расчете. Для этого вводится затухание в кабеле на измеряемой частоте, т.е. положительная величина в дБ, в случае если мощность и согласование требуется измерить на источнике, и кабель включен между источником и датчиком мощности; и отрицательная величина в дБ, если мощность и согласование должны быть измерены на нагрузке, и кабель включен между нагрузкой и датчиком мощности. При этом направленный датчик мощности корректирует значения мощности и согласования для получения результатов, которые были бы получены в случае прямого подключения к контрольной точке.

- Нажать клавишу AMPT.
- Нажать функциональную клавишу REF OFFSET.

Откроется окно для ввода опорного смещения.

- Ввести нужное смещение, используя поворотную ручку, клавиши курсора или цифровую клавиатуру, и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER.

Выбранное смещение отображается в середине верхней части экрана и учитывается при вычислении мощности (уровня) и согласовании.

Если на вход датчика поступают большие мощности, которые превышают максимальный входной уровень R&S FSH-Z14 или R&S FSH-Z44, то перед датчиком мощности надо включить направленный ответвитель или аттенюатор. В таком случае величину ослабления от направленного ответвителя или аттенюатора надо ввести как положительную величину в дБ (см. выше) в анализатор R&S FSH для гарантии правильности показаний измеряемой мощности. В обоих случаях, оконечная нагрузка или аттенюатор с достаточной допустимой нагрузкой по мощности должны быть подключены к нагрузочному выходу датчика мощности. Результаты согласования в таком случае не важны, так как необходимо учесть величину ослабления нагрузки или аттенюатора (см. измерение через кабель).

8.23 Измерения напряженности поля с использованием изотропной антенны

При использовании вместе с R&S TS-EMF изотропной антенны (номер для заказа 1158.9295.13), R&S FSH может определять результирующую напряженность поля в частотном диапазоне от 30 МГц до 3 ГГц. Антенна имеет три ортогональных элемента при измерении результирующей напряженности поля. Прибор R&S FSH запускает один за другим три элемента антенны через датчик электропитания и рассчитывает результирующую напряженность поля (r – результирующая напряженность поля) E_r из результатов трех отдельных измерений:



$$E_r = \sqrt{E_x^2 + E_y^2 + E_z^2}$$

Коэффициенты преобразования для каждого элемента антенны и потери в антенном кабеле учитываются при измерении. Если используется удлинительный кабель, такой как R&S TS-EMFZ2 (1166.5708.02), то дополнительные потери в кабеле могут быть учтены посредством использования коэффициентов преобразования. Коэффициенты преобразования зависят от конкретной антенны и объединяются антенной TS-EMF. Преобразователи загружаются в прибор R&S FSH посредством управляющего ПО R&S FSH4View (см. также "Измерения с использованием коэффициентов преобразования" в данной главе). Для включения измерений с использованием изотропной антенны нужно выбрать файл коэффициента преобразования с расширением *.isotrd.

8.23.1 Подключение антенны к прибору R&S FSH

В комплекте с изотропной антенной поставляются заводские кабели. ВЧ-кабель с коаксиальным N-разъемом на конце соединен с входом прибора R&S FSH. Управляющий кабель с 9-контактным D-Sub разъемом для переключения между осями X, Y и Z соединен с датчиком электропитания прибора R&S RSH посредством питающего соединительного кабеля.

- Нажать клавишу MEAS MODE.

Откроется меню функции измерения.

- Выбрать ISOTROPIC ANTENNA с помощью клавиш управления курсором или поворотной ручкой для включения опции использования изотропной антенны и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEASURE.

Включение изотропной антенны оказывает влияние на все соответствующие измерения. Перед тем, как отобразить итоговые результаты измерения, прибор R&S FSH производит измерение для каждой из трех осей антенны, так что частота обновления кривой соответствующим образом уменьшается.

Примечание – При подключении изотропной антенны от R&S ее включение производится автоматически.

Использование коэффициентов преобразования для изотропной антенны:

- Нажать клавишу AMPТ.

Отобразится меню амплитуды.

Примечание – Функциональная клавиша TRANSDUCER позволяет включить коэффициент преобразования для изотропной антенны. Соответствующие файлы имеют расширение *.isotrd. При выборе коэффициента преобразования с таким файловым расширением анализатор R&S FSH автоматически включит режим измерения с использованием изотропной антенны.

- Нажать функциональную клавишу TRANSDUCER.

Откроется меню для выбора преобразователей.

- Выбрать файл с расширением *.isotrd с помощью клавиш управления курсором или поворотной ручкой и подтвердить выбор посредством функциональной клавиши TRANSDUCER или клавишей ENTER. Подсвеченная строка показывает, какие коэффициенты преобразования уже включены.

Для учета антенного удлинительного кабеля сделать следующее:

- Выбрать пункт SELECT SECONDARY TRANSDUCER в меню преобразователя.

Отобразится список доступных коэффициентов преобразования с единицей измерения дБ.

- Выбрать соответствующий коэффициент преобразования для антенны посредством поворотной ручки или клавишами курсора и включить с помощью функциональной клавиши SELECT.

8.24 Измерение с использованием коэффициентов преобразования

Частотно-зависимый коэффициент преобразования преобразователей и антенн может быть напрямую учтен в результате измерения. Коэффициент преобразования состоит из числовых значений и единицы измерения. Прибор R&S FSH корректирует значения уровня кривой в соответствии с параметрами преобразователя. В то же время, единица измерения, используемая в преобразователе, присваивается оси уровня. При проведении измерений напряженности поля с помощью, например, антенн, напряженность электрического поля напрямую отображается прибором в дБмкВ/м. Коэффициент преобразования также может быть использован для корректировки частотно-зависимого ослабления, например, в кабеле, между ИУ и ВЧ-входом прибора R&S FSH.

В приборе можно сохранить до 100 коэффициентов преобразования с 60 опорными значениями. Максимальное число коэффициентов преобразования может быть уменьшено, если одновременно с ними сохраняются модели кабелей, таблицы каналов, предельные линии или массивы данных (см. "Сохранение и загрузка нестроек прибора и результатов измерений").

Интерполяция величин производится с помощью видеоизмененного сплайнового алгоритма. Даже если доступно сравнительно мало величин, таких как максимумы, минимумы и точки поворота, данный алгоритм может легко смоделировать поправочные коэффициенты общих преобразователей. Два преобразователя могут быть включены одновременно. Второму преобразователю должна быть присвоена единица измерения дБ. Прибор R&S FSH добавит эти два преобразователя к общему преобразователю.

Коэффициенты преобразования задаются с помощью управляющего ПО FSH4View. Они передаются из персонального компьютера (ПК) в прибор по LAN- или USB-интерфейсу.

Единицы измерения, совместимые с коэффициентами преобразования:

- дБ
- дБмкВ/м
- дБмкА/м
- Вт/м²

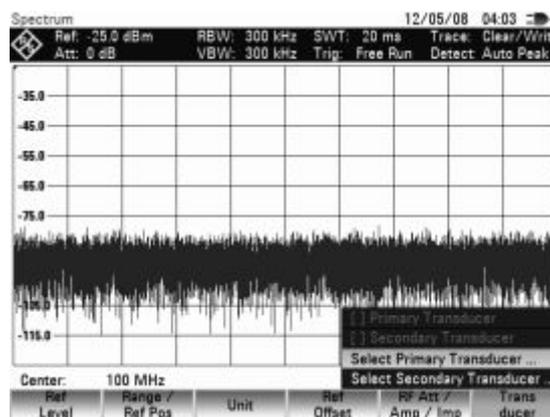
Единица измерения дБ не изменяет размерность, установленную в приборе R&S FSH. Она может быть использована, например, для компенсации частотно-зависимых ослаблений и усиления на входе прибора R&S FSH. Единицы измерения дБмкВ/м и дБмкА/м преобразуют выходную мощность антенны в напряженности электрического и магнитного полей. Единица измерения Вт/м² используется для расчета и отображения плотности потока мощности.

Например, для компенсации потерь в кабеле между преобразователем и ВЧ-входом, прибор R&S FSH может использовать два преобразователя одновременно. Однако одному из них должна быть присвоена единица измерения дБ, то есть он должен соотноситься с одним из значений ослабления или усиления.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу AMPT.
- Нажать функциональную клавишу TRANSDUCER.

На экране отобразится меню функциональной клавиши для управления коэффициентами преобразования.



П р и м е ч а н и е – Коэффициенты преобразования недоступны при измерениях с использованием следящего генератора и датчиков мощности. Поэтому функциональная клавиша TRANSDUCER является интерактивной.

Посредством пунктов меню SELECT PRIMARY TRANSDUCER и SELECT SECONDARY TRANSDUCER могут быть выбраны два коэффициента преобразования. [] PRIMARY TRANSDUCER и [] SECONDARY TRANSDUCER используются для включения и выключения выбранных коэффициентов преобразования. С помощью EXIT можно выйти из меню преобразователя; с помощью TRD'S OFF можно выключить все коэффициенты преобразования.

- Нажать функциональную клавишу SELECT PRIMARY TRANSDUCER.

Прибор R&S FSH отображает список коэффициентов преобразования, доступных в блоке. Курсор располагается на активном коэффициенте преобразования (подсвеченная полоса). Если ни один преобразователь не активен, то курсор располагается на первой позиции списка.



- Выбрать требуемый коэффициент преобразования посредством поворотной ручки или клавишами курсора и включить его клавишей SELECT.

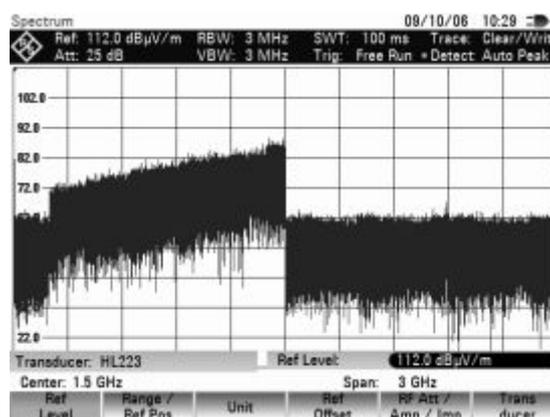
П р и м е ч а н и е – При вставленной SD-карте переключение между внутренней памятью и памятью карты производится нажатием функциональной клавиши INTERNAL/SD-CARD.

- Выйдите из меню преобразователя посредством функциональной клавиши EXIT.

Если преобразователь включен, то отображение выбранного преобразователя будет произведено при нажатии клавиши AMPT.

Полное имя выбранного преобразователя отображено в статусном поле (нажать клавишу SETUP и прокрутить вниз по списку), или в списке коэффициентов преобразования (место подсвечено красным цветом).

В примере (рис. справа) показан коэффициент преобразования антенны R&S HL223, заданный в диапазоне от 200 МГц до 1300 МГц. Следовательно, прибор R&S FSH в данном



частотном диапазоне отображает шум как возрастающую с увеличением коэффициента преобразования функцию частоты. Вне диапазона преобразователя прибор R&S FSH устанавливает коэффициент преобразования равным нулю, то есть измерения вне диапазона не принесут положительных результатов.

Второй коэффициент преобразования может быть включен посредством функциональной клавиши SELECT SECONDARY TRANSDUCER, после чего он добавляется к первому, как только появится пункт меню. [] SELECT SECONDARY TRANSDUCER отмечается символом "X". Единицы измерения второго коэффициента преобразования всегда должны быть относительными и измеряться в дБ, иначе добавление не будет иметь смысла. В случае выбранного SELECT SECONDARY TRANSDUCER, прибор R&S FSH предлагает только сохраненные в нем коэффициенты преобразования с единицей измерения дБ.

8.24.1 Размерность при измерениях с использованием преобразователей

Если единицей измерения, используемой в преобразователе, является дБ, то единицы измерения дБмВт, дБмВ или дБмкВ остаются неизменными. Линейные единицы измерения В и Вт недоступны. Они выключены в меню единиц измерения.

Если единицей измерения, используемой в преобразователе, является дБмкВ/м или дБмкА/м, то такая единица измерения также используется для отображения уровня R&S FSH. Это означает, что и оси уровня графика и уровню расположения маркера назначается единица измерения, используемая в преобразователе. Если в качестве единиц измерения, используемых в преобразователе, выбраны дБмкВ/м, то возможно переключение на отображение абсолютного уровня в В/м.

Переключение на отображение уровня в единицах В/м:

- Нажать клавишу AMPТ.
- Нажать функциональную клавишу UNIT.
- В меню UNIT, выбрать "V" посредством поворотной ручки или клавиш курсора. Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или повторным нажатием функциональной клавиши UNIT.

Если включен преобразователь, использующий единицу измерения дБмкА/м, то в меню AMPТ нельзя выбрать другую единицу измерения. Отображение уровня полностью осуществляется в дБмкА/м.

8.24.2 Настройки опорного уровня при измерениях с использованием преобразователя

Преобразователь изменяет значение кривой в зависимости от частоты. Положительные значения коэффициентов преобразователя увеличивают уровень, отрицательные значения – уменьшают его. Для обеспечения постоянного нахождения кривой внутри графика, прибор R&S FSH соответствующим образом регулирует опорный уровень. Опорный уровень сдвигается на максимальное значение коэффициента преобразователя в положительном или отрицательном направлении.

8.24.3 Частотный диапазон преобразователя

Если установленный частотный диапазон шире, чем полоса обзора, в которой задан преобразователь, то прибор R&S FSH считает значения коэффициентов преобразователя вне заданного диапазона равными нулю.

8.24.4 Массивы данных, содержащие коэффициенты преобразования

Прибор R&S FSH сохраняет массивы данных вместе с любыми коэффициентами преобразования, которые могут быть включены при

рассматриваемом измерении. При вызове такого массива данных также включаются соответствующие коэффициенты преобразования. Однако вызванные в виде части массива данных коэффициенты преобразования не появляются в списке коэффициентов преобразования.

8.25 Измерение мощности в кодовой области для сигналов 3GPP FDD

Используя прикладное ПО R&S FSH-K44 можно производить измерения мощности сигналов WCDMA в кодовой области в соответствии со стандартом 3GPP.

При проведении измерения прибором R&S FSH сначала производится запись отдельного участка сигнала длительностью примерно 1,2 мс (около 2 слотов WCDMA). Затем производится поиск начала слота WCDMA. При обнаружении начала слота анализатор R&S FSH запускает измерение в кодовой области для этого слота.

Прибор R&S FSH производит различные измерения как для слота в общем, так и для отдельных каналов.

Измерения на слоте включают в себя измерение уровня мощности, Error Vector Magnitude (модуль вектора ошибок (EVM)), Code Domain Error (ошибку в кодовой области) и Frequency Error (ошибку по частоте). Для достижения достаточной точности измерения необходимо синхронизировать опорные частоты базовой станции и анализатора R&S FSH посредством входа EXT REF IN.

Для получения достаточной точности измерения необходимо подать опорную частоту базовой станции R&S FSH на вход EXT REF IN.

Дополнительно, может быть проведен более подробный анализ следующих типов каналов:

- Общий пилотный канал (CPICH).

П р и м е ч а н и е – В канальной конфигурации использование данного канала строго обязательно; в противном случае осуществление синхронизации невозможно.

- Первичный общий физический канал управления (P-CCPCH).
- Первичный канал синхронизации (P-SCH).
- Вторичный канал синхронизации (S-SCH).

Для каналов CPICH и P-CCPCH производится измерение уровня мощности и Es/Io (сигнал/шум). Для каналов P-SCH и S-SCH производится измерение уровня мощности.

Последовательность действий:

- Нажать клавишу MODE.
- Нажать клавишу DIG MOD ANALYZER.
- Выбрать 3GPP и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Будет запущен анализ в кодовой области и отобразятся функциональные клавиши Digital Modulation Analyzer (анализатора цифровой модуляции).

8.25.1 Снятие результатов измерений

В окне Result Summary отображаются различные результаты измерений в числовой форме.

- (1) Окно Result Display
- (2) Стандарт
- (3) Основные настройки
- (4) Общие результаты
- (5) Результаты для каналов CPICH / P-SCH
- (6) Результаты для каналов P-CCPCH / S-SCH
- (7) Состояние синхронизации:
 - зеленый шрифт: SYNC OK (исправно)
 - красный шрифт: SYNC failed (неисправно)

Result Summary		3GPP WCDMA BTS	15/07/09 12:00
Center Frequency	2.1672	MHz	
Scrambling Code	12 / 2		
Transducer	---		
Global Results for Frame 0:			
Total Power	-64.0	dBm	SYNC OK
Carrier Freq Error	-68.02	Hz	
		Active Channels	2
Channel Results List:			
CPICH (15 kbps, Code 0)		P-CCPCH (15 kbps, Code 1)	
Power	-69.6	dBm	Power -73.2
Ec/Io	-5.5	dB	Ec/Io -9.2
Symbol EVM rms	6.9	%	Symbol EVM rms 13.9
P-SCH Power	-72.8	dBm	S-SCH Power -73.1

Рисунок 8.17 – Вид экрана результатов измерения "Result Summary"

8.25.1.1 Основные настройки

В основных настройках представлена некоторая общая информация об измерениях.

- Center Frequency (центральная частота)
Отображение текущей центральной частоты анализатора R&S FSH.
- Scrambling Code (скремблирующий код)
Отображение текущего используемого скремблирующего кода
- Transducer (преобразователь)
Отображается тип используемого преобразователя (если используется).

8.25.1.2 Общие результаты

В верхней части таблицы отображаются результаты измерения, касающиеся композиционного сигнала. По этим результатам оценивается суммарный по периоду слота сигнал.

- Total Power (суммарная мощность)
Отображение суммарной мощности сигнала в дБмВт.

Для расчета суммарной мощности производится усреднение по рассчитанному полному кадру 3GPP FDD.

- Carrier Frequency Error (ошибка частоты несущей)
Ошибка частоты несущей представляет собой ошибку по частоте относительно центральной частоты. Единица измерения ошибки по частоте - Гц.
- Active Channels (активные каналы)
Отображение количества активных каналов.
- SYNC NOT FOUND / SYNC OK (отсутствие/наличие синхронизации)
Индикация исправности/неисправности синхронизации.

8.25.1.3 Результаты измерений для каналов

В нижней части таблицы отображаются результаты измерений, касающиеся отдельных каналов.

- CPICH ([ksp/s (ксимв/сек)], Code #) Power
Отображение мощности канала CPICH в дБмВт.
- CPICH ([ksp/s], Code #) Ec / Io

Отображение отношения мощности пилотного канала к суммарной мощности сигнала. Следовательно, это значение представляет собой используемую составляющую сигнала.

- CPICH ([ksp/s], Code #) Symbol EVM rms

Отображение усредненного (среднеквадратического) уровня EVM на символ в канале CPICH.

- P-CCPCH ([ksp/s], Code #) Power

Отображение мощности канала P-CCPCH в дБмВт.

- P-CCPCH ([ksp/s], Code #) E_c / I_0

Отображение отношения мощности канала управления к суммарной мощности сигнала.

Следовательно, это значение представляет собой используемую составляющую сигнала.

- P-CCPCH ([ksp/s], Code #) Symbol EVM rms

Отображение усредненного (среднеквадратического) уровня EVM на символ в канале P-CCPCH.

- P-SCH ([ksp/s], Code #) Power

Отображение мощности канала P-SCH в дБмВт.

- S-SCH ([ksp/s], Code #) Power

Отображение мощности канала S-SCH в дБмВт.

8.25.2 Настройка измерений

8.25.2.1 Установка скремблирующего кода

Для демодуляции сигнала 3GPP необходимо знать первичный и вторичный скремблирующие коды базовой станции. Скремблирующий код может быть введен как вручную, так и установлен анализатором R&S FSH автоматически.

Ввод первичного скремблирующего кода вручную:

- Нажать функциональную клавишу SCRAMBLING CODE.

- Выбрать пункт меню SET CODE MANUAL. Установить первичный скремблирующий код базовой станции и завершить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши SCRAMBLING CODE.



После задания первичного скремблирующего кода будет предложено ввести в анализатор R&S FSH вторичный скремблирующий код.

- Ввести первичный скремблирующий код базовой станции и завершить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши SCRAMBLING CODE.



В большинстве случаев для вторичного скремблирующего кода вводится значение "0".

После корректного ввода скремблирующих кодов, частоты и опорного уровня, а также корректного выбора вида разнесения антенны (см. ниже) прибор синхронизируется с 3GPP сигналом базовой станции.

В окне Result Summary отображается сообщение **SYNC OK** и производится обновление результатов измерения.

При неисправной синхронизации в окне Result Summary отображается тег (метка) **SYNC NOT FOUND**.

Если скремблирующий код неизвестен, то прибор R&S FSH может определить скремблирующий код одной или нескольких 3GPP базовых станций автоматически. Для этих целей имеются два различных режима.

В режиме Single определяется скремблирующий код базовой станции с самым высоким уровнем сигнала. В режиме Multiple прибор R&S FSH может определить скремблирующие коды до восьми 3GPP базовых станций, вместе с мощностью канала CPICH. Автоматический поиск скремблирующего кода предполагает, что значение вторичного скремблирующего кода равно 0.

- Auto Search Single Code

Анализатор R&S FSH определяет скремблирующий код базовой станции с самым высоким уровнем сигнала.

- Auto Search Multiple Codes

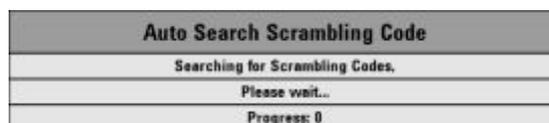
Анализатор R&S FSH может определить скремблирующие коды до восьми 3GPP базовых станций, вместе с мощностью канала CPICH. Автоматический поиск скремблирующего кода предполагает, что значение вторичного скремблирующего кода равно 0.

Режим Auto Search Single Code

- Нажать функциональную клавишу SCRAMBLING CODE.
- Выбрать пункт меню AUTO SEARCH SINGLE CODE.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши SCRAMBLING CODE.



Анализатор R&S FSH запустит поиск скремблирующего кода. Состояние поиска выводится в окне сообщения. Поиск занимает около 22 с. Прогресс отображается на дисплее в виде числа в процентах. Как только скремблирующий код будет обнаружен, прибор R&S FSH синхронизируется с сигналом 3GPP базовой станции.



Если анализатор R&S FSH не может обнаружить ни одного скремблирующего кода, на дисплей будет выведено соответствующее сообщение.

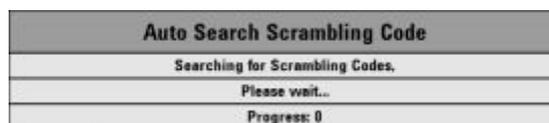
В окне Result Summary отображается сообщение **SYNC OK** и производится обновление результатов измерения.

Режим Auto Search Multiple Code

- Нажать функциональную клавишу SCRAMBLING CODE.
- Выбрать пункт меню AUTO SEARCH MULTIPLE CODE. Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши SCRAMBLING CODE.



Анализатор R&S FSH запустит поиск скремблирующего кода. Состояние поиска выводится в окне сообщения. Поиск скремблирующего кода занимает около 50 с. Прогресс отображается на дисплее в виде числа в процентах. Как только скремблирующий код будет обнаружен, прибор R&S FSH синхронизируется с имеющим самый высокий уровень сигналом 3GPP базовой станции.



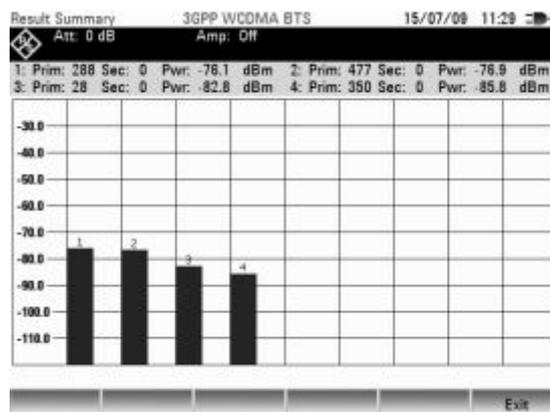
Если анализатор R&S FSH не может обнаружить ни одного скремблирующего кода, на дисплей будет выведено соответствующее сообщение.

В окне Result Summary отображается сообщение **SYNC OK** и производится обновление результатов измерения.

Просмотр обнаруженных скремблирующих кодов:

- Нажать функциональную клавишу SCRAMBLING CODE.
- Выбрать пункт меню VIEW SCRAMBLING CODES. Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши SCRAMBLING CODE.

Прибор отобразит все обнаруженные в процессе поиска первичные и соответствующие им вторичные скремблирующие коды в убывающем порядке. Дополнительно будут отображены мощности соответствующих каналов CPICH в числовой и графической форме.



8.25.2.2 Настройки сигналов

В режиме по умолчанию прибор R&S FSH производит измерения для базовых станций с одной антенной. Для базовых станций с двумя антеннами необходимо установить, с какой из них будет производиться синхронизация.

- Нажать функциональную клавишу SIGNAL SETTINGS.
- Выбрать пункт меню ANTENNA SETTINGS. Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши SCRAMBLING CODE.
- В подменю выбрать ANTENNA #1.



Прибор R&S FSH синхронизируется с каналом CPICH первой антенны. Процедура выбора второй антенны аналогична.

Для проведения измерений для базовых станций с одной антенной выберите пункт меню ANTENNA DIVERSITY OFF.

П р и м е ч а н и е – Для успешной синхронизации центральная частота, опорный уровень и скремблирующий код должны быть установлены корректно.

8.26 Сохранение и загрузка настроек прибора и результатов измерений

Настройки прибора R&S FSH's и результаты измерений могут быть сохранены во внутреннюю память и потом вызваны повторно. С помощью пакета программ R&S FSH4View эти массивы данных также могут быть сохранены на ПК из прибора R&S FSH или загружены в прибор R&S FSH из ПК.

Результаты и настройки, включая функцию измерения, всегда сохраняются вместе, поэтому при вызове результатов текущие измерения сбрасываются. Прибор R&S FSH может сохранять не менее 100 массивов данных, каждому из которых присвоено уникальное имя.

Массивы данных для скалярного измерения передачи и отражения могут быть сохранены наряду с результатами калибровки. Поэтому, при вызове таких массивов данных, измерения могут быть проведены без предварительной калибровки. Сохранение массива данных с результатами калибровки, однако, требует в два раза больше места в памяти, чем сохранение без них, т.е. массив данных с результатами калибровки занимает место в памяти, требуемое для двух массивов данных без

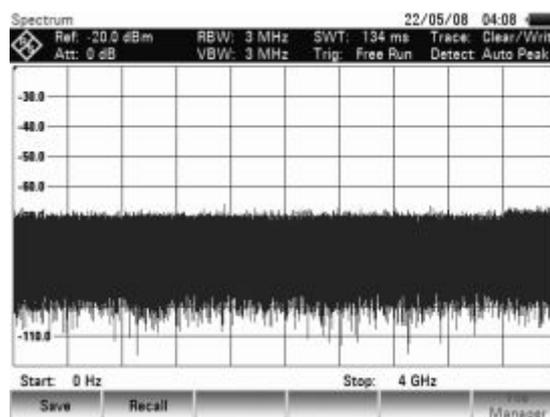
результатов калибровки. Количество массивов данных, сохраненных с результатами калибровки, уменьшает максимальное количество массивов данных, которое может быть сохранено.

Сохранение результатов калибровки может быть выбрано в меню SETUP (см. раздел "Сохранение результатов калибровки").

Если модели кабелей, таблицы каналов, предельные линии или коэффициенты преобразования сохраняются одновременно, то максимальное число массивов данных будет уменьшено. В дополнении к этому, размер массивов данных может меняться в зависимости от выбранной функции измерения. Полный массив данных занимает примерно 100 кБ памяти. Объем внутренней памяти анализатора R&S FSH составляет примерно 20 МБ. Дополнительно массивы данных, модели кабелей, предельные линии и коэффициенты передачи могут быть сохранены на SD-карту. Таким образом, количество массивов данных, которые могут быть сохранены, зависит только от объема используемой SD-карты.

- Нажать клавишу SAVE.

Откроется меню SAVE, содержащее функции сохранения, очистки и загрузки.



8.26.1 Сохранение результатов

- Нажать функциональную клавишу SAVE.

Откроется текстовое окно с предложением пользователю ввести имя для массива данных.

В текстовом окне *Name*, подсвеченном красным цветом, также будет предложено имя для массива данных (DATASET.003), которое можно принять, нажав клавишу ENTER.

В целях упрощения работы, прибор R&S FSH также сохранит массив данных при двойном нажатии функциональной клавиши SAVE, расположенной под предлагаемым именем.

Stat	Name	Size	Date	Time
Public				
	Dataset000.set	40 kB	28/04/2006	11:48
	Dataset001.set	18 kB	22/05/2006	21:25
	Dataset002.set	18 kB	22/05/2006	21:56

Save as: Dataset003.set Free: 27 MB

Выбор между внутренней памятью прибора FSH и SD-картой в качестве носителя информации для массивов данных производится посредством функциональной клавиши INTERNAL / SD CARD.

Оставшаяся свободная память (поле "Free xx MB") также отображена в текстовом окне.

Поскольку массивы данных могут отличаться в размерах, оставшееся место в памяти отображено в виде процентного значения.

Имя массива данных включает в себя текстовую часть и числовое расширение, разделенные точкой. Имя массива данных, предлагаемое прибором R&S FSH, получается из имени последнего сохраненного массива данных, числовое расширение которого каждый раз увеличивается на 1.

Это означает, что следующие друг за другом имена массивов данных могут быть присвоены простым сохранением с помощью SAVE или ENTER.

Имена уже сохраненных массивов данных могут быть отображены один за другим нажатием клавиши BACK. Это позволяет, например, сохранять новые результаты под именем предыдущего массива данных (например, Antenna.000), но с новым расширением. Отобразится старое имя вместе с первым свободным расширением, например, Antenna.001. Новое имя вводить не нужно.

8.26.2 Ввод имени массива данных

Новое имя может быть введено с помощью цифровой клавиатуры. Расположение букв на клавиатуре аналогично их расположению на мобильном телефоне.



Рисунок 8.18 – Клавиши ввода данных

Если прибор R&S FSH ожидает ввода буквы, то он автоматически приводит буквы над клавишами в соответствие клавишам на буквенно-цифровой клавиатуре. Клавиши имеют несколько значений. Ввести требуемую букву можно нажатием данной клавиши соответствующее количество раз.

- С помощью буквенно-цифровой клавиатуры ввести имя для массива данных и завершить ввод нажатием клавиши ENTER.

Массив данных сохраняется во внутреннюю память прибора R&S FSH под заданным именем.

8.26.3 Загрузка результатов измерения

Сохраненные ранее результаты измерений и настройки могут быть повторно вызваны функцией вызова прибора R&S FSH.

- Нажать функциональную клавишу RECALL.

Откроется список всех сохраненных массивов данных.

Выделенная красным полоса указывает последний сохраненный массив данных.

С помощью клавиш управления курсором можно расположить отборочную полосу вверху или внизу страницы. Это дает возможность быстрой прокрутки в случае большого числа массивов данных, сохраненных в памяти прибора R&S FSH.

Выбор между внутренней памятью прибора FSH и SD-картой в качестве носителя информации для массивов данных производится посредством функциональной клавиши INTERNAL / SD CARD.

Stat	Name	Size	Date	Time
Public	Dataset000.set	40 kB	28/04/2006	11:48
	Dataset001.set	18 kB	22/05/2006	21:25
	Dataset002.set	18 kB	22/05/2006	21:56
	Dataset003.set	75 kB	05/10/2006	05:54
	Dataset004.set	75 kB	05/10/2006	05:55
	Dataset005.set	75 kB	05/10/2006	06:01
	Dataset006.set	75 kB	05/10/2006	06:01

Free: 27 MB

View Recall Set/Show Internal/SD Card Exit

Выход из меню осуществляется нажатием функциональной клавиши EXIT. Прибор R&S FSH возвращается к прежним настройкам.

Предварительный просмотр массивов данных

- Выбрать массив данных с помощью поворотной ручки или клавишами курсора.
- Предварительный просмотр массива данных осуществляется нажатием функциональной клавиши RECALL.

Отобразится содержимое выбранного массива данных. Предварительный просмотр аналогичен моментальному снимку экрана последнего измерения, проведенного с настройками, соответствующими этому массиву данных. Применение настроек, соответствующих массиву данных, при этом не происходит.

- Используйте поворотную ручку для прокрутки и предварительного просмотра всех доступных массивов данных.

Текущий активный массив данных отображается под экраном измерений. В дополнении к кривой прибор R&S FSH также отображает настройки отдельных измерений.

Загрузка массивов данных

- Нажать функциональную клавишу ACTIVATE для загрузки настроек массивов данных или функциональную клавишу EXIT для выхода из режима предварительного просмотра массивов данных.

При активации массива данных прибор R&S FSH загружает настройки, соответствующие этому массиву для проведения дальнейших измерений.

При выходе из режима предварительного просмотра массивов данных прибор R&S FSH возвращается в программу управления файлами (диалоговое окно 'Recall Data Sets').

8.26.4 Быстрый вызов настроек прибора

В приборе R&S FSH представлена функция быстрого доступа к предварительно сохраненным массивам данных посредством назначения отдельного массива данных одной из функциональных клавиш.

Назначение массива данных одной из функциональных клавиш:

- Нажать клавишу SETUP.

Откроется установочное меню прибора R&S FSH.

- Нажать функциональную клавишу USER PREFERENCE.

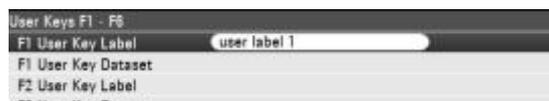
Откроется меню User Preference Setup.

В данном меню производится настройка имени одной из функциональных клавиш F1 - F6 и назначение массива данных отдельной клавише для быстрого доступа к этому массиву. По умолчанию метками функциональных клавиш являются метки USER-PREF 1 ... USER-PREF 6.

- Используя клавиши курсора или поворотную ручку выбрать одну из меток User Key Labels F1...F6. Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER. Настроить имя функциональной клавиши, введя новое имя с помощью буквенно-цифровых клавиш, например, 'user label 1'.



Stat	Name	Size	Date	Time
	Dataset000.set	40 kB	28/04/2006	11:48
	Dataset001.set	18 kB	22/05/2006	21:29
	Dataset002.set	18 kB	22/05/2006	21:56
	Dataset003.set	75 kB	08/10/2006	05:54
	Dataset004.set	75 kB	08/10/2006	05:55
	Dataset005.set	75 kB	08/10/2006	06:01



User Keys F1 - F6	Label
F1 User Key Label	user label 1
F1 User Key Dataset	
F2 User Key Label	
F2 User Key Dataset	

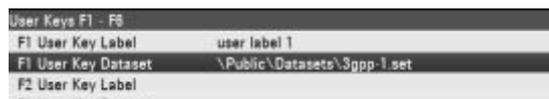
Первое слово метки клавиши отображено в первой строке метки, оставшиеся – во второй строке. Если метка не может быть отображена вследствие своей длины, она усекается. Если метка не была введена, функциональная клавиша будет неактивной.

- Используя клавиши курсора или поворотную ручку выбрать пункт User Key Dataset, соответствующий настроенной метке User Key Label F1...F6. Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Откроется программа управления файлами и отобразится список доступных массивов данных.

- Выбрать массив данных, который нужно назначить функциональной клавише с помощью клавиш курсора или поворотной ручки и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши SELECT.

Прибор R&S FSH вернется в меню User Preference Setup. Массив данных теперь назначен функциональной клавише.



Вызов массива данных:

- Нажать клавишу USER.
- Нажать в меню одну из функциональных клавиш F1 - F6.



Заметьте, что метки функциональных клавиш зависят от настроек, произведенных в меню User Preference Setup.

Прибор R&S FSH незамедлительно активирует массив данных, назначенный этой функциональной клавише.

8.26.5 Удаление массивов данных

Предварительно сохраненные массивы данных могут быть удалены по отдельности.

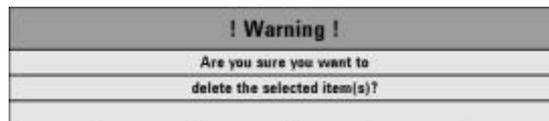
- Нажать клавишу SAVE/RECALL.
- Нажать функциональную клавишу FILE MANAGER.

Откроется программа управления файлами.

- Для удаления одиночного массива данных нажмите функциональную клавишу SELECT ACTION. Выберите DELETE, текущий выделенный массив данных будет удален после подтверждения.
- Для удаления нескольких массивов данных сначала необходимо отметить соответствующие массивы.
- Нажать функциональную клавишу MARK для выделения удаляемых файлов
- Выбрать массив данных, который необходимо удалить, с помощью поворотной ручки или клавиш курсора. Отметить массивы данных с помощью клавиши ENTER. Произвести проверку отмеченных массивов данных в столбце STATUS.
- Повторить выбор, перемещая курсор с помощью поворотной ручки или клавиш курсора и отмечая новые массивы данных нажатием клавиши ENTER.
- Нажать функциональную клавишу SELECT ACTION.
- Выбрать пункт меню DELETE и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши SELECT ACTION.



Перед удалением массива данных прибор R&S FSH отобразит предупреждающее сообщение, которое необходимо подтвердить.



После подтверждения процесса удаления прибор R&S FSH удалит выбранные массивы данных из памяти.

8.27 Методы измерений

8.27.1 Описание работы анализатора спектра

По существу, ВЧ-сигнал может быть проанализирован как во временной, так и в частотной областях.

Во временной области изменения сигнала во времени можно наблюдать, например, с помощью осциллографа. В частотной области для отображения частотных составляющих сигнала может быть использован анализатор спектра.

Оба режима, по существу, эквиваленты друг другу, поскольку применение преобразования Фурье к любому сигналу переносит последний в спектральную область. Однако, в зависимости от характеристик измеряемого сигнала, один из методов обычно является более подходящим. Взглянув на осциллограф, можно сказать, является ли измеряемый сигнал синусоидой, прямоугольным сигналом с определенной скважностью или пилообразным сигналом. Однако, при этом не очевидно, каким коэффициентом гармоник обладает сигнал или происходит ли наложение слабых сигналов друг на друга. Это легко увидеть с помощью анализатора спектра.

На следующем рисунке изображены теоретические основы двух методов измерения. Во временной области осциллограф отображает участок сигнала, являющегося почти прямоугольным. Такой же сигнал, исследуемый анализатором спектра, отображен в виде дискретного спектра, то есть основной частоты и гармоник.

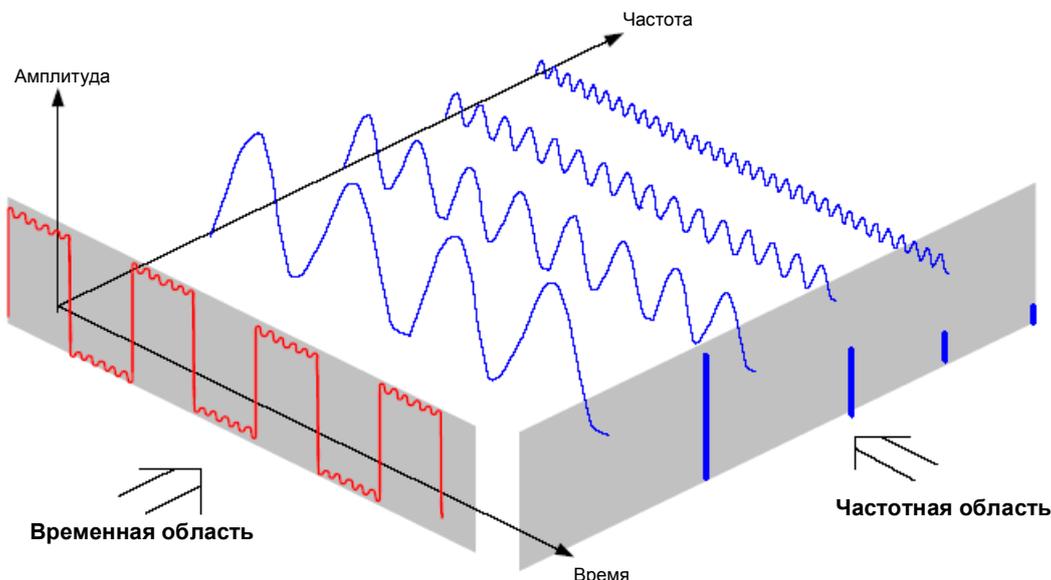


Рисунок 8.19 – Анализ сигнала в частотной и временной области

Периодический прямоугольный сигнал во временной области может быть перенесен в частотную область посредством преобразования Фурье. В спектре прямоугольного сигнала присутствует основная частота (= частоте прямоугольного колебания) и нечетные гармоники. Анализатор спектра производит измерения в

частотной области с помощью узкополосного фильтра. Измерение происходит только на тех частотах, на которых данный сигнал присутствует, что позволяет определить амплитуду частотных составляющих.

Представленная ниже блок-схема отображает принцип работы анализатора спектра.

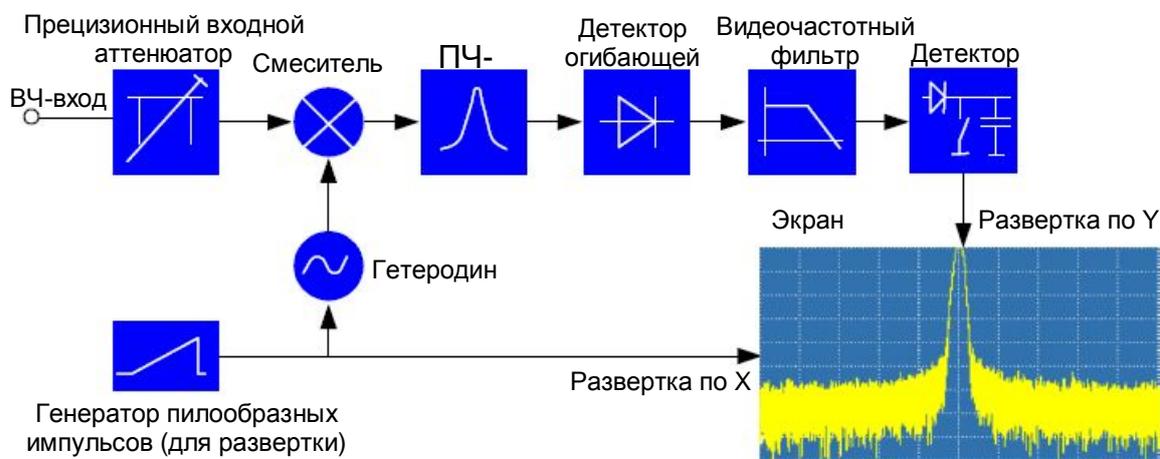


Рисунок 8.20 – Структурная схема анализатора спектра

Прецизионный аттенюатор на входе спектрального анализатора регулирует уровень измеряемого сигнала в соответствии с предельным уровнем, который может быть обработан смесителем без перегрузки последнего. Прецизионный аттенюатор на входе прибора R&S FSH производит регулировку с шагом в 10 дБ, в диапазоне от 0 до 30 дБ и непосредственно связан с настройками опорного уровня.

Смеситель переносит входной ВЧ-сигнал на фиксированную промежуточную частоту. Перенос на ПЧ обычно выполняется в несколько этапов, на которых доступны узкополосные ПЧ-фильтры с высокими характеристиками. R&S FSH4 имеет три каскада преобразования частоты, с ПЧ 4856 МГц, 831,4 МГц и 21,4 МГц. R&S FSH8 использует те же самые ПЧ, что и R&S FSH4, вплоть до частоты 3,6 ГГц. На частотах от 3,6 ГГц до 8 ГГц в качестве первой ПЧ используется частота 8856 МГц, далее происходит перенос на вторую ПЧ 831,4 МГц с помощью второго гетеродина. Начиная со второй ПЧ, путь прохождения сигнала одинаков для двух диапазонов.

Для переноса на первую ПЧ в R&S FSH4 используется гетеродин, который может быть переключен с частоты 4,8 ГГц на частоту 8,4 ГГц, так что определенная входная частота переносится на первую ПЧ. Дальнейшие преобразования выполняются одночастотным генератором.

Частота гетеродина определяет входную частоту, на которой производятся измерения анализатором спектра:

$$f_{\text{вх}} = f_{\text{гет}} - f_{\text{ПЧ}}.$$

Первый смеситель вырабатывает суммарную частоту $f_{\text{гет}} + f_{\text{вх}}$ (= частота зеркального канала $f_{\text{зерк}}$), а также разностную частоту $f_{\text{гет}} - f_{\text{вх}}$.

Частота зеркального канала вырезается ПЧ-фильтром, поэтому она не оказывает влияния на последовательное преобразование частоты.

Первый гетеродин регулируется с помощью пилообразных импульсов, которые в то же время работают в качестве напряжения развертки экрана по оси X. Фактически, для выработки частоты для первого гетеродина и для цифрового дисплея используется метод синтеза.

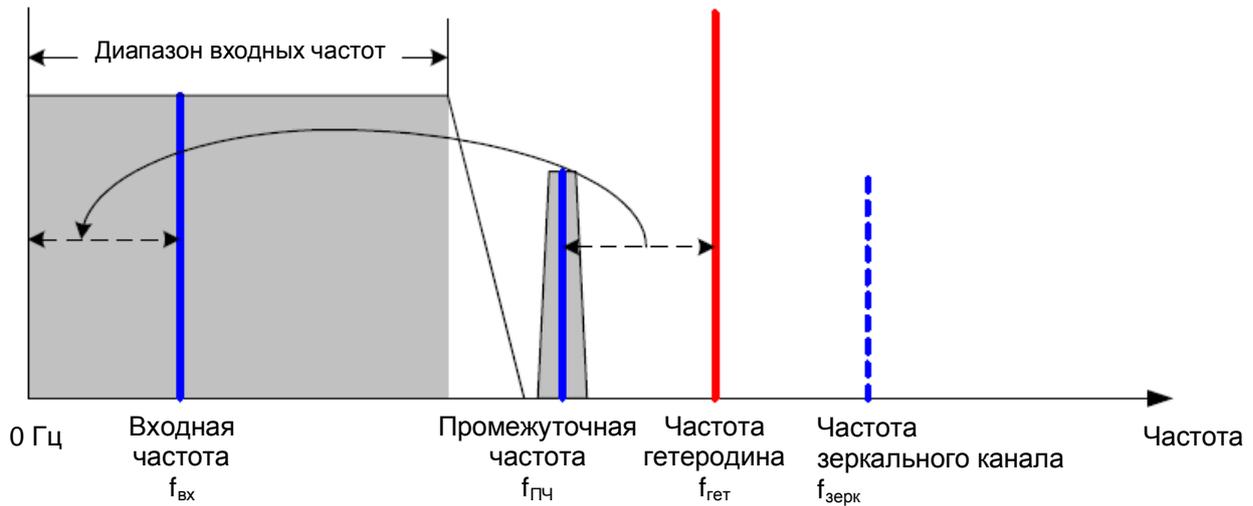


Рисунок 8.21 – Преобразование частот в анализаторе спектра

Вследствие этого, мгновенное пилообразное напряжение определяет входную частоту анализатора спектра.

Ширина полосы частот ПЧ-фильтра определяет ширину полосы частот, используемую для измерений. Входные гармонические синусоидальные сигналы проходят через частотную характеристику ПЧ-фильтра. Это означает, что сигналы, располагающиеся друг к другу ближе, чем ширина полосы частот ПЧ-фильтра, не могут быть разрешены. Поэтому ширина полосы частот ПЧ-фильтра в анализаторе спектра связана с полосой разрешения. Полоса разрешения прибора R&S FSH находится в диапазоне от 1 кГц до 1 МГц.

Сигнал ПЧ с ограниченной полосой поступает на детектор огибающей. Детектор огибающей удаляет заполнение ПЧ из сигнала, выделяя его огибающую. Сигнал на выходе детектора огибающей является видеосигналом. Поскольку он был демодулирован, он содержит только информацию об амплитуде. Информация о фазе теряется.

В отличие от ВЧ-сигналов, видеосигналы являются сигналами постоянного напряжения. В отличие от АМ-сигналов, видеосигналы содержат постоянную составляющую тока, амплитуда которой зависит от мощности несущей, и переменную составляющую тока, частота которой равна частоте модуляции, что обеспечивает нахождение частоты модуляции внутри полосы разрешения.

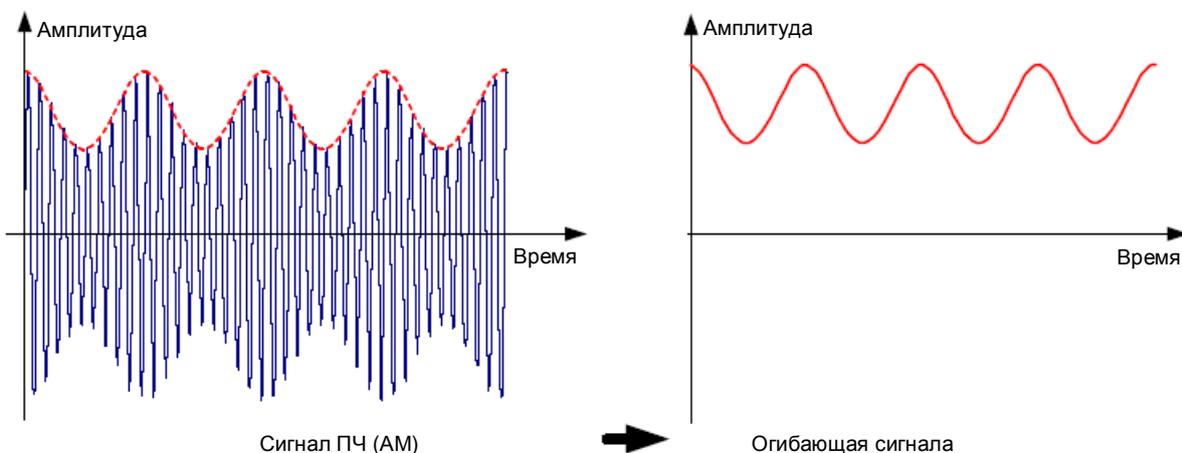
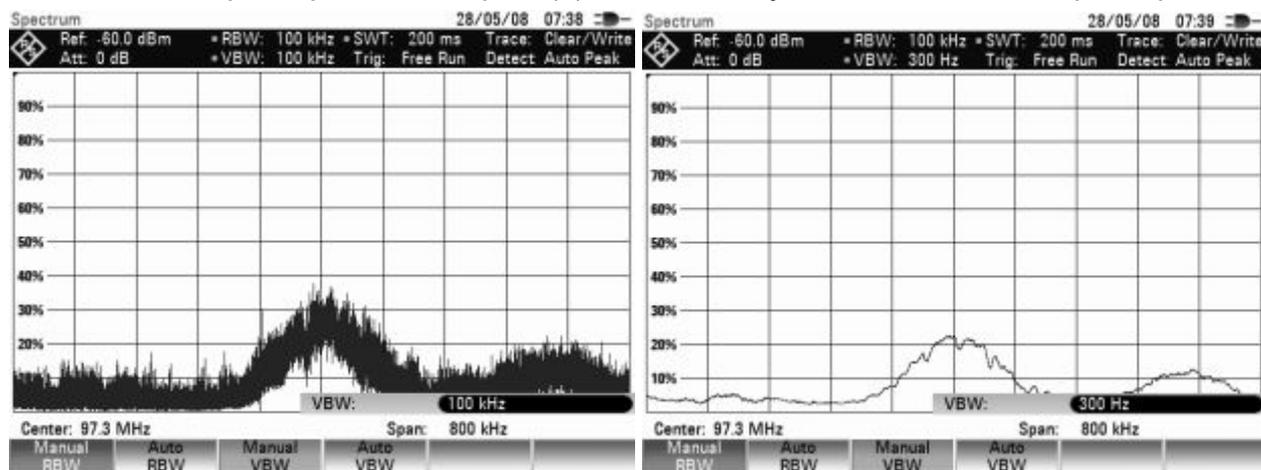


Рисунок 8.22 – Выделение огибающей амплитудно-модулированного сигнала

За детектором огибающей следует видеочастотный фильтр (видеофильтр). Это узкополосный фильтр с регулируемой частотой среза, которая ограничивает ширину полосы частот видеосигнала. Это полезно, в частности, когда измеряемые

синусоидальные сигналы находятся в зоне собственных шумов анализатора спектра. Синусоидальный сигнал создает видеосигнал постоянного напряжения. На ПЧ, однако, шум распределен по всей полосе частот или же, в случае видеосигнала, по половине полосы частот разрешающего фильтра. Выбирая узкую по отношению к полосе разрешения ширину полосы частот видеосигнала можно подавить шум, в то время как на измеряемый синусоидальный сигнал (= постоянный ток) воздействие не оказывается.

На представленных ниже рисунках (рис. 8.23 а, б) изображен слабый синусоидальный сигнал. На первом рисунке (а) он измерен с использованием широкой полосы видеофильтра, а на втором (б) с помощью узкой полосы видеофильтра.



а)

б)

Рисунок 8.23 – Влияние полосы видеофильтра на спектрограмму сигнала

Ограничение ширины полосы частот видеофильтра значительно сглаживает кривую. Это сильно упрощает определение уровня измеряемого сигнала.

За видеофильтром следует детектор. Детектор преобразует измеренный спектр таким образом, чтобы он мог быть представлен в виде одной точки (пикселя) кривой. Для формирования кривой прибор R&S FSH использует 301 точку, т.е. весь измеренный спектр будет представлен с использованием ровно 301 точки. Детекторами общего типа в анализаторе спектра являются пиковый детектор (PEAK), детектор отсчетов (SAMPLE) и среднеквадратический детектор (RMS). Так же обычно предусмотрен автопиковый детектор, одновременно отображающий максимальное и минимальное пиковые значения. На рисунке 8.24 пояснен принцип работы этих детекторов.

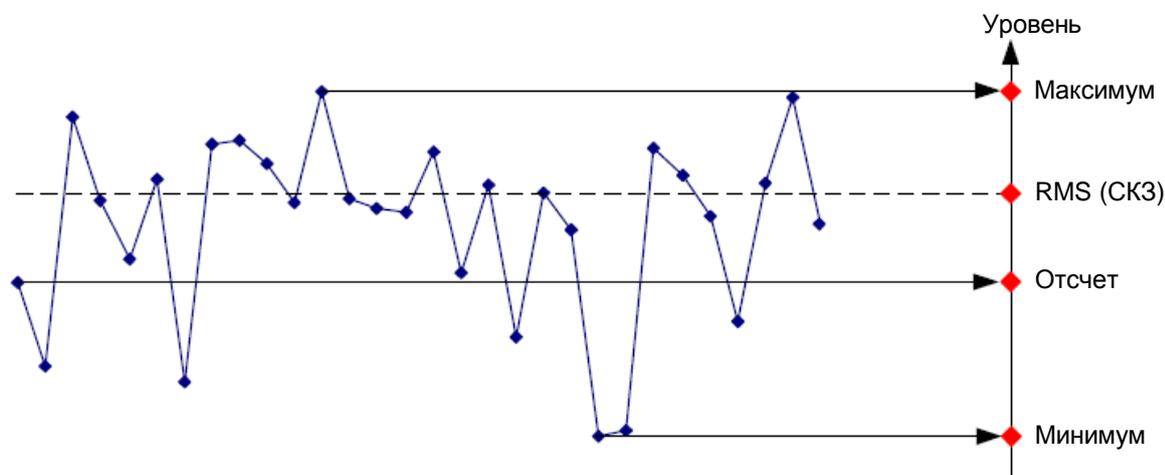


Рисунок 8.24 – Пояснение принципа работы детекторов

На представленном выше рисунке отображено 30 измеренных значений, каждое из которых представлено одной точкой. Пиковый детектор определяет и отображает максимальное измеренное значение. Автопиковый детектор определяет максимальное и минимальное значение и отображает их совместно. Два значения соединяются участком вертикальной линии. Это дает хорошее представление об изменении уровня измеряемых величин, каждое из которых представлено одной точкой. Среднеквадратичный детектор используется анализатором спектра для определения среднеквадратического значения измеренных величин. Поэтому энергетический спектр при измерении представляется точкой. Детектор отчетов выбирает случайное измеренное значение и отображает его (на представленном выше рисунке, самое первое). Остальные измеренные значения игнорируются.

На основании принципов работы детекторов, может быть дано несколько рекомендаций по их использованию.

- Для спектрального анализа в случае больших диапазонов частот лучше всего использовать автопиковый или пиковый детектор. Это обеспечит отображение всех сигналов.

- Среднеквадратичный детектор рекомендуется использовать при измерениях мощности модулированных сигналов. Однако диапазон отображаемых значений должен быть выбран таким образом, чтобы не превышать 100 значений ширины полосы частот или полосы разрешения сигнала, в зависимости от того, что больше.

- Детектор отсчетов или среднеквадратичный детектор (что предпочтительнее) рекомендуется использовать для измерения шумов. Только эти два детектора способны корректно проводить измерения мощности шумов.

- При проведении измерений синусоидальных сигналов отображаемый уровень не зависит от типа детектора. Тем не менее, при использовании среднеквадратического детектора или детектора отсчетов, убедитесь, что полоса обзора не слишком большая. В противном случае отображаемые уровни синусоидальных сигналов могут оказаться ниже их истинного значения.

9 Техническое обслуживание

9.1 Поверка прибора

Поверка анализатора проводится в соответствии с документом «Анализаторы спектра R&S FSH4/8 фирмы "ROHDE&SCHWARZ GmbH & Co.KG", Германия. Методика поверки», утвержденным начальником ГЦИ СИ «Воентест» 32 ГНИИИ МО РФ и руководителем ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИФТРИ» в апреле 2009 г. и входящим в комплект поставки.

9.2 Очистка внешних поверхностей

Очистка внешних поверхностей прибора должна проводиться щеткой или мягкой тряпкой без ворса.

Примечания

- 1 Перед проведением очистки прибор должен быть выключен.
- 2 Очистка электрических интерфейсов жидкими очистителями не допускается.



ВНИМАНИЕ

Ни в коем случае не используйте растворители, например разбавители, ацетон и пр., т.к. это может привести к повреждению надписей на передней панели или пластиковых частей прибора!

9.3 Обновление программного обеспечения

9.3.1 Обновление встроенного программного обеспечения (ПО) для анализатора может быть получено с веб-сайта компании Rohde&Schwarz. Для установки полученного обновления необходимо сначала скопировать его на SD-карту (например, на карту HA-Z231, номер для заказа 1309.6217.00).

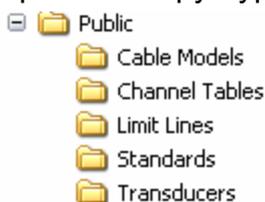
9.3.2 Для подготовки SD-карты необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Скачать пакет обновления ПО с веб-сайта Rohde&Schwarz, сохранив его в свободном каталоге ПК. Пакет обновления представляет собой самораспаковывающийся архивный .ZIP-файл, например, файл "FSH4 V1.00.EXE" для версии ПО 1.00.
- 2) Запустить сохраненный .EXE-файл. В окне установки можно указать каталог для извлекаемых файлов. После того, как будет введен требуемый каталог, нажать кнопку START.

Примечание – При распаковке архивного файла будет создан ряд подкаталогов для хранения стандартов, предельных линий, моделей кабелей и т.п., в которые будут скопированы файлы с предварительно заданной конфигурацией. В случае если такие файлы в каталоге уже существуют, будет выдан запрос на их перезапись.

- 3) Скопировать все файлы и подкаталоги в корневой каталог SD-карты.

При этом структура каталогов должна выглядеть следующим образом:



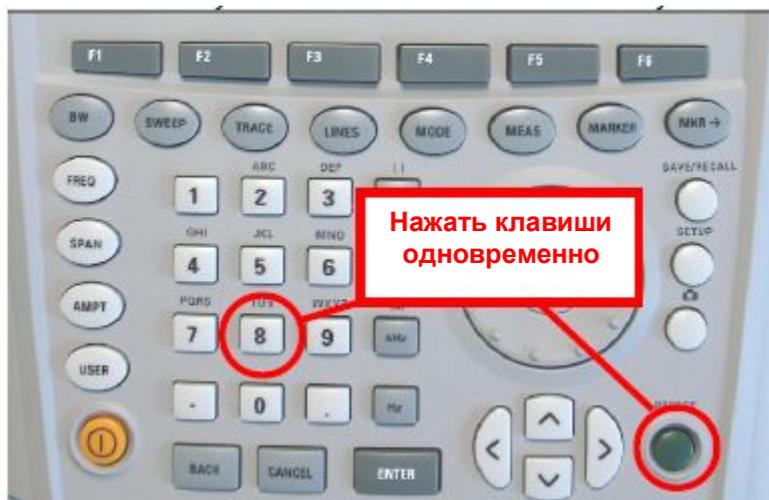
Корневой каталог SD-карты должен содержать следующие файлы:



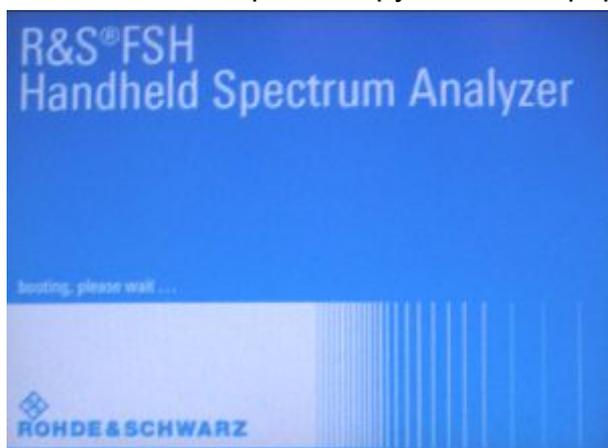
Теперь SD-карта готова к использованию.

9.3.3 Для обновления встроенного ПО с самого прибора необходимо выполнить следующие действия:

- 1) Выключить прибор.
- 2) Вставить подготовленную SD-карту в слот для SD-карт, находящийся с правой стороны прибора.
- 3) Подсоединить прибор к сети питания переменного тока через его адаптер питания.
- 4) Одновременно нажать клавиши "PRESET" и "8", включить прибор.



- 5) Держать клавиши "PRESET" и "8" нажатыми не менее 5 секунд после появления на экране загрузочной информации (экрана загрузки).



- 6) Отпустить клавиши "PRESET" и "8". Процедура загрузки прибора FSH продолжится, и через несколько секунд на экран будет выведена следующая информация:

Instrument Firmware Update

Searching for Storage card ... OK

Searching for updater *_bin ... Found updater _SA_....bin

Checking updater _SA_....bin: ... OK

Update instrument to software version ...

Press [ENTER] to update the firmware.

Press [CANCEL] to abort firmware updating.

-
- 7) Нажать клавишу "ENTER" для запуска процесса обновления встроенного ПО прибора.

Ход обновления будет отображаться на экране с помощью последовательно появляющихся сообщений.



ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ

Во избежание повреждения данных на внутренней флэш-памяти прибора не выключайте его во время обновления!

- 8) По завершении обновления ПО в нижней части экрана прибора будет выведено следующее сообщение:

Firmware updating is successfully completed.

Please switch off the instrument.

Выключите прибор, а затем вновь включите. Анализатор будет загружен с новой версией встроенного ПО.

П р и м е ч а н и е – Если при запуске процедуры обновления встроенного ПО будет потеряно соединение с сетью питания, то на этапе (6) в нижней части экрана прибора будет выведено следующее сообщение:

Instrument not powered by the power adapter. Please connect power adapter.

Press [ENTER] to retry.

Press [CANCEL] to abort firmware updating.

В этом случае проверьте соединение с адаптером питания и нажмите клавишу "ENTER" для продолжения процедуры обновления с этапа 7).

10 Текущий ремонт

Ремонт анализатора осуществляется в сервис-центре представительства фирмы "RONDE&SCHWARZ GmbH & Co.KG" в России по адресу: Москва, 125047, 1-я Брестская, 29. Телефон: (495) 981-35-60.

11 Правила хранения

Прибор, поступающий на склад потребителя, может храниться в упакованном виде в течение одного года.

11.1 Условия хранения прибора

11.1.1 Отапливаемые хранилища:

- температура воздуха от +5°C до +40°C,
- относительная влажность до 80% при температуре +25°C.

11.1.2 Неотапливаемые хранилища:

- температура воздуха от минус 35°C до +70°C,
- относительная влажность воздуха до 95% при температуре + 25°C.

11.1.3 В помещениях для хранения не должно быть пыли, паров, кислот, щелочей, вызывающих коррозию.

11.2 Длительное хранение

11.2.1 Длительное хранение прибора осуществляется в капитальном отапливаемом хранилище в условиях:

- температура воздуха от +5 °С до +40 °С;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25°С и ниже без конденсации влаги.

11.2.2 Срок хранения прибора 10 лет.

11.2.3 В течение срока хранения прибор необходимо включать в сеть не реже одного раза в год для проверки работоспособности.

11.2.4 На период длительного хранения и транспортирования производится обязательная консервация прибора.

12 Правила транспортирования

12.1 Тара и упаковка

Транспортировку прибора следует осуществлять в его оригинальной упаковке, с надетыми защитными колпаками на передней и задней панели. В случае отсутствия оригинальной упаковки, поместите прибор в прочную картонную коробку, подходящего размера, и аккуратно заверните его, чтобы избежать механических повреждений.

12.2 Условия транспортирования

Транспортирование прибора в укладочной коробке производится всеми видами транспорта при температуре окружающего воздуха от минус 10°С до плюс 60°С и относительной влажности до 95% при температуре окружающей среды не более 30°С.

При транспортировании должна быть предусмотрена защита от попадания атмосферных осадков и пыли. Не допускается кантование прибора.

13 Паспорт изделия

13.1 Сведения о производителе

13.1.1 Данный прибор произведен фирмой:



"ROHDE&SCHWARZ GmbH & Co.KG", Германия.

Адрес: Muhlendorfstrabe 15, 81671 Munchen, Germany.

13.1.2 Руководство по эксплуатации прилагается к прибору с серийным номером: № _____

13.2 Свидетельство о сертификации

Анализатор сигналов R&S FSH4/8 прошел испытания для целей утверждения типа и включен в Государственный реестр средств измерений за № 41876-09.

13.3 Гарантийные обязательства

13.3.1 Фирма-изготовитель (дилер) гарантирует соответствие параметров прибора данным, изложенным в разделе "Технические данные" при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, технического обслуживания и хранения, указанных в настоящем руководстве.

13.3.2 Гарантийный срок эксплуатации – 1 год со дня продажи прибора.

13.4 Сведения о рекламациях

13.4.1 В случае неисправности прибора в период гарантийного срока потребитель имеет право на бесплатный ремонт при сохранности гарантийной пломбы и наличии паспорта изделия. Для этого необходимо составить рекламационный акт согласно инструкции о рекламациях с указанием номера прибора и года выпуска.

13.4.2 Рекламационный акт предоставляется организации, продавшей прибор.

13.4.3 Все предъявляемые к прибору рекламации регистрируются в таблице 13.1.

Таблица 13.1

Дата	Краткое содержание рекламации	Меры, принятые по рекламации	Ф.И.О. лица, предъявившего рекламацию

ДЛЯ ЗАМЕТОК

Приложение А

Примеры работы с анализатором спектра R&S FSH

В приложении на примере некоторых простых измерений поясняются основные приемы работы с портативным анализатором спектра R&S FSH. Более детальное описание приемов работы и функций, например, выбора меню настроек и параметров измерений, дано в разделе 8 данного руководства.

А.1 Измерения параметров синусоидальных сигналов

Основная задача, выполняемая анализаторами спектра, заключается в измерении уровня и частоты синусоидальных сигналов. В следующих примерах показан наиболее эффективный способ выполнения таких измерений с помощью анализатора R&S FSH.

В качестве источника сигнала используется генератор сигналов (например, генератор R&S SML).

Схема измерений:

Подключите ВЧ-выход генератора сигналов к ВЧ-входу R&S FSH.

Настройки генератора сигналов:

Частота 700 МГц

Уровень -30 дБмВт

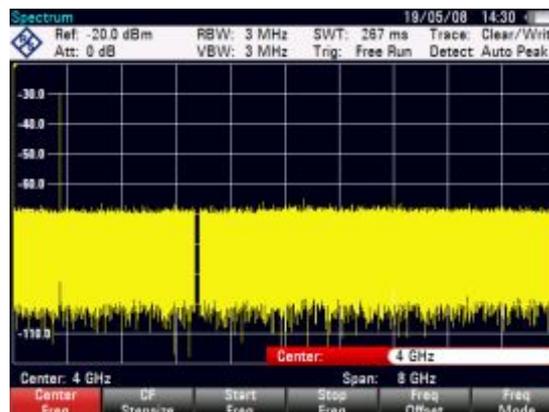
А.1.1 Измерение уровня

Сначала установите R&S FSH в состояние со стандартными настройками для того, чтобы увидеть все шаги работы.

- Нажмите клавишу PRESET.

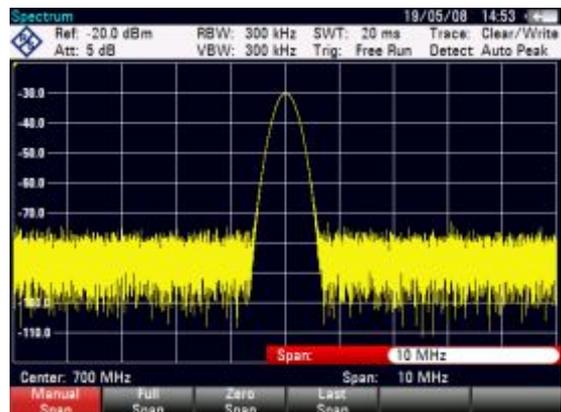
Анализатор отобразит частотный спектр во всем рабочем диапазоне прибора R&S FSH. Сигнал генератора отображается в виде вертикальной линии на частоте 700 МГц.

Чтобы проанализировать сигнал генератора на частоте 700 МГц более детально, уменьшите полосу обзора частот. Установите центральную частоту анализатора R&S FSH на 700 МГц и уменьшите полосу обзора до 10 МГц.



- Нажмите клавишу **FREQ.**
- Введите "700" с помощью цифровой клавиатуры и подтвердите ввод клавишей **MHz.**
- Нажмите клавишу **SPAN.**
- Введите "10" с помощью цифровой клавиатуры и подтвердите ввод клавишей **MHz.**

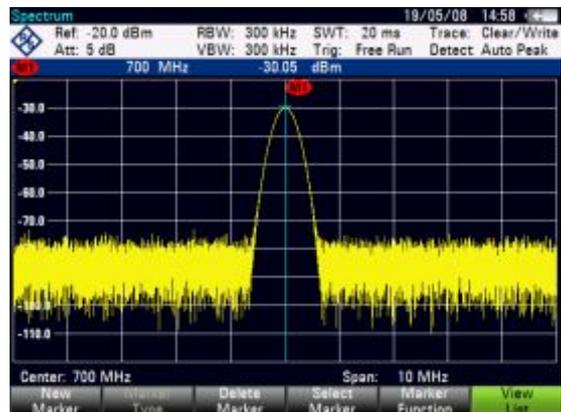
Теперь анализатор будет отображать сигнал генератора с более высокой разрешающей способностью.



В анализаторе R&S FSH имеются маркеры для считывания значений частот и уровней сигнала. Маркер всегда располагается на спектрограмме. Уровень и частота текущей позиции маркера отображаются на экране.

- Нажмите клавишу **MARKER.**

Маркер включится и автоматически установится на максимум спектрограммы. Вертикальная линия на спектрограмме указывает частоту маркера. Короткая горизонтальная черта на спектрограмме отображает значение уровня.



Числовые значения частоты и уровня маркера отображаются в верхней части экрана R&S FSH.

A.1.2 Задание опорного уровня

Уровень REF LEVEL, отображаемый анализатором спектра в верхней части экрана, называется опорным уровнем. Для получения наилучшего динамического диапазона измерения спектра, должен использоваться полный диапазон отображения уровня анализатором. Это означает, что максимальный уровень сигнала в спектре должен находиться в верхней точке сетки (= опорный уровень) или близко к ней.

Опорным уровнем является максимальное значение на оси уровня (ось Y).

Для увеличения динамического диапазона уменьшите опорный уровень на 10 дБ.

- Нажмите клавишу **AMPT.**

Отобразятся функциональные клавиши для меню **AMPT**, а надпись функциональной клавиши **REF LEVEL** будет выделена красным цветом, показывая, что этот параметр может быть изменен. Красный цвет поля ввода в правой нижней части измерительной диаграммы отображает текущий опорный уровень.

- Введите значение "30" с помощью цифровой клавиатуры и подтвердите ввод клавишей **dBm.**

Теперь опорный уровень будет установлен на -30 дБмВт. Максимальное значение спектрограммы близко к максимальному значению шкалы уровней измерительной диаграммы. Отображаемый уровень шума увеличится незначительно. Разность между максимумом сигнала и отображаемым уровнем шума (т. е. динамический диапазон), тем не менее, возросла.

Еще один эффективный способ смещения максимума спектрограммы так, чтобы он совпал с верхней точкой шкалы уровней – использование маркеров. Если

маркер установлен на максимум спектрограммы (как в примере), то опорный уровень может быть установлен равным уровню маркера с помощью нажатия следующих клавиш:

- Нажмите клавишу MKR->.
- Нажмите функциональную клавишу CENTER=MKR/LEVEL.
- Выберите LEVEL=MARKER LEVEL в открывшемся списке, используя поворотную ручку или клавиши курсора (^ или v).
- Нажмите клавишу ENTER.

Опорный уровень установится на измеренный уровень, обозначенный маркером. Таким образом, для настройки оптимального опорного уровня достаточно нажатия всего нескольких клавиш.

А.1.3 Измерение частоты

Спектрограмма R&S FSH содержит 631 точку измерений (частотные точки). Маркер всегда отображается на одной из этих точек. R&S FSH вычисляет частоту маркера по положению точки измерения на оси частот, а также по установленной центральной частоте и полосе обзора. В результате, шаг точек измерения, а, следовательно, и точность измерения частоты с помощью маркера, зависит от выбранной полосы обзора частот.

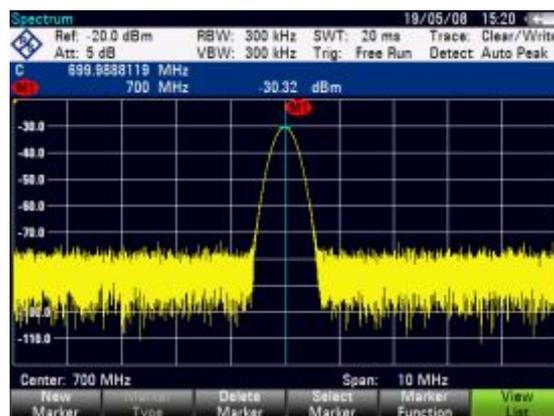
Для повышения точности измерения частоты с помощью маркера R&S FSH оснащен встроенным частотомером. При этом анализатор останавливает развертку на позиции маркера, выполняет измерение частоты, а затем продолжает развертку.

Следующий пример измерений основан на предыдущем примере.

- Нажмите функциональную клавишу MARKER FUNCTION в меню маркера.

Откроется список выбора режимов маркера MARKER FUNCTION.

- Выберите пункт FREQUENCY COUNT в открывшемся списке, используя поворотную ручку или клавиши курсора (^ или v).
- Нажмите клавишу ENTER.



Надпись "M:" в верхней левой части измерительной диаграммы изменится на "C:" сообщая пользователю, что включен частотомер. Теперь разрешающая способность считывания частоты составляет 1 Гц, независимо от установленной полосы обзора.

Теперь точность R&S FSH определяется внутренним источником опорной частоты. Она гораздо выше, чем при считывании частоты маркера по точкам дисплея.

А.1.4 Измерение гармоник синусоидальных сигналов

Поскольку анализатор спектра может выделять различные сигналы в выбранном диапазоне частот, он идеально подходит для измерения уровней гармоник или соотношений их уровней с уровнем основной частоты. Для ускорения этих процедур в анализаторе R&S FSH имеются функции маркера, которые обеспечивают быстрое получение результатов нажатием лишь нескольких клавиш.

Как и выше, в следующем примере вновь используется генератор сигналов с выходной частотой 100 МГц и уровнем -20 дБмВт.

Сначала установите R&S FSH в состояние со стандартными настройками для того, чтобы продемонстрировать все необходимые этапы измерения.

- Нажмите клавишу PRESET.

Анализатор спектра отобразит частотный спектр с максимальным диапазоном развертки. Сигнал генератора отображается в виде вертикальной линии на частоте 100 МГц. Гармоники генератора отображаются в виде линий на частотах, кратных частоте 100 МГц.

Чтобы измерить вторую гармонику, установите начальную и конечную частоты следующим образом:

- Нажмите клавишу FREQ.

Откроется меню функциональных клавиш для ввода частоты.

- Нажмите функциональную клавишу START FREQ.
- Введите '50' с цифровой клавиатуры и подтвердите ввод клавишей MHz.
- Нажмите функциональную клавишу STOP FREQ.
- Введите '250' с цифровой клавиатуры и подтвердите ввод клавишей MHz.

Теперь R&S FSH будет отображать спектр в диапазоне от 50 до 250 МГц, и, следовательно, основной сигнал на частоте 100 МГц и его вторую гармонику на частоте 200 МГц.

Чтобы измерить коэффициент подавления гармоник, установите маркер на основную частоту, а дельта-маркер – на частоту второй гармоники.

- Нажмите клавишу MARKER.

Откроется меню функциональных клавиш для включения маркера и основной маркер автоматически установится на максимум спектрограммы.

- Нажмите функциональную клавишу NEW MARKER.

Включится дельта-маркер (вертикальная пунктирная линия), который будет автоматически помещен на следующий по уровню максимум спектрограммы (на частоте второй гармоники).



Разность уровней гармоник в дБ может быть считана непосредственно по числовым показаниям дельта-маркера.

A.2 Использование датчика мощности

Для наиболее точного измерения мощности R&S FSH обеспечивает возможность использования датчиков мощности R&S FSH-Z1 или R&S FSH-Z18. Они измеряют мощность в диапазоне частот от 10 МГц до 8 ГГц и от 10 МГц до 18 ГГц соответственно.

Датчик мощности R&S FSH-Z1 или R&S FSH-Z18 управляется и питается через специальный интерфейс RS-232-C в верхней части прибора.

- (1) Датчик мощности R&S FSH-Z1 или R&S FSH-Z18
- (2) Разъем для присоединения к испытываемому устройству
- (3) Интерфейс датчика мощности

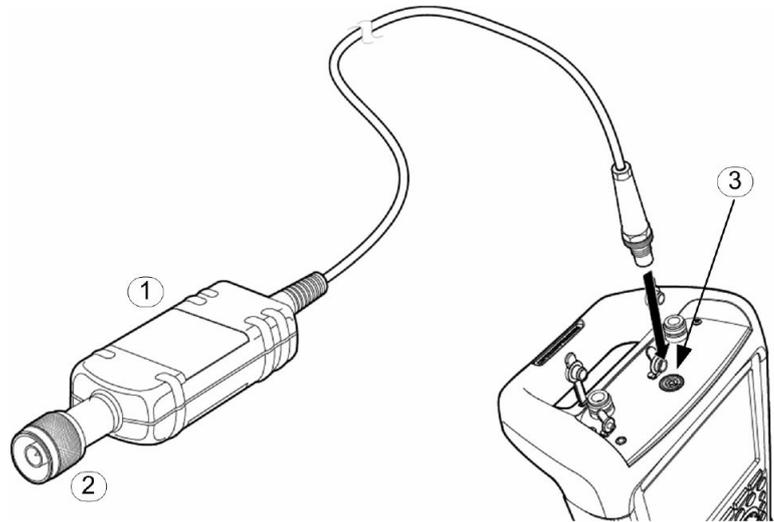


Рисунок А.1 – Подключение датчика мощности R&S FSH-Z1 или R&S FSH-Z18

П р и м е ч а н и е – Риск повреждения датчика из-за высокой входной мощности

- Непрерывная мощность, приложенная к входу датчика мощности, не должна превышать 400 мВт (26 дБмВт).
- Для измерений передатчиков высокой мощности используйте аттенюатор.

Тем не менее, допустимы короткие (≤ 10 мкс) пики мощности до 1 Вт (30 дБмВт).

- Подключите кабель датчика мощности к разъему датчика мощности на R&S FSH и закрутите разъем.
- Нажмите клавишу MODE.
- Нажмите функциональную клавишу POWER METER.



R&S FSH переключится в режим измерения мощности (откроется соответствующее окно для измерения мощности). Если датчик мощности не был подключен, значение измеренной мощности не отображается. Если датчик мощности подключен, R&S FSH устанавливает соединение через интерфейс RS-232 и через несколько секунд отображает измеренную мощность.

При наличии проблем связи с датчиком мощности R&S FSH выдает сообщения об ошибках (sensor error: <номер ошибки>), указывающие на возможные причины неисправностей (см. руководство по эксплуатации датчика).

Перед началом измерений следует скомпенсировать смещение нуля датчика мощности.

- Нажмите функциональную клавишу ZERO.

R&S FSH выведет сообщение о том, чтобы во время установки нуля на датчик мощности каких-либо сигналов не подавалось.

- Отключите датчик мощности от любых источников сигнала.
- Запустите установку нуля нажатием функциональной клавиши CONTINUE.

R&S FSH сразу же запустит процедуру установки нуля датчика мощности. Во время этого процесса на экран R&S FSH выводится сообщение "Zeroing power sensor, please wait..." (Установка нуля датчика мощности, пожалуйста, ждите...).

После того, как установка нуля закончена, R&S FSH выведет сообщение "Power Sensor Zero OK" (Ноль датчика мощности установлен) и переключится назад в меню функциональных клавиш датчика мощности.

- Подайте исследуемый сигнал на датчик R&S FSH-Z1 или R&S FSH-Z18. На экране R&S FSH отобразится измеренный уровень мощности в дБмВт.

Для достижения наивысшей точности измерений вводят частоту исследуемого сигнала.

- Нажмите функциональную клавишу FREQ.
- Используя цифровую клавиатуру, введите требуемую частоту и подтвердите ввод нажатием клавиши ENTER или повторным нажатием функциональной клавиши FREQ.

R&S FSH передает новую частоту в датчик мощности, который по ней корректирует результат измерения мощности.



A.3 Измерения прямой и отраженной мощности с R&S FSH-Z14 или R&S FSH-Z44

Направленные датчики мощности R&S FSH-Z14 и R&S FSH-Z44 включаются между источником и нагрузкой и измеряют потоки мощности в обоих направлениях, т.е. от источника к нагрузке (прямая или падающая мощность) и от нагрузки к источнику (обратная или отраженная мощность). Соотношение между обратной и прямой мощностями является мерой согласования нагрузки и отображается либо в виде коэффициента потерь на отражение, либо в виде KCBH.

Датчики R&S FSH-Z14 и R&S FSH-Z44 имеют ассиметричную конструкцию и должны использоваться в измерительной цепи так, чтобы стрелка FORWARD на датчике указывала в направлении нагрузки (= направление подачи мощности).

Питание и управление датчика осуществляется через специальный оптический интерфейс.

- (1) Направленный датчик мощности R&S FSH-Z44
- (2) Источник
- (3) Нагрузка
- (4) Разъем датчика мощности

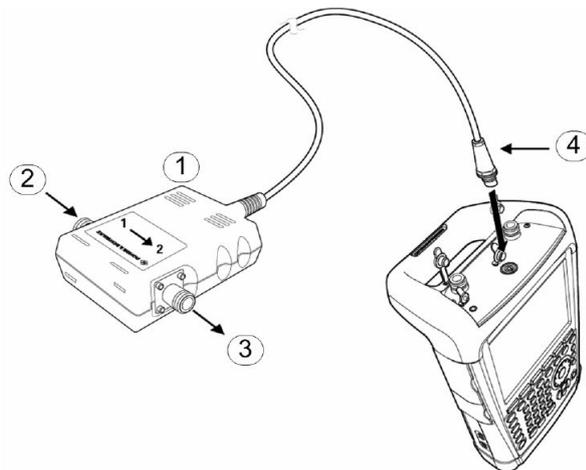


Рисунок А.2 – Подключение направленного датчика мощности R&S FSH-Z44

При измерении больших мощностей обратите особое внимание на следующие инструкции во избежание травм у оператора и предотвращения повреждения датчика мощности:



ОПАСНОСТЬ ОЖОГА ИЛИ ПОВРЕЖДЕНИЯ ПРИБОРА

- Никогда не превышайте допустимую непрерывную мощность (см. диаграмму на обратной стороне датчика).
- Подключайте датчик только при выключенном источнике мощности.
- Обеспечьте надежную затяжку разъемов.

Порядок действий:

- Присоедините кабель датчика мощности к соответствующему разъему на R&S FSH и закрутите разъем. Установите направленный датчик мощности между источником и нагрузкой.
- Нажмите клавишу MODE.
- Нажмите функциональную клавишу POWER METER.

R&S FSH переключится в режим измерения мощности (откроется окно режима направленных измерений мощности). Если датчик мощности не был подключен, значение измеренной мощности не отображается. Если датчик мощности подключен, R&S FSH устанавливает соединение через интерфейс и через несколько секунд отображает тип подключенного датчика мощности (R&S FSH-Z14 или R&S FSH-Z44), а также измеренные значения прямой мощности (Forward Power) и потерь мощности на отражение от нагрузки (Return Loss).

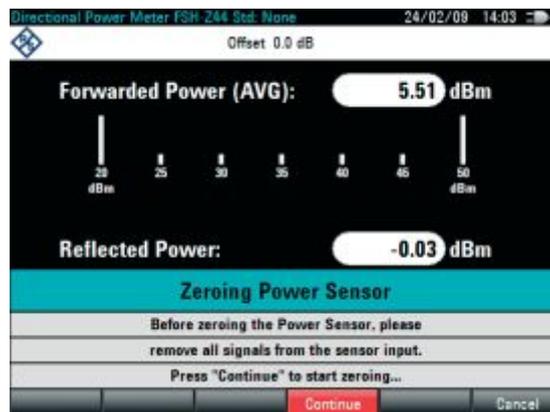
Перед выполнением измерений мощности выполните установку нуля датчика мощности.

- Нажмите функциональную клавишу ZERO.

R&S FSH выведет сообщение о том, чтобы во время установки нуля на датчик мощности каких-либо сигналов не подавалось.

- Отключите датчик мощности от любых источников сигнала.
- Запустите установку нуля нажатием функциональной клавиши CONTINUE.

Функциональная клавиша CANCEL может быть использована для прекращения установки нуля до ее начала, например, если нет



возможности отключения источника сигнала.

R&S FSH сразу же запустит процедуру установки нуля датчика мощности. Во время этого процесса на экран R&S FSH выводится сообщение "Zeroing power sensor, please wait..." (Установка нуля датчика мощности, пожалуйста, ждите...).

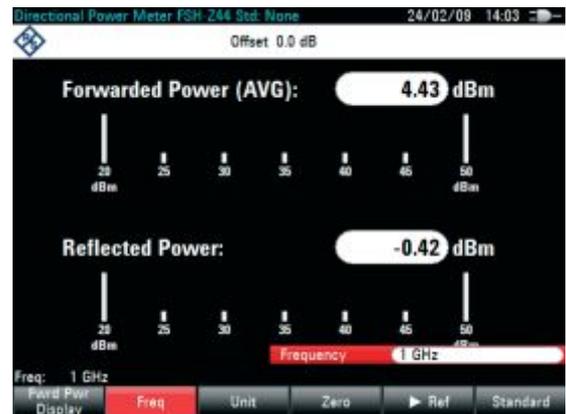
После того, как установка нуля закончена, R&S FSH выведет сообщение "Power Sensor Zero OK" (Ноль датчика мощности установлен) и переключится назад в меню функциональных клавиш датчика мощности.

- Теперь включите датчик R&S FSH-Z14 или R&S FSH-Z44 между источником и нагрузкой.
- Анализатор R&S FSH отобразит измеренный уровень прямой мощности в дБмВт и КСВН нагрузки.

Для достижения максимальной точности результатов введите частоту тестируемого сигнала.

- Нажмите функциональную клавишу **FREQ**.
- Используя цифровую клавиатуру, введите требуемую частоту и подтвердите ввод нажатием клавиши **ENTER** или повторным нажатием функциональной клавиши **FREQ**.

R&S FSH передает новую частоту в датчик мощности, который по ней корректирует результат измерения мощности.



A.4 Двухпортовые скалярные измерения характеристик передачи

(только для моделей анализаторов R&S FSH со следящим генератором: номер для заказа 1309.6000.14, 1309.6000.18, 1309.6000.24 или 1309.6000.28.)

Для измерения усиления или ослабления сигнала устройств с двумя портами (четырёхполюсников), прибор R&S FSH оснащается следящим генератором. Он формирует синусоидальный сигнал с частотой, на которую настроен анализатор спектра.

Для измерений испытуемых устройств, требующих внешнего питания (например, усилителей мощности), подсоедините источник постоянного тока к соответствующему входу **BIAS PORT 1** или **BIAS PORT 2** (только для моделей R&S FSH с номерами 1309.6000.24 и 1309.6000.28).

- Нажмите клавишу **MODE**.
- Нажмите функциональную клавишу **NETWORK ANALYZER**.

R&S FSH переключится в режим анализатора цепей, будет включен следящий генератор. До тех пор, пока не будет проведена калибровка, в левом верхнем углу экрана будет отображаться надпись "(Uncal)".

- Нажмите функциональную клавишу **MEAS MODE**.

Перед проведением калибровки следует установить нужную полосу обзора, поскольку калибровка действует только для выбранной (откалиброванной) полосы обзора.

- Нажмите клавишу **FREQ**.
- Используя цифровую клавиатуру, введите центральную частоту.
- Нажмите клавишу **SPAN**.
- Используя цифровую клавиатуру, введите значение полосы обзора.

Альтернативный вариант определения полосы обзора заключается во вводе начальной и конечной частот с помощью функциональных клавиш START FREQ и STOP FREQ в меню частоты.

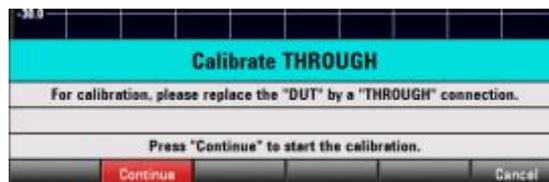
Откалибруйте R&S FSH для проведения измерения передаточной функции.

В следующем примере показано выполнение скалярного измерения передаточной функции. Если установлена опция R&S FSH-K2, то сначала необходимо выбрать режим скалярных измерений (только для моделей R&S FSH с номерами 1309.6000.24 или 1309.6000.28).

- Нажмите клавишу MEAS.
- Нажмите функциональную клавишу MEAS MODE.
- Используя поворотную ручку или курсоры, выберите пункт SCALAR.
- Подтвердите выбор клавишей ENTER или функциональной клавишей MEAS MODE.
- Нажмите функциональную клавишу CALIBRATE в основном меню режима анализатора цепей.

Примечание – Моделями R&S FSH 1309.6000.24 и 1309.6000.28 характеристики передачи можно измерять как в прямом, так и в обратном направлении. Моделями 1309.6000.14 и 1309.6000.18 – только в обратном.

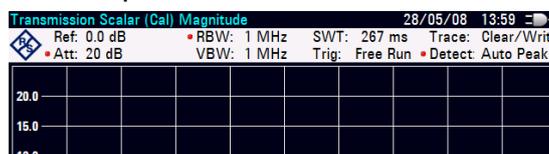
- Выберите требуемое направление измерения – прямое или обратное – с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (^ или v) NORMALIZE TRANSM. FWD. (PORT 1 -> PORT 2) или NORMALIZE TRANSM. REV. (PORT 2 -> PORT 1) и подтвердите выбор клавишей ENTER или функциональной клавишей CALIBRATE.



На экран анализатора R&S FSH будет выдан запрос на подтверждение соединения ВЧ-входа с выходом следящего генератора для проведения направленной калибровки.

- Соедините PORT 1 и PORT 2 измерительным кабелем напрямую, без испытываемого устройства.
- Нажмите CONTINUE для запуска процедуры калибровки.

После завершения калибровки в левом верхнем углу экрана будет выводиться надпись "(CAL)".



Примечание – После двухпортовой калибровки можно переключиться между прямым и обратным направлением измерений без повторной калибровки анализатора. Смотрите также параграф о двухпортовой калибровке в разделе о скалярных измерениях потерь на отражение (только для моделей 1309.6000.24 и 1309.6000.28).

- Подключите испытываемое устройство между ВЧ-входом и выходом следящего генератора.

На экране R&S FSH будет отображена амплитудно-частотная характеристика ИУ. Отдельные значения характеристики могут быть считаны, например, с помощью маркеров.



Калибровка остается действительной до тех пор, пока начальная и конечная частота, центральная частота, полоса обзора и центральная частота остаются в диапазоне частот, в котором произведена калибровка. В этом случае анализатор R&S FSH интерполирует данные для коррекции между опорными точками калибровки. При этом в левом верхнем углу экрана выводится надпись "(Approx)", указывая тем самым на возможное увеличение погрешности измерений. Если измененный частотный диапазон вышел за пределы калиброванного диапазона, то калибровка становится недействительной, и в верхнем левом углу выводится надпись "(UNCAL)". Для восстановления последней действительной калибровки выполните следующее:

- Нажмите функциональную клавишу CALIBRATE в главном меню режима анализатора цепей.
- Выберите пункт RESTORE CALIBRATION SETTINGS с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨).

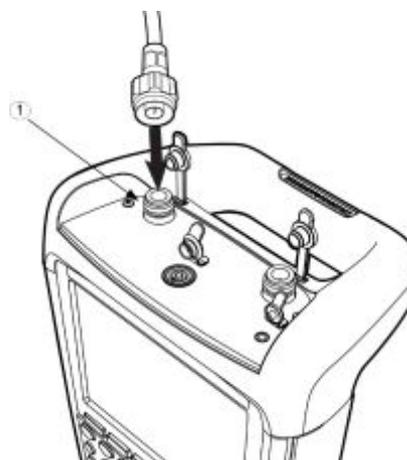
R&S FSH восстанавливает настройки прибора, которые использовались во время последней калибровки. Калибровка заново активируется и в верхнем левом углу выводится надпись "(CAL)".

При сохранении набора данных для режима скалярных измерений характеристики передачи в откалиброванном состоянии, R&S FSH может вместе с другими настройками сохранять и данные калибровки. Поэтому, после вызова этих настроек из памяти, измерения можно выполнять без предварительной калибровки.

A.5 Скалярные измерения потерь на отражение

(только для моделей анализаторов R&S FSH со следящим генератором и встроенным КСВН-мостом, номер для заказа 1309.6000.24 или 1309.6000.28)

Для измерения потерь на отражение требуется калибровочная мера R&S FSH-Z28 (от 0 до 8 ГГц) или R&S FSH-Z29 (от 0 до 3,6 ГГц).



(1) PORT 1

Рисунок А.3 – Подключение испытуемого устройства к порту 1

Измерение характеристик отражения может быть выполнено с помощью прибора R&S FSH со встроенным KCBH-мостом как на порте 1, так и на порте 2. На приведенном выше рисунке показано подключение испытуемого устройства к порту PORT 1.

- Для измерений испытуемых устройств, требующих внешнего питания (например, усилителей мощности), подключите необходимый источник питания к соответствующему входу BIAS PORT 1 или BIAS PORT 2.

Перед выполнением любых измерений необходимо провести калибровку собранной измерительной установки. Калибровка выполняется при разомкнутой "OPEN" и замкнутой "SHORT" цепи в точке, где должны проводиться измерения характеристик отражения. Если испытуемое устройство подключено непосредственно к R&S FSH, точкой измерений является PORT 1 или PORT 2. Если между испытуемым устройством и портом PORT 1 или PORT 2 будет использоваться кабель, то калибровку необходимо выполнить на измеряемом конце кабеля.

- Нажмите клавишу MODE.
- Нажмите функциональную клавишу NETWORK ANALYZER.

Прибор R&S FSH переключится в режим анализатора цепей, и будет включен следящий генератор. Так как калибровка не проводилась, в левом верхнем углу будет выводиться надпись "(UNCAL)".

Перед проведением калибровки следует установить нужную полосу обзора, поскольку калибровка действует только для выбранной (откалиброванной) полосы обзора.

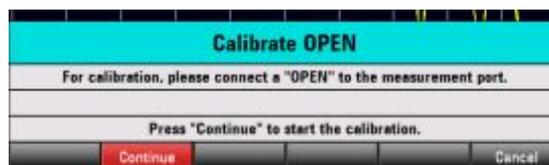
- Нажмите клавишу FREQ.
- Используя цифровую клавиатуру, введите центральную частоту.
- Нажмите клавишу SPAN.
- Используя цифровую клавиатуру, введите значение полосы обзора.

Альтернативный вариант определения полосы обзора заключается во вводе начальной и конечной частот с помощью функциональных клавиш START FREQ и STOP FREQ.

Калибровка R&S FSH для проведения измерения потерь на отражение

В следующем примере показано выполнение скалярного измерения потерь на отражение. Если установлена опция R&S FSH-K2, то сначала необходимо выбрать режим скалярных измерений.

- Нажмите клавишу MEAS.
- Нажмите функциональную клавишу MEAS MODE.
- С помощью поворотной ручки или клавиш курсора (\wedge или \vee) выберите пункт SCALAR.
- Подтвердите выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS MODE.
- Нажмите функциональную клавишу CALIBRATE в основном меню режима анализатора цепей.
- Выберите пункт NORMALIZE REFLECTION PORT 1 или NORMALIZE REFLECTION PORT 2 с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (\wedge или \vee) и подтвердите выбор нажатием клавиши ENTER.

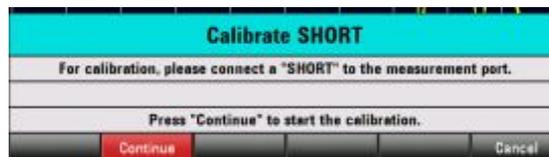


R&S FSH начнет калибровку и выведет сообщение с требованием провести калибровку открытого измерительного порта.

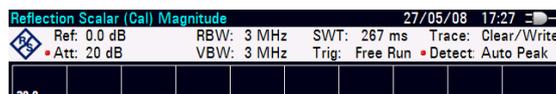
- Оставьте измерительный порт (PORT 1 или PORT 2) КСВН-моста открытым.
- Используя функциональную клавишу CONTINUE, начните калибровку с открытым портом OPEN.

После завершения калибровки с открытым портом OPEN будет выдан запрос на выполнение калибровки с короткозамкнутым портом SHORT.

- Подключите меру КЗ (SHORT) к измерительному порту PORT 1 или PORT 2 или к измерительному концу кабеля.
- Нажав CONTINUE, запустите калибровку с короткозамкнутым портом SHORT.



После завершения калибровки в левом верхнем углу экрана будет выводиться надпись "(CAL)". Это значит, что прибор R&S FSH откалиброван для измерения характеристик отраженных сигналов.



- Подключите испытуемое устройство к откалиброванному измерительному порту.

На экране R&S FSH будет отображено значение потерь на отражение в дБ для испытуемого устройства:

R&S FSH также может отображать характеристики отражения в КСВН или виде коэффициента отражения. Выполните следующие действия:



- Выберите функциональную клавишу FORMAT.
- Выберите пункт VSWR или REFLECTION COEFFICIENT с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨).
- Подтвердите выбор нажатием ENTER или функциональной клавиши FORMAT.

Калибровка остается действительной до тех пор, пока начальная и конечная частота, центральная частота, полоса обзора и центральная частота остаются в диапазоне частот, в котором произведена калибровка. В этом случае анализатор R&S FSH интерполирует данные для коррекции между опорными точками калибровки. При этом в левом верхнем углу экрана выводится надпись "(Approx)", указывая тем самым на возможное увеличение погрешности измерений. Если измененный частотный диапазон вышел за пределы калиброванного диапазона, то калибровка становится недействительной, и в верхнем левом углу выводится надпись "(UNCAL)". Для восстановления последней действительной калибровки выполните следующее:

- Нажмите функциональную клавишу CALIBRATE в главном меню режима анализатора цепей.
- Выберите RESTORE CALIBRATION SETTINGS с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨).

R&S FSH восстанавливает настройки прибора, которые использовались во время последней калибровки. Калибровка заново активируется и в верхнем левом углу выводится надпись "(CAL)".

При сохранении набора данных для режима измерений характеристики отражения в откалиброванном состоянии, R&S FSH может вместе с другими настройками сохранять и данные калибровки. Поэтому, после вызова этих настроек из памяти, измерения можно выполнять без предварительной калибровки.

Использование заводской калибровки:

П р и м е ч а н и е – Анализатор R&S FSH при производстве калибруется во всем частотном диапазоне. Точкой заводской калибровки является PORT 1 или PORT 2. Если испытуемое устройство непосредственно подключено к одному из измерительных портов, характеристики отражения могут быть определены с удовлетворительной точностью без дополнительной калибровки. Для увеличения точности измерений или при использовании дополнительного кабеля между испытуемым устройством и PORT1 или PORT2, рекомендуется провести калибровку, как описано выше.

Для использования заводской калибровки, выполните следующие действия:

- Нажмите функциональную клавишу CALIBRATE в главном меню режима анализатора цепей.
- Выберите пункт USER CALIBRATION с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨). Подтвердите выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CALIBRATE.

Теперь R&S FSH использует данные калибровки, записанные на заводе. В верхнем левом углу экрана будет выводиться надпись "(UNCAL)".

Двухпортовая калибровка

Модели R&S FSH со встроенным следящим генератором и KCBH-мостом (модели с номерами 1309.6000.24 и 1309.6000.28) имеют возможность измерения согласования импеданса и ослабления, например, фильтров, в прямом и обратном направлении. Перед измерениями необходимо выполнить двухпортовую калибровку. Выполните следующее:

- Нажмите функциональную клавишу CALIBRATE в главном меню режима анализатора цепей.
- Выберите пункт NORMALIZE FULL TWO-PORT с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨). Подтвердите выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CALIBRATE.

R&S FSH последовательно выведет текстовые сообщения с требованием присоединить к измерительным портам 1 и 2 меры K3 (Short), XX (Open) и 50-омную нагрузку (Load). Кроме того, потребуется установить прямое соединение между двумя измерительными портами.

- Надежно прикручивайте требуемую калибровочную меру к измерительным портам и запускайте процесс калибровки для каждой меры нажатием функциональной клавиши CONTINUE.
- После калибровки подключите испытуемое устройство. R&S FSH изначально отображает характеристики отражения PORT 1.
- Затем нажмите функциональную клавишу RESULT DISPLAY.
- Выберите отображение требуемого результата измерений с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨). Подтвердите выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши RESULT DISPLAY. Вы можете выбрать между характеристиками отражения на Port 1 или на Port 2 (REFLECTION PORT 1 или REFLECTION PORT 2) или характеристиками передачи в прямом или обратном направлении TRANSMISSION FWD (PORT 1->2) или TRANSMISSION REV (PORT 2->1).

Выбранный результат измерения будет отражен на экране прибора.

А.6 Измерение повреждений в кабеле

(только для моделей анализаторов R&S FSH со следящим генератором и встроенным KCBH-мостом, номер для заказа 1309.6000.24 или 1309.6000.28, и установленной опцией R&S FSH-K41 (измерение повреждений в кабеле). Также необходимы измерительный кабель R&S FSH-Z20 и калибровочная мера FSH-Z28 (от 0 до 8 ГГц) или R&S FSH-Z29 (от 0 до 3.6 ГГц).)

- (1) Измерительный кабель
- (2) ВЧ-вход PORT 1
- (3) Короткозамыкатель
- (4) Калибровочная мера R&S FSH-Z28 или R&S FSH-Z29
- (5) Испытуемое устройство

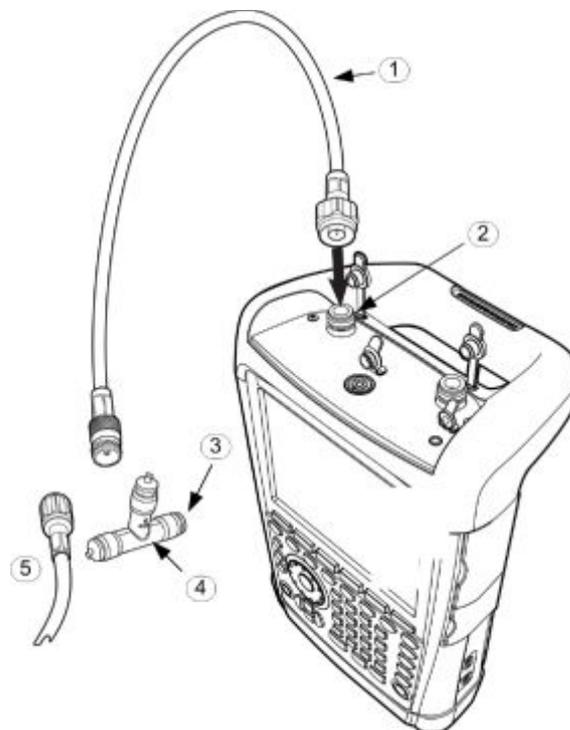


Рисунок А.4 – Схема подключений при измерении повреждений в кабеле

- Для измерения параметров устройств, требующих внешнего питания, (например, усилителей мощности), подключите необходимый источник питания к входу BIAS PORT 1.
- Подключите измерительный кабель, который поставляется вместе с опцией R&S FSH-Z20 к входу PORT 1.

Примечание – Использование измерительного кабеля обязательно! Результаты, полученные без этого кабеля, недостоверны.

- Нажмите клавишу MODE.
- Нажмите функциональную клавишу DISTANCE TO FAULT.
R&S FSH включит функцию измерения расстояния до повреждения.

Наилучшие результаты измерений обеспечиваются в случае, если центральная частота анализатора установлена на рабочую частоту испытуемого устройства.

- Нажмите клавишу FREQ.
- Введите центральную частоту (CENTER), например частоту антенны на конце испытуемого кабеля.

Для выполнения измерений расстояния до повреждения в кабеле, анализатор R&S FSH должен иметь информацию о типе кабеля и его ориентировочной длине. Частотно-зависимые модели кабелей могут быть созданы с помощью поставляемого программного обеспечения "R&S FSH4 View" для Windows и загружены в анализатор R&S FSH. Эта процедура описана в руководстве по ПО R&S FSH View.

Выбор модели кабеля из списка

- Нажмите клавишу MEAS.
- Нажмите функциональную клавишу CABLE MODEL.

На экране R&S FSH отобразится список загруженных моделей кабелей.

- Выберите требуемую модель кабеля с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨).

- Используя функциональную клавишу SELECT, активируйте выбранную модель кабеля.

Анализатор возвращается в меню измерения расстояния до повреждения, при этом название используемого в измерениях кабеля выводится в левом верхнем углу экрана.

R&S FSH использует значение длины кабеля для определения оптимальной полосы обзора при измерениях и для масштабирования оси X. Для получения наилучших результатов, длину кабеля следует указывать на 20...50% больше длины испытуемого кабеля.

- Нажмите функциональную клавишу CABLE LENGTH.

Откроется поле ввода длины кабеля с текущей настройкой длины.

- Используя цифровые клавиши, введите длину кабеля в метрах и завершите ввод клавишей ENTER, или одной из клавиш единиц измерения, или установите длину кабеля, используя поворотную ручку (шаг 1 м), или клавиши курсора (∧ или ∨) (шаг 10 м).

Минимальная длина кабеля составляет 0 м, максимальная длина ограничена значением 1500 м.

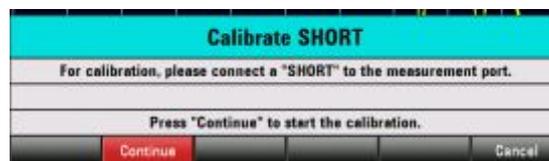
Калибровка измерительной установки

- Нажмите функциональную клавишу CALIBRATE.
- Выберите пункт меню DTF ONLY с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨) и подтвердите выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CALIBRATE.

Откроется текстовое окно с запросом на подключение к измерительному кабелю нагрузки в виде меры КЗ (SHORT).

- Плотно накрутите меру КЗ (SHORT) к выходному концу измерительного кабеля.
- Нажмите функциональную клавишу CONTINUE для запуска калибровки с короткозамыкателем (SHORT).

После завершения калибровки в верхнем левом углу экрана появится надпись **DTF (CAL)**.



П р и м е ч а н и е – Анализатор R&S FSH выполняет калибровку во всей полосе обзора частот. Поэтому после изменения длины кабеля в повторной калибровке необходимости нет. Калибровочные данные сохраняются во встроенной памяти прибора R&S FSH. Поэтому калибровка сохраняет силу и после смены режима работы или выключения прибора.

- Отсоедините КЗ-нагрузку от измерительного кабеля.
- Подсоедините испытуемый кабель к измерительному кабелю.

На экране R&S FSH будет отображена зависимость потерь на отражение от расстояния.

Проверка спектра в полосе обзора для обнаружения внешних источников помех

- Нажмите функциональную клавишу MEAS MODE.
- Выберите SPECTRUM с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨).
- Подтвердите выбор повторным нажатием функциональной клавиши MEAS MODE или нажатием клавиши ENTER.

R&S FSH выключает следящий генератор и отображает спектр в диапазоне, установленном для измерений расстояния до повреждения.

Для индикации того, что прибор R&S FSH перешел в режим измерения спектра, в правом верхнем углу экрана выводится надпись **DTF Spectrum**. Другими словами, R&S FSH использует те же настройки, что и в режиме измерения расстояния до повреждения.

Дополнительные измерения согласования импеданса:

Кроме измерений расстояния до повреждения, анализатор R&S FSH также имеет возможность определять согласование импеданса кабеля в виде функции от частоты. Для этого R&S FSH должен быть откалиброван с использованием трех калибровочных мер (K3, XX и нагрузка 50 Ом) вместо одной. Выполните следующее:

- Нажмите функциональную клавишу CALIBRATE.
- Выберите пункт меню DTF + REFLECTION с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨) и подтвердите выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши CALIBRATE.

Откроется текстовое окно, в котором будет выведен запрос на подключение к измерительному кабелю меры K3 (Short), меры XX (Open) и нагрузки 50 Ом (Load).

- Надежно прикручивайте требуемую калибровочную меру к измерительным портам и запускайте процесс калибровки для каждой меры нажатием функциональной клавиши CONTINUE.

После завершения калибровки в верхнем левом углу экрана будет выведена надпись **DTF REFLECTION (CAL)**.

- Теперь нажмите функциональную клавишу MEAS MODE.
- Выберите пункт REFLECTION с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (∧ или ∨).
- Подтвердите выбор нажатием клавиши ENTER или повторным нажатием функциональной клавиши MEAS MODE.

С установленным режимом REFLECTION анализатор R&S FSH переключается из режима измерения расстояния до повреждения в режим измерения импеданса и отображает его распределение по частоте.

Индикатором работы анализатора R&S FSH в режиме отображения характеристик отражения является надпись **DTF REFLECTION** в правом верхнем углу экрана. Другими словами, R&S FSH использует те же настройки, что и в режиме измерения расстояния до повреждения.

A.7 Сохранение и вызов установок и результатов измерений

Анализатор R&S FSH может сохранять результаты измерений и настройки прибора во внутренней памяти или на съемной карте памяти типа SD. Результаты всегда сохраняются вместе с настройками, чтобы при вызове их можно было интерпретировать в контексте. В анализаторе R&S FSH можно сохранить до 100 наборов данных (каждый под своим уникальным именем).

Для расширения памяти или для передачи данных на ПК без непосредственного соединения по интерфейсу LAN или USB может быть использована съемная SD-карта. Карта памяти SD (например, R&S HA-Z231, 1GB, номер для заказа 1309.6217.00) вставляется в слот с правой стороны до слышимого щелчка. Для извлечения SD-карты необходимо сначала ее освободить (нажатием на нее), а затем вытянуть из слота.



A.7.1 Сохранение результатов измерений

- Нажмите клавишу SAVE / RECALL.
- Нажмите функциональную клавишу SAVE

Откроется поле ввода с запросом на ввод имени сохраняемого набора данных.

В поле ввода "Name: ", которое подсвечивается красным цветом, выводится имя последнего из сохраненных наборов данных. При нажатии клавиши ENTER или повторном нажатии функциональной клавиши SAVE набор данных будет сохранен под предложенным именем.



Функциональная клавиша INTERNAL/SD-CARD служит для определения места сохранения результатов измерений: внутренняя память или карта памяти SD.

С помощью кнопки-колеса или курсоров (∧ или ∨) можно выбрать набор данных из списка. Имя этого набора можно поместить в поле ввода нажатием клавиши ENTER. Он может быть перезаписан или сохранен с измененным именем.

Новое имя можно ввести с цифровой клавиатуры. Она имеет такую же раскладку букв, как и клавиатуры мобильных телефонов. Введите букву над клавишей нажатием ее соответствующее количество раз.

Также отображается количество свободных ячеек памяти (FREE).

- Введите имя набора данных, используя цифровую клавиатуру.
- Подтвердите ввод нажатием клавиши ENTER.

Данные сохраняются с выбранным именем во внутреннюю память типа КМОП ОЗУ анализатора R&S FSH или на карту памяти SD.

Не всегда необходимо вводить полное имя нового набора данных – можно отредактировать имя существующего с помощью курсоров и сохранить.

- Нажмите функциональную клавишу SAVE.

Анализатор R&S FSH предлагает имя набора данных для сохранения.

- Нажмите клавишу курсора (∧ или ∨).

Вертикальный курсор помещается в конце имени набора данных.



- Используйте клавишу '∨' для передвижения курсора влево.
- Используйте клавишу '∧' для передвижения курсора вправо.

- Вставьте с помощью буквенно-цифровой клавиатуры новую букву или цифру в позиции курсора.
- Нажмите клавишу BACK для удаления буквы или цифры слева от курсора.

A.7.2 Вызов результатов измерений

Используйте функцию вызова результатов прибора R&S FSH для того, чтобы просмотреть ранее сохраненные результаты измерений и настройки.

- Нажмите клавишу SAVE / RECALL.
- Нажмите функциональную клавишу RECALL.

Откроется список всех сохраненных наборов данных. Для вызова результатов измерений с SD-карты, нажмите функциональную клавишу INTERNAL/SD-CARD. Отобразятся все записи данных на SD-карте.

Выберите набор данных из списка, используя поворотную ручку или клавиши курсора (∧ или ∨). Подтвердите выбор нажатием функциональной клавиши RECALL.

Stat	Name	Size	Date	Time
	\Public\			
	Dataset000.set	75 kB	19/05/2008	17:28
	Dataset001.set	75 kB	19/05/2008	17:28
	Dataset002.set	75 kB	19/05/2008	17:28
	Dataset003.set	75 kB	19/05/2008	17:28
	Dataset004.set	75 kB	19/05/2008	17:28
	Dataset005.set	75 kB	19/05/2008	17:28
	Dataset006.set	75 kB	19/05/2008	18:22
	Dataset007.set	75 kB	19/05/2008	17:44
	Dataset008.set	75 kB	19/05/2008	18:22

Free: 27 MB

View Recall Sort/Show Internal/SD-Card Exit