

## Анализаторы кабельных трактов и антенн R&S ZVH4, ZVH8

### Руководство по эксплуатации



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

Москва  
2011 г.



## Содержание

1	Назначение.....	5
2	Технические данные.....	5
3	Состав комплекта прибора.....	9
4	Маркирование и пломбирование.....	9
5	Общие указания по эксплуатации.....	9
6	Указание мер безопасности.....	10
6.1	Общие сведения.....	10
6.2	Используемые знаки и обозначения.....	10
6.3	Отдельные метки и их значение.....	11
6.4	Основные инструкции по обеспечению безопасности.....	11
7	Подготовка к работе.....	14
7.1	Распаковка прибора.....	15
7.2	Размещение прибора.....	15
7.3	Включение анализатора.....	16
7.4	Разъемы анализатора.....	17
7.5	Настройки экрана.....	20
7.6	Установка даты и времени.....	20
7.7	Зарядка батареи.....	21
7.8	Выбор стандартных настроек прибора.....	23
7.9	Использование внешнего опорного источника / внешнего запуска / входа постоянного тока (BIAS Port 2).....	23
7.10	Переключение между выходом промежуточной частоты (IF Out) / входом постоянного тока (BIAS Port 1).....	24
7.11	Активация опций.....	24
7.12	Проверка установленных опций.....	24
7.13	Настройка LAN- или USB-соединения с ПК.....	25
8	Порядок работы.....	29
8.1	Работа с прибором R&S ZVH.....	29
8.2	Режим тестирования кабельных трактов и антенн.....	42
8.3	Работа с мастером измерений.....	61
8.4	Режим анализатора спектра (опция R&S ZVH-K1).....	67
8.5	Векторный анализ цепей (опция R&S ZVH-K42).....	121
8.6	Измерения с использованием датчика мощности (опция R&S ZVH-K9) ..	140
8.7	Измерения напряженности поля с использованием изотропной антенны	150
8.8	Измерение с использованием коэффициентов преобразования.....	152
8.9	Сохранение и загрузка настроек прибора и результатов измерений.....	155
9	Техническое обслуживание.....	160

9.1	Поверка прибора .....	160
9.2	Очистка внешних поверхностей.....	160
9.3	Обновление программного обеспечения .....	160
10	Текущий ремонт.....	162
11	Правила хранения.....	162
11.1	Условия хранения прибора .....	162
11.2	Длительное хранение .....	162
12	Правила транспортирования.....	163
12.1	Тара и упаковка .....	163
12.2	Условия транспортирования .....	163
13	Паспорт изделия .....	163
13.1	Сведения о производителе .....	163
13.2	Свидетельство о сертификации .....	163
13.3	Гарантийные обязательства .....	163
13.4	Сведения о рекламациях.....	163

## 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

Анализаторы кабельных трактов и антенн R&S ZVH4, R&S ZVH8 (далее по тексту - анализаторы) предназначены для измерений S-параметров коаксиальных многополюсников (ослабление, коэффициент отражения, КСВН, фаза коэффициентов отражения и передачи), а также для измерений и визуального наблюдения составляющих спектра периодически повторяющихся сигналов и стационарных шумов в полевых условиях в диапазоне частот от 100 кГц до 3,6 ГГц или 8 ГГц.

## 2 Технические данные

### 2.1. Метрологические и технические характеристики

Наименование характеристик	Значения характеристик
Диапазон рабочих частот, Гц: для моделей R&S ZVH4 для моделей R&S ZVH8	от $1 \cdot 10^5$ до $3,6 \cdot 10^9$ от $1 \cdot 10^5$ до $8 \cdot 10^9$
Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора	$\pm 1 \cdot 10^{-6}$
Режим измерения КСВН (S11)	
Диапазон измерения КСВН	от 1,05 до 71
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения КСВН (K) для диапазона частот*: от 100 кГц до 3 ГГц от 3 ГГц до 6 ГГц от 6 Гц до 8 ГГц	$\pm 1,5 \times K \%$ $\pm 3 \times K \%$ $\pm 6 \times K \%$
Режим измерения ослабления (S21) – опция K39	
Диапазон измерения ослабления при полосе пропускания 1 кГц для диапазона частот, дБ: от 100 кГц до 300 кГц от 300 кГц до 2,5 ГГц от 2,5 ГГц до 6 ГГц от 6 ГГц до 8 ГГц	от 0 до 50 от 0 до 80 от 0 до 70 от 0 до 50
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения ослабления для динамического диапазона, дБ*: от 0 до 20 дБ от 0 до 50 дБ	$\pm 0,1$ $\pm 0,2$
Режим измерения комплексных коэффициентов передачи и отражения – опция K42	
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения обратных потерь, дБ, в диапазоне*: от 0 до 15 дБ от 15 до 25 дБ от 25 до 30 дБ	$\pm 0,5$ $\pm 1,2$ $\pm 2,5$

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения фазы обратных потерь, градусов, в диапазоне обратных потерь*: от 0 до 15 дБ от 15 до 25 дБ от 25 до 30 дБ	±3 ±6 ±20
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения потерь на передачу, дБ, для динамического диапазона*: от 0 до 20 дБ от 0 до 50 дБ	±0,1 ±0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения фазы потерь на передачу, градусов*	±3
Режим анализатора спектра - опция K1	
Номинальные значения полос пропускания на уровне минус 3 дБ, кГц	от 0,001 до 3000 (дискретно с шагом 1, 3)
Пределы допускаемой относительной погрешности номинальных значений полос пропускания, % в полосе пропускания от 1 Гц до 300 кГц в полосе пропускания более 300 кГц	5 10
Значения уровня фазовых шумов в полосе 1 Гц относительно уровня несущей на частоте 500 МГц при отстройке, дБ, не более: 30 кГц 100 кГц 1 МГц	минус 95 минус 100 минус 120
Значения среднего уровня собственных шумов на входе 50 Ом в полосе пропускания 100 Гц, приведенного к 1 Гц, ослаблении 0 дБ, в диапазоне частот, дБ относительно 1 мВт, не более: предусилитель ВЫКЛ. от 100 кГц до 1 МГц от 1 МГц до 10 МГц от 10 МГц до 2 ГГц от 2 ГГц до 3,6 ГГц от 3,6 ГГц до 5 ГГц от 5 ГГц до 6,5 ГГц от 6,5 ГГц до 8 ГГц предусилитель ВКЛ. от 100 кГц до 1 МГц от 1 МГц до 10 МГц от 10 МГц до 1 ГГц от 1 ГГц до 2 ГГц от 2 ГГц до 5 ГГц от 5 ГГц до 6,5 ГГц от 6,5 ГГц до 8 ГГц	минус 115 минус 136 минус 141 минус 138 минус 142 минус 140 минус 136  минус 133 минус 157 минус 161 минус 159 минус 155 минус 151 минус 147

Значения относительного уровня помех, обусловленных интермодуляционными искажениями третьего порядка по входу смесителя при воздействии на вход двух синусоидальных сигналов равных амплитуд с уровнем минус 20 дБмВт, ослаблении 0 дБ, в диапазоне частот, дБ относительно уровня несущей, не более: до 300 МГц от 300 МГц до 3,6 ГГц от 3,6 ГГц до 8 ГГц	54 60 46
Значения относительного уровня помех, обусловленных гармоническими искажениями второго порядка при уровне сигнала на смесителе минус 20 дБмВт, в диапазоне частот, дБ относительно уровня несущей, не более от 20 МГц до 1,5 ГГц от 1,5 ГГц до 3 ГГц от 3 ГГц до 4 ГГц	60 50 40
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня на частоте 100 МГц, дБ	±0,3
Неравномерность амплитудно-частотной характеристики относительно уровня на частоте 100 МГц в диапазоне частот, дБ, не более: от 100 кГц до 10 МГц от 10 МГц до 3,6 ГГц от 3,6 ГГц до 8 ГГц	±1,5 ±1,0 ±1,5
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения уровня из-за нелинейности шкалы в диапазоне от 0 до 50 дБ, дБ	±0,2
Пределы допускаемой абсолютной погрешности из-за переключения ослабления входного аттенюатора, дБ	±0,3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности из-за переключения полос пропускания относительно полосы пропускания 10 кГц, дБ	±0,1
Пределы допускаемой абсолютной погрешности установки опорного уровня, дБ	±0,1
Тип измерительных разъемов	N, розетка, 50 Ом
КСВН измерительных разъемов, на частотах, не более: от 100 кГц до 300 кГц от 300 кГц до 1 ГГц от 1 ГГц до 6 ГГц от 6 ГГц до 8 ГГц	2 1,5 2 3
Напряжение питания: переменное с адаптером HA-Z201 постоянное (внешнее или батарея)	(230±23) В; (50±0,5) Гц 14...16 В
Потребляемая мощность, В·А, не более:	12
Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм, не более:	194 x 144 x 300
Масса, кг, не более	3
Рабочие условия эксплуатации: температура окружающего воздуха, °С относительная влажность воздуха при температуре 40 °С, %, не более	от 0 до 50 85

\*Примечание - погрешности и параметры обеспечиваются после калибровки по калибровочному набору ZV-Z121

Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	ПО для анализаторов R&S ZVH
Идентификационное наименование программного обеспечения	R&S® ZVH Firmware
Номер версии программного обеспечения	Версия 1.11
Цифровой идентификатор программного обеспечения	-
Алгоритм вычисления цифрового идентификатора программного обеспечения	-
Уровень защиты программного обеспечения	Уровень А по МИ 3286-2010
Оценка влияния программного обеспечения на метрологические характеристики	Не влияет

Рекомендуемый межкалибровочный интервал – 1 год

### 3 Состав комплекта прибора

1) Анализатор кабельных трактов и антенн R&S ZVH .....	1
2) Адаптер питания от сети переменного тока .....	1
3) Литий-ионная аккумуляторная батарея (4,5 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 ZVHView 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 ZVH4/8 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) соединение AUX для доп. аксессуаров
- (5) Интерфейсы LAN и USB
- (6) Подписи функциональных клавиш
- (7) Функциональные (программируемые) клавиши
- (8) Аппаратные клавиши выбора функций
- (9) Буквенно-цифровая клавиатура
- (10) Замок Kensington
- (11) Разъем для подключения внешнего источника постоянного тока
- (12) Кнопка Вкл./Выкл.
- (13) Клавиши ввода
- (14) Клавиши единиц измерения
- (15) Клавиши курсора
- (16) Клавиша Preset
- (17) Поворотная ручка
- (18) Клавиша копирования экрана (снимок экрана)
- (19) Клавиша настроек
- (20) Экран
- (21) Слот для SD-карт
- (22) Выход генератора (разъем N-типа)
- (23) Разъем для датчика мощности

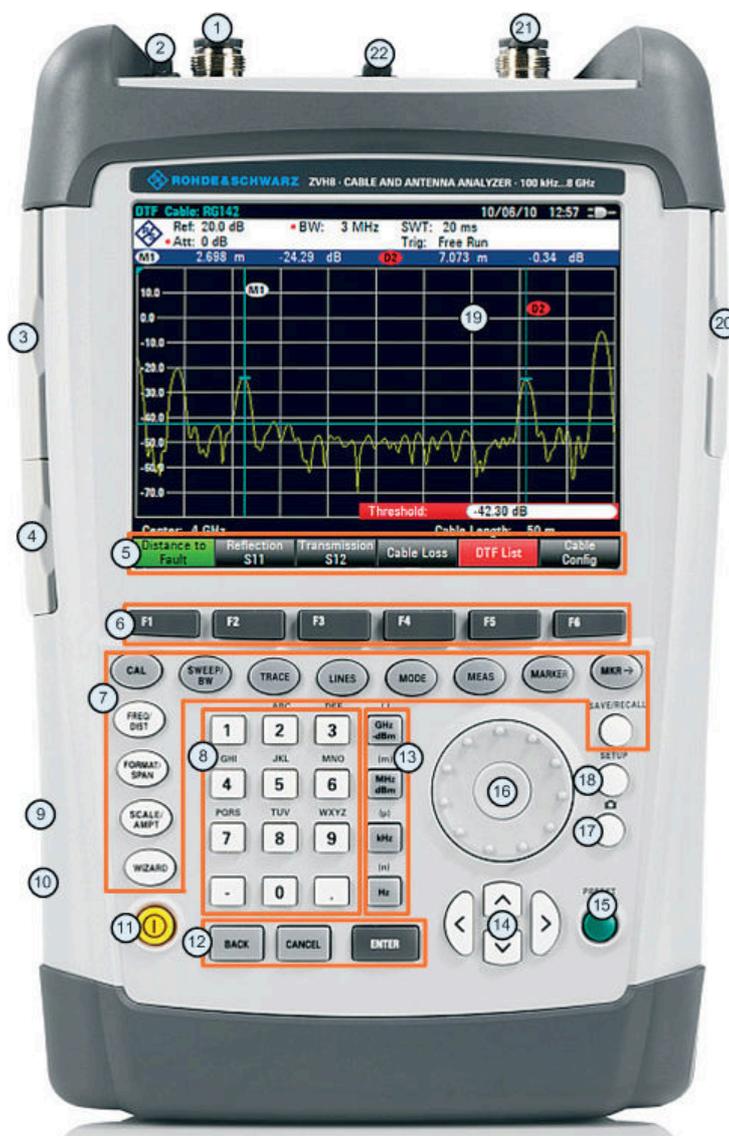


Рисунок 7.1 – Анализатор кабельных трактов и антенн R&S ZVH. Вид спереди.

## 7.1 Распаковка прибора

7.1.1 Анализатор R&S ZVH 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 ZVH и принадлежности;
- снимите защитную пленку с экрана прибора.

(1) USB-кабель

(2) LAN-кабель

(3) Адаптер питания

(4) Вилка для подключения адаптера питания к сети переменного тока

(5) Верхняя часть упаковки

(6) Анализатор R&S ZVH

(7) Нижняя часть упаковки

(8) Литий-ионная батарея

(9) CD-ROM

(10) Краткое руководство по эксплуатации

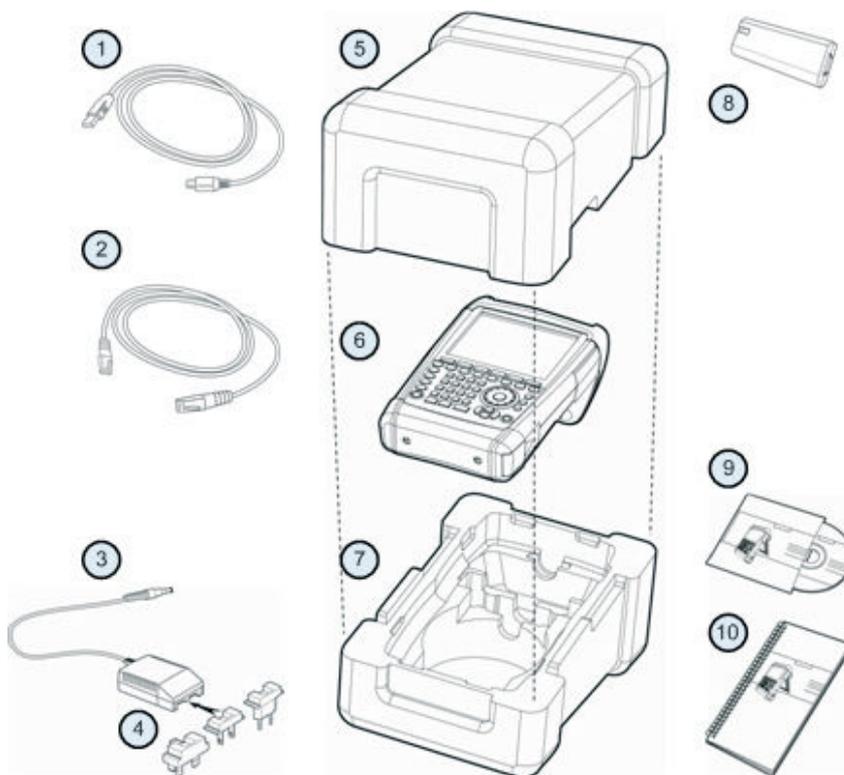


Рисунок 7.2 – Состав комплекта прибора

**П р и м е ч а н и е** – Каждый прибор R&S ZVH 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 ZVH будет заблокирован. Блокировка снимается путем ввода главного PIN-кода.

## 7.2 Размещение прибора

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

7.2.2 Если анализатор R&S ZVH 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 ZVH, при работе с ним сверху, может быть размещен горизонтально. Так как ручка анализатора сзади немного выступает, то R&S ZVH 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).



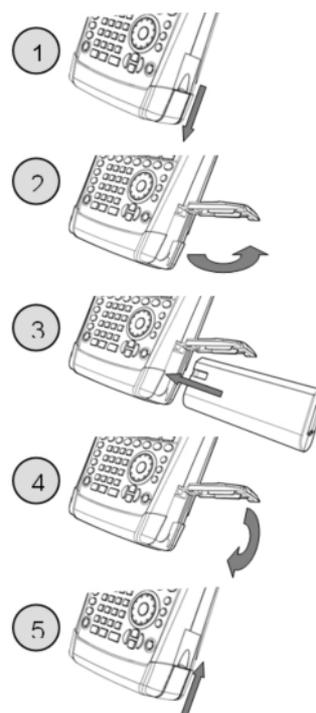
7.2.5 При выполнении измерений на месте проведения монтажа или ремонта лучше всего держать прибор обеими руками. При этом все органы управления легко доступны (например, большими пальцами). Чтобы освободить обе руки для работы с испытуемым устройством, используйте сумку R&S HA-Z222.

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

### 7.3 Включение анализатора

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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH-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.



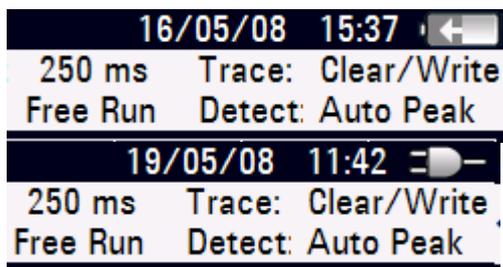
### ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ

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

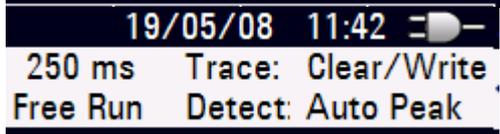
7.3.5 Для включения прибора R&S ZVH нажмите желтую кнопку  на левой нижней части передней панели.

7.3.6 В правой верхней части экрана прибора R&S ZVH 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 ZVH запитан от сети и батарея полностью заряжена



7.3.7 После включения анализатора R&S ZVH 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 ZVH 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

Анализатор R&S ZVH 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.

**Примечание** – 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**

Выходная мощность следящего генератора 0 дБмВт (номинально).

Выходная мощность следящего генератора может быть уменьшена с помощью встроенного ступенчатого аттенюатора не более, чем на 40 дБ с шагом 1 дБ.

**Примечание** – Во избежание повреждения выхода следящего генератора обратное напряжение не должно превышать значения, указанного на корпусе прибора R&S ZVH.

### **7.4.3 Разъем для датчика мощности**

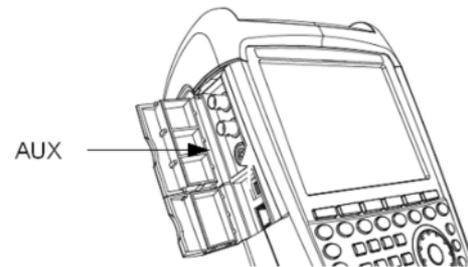
Разъем предусмотрен специально для датчиков мощности. Разъем используется как для питания, так и для передачи данных через интерфейс датчика мощности. Через данный разъем также может вестись управление изотропной антенной R&S TS-EMF (номер для заказа 1158.9295.13).

### **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.

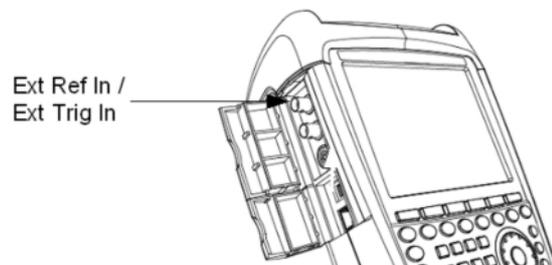


На левой стороне анализатора R&S ZVH под защитными крышками расположены два разъема, которые описаны ниже.

**Примечание** – Оба BNC-разъемы могут быть сконфигурированы для разных задач. Названия отдельных разъемов выдавлены на внутренней стороне защитных крышек.

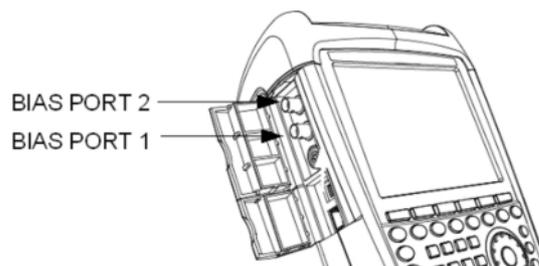
### **7.4.6 Вход внешнего сигнала запуска или внешнего опорного сигнала (EXT TRIG/EXT REF)**

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).



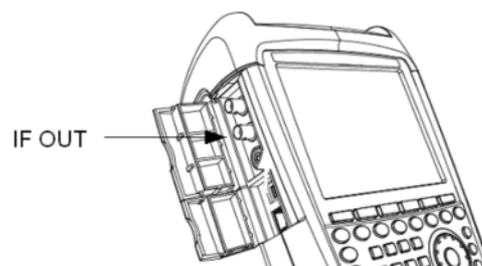
#### 7.4.7 Порты BIAS Port 1/BIAS Port 2 для ввода постоянного тока

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

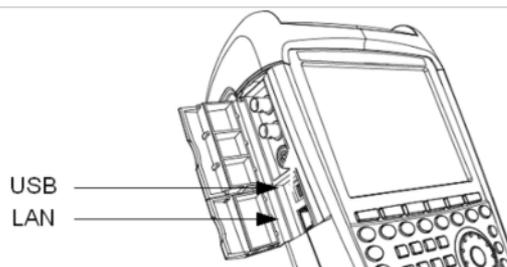
Разъем BNC (IF OUT), показанный на рисунке, может быть использован для вывода промежуточной частоты (54,4 МГц) или в качестве выхода видеосигнала.



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

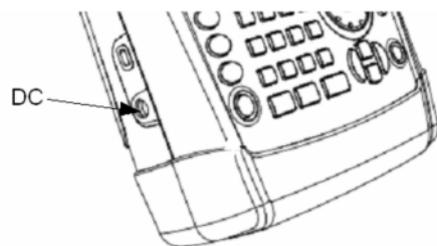
Для передачи измерительных данных прибор R&S ZVH может быть соединен с компьютером с помощью USB или LAN интерфейса. Интерфейсы расположены с левой стороны под защитной крышкой (см. рис.). Кабели USB и LAN включены в поставку прибора. LAN-интерфейс конфигурируется в меню клавиши SETUP.



#### 7.4.10 Разъем для питания постоянным током от адаптера питания

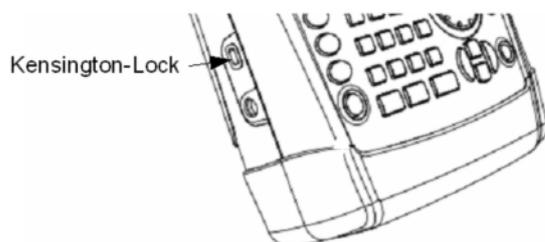
Прибор R&S ZVH питается током от адаптера питания через разъем питания постоянного тока, при этом производится зарядка вставленной батареи.

Батарея также может заряжаться через гнездо прикуривателя транспортного средства. Необходимый для этого адаптер поставляется в виде принадлежности для анализатора R&S ZVH (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 связи R&S ZVH с рабочей станцией с целью безопасности.



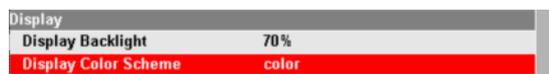
## 7.5 Настройки экрана

Анализатор R&S ZVH 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 ZVH 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 ∨) 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 ZVH проверяет правильность введенного времени. Если время введено некорректно, R&S ZVH устанавливает ближайшее допустимое значение.

### 7.7 Зарядка батареи

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

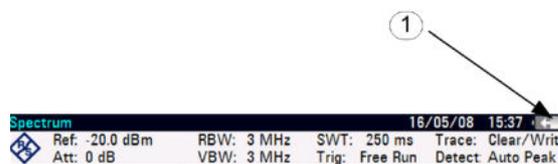
Т а б л и ц а 7.1

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 ZVH 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.

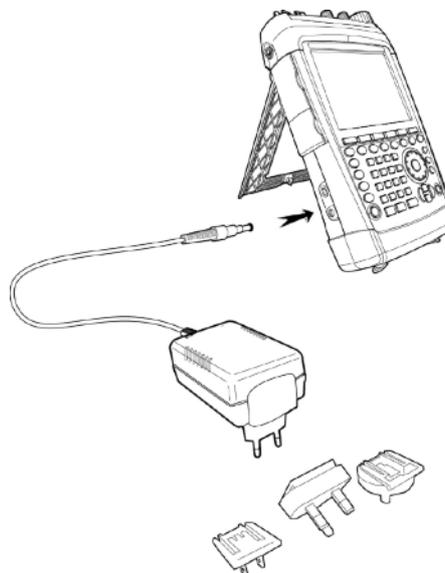


1 – Индикатор заряда батареи

#### 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 ZVH на время зарядки. Если R&S ZVH включен, ток заряда уменьшается на значение тока потребления прибора. Соответственно, время заряда увеличивается.

В таблице 7.3 показано примерное время заряда.

Т а б л и ц а 7.2

Тип батареи	Время заряда (R&S ZVH выключен)	Время заряда (R&S ZVH включен)
R&S ZVH-Z204 (в поставке)	прибл. 2,5 ч	прибл. 3,5 ч
R&S ZVH-Z206 (доступна в виде опции)	прибл. 3,5 ч	прибл. 4,5 ч

Для продления времени работы на одном заряде батареи, R&S ZVH 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 автовывключения 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 v) и подтвердите нажатием клавиши ENTER.
- В открывшемся списке выберите ENABLE POWER OFF с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (^ или v) 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

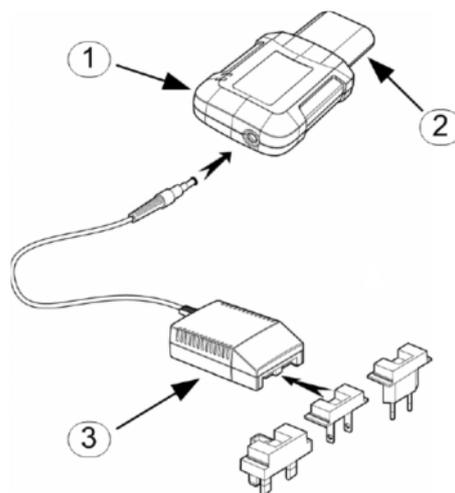


Рисунок 7.3 – Внешнее зарядное устройство R&S HA-Z203

### 7.8 Выбор стандартных настроек прибора

Клавишей PRESET анализатор R&S ZVH 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 ZVH устанавливается в состояние со стандартными настройками. Диапазон развертки зависит от модели анализатора. В случае анализатора R&S ZVH4 он составляет 3,6 ГГц; в случае R&S ZVH8 — 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"). Переключение производится в меню SETUP.

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

Откроется список основных настроек.

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

Настройки для EXT TRIG служат только для конфигурирования входа. Использование 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.

Hardware	
BNC1 Mode	Trigger Input
BNC2 Mode	IF-Out

## 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 ZVH 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").

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 v) и подтвердите нажатием клавиши ENTER.
- В открывшемся списке выберите желаемую функцию BNC разъема с помощью поворотной ручки или клавиш курсора (^ или v) 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 Активация опций

Анализатор R&S ZVH 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.

### 7.11.1 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 ZVH будет выведено сообщение "<...> Option enabled".

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

После этого можно будет ввести правильный ключ.

## 7.12 Проверка установленных опций

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

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

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



### 7.13 Настройка LAN- или USB-соединения с ПК

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

ПО R&S ZVHView 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 ZVHView и следуйте инструкциям на экране.

**Примечание** – Если соединение между ПО R&S ZVHView и анализатором R&S ZVH не устанавливается, несмотря на правильную конфигурацию, проверьте настройки брандмауэра (firewall) на вашем ПК.

#### 7.13.1 Прямое соединение по LAN

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

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

- 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 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 ZVH, должны быть идентичны и отличаться только числовым значением после последней точки.



Установка IP-адреса на R&S ZVH

#### Пример:

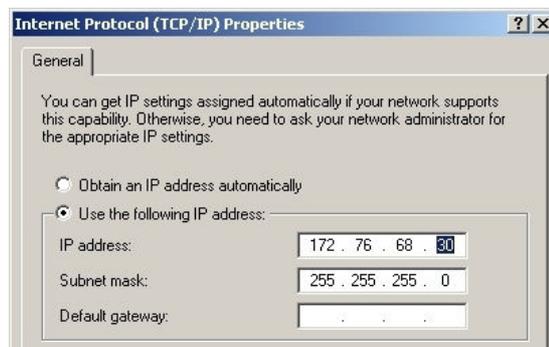
IP-адрес ПК: 172.76.68.30

IP-адрес R&S ZVH: 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 ZVH (напр. 172.76.68.24) с цифровой клавиатуры и подтвердите ввод нажатием ENTER.



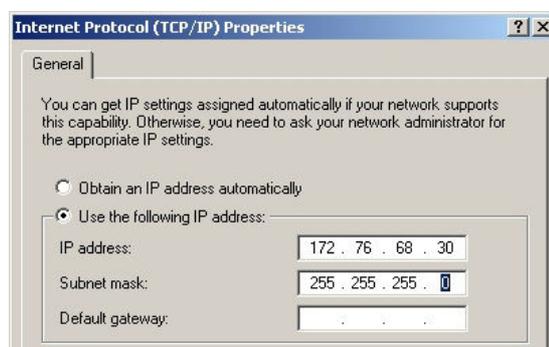
Установка IP-адреса на ПК

Маски подсети на ПК и на R&S ZVH 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.



Установка маски подсети на приборе R&S ZVH



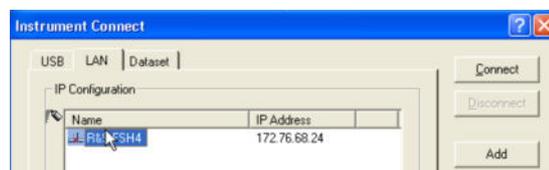
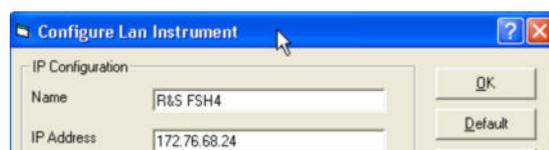
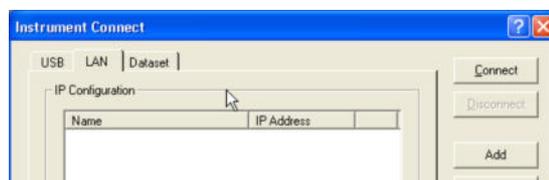
Установка маски подсети на ПК

Настройка ПО R&S ZVHView:

- Запустите ПО R&S ZVHView 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 ZVH4.
- Введите IP-адрес для R&S ZVH в соответствующем поле ввода (в данном случае, 172.76.68.24), и подтвердите ввод нажатием кнопки OK.

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

- Выберите новое соединение с названием "R&S ZVH4" и соединитесь с анализатором R&S ZVH, нажав кнопку CONNECT.



### 7.13.2 Соединение с помощью существующей LAN сети

IP-адрес прибору R&S ZVH 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 ZVH, как описано в разделе о прямом LAN-соединении. После этого необходимо настроить ПО R&S ZVHView (см. п. 7.16.1).

П р и м е ч а н и е – 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 ZVH, присоединенного с помощью LAN-кабеля. Для этого DHCP должен быть активирован в R&S ZVH.

Режим DHCP включен в R&S ZVH 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 ZVH 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 ZVHView должно быть настроено, как описано в разделе 7.16.1.

П р и м е ч а н и е – Для создания нового LAN-соединения нужно пользоваться IP-адресом и маской подсети, назначенными сервером DHCP.

### 7.13.3 Соединение по USB

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

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

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



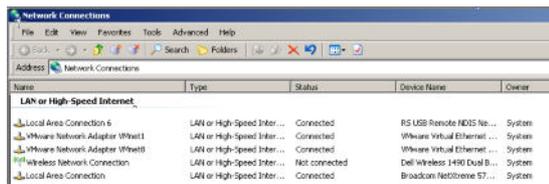
П р и м е ч а н и е – На ПК должно быть установлено ПО R&S ZVHView. Только в этом случае мастер установки оборудования найдет необходимые драйвера для USB-соединения.

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".

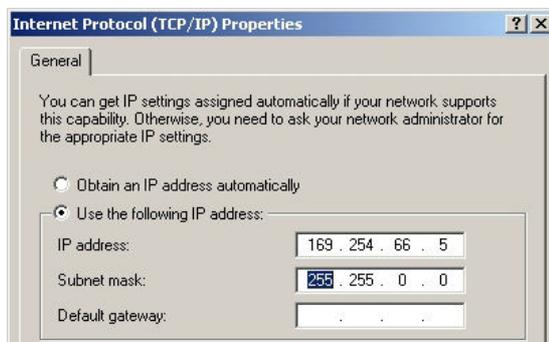


Для этого LAN-соединения на ПК должен быть назначен фиксированный IP-адрес и маска подсети. Для USB-соединения анализатор R&S ZVH использует фиксированный IP-адрес 172.16.10.10. Маска подсети 255.255.0.0.

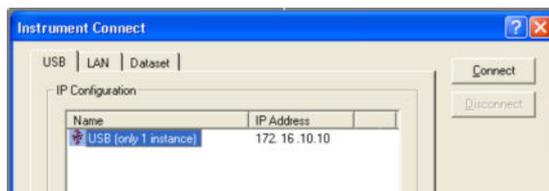
Маска подсети должна соответствовать и на ПК, и на R&S ZVH. Последние два числа в IP-адресе ПК должны отличаться от последних чисел приведенного IP-адреса R&S ZVH.

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

- Запустите ПО R&S ZVHView 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 ZVH, нажав кнопку "Connect".

## 8 Порядок работы

### 8.1 Работа с прибором R&S ZVH

В данной главе содержится информация об основных функциях и пользовательском интерфейсе прибора R&S ZVH.

#### 8.1.1 Описание элементов экрана

На рисунке 8.1 показан вид экрана прибора в режиме анализа кабельных трактов и антенн. Здесь показаны одинаковые для всех рабочих режимов элементы экрана анализатора R&S ZVH.

Описание особых для каждого рабочего режима элементов приведено в соответствующих разделах данного руководства.



1	Информация об измерении	13	Кривая
2	Состояние GPS	14	Опорная позиция
3	Дата и время	15	Активный пункт меню
4	Состояние батареи	16	Выбираемый пункт меню
5	Аппаратные настройки	17	Выбранный (в данный момент) пункт меню
6	Информация о GPS	18	Недоступный пункт меню
7	Показания маркера	19	Обозначения вертикальной оси
8	Строка состояния	20	Выбираемая функциональная клавиша
9	Индикатор неверной кривой	21	Активная функциональная клавиша
10	Диаграмма	22	Недоступная функциональная клавиша
11	Обозначения горизонтальной оси	23	Выбранная функциональная клавиша
12	Маркер		

Рисунок 8.1 – Описание элементов экрана анализатора R&S ZVH.

## 8.1.2 Средства ввода

Пользовательский интерфейс анализатора R&S ZVH обеспечивает несколько вариантов ввода данных пользователем.

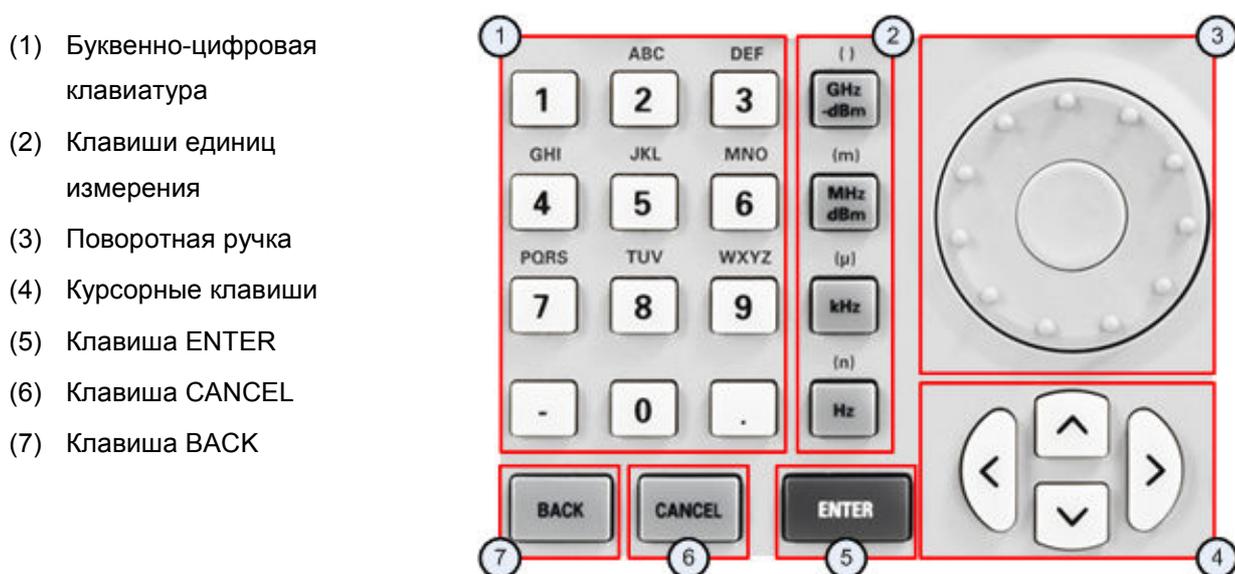


Рисунок 8.2 – Средства ввода анализатора R&S ZVH.

### 8.1.2.1 Использование буквенно-цифровой клавиатуры

Буквенно-цифровая клавиатура используется для ввода числовых или символьных значений. С помощью клавиатуры могут быть введены цифры от 0 до 9, буквы, знак «минус» и десятичный разделитель (точка).

Для ввода цифрового значения необходимо нажать соответствующую ему клавишу. При этом каждая клавиша отвечает за ввод только указанной на ней цифры.

Отрицательные числовые значения вводятся с помощью клавиши знака «минус», значения с десятичным разделителем – с помощью клавиши с точкой.

Если при работе с анализатором R&S ZVH выдается запрос на ввод символьного значения или возникает необходимость ввода отдельных букв (например, в именах файлов), то назначение цифровых клавиш изменяется. Каждой клавише присвоено одно цифровое и несколько буквенных значений, причем первыми выбираются буквы. Для получения нужной буквы следует нажать клавишу несколько раз (до появления требуемого значения). В таблице 8.1 показаны присвоенные клавишам значения.

С помощью клавиши BACK можно исправлять вводимые значения. Нажатие клавиши BACK перемещает курсор на одну позицию назад с удалением символа.

Таблица 8.1

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	пробел	_						
-	-								
.	.								

### 8.1.2.2 Подтверждение и отмена ввода

В зависимости от вводимого значения используется несколько способов его подтверждения.

- Подтверждение значений без размерности или значений, имеющих в конкретном поле ввода фиксированные единицы измерения, выполняется клавишей ENTER или нажатием центральной части поворотной ручки.

Другой способ подтверждения подобных значений – нажатие функциональной клавиши, которой было открыто запрашиваемое поле ввода.

- Подтверждение значений с изменяющимися единицами измерения (например, значений частоты или времени) выполняется с помощью одной из клавиш единиц измерения.

При подтверждении подобного значения с помощью клавиши ENTER в приборе R&S ZVH будет использована наименьшая из возможных единиц измерения (например, Гц).

- При случайном открытии подменю или поля ввода его можно закрыть (без внесения каких-либо изменений) с помощью клавиши CANCEL.

### 8.1.2.3 Использование поворотной ручки

С помощью поворотной ручки могут выполняться следующие операции.

- Поворотная ручка выполняет функцию курсорных клавиш в диалоговых окнах или подменю функциональных клавиш. В этом случае с помощью поворотной ручки выполняется перемещение между элементами ввода. Если диалоговое окно занимает более одной экранной страницы, ручка позволяет выполнить ее пролистывание.

Поворот ручки вправо соответствует движению вниз. Поворот ручки влево соответствует движению вверх.

- В активном поле ввода поворотная ручка выполняет функцию увеличения или уменьшения числового значения любого рода.

Поворот ручки вправо соответствует увеличению, поворот ручки влево – уменьшению числового значения.

В большинстве случаев поворотная ручка изменяет числовые значения с фиксированным шагом.

- Поворотная ручка служит для перемещения по экрану маркеров.

Шаг перемещения также фиксирован.

- Нажатие поворотной ручки соответствует нажатию клавиши ENTER при подтверждении введенного значения или выбора.

#### **8.1.2.4 Использование курсорных клавиш**

С помощью курсорных клавиш могут выполняться следующие операции.

- Курсорные клавиши используются для навигации по диалоговым окнам или подменю функциональных клавиш.
- В активном поле ввода клавиши ВВЕРХ/ВНИЗ служат для увеличения/уменьшения числового значения любого рода.

Курсорные клавиши изменяют числовые значения с фиксированным шагом.

- Клавиши ВВЕРХ/ВНИЗ служат для перемещения по экрану маркеров.

Шаг перемещения фиксирован.

- В поле ввода клавиши ВЛЕВО/ВПРАВО служат для перемещения курсора в соответствующем направлении.

#### **8.1.3 Стандартные настройки прибора R&S ZVH**

Перед проведением нового измерения рекомендуется выполнить операцию предустановки настроек прибора R&S ZVH. В результате этой процедуры прибор R&S ZVH устанавливается в состояние со стандартными настройками.

Преимущество восстановления стандартной конфигурации заключается в исключении влияния на измерение старых настроек прибора.

Установка стандартных настроек зависит от режима работы прибора.

- Нажать клавишу PRESET.

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

Посредством набора (массива) данных пользователь может определить собственные стандартные настройки прибора. Тогда после нажатия клавиши PRESET вместо заводских стандартных настроек будут загружены пользовательские настройки.

- Нажать клавишу SETUP.
- Нажать функциональную клавишу "User Preferences".
- Выбрать пункт меню "Preset Dataset".

Откроется диалоговое окно для выбора массива данных, содержащего настройки, которые должны использоваться в качестве стандартных.

- Выбрать массив данных с требуемыми настройками.
- Выбрать пункт меню "Preset Mode" в диалоговом окне "User Preferences".
- Выбрать пункт "User Defined" из выпадающего меню.

Теперь после нажатия клавиши PRESET прибор R&S ZVH будет загружать настройки из выбранного массива данных.

#### 8.1.4 Получение снимков экрана

С помощью клавиши  пользователь может в любой момент времени сделать и сохранить снимок текущего экрана.

- Нажать клавишу .

Прибором R&S ZVH будет сделан снимок экрана.

При наличии внешнего устройства хранения (USB-накопитель или SD-карта) снимок сохраняется на этом устройстве. Если подключены оба устройства, для сохранения используется SD-карта.

Если внешние устройства недоступны, снимок экрана сохраняется во внутренней памяти прибора R&S ZVH (если осталось достаточно свободного места). В этом случае полученные изображения могут быть перенесены на компьютер пользователя с помощью программы R&S ZVHView.

Все снимки экрана по умолчанию получают имя "Screenshot####". Файлы также получают номера (####) в порядке возрастания, начиная с номера 0000. При необходимости, изменение стандартного наименования снимков, начинающихся с конкретного номера, может быть выполнено в меню "User Preference".

- Нажать клавишу SETUP.
- Нажать функциональную клавишу "User Preference".
- Выбрать пункты "Default Filename" и "File Name Counter Starts At" и присвоить требуемое имя файла и его номер.

Формат файлов снимков экрана \*.png или \*.jpg определяется конфигурацией настроек меню "User Preference".

- Нажать клавишу SETUP.
- Нажать функциональную клавишу "User Preference".
- Выбрать пункт "Capture Screen Format" для выбора формата файла снимка экрана.

#### 8.1.5 Настройка измерения

Диалоговое окно "Measurement Setup" описывает текущую конфигурацию прибора R&S ZVH. В этом же окне конфигурация прибора может быть изменена.

- Нажать клавишу SETUP.
- Нажать функциональную клавишу "Measurement Setup".
- Выбрать один из пунктов меню и изменить настройки по своему усмотрению.

Следует отметить, что содержимое диалогового окна "Measurement Setup" настраивается для каждого рабочего режима прибора R&S ZVH индивидуально. Поэтому порядок и количество отображаемых настроек для каждого режима отличается.

## 8.1.6 Описание меню и функциональных клавиш

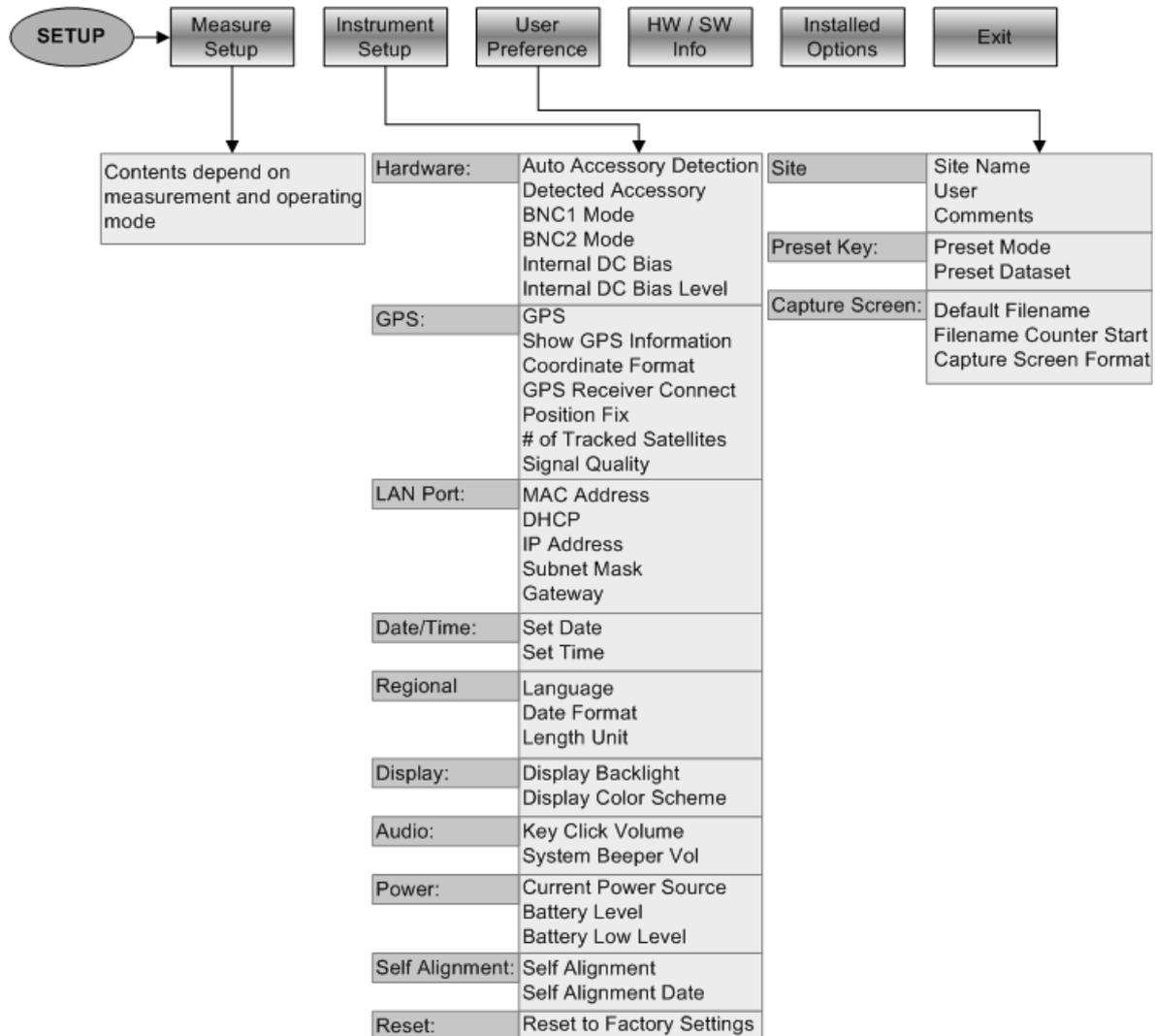
В данном разделе приводится обзор всех функций прибора в виде описаний функциональных клавиш и меню.

### 8.1.6.1 Общие функции

К общим относятся функции, доступные во всех режимах работы.

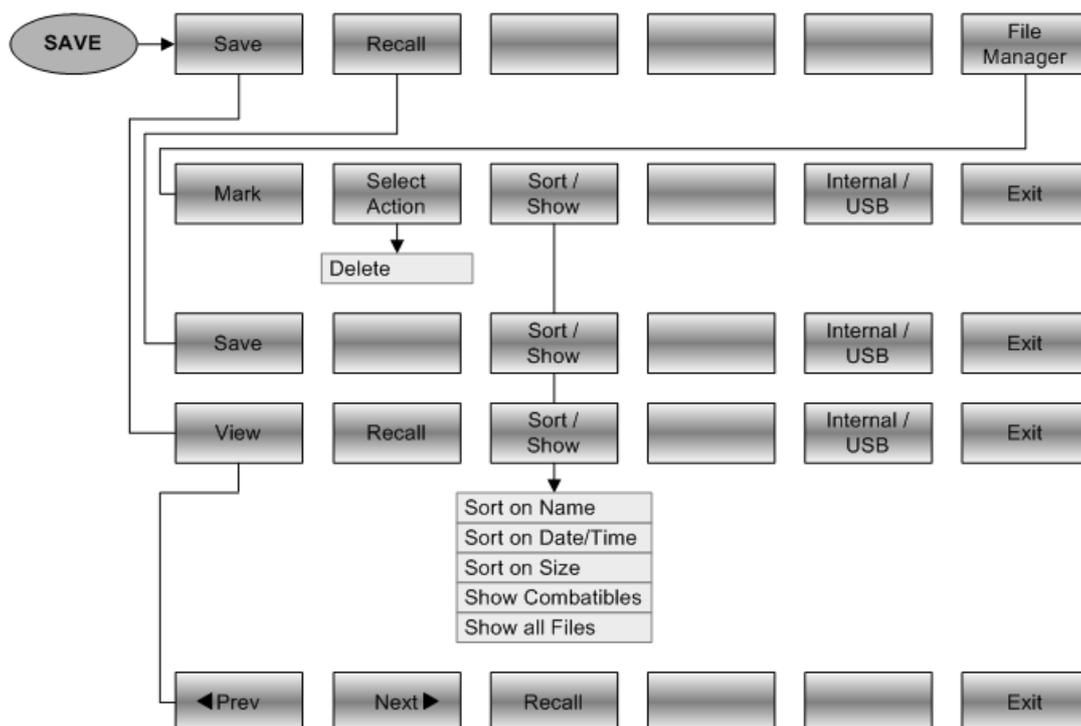
#### 8.1.6.1.1 Конфигурирование прибора R&S ZVH

Клавиша SETUP открывает меню настройки, которое содержит функции для общей настройки прибора R&S ZVH и функции настройки измерения.



### 8.1.6.1.2 Сохранение и вызов результатов и настроек измерения

Клавиша SAVE/RECALL открывает диспетчер файлов, который содержит функции для управления массивами данных и прочими файлами.



### 8.1.6.1.3 Выбор режима работы

Клавиша MODE открывает меню режимов работы, которое содержит функции для выбора режимов работы прибора R&S ZVH.



### 8.1.6.2 Функции анализатора кабельных трактов и антенн

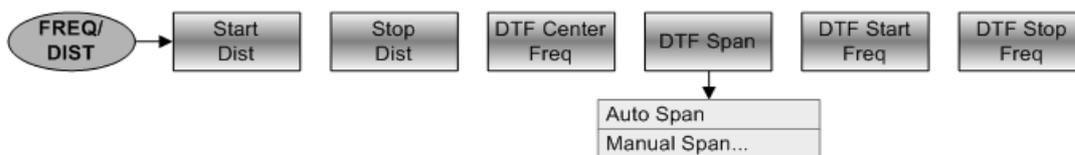
В следующих разделах описаны все функциональные клавиши и меню, которые доступны в режиме анализатора кабельных трактов и антенн.

#### 8.1.6.2.1 Установка параметров частоты и расстояния

Клавиша FREQ/DIST открывает меню частоты, которое содержит функции для настройки горизонтальной оси измерительной диаграммы.

Содержимое меню частоты зависит от выбранного в данный момент вида измерений.

Вид меню частоты для измерения расстояния до повреждения.

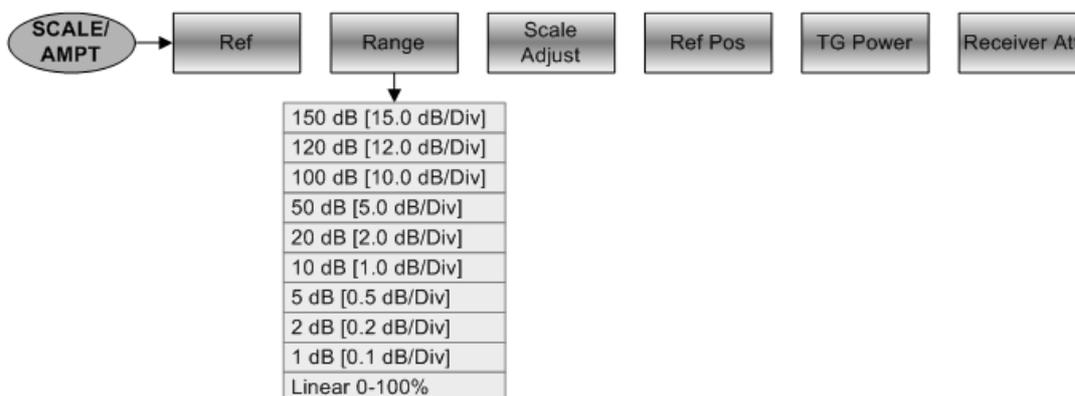


Вид меню частоты для измерения коэффициента отражения, передачи и потерь в кабеле.



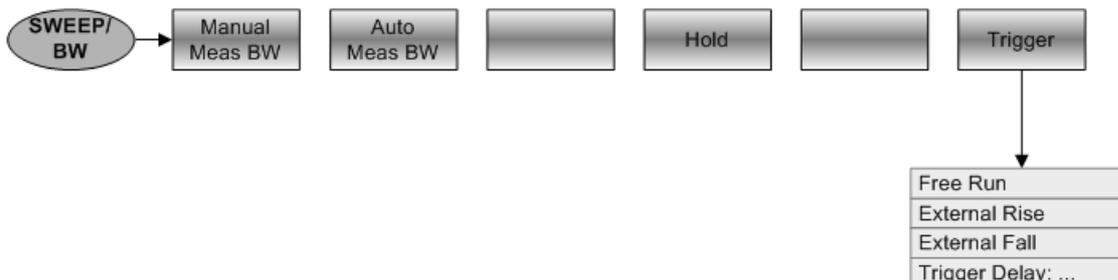
### 8.1.6.2.2 Установка параметров амплитуды

Клавиша SCALE/AMPT открывает меню амплитуды, которое содержит функции для настройки вертикальной оси измерительной диаграммы.



### 8.1.6.2.3 Установка и запуск развертки

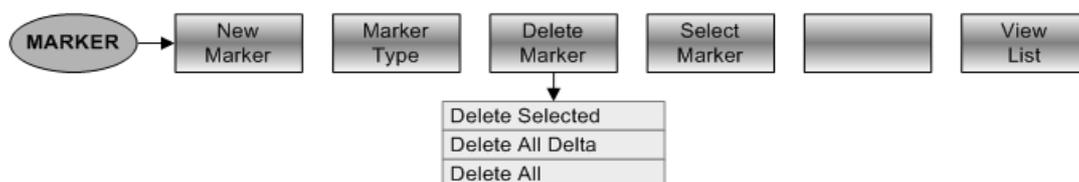
Клавиша SWEEP/BW открывает меню развертки, которое содержит функции для настройки и запуска развертки.



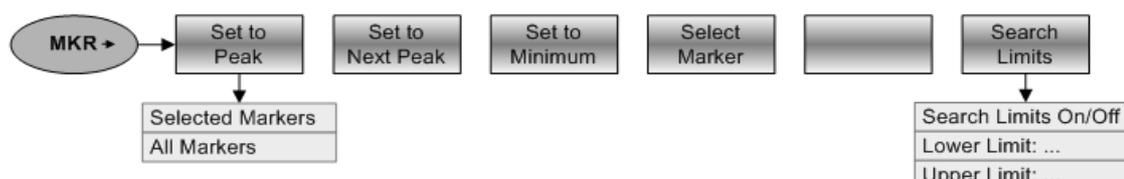
### 8.1.6.2.4 Использование маркеров

Клавиши MARKER и MKR-> открывают меню маркера и меню функций маркера, которые содержат функции для работы с маркерами.

Вид меню маркера.



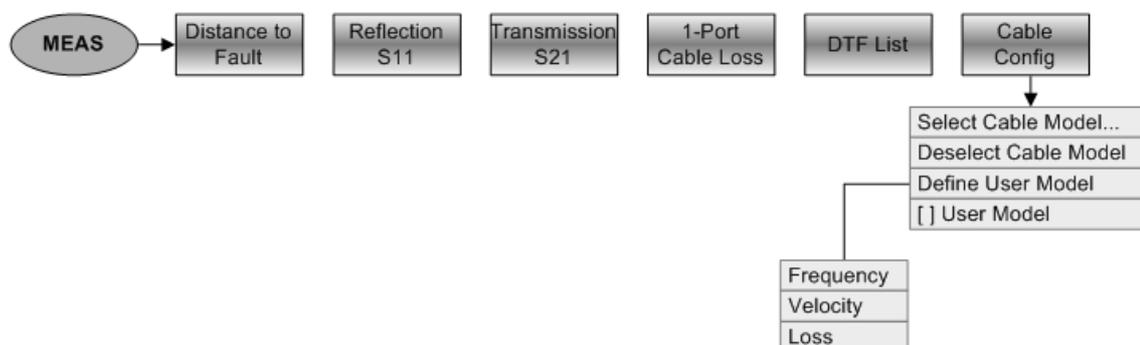
Вид меню функций маркера.



### 8.1.6.2.5 Выбор и настройка измерения

Клавиша MEAS открывает меню измерения, которое содержит функции для выбора и настройки измерения.

Функция измерения коэффициента передачи "Transmission S21" доступна только при установленной опции R&S ZVH-K39.



### 8.1.6.2.6 Выбор формата измерения

Клавиша SPAN/FORMAT открывает меню полосы обзора, которое содержит функции для выбора формата измерения.



### 8.1.6.2.7 Калибровка измерения

Клавиша CAL открывает меню калибровки, которое содержит функции для калибровки прибора R&S ZVH.



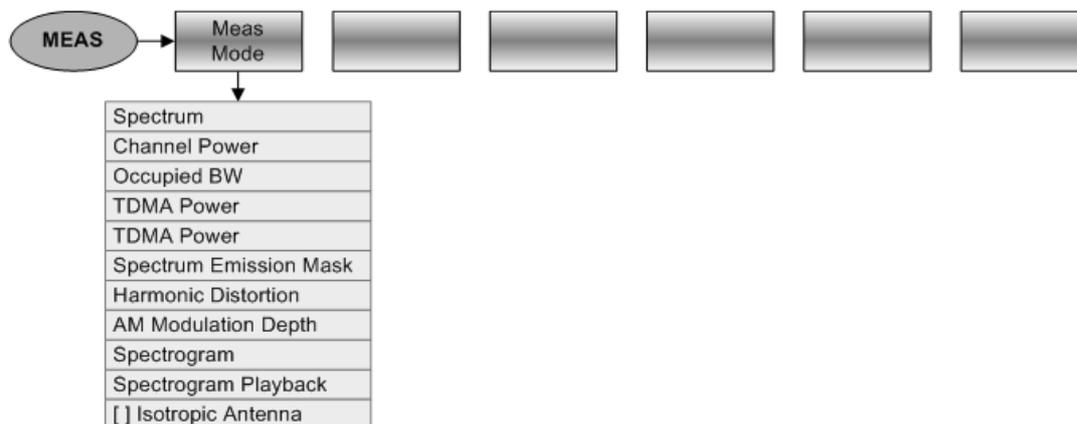
### 8.1.6.3 Функции анализатора спектра (R&S ZVH-K1)

В разделе описаны все функциональные клавиши и меню, которые доступны в режиме спектрального анализатора.

#### 8.1.6.3.1 Выполнение спектральных измерений

Клавиша MEAS открывает меню измерений, которое содержит функции для выбора и настройки спектральных измерений.

Функция измерения временных спектрограмм доступна только при установленной опции R&S ZVH-K14.



#### 8.1.6.3.2 Настройка частотных параметров

Клавиша FREQ/DIST открывает меню частоты, которое содержит функции для настройки горизонтальной оси измерительной диаграммы.



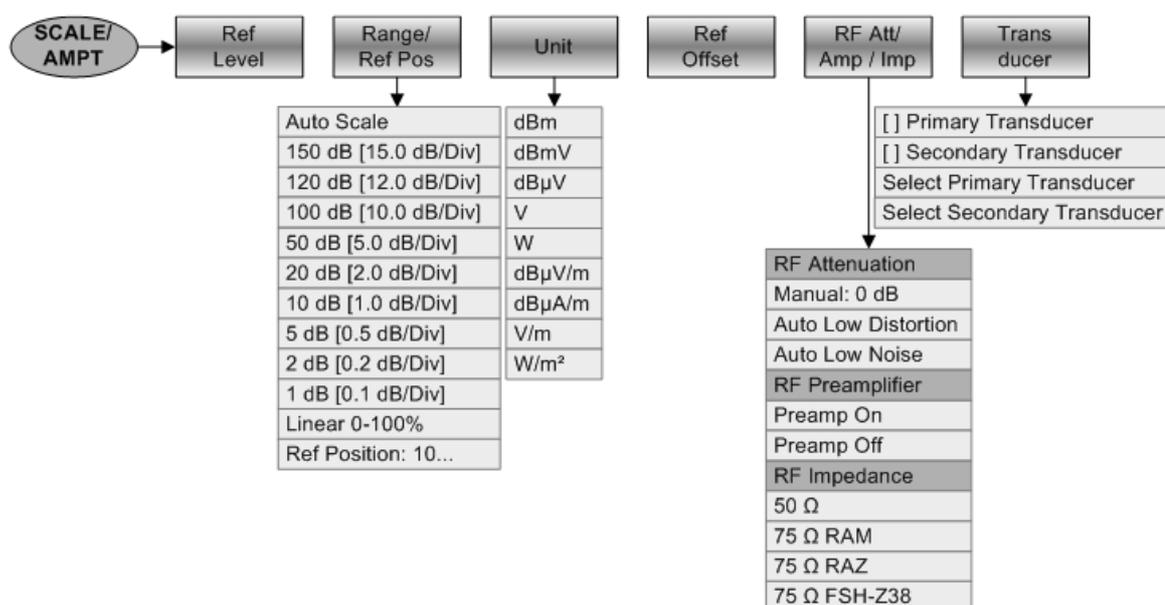
#### 8.1.6.3.3 Настройка полосы обзора

Клавиша FORMAT/SPAN открывает меню полосы обзора, которое содержит функции для установки полосы обзора.



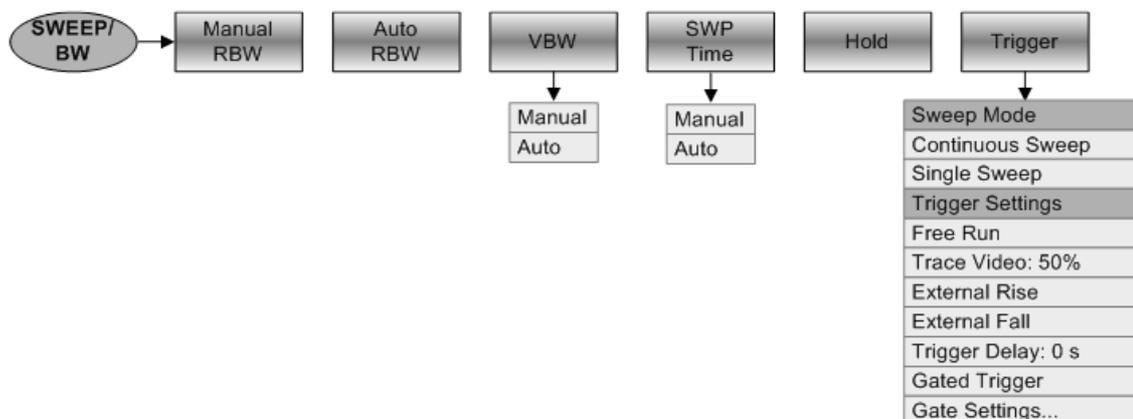
### 8.1.6.3.4 Настройка вертикальной оси

Клавиша SCALE/AMPT открывает меню амплитуды, которое содержит функции для настройки вертикальной оси измерительной диаграммы.



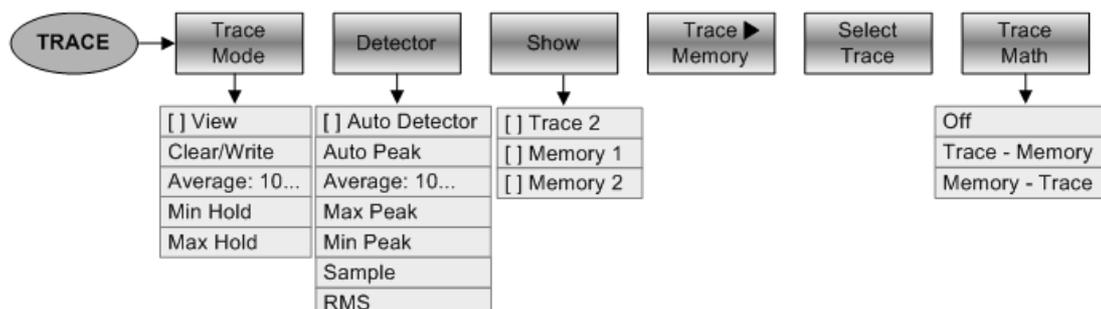
### 8.1.6.3.5 Настройка развертки и полос пропускания

Клавиша SWEEP/BW открывает меню, которое содержит функции для настройки развертки, в том числе и полос пропускания.



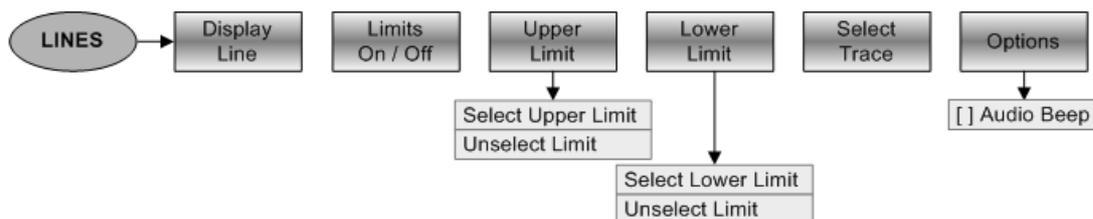
### 8.1.6.3.6 Настройка измерительной кривой

Клавиша TRACE открывает меню кривой, которое содержит функции для настройки измерительных кривых.



### 8.1.6.3.7 Использование линий уровня и предельных линий

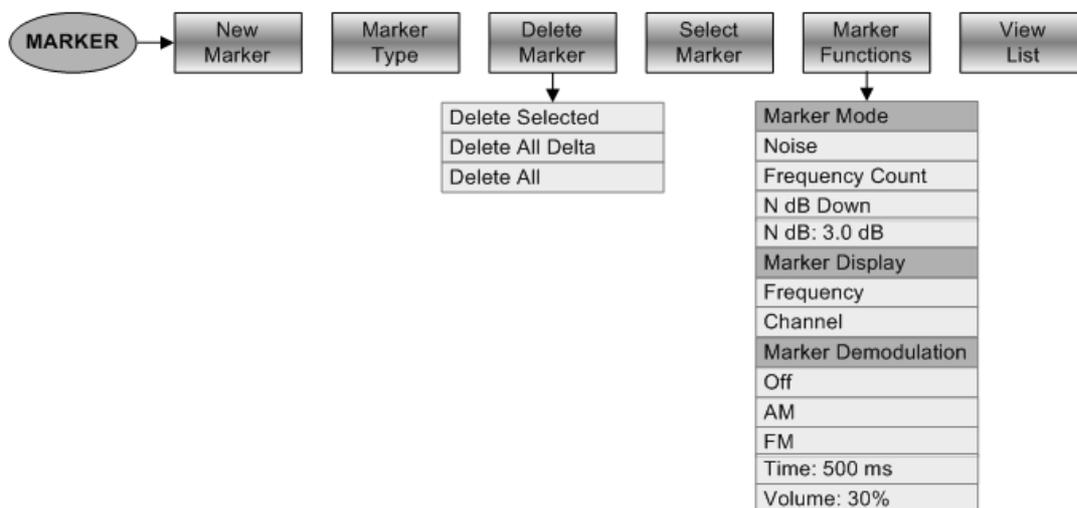
Клавиша LINES открывает меню, которое содержит функции для управления линиями уровня и предельными линиями.



### 8.1.6.3.8 Использование маркеров

Клавиши MARKER и MKR-> открывают меню для управления маркерами и использования маркерных функций.

#### Функциональные клавиши в меню маркера



#### Функциональные клавиши в меню функций маркера



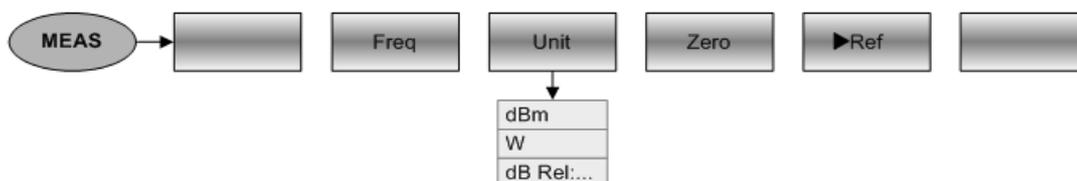
#### 8.1.6.4 Функции измерителя мощности (R&S ZVH-K9)

В разделе описаны все функциональные клавиши и меню, которые доступны в режиме измерителя мощности.

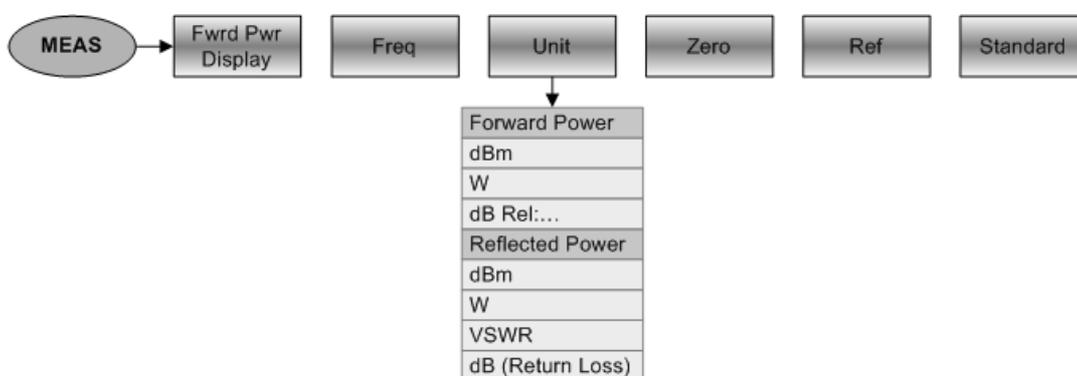
##### 8.1.6.4.1 Настройка измерения мощности

Клавиша MEAS открывает меню, которое содержит функции для настройки измерений мощности.

##### Измеритель мощности



##### Направленный измеритель мощности



##### 8.1.6.4.2 Установка частоты

Клавиша FREQ/DIST открывает меню, которое содержит функции для установки частоты.



##### 8.1.6.4.3 Настройка уровня

Клавиша SCALE/AMPT открывает меню, которое содержит функции для настройки параметров уровня.



##### 8.1.6.4.4 Настройка развертки

Клавиша BW/SWEEP открывает меню, которое содержит функции для настройки развертки.



## 8.2 Режим тестирования кабельных трактов и антенн

Режим тестирования кабельных трактов и антенн (CAT-измерений) содержит функции для измерения параметров кабелей и антенн передающего оборудования в телекоммуникационных системах беспроводной связи.

В идеальной системе сигнал приходит на антенну без потерь и излучается с требуемой мощностью и частотой. Однако в действительности может возникнуть множество технических дефектов, которые приведут к ухудшению качества передачи. На рисунке 8.3 показаны некоторые типичные дефекты в передающем тракте.

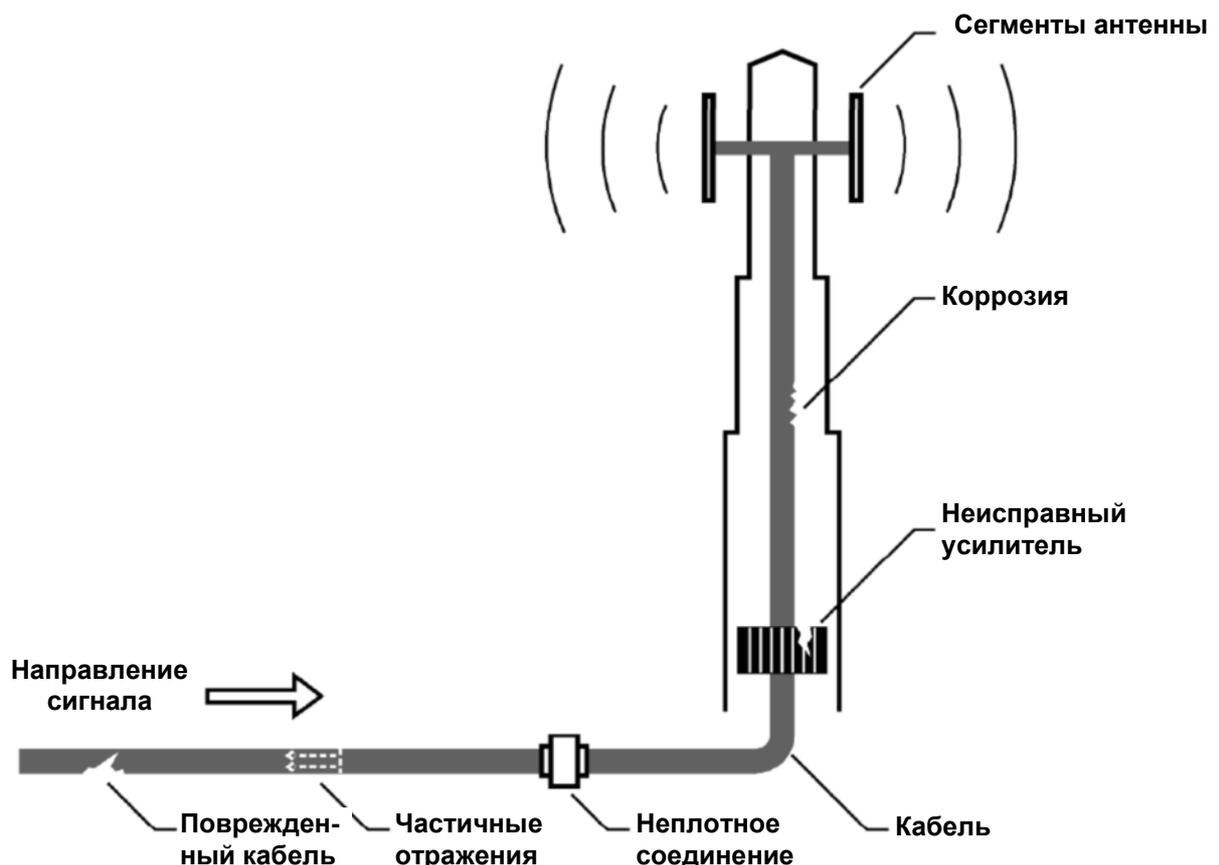


Рисунок 8.3 – Типичные дефекты передающего тракта

Анализатор R&S ZVH обеспечивает необходимую функциональность для тестирования характеристик системного оборудования и поиска дефектов при его установке или обслуживании. Каждое измерение затрагивает различные стороны проводимого тестирования.

- Измерение коэффициента отражения
- Измерение расстояния до повреждения
- Однопортовое измерение потерь в кабеле
- Измерение коэффициента передачи (R&S ZVH-K39)

### Схема измерений

Стандартная схема измерений для тестирования кабельных трактов и антенн включает в себя анализатор R&S ZVH, ВЧ-кабель (например, R&S FSH-Z320, номер для заказа 1309.6600.00), калибровочную меру (R&S FSH-Z28 или R&S FSH-Z29, номера для заказа 1300.7804.03 и 1300.7504.03) и исследуемый кабель.

Для тестирования кабельных трактов и антенн также необходим следящий генератор, который уже является частью аппаратных средств R&S ZVH. Следящий генератор передает опорный сигнал через встроенный КСВН-мост на измерительный порт.

- Подсоединить ВЧ-кабель к ВЧ-входу (порт 1).
- Подсоединить измерительный кабель к ВЧ-кабелю.
- Для измерения параметров испытуемых устройств (ИУ), которые требуют внешнего источника напряжения (например, усилители мощности), пользователь может подвести напряжение от подходящего источника переменного тока к порту смещения 1 (BIAS) или использовать внутреннее смещение.

По умолчанию при включении R&S ZVH находится в режиме тестирования кабельных трактов. Для переключения в этот режим из другого режима необходимо выполнить следующие действия.

- Нажать клавишу MODE.
- Нажать функциональную клавишу "Antenna & Cable Test".

Анализатор R&S ZVH перейдет в режим тестирования кабельных трактов и антенн (рисунок 8.4).



Рисунок 8.4 – Вид экрана анализатора кабельных трактов и антенн.

## 8.2.1 Проведение измерений

Для получения наиболее полного представления о проблемах в передающей системе анализатор R&S ZVH способен выполнять несколько видов измерений. Каждый вид измерения отражает свою характеристику кабеля.

### 8.2.1.1 Измерение коэффициента отражения

Измерение коэффициента отражения (S11) – хороший способ для понимания правильности работы системы. В случае отражения значительной части энергии сигнала можно смело утверждать, что система работает неправильно. Данное измерение помогает обнаружить отражения при отображении модуля коэффициента отражения в дБ (потери на отражение) в определенном диапазоне частот.

Измерение потерь на отражение является измерением по умолчанию.

- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу "Reflection (S11)".

Анализатор R&S ZVH начнет измерение потерь на отражение во всем диапазоне частот.

На рисунке 8.5 показан пример измерения потерь на отражение без каких-либо значительных повреждений в кабеле или антенне.



Рисунок 8.5 – Результаты измерения потерь на отражение

Производить измерение потерь на отражение можно как во всей системе, так и в ее отдельных компонентах. Если при проведении измерений соединены два или более компонентов, то результатом измерения потерь на отражение является совокупность результатов по данным компонентам. Таким образом, пользователь может наблюдать только суммарную величину отраженной мощности в определенном диапазоне частот.

Чтобы сделать вывод о том, какой компонент оказывает влияние и где находится дефект, необходимо провести дальнейший анализ, используя другие виды измерений.

### 8.2.1.2 Измерения расстояния до повреждения

Измерение расстояния до повреждения (DTF-измерение) определяет точное местоположение возможных дефектов в передающем тракте. При подсоединении конца кабеля к анализатору R&S ZVH DTF-измерение показывает точное расстояние до повреждения (в метрах или футах), вне зависимости от того, чем оно вызвано. К тому же, измерение показывает степень повреждения в дБ. Исходя из данной информации, пользователь может определить компонент, в котором присутствует дефект, а также его значимость.

Для того чтобы определить расстояние до повреждения в кабеле, анализатор R&S ZVH измеряет параметры отражения в испытуемом кабеле в частотной области. Сначала анализатор R&S ZVH определяет величину отражений для одной частоты путем сравнения фаз отраженного сигнала и опорного, сгенерированного следящим генератором.

Далее производится обратное БПФ (IFFT) полученного сигнала. В совокупности с характеристиками модели кабеля анализатор R&S ZVH может определить расстояние, которое прошел отраженный сигнал.

Благодаря чувствительности анализатора при первом же измерении в частотной области и последующем обратном БПФ можно точно определить местоположение дефектов в кабеле. Для сохранения данной точности анализатор также учитывает любое ослабление, которое происходит при распространении сигнала в кабеле.

Если происходят измерения отдельного кабеля, то необходимо убедиться в том, что на другом конце кабель нагружен.

- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу "Distance to Fault".

Анализатор R&S ZVH вычислит расстояние до повреждений кабеля.

На рисунке 8.6 показаны результаты DTF-измерения. Максимумы, показываемые кривой в позициях маркера, являются возможными дефектами. Зная расстояние, пользователь также может определить поврежденный компонент.

К примеру, маркер 1, показывает повреждение в кабеле. Маркер 2 показывает повреждение в конце кабеля, возможно, плохое соединение или его обрыв.



Рисунок 8.6 – Результаты DTF-измерения

### 8.2.1.3 Однопортовое измерение потерь в кабеле

Измерение потерь в кабеле позволяет оценить ослабление мощности в кабеле в дБ в определенном диапазоне частот. Величина поглощенной мощности зависит от частоты и длины кабеля.

- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу "1-Port Cable Loss".

Анализатор R&S ZVH оценит потери в кабеле во всем диапазоне частот.

На рисунке 8.7 приведены типовые результаты измерения потерь в кабеле с монотонно убывающими потерями по амплитуде.



Рисунок 8.7 – Результаты измерения потерь в кабеле

#### 8.2.1.4 Измерение коэффициента передачи (R&S ZVH-K39)

Для проведения измерения коэффициента прямой передачи (S21) анализатор R&S ZVH следует оборудовать опцией R&S ZVH-K39 (номер для заказа 1309.6830.02).

При помощи измерения коэффициента прямой передачи можно проверить наличие потерь при прохождении радиосигнала через линию передачи. Данное измерение помогает обнаружить дефекты путем отображения модуля отражений в дБ в определенном диапазоне частот.

Обычно производятся измерения коэффициента передачи фильтра, чтобы проверить правильность его функционирования, или для проверки развязки двух антенн (например, две приемных антенны или приемная и передающая).

- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу "Transmission (S21)".

Анализатор R&S ZVH начнет измерение коэффициента прямой передачи во всем диапазоне частот.

На рисунке 8.8 приведены результаты измерения коэффициента передачи фильтра. Результаты показывают, что фильтр работает так, как и должен работать.



Рисунок 8.8 – Результаты измерения коэффициента прямой передачи фильтра

### 8.2.1.5 Выбор формата измерения

Пользователь может выбрать несколько форматов для каждого измерения. Формат измерения определяет тип отображения результатов на вертикальной оси.

В режиме тестирования кабельных трактов и антенн анализатор R&S ZVH поддерживает следующие форматы измерений.

- Модуль (Magnitude)

Это стандартный формат. Он показывает значение результатов в дБ.

- КСВН (VSWR)

Формат КСВН показывает коэффициент стоячей волны в декартовой системе координат. КСВН – это отношение максимального напряжения к минимальному в передающем тракте. Формат КСВН доступен для DTF-измерений и измерений потерь на отражение.

На рисунке 8.9 показаны результаты измерения потерь на отражение в формате модуля (слева) и КСВН (справа).



Рисунок 8.9 – Результаты измерений в формате модуля и КСВН

### 8.2.1.6 Калибровка измерений

Для получения наилучших и наиболее точных результатов необходимо произвести калибровку измерений. Анализатор R&S ZVH поддерживает несколько методов калибровки. Требуется одна из имеющихся калибровочных мер R&S FSH-Z28, -Z29 (номера для заказа 1300.7804.03 и 1300.7504.03) или R&S ZV-Z121 (номер для заказа 1164.0496.02/.03).

Для успешной калибровки измерительной установки необходимо подсоединить калибровочную меру к плоскости отсчета (опорной плоскости), для этого обычно используется выход измерительного ВЧ-кабеля.

Калибровка производится во всем диапазоне частот анализатора R&S ZVH. Это устраняет необходимость повторной калибровки при изменении параметров или выборе другого кабеля или ИУ.

Калибровка также остается действительной после выключения анализатора R&S ZVH или переключения в другой режим работы, т.к. калибровочные данные сохраняются во внутренней памяти прибора.

Непременным условием сохранения результатов калибровки является неизменность температуры прибора. После калибровки температура прибора не должна изменяться более чем на 5 °С.

### 8.2.1.6.1 Калибровочные состояния

Одной из особенностей анализатора R&S ZVH является наличие нескольких калибровочных состояний, отображаемых в строке состояния. Возможные состояния зависят от типа калибровки (см. ниже).

- (fcal)

Анализатор R&S ZVH использует заводскую калибровку. Она восстанавливается после предварительной настройки или саморегулировки. Калибровочные данные для заводской калибровки уже содержатся в памяти анализатора R&S ZVH при его поставке. Заводская калибровка является полной двухпортовой калибровкой.

- (fcal?)

Анализатор R&S ZVH использует заводскую калибровку. Тем не менее, калибровка не является точной, т.к. мощность следящего генератора и ослабление приемника не согласуются со стандартными настройками. В этом случае необходимо выполнить калибровку.

- (cal)

Анализатор R&S ZVH использует пользовательскую калибровку. Для получения доступа к данному состоянию нужно произвести либо полную однопортовую, либо полную двухпортовую калибровку.

- (cal?)

Анализатор R&S ZVH использует пользовательскую калибровку. Тем не менее, калибровка не является точной, т.к. мощность следящего генератора и ослабление приемника не были согласованы со стандартными настройками в момент калибровки. В этом случае необходимо выполнить калибровку.

- (norm)

Анализатор R&S ZVH использует нормирование. Для получения доступа к данному состоянию необходимо нормировать коэффициент передачи.

- (norm?)

Анализатор R&S ZVH использует нормирование. Тем не менее, нормирование не является точным, т.к. мощность следящего генератора и ослабление приемника не были согласованы со стандартными настройками в момент калибровки. В этом случае необходимо выполнить калибровку.

### 8.2.1.6.2 Методы калибровки

В режиме тестирования кабельных трактов и антенн доступны следующие типы калибровки.

- Полная двухпортовая (Full 2-Port)

Оба измерительных порта калибруются для проведения полного набора измерений. Тем не менее, при выполнении калибровки необходимо подсоединение мер нагрузки, КЗ, ХХ к обоим измерительным портам и их сквозное соединение. Таким образом, при последующем измерении параметров ИУ определяется и учитывается влияние схемы измерения и изоляции между измерительными портами.

Не смотря на то, что данный метод калибровки наиболее длительный, он обеспечивает наибольшую точность для всех измерений на обоих измерительных портах без повторной калибровки, т.е. является наиболее универсальным.

- Полная двухпортовая высокой точности (Full 2-Port High Accuracy)

Оба измерительных порта калибруются, как и при полной двухпортовой калибровке. К тому же, согласованная нагрузка учитывается более точно, а

поправочные данные применяются для обоих направлений, прямого и обратного.

Данный метод обеспечивает еще более точные результаты, чем обычная полная двухпортовая калибровка.

- Полная однопортовая (Full 1-Port)

Производится калибровка измерительного порта 1. Процедура калибровки требует подсоединения по очереди калибровочных мер XX, КЗ и согласованной нагрузки.

- Нормирование коэффициента передачи

Оба измерительных порта калибруются для измерений коэффициента передачи. Процедура калибровки требует лишь сквозного подключения. В последующих измерениях развязка между измерительными портами не учитывается, а возможные перекрестные наводки между портами в схеме измерений не устраняются.

### 8.2.1.6.3 Проведение полной двухпортовой калибровки

Приведенная ниже последовательность действий описывает процедуру полной двухпортовой калибровки. Остальные методы калибровки в основном работают так же, отличия заключаются лишь в типе и количестве необходимых калибровочных мер.

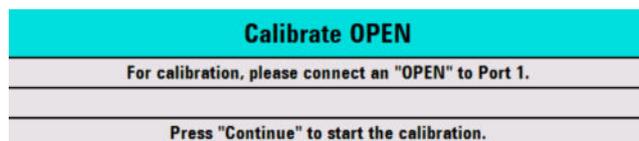
- Отсоединить ИУ от ВЧ-кабеля.

После отсоединения ИУ анализатор R&S ZVH готов к калибровке.

- Нажать клавишу CAL.

- Нажать функциональную клавишу "Full 2-Port".

Будет выдан запрос на подсоединение меры XX ("Open") к порту 1.



- Плотно подсоединить калибровочную меру XX к порту 1.

- Пользователь может прервать калибровку в любой момент времени нажатием функциональной клавиши "Cancel".

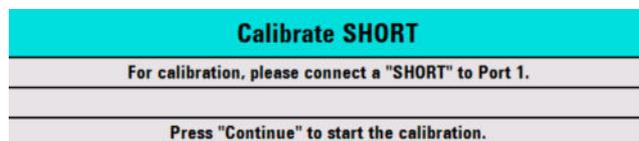
- Нажать функциональную клавишу "Continue" для запуска калибровки.

Будет выполнена калибровка для меры XX.



- Отсоединить XX.

Будет выдан запрос на подсоединение меры КЗ ("Short") к порту 1.



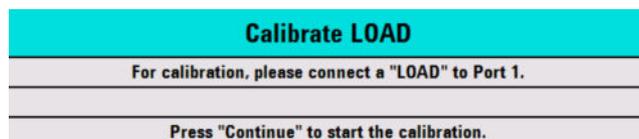
- Плотно подсоединить калибровочную меру КЗ к порту 1.

- Нажать функциональную клавишу "Continue" для запуска калибровки.

Будет выполнена калибровка для меры КЗ.

- Отсоединить меру КЗ.

Будет выдан запрос на подсоединение нагрузки "Load" (оконечная согласованная нагрузка 50 Ом) к порту 1.



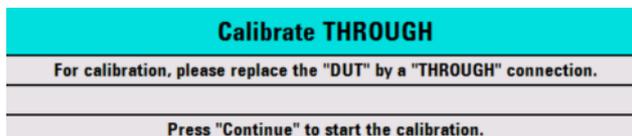
- Плотно подсоединить калибровочную меру нагрузки к порту 1.

- Нажать функциональную клавишу "Continue" для запуска калибровки.

Будет выполнена калибровка для меры нагрузки.

- Отсоединить нагрузку "Load".

Будет выдан запрос на установку сквозного соединения ("Through") порта 1 с портом 2.



- Плотно подсоединить меру сквозного соединения (перемычку) к портам 1 и 2.
- Нажать функциональную клавишу "Continue" для запуска калибровки.

Будет выполнена калибровка для сквозного соединения.

По окончании процедуры калибровки анализатор некоторое время будет отображать сообщение об окончании калибровки (**Calibration done!**). В строке состояния будет отображаться значение (Cal), говорящее об успешно проведенной калибровке.

## 8.2.2 Настройка тестирования кабельных трактов и антенн

Для получения правильных результатов измерений необходимо определить такие характеристики тестируемого кабеля, как модель или диапазон частот.

### 8.2.2.1 Выбор модели кабеля

Для определения скорости распространения, а, значит, и точного расстояния до любого повреждения, необходимо указать модель тестируемого кабеля.

Анализатор R&S ZVH поставляется с уже установленным перечнем моделей кабелей, которые можно использовать без каких-либо дополнительных настроек. Если необходимо протестировать кабель, отсутствующий в перечне, то модели кабелей можно задать вручную, причем как напрямую с помощью анализатора R&S ZVH, так и с помощью программы R&S ZVHView "Cable Model Editor", которая поставляется с анализатором R&S ZVH.

#### 8.2.2.1.1 Выбор предварительно определенной модели кабеля

- Нажать клавишу MEAS.
  - Нажать функциональную клавишу "Cable Config".
  - Выбрать пункт меню "Cable Model".
- Откроется файловый менеджер для выбора модели кабеля.
- Выбрать модель тестируемого кабеля.
  - Подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши "Select".

Stat	Name	Size	Date	Time
	\Public\Cable Models\...			
	\Public			
	5088-HLFR.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	5092-HLFR.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	5128-HLFR.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	5168-HLFR.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	5228-HLFR.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	5328-HLFR.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	5438-HLFR.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	5528-HLFR.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	FLC114-50J.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	FLC12-50J.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	FLC158-50J.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	FLC78-50J.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	HCC12-50J.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	HCC158-50J.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	HCC300-50J.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	HCC78-50J.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	HCF12-50.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21
	HJ12-50.cblmod	1 kB	31/05/2010	15:21

- В меню "Cable Config" выбрать пункт "Deselect Cable Model", если необходимо провести измерения без использования конкретной модели кабеля.

#### 8.2.2.1.2 Создание модели кабеля

Анализатор R&S ZVH обеспечивает два способа определения настраиваемых моделей кабеля.

Первый способ заключается в определении модели кабеля с помощью программного пакета R&S ZVHView "Cable Model Editor". Пакет R&S ZVHView поставляется с анализатором R&S ZVH.

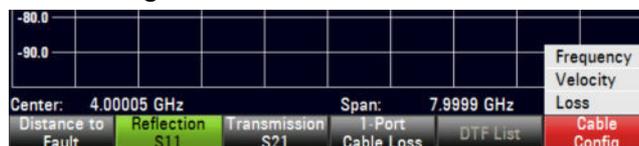
При помощи данного ПО можно определить модель кабеля на ПК и затем перенести ее в анализатор R&S ZVH. Далее ее можно выбрать, как и любую другую предварительно определенную модель.

Для получения дополнительной информации см. раздел "Сохранение и загрузка настроек прибора и результатов измерений".

Если доступ к компьютеру отсутствует, а необходимость в использовании модели кабеля, которой нет в перечне анализатора R&S ZVH, существует, то характеристики кабеля можно определить в R&S ZVH на временной основе. Эти данные невозможно сохранить в массив данных прибора. Они будут утеряны при изменении или загрузке другой модели кабеля.

- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу "Cable Config".
- Выбрать пункт меню "Define User Model".

Откроется подменю.



- Выбрать пункт меню "Frequency".
- Ввести частоту тестируемого кабеля.
- Выбрать пункт меню "Velocity".
- Ввести скорость распространения сигнала в кабеле.
- Выбрать пункт меню "Loss".
- Ввести потери в кабеле.

Теперь можно проводить измерения с временно определенным кабелем.

Необходимо помнить, что как только будет изменен любой параметр кабеля или загружена другая модель кабеля, временные данные будут утеряны и при необходимости проведения дальнейших измерений их необходимо будет задать снова.

### 8.2.2.2 Настройка горизонтальной оси

Клавиша FREQ/DIST содержит все необходимые функции для определения параметров частоты и расстояния при измерении параметров кабеля.

Содержание меню зависит выбранного в данный момент вида измерений.

#### 8.2.2.2.1 Настройка диапазона частот для DTF-измерений

При стандартных настройках анализатор R&S ZVH автоматически выбирает центральную частоту, равную 1 ГГц, и расстояние, равное 50 м. В случае изменения конечного расстояния анализатор R&S ZVH оптимизирует настройки для получения наилучшего разрешения.

Если необходимо сохранить текущие настройки, лучше всего определить полосу обзора частот вручную.

#### Установка полосы обзора частот

При установке частотного диапазона анализа лучше всего сначала задать полосу обзора, а затем центральную частоту.

- Нажать клавишу FREQ/DIST.
- Нажать функциональную клавишу "DTF Span".

По умолчанию анализатор R&S ZVH автоматически вычисляет наилучшую полосу обзора ("Auto Span") для получения наилучшего разрешения по длине. Если требуемая полоса обзора слишком велика для текущей центральной частоты, то анализатор R&S ZVH устанавливает центральную частоту равной наименьшей возможной частоте.

- Выбрать пункт меню "Manual Span..."
- Вручную ввести требуемую полосу обзора.

В анализаторе R&S ZVH будет установлена новая полоса обзора. Следует помнить, что максимальная полоса обзора, которую можно задать, зависит от

максимальной длины кабеля, определенной пользователем, и никогда не превышает полосу, вычисленную функцией "Auto Span". Минимальный размах, который можно задать, равен 10 МГц.

#### **Установка отображаемого диапазона частот**

После выбора полосы обзора можно задать особый диапазон частот, который будет отображать анализатор R&S ZVH.

В стандартной конфигурации анализатор R&S ZVH регулирует начальную и конечную частоты DTF в соответствии с полосой обзора и центральной частотой. Разница между центральной и начальной и центральной и конечной частотами одинакова. Так же можно напрямую задать начальную и конечную частоты DTF.

- Нажать клавишу **FREQ/DIST**.
- Нажать функциональную клавишу "DTF Center Freq".
- Ввести частоту, которая должна находиться по центру горизонтальной оси.

Частотный диапазон в анализаторе R&S ZVH будет настроен в соответствии с полосой обзора и центральной частотой.

- Нажать клавишу **FREQ/DIST**.
- Нажать функциональную клавишу "DTF Start Freq" или "DTF Stop Freq".
- Ввести требуемые начальную и конечную частоты.

Частотный диапазон в анализаторе R&S ZVH будет отрегулирован в соответствии с настройками пользователя.

Следует заметить, что разница между начальной и конечной частотами должна быть равна полосе обзора.

В случае ввода частотного диапазона, отличного от полосы обзора, выполняется регулировка значений анализатором R&S ZVH.

#### **8.2.2.2 Установка начального и конечного расстояний для DTF-измерений**

Начальное и конечное расстояние определяют масштаб по горизонтальной оси.

При стандартных настройках отсчет по горизонтальной оси начинается с 0 м и продолжается до максимального или конечного расстояния, заданного пользователем. Путем регулировки начального и конечного расстояний можно увеличивать отдельный участок кабеля для дальнейшего анализа.

- Нажать клавишу **FREQ/DIST**.
- Нажать функциональную клавишу "Start Dist" или "Stop Dist".
- Ввести расстояние, с которого следует начинать отображение и на каком расстоянии его заканчивать.

В режиме автоматического выбора полосы обзора анализатор R&S ZVH регулирует настройки частоты для получения наилучшего разрешения.

Если полоса обзора была задана вручную, анализатор R&S ZVH увеличивает определенный участок кабеля. В этом случае результаты сохраняют свою точность.

#### **8.2.2.3 Установка частотного диапазона для измерений в режиме анализатора кабельных трактов и антенн (кроме DTF)**

В случае измерения коэффициента отражения, передачи или потерь в кабеле частотный диапазон, отображаемый анализатором R&S ZVH, определяется полосой обзора, центральной частотой или начальной и конечной частотами.

#### **Определение полосы обзора**

Полоса обзора, которую следует выбрать, зависит от анализируемой полосы частот и диапазона частот, о котором необходимо получить информацию.

Минимальная полоса обзора для обоих измерений составляет 10 Гц, максимальная полоса зависит от анализатора R&S ZVH и может быть равна 3,6 ГГц (R&S ZVH4) или 8 ГГц (R&S ZVH8).

- Нажать клавишу **FREQ/DIST**.
- Нажать функциональную клавишу **"Span"**.
- Ввести требуемую полосу обзора.

В анализаторе R&S ZVH будет установлена введенная полоса обзора.

#### **Установка отображаемого диапазона частот**

В стандартной конфигурации анализатор R&S ZVH регулирует начальную и конечную частоты в соответствии с полосой обзора и центральной частотой, причем центральная частота находится в центре горизонтальной оси. Также можно напрямую задать начальную и конечную частоты.

- Нажать клавишу **FREQ/DIST**.
- Нажать функциональную клавишу **"Center"**.
- Ввести требуемую центральную частоту.

Или же установить частотный диапазон независимо от полосы обзора и центральной частоты.

- Нажать клавишу **FREQ/DIST**.
- Нажать функциональную клавишу **"Start"** и ввести начальную частоту.
- Нажать функциональную клавишу **"Stop"** и ввести конечную частоту.

#### **8.2.2.2.4 Выбор стандарта сигнала для измерений в режиме анализатора кабельных трактов и антенн**

В случае измерения коэффициента отражения, передачи или потерь в кабеле анализатор R&S ZVH обеспечивает несколько конфигураций измерений для каждого стандарта сигнала. При выборе одного из них анализатор R&S ZVH загружает соответствующие параметры (такие, как центральная частота или полоса обзора), и пользователю больше нет необходимости в их установке.

- Нажать клавишу **FREQ/DIST**.
- Нажать функциональную клавишу **"Signal Standard"**.
- Выбрать либо пункт меню **"Select Uplink"**, либо **"Select Downlink"**.

Откроется диалоговое окно для выбора стандарта сигнала.

- Выбрать требуемый стандарт.

Анализатор R&S ZVH загружает настройки для выбранного стандарта.

#### **8.2.2.3 Настройка вертикальной оси**

Меню амплитуды содержит все настройки, касающиеся отображения уровня.

##### **8.2.2.3.1 Настройка масштаба диаграммы**

Параметры масштаба определяют способ представления результатов. У пользователя есть несколько вариантов для улучшения вертикального масштабирования измерительной диаграммы.

Единицами измерения по оси уровня являются дБ.

##### **Установка опорного значения**

Опорное значение определяет амплитуду опорной линии. Единицами измерения опорного значения являются дБ.

Положение опорного значения в анализаторе R&S ZVH показывается желтым треугольником на вертикальной оси ().

При изменении опорного уровня анализатор R&S ZVH подстраивает метки вертикальной оси. Изменение опорного значения приводит к изменению вертикального положения кривой. Положение опорной линии не изменяется.

- Нажать клавишу AMPT/SCALE.
- Нажать функциональную клавишу "Ref".
- Ввести требуемое опорное значение или переместить его с помощью поворотной ручки.

Отображение в анализаторе R&S ZVH будет установлено в соответствии со сделанными настройками.

#### **Определение диапазона отображения**

Диапазон отображения определяет масштаб по вертикальной оси и, таким образом, разность между двумя соседними горизонтальными линиями сетки.

Единицы измерения зависят от формата измерения.

При измерении диапазона отображения пользователь может увеличить или уменьшить отображаемый анализатором R&S ZVH диапазон и, например, включить части сигнала, которые находятся за пределами области отображения. Положение опорного значения и кривой не изменяется.

- Нажать клавишу AMPT/SCALE.
- Нажать функциональную клавишу "Range".
- Выбрать один из пунктов меню для выбора требуемого диапазона отображения.

#### **Автоматическая регулировка вертикальной оси**

Анализатор R&S ZVH поддерживает процедуру автоматического масштабирования, которая масштабирует вертикальную ось таким образом, чтобы результаты идеально соответствуют размеру экрана. В анализаторе R&S ZVH такая регулировка производится путем определения минимального и максимального значений кривой и последующего масштабирования вертикальной оси в соответствии с данными значениями.

- Нажать клавишу SCALE/AMPT.
- Нажать функциональную клавишу "Auto Scale".

В анализаторе R&S ZVH будет произведена автоматическая регулировка вертикальной оси.

#### **Настройка опорного положения**

Опорное положение определяет положения опорной линии на диаграмме. Опорное положение – это линейное значение от 0 до 10. Каждое значение представляет собой одну горизонтальную линию сетки диаграммы. 0 соответствует верхней линии сетки, 10 – нижней.

При изменении опорного положения анализатор R&S ZVH также сдвигает положение кривой на величину изменения опорного положения. На само опорное значение это не влияет.

- Нажать клавишу SCALE/AMPT.
- Нажать функциональную клавишу "Ref Pos".
- Ввести требуемое опорное положение.

Кривая будет перемещена в соответствии со сделанными настройками.

#### **8.2.2.3.2 Установка ослабления**

Анализатор R&S ZVH поддерживает функцию ослабления сигнала, как на выходе следящего генератора, так и на ВЧ-входе.

- Нажать клавишу AMPT/SCALE.

- Нажать функциональную клавишу "TG Power".
- Ввести ослабление сигнала на выходе следящего генератора.  
Сигнал может быть ослаблен на величину от 0 до -40 дБмВт.
- Нажать функциональную клавишу "Receiver Att".
- Ввести ослабление сигнала на ВЧ-входе.  
ВЧ-ослабление сигнала может быть задано в диапазоне от 0 до 40 дБ с шагом 5 дБ.

#### **8.2.2.4 Настройка и запуск развертки**

При настройке развертки приходится иметь дело с несколькими независимыми параметрами. Для простоты и удобства доступа большинство из этих параметров собраны в меню развертки.

##### **8.2.2.4.1 Установка полосы измерения**

Полоса измерения определяет коэффициент шума приемника. Малые полосы приводят к более высокой динамике измерений при измерении коэффициента  $S_{21}$ . Однако малые полосы также приводят увеличению длительности измерений ввиду времени установки сигнала в фильтре.

Возможные значения полосы измерения находятся в диапазоне от 100 Гц до 100 кГц с кратностью шага 1-3.

- Нажать клавишу SWEEP/BW.

В состоянии со стандартными настройками анализатор R&S ZVH выбирает полосу автоматически (функциональная клавиша "Auto Meas BW"). В данном случае полоса связана с полосой обзора.

Стандартная настройка является компромиссом между скоростью измерения и оптимальными характеристиками.

- Нажать функциональную клавишу "Manual Meas BW".

Откроется поле ввода для определения полосы измерения.

- Ввести полосу измерения, с которой следует работать.

Индикатором того, что полоса более не связана с полосой обзора, служит красная точка напротив обозначения полосы (BW) в аппаратных настройках.

##### **8.2.2.4.2 Удержание результатов измерений**

Измерение начинается, как только происходит запуск анализатора R&S ZVH. Так как измерение производится непрерывно, анализатор R&S ZVH поддерживает функцию удержания результатов, которая останавливает обновление экрана и оставляет место для последующего анализа результатов измерений.

- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу "Hold".

Обновление экрана анализатора R&S ZVH будет прекращено.

Для продолжения обновления экрана следует вновь нажать функциональную клавишу "Hold".

##### **8.2.2.4.3 Работа с функциями запуска**

Для того чтобы реагировать на события, анализатор R&S ZVH оснащен разнообразными функциями запуска. Запуск может быть как внешним, так и инициированным изнутри.

- Нажать клавишу SWEEP.
- Нажать функциональную клавишу "Trigger".

Откроется подменю для настройки запуска. По умолчанию включена автономная развертка (Free Run).

В режиме тестирования кабельных трактов и антенн анализатор R&S ZVH поддерживает следующие функции запуска.

### **Free Run**

Запуск новой развертки происходит по окончании предыдущей. Это стандартная настройка для анализатора R&S ZVH.

### **External Rise / External Fall**

Развертка запускается по переднему фронту (RISE) или заднему (FALL) внешнего сигнала запуска. Внешний сигнал запуска подводится через BNC-разъем Ext Trigger.

Порог включения равен 1,4 В, т.е. уровню ТТЛ-сигнала.

- Выбрать тип запуска, необходимый для данного измерения.

Индикатор типа запуска (Trig) показывает текущую настройку запуска.

При выборе внешнего запуска можно задержать запуск измерения относительно события запуска вводом времени задержки. В данном случае допускается временная разница между событием запуска и измерением.

- Нажать функциональную клавишу "Trigger".
- Выбрать пункт меню "Trigger Delay...".

Открывается поле ввода для определения задержки запуска.

- Ввести требуемое время задержки запуска.

Диапазон задержки запуска находится в пределах от 0 мкс до 100 с. Величина шага зависит величины времени задержки.

Т а б л и ц а 8.2

<b>Задержка запуска</b>	<b>Величина шага</b>
от 0 с до 1 мс	10 мкс
от 1 мс до 10 мс	100 мкс
от 10 мс до 100 мкс	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

## **8.2.3 Анализ результатов измерения**

### **8.2.3.1 Работа с кривыми**

Анализатор R&S ZVH может передавать кривую в память кривых, а также для проведения сравнения отображать на экране текущую кривую и кривую из памяти. Сохраненная кривая всегда отображается белым цветом для того, чтобы отличать ее от текущей кривой.

- Нажать клавишу TRACE.
- Нажать функциональную клавишу "Trace \_ Memory".

Анализатор R&S ZVH передает кривую в память кривых.

- Нажать функциональную клавишу "Show Memory".

Сохраненная кривая будет отображена на экране анализатора R&S ZVH белым цветом.

Пользователь может убрать сохраненную кривую повторным нажатием функциональной клавиши "Show Memory".

Сохраненные кривые хранятся в виде растровых изображений. Поэтому при вызове сохраненной кривой не производится адаптации к любым изменениям

опорного уровня или полосы обзора, которые могли быть произведены с момента сохранения.

При загрузке массива данных анализатор R&S ZVH хранит соответствующую кривую в памяти кривых. Просмотреть такую кривую можно при помощи функциональной клавиши "Show Memory".

### 8.2.3.2 Использование маркеров

В анализаторе R&S ZVH предусмотрено шесть маркеров, пять из которых могут быть использованы как в качестве обычных маркеров, так и в качестве дельта-маркеров.

Маркеры привязаны к кривой и показывают координаты по горизонтали и вертикали точки, в которую они установлены. Горизонтальная позиция маркера показана вертикальной линией, которая проходит по всей высоте измерительной диаграммы. В списке маркеров над областью диаграммы показаны точные координаты всех используемых маркеров.

При измерении расстояния до повреждения единицами измерения по горизонтали являются метры или футы. Для всех других измерений горизонтальная ось является осью частот. Единицами измерения вертикальной оси являются дБ при измерении расстояния до повреждения или потерь в кабеле и дБмВт для всех остальных видов измерений.

Позиция дельта-маркера указывается пунктирной линией для того, чтобы отличать ее от обычного маркера. Уровень дельта-маркера всегда является относительным значением к уровню основного маркера, таким образом, единицами измерения дельта-маркера всегда являются дБ. Частота дельта-маркера всегда относительна к основному маркеру, другими словами, частота дельта-маркера равна разности между частотой, соответствующей позиции главного маркера, и частотой, соответствующей позиции дельта-маркера.

Для измерения сложных сигналов можно активировать до шести маркеров. Маркер 1 всегда является обычным маркером и опорным для всех дельта маркеров. Маркеры со 2 по 6 могут быть как обычными, так и дельта-маркерами в зависимости от их настройки.

#### 8.2.3.2.1 Вид экрана с активными маркерами

- (1) Список маркеров
- (2) Метка маркера: M(x)
- (3) Метка дельта-маркера: D(x)
- (4) Метка активного маркера (красная метка)
- (5) Дельта-маркер (голубая пунктирная линия)
- (6) Маркер (голубая линия)
- (7) Поле ввода маркера
- (8) Меню маркера



Рисунок 8.10 – Вид экрана анализатора R&S ZVH с активными маркерами.

### 8.2.3.2 Позиционирование маркера

- Нажать клавишу MARKER.

Откроется меню маркера.

Если до этого не было активировано ни одного маркера, то анализатор R&S ZVH автоматически активирует основной маркер и установит его на максимальный измеренный уровень. Кроме того, откроется поле ввода частоты маркера.

Могут быть произведены следующие действия:

- Установить маркер с помощью клавиш со стрелками.

При позиционировании маркера клавишами со стрелками величина шага составляет 10% от полосы обзора.

- Установить маркер поворотной ручкой

При установке маркера поворотной ручкой величина шага составляет один пиксель.

- Ввести позицию маркера с помощью цифровой клавиатуры и подтвердить ввод одной из клавиш единиц измерения.

- Подтвердить позицию маркера нажатием клавиши ENTER.

Поле ввода маркера закрывается.

По умолчанию список маркеров над полем диаграммы активен. В списке маркеров показана горизонтальная позиция всех маркеров и соответствующее значение по вертикали. Если же список неактивен, то показываются только координаты маркеров 1 и 2.

Список может быть выключен или включен в любой момент времени.

- Нажать функциональную клавишу "View List".

Список маркеров включается или выключается в зависимости от его изначального состояния.

### 8.2.3.2.3 Позиционирование дельта-маркера

Когда обычный маркер уже используется, к нему могут добавляться дельта-маркеры.

- Нажать клавишу MARKER.

- Нажать функциональную клавишу "New Marker".

В анализаторе R&S ZVH будет активирован дельта-маркер, который устанавливается на следующий максимальный измеренный уровень. Дополнительно открывается поле ввода дельта-маркера.

Анализатор R&S ZVH добавляет дельта-маркер в список маркеров и показывает позицию маркера относительно обычного маркера (M1).

Могут быть произведены следующие действия:

- Ввести позицию дельта-маркера с помощью цифровой клавиатуры и подтвердить ввод одной из клавиш единиц измерения.

- Изменить позицию дельта-маркера поворотной ручкой или курсорными клавишами.

- Подтвердить позицию дельта-маркера нажатием клавиши ENTER.

Поле ввода дельта-маркера закрывается.

- Для добавления большего числа маркеров необходимо несколько раз нажать функциональную клавишу "New Marker", пока на экране не появится требуемое количество маркеров.

#### 8.2.3.2.4 Выбор типа маркера

При добавлении новых маркеров они становятся дельта-маркерами (по умолчанию). Их координаты относительно к первому маркеру (M1). Пользователь может преобразовать дельта-маркеры в обычные маркеры при необходимости получения абсолютной информации о позиции маркера.

- Нажать клавишу MARKER.
- С помощью функциональной клавиши "Select Marker" выбрать дельта-маркер, который необходимо преобразовать.  
Соответствующий символ маркера станет красным и откроется поле ввода маркера.
- Нажать функциональную клавишу "Marker Type".  
Дельта-маркер будет преобразован в обычный маркер. Его метка соответствующим образом изменится (например, из D2 в M2), а его координаты будут представлять собой абсолютные величины.

#### 8.2.3.2.5 Автоматическое позиционирование маркеров

Анализатор R&S ZVH поддерживает функции, которые делают процесс установки маркера проще или позволяют производить настройки прибора на основе текущей позиции маркера:

- "Set to Peak"  
Функция поиска пика устанавливает активный маркер или дельта-маркер в наибольшее значение уровня кривой.
  - "Set to Next Peak"  
Функция поиска следующего пика устанавливает активный маркер или дельта-маркер в следующее наибольшее значение уровня кривой относительно его текущей позиции.
  - "Set to Minimum"  
Функция поиска минимума устанавливает активный маркер или дельта-маркер в наименьшее значение уровня кривой.
- Нажать клавишу MKR→.
  - Нажать функциональную клавишу "Set to Peak", "Set to Next Peak" или "Set to Minimum".  
Маркер будет установлен в соответствующую функции позицию.

#### 8.2.3.2.6 Удаление маркеров

Пользователь может удалить маркер в любой момент времени.

##### Удаление выбранных маркеров

- С помощью функциональной клавиши "Select Marker" выбрать маркер, который необходимо удалить.  
Соответствующий символ маркера стает красным и откроется поле ввода маркера.
- Нажать клавишу MARKER.
- Нажать функциональную клавишу "Delete Marker".
- Выбрать пункт меню "Delete Selected".
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.  
Выбранный маркер будет удален.

П р и м е ч а н и е – Деактивация маркеров

В случае удаления маркера 1 (M1) все дельта-маркеры, относящиеся к нему, будут также удалены.

### **Удаление только дельта-маркеров**

- Нажать клавишу MARKER.
- Нажать функциональную клавишу "Delete Marker".
- Выбрать пункт меню "Delete All Delta".
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Все дельта-маркеры будут удалены.

### **Одновременное удаление всех маркеров**

- Нажать клавишу MARKER.
- Нажать функциональную клавишу "Delete Marker".
- Выбрать пункт меню "Delete All".
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Все маркеры и дельта-маркеры будут удалены.

### **8.2.3.2.7 Использование пределов поиска маркера**

Анализатор R&S ZVH позволяет использовать только ограниченную часть измерительной кривой для функций "Set to Peak", "Set to Next Peak" и "Minimum".

- Нажать клавишу MKR→.
- Нажать функциональную клавишу "Search Limits".
- Выбрать пункт меню "Search Limits On/Off".
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Будут активированы пределы поиска маркера.

Знак [X] обозначает активный предел поиска. Две вертикальные красные линии показывают верхний и нижний пределы на диаграмме.

По умолчанию диапазон пределов поиска превышает полосу обзора.

- Нажать функциональную клавишу "Search Limits".
- Выбрать пункт меню "Lower Limit".
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

Откроется поле ввода для определения нижнего предела диапазона поиска.

- Ввести нижний предел.
- Подтвердить ввод одной из клавиш единиц измерения.

Если полоса обзора достаточно велика, то в анализаторе R&S ZVH будет отображена красная вертикальная линия для обозначения нижнего предела.

- Определить верхний предел поиска аналогичным образом.

### **Деактивация пределов поиска маркера**

- Нажать функциональную клавишу "Search Limits".
- Выбрать пункт меню "Search Limits On/Off".
- Подтвердить выбор.

Функциональная клавиша "Search Limits" вновь становится серой, а в меню "Search Limits" знак [X] более не отображается.

### 8.3 Работа с мастером измерений

При тестировании кабелей и антенн зачастую необходимо провести цикл (последовательность) стандартизированных и повторяющихся измерений, причем зачастую в труднодоступных условиях. Для того чтобы убедиться в том, что измерения проведены как полагается, и избежать постоянной подстройки параметров, в анализаторе R&S ZVH предусмотрен мастер измерений.

Мастер измерений объединяет в себе несколько измерительных конфигураций для проведения цикла измерений (или набора измерений). Так как все существенные параметры задаются перед проведением фактического измерения и не могут быть изменены после начала процедуры измерения, мастер является великолепной возможностью избежать ошибок и сэкономить время при настройке измерений.

Данная глава посвящена функциональным возможностям мастера измерений. Для получения дополнительной информации об отдельных измерениях, которые можно производить с помощью мастера, см. главу "Проведение измерений".

Следует отметить, что для получения доступа ко всем функциональным возможностям мастера измерений необходимо установить и использовать пакет ПО R&S ZVHView.

#### 8.3.1 Подготовка к измерению

Перед тем, как использовать мастер измерений, с помощью пакета ПО R&S ZVHView необходимо определить набор измерений и передать его в анализатор R&S ZVH.

Пакет ПО R&S ZVHView поставляется с анализатором R&S ZVH. Последняя версия также доступна для скачивания на сайте R&S ZVH.

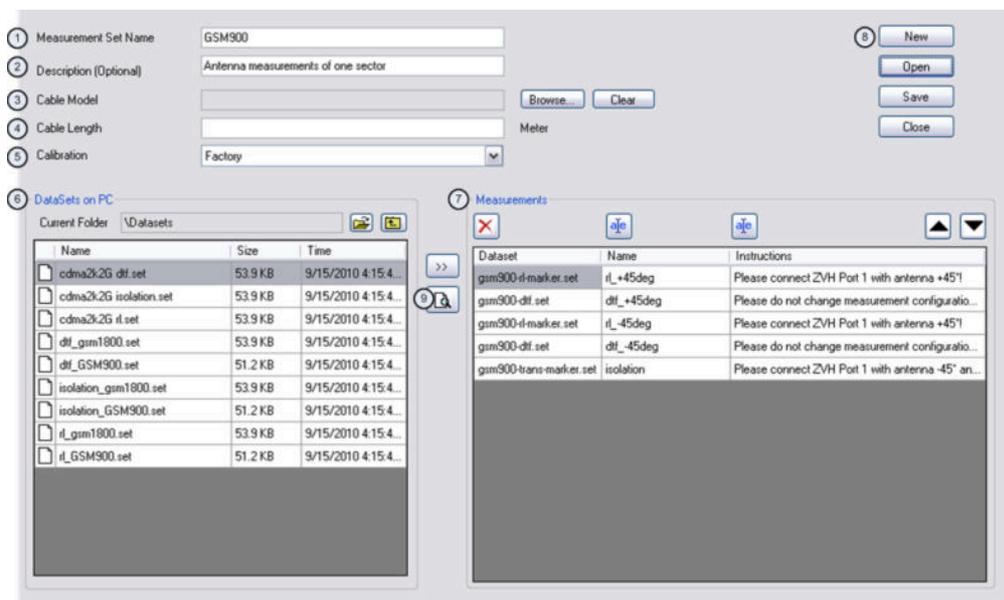
##### 8.3.1.1 Создание набора измерений

Набор измерений состоит из нескольких массивов данных. Массив данных – это файл, который содержит настройки особой конфигурации анализатора R&S ZVH, например, частоту, масштаб и т.д. Для получения массива данных необходимо настроить анализатор R&S ZVH, как требуется пользователю, и сохранить конфигурацию или использовать один из предварительно определенных массивов данных.

Для получения дополнительной информации о массивах данных см. главу "Сохранение массивов данных".

- Запустить ПО R&S ZVHView на ПК пользователя.
- Выбрать функцию "Wizard Set Editor" с помощью кнопки .

Откроется диалоговое окно, которое обеспечивает все функциональные возможности для управления наборами измерений.



- (1) Название набора измерений
- (2) Описание измерительной задачи
- (3) Выбор модели кабеля
- (4) Примерная длина кабеля
- (5) Метод калибровки
- (6) Перечень массивов данных, доступных на ПК
- (7) Перечень массивов данных, которые являются частью набора измерений
- (8) Опции управления файлами
- (9) Кнопка предварительного просмотра массива данных

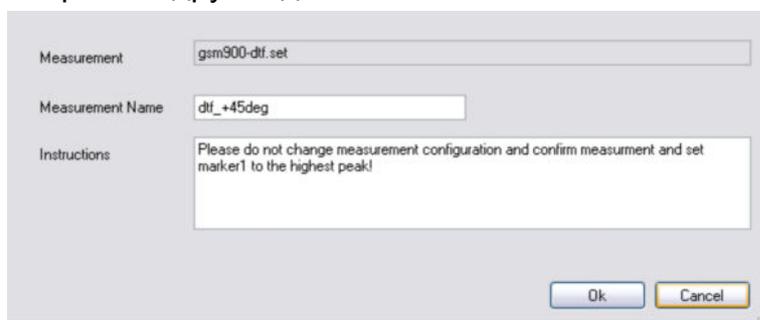
Рисунок 8.11 – Окно управления наборами измерений.

- Задать набор измерений по усмотрению пользователя путем добавления или удаления массивов данных.

Редактор также позволяет добавлять комментарии к каждому измерению, которое является частью цикла измерений. Пользователь также может переименовать измерение.

- Выбрать один из массивов данных и нажать кнопку .

Откроется другое диалоговое окно.



В данном диалоговом окне пользователь может

- посмотреть название выбранного массива данных
- определить название для соответствующего измерения
- присоединить инструкции о проведении измерения.

Пользователь может добавлять инструкции для каждого измерения, включенного в набор, во избежание неверной обработки измерений.

Данные инструкции показываются перед началом измерений.

### 8.3.1.2 Загрузка наборов измерений

Для проведения реальных измерений в анализатор R&S ZVH необходимо загрузить файл определения мастера, который содержит набор измерений.

- Выбрать функцию "Wizard Set Control" с помощью кнопки .

Откроется диалоговое окно для выбора загружаемого набора измерений.

- Выбрать набор измерений, который необходимо загрузить.

- Скопировать файлы кнопкой .

### 8.3.2 Использование мастера измерений

Теперь, когда набор измерений доступен в анализаторе R&S ZVH, можно проводить измерения.

#### 8.3.2.1 Запуск мастера измерений

- Нажать клавишу WIZARD.

Откроется диалоговое окно мастера измерений (рисунок 8.12). Оно содержит информацию, которую можно использовать при документировании измерений.

- Нажать "Load Meas Set" функциональную клавишу.

Откроется диалоговое окно для выбора файла определения мастера.

- Выбрать файл, который содержит требуемый набор измерений.

- Подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши "Select".

Произойдет возврат в диалоговое окно мастера измерений. Теперь оно отображает информацию о только что загруженном наборе измерений.

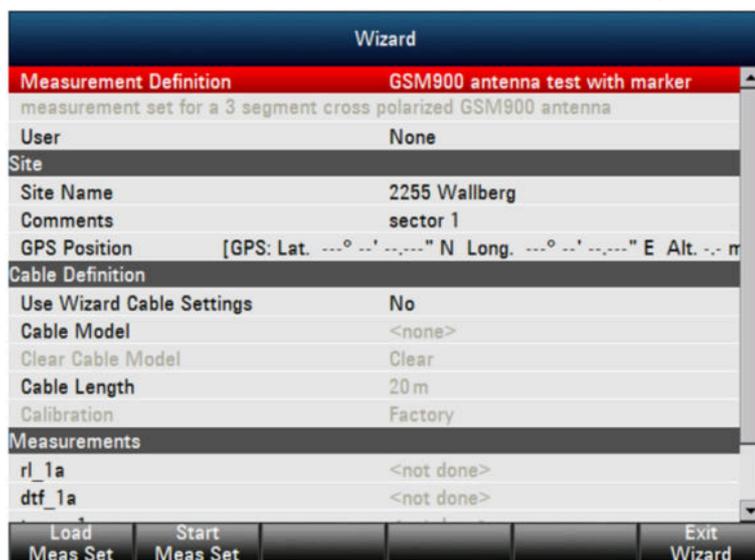


Рисунок 8.12 – Окно мастера измерений.

Диалоговое окно содержит следующую информацию:

- Measurement Definition

Название используемого в данный момент файла определения мастера.

Нажатие клавиши ENTER в данном поле аналогично нажатию функциональной клавиши "Load Meas Set".

- Measurement Description

Краткое описание измерительной задачи. Поле только для чтения, оно показывает описание в соответствии с определением ПО R&S ZVHView.

- User  
Имя пользователя, проводящего измерения.
- Site Name  
Место проведения измерения. Данное поле доступно только для R&S ZVH.
- Comments  
Комментарии об измерении, например, внешние условия во время измерения.
- GPS Position  
Индикация местоположения по GPS, если имеется подключение к приемнику GPS. Нажатие клавиши ENTER в данном поле приводит к обновлению координат GPS.
- Use Wizard Cable Settings  
Настройка, которая определяет, хочет ли пользователь использовать характеристики кабеля, как определено в наборе измерений, или желает иметь возможность изменить характеристики кабеля на месте. Выбрать "Yes" для использования предварительно определенных характеристик кабеля. В этом случае нижеприведенные параметры будут заблокированы.
- Cable Model  
Модель измеряемого кабеля. Пользователь может определить модель кабеля с помощью ПО R&S ZVHView, а так же изменить модель кабеля в случае необходимости.
- Clear Cable Model  
Деактивация активной в данный момент модели кабеля.
- Cable Length  
Длина измеряемого кабеля.
- Calibration  
Метод калибровки, используемый перед началом измерений. Поле только для чтения, метод калибровки необходимо задавать с помощью R&S ZVHView. Необходимо произвести калибровку анализатора R&S ZVH перед началом процедуры измерения, определенной мастером. Если анализатор R&S ZVH уже был откалиброван в обычном порядке перед запуском мастера, то анализатор R&S ZVH пропускает калибровку и сразу же начинает измерения.
- Measurements

Список всех отдельных измерений (массивов данных), которые необходимо провести для успешного выполнения измерительной задачи. В списке также показаны измерения, которые еще необходимо провести. Некоторые параметры измерительной установки все еще можно изменить непосредственно в анализаторе R&S ZVH. К ним в основном относятся те параметры, чьи точные значения недоступны при определении набора измерений или могут отличаться в зависимости от места измерений, например, длина кабеля или модель кабеля, если она отлична от определенной ранее длины.

- Для изменения параметра необходимо выбрать его с помощью курсорных клавиш и активировать соответствующее поле ввода клавишей ENTER.
- Обновить все параметры, которые неверны для текущего измерения.

### **8.3.2.2 Выполнение последовательности измерений**

Теперь, когда все параметры, касающиеся измерительной задачи, обновлены, может быть запущена процедура измерения.

- Нажать функциональную клавишу "Start Meas Set".

Если анализатор R&S ZVH еще не откалиброван для измерения, то он запрашивает разрешение на проведение процедуры калибровки. Этапы калибровки зависят от заданной процедуры калибровки.

Для получения дополнительной информации см. "Калибровка измерений".

После успешной калибровки анализатора R&S ZVH начинается выполнение измерений, которые входят в набор измерений. Последовательность измерений определяется в программе R&S ZVHView.

Перед каждым измерением анализатор R&S ZVH выводит текстовое сообщение.



Сообщение содержит информацию и инструкции по подготовке и проведению измерения, которые были определены в ПО R&S ZVHView.

- Произвести необходимые подготовительные действия, например, подключить кабель.
- Нажать функциональную клавишу "Confirm".

Анализатор R&S ZVH производит измерение согласно определению в массиве данных и в наборе измерений. По окончании измерения показываются его результаты и сообщение **Measurement Done**.

Следует отметить, что при использовании мастера измерений невозможно изменить какие-либо параметры измерения. Тем не менее, для работы доступны функции маркера и масштабирования.

После каждого этапа измерения пользователю доступно три опции:

- Continue with the next measurement (Продолжить выполнение измерений последующим измерением).

Происходит завершение текущего измерения и запуск следующего с показом информации о необходимых приготовлениях.

- Repeat the current measurement (Повторить текущее измерение).

Повторяется текущее измерение, например, если результаты не соответствуют ожиданиям пользователя и необходимо подтвердить результаты.

- Abort the measurement set routine (Прервать процедуру выполнения набора измерений).

Измерение прерывается и происходит возврат к диалоговому окну "Measurement Wizard".

Полученные результаты уже законченных измерений будут потеряны.

По окончании всех измерений, являющихся частью набора измерений, анализатор R&S ZVH запрашивает пользователя о сохранении результатов измерений.

- Нажать функциональную клавишу "Save Meas Results".

Анализатор R&S ZVH сохраняет результаты во внутренней памяти, или, при наличии, на SD-карте, или флэш-накопителе.

Если необходимо хранить результаты во внутренней памяти, следует убедиться в наличии необходимого объема свободной памяти для их хранения. Иначе результаты могут быть потеряны. Если места не хватает, то можно удалить старые данные через файловый менеджер. Для получения дополнительной информации см. раздел "Сохранение и загрузка настроек прибора и результатов измерений".

Результаты для набора измерений состоят из нескольких файлов, каждый из которых соответствует одному из проведенных измерений. Для упрощения

оценки анализатор R&S ZVH включает в имя файла название измерения согласно определению в диалоговом окне мастера или R&S ZVHView.

Все файлы результатов, которые относятся к набору измерений, хранятся в том же каталоге.

Наименование каталога производится в соответствии с названием измерения и местом его проведения. Синтаксис выглядит следующим образом: 'названиеместа\_измерение\_#'.

Анализатор R&S ZVH добавляет файлам и каталогам номера в порядке возрастания, если набор измерений или измерение выполняется более одного раза.

### 8.3.3 Оценка результатов

ПО R&S ZVHView поддерживает функции для оценки результатов и создания отчетов измерения. Однако перед началом оценки результатов необходимо загрузить результаты в компьютер пользователя.

- Выбрать функцию "Wizard Result Control" кнопкой .

Откроется диалоговое окно для выбора загружаемого(-ых) набора(-ов) измерений.

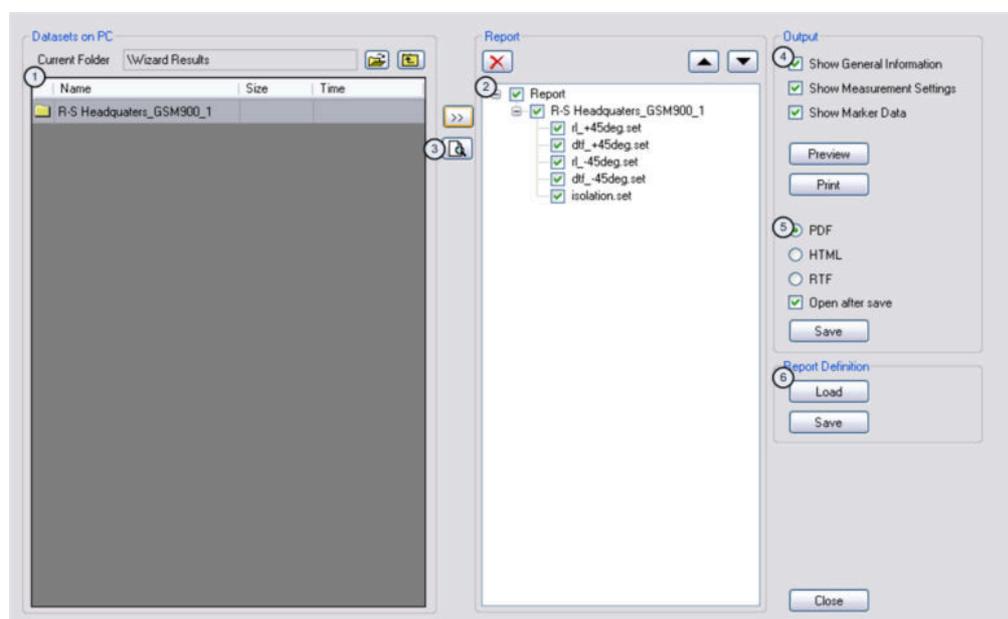
- Выбрать набор измерений, который необходимо загрузить.

- Скопировать файлы кнопкой .

Теперь, когда результаты доступны, можно запустить создание отчета измерений с помощью R&S ZVHView.

- Выбрать функцию "Report Generator" кнопкой .

Откроется диалоговое окно, в котором содержатся все функции для управления наборами измерений (рисунок 8.13).



- (1) Исходная папка массивов данных
- (2) Предварительный просмотр обычного массива данных
- (3) Данные, которые необходимо включить в отчет
- (4) Выбор включенной информации
- (5) Выбор выходного формата
- (6) Сохранить/загрузить отчет

Рисунок 8.13 – Окно управления наборами измерений (создание отчета).

С помощью редактора отчетов можно создать отчеты измерения для всего набора измерений или только для выбранного массива данных. Также могут производиться такие простые действия, как активация или деактивация маркеров, которые были установлены во время измерений.

- Добавить результат, который следует включить в отчет, путем установки или удаления пункта в панели отчета.
- Выбрать желаемый формат отчета.
- Создать отчет клавишей "Save".

## 8.4 Режим анализатора спектра (опция R&S ZVH-K1)

### 8.4.1 Установка частоты

В приборе R&S ZVH 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.

#### 8.4.1.1 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)).

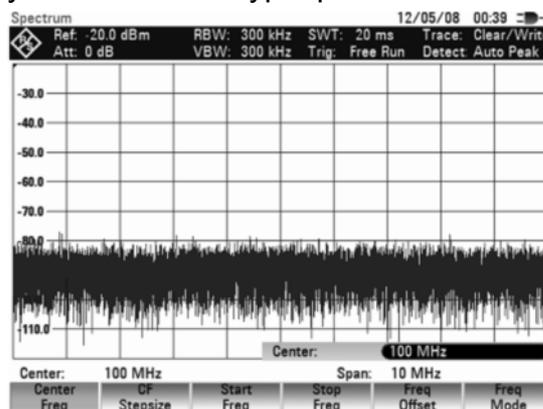
Введенная частота станет новой центральной частотой. Окно ввода значений остается открытым для дальнейшего ввода.

- 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 ZVH. В этом случае R&S ZVH автоматически уменьшит полосу обзора. Также будет выведено



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

#### 8.4.1.2 Установка сдвига частоты

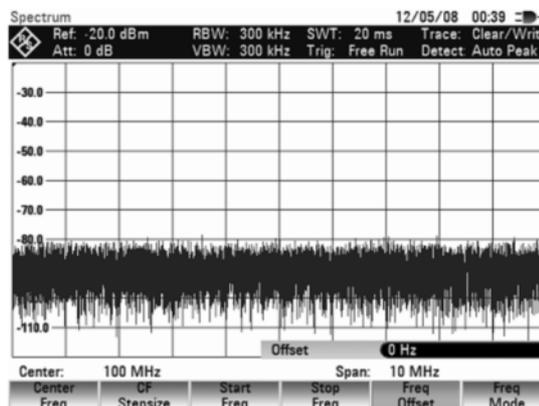
Для исследования преобразователей частоты, например, спутникового понижающего преобразователя, удобно соотносить результаты с частотой до преобразования. Для этой цели в R&S ZVN встроена функция сдвига частоты, которая производит арифметический сдвиг центральной частоты на более высокую или низкую частоту.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

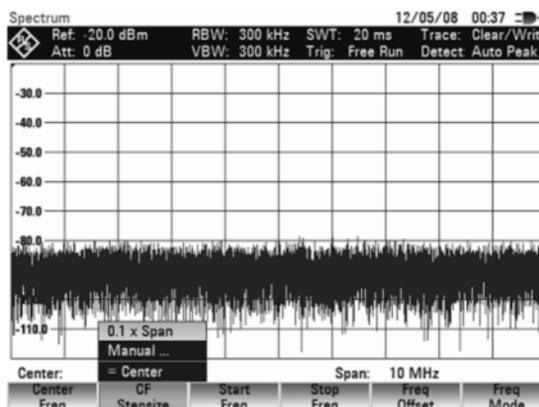
#### 8.4.1.3 Ввод величины шага изменения центральной частоты

- 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 ZVN 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.

#### 8.4.1.4. 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 ZVH конечная частота. Если предел частоты был достигнут с помощью поворотной ручки или клавиш курсора, то дальнейшие повороты ручки или нажатия клавиш курсора будут проигнорированы.

#### 8.4.1.5 Работа с таблицами каналов

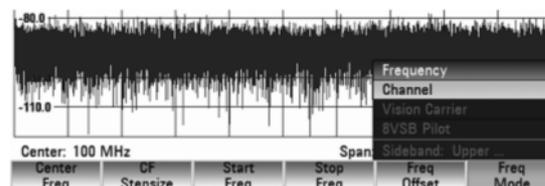
Почти во всех системах передачи информации заданные диапазоны частот подразделяют на каналы с определенной частотой, назначенной данному каналу. Поэтому, для простоты использования R&S ZVH позволяет пользователям определять распределение каналов с использованием привычных терминов.

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

Анализатор R&S ZVH 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 ZVHView.

#### 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&S4ZVH 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.

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 ZVH центральная частота соответствует номеру канала из таблицы каналов. При вводе центральной частоты прибор R&S ZVH 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:

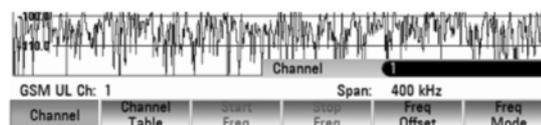
- Для первого канала задается номер канала и частота.
- Все следующие каналы имеют возрастающие номера.
- Разнос частот между каналами фиксирован. Он может быть отрицательным, то есть центральная частота прибора R&S ZVH при увеличении номера канала будет уменьшаться.
- В системах передачи, содержащих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

#### 8.4.2 Установка полосы обзора

Полоса обзора – это диапазон частот, центрированный по центральной частоте и отображаемый на экране анализатора. 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 ZVH4 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 ZVH8 максимальная полоса обзора составляет 8 ГГц.

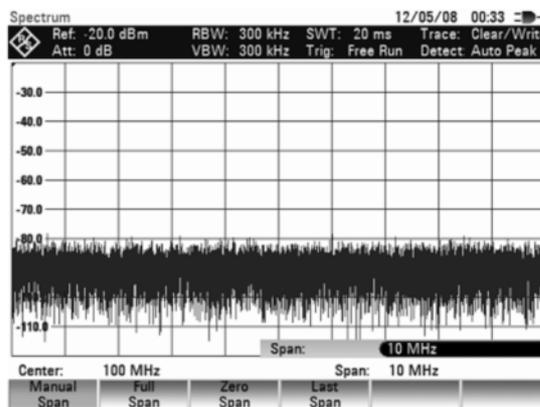
Stat	Name	Size	Date	Time
\Public\				
	CATV.chntab	1 kB	11/05/2008	20:09
	GSM DL.chntab	1 kB	11/05/2008	20:12
	GSM UL.chntab	1 kB	11/05/2008	20:36
	PCS DL.chntab	1 kB	11/05/2008	20:12
	PCS UL.chntab	1 kB	11/05/2008	20:11



### Последовательность действий:

- Нажать клавишу SPAN.

После нажатия клавиши SPAN прибор R&S ZVH 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH 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").

### 8.4.3 Установка параметров амплитуды

Все настройки прибора R&S ZVH, относящиеся к отображению уровня, выполняются нажатием клавиши AMP T.

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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH. Однако влияние собственного шума прибора R&S ZVH на отображение спектра увеличивается с увеличением уровня ослабления перед смесителем.

В режиме "Auto Low Noise" (автоматический режим низких шумов), прибор R&S ZVH 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH также способен проводить измерения в системах с волновым сопротивлением 75 Ом. Прибор R&S ZVH самостоятельно не выбирает ВЧ-вход с сопротивлением 75 Ом, а использует согласующее устройство, подсоединенное к ВЧ-входу. Согласующее устройство "50/75  $\Omega$  Matching Pad R&S RAZ" рекомендуется использовать для согласования систем, имеющих волновое сопротивление 75 Ом, с анализатором (см. рекомендуемое вспомогательное оборудование).

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

#### 8.4.3.1 Установка опорного уровня

- Нажать клавишу AMPT.

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

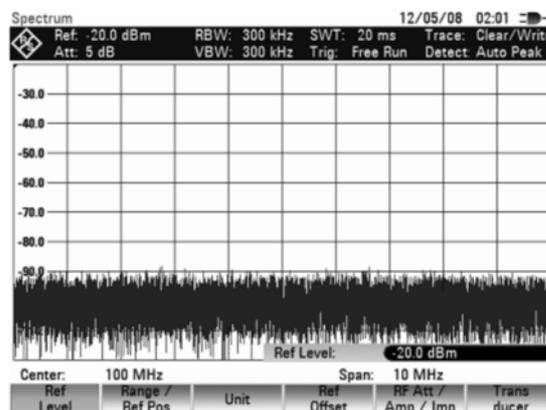
- Ввести опорный уровень с помощью цифровой клавиатуры и подтвердить ввод либо выбором единиц измерения (-dBm или dBm для относительных измерений, (), m,  $\mu$ , n для абсолютных измерений) либо нажатием клавиши ENTER, или
- Настроить опорный уровень с помощью поворотной ручки или клавиш курсора.

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

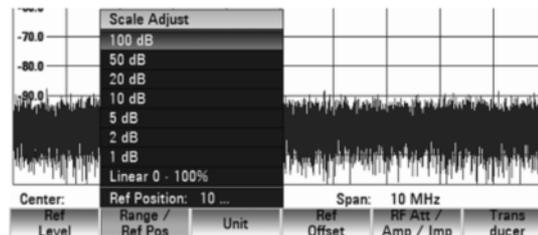
- После установки нужного опорного уровня можно убрать с экрана окно ввода значений нажатием клавиши CANCEL.

#### 8.4.3.2 Ввод диапазона отображения

- Нажать клавишу AMPT.



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

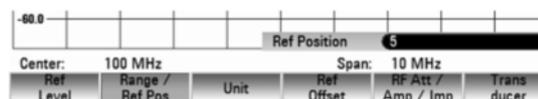


- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать нужный вариант масштабирования и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.
- В приборе R&S ZVH будет немедленно установлен выбранный вариант масштабирования.

- 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.

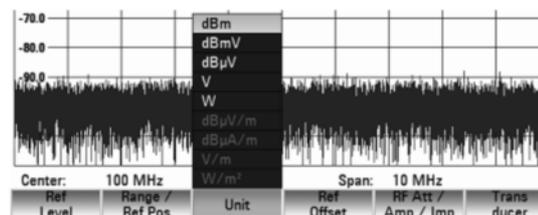
Положение опорного уровня указано треугольником на выбранной линии масштабной сетки.

### 8.4.3.3 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.

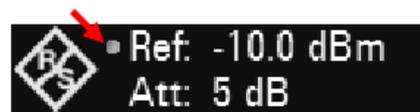


В приборе R&S ZVH будут немедленно установлены выбранные единицы измерения опорного уровня.

### 8.4.3.4 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.

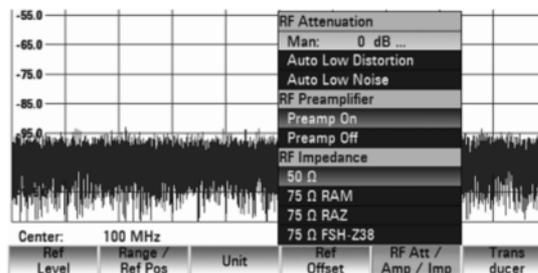
Для обозначения того, что было выбрано ненулевое смещение опорного уровня, перед индикатором опорного уровня отображается красная точка.



#### 8.4.3.5 Ввод ВЧ-ослабления

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

Откроется подменю прибора R&S ZVN 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.



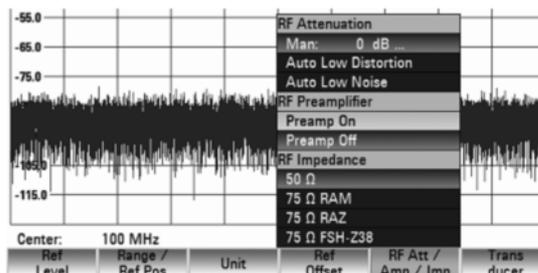
#### 8.4.3.6 Ввод ВЧ-предусиления

Для увеличения входной чувствительности в приборе R&S ZVN 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 AMPT.
- Нажать функциональную клавишу RF ATT / AMP / IMP.

Откроется подменю прибора R&S ZVN 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.

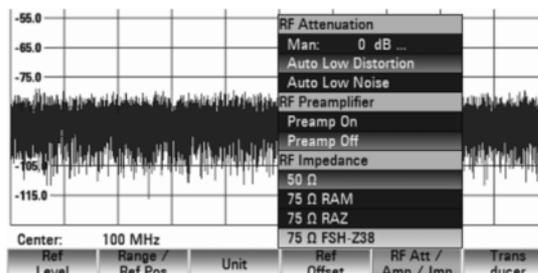


#### 8.4.3.7 Ввод входного импеданса

- Нажать клавишу AMPT.
- 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.

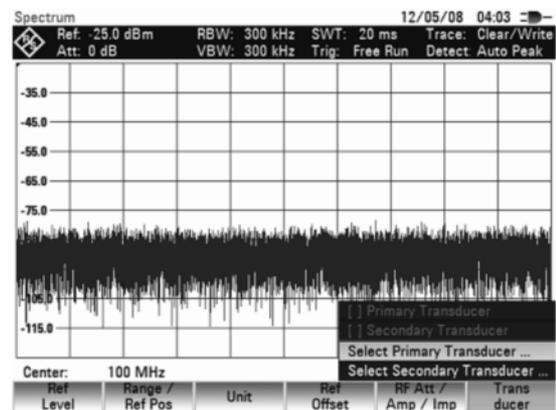
### 8.4.3.8 Выбор коэффициента преобразования преобразователя

Во многих случаях прибор R&S ZVH 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 ZVH 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 ZVHView. 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.

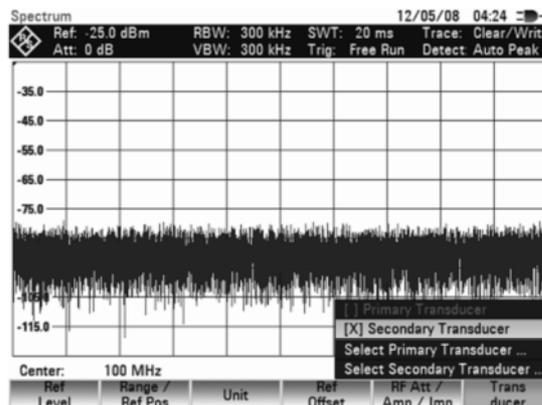


Выбранный коэффициент преобразования отобразится в дополнении к полю ввода опорного уровня.

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 AMPТ.
- 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

#### 8.4.4 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 видеофильтра. Полоса видеофильтра 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 видеофильтра для уменьшения зашумленности кривой. В отличие от полосы разрешения, полоса видеофильтра не влияет на разрешающую способность анализатора спектра.

##### 8.4.4.1 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 10дБ. 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 ZVH 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.

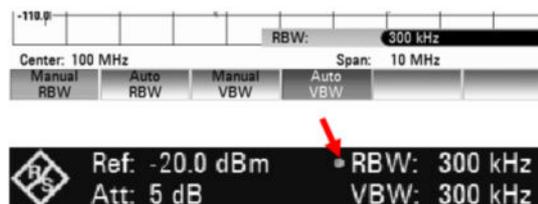
#### Последовательность действий:

- 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.

#### П р и м е ч а н и я

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 ZVH 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 ZVH 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.

#### 8.4.4.2 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.

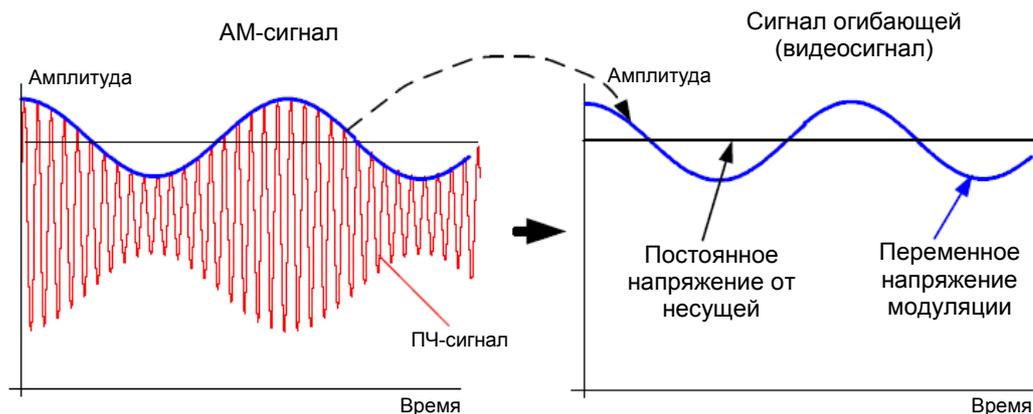


Рисунок 8.14 – Сигнал огибающей (видеосигнал)

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 ZVH 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 ZVH 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.

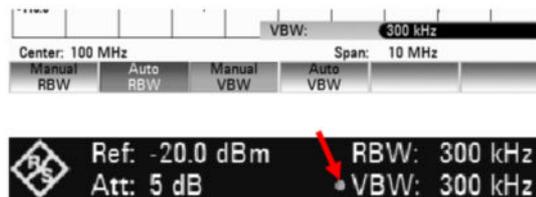
#### **Последовательность действий:**

- 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 видеочастотного фильтра (VBW), в котором отображается ее текущее значение.



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

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

Окно ввода полосы видеочастотного фильтра может быть закрыто нажатием клавиши ENTER.

- Нажать функциональную клавишу AUTO VBW.

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

#### 8.4.5.8 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 ZVH 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 ZVH информирует об этом пользователя с помощью красной точки, выводимой с правой стороны измерительной диаграммы.

Для R&S ZVH 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 ZVH автоматически подстраивается минимальное время развертки.

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

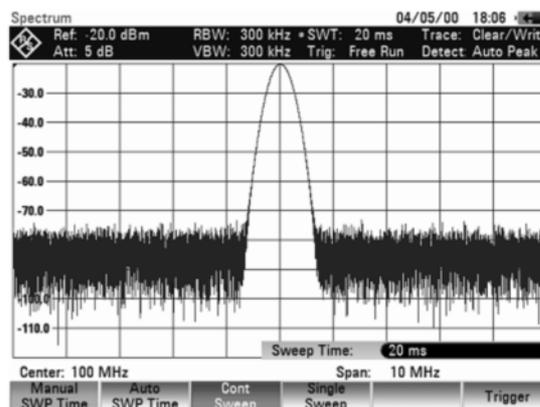
Минимальное время развертки при нулевой полосе обзора составляет 200 мкс, максимальное – 100 с.

#### 8.4.5.1 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:".

#### 8.4.5.2 Режим развертки

Если включены стандартные настройки, анализатор R&S ZVH 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 понадобиться, например, когда необходимо записать отдельное событие при выполнении определенных условий запуска. Для этого в приборе R&S ZVH имеется режим однократной развертки SINGLE SWEEP. Когда выбран режим однократной развертки, R&S ZVH 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.

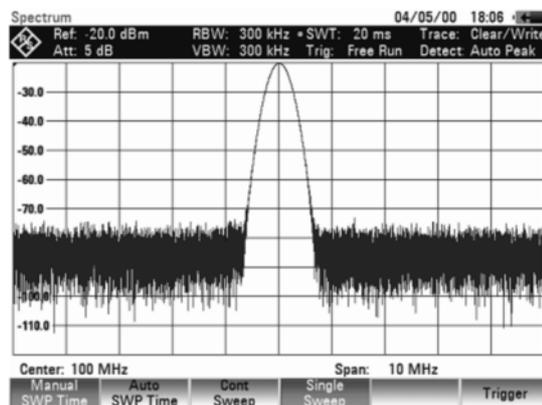
Если выбраны стандартные настройки, функциональная клавиша CONT SWEEP будет выделена зеленым цветом для индикации установленного непрерывного режима развертки.

- Нажать функциональную клавишу SINGLE SWEEP.

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

- Нажать функциональную клавишу CONT SWEEP.

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



### 8.4.5.3 Функции запуска

Для реакции на событие R&S ZVH 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 ZVH 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  $\geq 10$  кГц) нет гарантии, что сигнал для генерации видеосигнала находится на начальной частоте. В такой ситуации R&S ZVH 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.

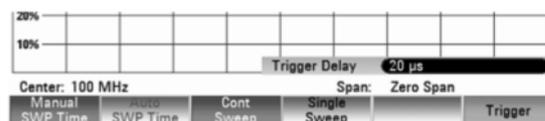
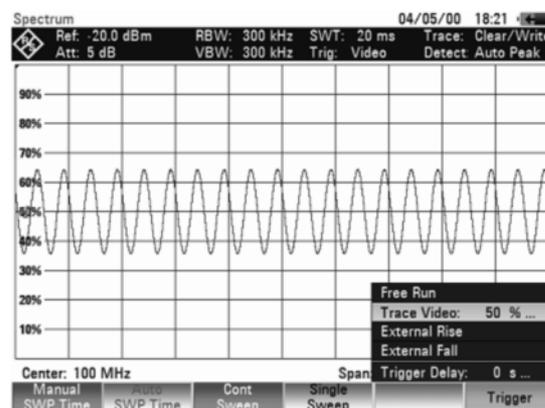
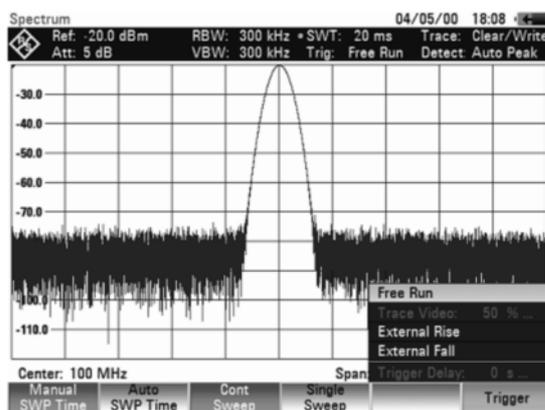
- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, выбрать пункт DELAY... и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши DELAY.

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

### 8.4.6 Настройка кривых

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

#### 8.4.6.1 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.

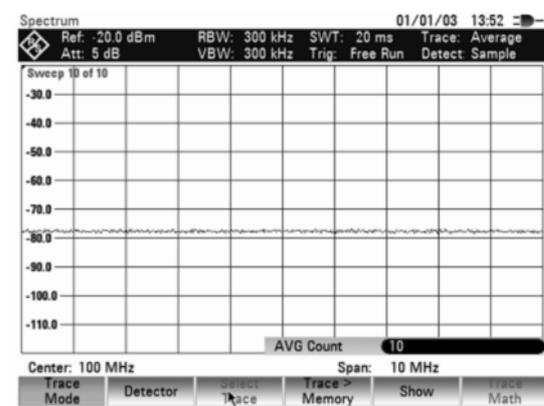
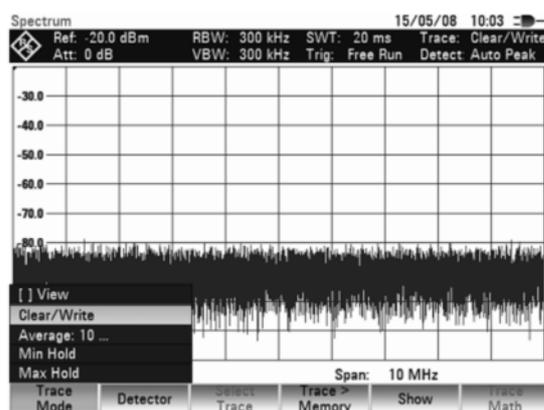
В анализаторе будет проводиться усреднение по пикселям кривой заданное количество раз.

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)").

#### 8.4.6.2 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH, 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 пикселом, существуют спектральные составляющие, которые не относятся к измеряемому сигналу (например, шум).

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

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

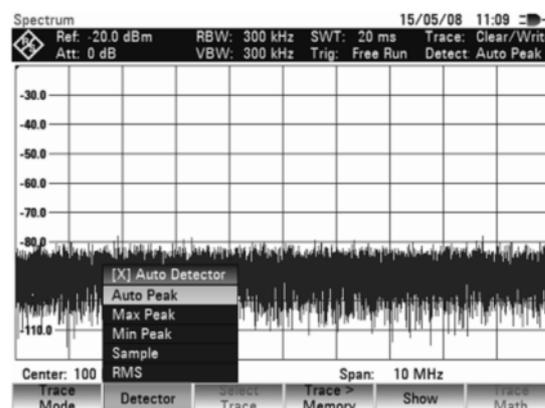
Режим кривой	Тип детектора
Clear/Write	Auto Peak
Average	Sample
Max Hold	Max Peak
Min Hold	Min Peak

#### 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.

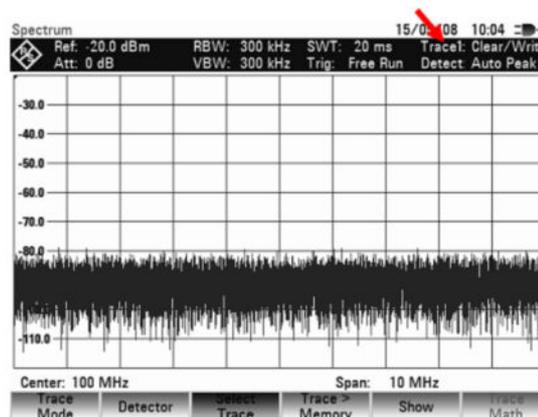
### 8.4.6.3 Выбор кривых

На экране прибора R&S ZVH 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.

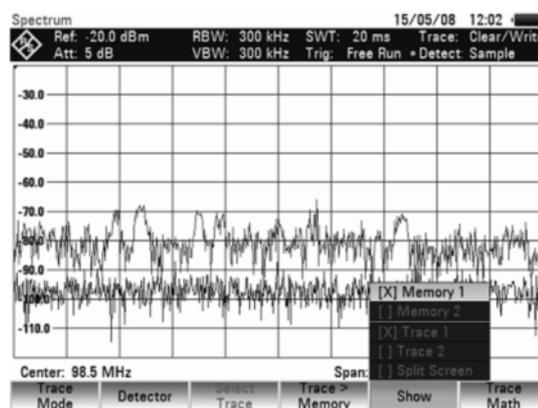


### 8.4.6.4 Запоминание кривых

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.

### 8.4.6.5 Математические операции с кривыми

В анализаторе R&S ZVH 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.

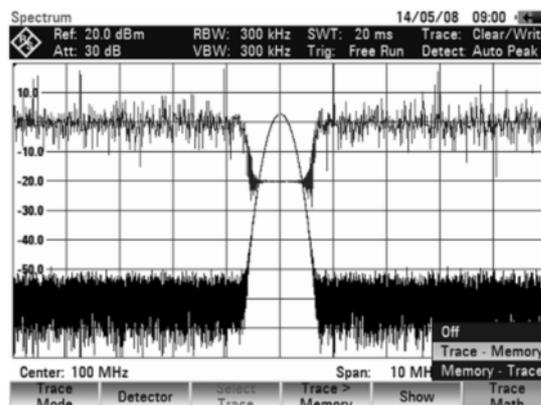
- Нажать функциональную клавишу SHOW. Выбрать область памяти и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER.

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.

### 8.4.7 Использование маркеров

В анализаторе R&S ZVH 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

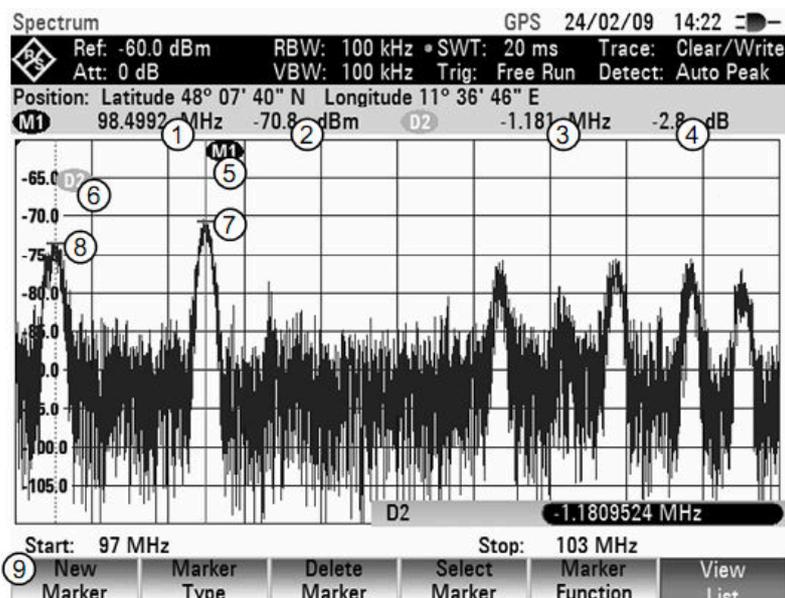
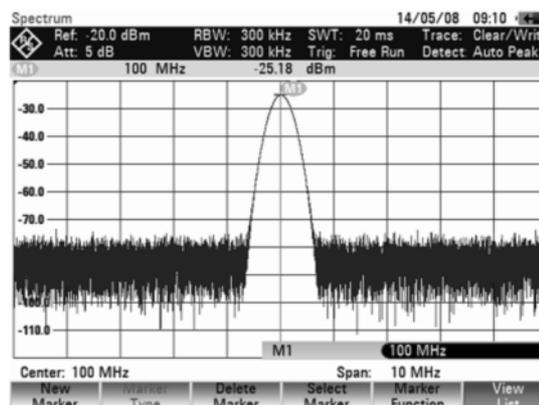


Рисунок 8.15 – Вид экрана в режиме использования маркера

### 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.



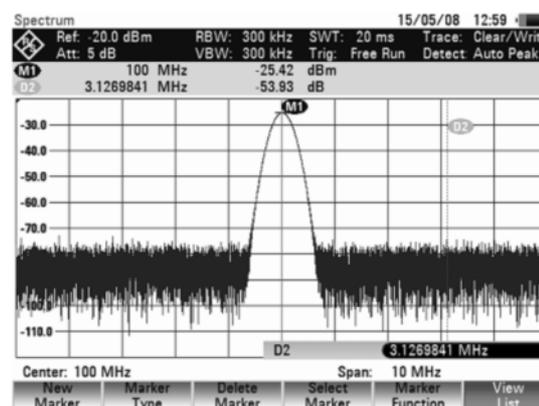
Можно выполнить следующие действия:

- 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.



Можно выполнить следующие действия:

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

Подтвердить ввод позиции дельта-маркера нажатием клавиши ENTER.

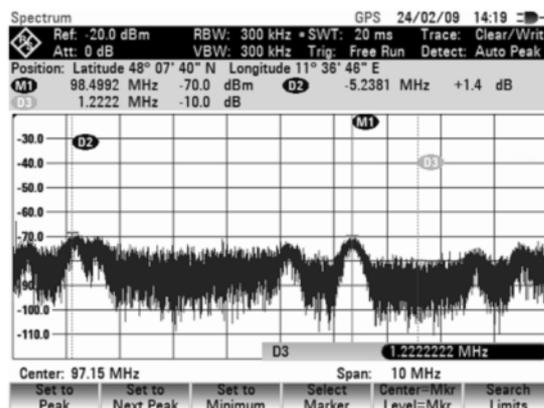
#### 8.4.7.1 Автоматическое позиционирование маркера

В анализаторе R&S ZVH предусмотрены функции для удобной работы с маркерами или установки параметров прибора на основе текущей позиции маркера:

- PEAK                                    Данная функция помещает маркер или дельта-маркер на максимальное значение кривой. Функция действует на активный маркер, для которого название функциональной клавиши подсвечивается красным цветом.
- NEXT PEAK                            Данная функция помещает маркер или дельта-маркер на следующий по величине пик кривой относительно его текущей позиции.
- MINIMUM                                Маркер или дельта-маркер помещается на минимальное значение кривой. Функция действует на активный маркер. При отображении кривой в режиме CLEAR/WRITE маркер помещается на самый низкий из пиков кривой.
- CENTER = MRK FREQ                При вызове данной функции центральная частота (CENTER) становится равной текущей частоте маркера или дельта-маркера, в зависимости от того, какой маркер активирован (название соответствующей функциональной клавиши подсвечивается красным цветом). Эта функция особенно полезна, если необходимо подробно исследовать сигнал при меньшей полосе обзора. Для этого сигнал сначала помещается в центр полосы обзора, а затем производится ее уменьшение.
- REF LVL = MRK LVL                 Данная функция устанавливает опорный уровень равным уровню, индицируемому маркером. Это облегчает действия по оптимизации диапазона отображаемых уровней при анализе низких уровней.

#### Последовательность действий:

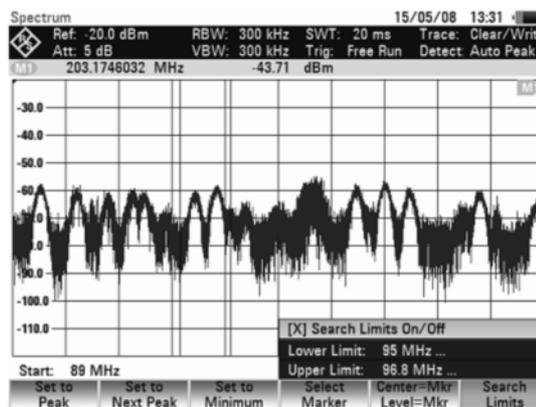
- Нажать клавишу MKR->.
- Нажать функциональную клавишу с нужной функцией маркера. Будет выполнена выбранная функция.



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.

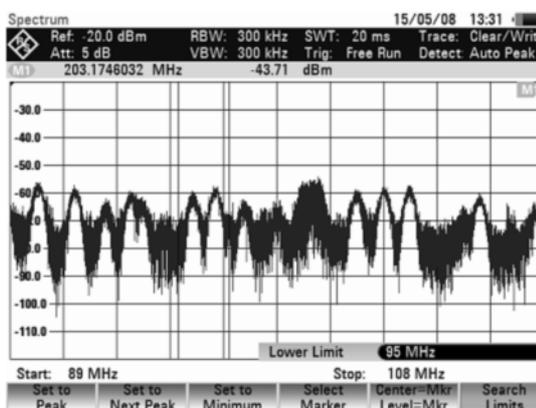
- Нажать функциональную клавишу SEARCH LIMITS.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт SEARCH LIMITS ON/OFF.
- Подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши SEARCH LIMITS или клавиши ENTER.

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.

#### 8.4.7.2 Одновременное использование нескольких маркеров (многомаркерный режим)

Для измерения различных сигналов, содержащихся в одной кривой, в анализаторе R&S ZVH 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.

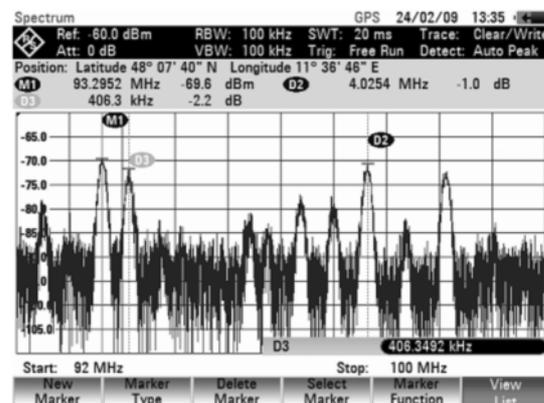
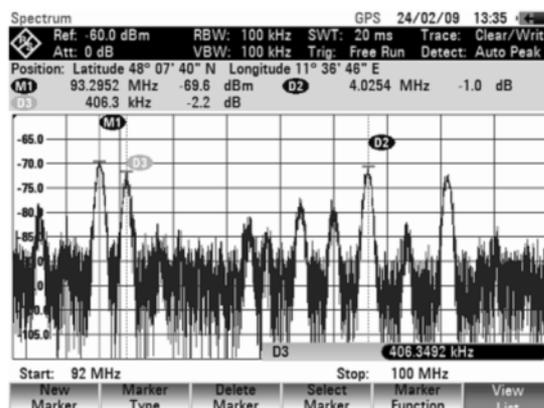
- Для преобразования дельта-маркера в обычный маркер нажать функциональную клавишу MARKER TYPE. Изменится обозначение маркера (например, D2 -> M2) и положение маркера отобразится в абсолютных значениях.

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 разноса 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 ZVH 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.

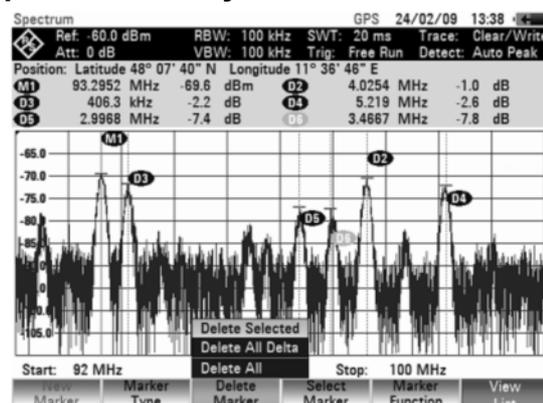
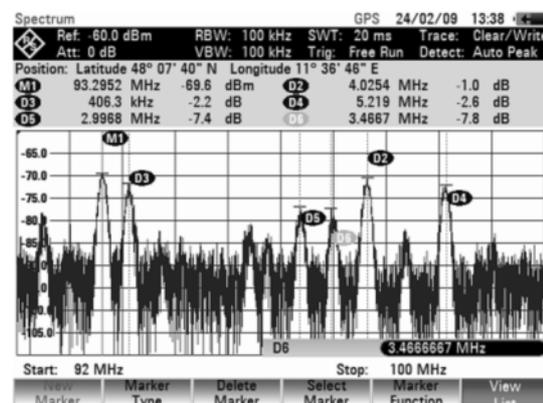
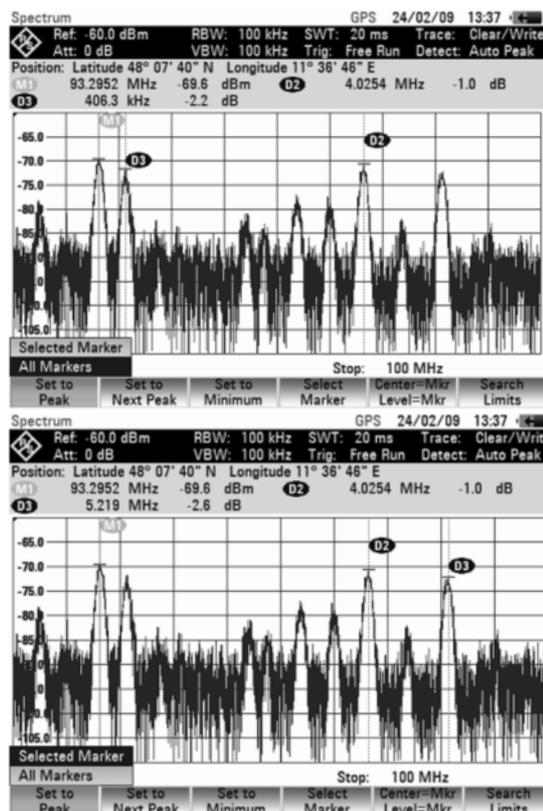
## Отключение маркеров:

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.
- Откроется окно ввода значения для выбранного маркера.
- Нажать функциональную клавишу DELETE MARKER.
- Подтвердить выполнение пункта меню DELETE SELECTED нажатием клавиши ENTER.

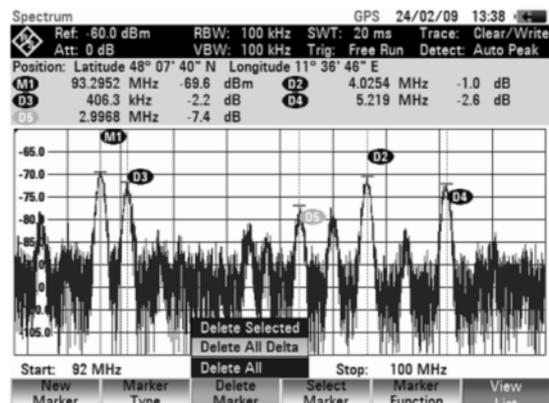
Выбранные маркеры будут удалены.



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.

### 8.4.7.3 Функции маркера

Помимо простого отображения уровня и частоты в позиции маркера (настройка NORMAL), в анализаторе R&S ZVH 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.

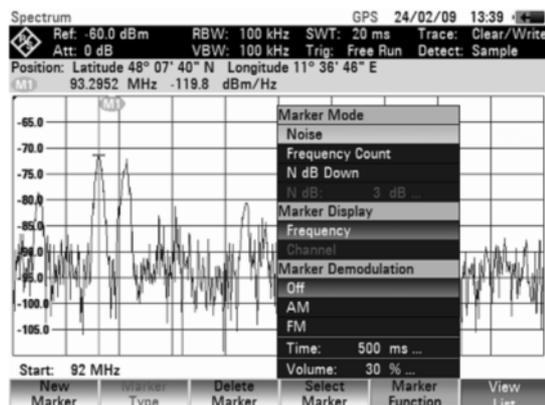
#### 8.4.7.3.1 Измерение плотности мощности шума

Функция NOISE используется для вычисления плотности мощности шума в позиции маркера. Плотность мощности шума вычисляется в дБмВт/(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.

### 8.4.7.3.2 Измерение частоты

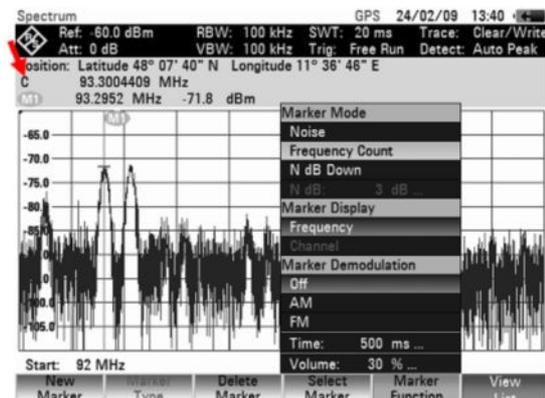
Функция FREQUENCY COUNT используется для измерения частоты в позиции маркера. При этом точность показаний частоты маркера не будет зависеть от пиксельного разрешения кривой, а будет определяться только погрешностью внутреннего источника опорной частоты.

В анализаторе R&S ZVH 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 ZVH 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 (TCXO).

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.



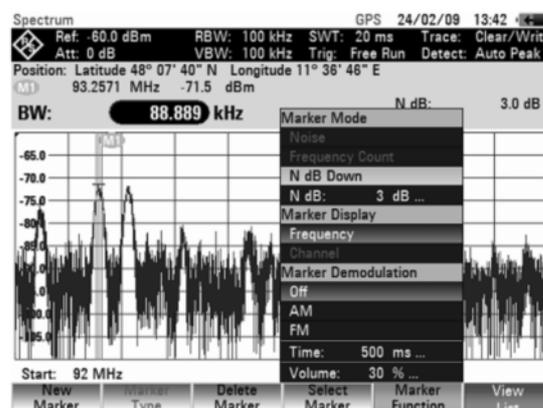
Теперь, измеренная маркером частота, будет выводиться с разрешением 1 Гц. Для указания того, что включена функция частотомера FREQUENCY COUNT, символ маркера "M1" изменит свое значение на "C".

#### 8.4.7.3.3 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 ZVH 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).

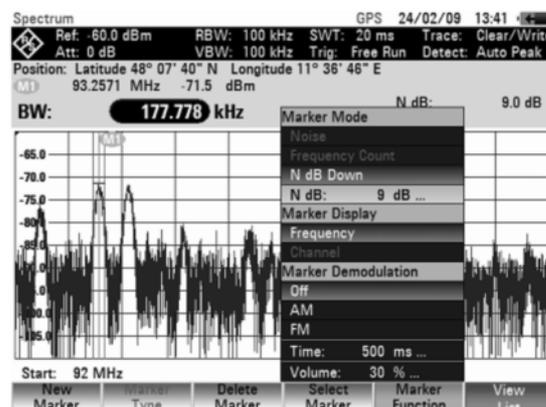
Положение временных маркеров также может быть отрегулировано.

- 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).



#### 8.4.7.4 Демодуляция НЧ

Анализатор R&S ZVH 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.

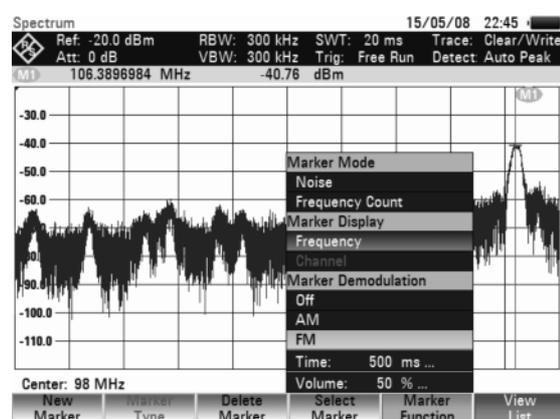
При проведении измерения спектра выполняется демодулирование сигнала на частоте маркера для устанавливаемого периода времени. Развертка останавливается на частоте маркера на период демодуляции, а затем продолжается. Если производятся измерения во временной области (полоса обзора = 0 Гц), то в приборе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



**Примечание** – 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).

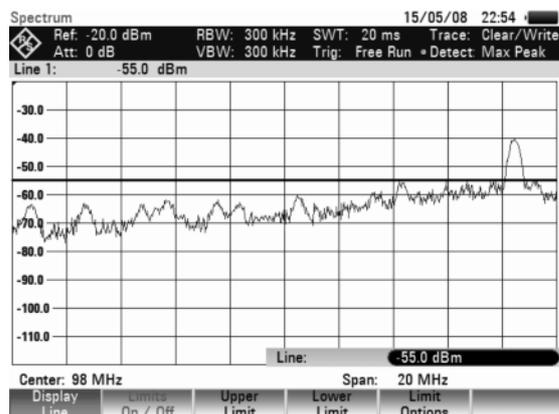
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, настроить громкость или ввести значение громкости в %, используя цифровые клавиши, и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER.

#### 8.4.8 Использование линий уровня

В дополнение к маркерам, для определения уровня отображаемого на экране сигнала в анализаторе R&S ZVH 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.

#### 8.4.9 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 ZVH, 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 ZVH 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 ZVH автоматически переключает соответствующие единицы измерения в дБ, после того, как произошло включение предельной линии.

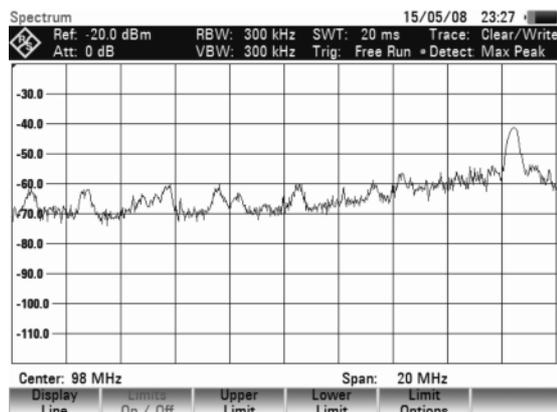
Предельные линии задаются с помощью управляющего ПО ZVHView. Они загружаются в память прибора R&S ZVH через USB- или LAN-интерфейс. В памяти прибора R&S ZVH одновременно может храниться до 100 предельных линий. Максимальное число предельных линий может быть уменьшено, если коэффициенты преобразования, 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 ZVH 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 ZVH, 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 ZVH не сохранено ни одной предельной линии, курсор переместится на папку '\Public\.'

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.

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

- Нажать SELECT для включения выбранной предельной линии.

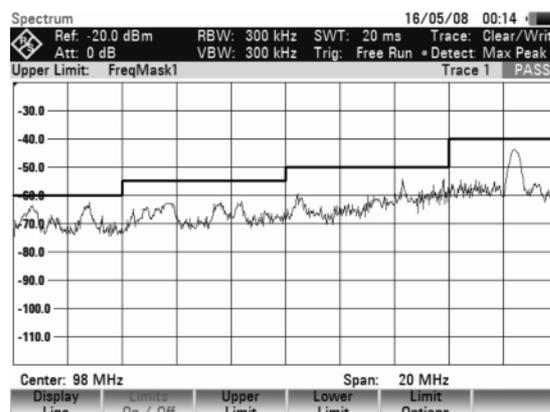
#### **Заккрытие списка предельных линий:**

- 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 ZVH 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.

#### **8.4.9.1 Измерения с использованием предельных линий**

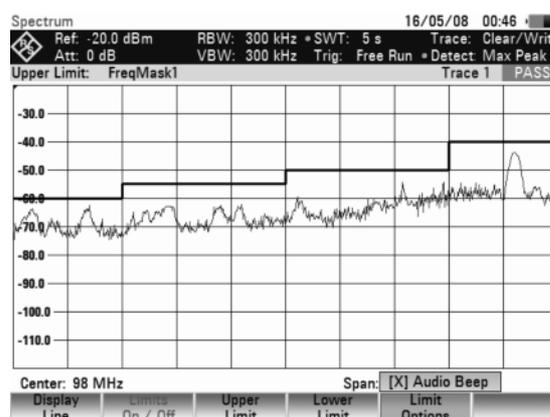
Во время измерения прибор R&S ZVH после каждого цикла развертки по частоте проверяет кривую на превышение верхнего и нижнего предела. Если все измеренные величины находятся внутри указанных пределов, то сверху центральной области графика отображается сообщение "PASS". Даже если всего одно измеренное 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 ZVH будет издавать звуковой сигнал при каждом превышении границы.



#### **8.4.9.2 Заданный диапазон предельных линий**

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

#### **8.4.9.3 Массивы данных, содержащие предельные линии**

Прибор R&S ZVH 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.

#### 8.4.10 Установка и использование измерительных функций

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

#### 8.4.11 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH с другими системами связи.

##### Последовательность действий:

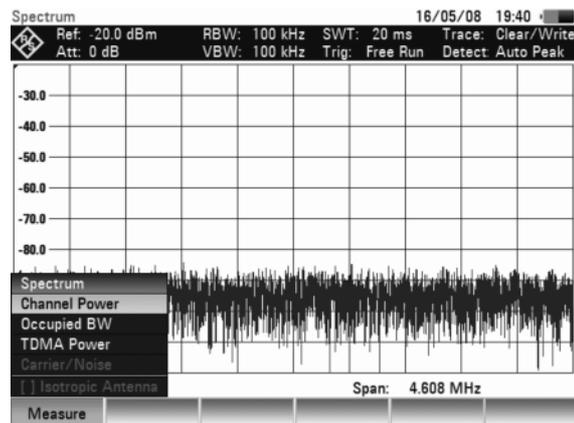
- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу MEASURE.

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

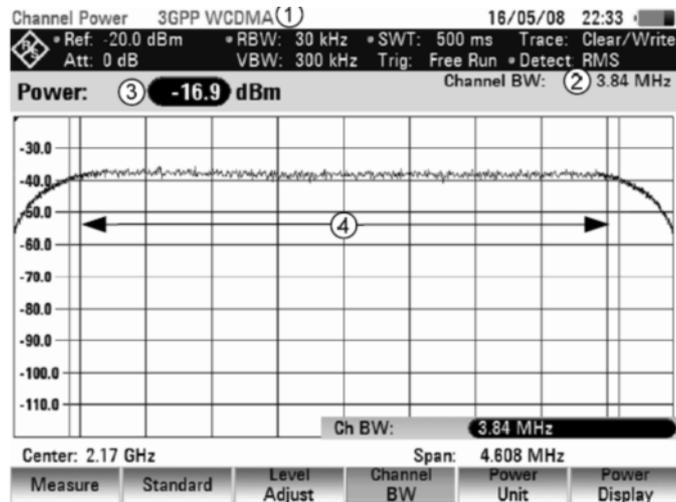


Рисунок 8.16 – Вид экрана при измерении мощности в канале

#### 8.4.11.1 Выбор стандарта

В R&S ZVH 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 ZVHView 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 ZVH будет содержать лишь необходимые стандарты, например, для измерения ТВ-сигналов.



#### 8.4.11.2 Установка опорного уровня

Выбирая опорный уровень, убедитесь, что анализатор R&S ZVH не будет перегружен. Поскольку мощность измеряется в полосе разрешения гораздо меньшей, чем полоса частот сигнала, то R&S ZVH может быть перегружен, даже не смотря на то, что кривая будет находиться в пределах измерительной диаграммы. Чтобы предотвратить перегрузку R&S ZVH, можно измерять сигнал при наибольшей

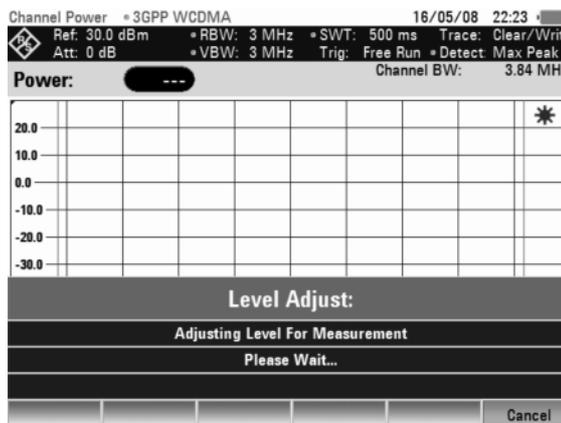
из возможных полос разрешения, используя пиковый детектор. При выборе таких настроек кривая не сможет превысить опорный уровень.

Чтобы упростить работу и предотвратить некорректные измерения в анализаторе R&S ZVH 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.



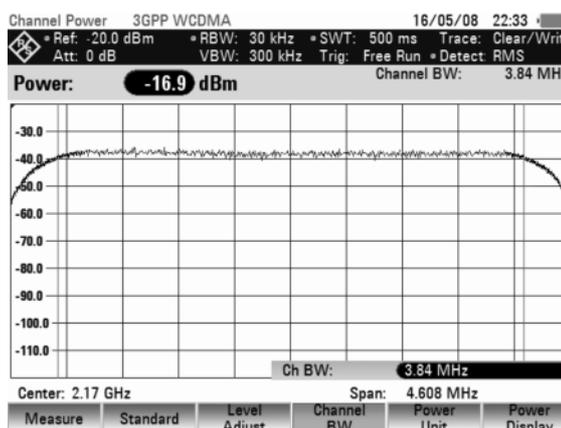
### 8.4.11.3 Установка полосы частот канала

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.

### 8.4.11.4 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.

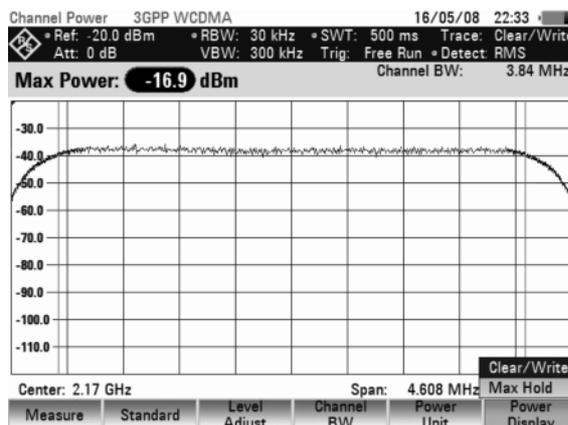
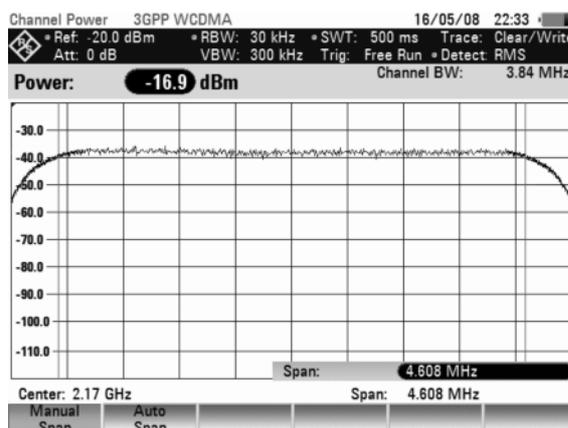
- Нажать функциональную клавишу AUTO SPAN для установки оптимальной полосы обзора.
- Для возврата в меню измерения мощности в канале нажать клавишу MEAS.

### 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".



#### 8.4.11.5 Единицы измерения для индикации мощности

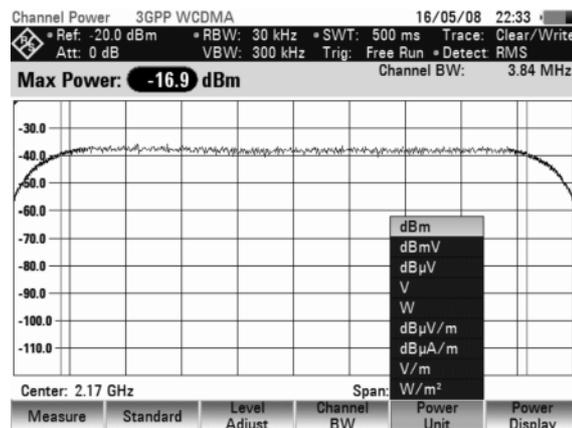
В анализаторе R&S ZVH могут использоваться различные единицы измерения при выводе показаний мощности. Основными единицами измерения являются дБмВт (dBm).

- 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.



#### 8.4.12 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 ZVH 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 ZVH 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

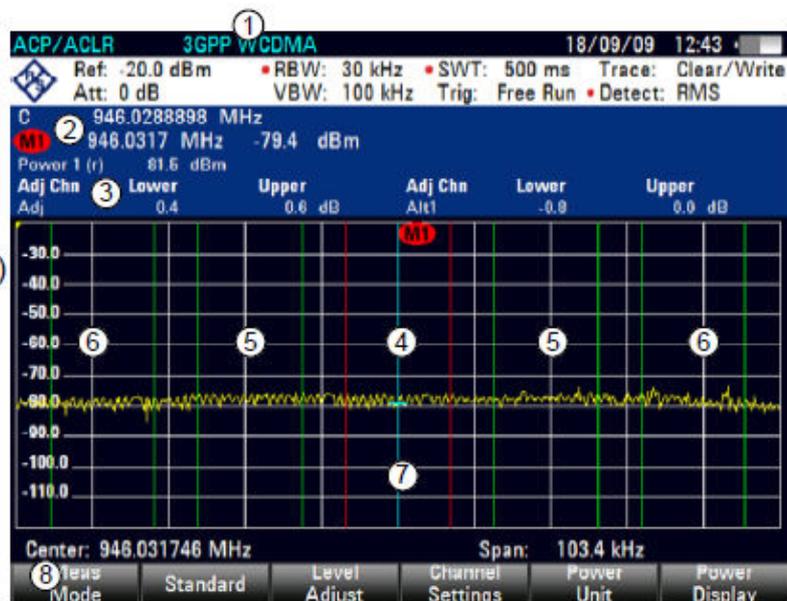


Рисунок 8.17 – Вид экрана при измерении мощности в канале

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 ZVH с другими системами связи. Пользователь может задать настройки напрямую в анализаторе R&S ZVH или при помощи ПО R&S ZVHView. 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH с помощью функциональной клавиши AUTO RBW, то его расчет ведется следующим образом:

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

Затем анализатор R&S ZVH 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 ZVH с помощью функциональной клавиши AUTO VBW, то его расчет ведется следующим образом:

$$VBW \geq 3 \times RBW$$

Затем анализатор R&S ZVH 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.

#### 8.4.12.1 Выбор стандарта

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

##### 8.4.12.1.1 Загрузка стандартных настроек

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

- 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 видеочастотного фильтра, 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

##### 8.4.12.1.2 Создание стандартов с помощью ПО R&S ZVHView

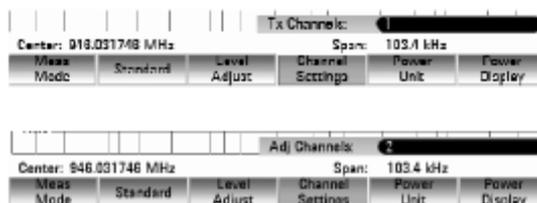
С помощью управляющего ПО R&S ZVHView могут быть созданы и сохранены в анализаторе дополнительные стандарты. Также можно удалить заводские стандарты, уже имеющиеся в приборе, если в них нет нужды. Тогда анализатор R&S ZVH будет содержать лишь необходимые стандарты, например, для измерения ТВ-сигналов.

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

## 8.4.12.2 Настройка измерения

### 8.4.12.2.1 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.

### 8.4.12.2.2 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 ZVH автоматически устанавливает нужный диапазон для полосы канала в соответствии с критерием, описанным выше, чтобы гарантировать правильное измерение мощности в канале.

### 8.4.12.2.3 Установка разноса каналов

В анализаторе R&S ZVH 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.

**Примечание** – 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH затем рассчитывает все последующие соседние каналы. В случае изменения разноса для одного из последующих каналов анализатор R&S ZVH 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

Channel	Spacing
TX1-2	20 kHz
TX2-3	20 kHz
TX3-4	20 kHz
TX4-5	20 kHz
TX5-6	20 kHz
TX6-7	20 kHz
TX7-8	20 kHz
TX8-9	20 kHz
TX9-10	20 kHz
TX10-11	20 kHz
TX11-12	20 kHz
Adj	20 kHz
Alt1	20 kHz
Alt2	20 kHz
Alt3	20 kHz
Alt4	20 kHz
Alt5	20 kHz

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

#### 8.4.12.2.4 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 ZVH 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:

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

#### 8.4.12.2.5 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.

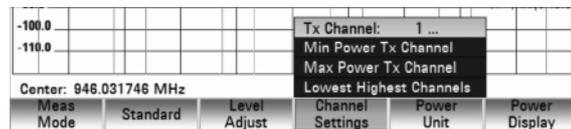
Выбрать пункт меню ABSOLUTE для отображения абсолютных значений результатов или RELATIVE для отображения мощности относительно одного из каналов передачи.

#### 8.4.12.2.6 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 ZVH 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.

#### 8.4.12.2.7 Настройка и проверка пределов

Проверка пределов в режиме ACP-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 ZVH автоматически ставит флаг для того, чтобы данный предел был включен при последующих проверках.

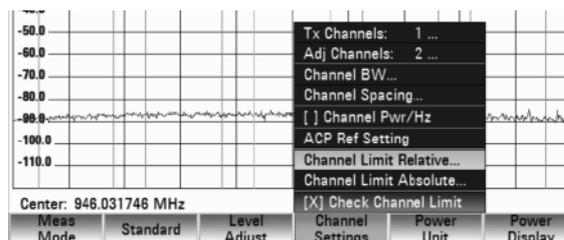
Для деактивации проверки предела для отдельного канала необходимо с помощью поворотной ручки или клавиш курсора переместить курсор на нужный канал и отменить выбор нажатием функциональной клавиши SELECT.

### 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.



Channel Limit Relative	
<input checked="" type="checkbox"/> Adj	0.0 dB
<input checked="" type="checkbox"/> Alt1	-10.0 dB
<input type="checkbox"/> Alt2	0.0 dB
<input checked="" type="checkbox"/> Alt3	0.0 dB
<input type="checkbox"/> Alt4	0.0 dB
<input type="checkbox"/> Alt5	0.0 dB
<input type="checkbox"/> Alt6	0.0 dB
<input type="checkbox"/> Alt7	0.0 dB
<input type="checkbox"/> Alt8	0.0 dB
<input type="checkbox"/> Alt9	0.0 dB
<input type="checkbox"/> Alt10	0.0 dB
<input type="checkbox"/> Alt11	0.0 dB

Buttons: Select, Exit

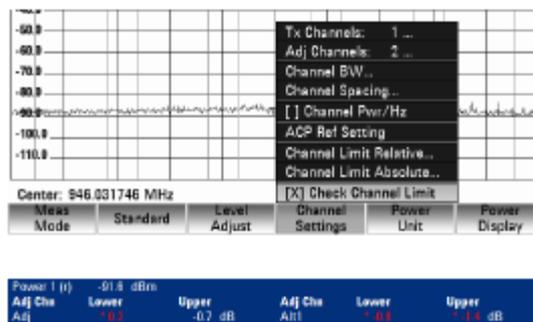
Channel Limit Absolute	
<input checked="" type="checkbox"/> Adj	-40.0 dBm
<input type="checkbox"/> Alt1	-45.6 dBm
<input type="checkbox"/> Alt2	0.0 dBm
<input type="checkbox"/> Alt3	0.0 dBm
<input type="checkbox"/> Alt4	0.0 dBm
<input type="checkbox"/> Alt5	0.0 dBm
<input type="checkbox"/> Alt6	0.0 dBm
<input type="checkbox"/> Alt7	0.0 dBm
<input type="checkbox"/> Alt8	0.0 dBm
<input type="checkbox"/> Alt9	0.0 dBm
<input type="checkbox"/> Alt10	0.0 dBm
<input type="checkbox"/> Alt11	0.0 dBm

Buttons: Select, Exit

## 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 ZVH 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.



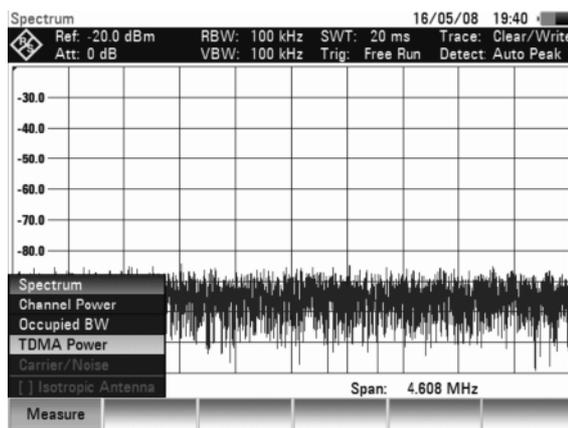
## 8.4.13 Измерение мощности TDMA-сигналов

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 ZVH 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

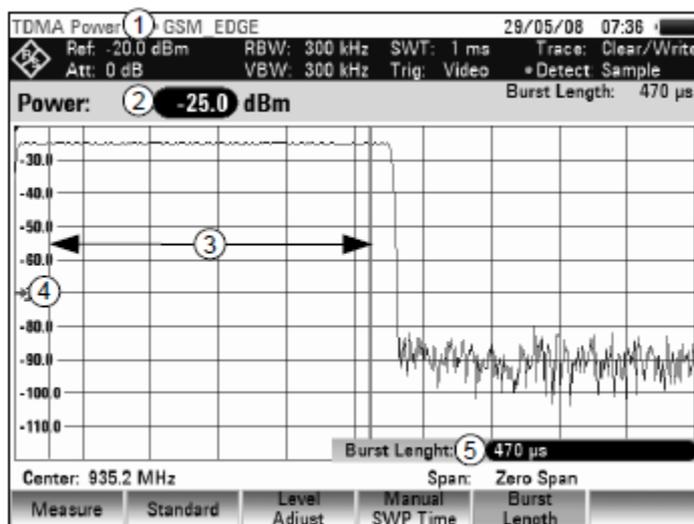


Рисунок 8.18 – Вид экрана при измерении мощности в канале

#### 8.4.13.1 Выбор стандарта

При включении функции в анализаторе R&S ZVH 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 ZVHView 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 ZVH будет содержать лишь необходимые стандарты.

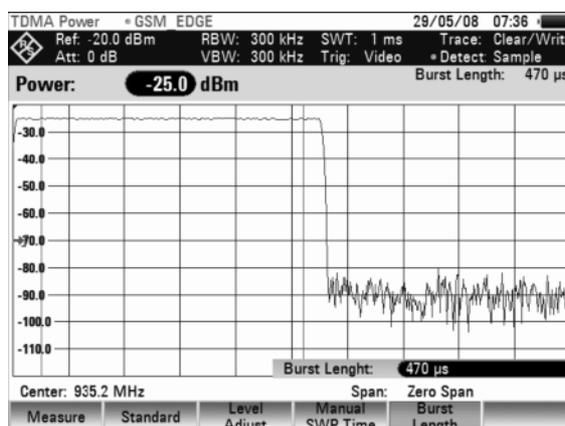
#### 8.4.13.2 Настройка длительности пакетного сигнала

Длительность пакетного сигнала (пачки импульсов) – это время измерения, в течение которого анализатор R&S ZVH 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 ZVH 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).

### 8.4.13.3 Оптимизация опорного уровня

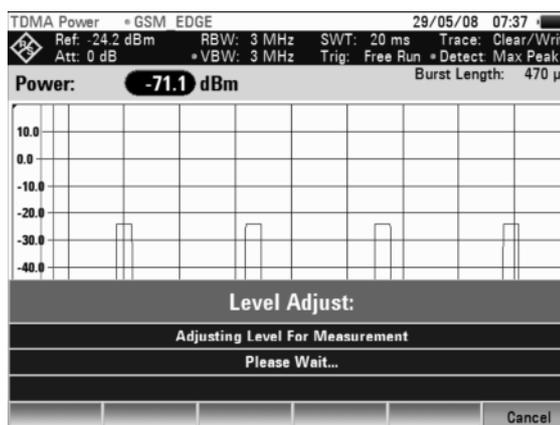
Для получения максимально возможного динамического диапазона для пакетных сигналов необходимо устанавливать минимальный опорный уровень. Если этого не сделать, то анализатор R&S ZVH будет перегружен измерительным сигналом, если его максимальный уровень превысит максимальный опорный уровень. Поскольку 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 видеофильтра (3 МГц) с помощью пикового детектора. Тогда максимум кривой определит положение оптимального опорного уровня.

Процедура автоматической настройки уровня "LEVEL ADJUST" прибора R&S ZVH обеспечит автоматическое определение оптимального 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 TDMA power measurement, please wait..." (Настройка уровня для измерения мощности TDMA-сигнала, пожалуйста, ждите...).

Затем будет установлен оптимальный опорный уровень.



### 8.4.13.4 Индикация мощности

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

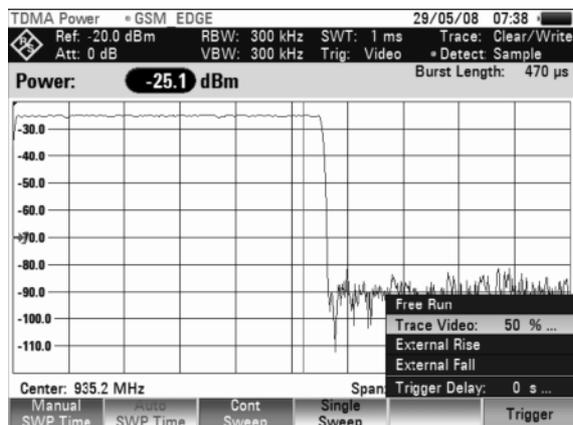
### 8.4.13.5 Настройка запуска

Обычно сигнал запуска требуется для выполнения измерений пакетных (импульсных) сигналов. В состоянии со стандартными настройками в анализаторе R&S ZVH 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 ZVH.
- 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.

#### 8.4.14 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 ZVH 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 ZVH.

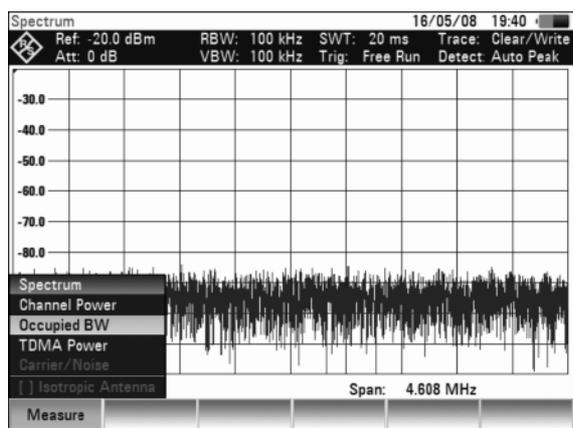
Измерение занимаемой полосы частот – это одна из измерительных функций анализатора R&S ZVH. После ввода полосы частот канала параметры измерения будут выбраны автоматически, обеспечивая получение оптимального результата.

##### 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

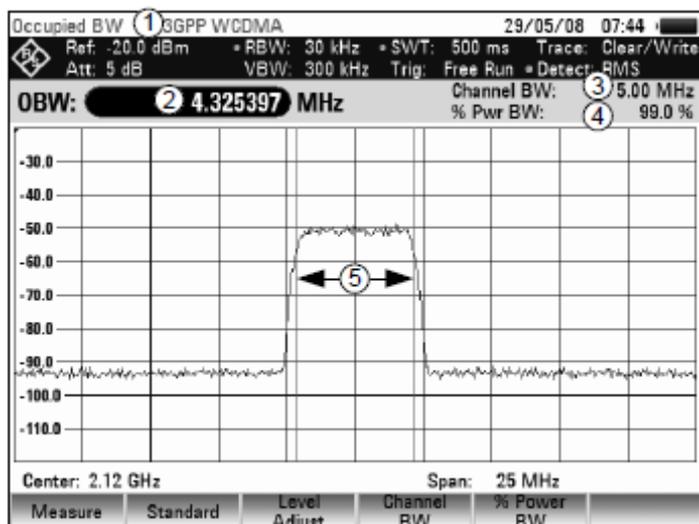


Рисунок 8.19 – Вид экрана при измерении мощности в канале

#### 8.4.14.1 Выбор стандарта

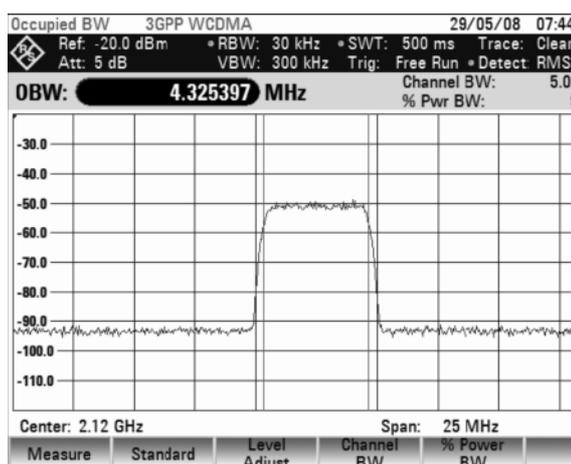
В R&S ZVH предусмотрены стандартные настройки для измерения занимаемой полосы частот для различных стандартов связи. Также могут быть определены и сохранены пользовательские конфигурации.

- 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 видеофильтра, 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 видеофильтра должна быть, по крайней мере, в три раза шире полосы разрешения. Это предотвратит появление некорректных результатов вследствие сжатия пиков сигнала видеофильтром.
- 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 ZVHView 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 ZVH будет содержать лишь необходимые стандарты, например, для измерения ТВ-сигналов.

#### 8.4.14.2 Установка опорного уровня

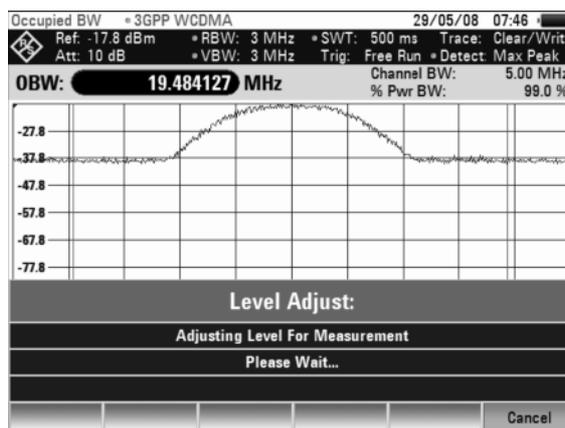
Выбирая опорный уровень, убедитесь, что анализатор R&S ZVH не будет перегружен. Поскольку мощность измеряется в полосе разрешения гораздо меньшей, чем полоса частот сигнала, то R&S ZVH может быть перегружен, даже не смотря на то, что кривая будет находиться в пределах измерительной диаграммы. Чтобы предотвратить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



#### 8.4.14.3 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.

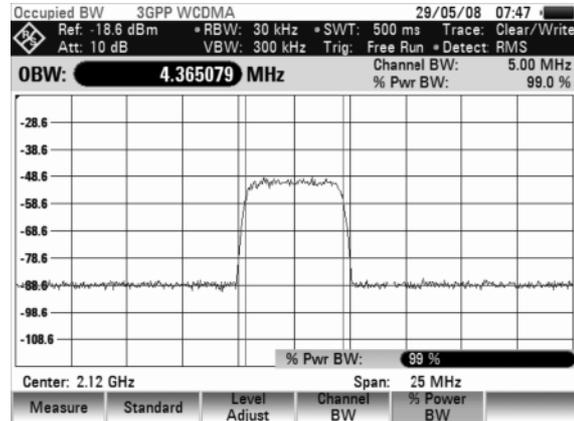
#### 8.4.14.4 Ввод доли мощности для определения занимаемой полосы частот

- 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.



#### 8.4.14.5 Индикация занимаемой полосы

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

#### 8.4.14.6 Изменение полосы обзора

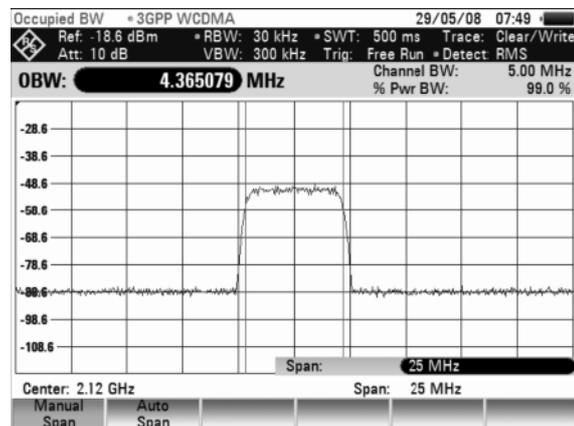
Полоса обзора, установленная автоматически, позволяет получать оптимальные результаты измерений. Тем не менее, в некоторых случаях требуется выбор большей полосы обзора. Например, в случае, когда в области, находящейся за пределами автоматически установленной полосы разбора содержатся компоненты сигнала,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

## 8.5 Векторный анализ цепей (опция R&S ZVN-K42)

### 8.5.1 Измерение коэффициента передачи четырехполюсников

Для проведения измерения коэффициента передачи соединить вход ИУ с выходом генератора, а выход ИУ с ВЧ-входом прибора R&S ZVN. Анализатор R&S ZVN 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 R&S ZVN согласно настройкам по умолчанию.

#### Настройка частотного диапазона:

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

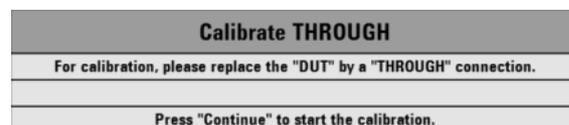
В анализаторе отобразится меню следящего генератора. Т.к. калибровка не производилась, в верхней части диаграммы измерений отобразится надпись UNCAL.

- 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:

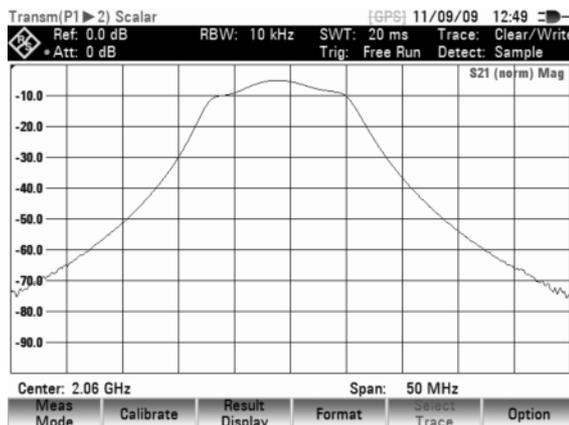
- Нажать клавишу MEAS.
- Нажать функциональную клавишу MEAS MODE.
- Используя поворотную ручку, выбрать SCALAR и подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS MODE.
- Нажать функциональную клавишу CALIBRATE.
- Используя поворотную ручку, выбрать NORMALIZE TRANSMISSION FWD (PORT1 -> 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 ZVN выводится сообщение **Calibration done!** и "(Cal)" в строке состояния.



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

На экране R&S ZVH 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 ZVH 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 ZVH сохраняет данные калибровки, но отображает в строке состояния надпись "(Interp)" для индикации возможного увеличения погрешности измерения (< 0,3 дБ).

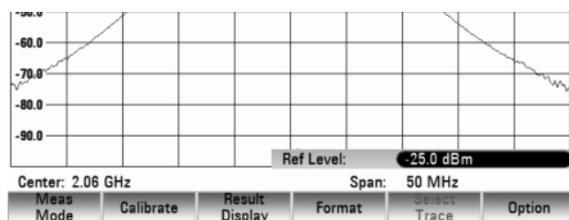
Изменение любого другого параметра (ширина полосы, детектор, время развертки или диапазон измерения) не влияет на точность измерений. Это означает, что они могут быть изменены после калибровки без потери в точности.

При сохранении массива данных для режима скалярных измерений характеристики передачи в откалиброванном состоянии, R&S ZVH может вместе с другими настройками сохранять и данные калибровки. 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 R&S ZVH 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.

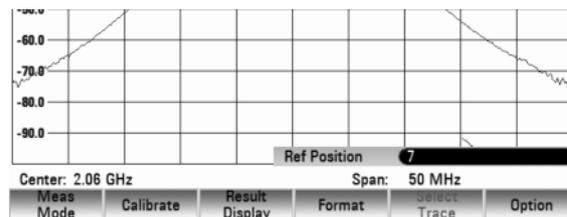


Производя измерения в усилителях, следует убедиться, что анализатор R&S ZVH не перегружен. Угроза перегрузки устраняется, когда кривая находится в пределах отображаемой области на экране (при REF POSITION = 10 дБ).

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 AMPT.
- 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.



### 8.5.1.1 Векторные измерения

При векторных измерениях анализатор R&S ZVH 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 коэффициента отражения (S11). Процедура калибровки требует, чтобы по очереди подсоединялись калибровочные меры XX, K3 и нагрузки.

**Примечание** – 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.

**Примечание** – 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.

**Примечание** – 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).

**Примечание** – 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 (K3):

Измерительный порт 1 калибруется для проведения измерения коэффициента 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.

П р и м е ч а н и е – При выборе других измерений применимы рекомендации для отражения от порта 1.

#### 7. Нормировка отражения порта 2 (короткозамкнутый):

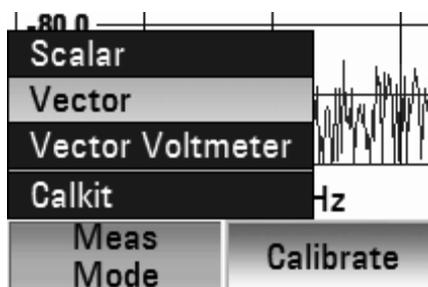
Измерительный порт 2 калибруется для проведения измерения коэффициента отражения (S22). Процедура калибровки требует подсоединения только короткозамкнутой калибровочной меры. При последующих измерениях развязка между измерительными портами не учитывается, а возможное взаимное влияние каналов между измерительными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

П р и м е ч а н и е – При выборе других измерений применимы рекомендации для отражения от порта 2.

### 8.5.1.2 Векторные измерения коэффициента 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.

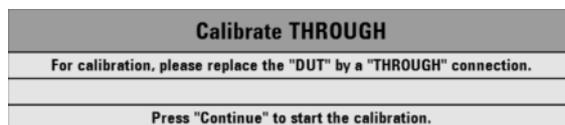


#### Калибровка измерения:

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

П р и м е ч а н и е – Калибровка остается действительной, если начальная, конечная, центральная частоты и полоса обзора были изменены позднее внутри откалиброванного диапазона частот. В этом случае, анализатор R&S ZVH интерполирует данные коррекции между опорными точками калибровки. Анализатор R&S ZVH 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 ZVH напрямую с выходом следящего генератора, минуя ИУ.
- Нажать функциональную клавишу CONTINUE для запуска калибровки.
- Калибровка может быть прервана нажатием функциональной клавиши CANCEL.

Затем анализатор R&S ZVH 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 R&S ZVH произвел векторную калибровку для измерения характеристики передачи.

### Настройка отображения результатов

Анализатор R&S ZVH 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 ZVH 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.

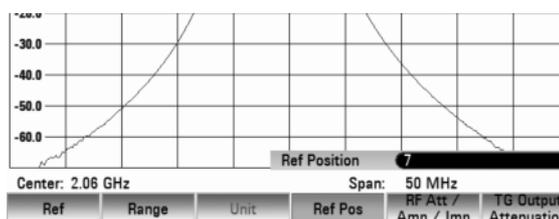
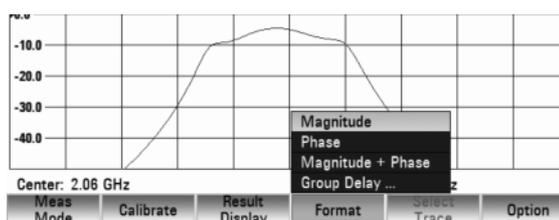
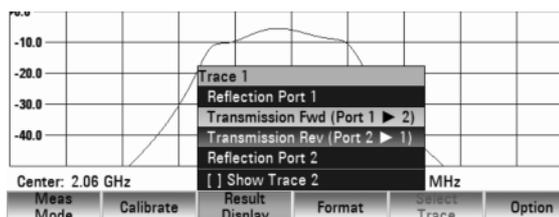
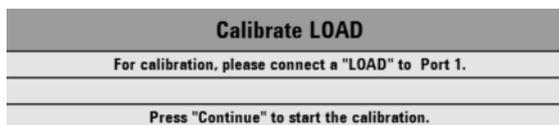
### 8.5.1.3 Измерение АЧХ

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 ZVH будет показана АЧХ, а в строке состояния будет выводиться сообщение "S21 (Cal) Mag".

- Настройка опорного положения:
- Нажать клавишу AMP T
- Нажать функциональную клавишу REF POS.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, настроить опорное положение или



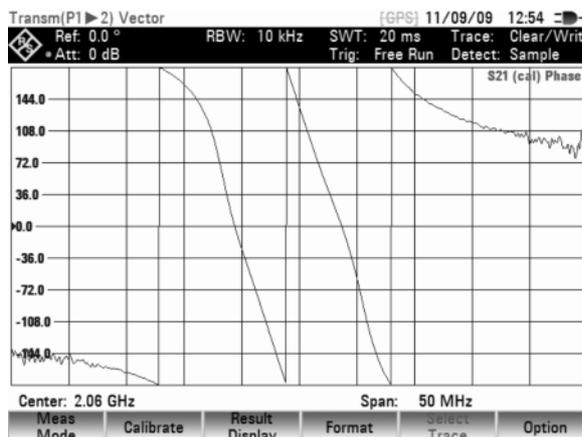
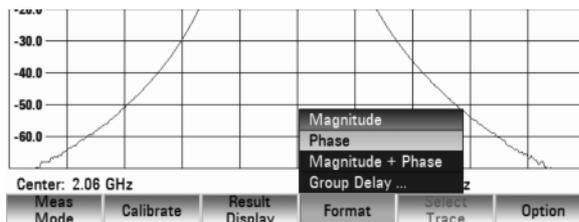
- Используя цифровую клавиатуру, ввести новое опорное положение и подтвердить ввод нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши REFPOS.

#### 8.5.1.4 Измерение ФЧХ

- Нажать функциональную клавишу FORMAT.
- Используя поворотную ручку или клавиши курсора, выбрать пункт меню PHASE и подтвердить выбор нажатием функциональной клавиши FORMAT или клавиши ENTER.

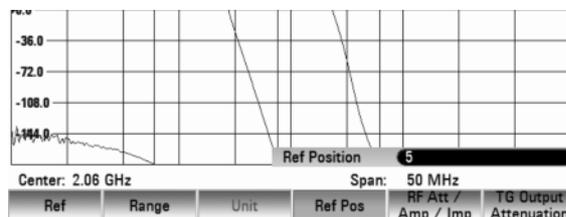
На экране будет отображена фазо-частотная характеристика. В строке состояния будет выводиться надпись "S21 (Cal) Phase". В масштабе по умолчанию фаза может принимать значения только между значениями  $-200^\circ$  и  $+200^\circ$ .

**Примечание** – При стандартном масштабе диаграммы от  $-200^\circ$  до  $+200^\circ$  кривая отобразится верно, только в том случае, если разница между двумя соседними точками измерения менее  $180^\circ$ .



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.



#### 8.5.1.5 Измерение электрической длины при измерении параметров передачи

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  $180^\circ$ .

**Примечание** – Согласно определению электрическая длина вычисляется из скорости света в вакууме и дифференциальной групповой задержки  $\tau_g$  (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 R&S ZVH отобразит вычисленную электрическую длину.

### 8.5.1.6 Питание постоянным напряжением активного ИУ

При использовании R&S ZVH 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.

## 8.5.2 Измерение коэффициента отражения

### 8.5.2.1 Скалярное измерение коэффициента 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 R&S ZVH дает возможность пользователю произвести КЗ-калибровку.

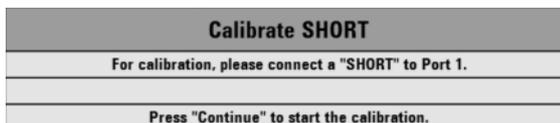
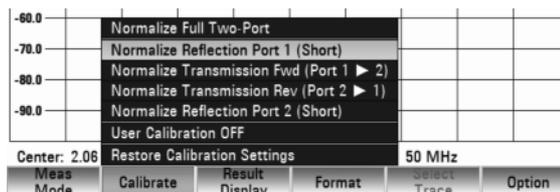
- Подсоединить меру КЗ к измерительному порту моста.
- Используя клавишу CONTINUE, начать КЗ калибровку.

- Калибровка может быть отменена нажатием клавиши CANCEL.

**П р и м е ч а н и е** – Вместо меры КЗ (SHORT), анализатор R&S ZVH может быть вновь откалиброван по ХХ (OPEN). Т.к. анализатор измеряет только амплитуду отраженного напряжения, то он не может различить КЗ (SHORT) и ХХ (OPEN). Однако, калибровка по КЗ (SHORT) увеличивает точность измерения, т.к. анализатор R&S ZVH берет среднее значение калибровочных величин для КЗ (SHORT) и ХХ (OPEN).

По окончании калибровки на экран анализатора R&S ZVH в течение 3 секунд выводится сообщение **Calibration done!**

В строке состояния появляется надпись "S11 (Norm) Mag", указывая на то, что анализатор R&S ZVH откалиброван для измерения коэффициента отражения.



- Соединить ИУ к порту измерения КСВН-моста.

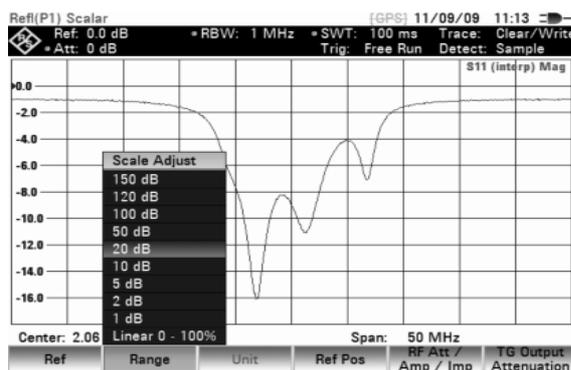
Анализатор R&S ZVH выведет значение потерь на отражение ИУ.



### 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.



**Примечание** – 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 ZVH 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 ZVH 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.

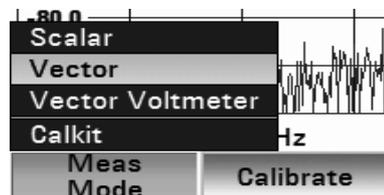
### 8.5.2.2 Векторное измерение коэффициента отражения

В отличие от скалярных измерений анализатор R&S ZVH 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 R&S ZVH 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:

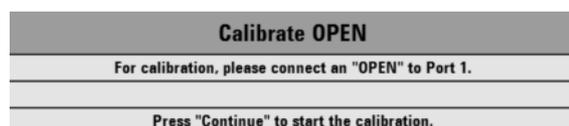
- Нажать функциональную клавишу MEAS MODE.
- Используя клавиши курсора или поворотную ручку, выбрать VECTOR из меню.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MEAS MODE.



#### Калибровка:

Перед тем, как откалибровать анализатор R&S ZVH, 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.

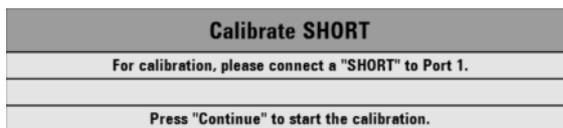


На экране отобразится сообщение, запрашивающее, чтобы на измерительном входе в разомкнутую цепь был ХХ (Open).

- На конце измерительного входа КСВН-моста или измерительного кабеля установить разомкнутую цепь (ХХ).

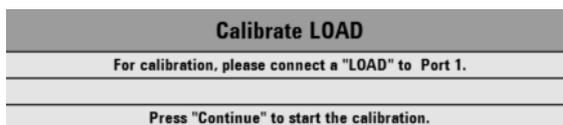
- Запустить калибровку разомкнутой цепи нажатием функциональной клавиши CONTINUE.
- Калибровка может быть прервана в любой момент с помощью функциональной клавиши CANCEL.

Когда калибровка разомкнутой цепи закончена, анализатор R&S ZVH выводит сообщение, запрашивающее, чтобы на измерительном входе было КЗ.



- На конце измерительного входа КСВН-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 КСВН-моста или измерительного кабеля установить сопротивление 50 Ом.
- Запустить калибровку нагруженной цепи нажатием функциональной клавиши CONTINUE.

После завершения калибровки на экран R&S ZVH в течение 3 секунд выводится сообщение **Calibration done!**.



В строке состояния анализатора R&S ZVH будет выводиться сообщение "S11(Cal) Mag". Оно показывает, что анализатор R&S ZVH откалиброван векторно для проведения измерений отраженного сигнала.

Калибровка измерений параметров отражения остается действительной до тех пор, пока на R&S ZVH 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 ZVH 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.

### 8.5.2.3 Измерение амплитуды отраженного сигнала

Соединить ИУ с измерительным портом КСВН-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".

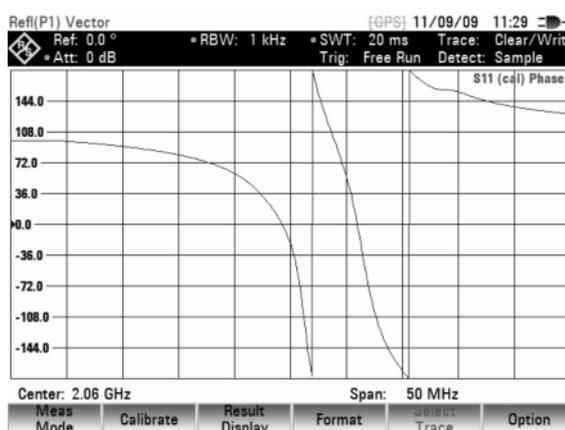
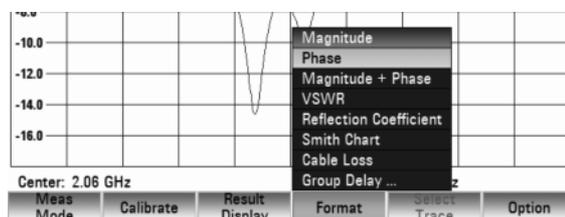


### 8.5.2.4 Изменение фазы отраженного сигнала

- 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 ZVH появится надпись S11 (Cal) Phase. В стандартном масштабе фаза может принимать значения только между  $-200^\circ$  и  $+200^\circ$ .

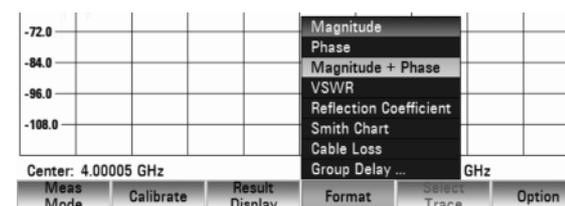
Примечание – в стандартном масштабе диаграммы от  $-200^\circ$  до  $+200^\circ$  кривая отобразится верно только в том случае, если разница между двумя соседними точками измерения не превышает  $180^\circ$ .



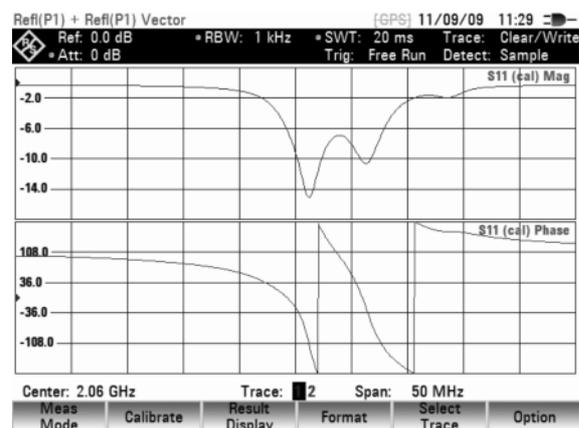
Для получения дополнительной информации о масштабировании измерения фазы следует обратиться к разделу "Измерение ФЧХ".

### 8.5.2.5 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 ZVH 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".

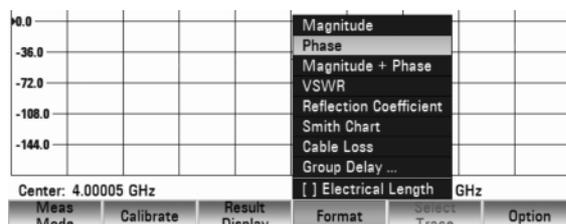


### 8.5.2.6 Выбор других форматов измерения

Кроме амплитуды и фазы анализатор R&S ZVH может отображать следующие форматы (параметры) измерений:

- КСВН
- 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.

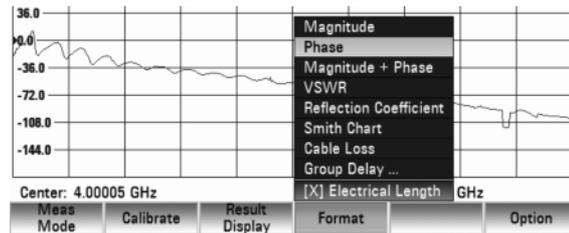
- В случае выбора КСВН (VSWR) показывается коэффициент стоячей волны по напряжению на графике в декартовой системе координат. КСВН определяется как отношение максимального и минимального напряжений в линии передачи.
- В случае выбора коэффициента отражения (Reflection Coefficient) показывается амплитудный 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".

### 8.5.2.7 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.

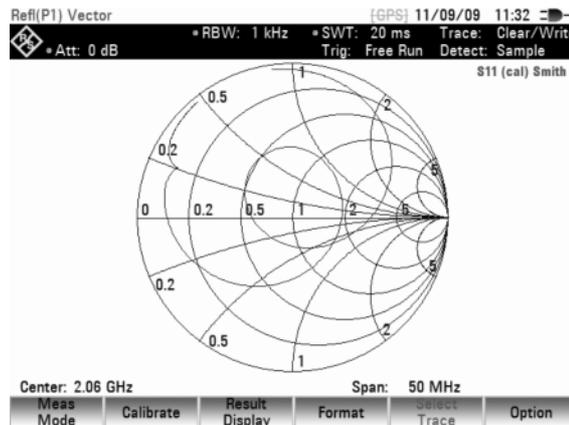
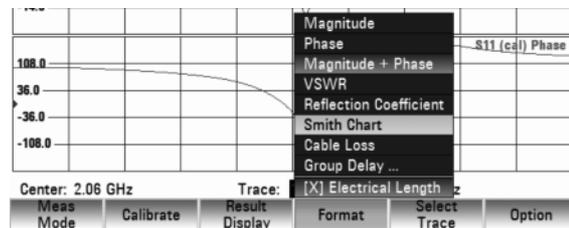


### 8.5.2.8 Отображение параметров отражения на диаграмме Вольперта-Смита

- 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 R&S ZVH отобразит отраженный сигнал ИУ на диаграмме Вольперта-Смита.

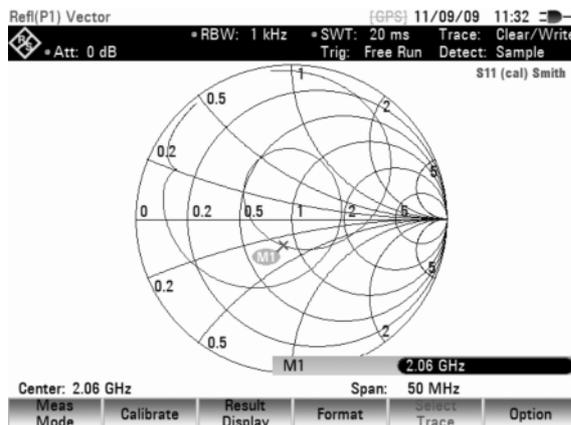


#### Использование маркеров на диаграмме Вольперта-Смита:

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 R&S ZVH активирует меню маркера и маркер.
- Можно сдвигать маркер вдоль комплексной кривой отраженного сигнала, используя поворотную ручку, или клавиши курсора, или вводом числовых значений.

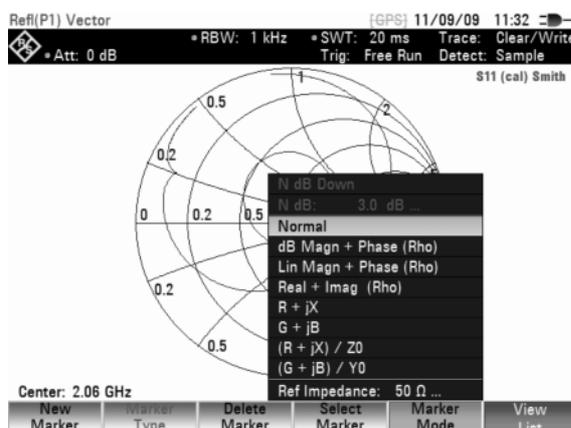
Значения маркера первоначально выводятся в числовом формате с частотой маркера и комплексным сопротивлением ((действительная часть) + j (мнимая часть)) Ом. Если необходимо отобразить комплексный коэффициент отражения, к примеру, пользователь может соответственно изменить формат маркера.



### 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.

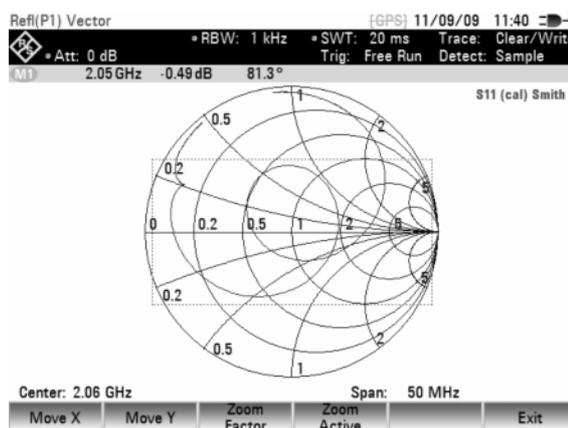
Деактивация функции масштабирования:

- 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:

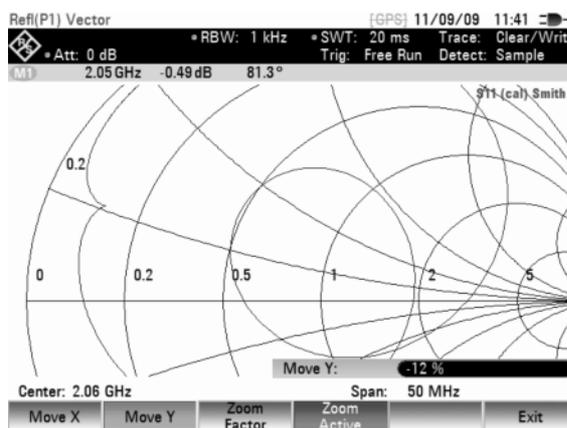
- Нажать функциональную клавишу MOVE Y.
- Задать значение от -50% до +50%, используя поворотную ручку, или клавиши курсора, или введя числовое значение.
- Подтвердить выбор нажатием клавиши ENTER или функциональной клавиши MOVE Y.

### 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.



### 8.5.2.9 Проведение измерений в режиме двух кривых

В режиме векторных измерений имеется возможность одновременного проведения и отображения результатов двух измерений. После активации данной функции анализатор R&S ZVN 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

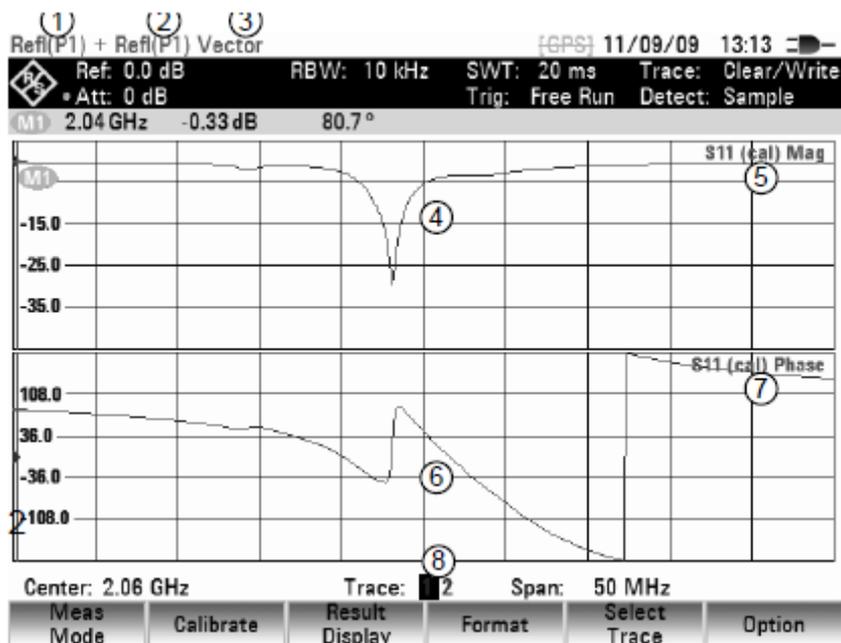
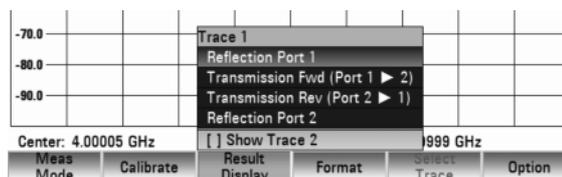


Рисунок 8.20 – Вид экрана при измерении в режиме двух кривых

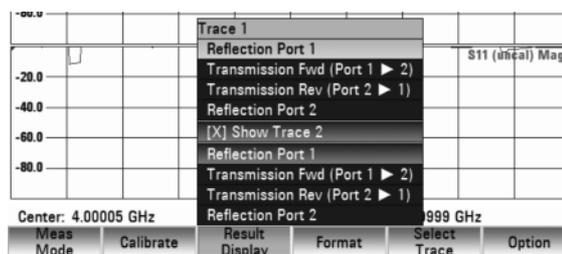
- Нажать функциональную клавишу RESULT DISPLAY.

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 R&S ZVH 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".

### 8.5.2.10 Выбор калибровочной меры

Для анализатора R&S ZVH в виде опций доступны калибровочные меры R&S ZVH-Z29 и R&S ZVHZ28. 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 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 R&S ZVH может также произвести пострекоррекцию 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.

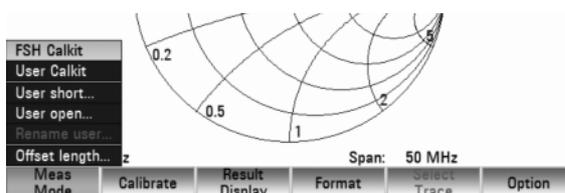
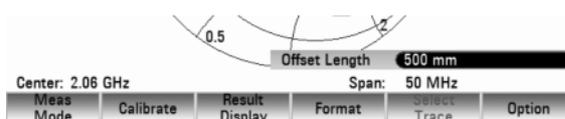
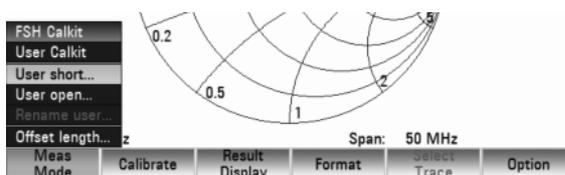
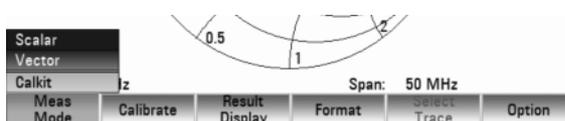
Теперь для фазовых измерений и на диаграмме Вольперта-Смита учитывается электрическая длина калибровочной меры.

Продолжать использовать калибровочную меру R&S ZVH-Z28 или R&S ZVH-Z29:

- Выбрать ZVH 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.

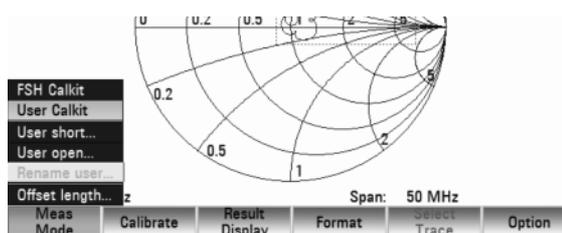
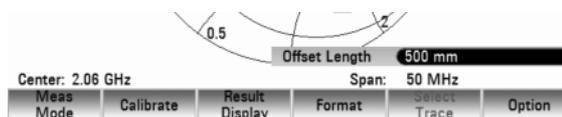
### Переименование калибровочной меры пользователя USER

Настройке калибровочной меры пользователя USER может быть присвоено имя. Название, которое было введено для калибровочной меры пользователя USER, затем отображается в строке состояния анализатора R&S ZVH (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.



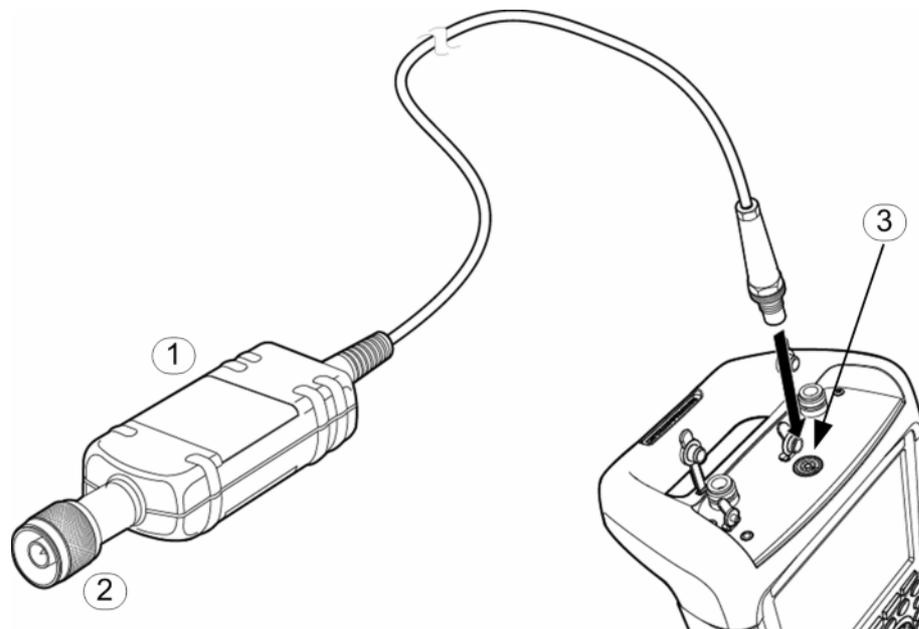
## 8.6 Измерения с использованием датчика мощности (опция R&S ZVH-K9)

Для наиболее точного измерения мощности R&S ZVH обеспечивает возможность использования датчиков мощности R&S ZVH-Z1 или R&S ZVH-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.

Датчики мощности серии ZVH-Z могут быть подключены через разъем для датчика мощности, датчики мощности серии NRP-Z через USB-интерфейс

### 8.6.1.1 Подсоединение датчика мощности

Датчик мощности R&S ZVH-Z1 или R&S ZVH-Z18 управляется и питается через специальный интерфейс. Подключите кабель датчика мощности к разъему для датчика мощности на R&S ZVH и затяните резьбовое соединение. ИУ (испытуемое устройство) подключить к N-разъему датчика мощности.



- (1) Датчик мощности R&S ZVH-Z1 или R&S ZVH-Z18
- (2) Разъем датчика мощности (ИУ)
- (3) Интерфейс датчика мощности

Рисунок 8.21 – 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 ( $\leq 10$  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.

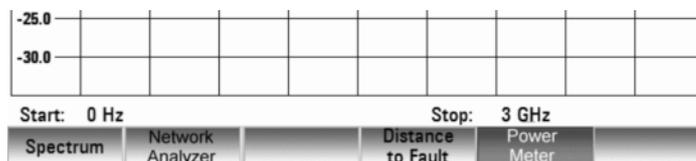
### Измерение:

Функция POWER SENSOR превращает анализатор R&S ZVH 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH и датчиком мощности.	Отсоединить датчик от R&S ZVH и проверить соединительные разъемы. Если проблема остается, обратиться в сервисный центр Rohde & Schwarz.
Power sensor error (Ошибка датчика мощности )	R&S ZVH получает неправильный сигнал с датчика мощности.	Обратиться в сервисный центр Rohde & Schwarz.
Unknown power sensor model connected (Подключена неизвестная модель датчика)	R&S ZVH 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

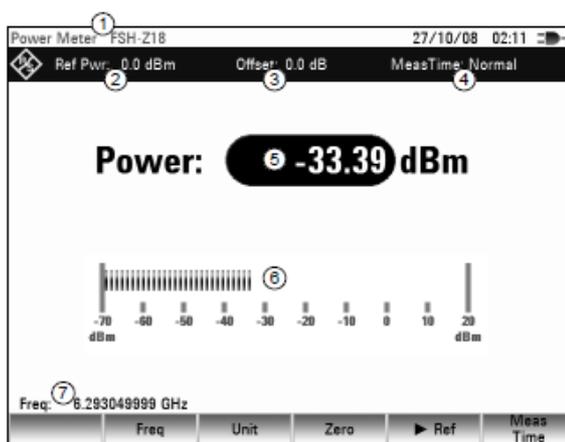


Рисунок 8.22 – Вид экрана в режиме измерений с датчиком мощности

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 ZVH 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 ZVH передаст новую частоту на датчик мощности, который скорректирует показания измеренной мощности.

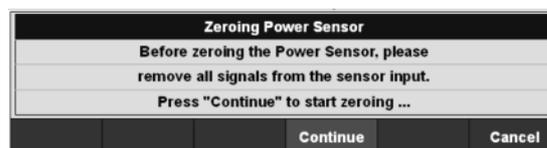


### 8.6.1.2 Установка нуля датчика мощности

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.**

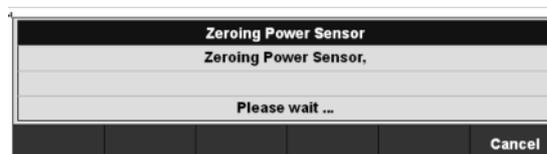
R&S ZVH выведет сообщение о том, чтобы во время установки нуля на датчик мощности каких-либо сигналов не подавалось



- 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 ZVH выводится сообщение "Zeroing power sensor, please wait.." ("Установка нуля датчика мощности, пожалуйста, ждите..").



После того, как установка нуля будет закончена, R&S ZVH выведет сообщение "Power Sensor Zero OK" ("Ноль датчика мощности установлен") и переключится в меню функциональных клавиш датчика мощности.



### 8.6.1.3 Выбор единиц измерения мощности

Анализатор R&S ZVH 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.



#### 8.6.1.4 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 ZVH-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.

#### 8.6.1.5 Учет дополнительного усиления или ослабления

При большой мощности, когда для R&S ZVH-Z1 превышен максимальный входной уровень или при очень малом уровне (ниже уровня чувствительности прибора) анализатор R&S ZVH 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.

Ref Level	Range / Ref Pos	Unit	Ref Offset	RF Att / Amp / Imp	Transducer
-----------	-----------------	------	------------	--------------------	------------

Откроется окно ввода смещения опорного уровня.

- Используя поворотную ручку и клавиши курсора или цифровую клавиатуру, ввести нужное смещение и подтвердить ввод нажатием ENTER.

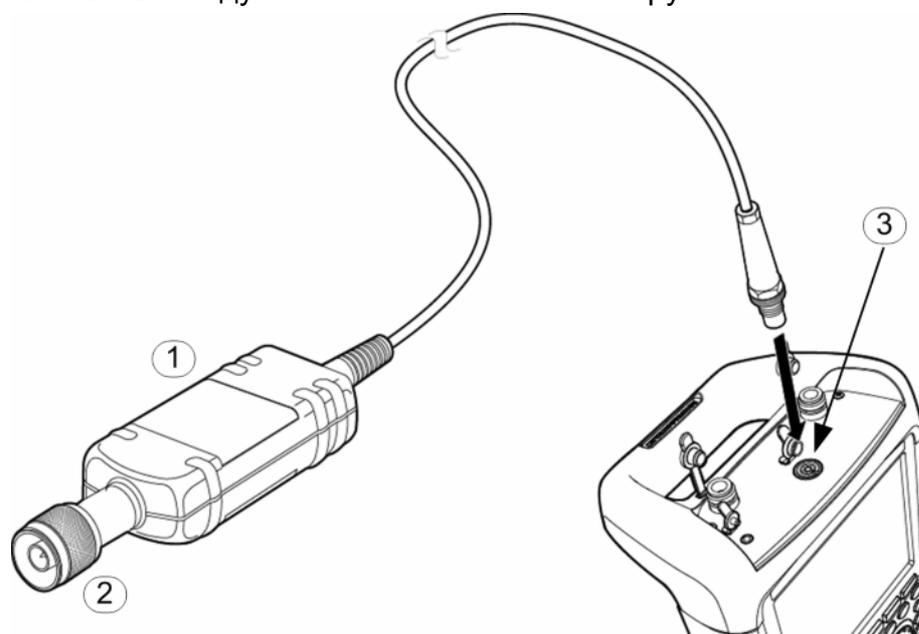
Смещение отобразится в центре верхней части экрана и будет использовано при отображении мощности или уровня.

### 8.6.2 Измерение прямой и отраженной мощности

Направленные датчики мощности R&S ZVH-Z14 и R&S ZVH-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 ZVH-Z14 и R&S ZVH-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 ZVH. Сам направленный датчик мощности необходимо вставить между источником сигнала и нагрузкой.



- (1) Направленный датчик мощности R&S ZVH-Z44
- (2) Источник
- (3) Нагрузка
- (3) Разъем датчика мощности

Рисунок 8.23 – Подсоединение направленного датчика мощности

При измерении большой мощности для предотвращения повреждений датчика или опасности для людей внимательно соблюдайте следующие инструкции:



## ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЕ:

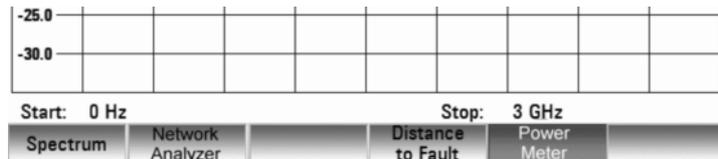
Опасность получения ожогов или повреждения оборудования

- 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 ZVH 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 ZVH-Z44) и измеренное значение мощности.

В случае неправильного функционирования или неисправности датчика на экран анализатора R&S ZVH 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 сигнала	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 ZVH и датчиком мощности.	Отсоединить датчик от R&S ZVH и проверить соединительные разъемы. Если проблема остается, обратиться в сервисный центр Rohde & Schwarz.
Power sensor error (Ошибка датчика мощности )	R&S ZVH 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

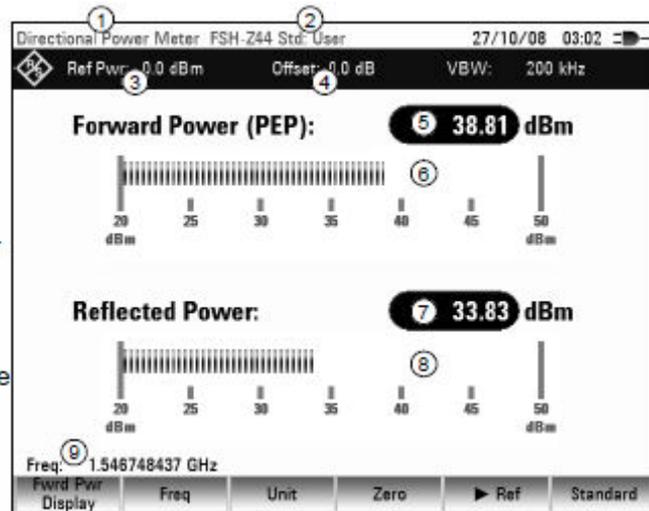


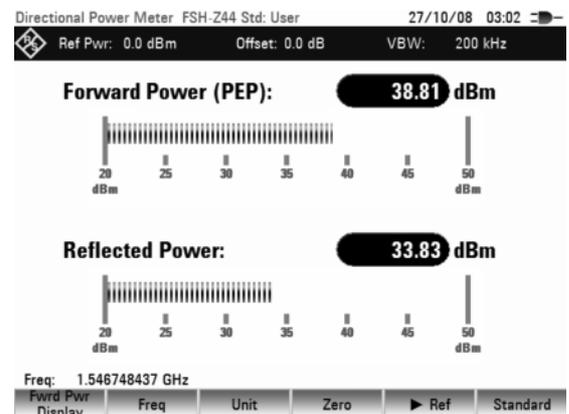
Рисунок 8.24 – Вид экрана в режиме измерений с помощью направленного датчика мощности R&S ZVH-Z14/-Z44

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 ZVH 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 ZVH передаст новую частоту на датчик мощности, который скорректирует показания измеренной мощности.

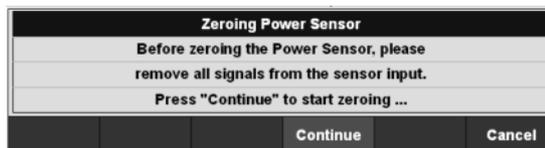


### 8.6.2.1 Установка нуля датчика мощности

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.

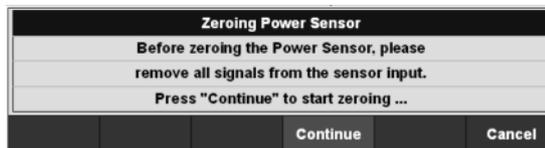
R&S ZVH выведет сообщение о том, чтобы во время установки нуля на датчик мощности каких-либо сигналов не подавалось.



- 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 ZVH выводится сообщение "Zeroing power sensor, please wait.." ("Установка нуля датчика мощности, пожалуйста, ждите..").



После того, как установка нуля будет закончена, R&S ZVH выведет сообщение "Power Sensor Zero OK" ("Ноль датчика мощности установлен") и переключится в меню функциональных клавиш датчика мощности.



### 8.6.2.2 Установка весовых функций при измерении мощности

Для отображения прямой мощности в анализаторе R&S ZVH 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

### 8.6.2.3 Выбор единиц измерения мощности

R&S ZVH 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.

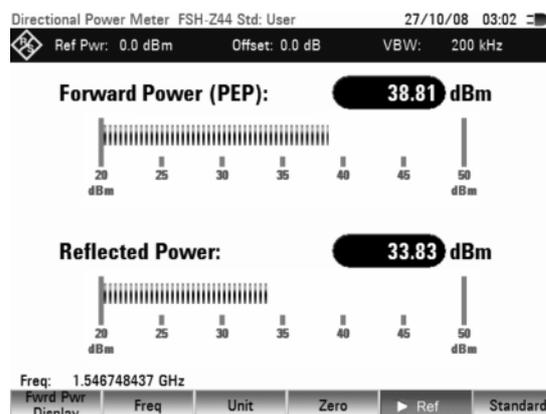
- Ввести опорный уровень (REFERENCE), используя цифровую клавиатуру, и завершить ввод соответствующими единицами измерения, или изменить опорный уровень, используя поворотную ручку или клавиши курсора.

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 ZVH 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.



#### 8.6.2.4 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 ZVH-Z14 или R&S ZVH-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 ZVH 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).

### 8.7 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 ZVH 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 ZVH 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 ZVH посредством управляющего ПО R&S ZVHView (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.

### 8.7.1 Подключение антенны к прибору R&S ZVH

В комплекте с изотропной антенной поставляются заводские кабели. ВЧ-кабель с коаксиальным N-разъемом на конце соединен с входом прибора R&S ZVH. 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 ZVH производит измерение для каждой из трех осей антенны, так что частота обновления кривой соответствующим образом уменьшается.

**П р и м е ч а н и е** – При подключении изотропной антенны от R&S ее включение производится автоматически.

#### **Использование коэффициентов преобразования для изотропной антенны:**

- Нажать клавишу AMPТ.

Отобразится меню амплитуды.

**П р и м е ч а н и е** – 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 ZVH 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.

### **8.8 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 ZVH 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 ZVH.

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 настроек прибора и результатов измерений").

Интерполяция величин производится с помощью видоизмененного 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 ZVH добавит эти два преобразователя к общему преобразователю.

Коэффициенты преобразования задаются с помощью управляющего ПО ZVHView. 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/м<sup>2</sup>

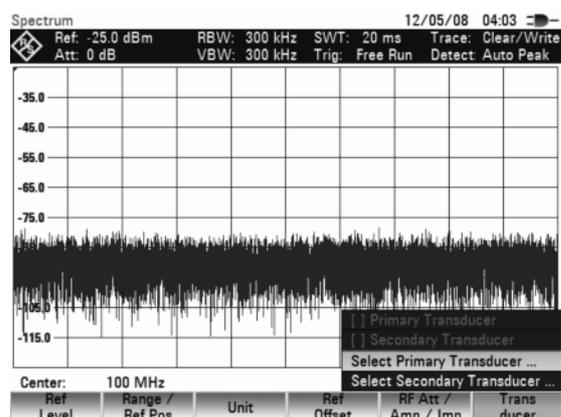
Единица измерения дБ не изменяет размерность, установленную в приборе R&S ZVH. Она может быть использована, например, для компенсации частотно-зависимых ослаблений и усиления на входе прибора R&S ZVH. Единицы измерения дБмкВ/м и дБмкА/м преобразуют выходную мощность антенны в напряженности электрического и магнитного полей. Единица измерения Вт/м<sup>2</sup> используется для расчета и отображения плотности потока мощности.

Например, для компенсации потерь в кабеле между преобразователем и ВЧ-входом, прибор R&S ZVH 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.



Примечание – 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 ZVH 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.



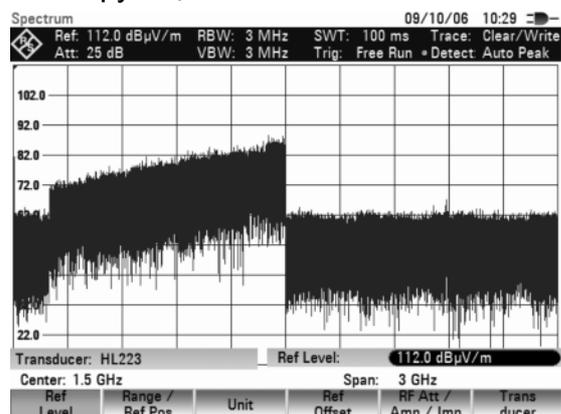
Примечание – При вставленной SD-карте переключение между внутренней памятью и памятью карты производится нажатием функциональной клавиши INTERNAL/SD-CARD.

- 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 ZVH в данном частотном диапазоне отображает шум как



возрастающую с увеличением коэффициента преобразования функцию частоты. Вне диапазона преобразователя прибор R&S ZVH 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 ZVH предлагает только сохраненные в нем коэффициенты преобразования с единицей измерения дБ.

### **8.8.1 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 ZVH. 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.

### **8.8.2 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 ZVH соответствующим образом регулирует опорный уровень. Опорный уровень сдвигается на максимальное значение коэффициента преобразователя в положительном или отрицательном направлении.

### **8.8.3 Частотный диапазон преобразователя**

Если установленный частотный диапазон шире, чем полоса обзора, в которой задан преобразователь, то прибор R&S ZVH считает значения коэффициентов преобразователя вне заданного диапазона равными нулю.

### **8.8.4 Массивы данных, содержащие коэффициенты преобразования**

Прибор R&S ZVH 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.

## 8.9 Сохранение и загрузка настроек прибора и результатов измерений

Настройки прибора R&S ZVH's и результаты измерений могут быть сохранены во внутреннюю память и потом вызваны повторно. С помощью пакета программ R&S ZHVView эти массивы данных также могут быть сохранены на ПК из прибора R&S ZVH или загружены в прибор R&S ZVH из ПК.

Результаты и настройки, включая функцию измерения, всегда сохраняются вместе, поэтому при вызове результатов текущие измерения сбрасываются. Прибор R&S ZVH может сохранять не менее 100 массивов данных, каждому из которых присвоено уникальное имя.

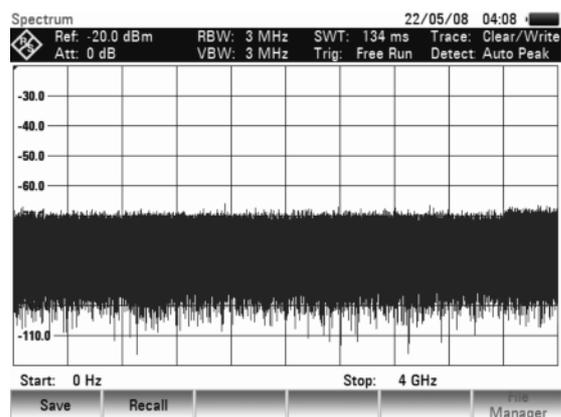
Массивы данных для скалярного измерения передачи и отражения могут быть сохранены наряду с результатами калибровки. Поэтому, при вызове таких массивов данных, измерения могут быть проведены без предварительной калибровки. Сохранение массива данных с результатами калибровки, однако, требует в два раза 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 ZVH 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.



### 8.9.1 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 ZVH также сохранит массив данных при двойном нажатии функциональной клавиши SAVE, расположенной под предлагаемым именем.

Выбор между внутренней памятью прибора ZVH 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 ZVH, 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.

### 8.9.2 Ввод имени массива данных

Новое имя может быть введено с помощью цифровой клавиатуры. Расположение букв на клавиатуре аналогично их расположению на мобильном телефоне.



- (1) Буквенно-цифровая клавиатура
- (2) Клавиша BACK
- (3) Клавиша CANCEL
- (4) Клавиша ENTER



Рисунок 8.25 – Клавиши ввода данных

Если прибор R&S ZVH 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 ZVH под заданным именем.

### 8.9.3 Загрузка результатов измерения

Сохраненные ранее результаты измерений и настройки могут быть повторно вызваны функцией вызова прибора R&S ZVH.

- 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 ZVH.

Выбор между внутренней памятью прибора ZVH и SD-картой в качестве носителя информации для массивов данных производится посредством функциональной клавиши INTERNAL / SD CARD.

Выход из меню осуществляется нажатием функциональной клавиши EXIT. Прибор R&S ZVH 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 ZVH 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 ZVH загружает настройки, соответствующие этому массиву для проведения дальнейших измерений.

При выходе из режима предварительного просмотра массивов данных прибор R&S ZVH возвращается в программу управления файлами (диалоговое окно 'Recall Data Sets').

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	09/10/2006	05:54
	Dataset004.set	75 kB	09/10/2006	05:55
	Dataset005.set	75 kB	09/10/2006	06:01

## 8.9.4 Быстрый вызов настроек прибора

В приборе R&S ZVH 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 ZVH.

- 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'.

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.

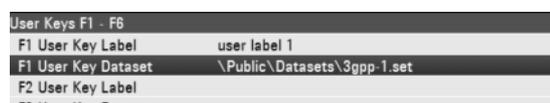
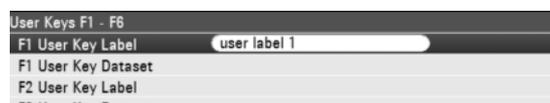
Прибор R&S ZVH вернется в меню User Preference Setup. Массив данных теперь назначен функциональной клавише.

### 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 ZVH незамедлительно активирует массив данных, назначенный этой функциональной клавише.



### 8.9.5 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 ZVH отобразит предупреждающее сообщение, которое необходимо подтвердить.

После подтверждения процесса удаления прибор R&S ZVH удалит выбранные массивы данных из памяти.



## 9 Техническое обслуживание

### 9.1 Поверка прибора

Поверка анализатора проводится в соответствии с документом «Анализаторы кабельных трактов и антенн R&S ZVH4, ZVH8. Методика поверки», утвержденным Руководителем ГЦИ СИ ФГУ «Ростест-Москва» в 2011 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).

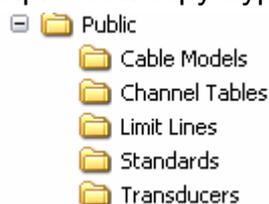
9.3.2 Для подготовки SD-карты необходимо выполнить следующие действия:

- 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 "ZVH4 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.

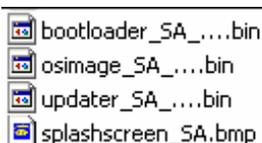
Примечание – При распаковке архивного файла будет создан ряд подкаталогов для хранения стандартов, предельных линий, моделей кабелей и т.п., в которые будут скопированы файлы с предварительно заданной конфигурацией. В случае если такие файлы в каталоге уже существуют, будет выдан запрос на их перезапись.

- 3) Скопировать все файлы и подкаталоги в корневой каталог SD-карты.

При этом структура каталогов должна выглядеть следующим образом:



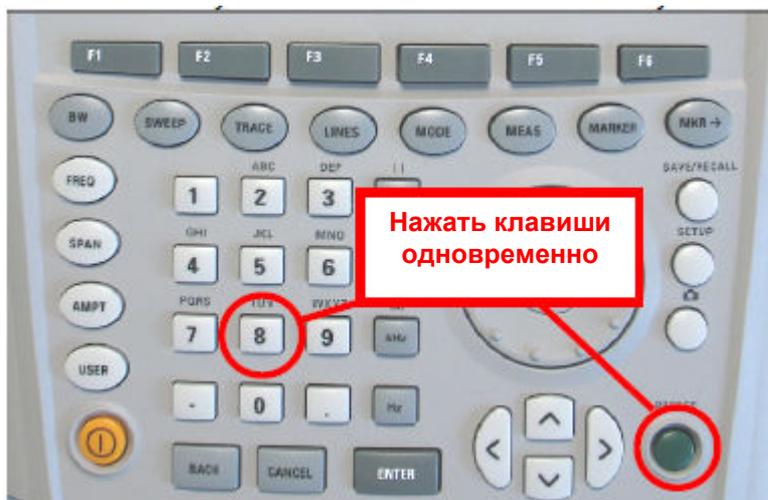
Корневой каталог SD-карты должен содержать следующие файлы:



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 ZVN 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 °C до +40 °C;
- относительная влажность воздуха до 80 % при температуре +25°C 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°C до плюс 60°C и относительной влажности до 95% при температуре окружающей среды не более 30°C.

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**

Анализаторы кабельных трактов и антенн R&S ZVH4, R&S ZVH8 утверждены как тип средств измерений, оформлено свидетельство об утверждении типа средства измерений за № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_.

### **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**