

# Измерение группового времени задержки и фазы преобразователей частоты

## Указания по применению

### Изделия:

R&S® ZVA8	R&S® ZVA50
R&S® ZVA24	R&S® ZVT8
R&S® ZVA40	R&S® ZVT20

Преобразователи частоты, используемые, например, в спутниковых передатчиках, характеризуются не только параметрами передачи амплитуды, но и параметрами передачи фазы или групповым временем задержки (ГВЗ), что особенно важно при переходе к схемам цифровой модуляции. Как правило, они не обеспечивают доступ к внутренним гетеродинам. В данных указаниях по применению описан метод использования анализатора R&S ZVA для высокоточных измерений ГВЗ смесителей и преобразователей частоты со встроенным гетеродином. Ключевым аспектом в данной методике является то, что анализатор цепей работает с двухтональным сигналом преобразователя частоты. После измерения сдвига фаз между двумя сигналами на входе и выходе вычисляется ГВЗ и относительная фаза между выходным и входным сигналами.

# Содержание

<b>1</b>	<b>Аннотация .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Теоретические основы.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Двухтональный метод .....</b>	<b>6</b>
3.1	Измерительная установка .....	7
3.1.1	Настройка аппаратуры.....	8
3.2	Настройки прибора.....	9
3.2.1	Поиск оптимальных настроек для снижения зашумленности кривой .....	12
3.3	Калибровка .....	15
<b>4</b>	<b>Результаты тестирования .....</b>	<b>17</b>
4.1	Сравнение двухтонального метода измерений и метода использования S-параметров .....	17
4.1.1	Измерение параметров фильтра .....	17
4.1.2	Измерение параметров кабеля .....	17
4.2	Измерение параметров преобразователя .....	18
<b>5</b>	<b>Приложение.....</b>	<b>19</b>
5.1	Использование альтернативных установок при пониженных частотах.....	19
5.1.1	Установка для входных частот менее 700 МГц при использовании ZVA24, ZVA40 или ZVA50 (повышающее преобразование) .....	19
5.1.2	Установка для выходных частот менее 700 МГц при использовании ZVA24, ZVA40 или ZVA50 (понижающее преобразование) .....	21
5.2	Поиск подходящей частоты гетеродина.....	22
<b>6</b>	<b>Информация для заказа.....</b>	<b>23</b>

# 1 Аннотация

Смесители являются одним из основных компонентов большинства приемников или передатчиков, особенно в СВЧ-диапазоне. Для любых систем приема или передачи данных, в которых используются смесители, необходимы смесители с хорошо контролируемой амплитудой, фазой и групповым временем задержки (ГВЗ). Особенно важной является линейность фазовой и групповой задержки, которая обеспечивает низкую частоту появления ошибочных битов при передаче данных или высокое разрешение отображения целей для модулей фазированных антенных решеток систем наблюдения.

Основными типами измерений являются измерения относительной и/или абсолютной величины ГВЗ преобразователя частоты.

**Относительная фаза и ГВЗ** могут быть измерены с помощью, так называемого опорного или образцового смесителя при условии наличия доступа к гетеродину.

Однако, в связи с возрастающей степенью интеграции и минимизации, зачастую не доступен ни гетеродин, ни общий опорный сигнал частоты.

В данных указаниях по применению описан новый способ измерений параметров частотных преобразователей со встроенным гетеродином и без прямого доступа к общему опорному сигналу. Ключевым в данной методике является то, что анализатор цепей используется для возбуждения испытываемого устройства двухтональным сигналом. Путем измерения разности фаз двух сигналов на входе и выходе анализатора цепей вычисляется передаточная функция фазы или ГВЗ испытываемого устройства.

Точность измерений не зависит от встроенного гетеродина и стабильности частоты до тех пор, пока девиация остается в пределах полосы измерения приемника анализатора цепей.

## 2 Теоретические основы

Измерение ГВЗ основано на измерении фазы. Процедура измерений связана с определением группового времени задержки  $\tau_{gr}$  в виде отрицательной производной от фазы  $\varphi$  (в градусах) по частоте  $f$ :

$$\tau_{gr} = - \frac{1}{360^\circ} \cdot \frac{d\varphi}{df}$$

Из практических соображений, с помощью векторного анализатора цепей вместо разностного коэффициента измеряется разностный коэффициент параметра передачи  $S_{21}$ , что дает хорошую аппроксимацию для измеряемого ГВЗ  $\tau_{gr}$  в случае, если изменение фазы  $\varphi$  не является слишком нелинейным в наблюдаемом диапазоне частот  $\Delta f$ , которое называется апертурой.

$$\tau_{gr} = - \frac{1}{360^\circ} \cdot \frac{\Delta\varphi}{\Delta f}$$

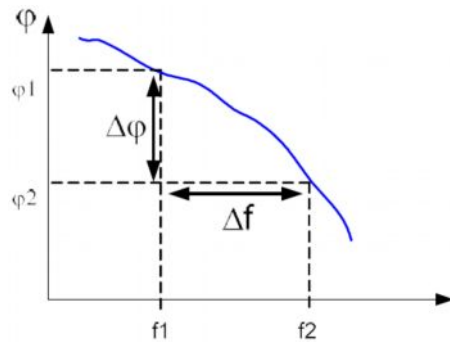


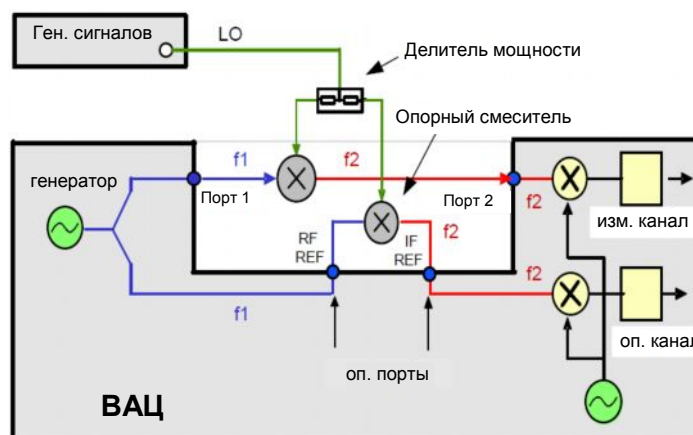
Рис. 1 – Определение сдвига фазы  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$  и апертюры  $\Delta f = f_2 - f_1$

На рисунке 1 показаны величины  $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$  и  $\Delta f = f_2 - f_1$  для линейно-убывающей фазовой характеристики, например, линии задержки.

Для устройств без преобразователей частоты измерения параметра  $S_{21}$  на двух различных частотах могут выполняться последовательно. Это прекрасно подходит для таких устройств без преобразования частоты как фильтры и усилители.

Для устройств с преобразованием частоты, например смесителей, фаза между выходным и входным сигналом не может быть измерена напрямую, поскольку частоты отличаются. Фаза не только зависит от самого устройства, но также и от фазы гетеродина.

Поэтому измерение фазы и ГВЗ смесителя выполняется с помощью, так называемого, опорного смесителя. В методе с опорным смесителем в качестве испытуемого устройства (ИУ) используется один и тот же гетеродин для того чтобы преобразовать как ВЧ так и ПЧ сигнал для получения одинаковых частот опорного и измерительного приемника ВАЦ (векторного анализатора цепей). Данный метод также помогает избежать влияния нестабильности фазы гетеродина.



Такое измерение обеспечивает получение значения фазы и ГВЗ относительно образцового смесителя, который был измерен для калибровки вместо испытуемого смесителя (ИС).

Как правило, образцовый смеситель принимается за идеальный, и результаты измерений параметров ИС отображают фазу и ГВЗ относительно этого образцового смесителя.

Если гетеродин ИУ недоступен, то измерение ГВЗ с помощью опорного смесителя невозможно, но может использоваться модулированный сигнал АМ или ЧМ.

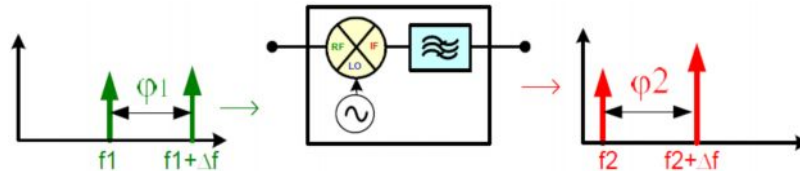
Другие методы основаны на имитации гетеродина. В таком случае используется внешний сигнал генератора в качестве сигнала гетеродина для опорного смесителя, и частота генератора перестраивается для минимизации сдвига фазы от времени ПЧ-сигнала.

Данный метод имеет ограничение по точности и скорости измерения динамического диапазона. Кроме того, внешний гетеродин испытываемого устройства зачастую бывает не очень стабилен, что усложняет работу с внешним генератором.

В приборе R&S ZVA используется другой подход, в котором устранены проблемы методов, описанных ранее.

### 3 Двухтональный метод

Данный метод предлагается вместе с опцией ZVA-K9 и в нем используется двухтональный сигнал, который поступает на испытуемое устройство.

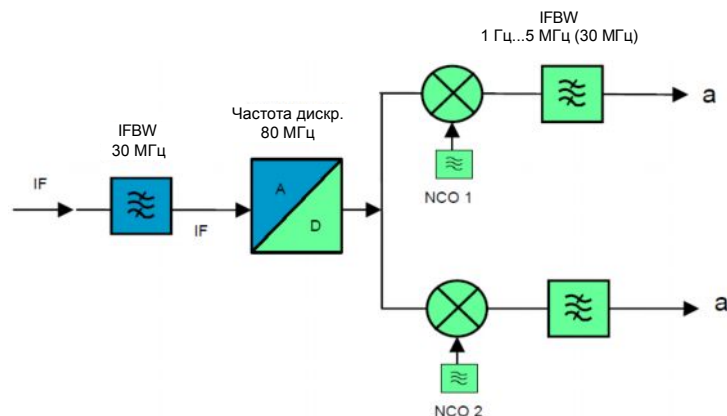


Прибор R&S ZVA измеряет разность фаз между обеими несущими на входе и выходе ИУ. Затем вычисляется ГВЗ:

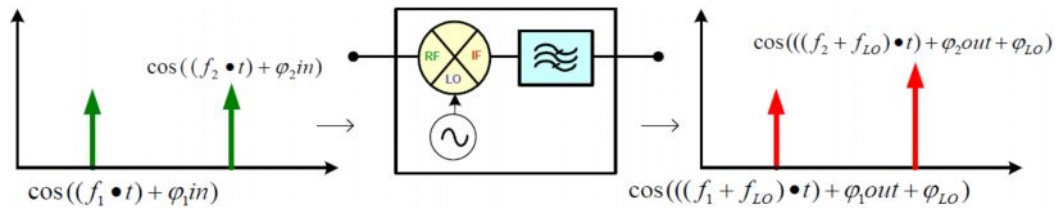
$$\tau = \frac{-1}{360^\circ} \cdot \frac{\Delta\varphi}{\Delta f} \quad \text{где } \Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1;$$

Разность частот Δf между обеими несущими называется апертурой.

Для измерения разности фаз между двумя несущими в приборе R&S ZVA для каждого аналогового канала приемника используются два цифровых приемника, с помощью которых оба сигнала измеряются одновременно.



Данная методика также используется в случае ИУ с преобразованием частоты, поскольку частотная и фазовая нестабильность гетеродина ИУ взаимно компенсируется при вычислении Δφ.



$$\Delta\varphi = (\varphi_{2out} + \varphi_{LO} - \varphi_{1out} - \varphi_{LO}) - (\varphi_{2in} - \varphi_{1in})$$

Кроме ГВЗ прибор R&S ZVA также вычисляет относительную фазу ИУ путем интегрирования ГВЗ, а также дисперсию путем дифференцирования ГВЗ. Использование смесителя для калибровки с известным ГВЗ, позволяет измерить абсолютное значение ГВЗ. Если необходимо только относительное значение ГВЗ, то для калибровки достаточно образцового смесителя.

### 3.1 Измерительная установка

Требуется следующее оборудование:

Векторный анализатор цепей	4-портовый ZVA или ZVT с (не менее) 3 портами
Прямой доступ к генератору/приемнику	ZVA-B16
Преобразователь частоты	ZVA-K4
Измерения ГВЗ для смесителей со встроенным гетеродином	ZVA-K9
Набор кабелей для ZVA-K9 (рекоменд.)	ZVA-B9

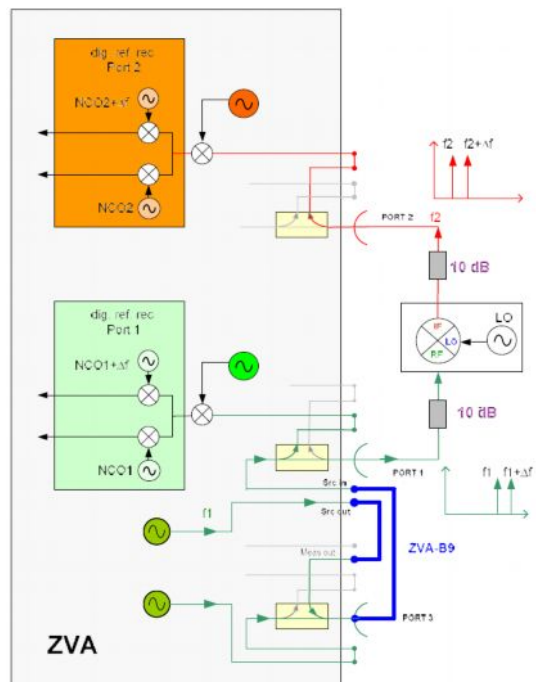
В данном примере измерений используется преобразователь со следующими настройками:

Развертка ВЧ и ПЧ, фиксированная частота гетеродина (ЧГ), ПЧ=ВЧ-ЧГ

Частота ВЧ-сигнала: от 5,37 ГГц до 5,47 ГГц

Частота гетеродина (ЧГ или LO): 4,5 ГГц

Частота ПЧ-сигнала: от 870 МГц до 970 МГц



### 3.1.1 Настройка аппаратуры

Для выполнения точных измерений необходима генерация двухтонального сигнала с высокой точностью и стабильным смещением частоты. С помощью прибора R&S ZVA можно получить такой сигнал за счет использования обоих источников 4-портовой модели.

Двухтональный сигнал генерируется с использованием внешнего сумматора или с использованием в качестве сумматора одного из внутренних ответвителей прибора ZVA.

Для этого необходимо выполнить следующие подключения:

Src out (Порт 1) -> Meas out (Порт 2)

Порт 2 -> Src in (Порт 1)

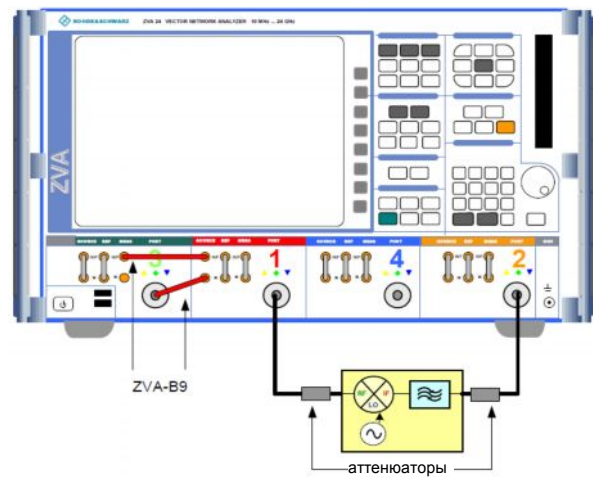
Rohde & Schwarz предлагает для ZVA-B9 набор кабелей, предназначенных для различных типов ZVA (см. информацию для заказа).

Таким образом, двухтональный сигнал проходит через опорный приемник порта 1 на вход ИУ.

Данный вариант рекомендуется для всех моделей ZVA при условии, что ПЧ и ВЧ лежат в диапазоне выше 700 МГц. При использовании СВЧ-моделей ZVA, таких как ZVA24, ZVA40 или ZVA50, ослабление на низких частотах во внутреннем ответвителе может привести к увеличению уровня шума.

Если именно так и происходит, то рекомендуется использовать альтернативную настройку, описанную в приложении.

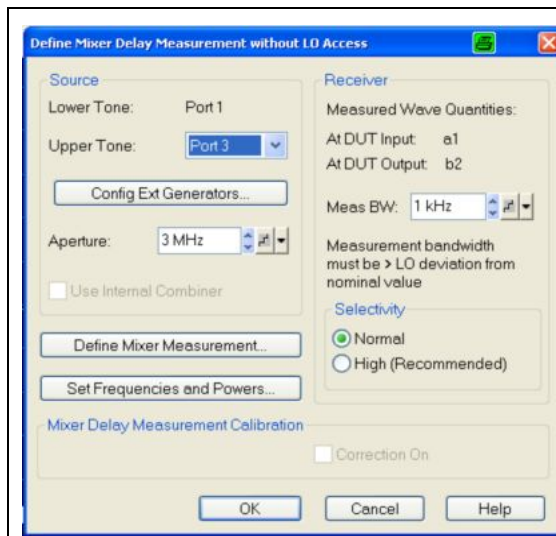
Для увеличения точности рекомендуется использовать хорошо согласованные аттенюаторы 6 дБ – 10 дБ непосредственно в плоскости измерений для обоих портов.



Установка с использованием ZVA-B9



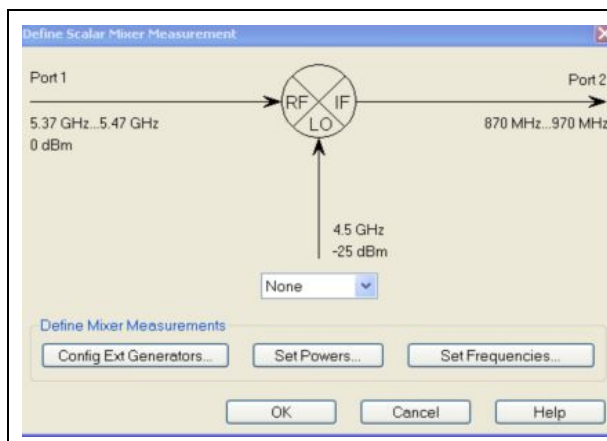
## 3.2 Настройки прибора



Конфигурация смесителя для измерений:

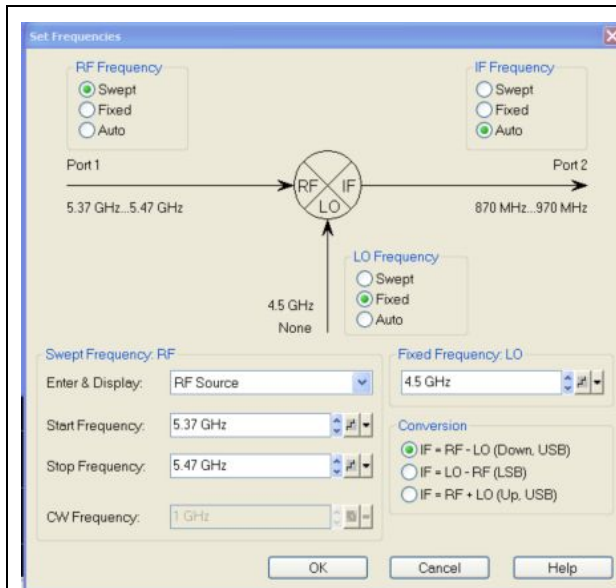
Нажмите:  
**MODE** - MIXER DELAY MEAS  
- "DEFINE MIXER DELAY MEAS.."

Нажмите кнопку "Define Mixer Measurement" (определить параметры измерения смесителя)



Выбор источника гетеродина LO:

Поскольку ИУ имеет внутренний гетеродин, выберите значение "NONE" (нет).



Конфигурация частот и типа преобразования:

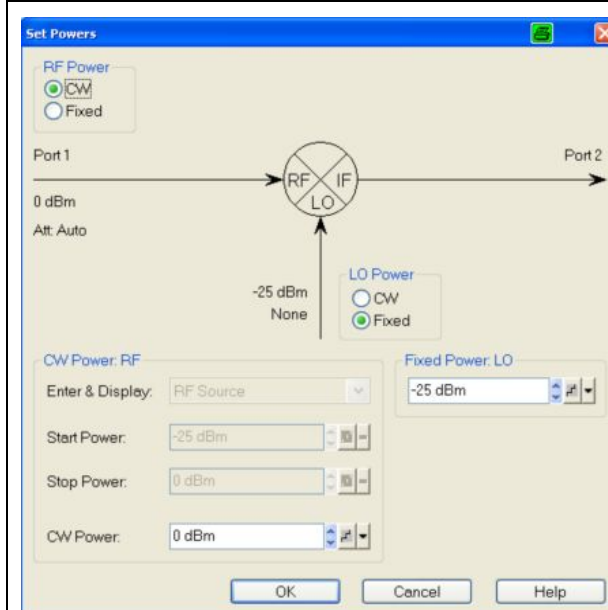
В диалоговом окне скалярных измерений смесителя нажмите кнопку "Set Frequencies" (установить частоты).

Установите значения:  
 RF frequency: Swept  
 LO frequency: Fixed  
 IF frequency: Auto

Fixed Frequency LO: 4.5 GHz  
 Swept frequency:  
 Start 5.37 GHz  
 Stop 5.47 GHz

Conversion:  
 IF=RF-LO

Нажмите кнопку "OK".



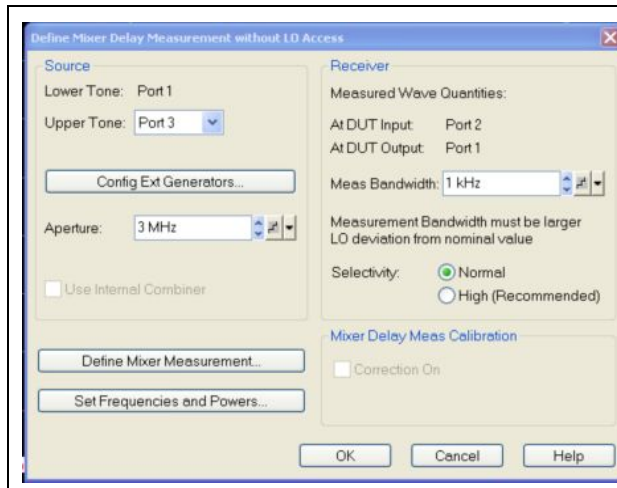
Настройка уровней мощности:

В диалоговом окне скалярных измерений смесителя нажмите кнопку "Set Powers" (установить мощности).

CW Power: 0 dBm

Параметры ИУ должны измеряться при -10 дБмВт. Поскольку для портов аттенюаторы вносят ослабление 10 дБ, то выбирается 0 дБмВт.

Для последовательного закрытия диалоговых окон "Set Power" и "Define Mixer Measurement" два раза нажмите кнопку "OK".



Конфигурация настроек для измерения ГВЗ:

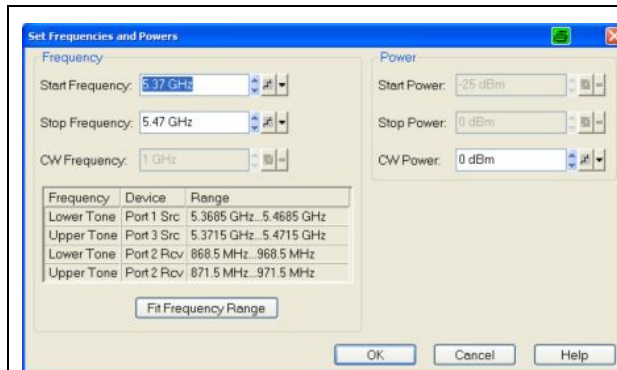
Значения параметров:

Upper Tone: Port 3  
Aperture: 3 MHz  
Meas Bandwidth: 1 kHz  
Selectivity: Normal

Использование внешних генераторов возможно, но не рекомендуется, так как очень важна стабильность фазы и частоты.

Выбрана апертура 3 МГц. Это означает, что сдвиг частоты  $\Delta f$  между несущими составляет 3 МГц. Апертура измерений ГВЗ смесителя может быть изменена в данном диалоговом окне, однако, не в меню формата.

Ширина полосы измерений должна соответствовать стабильности частоты или девиации встроенного гетеродина. Обычно избирательность достаточна, если апертура в 50 раз шире полосы измерений. Если апертура очень мала, следует использовать селективные фильтры.



В диалоговом окне "Mixer Delay Measurement..." (Измерение ГВЗ смесителя) нажмите кнопку "Set frequencies and Powers" (Установить частоты и мощности).

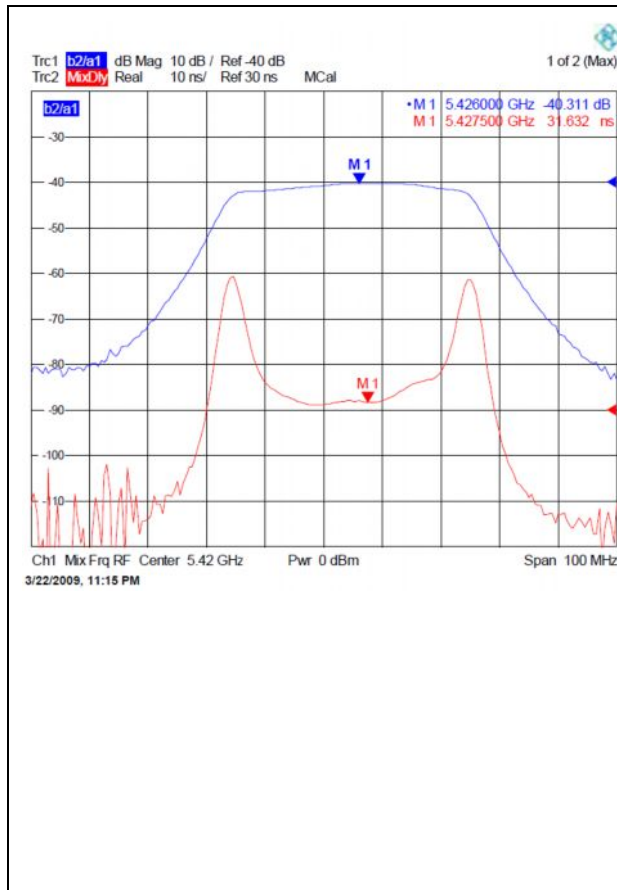
Обычно все настройки уже выполнены с помощью предыдущих диалогов, но их можно проверить заново.

В случае если настроенные параметры превышают диапазон ZVA, кнопкой "Fit Frequency Range" (Подогнать к диапазону частот) можно подстроить их автоматически.

Нажмите кнопку "OK".

Будет выполнен возврат к диалоговому окну "Mixer Delay Measurement" (Измерение ГВЗ смесителя).

Нажмите кнопку "OK" для активации измерения ГВЗ смесителя. Параметры измерений активной кривой переключаются в режим ГВЗ автоматически.



Рекомендуется в первую очередь измерять потери на преобразование для проверки настроек, в том числе корректности частоты гетеродина. ГВЗ смесителя и потери на преобразование могут быть измерены с помощью одного канала – просто путем добавления кривой потерь на преобразование.

Нажмите:

**TRACE SELECT – ADD TRACE**

**MEAS – RATIOS – b2/a1 Src Port1**

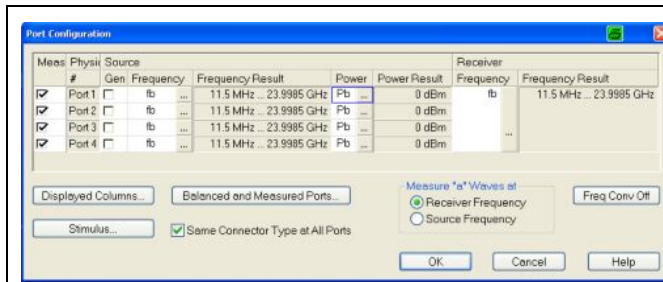
Если кривая зашумлена или величина потерь на преобразование изменяется при уменьшении полосы измерений, значит, частота гетеродина ИУ отличается от настроек ZVA.

### 3.2.1 Поиск оптимальных настроек для снижения зашумленности кривой

Настройки, использованные выше (потери ИУ 6 дБ), приводят к размаху девиации ГВЗ (что выглядит как зашумление кривой) 100 пс. Если ИУ имеет потери больше указанного значения и, таким образом, кривая искажается сильнее, то могут быть применены нижеописанные действия.

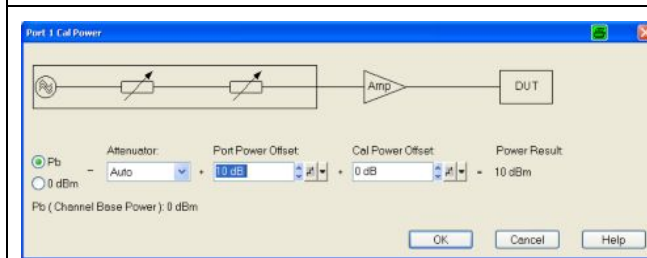
#### 3.2.1.1 Увеличение уровня мощности источника 1

С помощью набора кабелей ZVA-B9 опорный сигнал источника порта 1 может быть подан на ответвитель или мост порта 2 через (разъем) Meas Out. Благодаря потерям в ответвителе или мосте уровень сигнала уменьшается на это ослабление. Ослабление составляет порядка 10 дБ. (ответвитель СВЧ-моделей ZVA имеет ослабление 10 дБ на частотах выше 700 МГц и большее ослабление на частотах ниже этого значения). Это означает, что мощность несущей источника 1 примерно на 10 дБ ниже мощности несущей источника 2. Увеличение мощности источника 1 приведет к снижению зашумленности кривой. Данное действие может быть выполнено при конфигурации порта.



Нажмите:  
**MODE** – Port Config...  
Pb... (из Port 1)

Будет открыто диалоговое окно конфигурации мощности порта 1.



Добавьте 20 дБ для ZVA8 и 10 дБ для остальных моделей ZVA в разделе "Port Power Offset" (смещение мощности порта).

Теперь мощность источника 1 будет всегда на 10 дБ выше мощности источника 2.

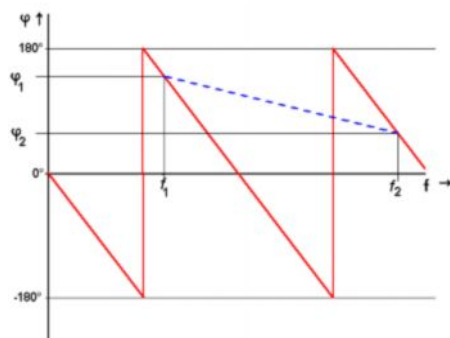
Нажмите кнопку "OK".

### 3.2.1.2 Применение усреднения

Уменьшение полосы ПЧ может улучшить результаты, но может и ухудшить их, если встроенный гетеродин нестабилен. Применение усреднения снижает зашумленность кривой без уменьшения полосы частот.

### 3.2.1.3 Увеличение апертуры

Увеличение апертуры также снижает зашумленность кривой, но и налагает ограничения. При увеличении апертуры увеличивается сдвиг фаз между двумя тонами. Данный сдвиг фаз не может превышать 180° градусов, в противном случае результаты будут некорректными.



$$\Delta\varphi(f) = -360 \cdot \Delta f \cdot \tau$$

$$\Delta\varphi_{\max} = 180^\circ \Rightarrow \Delta f_{\max} = \frac{0.5}{\tau}$$

Чем больше ГВЗ, тем меньше максимальная апертура. При ограничении ИУ 100 нс максимальная апертура составляет 5 МГц. Информацию о выборе подходящей апертуры см. в указаниях по применению 1EZ 35 "Измерение групповой и фазовой задержки с помощью векторного анализатора цепей ZVR".

### 3.2.1.4 Увеличение количества точек и применение сглаживания

Увеличение апертуры ограничено не только ГВЗ ИУ, но и потерей информации, особенно, если ГВЗ ИУ изменяется в зависимости от частоты. Применение сглаживания вместе с увеличением количества точек снижает зашумленность кривой без потери информации. Сглаживание иногда может снизить зашумленность кривой в большей степени, чем применение усреднения.

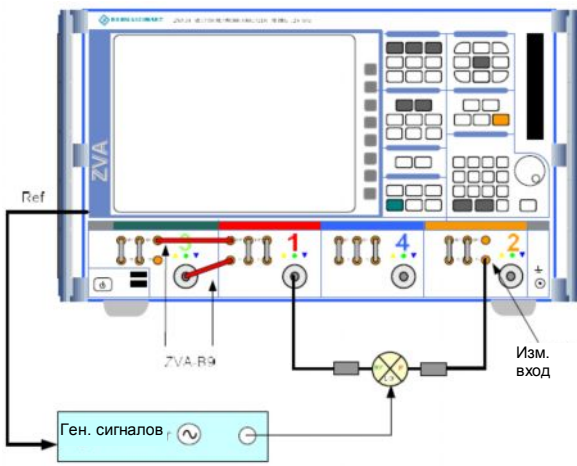
Пример:

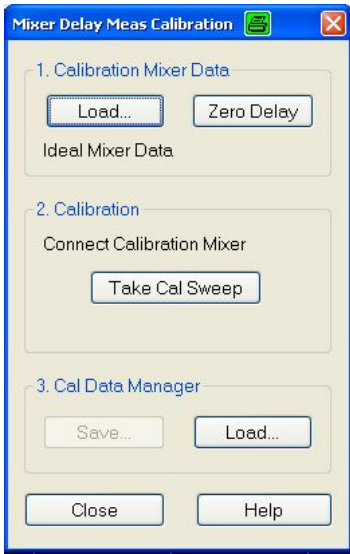
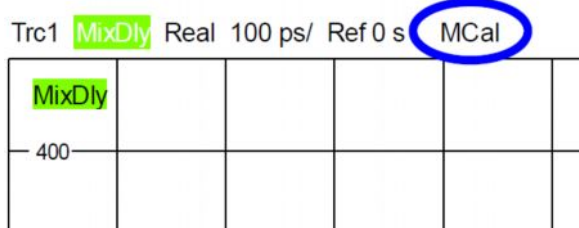


### 3.3 Калибровка

Калибровка выполняется с помощью идеального или калибровочного смесителя с известными характеристиками. Для получения известного калибровочного смесителя, параметры смесителя могут быть предварительно измерены с помощью ZVA-K5. ZVA-K5 представляет собой опцию для измерения абсолютной фазы и ГВЗ смесителя с векторной коррекцией ошибки.

Зачастую требуется не абсолютное ГВЗ, а только относительное значение и его неравномерность. В таком случае для калибровки достаточно использовать "образцовый смеситель" с линейной фазой и плоским ГВЗ.

	<p>Перед выполнением калибровки необходимо выбрать подходящую для выполнения измерений апертуру. Изменение апертуры между калибровками приводит к уменьшению точности измерений.</p> <p>Подсоедините образцовый или калибровочный смеситель вместо ИУ.</p> <p>Используйте в качестве гетеродина сигнал внешнего генератора. Установите частоту и уровень мощности. Синхронизируйте опорные частоты гетеродина и ZVA таким образом, чтобы можно было использовать узкую полосу частот.</p> <p>Чтобы синхронизировать ZVA с генератором сигналов, используйте подключение с помощью подходящего кабеля и нажмите:</p> <p><b>System Config</b> – External Reference  <b>PWR BW AVG</b>      Meas Bandwidth:-100 Hz      AVERAGE FACTOR: 10      AVERAGE ON</p>
	<p><b>Нажмите:</b>  <b>MODE</b> - MIXER DELAY MEAS – CAL MIXER DELAY MEAS...</p> <p>Будет открыто диалоговое окно для выполнения калибровки.</p>

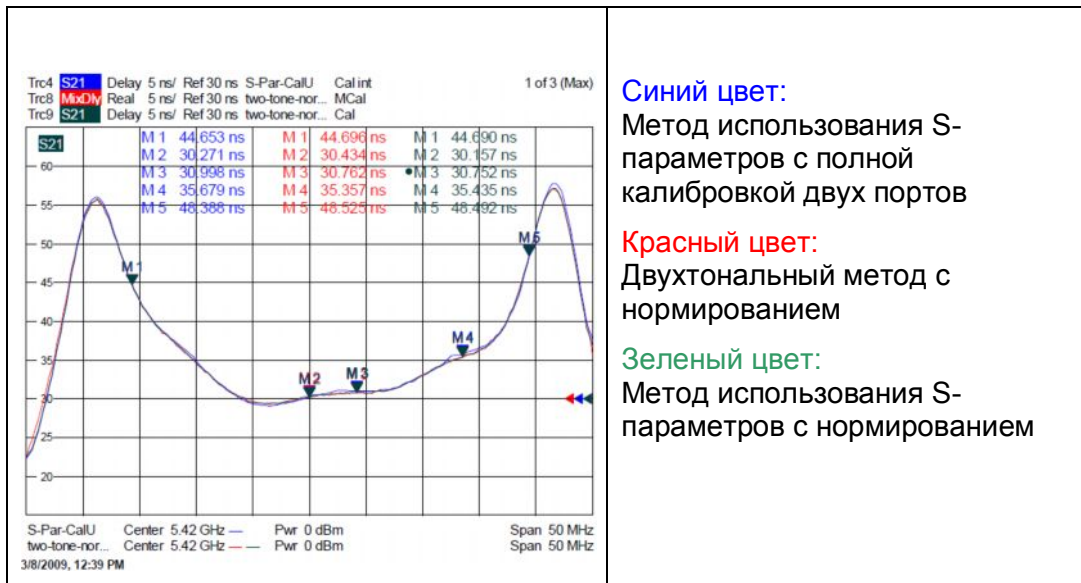
	<p>Для измерения абсолютного значения ГВЗ необходимо загрузить данные калибровочного смесителя с помощью кнопки "Load".</p> <p>Для измерения относительного значения ГВЗ с помощью кнопки "Zero Delay" (нулевая задержка) загружается набор данных нулевой задержки.</p> <p>Нажмите кнопку: Take Cal Sweep</p> <p>Дождитесь появления сообщения об окончании "finished" и закройте диалоговое окно.</p> <p>При необходимости, калибровочные данные могут быть сохранены и позже вызваны с помощью кнопок "Save" (сохранить) и "Load" (загрузить).</p>
<p>Trc1 MixDly Real 100 ps/ Ref 0 s MCal</p> 	<p>Метка MCal на кривой означает, что кривая откалибрована.</p>



## 4 Результаты тестирования

### 4.1 Сравнение двухтонального метода измерений и метода использования S-параметров

#### 4.1.1 Измерение параметров фильтра

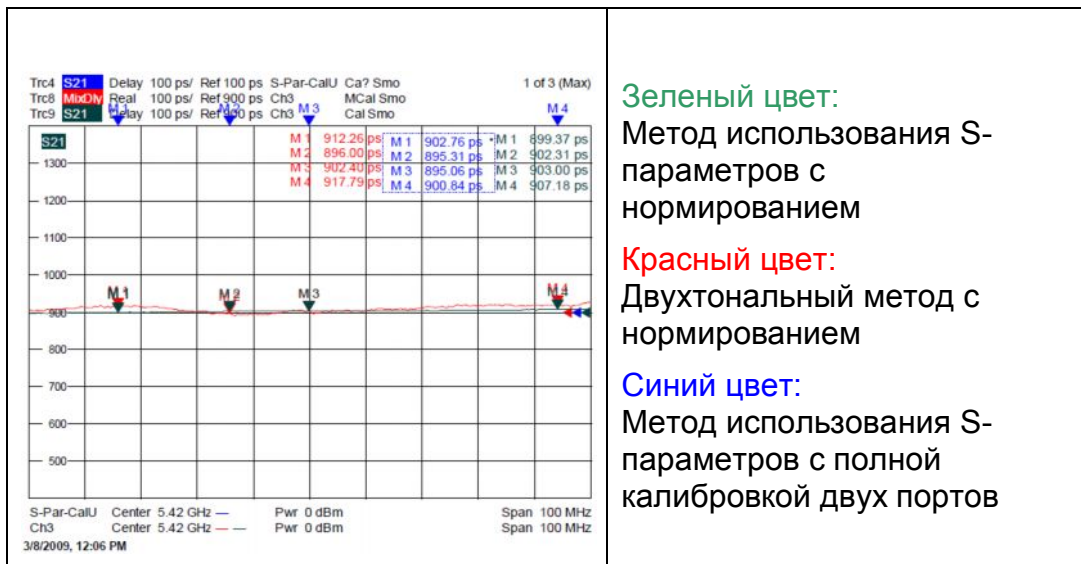


**Синий цвет:**  
Метод использования S-параметров с полной калибровкой двух портов

**Красный цвет:**  
Двухтональный метод с нормированием

**Зеленый цвет:**  
Метод использования S-параметров с нормированием

#### 4.1.2 Измерение параметров кабеля

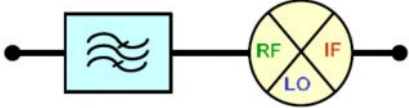
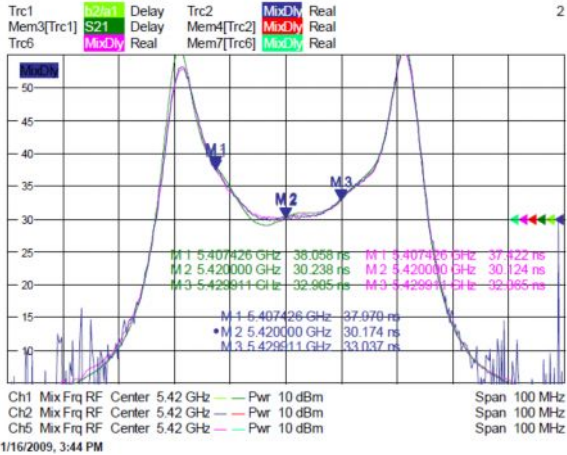


**Зеленый цвет:**  
Метод использования S-параметров с нормированием

**Красный цвет:**  
Двухтональный метод с нормированием

**Синий цвет:**  
Метод использования S-параметров с полной калибровкой двух портов

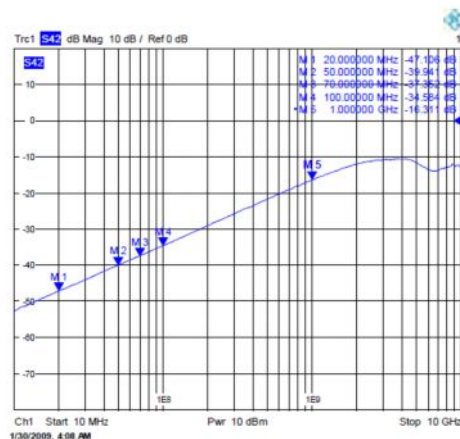
## 4.2 Измерение параметров преобразователя

	<p>Сравнение результатов измерений параметров фильтра и комбинации фильтра и смесителя.</p>																														
 <table border="1" data-bbox="379 918 948 1066"> <thead> <tr> <th>M</th> <th>Freq (GHz)</th> <th>Value</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M1</td> <td>5.407426</td> <td>-38.058 ns</td> </tr> <tr> <td>M2</td> <td>5.420000</td> <td>30.238 ns</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>5.428911</td> <td>-32.905 ns</td> </tr> <tr> <td>M1</td> <td>5.407400</td> <td>37.422 ns</td> </tr> <tr> <td>M2</td> <td>5.420000</td> <td>30.124 ns</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>5.428911</td> <td>-32.365 ns</td> </tr> <tr> <td>M1</td> <td>5.407426</td> <td>-37.070 ns</td> </tr> <tr> <td>M2</td> <td>5.420000</td> <td>30.174 ns</td> </tr> <tr> <td>M3</td> <td>5.428911</td> <td>33.037 ns</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ch1 Mix Freq RF Center 5.42 GHz Pwr 10 dBm Span 100 MHz          Ch2 Mix Freq RF Center 5.42 GHz Pwr 10 dBm Span 100 MHz          Ch5 Mix Freq RF Center 5.42 GHz Pwr 10 dBm Span 100 MHz          1/16/2009, 3:44 PM</p>	M	Freq (GHz)	Value	M1	5.407426	-38.058 ns	M2	5.420000	30.238 ns	M3	5.428911	-32.905 ns	M1	5.407400	37.422 ns	M2	5.420000	30.124 ns	M3	5.428911	-32.365 ns	M1	5.407426	-37.070 ns	M2	5.420000	30.174 ns	M3	5.428911	33.037 ns	<p>Темно-зеленая кривая отображает результаты измерений параметров фильтра при полной калибровке двух портов (в режиме без преобразования частоты).</p> <p>Синяя кривая отображает результаты измерений параметров фильтра после нормирования параметра передачи.</p> <p>Сиреневая кривая отображает ГВЗ всего преобразователя после калибровки с образцовым смесителем.</p> <p>Максимальная девиация всех измерений составляет около 200 пс.</p>
M	Freq (GHz)	Value																													
M1	5.407426	-38.058 ns																													
M2	5.420000	30.238 ns																													
M3	5.428911	-32.905 ns																													
M1	5.407400	37.422 ns																													
M2	5.420000	30.124 ns																													
M3	5.428911	-32.365 ns																													
M1	5.407426	-37.070 ns																													
M2	5.420000	30.174 ns																													
M3	5.428911	33.037 ns																													

## 5 Приложение

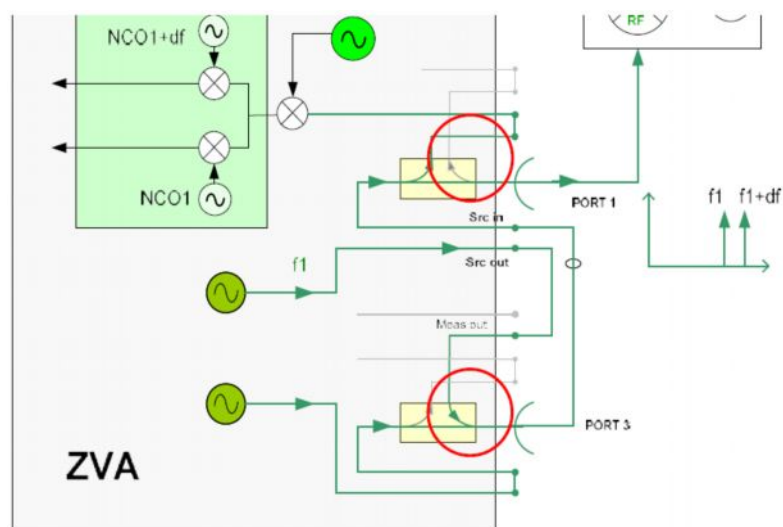
### 5.1 Использование альтернативных установок при пониженных частотах

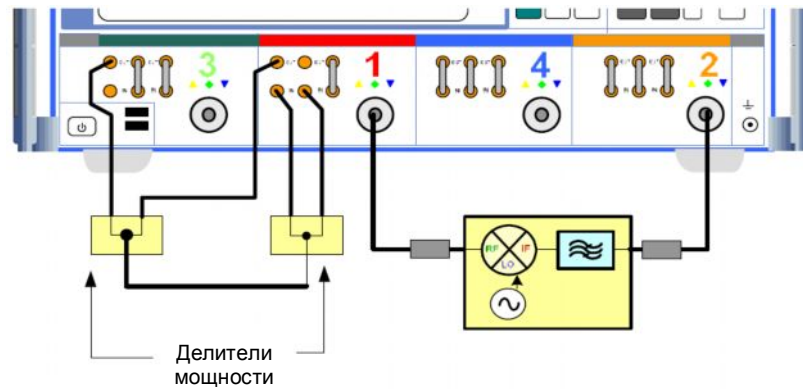
Потери в ответвителе СВЧ-приборов ZVA24, ZVA40 и ZVA50:



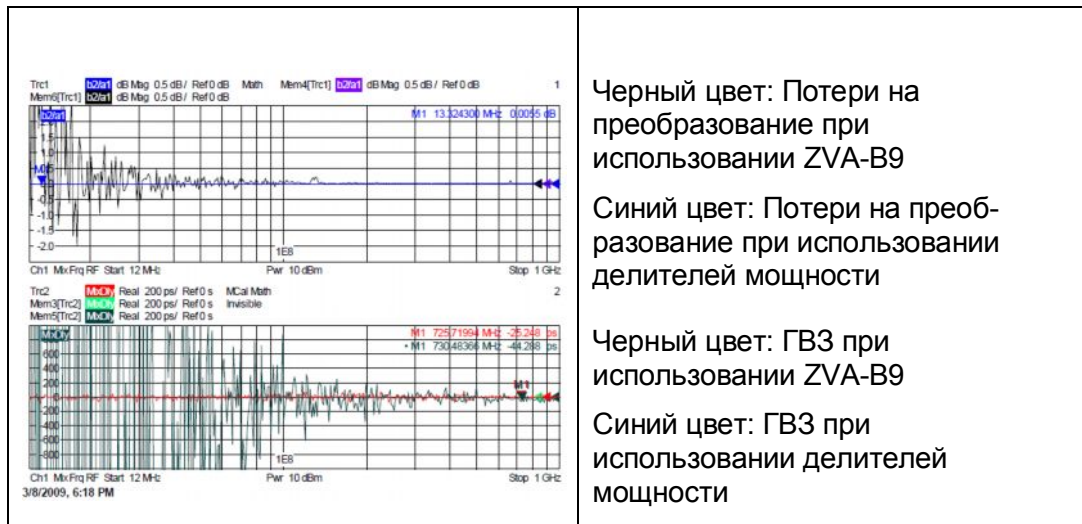
#### 5.1.1 Установка для входных частот менее 700 МГц при использовании ZVA24, ZVA40 или ZVA50 (повышающее преобразование)

Данный случай может иметь наибольшее влияние на зашумленность кривой. Причиной является то, что опорный сигнал порта 1 ослабляется потерями в ответвителе порта 3, который используется как сумматор. При частоте 100 МГц потери составят около 35 дБ. Кроме того, перед измерением сигнала с помощью приемника а1 порта 1 двухтональный сигнал ослабляется еще раз (т.е. 35 дБ на частоте 100 МГц).

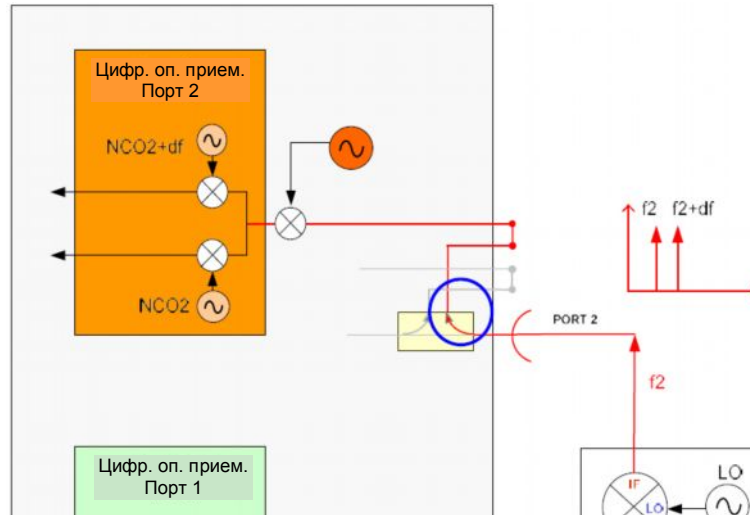




Для снижения зашумленности кривой вместо ZVA-B9 используются делители мощности.

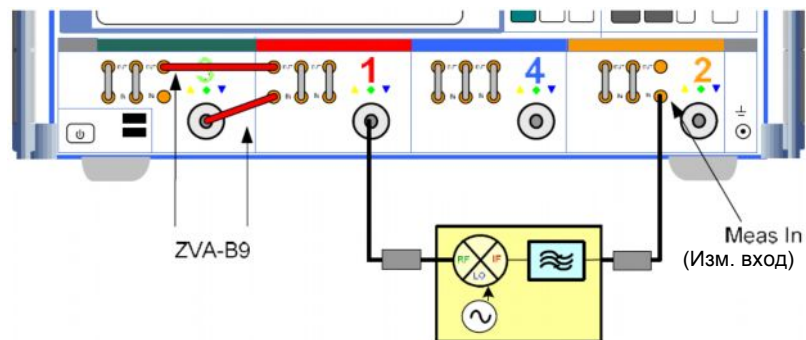


### 5.1.2 Установка для выходных частот менее 700 МГц при использовании ZVA24, ZVA40 или ZVA50 (понижающее преобразование)

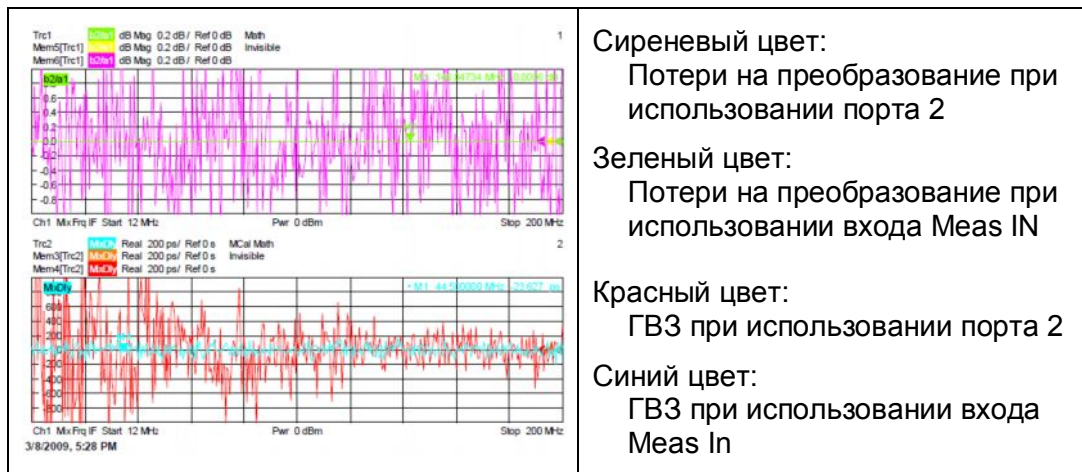


Для того чтобы избежать потерь в ответвителе порта 2 может быть использован прямой доступ к приемнику.

В таком случае, чтобы избежать потерь в ответвителе, выход ИУ подключается к измерительному входу **Meas In** порта 2.



Использование входа Meas In вместо порта 2 снижает зашумленность кривой.



## 5.2 Поиск подходящей частоты гетеродина

Port Configuration

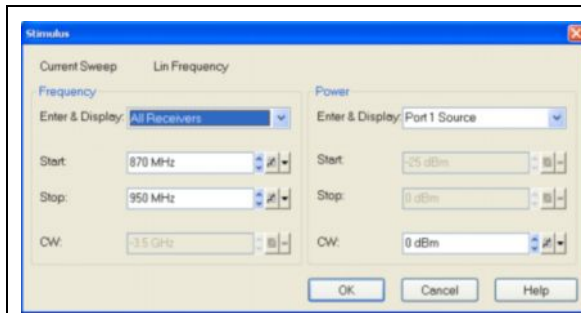
Meas	Phys	Source	Gen	Frequency	Frequency Result	Power	Power Result	Receiver	Frequency	Frequency Result
<input checked="" type="checkbox"/>	Port 1	<input checked="" type="checkbox"/>	fb	5.37 GHz .. 5.45 GHz	Pb	0 dBm	fb -45 GHz	870 MHz .. 950 MHz		
<input checked="" type="checkbox"/>	Port 2	<input checked="" type="checkbox"/>	fb	5.37 GHz .. 5.45 GHz	Pb	0 dBm				
<input checked="" type="checkbox"/>	Port 4	<input checked="" type="checkbox"/>	fb	5.37 GHz .. 5.45 GHz	Pb	0 dBm				

Port 1 Source Frequency

fb (Channel Base Frequency): 5.37 GHz .. 5.45 GHz

Result: 5.42 GHz

Создайте новый канал:  
Нажмите:  
**CHAN SELECT – ADD CHANNEL+ TRACE+ DIAG AERA**  
**MEAS - WAVE QUANTITIES - b2**  
Src Port 1  
**MODE – PORT CONFIG**  
Нажмите fb ...(Частота) для порта 1 (Port 1)  
Установите постоянное значение ВЧ, попадающее в полосу пропускания ИУ.  
В данном примере использовано значение 5,42 ГГц.  
Нажмите кнопку "OK".

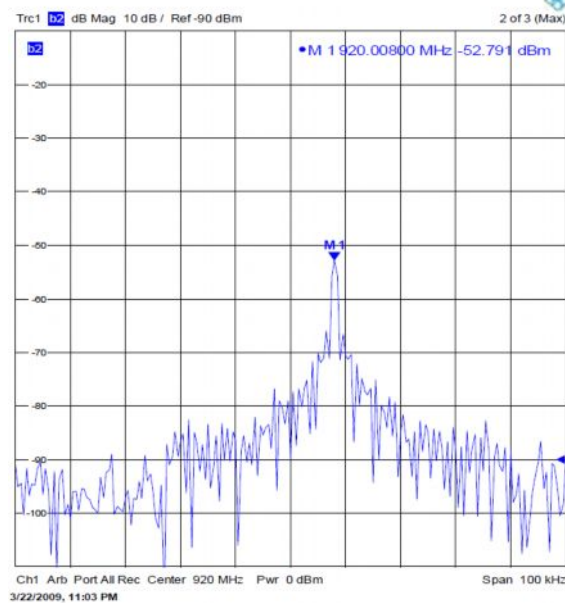


Установите параметром оси (воздействия) частоту ПЧ:

Нажмите "Stimulus" (воздействие).

Выберите "All Receivers" (все приемники).

Два раза нажмите кнопку "OK".



Уменьшите полосу обзора и полосу измерений:

**SWEEP** - SPAN 100 kHz

**Pwr BW AVG** –  
MEAS BANDWIDTH: 1 kHz

**SEARCH** – MARKER  
TRACKING - SEARCH MAX

Маркер автоматически установится на максимум. Значение маркера покажет ПЧ с учетом понижающего преобразования.

ЧГ вычисляется как ВЧ-ПЧ  
ЧГ = 5,42 ГГц-920,008 ГГц  
**ЧГ = 4,499992 ГГц**

## 6 Информация для заказа

Наименование	Тип	Код заказа
Измерение параметров смесителей с векторной коррекцией <sup>1)</sup>	ZVA-K5	1311.3134.02
Измерение ГВЗ смесителей со встроенным гетеродином <sup>1)</sup>	ZVA-K9	1311.3128.02
Преобразователь частоты	ZVA-K4	1164.1863.02
Набор кабелей для ZVA-K9 для ZVA8	ZVA-B9	1305.6541.02
Набор кабелей для ZVA-K9 для ZVA24 / ZVA40 2,9 мм	ZVA-B9	1305.6541.03
Набор кабелей для ZVA-K9 для ZVA 50	ZVA-B9	1305.6541.04

<sup>1)</sup> требуется опция ZVA-K4

## О компании Rohde & Schwarz

Rohde & Schwarz представляет собой независимую группу компаний, специализирующуюся на производстве электронного оборудования. Rohde & Schwarz является ведущим поставщиком контрольно-измерительных систем и приборов, оборудования для теле- и радиовещания, систем радиомониторинга и радиопеленгации, а также систем профессиональной радиосвязи специального назначения. Rohde & Schwarz успешно работает уже 75 лет, представительства и сервисные центры компании находятся в более чем 70 странах. Головной офис компании расположен в Мюнхене, Германия.

## Представительство в Москве:

115093 Москва, ул. Павловская, 7, стр.1, этаж 5  
тел. +7 (495) 981 35 60, факс +7 (495) 981 35 65  
[info.russia@rohde-schwarz.com](mailto:info.russia@rohde-schwarz.com)  
[www.rohde-schwarz.ru](http://www.rohde-schwarz.ru)

## Контакты в регионах

Европа, Африка, Ближний Восток  
+49 89 4129 12345

[customersupport@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport@rohde-schwarz.com)

Северная Америка  
1-888-TEST-RSA (1-888-837-8772)  
[customer.support@rsa.rohde-schwarz.com](mailto:customer.support@rsa.rohde-schwarz.com)

Латинская Америка  
+1-410-910-7988  
[customersupport.la@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport.la@rohde-schwarz.com)

Азия/Тихий океан  
+65 65 13 04 88  
[customersupport.asia@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport.asia@rohde-schwarz.com)

Китай  
+86-800-810-8228 / +86-400-650-5896  
[customersupport.china@rohde-schwarz.com](mailto:customersupport.china@rohde-schwarz.com)

## Обязательства по охране окружающей среды

- Энергосберегающие изделия
- Постоянное улучшение экологической устойчивости
- Сертифицированная система экологического менеджмента ISO 14001



Данный документ и поставляемые программы могут применяться только при соблюдении условий, изложенных в области загрузки веб-сайта Rohde & Schwarz.

R&S® является зарегистрированным товарным знаком компании Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG. Товарные знаки и торговые марки принадлежат соответствующим владельцам.

**Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG**

Mühlendorfstraße 15 | D - 81671 München

Тел. + 49 89 4129 - 0 | Факс + 49 89 4129 - 13777

[www.rohde-schwarz.com](http://www.rohde-schwarz.com)