

# Анализаторы цепей векторные

**АКИП-6604/1**  
**АКИП-6604/3**

**АКИП-6604/2**  
**АКИП-6604/4**

## Руководство по эксплуатации



1	НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ .....	3
1.1	Информация об утверждении типа СИ: .....	4
2	ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ .....	5
2.1	Ключевые спецификации .....	5
2.2	Технические характеристики измерительного порта «Выход» .....	5
2.3	Технические характеристики измерительного порта «Вход» .....	6
2.4	Входы/Выходы измерительного порта (коннекторы) .....	8
2.5	Общие технические данные .....	8
3	СОСТАВ КОМПЛЕКТА .....	9
4	УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ .....	10
4.1	Термины и определения .....	10
4.2	Символы и предупреждения безопасности .....	10
4.3	Общие требования по технике безопасности .....	10
4.4	Знаки на корпусе прибора .....	10
5	ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....	11
5.1	Общие указания по эксплуатации .....	11
5.2	Внешний вид и габаритные размеры .....	12
5.3	Условия эксплуатации .....	13
6	РАБОТА С АНАЛИЗАТОРОМ .....	14
6.1	Описание передней панели .....	14
6.2	Описание задней панели .....	18
6.3	Пользовательский интерфейс .....	20
6.4	Сенсорный экран .....	24
7	ОСНОВНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ .....	25
7.1	Параметры измерения .....	25
7.2	Диапазон частот .....	26
7.3	Уровень мощности .....	27
7.4	Развертка .....	30
7.5	Синхронизация .....	32
7.6	Формат данных .....	36
7.7	Масштаб .....	39
7.8	Avg BW .....	42
7.9	Настройки по умолчанию .....	45
8	КАЛИБРОВКА ИЗМЕРЕНИЙ .....	46
8.1	Обзор .....	46
8.2	Типы калибровки .....	47
8.3	Калибровка измерения S-параметров .....	49
8.4	Калибровка мощности внутреннего источника .....	66
8.5	Калибровка приемника .....	67
8.6	Панель инструментов Port Extensions (Расширения порта) .....	68
8.7	Функция измерения с оснасткой .....	70
8.8	Добавление или исключение адаптера .....	74
8.9	Электронная калибровка (ECal) .....	76
9	АНАЛИЗ ДАННЫХ .....	80
9.1	Маркеры .....	80
9.2	Математические операции .....	86
9.3	Преобразование .....	86
9.4	Редактор формул .....	88
9.5	Статистика .....	94
9.6	Допусковый контроль .....	94
9.7	Тест неравномерности .....	96
9.8	Проверка по предельной полосе пропускания .....	97
9.9	Настройка временной области .....	98
9.10	Окно .....	100
9.11	Связь измерительных графиков .....	101
9.12	Маркер расстояния .....	102
10	ЗАПИСЬ И ВЫЗОВ .....	104
11	СИСТЕМНЫЕ НАСТРОЙКИ .....	106
12	ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И УХОД .....	109
13	ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА .....	109

# 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Анализатор цепей это эффективный измерительный прибор, который обеспечивает высокую точность измерений. Анализатор цепей является СИ для выполнения сложных измерений в лабораториях и на производстве, включая измерения линейных характеристик ВЧ компонентов и устройств. Также он может использоваться для проверки целостности сигнала и измерений параметров материалов, для оценки согласования импедансов линий передачи и АФУ в частотном диапазоне.

Анализатор обеспечивает измерения амплитуды, фазы и сопротивления проверяемого устройства, сравнивая падающий сигнал, генерируемый анализатором, либо с сигналом, прошедшим через проверяемое устройство, либо с сигналом, который отразился от его входа (проверяемого устройства).

Анализатор цепей – это калиброванная закрытая система по принципу «воздействие-отклик», поэтому вы можете измерять ВЧ характеристики с исключительной точностью. Архитектура и алгоритм работы прибора позволяет учитывать влияние ошибок при высокоточных измерениях значений амплитуды и фазы сигналов.

Серия **АКИП-6604** представляет собой векторные анализаторы цепей (**VNA**) в двух и четырех портов исполнении и диапазоном часто до 8,5 ГГц. Отличия в модельном ряду приведены в таблице 1.1. Векторный анализатор объединяет функции источника сигнала и следящего анализатора спектра, и таким образом представляет собой оптимальную измерительную систему параметров РЭУ, позволяющую и сформировать входное тестовое воздействие, и увидеть сигнал на выходе устройства (принцип «воздействие-отклик»).

Прибор предназначен для проверки, настройки и разработки различных радиотехнических устройств в условиях промышленного производства и лабораторий, в том числе в составе автоматизированных измерительных стендов.

Основная задача - измерение комплексных коэффициентов передачи и отражения при тестировании **характеристик активных и пассивных радиоустройств**: аттенуаторов, усилителей, фильтров, антенн, фидеров, волноводов, преобразователей частоты и многих других компонентов РЭА, устройств используемые в различных телекоммуникационных схемах.

Возможность выполнения в приемнике полной 2-ух или 4-х портовой коррекцию параметров рассеяния SOLT, SOLR, TRL, Response и Enhanced Response для повышения гибкости в исследованиях, разработках и производственных приложениях.

Таблица 1.1

Модель	Кол-во портов	Диапазон частот	Выходной уровень	Динамический диапазон
АКИП-6604/1	2	9 кГц ... 4,5 ГГц	- 55 дБм ... 10 дБм	125 дБ (ПЧ = 10 Гц)
АКИП-6604/2	4	9 кГц ... 4,5 ГГц		
АКИП-6604/3	2	9 кГц ... 8,5 ГГц		
АКИП-6604/4	4	9 кГц ... 8,5 ГГц		

## Особенности и функции:

- Полоса фильтра ПЧ (IFBW): 10 Гц ... 3 МГц
- Разрешение при установки частоты/уровня: 1 Гц, 0,05 дБ
- Различные виды калибровки: простая, расширенная, полная (от одного до четырех портов), TRL-калибровка
- Измеряемые параметры: параметры рассеяния (S-параметры), дифференциальные измерения, измерения приемника, анализ параметров во временной области (опция), параметры пульсаций, импеданс, добавление или удаление кабелей и испытательных приспособлений, TDR рефлектометр (опция)
- Поддержка инжекторов питания (Bias-Tees)
- Интерфейсы: USB, LAN, опционально GPIB
- Дистанционное управление: SCPI/Labview/IVI на базе USB-TMC/VXI-11/Socket/Telnet/WebServer
- Видео выход (HDMI)

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

#### **Внимание:**



1. Все изделия запатентованы, их торговые марки и знаки зарегистрированы. Изготовитель оставляет за собой право без дополнительного уведомления изменить спецификации изделия и конструкцию (внести не принципиальные изменения, не влияющие на его технические характеристики). При небольшом количестве таких изменений, коррекция эксплуатационных документов не проводится.

2. В соответствии с **ГК РФ** (ч.IV , статья 1227, п. 2): **«Переход права собственности на вещь не влечет переход или предоставление интеллектуальных прав на результат интеллектуальной деятельности»** , соответственно приобретение данного средства измерения не означает приобретение прав на его конструкцию, отдельные части, программное обеспечение, руководство по эксплуатации и т.д. Полное или частичное копирование, опубликование и тиражирование руководства по эксплуатации запрещено.

#### **1.1 ИНФОРМАЦИЯ ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ТИПА СИ:**

Анализаторы цепей векторные АК ИП-6604.

Модификации АК ИП-6604/1, АК ИП-6604/2, АК ИП-6604/3, АК ИП-6604/4

Номер в реестре: 88223-23

## 2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 2.1 КЛЮЧЕВЫЕ СПЕЦИФИКАЦИИ

Рабочий диапазон частот:

- АК ИП-6604/1, АК ИП-6604/2 - 9 кГц ... 4,5 ГГц
- АК ИП-6604/3, АК ИП-6604/4 - 9 кГц ... 8,5 ГГц

Число портов:

- АК ИП-6604/1, АК ИП-6604/3 - 2
- АК ИП-6604/2, АК ИП-6604/4 - 4

Полоса фильтра ПЧ (IFBW): 10 Гц ... 3 МГц

Диапазон установки выходного уровня: - 55 дБм ... 10 дБм

Динамический диапазон (ПЧ 10 Гц):

- 9 кГц ... 18 кГц 73 дБ
- >18 кГц ... 30 кГц 74 дБ
- >30 кГц ... 300 кГц 95 дБ
- >300 кГц ... 500 кГц 120 дБ
- >500 кГц ... 1 МГц 125 дБ
- >1 МГц ... 4,5 ГГц 125 дБ
- >4,5 ГГц ... 5 ГГц 125 дБ
- >5 ГГц ... 6,8 ГГц 110 дБ
- >6,8 ГГц ... 7,7 ГГц 100 дБ
- >7,7 ГГц ... 8,5 ГГц 95 дБ

### 2.2 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПОРТА

#### «ВЫХОД»

##### Выходная частота

Рабочий диапазон частот:

- АК ИП-6604/1, АК ИП-6604/2 - 9 кГц ... 4,5 ГГц
- АК ИП-6604/3, АК ИП-6604/4 - 9 кГц ... 8,5 ГГц

Разрешение: 1 Гц

Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора

- Стандартное исполнение:  $\pm 1 \cdot 10^{-6}$  ( $23 \pm 3^\circ\text{C}$ )
- Опция 10М-ОСХО-Л:  $\pm 1 \cdot 10^{-7}$  ( $23 \pm 3^\circ\text{C}$ )

##### Выходная мощность

Номинальная мощность: 0 дБм

Абсолютная погрешность установки уровня мощности 0 дБм:  $\pm 1,5$  дБ

Диапазон установки мощности генератора в диапазонах частот (Ps):

- 9 кГц ... 18 кГц -55 дБм ... -5 дБм
- >18 кГц ... 30 кГц -55 дБм ... 0 дБм
- >30 кГц ... 70 кГц -55 дБм ... 2 дБм
- >70 кГц ... 100 кГц -55 дБм ... 5 дБм
- >100 кГц ... 300 кГц -55 дБм ... 7 дБм
- >300 кГц ... 5 ГГц -55 дБм ... 10 дБм
- >5 ГГц ... 6,8 ГГц -55 дБм ... 8 дБм
- >6,8 ГГц ... 7,7 ГГц -55 дБм ... 5 дБм
- >7,7 ГГц ... 8 ГГц -55 дБм ... 4 дБм
- >8 ГГц ... 8,5 ГГц -55 дБм ... 0 дБм

Дискретность установки: 0,05 дБ

Нелинейность амплитудной характеристики генератора: 0,5 дБ

##### Чистота выходного сигнала измерительного порта

Гармоники (2-я и 3-я), при уровне 0 дБм:

- 9 кГц ... 100 кГц < -20 дБн
- >100 кГц ... 8,5 ГГц < -28 дБн

Негармонические колебания, при уровне 0 дБм: < -30 дБн

## 2.3 ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПОРТА «ВХОД»

### Входная мощность

Максимальная входная мощность: +10 дБм

Защита входа: +27 дБм (ВЧ) или 35 В (постоянный ток)

Абсолютная погрешность измерения уровня мощности:

- ±1,5 дБ – в режиме векторного анализатора цепей
- ±2 дБ – в режиме анализатора спектра (при установленной опции SA)

Нелинейность приемного тракта при измерении уровня входной мощности: 0,5 дБ

Уровень собственного шума приемников, нормализованный к полосе 10 Гц, в диапазоне частот (Nf):

- 9 кГц ... 100 кГц -100 дБ
- >100 кГц ... 300 кГц -110 дБ
- >300 кГц ... 500 кГц -120 дБ
- >500 кГц ... 1 МГц -125 дБ
- >1 МГц ... 4,5 ГГц -125 дБ
- >4,5 ГГц ... 8,5 ГГц -125 дБ

Точка компрессии по уровню мощности на измерительных портах (Lc) +10 дБм:

- 9 кГц ... 3 ГГц ±0,1024 дБ
- >3 ГГц ... 6 ГГц ±0,143 дБ
- >6 ГГц ... 8,5 ГГц ±0,133 дБ

Перекрестные потери:

- 9 кГц ... 100 кГц -100 дБ
- >100 кГц ... 10 МГц -110 дБ
- >10 МГц ... 8,5 ГГц -120 дБ

Среднеквадратическое отклонение значения шумов измерительного тракта при измерении модуля/фазы коэффициентов передачи и отражения

Модуль:

- 100 кГц ... 10 МГц (полоса ПЧ 1 кГц) 0,009 дБ
- >10 МГц ... 13,5 ГГц (полоса ПЧ 10 кГц) 0,009 дБ
- >13,5 ГГц ... 26,5 ГГц (полоса ПЧ 10 кГц) 0,015 дБ

Фаза:

- 100 кГц ... 10 МГц (полоса ПЧ 1 кГц) 0,05°
- >10 МГц ... 13,5 ГГц (полоса ПЧ 10 кГц) 0,05°
- >13,5 ГГц ... 26,5 ГГц (полоса ПЧ 10 кГц) 0,09°

Нескорректированные характеристики анализаторов (без использования калибровочных наборов):

	9 кГц ... 3 ГГц	>3 ГГц ... 6 ГГц	> 6 ... 8,5 ГГц
Направленность (Ed)	-22 дБ	-20 дБ	-16 дБ
Согласование источника (Es)	-22 дБ	-20 дБ	-16 дБ
Согласование нагрузки (El)	-12 дБ	-11 дБ	-10 дБ
Неравномерность коэффициента передачи (Et)	±1 дБ	±1 дБ	±1 дБ
Неравномерность коэффициента отражения (Er)	±1 дБ	±1 дБ	±1 дБ

Корректированные характеристики анализаторов (с использованием калибровочных наборов), полоса пропускания 10 Гц, без применения усреднения

	9 кГц ... 3 ГГц	>3 ... 6 ГГц	>6 ... 8,5 ГГц
Направленность (Ed)	-41 дБ	-39 дБ	-37 дБ
Согласование источника (Es)	-36 дБ	-30 дБ	-20 дБ
Согласование нагрузки (El)	-41 дБ	-37 дБ	-35 дБ
Неравномерность коэффициента передачи (Et)	±0,004 дБ	±0,003 дБ	±0,004 дБ
Неравномерность коэффициента отражения (Er)	±0,06 дБ	±0,09 дБ	±0,11 дБ

### Погрешность измерений

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента отражения  $\Delta S_{11}$  (полоса пропускания 10 Гц, без применения усреднения), дБ:

$$Lc * \left( Ed * \frac{S_{11} * Er}{1 - S_{11} * Es} \right) + \sqrt{\frac{Nf}{Ps}} * \left( \frac{Er}{1 - S_{11} * Es} + \frac{Ed}{S_{11}} \right) - S_{11}$$

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента отражения  $\Delta \varphi$  (полоса пропускания 10 Гц, без применения усреднения), градус:

$$0,5 + \frac{180}{\pi} * \arcsin\left(\frac{\Delta S_{11}}{S_{11}}\right)$$

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений модуля коэффициента передачи  $\Delta S_{21}$  (полоса пропускания 10 Гц, без применения усреднения), дБ:

$$0,2 + \frac{Lc * \left( \frac{S_{21} * Er}{1 - El * Es * S_{21}^2} \right) + \frac{Et * \sqrt{\frac{Nf}{Ps}}}{1 - El * Es * S_{21}^2}}{S_{21}}$$

Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений фазы коэффициента передачи (полоса пропускания 10 Гц, без применения усреднения), градус:

$$0,5 + \frac{180}{\pi} * \arcsin(\Delta S_{21} - 1)$$

### Температурная стабильность

Амплитуда:

- 9 кГц ... 3 ГГц ± 0,005 дБ/°С
- 3 ГГц ... 8,5 ГГц ± 0,014 дБ/°С

Фаза:

- 9 кГц ... 3 ГГц ± 0,1 °/°С
- 3 ГГц ... 8,5 ГГц ± 0,3 °/°С

### Время развертки

<b>Старт: 100 кГц</b> <b>Стоп: 8,5 ГГц</b> <b>Полоса ПЧ: 500 кГц</b>	Точки	201	401	1601	6401
	Без коррекции	15 мс	17 мс	35 мс	141 мс
	2-порт кал.	30 мс	34 мс	70 мс	282 мс
	4-порт кал.	60 мс	68 мс	140 мс	564 мс
<b>Старт: 100 кГц</b> <b>Стоп: 8,5 ГГц</b> <b>Полоса ПЧ: 100 кГц</b>	Точки	201	401	1601	6401
	Без коррекции	17 мс	20 мс	46 мс	185 мс
	2-порт кал.	34 мс	40 мс	92 мс	370 мс
	4-порт кал.	68 мс	80 мс	184 мс	740 мс
<b>Старт: 100 кГц</b> <b>Стоп: 8,5 ГГц</b> <b>Полоса ПЧ: 10 кГц</b>	Точки	201	401	1601	6401
	Без коррекции	33 мс	52 мс	175 мс	698 мс
	2-порт кал.	66 мс	104 мс	350 мс	1396 мс
	4-порт кал.	132 мс	208 мс	700 мс	2792 мс
<b>Старт: 100 кГц</b> <b>Стоп: 8,5 ГГц</b> <b>Полоса ПЧ: 1 кГц</b>	Точки	201	401	1601	6401
	Без коррекции	193 мс	372 мс	1452 мс	5806 мс
	2-порт кал.	386 мс	744 мс	2904 мс	11612 мс
	4-порт кал.	772 мс	1488 мс	5808 мс	23224 мс

## 2.4 ВХОДЫ/ВЫХОДЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО ПОРТА (КОННЕКТОРЫ)

Передняя панель: вход измерительного порта, N-тип, 50 Ом. Защита входа: +27 дБм (ВЧ) или 35 В (постоянный ток).

Задняя панель:

- Вход синхросигнала: BNC-тип, 5 В TTL
- Выход синхросигнала: BNC-тип, макс. ток 20 мА, 3,3 В TTL
- Вход внешнего опорного сигнала: BNC-тип, 50 Ом, 10 МГц  $\pm 10$  ppm, -3 дБм ... 10 дБм
- Выход опорного сигнала: BNC-тип, 50 Ом, синусоидальная форма, 10 МГц  $\pm 5$  ppm, 0 дБм  $\pm 3$  дБ
- Вход сигнала смещения: BNC-тип, максимальное напряжение:  $\pm 35$  В (постоянный ток), максимальный ток:  $\pm 300$  мА, защита входа: 500 мА

## 2.5 ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Интерфейс ДУ: USB (USB/TMC), LAN

Видео выход: HDMI

Экран: Цветной сенсорный ЖК, диагональ 30,7 см, разрешение 1280x800

Питание:

- 100 ... 240 В, 50/60 Гц
- 100 ... 120 В, 400 Гц

Потребляемая мощность:

- 50 Вт - АКПП-6604/1, АКПП-6604/3
- 70 Вт - АКПП-6604/2, АКПП-6604/4

Габаритные размеры: 378 x 284 x 126 мм

Масса (не более):

- 5,5 кг - АКПП-6604/1, АКПП-6604/3
- 7,4 кг - АКПП-6604/2, АКПП-6604/4

Условия эксплуатации: 0 ... 40 °С, относ. влажность до 85%

### 3 СОСТАВ КОМПЛЕКТА

В комплект поставки входят:

Наименование	Количество
Анализатор цепей (в зависимости от заказа)	1
Кабель питания	1
Руководство по эксплуатации (CD-диск)	1
Защитная крышка для экрана	1
Кабель USB	1
Упаковочная коробка	1

Опции, поставляемые по отдельному заказу:

<b>10M-ОСХО-L</b>	Аппаратная опция - высокопроизводительный эталонный источник. Пределы допускаемой относительной погрешности частоты опорного генератора: $\pm 1 \cdot 10^{-7}$ ( $23 \pm 3^\circ\text{C}$ ) Стабильность: $\pm 1 \cdot 10^{-9}$ (0 ... $40^\circ\text{C}$ )
<b>SNA5000-TDA</b>	Программная опция анализа во временной области (TDA).
<b>SNA5000-TDR</b>	Программная опция рефлектометра (TDR).
<b>SNA5000-SA</b>	Программная опция анализатора спектра.

Аксессуары и принадлежности, поставляемые по отдельному заказу:

<b>F503ME</b>	Механический калибровочный комплект, тип N (папа), 50 Ом, 4 ГГц. Состав комплекта: нагрузка холостого хода, короткозамкнутая нагрузка, согласованная нагрузка и перемычка с соединителями тип N.
<b>F503FE</b>	Механический калибровочный комплект, тип N (мама), 50 Ом, 4 ГГц. Состав комплекта: нагрузка холостого хода, короткозамкнутая нагрузка, согласованная нагрузка и перемычка с соединителями тип N.
<b>F603ME</b>	Механический калибровочный комплект, тип 3,5 / SMA (папа), 50 Ом, 4 ГГц. Состав комплекта: нагрузка холостого хода, короткозамкнутая нагрузка, согласованная нагрузка и перемычка с соединителями тип 3,5 / SMA.
<b>F603FE</b>	Механический калибровочный комплект, тип 3,5 / SMA (мама), 50 Ом, 4 ГГц. Состав комплекта: нагрузка холостого хода, короткозамкнутая нагрузка, согласованная нагрузка и перемычка с соединителями тип 3,5 / SMA.
<b>F504MS</b>	Механический калибровочный комплект, тип N (папа), 50 Ом, 9 ГГц. Состав комплекта: нагрузка холостого хода, короткозамкнутая нагрузка, согласованная нагрузка и перемычка с соединителями тип N.
<b>F504FS</b>	Механический калибровочный комплект, тип N (мама), 50 Ом, 9 ГГц. Состав комплекта: нагрузка холостого хода, короткозамкнутая нагрузка, согласованная нагрузка и перемычка с соединителями тип N.
<b>F504TS</b>	Механический калибровочный комплект, тип N (папа и мама), 50 Ом, 9 ГГц. Состав комплекта: нагрузка холостого хода, короткозамкнутая нагрузка, согласованная нагрузка и перемычка с соединителями тип N.
<b>F604MS</b>	Механический калибровочный комплект, тип 3,5 / SMA (папа), 50 Ом, 9 ГГц. Состав комплекта: нагрузка холостого хода, короткозамкнутая нагрузка, согласованная нагрузка и перемычка с соединителями тип 3,5 / SMA.
<b>F604FS</b>	Механический калибровочный комплект, тип 3,5 / SMA (мама), 50 Ом, 9 ГГц. Состав комплекта: нагрузка холостого хода, короткозамкнутая нагрузка, согласованная нагрузка и перемычка с соединителями тип 3,5 / SMA.
<b>F604TS</b>	Механический калибровочный комплект, тип 3,5 / SMA (папа и мама), 50 Ом, 9 ГГц. Состав комплекта: нагрузка холостого хода, короткозамкнутая нагрузка, согласованная нагрузка и перемычка с соединителями тип 3,5 / SMA.
<b>F604TY</b>	Механический калибровочный комплект, тип 3,5 / SMA (папа и мама), 50 Ом, 27 ГГц. Состав комплекта: нагрузка холостого хода, короткозамкнутая нагрузка, согласованная нагрузка и перемычка с соединителями тип 3,5 / SMA.
<b>N-SMA-18L</b>	Кабельная сборка, N папа - SMA папа, 50 Ом, 18 ГГц, длина 1 метр.
<b>N-N-18L</b>	Кабельная сборка, N папа - N папа, 50 Ом, 18 ГГц, длина 1 метр.
<b>SMA-SMA-18L</b>	Кабельная сборка, SMA папа - SMA папа, 50 Ом, 18 ГГц, длина 1 метр.

## 4 УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

К работе с прибором допускаются лица, ознакомившиеся с техническим описанием и инструкцией по эксплуатации прибора, а также прошедшие инструктаж по технике безопасности.

В приборе имеются напряжения, опасные для жизни.

### 4.1 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Данное руководство использует следующие термины:

**Предупреждение.** Указывает на то, что условия или операция могут стать причиной получения травмы, ущерба или угрозы жизни.

**Внимание.** Указывает на то, что условия или операция могут стать причиной повреждения прибора или нарушения его технического состояния.

**Примечание.** Привлечение внимание пользователя или акцент на особенности манипуляций, для предотвращения повреждения прибора или нарушений его технического состояния.

### 4.2 СИМВОЛЫ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

**Danger:** "Опасно" – подчеркивает риск немедленного получения травмы или непосредственной опасности для жизни.

**Warning:** "Внимание" – означает, что опасность не угрожает непосредственно, но необходимо соблюдать осторожность и быть предельно внимательным.

### 4.3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

Соблюдение следующих правил безопасности значительно уменьшит возможность поражения электрическим током.

Старайтесь не подвергать себя воздействию высокого напряжения - это опасно для жизни. Снимайте защитный кожух и экраны только по мере необходимости. Не касайтесь высоковольтных конденсаторов сразу, после выключения прибора.

Постарайтесь использовать только одну руку (правую), при регулировке цепей, находящихся под напряжением. Избегайте небрежного контакта с любыми частями оборудования, потому что эти касания могут привести к поражению высоким напряжением.

Работайте по возможности в сухих помещениях с изолирующим покрытием пола или используйте изолирующий материал под вашим стулом и ногами. Если оборудование переносное, поместите его при обслуживании на изолированную поверхность.

При использовании пробника, касайтесь только его изолированной части.

Постарайтесь изучить цепи, с которыми Вы работаете, для того, чтобы избегать участков с высокими напряжениями. Помните, что электрические цепи могут находиться под напряжением даже после выключения оборудования.

Металлические части оборудования с двухпроводными шнурами питания не имеют заземления. Это не только представляет опасность поражения электрическим током, но также может вызвать повреждение оборудования.

Старайтесь никогда не работать один. Необходимо, чтобы в пределах досягаемости находился персонал, который сможет оказать вам первую помощь.

### 4.4 ЗНАКИ НА КОРПУСЕ ПРИБОРА



Опасно для жизни!  
Высоковольтное напряжение



Клемма защитного заземления  
(безопасности)



Внимание! Обратитесь к  
Руководству



Клемма измерительного заземления



Клемма заземления корпуса прибора  
(рабочее)

## 5 ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

### 5.1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

При небольших колебаниях температур в складских и рабочих помещениях, полученные со склада приборы необходимо выдержать не менее двух часов в нормальных условиях в упаковке.

После хранения в условиях повышенной влажности приборы перед включением необходимо выдержать в нормальных условиях в течение 6 ч.

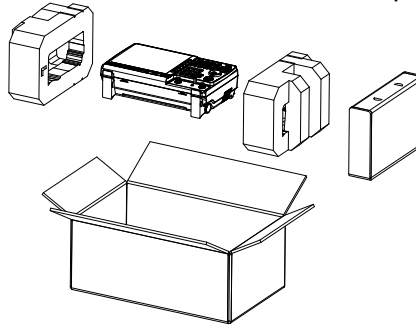
При получении анализатора проверьте комплектность прибора в соответствии с ТО.

Повторную упаковку производите при перевозке прибора в пределах предприятия и вне его.

Перед упаковкой в укладочную коробку проверьте комплектность в соответствии с ТО, прибор и ЗИП протрите от пыли, заверните во влагоустойчивую бумагу или пакет. После этого прибор упакуйте в укладочную коробку.

#### Распаковка анализатора

Анализатор отправляется потребителю заводом после того, как полностью осмотрен и проверен. После его получения немедленно распакуйте и осмотрите анализатор на предмет повреждений, которые могли произойти во время транспортирования. Если обнаружена какая-либо неисправность, немедленно поставьте в известность дилера.



#### Установка прибора на рабочем месте

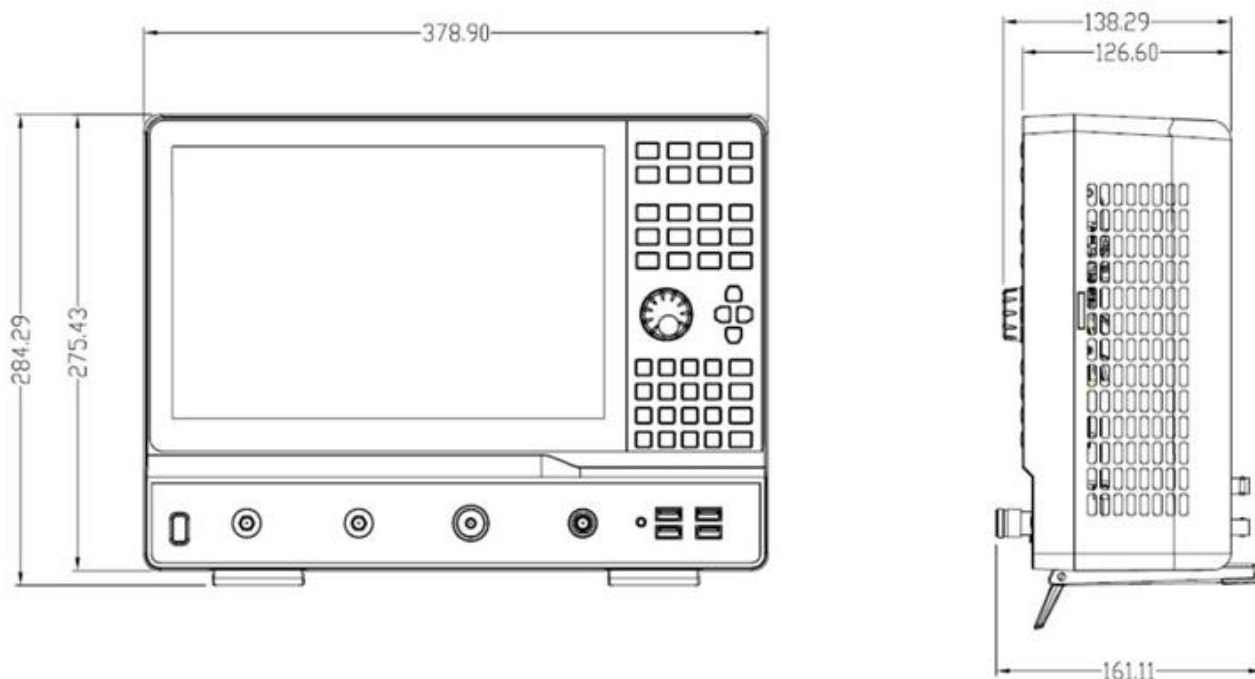
Протрите прибор чистой сухой салфеткой перед установкой его на рабочее место. Для удобства установки прибора на рабочем столе снизу корпуса имеются ножки, позволяющие поднимать прибор по высоте на два положения. Для установки корпуса прибора в нужное положение в сложенном положении ножек переместите их к или от лицевой панели прибора; после этого разложите ножки в сторону лицевой панели.

Прибор во время работы должен быть установлен так, чтобы воздух свободно поступал и выходил из него. Вентиляционные отверстия кожуха прибора не должны быть закрыты другими предметами.

#### Проверка напряжения сети

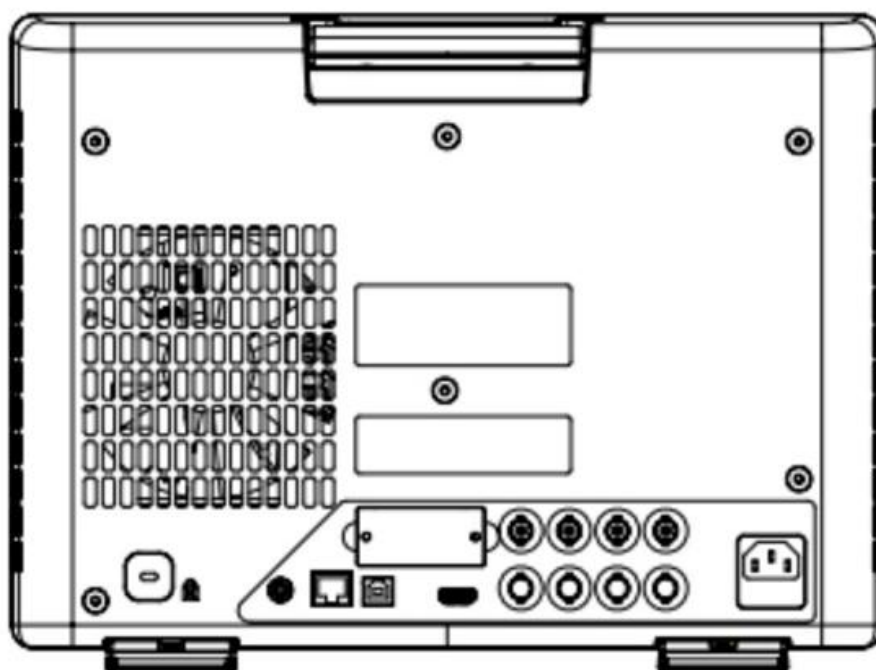
Этот анализатор может питаться от сети напряжением от 100 до 240 В и частотой питающей сети 50/ 60 и 400 Гц. Так что Вам нет необходимости заботиться об установке напряжения питающей сети.

## 5.2 ВНЕШНИЙ ВИД И ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ



**Рис. 5-1 Вид спереди и сбоку**

Опорные откидные ножки прибора позволяют выполнить регулировку прибора по наклону, для обеспечения устойчивого размещения прибора на рабочем столе и удобного расположения дисплея.



**Рис. 5-2 Вид сзади**

## 5.3 УСЛОВИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Предельный диапазон рабочих температур для этого прибора – от 0 до 40° С . Работа с прибором вне этих пределов может привести к выходу из строя. Не используйте прибор в местах, где существует сильное магнитное или электрическое поле. Такие поля могут нарушить достоверность измерений.

### Предельные входные напряжения

Не подавайте напряжения выше, чем указанные в таблице:

Вход	Максимальное входное напряжение (уровень)
Test ports (тестовые порты)	+27 дБм (±35 В пост (DC)) Избегать статического разряда

### 5.3.1 Подключение к источнику питания переменного тока

Анализаторы цепей векторные работают от источника питания переменного тока 100–240 В, 50/60/400 Гц. Для подключения прибора к источнику питания необходимо использовать кабель питания из комплекта поставки прибора. На рисунке ниже показана задняя панель анализатора спектра с сетевым разъемом. Перед включением убедитесь, что анализатор защищен плавким предохранителем.



Рис. 5-3 Подключение кабеля питания

## 6 РАБОТА С АНАЛИЗАТОРОМ

### 6.1 ОПИСАНИЕ ПЕРЕДНЕЙ ПАНЕЛИ



Рис. 6-1 Передняя панель

Таблица 6-1 Описание передней панели

Номер	Название	Описание
1	Сенсорный ЖК-экран	Цветной емкостный сенсорный ЖК-экран с диагональю 30,7 сантиметра. Примечания. Не прикасайтесь к сенсорному ЖК-экрану острыми предметами. Эффективное соотношение пикселей экрана составляет более 99,998%, поэтому это не означает неисправности, если на экране некоторые фиксированные точки черного/синего /зеленого/красного составляют меньше 0,002%.
2	Блок измерений (Response)	Данный блок включает кнопки настройки параметров измерения, формата параметров, маркеров, калибровки и т.д.
3	Утилиты	Данный блок включает функциональные системные кнопки, справку, настройки экрана и т.д.
4	Блок управления (Stimulus)	Данный блок включает кнопки настройки частоты измерения, времени развертки, точки развертки, систему запуска и т.д.
5	Курсорные кнопки	Блок курсорных кнопок вверх, вниз, влево и вправо для выбора нужной операции.
6	Ручка регулятора	Ручка регулятора используется для перемещения курсора влево или вправо, изменения выбранного параметра. Нажатие ручки эквивалентно нажатию кнопки <code>Enter</code> .
7	Блок цифровых кнопок	Блок цифровых кнопок и выбора единиц измерения.
8	USB порты	Блок USB портов включает в себя четыре порта USB которые используются для обмена данными и питания периферийных устройств. Суммарный ток четырех портов USB не более 2А.
9	Тестовые порты	Блок тестовых ВЧ портов. ВЧ порты используются для подключения к тестируемому устройству для передачи и приема сигнала.
10	Кнопка питания	Кнопка включения/выключения сетевого питания прибора.

### 6.1.1 Описание функциональных кнопок на передней панели



Рис. 6-2 Функциональные кнопки

Таблица 6-2 Описание кнопок на передней панели

Кнопка	Описание
Meas	Настройка несимметричных/дифференциальных измерений S параметров, измерение мощности эталонного/ измерительного приемников и т.д.
Format	Настройка формата отображения параметров измерения, например Log Mag, Lin Mag, Диаграмма Смита, Полярная диаграмма, КСВ, Фаза и т.д.
Marker	Настройка маркерных измерений.
Math	Содержит сохраненные данные измерений в памяти, сравнение текущих данных с предыдущими данными, анализ результатов измерений во временной области и т.д.
Scale	Установка масштаба по вертикали (измерение параметров уровня).
Cal	Калибровка S параметров и калибровка мощности.
Search	Кнопка поиска выбранного типа измерения: максимальное/минимальное значение измеряемого параметра, полоса пропускания, добротность и т.д.
Avg BW	Нажать данную кнопку для усреднения (сглаживания) данных измерений, установки полосы пропускания ПЧ приемника и т.д.
Start	Кнопка выбора начальной частоты.
Stop	Кнопка выбора конечной частоты.
Freq	Кнопка установки частотных параметров: начальная частота, конечная частота, центральная частота, полосы обзора, количества точек.
Power	Установка уровня мощности РЧ, включение/выключение мощности РЧ и т.д.
Sweep	Установка режима развертки (логарифмический или линейный), точек развертки, времени развертки, и т.д.
Trigger	Кнопка выбора источника запуска, установка режима запуска и т. д.
System	Кнопка вызова меню системных настроек: установка IP-адреса, системное время, язык и т.д.
Preset	Кнопка сброса настроек к установкам по умолчанию (заводские установки).
Save Recall	Кнопки сохранения и вызова из памяти ранее сохраненных данных и результатов измерений, статусов, данных калибровки.
Help	Кнопка вызова справочной информации.
Display	Кнопка вызова меню настроек экрана: окно измерений, канал измерений, график измерения и т.д.
Touch	Кнопка включения/отключения сенсорного экрана.

### 6.1.2 Описание блока цифровых кнопок



Рис. 6-3 Цифровые кнопки

Таблица 6-3 Описание цифровых кнопок на передней панели

Кнопка	Описание
	Кнопки ввода цифровых значений, разделителя целой и дробной части.
	При установке значения частоты, нажать данную кнопку, чтобы установить единицу измерения ТГц. При установке временных значений, нажать данную кнопку, чтобы установить единицу измерения пс.
	При установке значения частоты, нажать данную кнопку, чтобы установить единицу измерения ГГц. При установке временных значений, нажать данную кнопку, чтобы установить единицу измерения нс.
	При установке значения частоты, нажать данную кнопку, чтобы установить единицу измерения МГц. При установке временных значений, нажать данную кнопку, чтобы установить единицу измерения мкс.
	При установке значения частоты, нажать данную кнопку, чтобы установить единицу измерения кГц. При установке временных значений, нажать данную кнопку, чтобы установить единицу измерения мс.
	Кнопка отмены сброса введенных значений в режиме редактирования и выход из данного режима. Во время дистанционного управления, нажатие данной кнопки переводит прибор в режим управления с передней панели.
	Кнопка удаления введенного значения в режиме редактирования, справа налево.
	Кнопка выбора подфункций меню сверху вниз.
	Кнопка подтверждения ввода в режиме редактирования цифрового значения.

### 6.1.3 Кнопка питания

В режиме ожидания кнопка питания подсвечивается оранжевым цветом.

Однократное нажатие кнопки приводит к включению прибора, при этом кнопка меняет цвет с оранжевого на белый и непрерывно горит белым цветом пока прибор работает.

Два способа выключения прибора:

- Короткое нажатие кнопки питания (одна секунда), подсветка кнопки меняется на оранжевый цвет. Переход прибора в режим ожидания после сохранения профиля настроек.

- Длительное нажатие кнопки питания (три секунды), кнопки меняется на оранжевый цвет. Прибор немедленно переходит в режим ожидания, без сохранения профиля настроек.

#### 6.1.4 Измерительные порты




**Рис. 6-4 Измерительные порты (2-х портовая модель)**



**Рис. 6-5 Измерительные порты (4-х портовая модель)**

- Количество РЧ-разъемов — два или четыре, в зависимости от модели прибора.
- Во время передачи радиочастотного сигнала над соответствующим РЧ-разъемом загорается оранжевый индикатор.

Не подавайте напряжения выше, чем указанные в таблице:

	<b>Вход</b>	<b>Максимальное входное напряжение</b>
	Test ports (тестовые порты)	+27 дБм (±35 В пост (DC)) Избегать статического разряда

## 6.2 ОПИСАНИЕ ЗАДНЕЙ ПАНЕЛИ

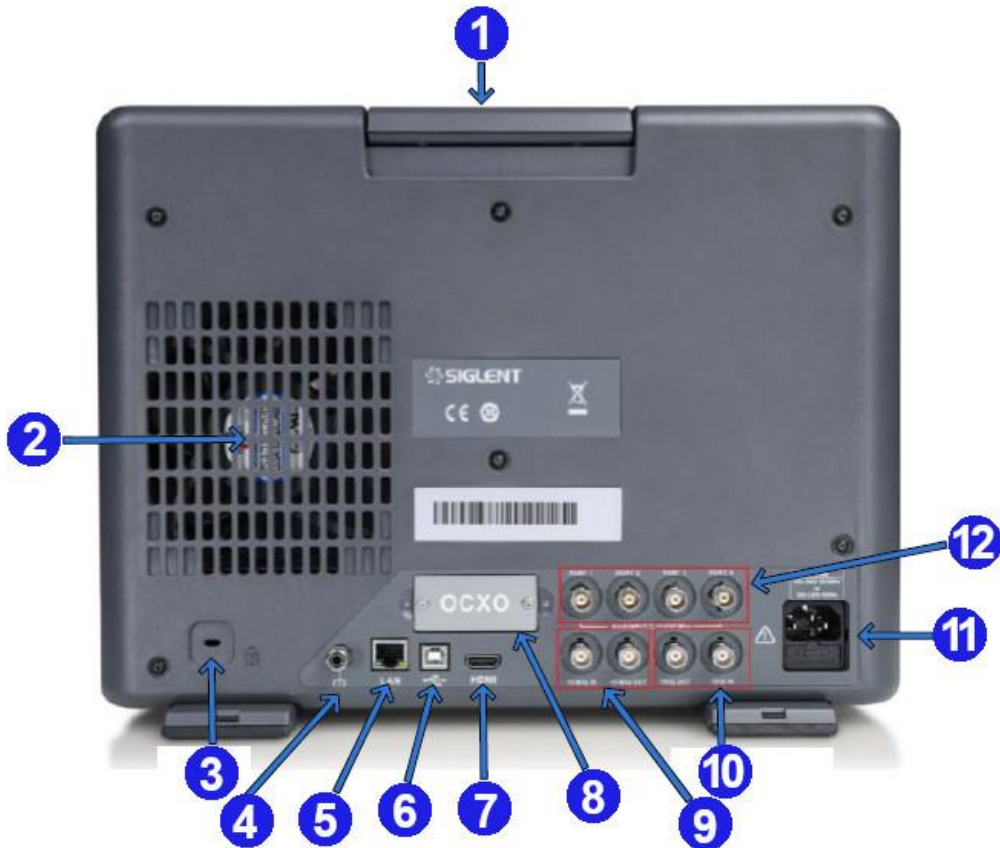


Рис. 6-7 Задняя панель

1. Ручка для переноски прибора.
2. Вентилятор.
3. Замок безопасности. Используется для фиксации прибора в необходимом рабочем месте.
4. Коннектор заземления.
5. Интерфейс LAN для удаленного управления прибором по сети.
6. Интерфейс USB Device для подключения прибора к ПК.
7. Интерфейс HDMI для подключения внешнего монитора.
8. Разъем для подключения опции термостатированного опорного генератора.
9. Вход/выход опорного сигнала:
  - Параметры входа: входное сопротивление 50 Ом, входная частота 10 МГц ( $\pm 10$  ppm), уровень входного сигнала от -3 дБм до +10 дБм.
  - Параметры выхода: выход сигнала опорной частоты 10 МГц ( $\pm 10$  ppm), выходное сопротивление 50 Ом, выходной уровень от -3 дБм до +10 дБм.
10. Вход/Выход внешнего сигнала запуска (синхронизация):
  - Параметры входа: низкий пороговый уровень 1,1 В, высокий пороговый уровень 2,5 В, диапазон входного уровня от 0 до +5 В, длительность импульса от 2 мкс. Полярность сигнала: положительная или отрицательная.
  - Параметры выхода: максимальный выходной ток 20 мА, диапазон выходного уровня от 0 до +3,3 В, длительность импульса 1 мкс. Полярность сигнала: положительная или отрицательная.
11. Порты Bias-Tees. Данные порты используются для подключения внешнего источника постоянного напряжения к этому порту, для обеспечения питания постоянным током тестируемого устройства, например усилителя мощности. Уровень постоянного напряжения не должен превышать 35 В.
12. Прибор работает от сети переменного тока 100-240 В, 50/60/400 Гц. Пожалуйста, используйте для подключения прибора к сети питания комплектный шнур питания. Убедитесь, что ток не превышает номинальный ток предохранителя.

### 6.2.1 Установка опции ОСХО

Анализаторы цепей серии АК ИП-6604 поддерживают программно аппаратную опцию термостатированного опорного генератора (погрешность установки частоты  $\leq 1 \times 10^{-7}$ ).

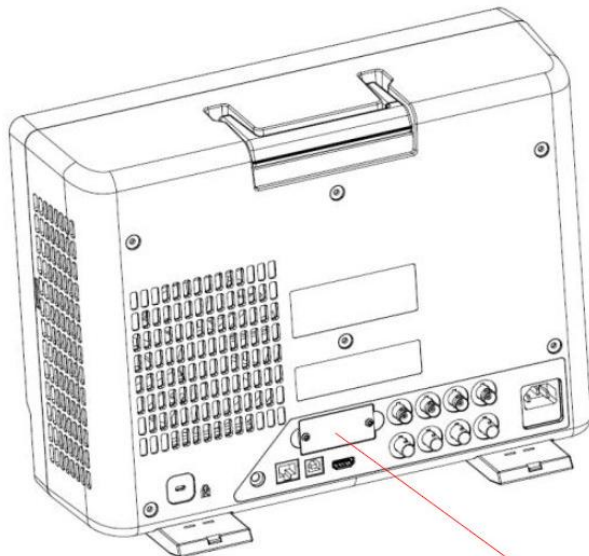
<b>ВНИМАНИЕ</b>	Опция ОСХО является программно аппаратной и не входит в стандартный комплект поставки прибора. Для приобретения опции Вам необходимо обратиться
-----------------	---



к поставщику Вашего. Так же Вы можете обратиться напрямую в компанию АО "ПРИСТ" по телефону +7(495)777-5591 или по электронной почте order@prist.ru. Установка опции не требует сложных технических манипуляций и может быть выполнена пользователем самостоятельно. При необходимости установка опции может быть выполнена в сервисном центре АО "ПРИСТ".

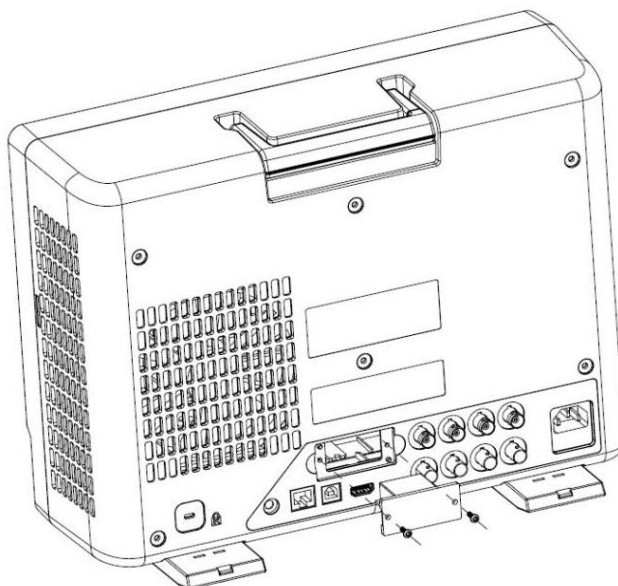
Порядок установки опции:

1. Выключить прибор. Используя крестовую отвертку снять заглушку ОСХО на задней панели прибора, как показано на рисунке ниже.



Заглушка

2. Установить модуль ОСХО в слот на задней панели прибора расположенный за заглушкой. Установить на место заглушку и затянуть винты.



3. Включить прибор и дождаться полной его загрузки. После загрузки можно приступить к работе с прибором.

## 6.3 ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИЙ ИНТЕРФЕЙС

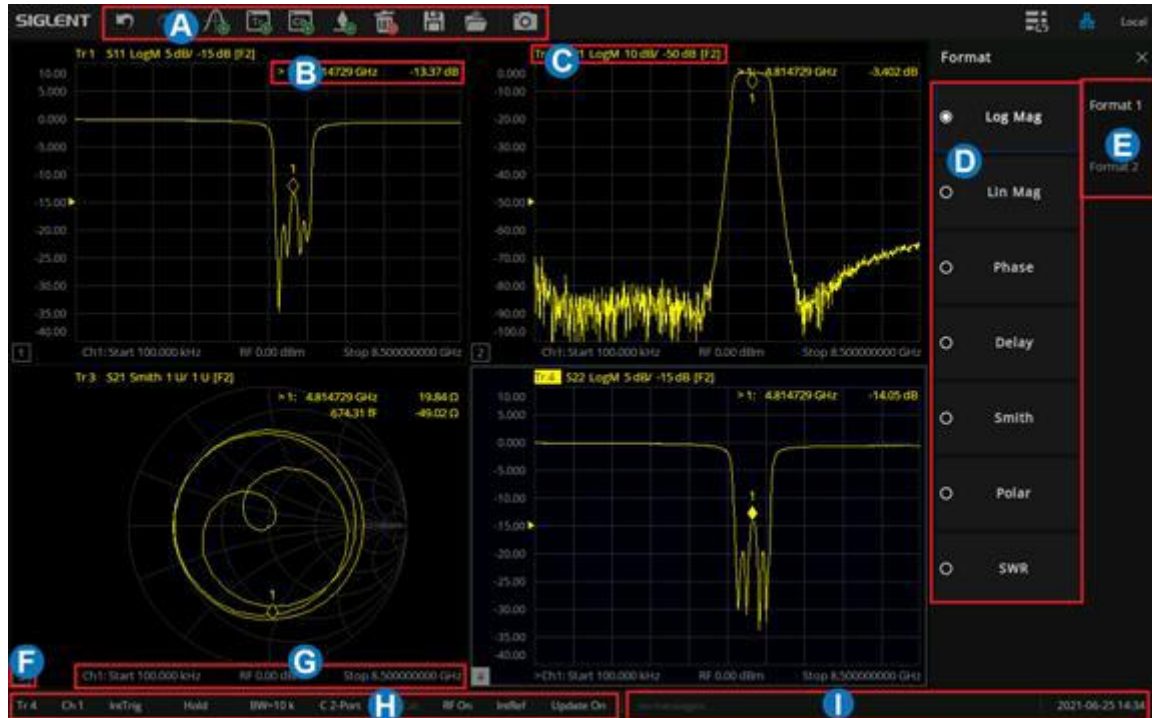


Рис. 6-8 Пользовательский интерфейс

- A. Вкладка действий
- B. Информация маркера
- C. Статус графика
- D. Программные кнопки
- E. Программные вкладки
- F. Номер окна
- G. Диапазон частот и уровня сигнала возбуждения (Stimulus)
- H. Строка состояния
- I. Панель сообщений

### 6.3.1 Описание блока действий

Таблица 6-4 Описание блока действий

Кнопка	Описание
	Вернутся на шаг назад, к предыдущему действию.
	Восстановить последующее действие, шаг вперед.
	Добавьте график измерения.
	Добавить окно измерения.
	Добавить маркер.
	Удалить активное окно или график. Примечание. Хотя бы один график должен оставаться на экране.
	Сделать снимок экрана (аналог комбинации клавиш Ctrl+P при подключении клавиатуры).

### 6.3.2 Значение маркера

В окне информации маркера отображается значение частоты и уровня сигнала в точке установки маркера.

### 6.3.3 Настройка графика

- График измерений представляет собой серию измеренных точек данных. Можно создать до 256 графиков. Кроме того, можно сохранить и вызвать из памяти график для каждого активного графика.
- Математические операции могут выполняться с текущими данными графика или с графиками, вызванными из памяти.
- Нажмите кнопку **Display** на передней панели, и в правой части экрана отобразится всплывающее меню "Trace Setup/Настройка графика". Данное меню позволяет настраивать графики, например, добавление графика или его удаление, увеличения окна отображения графика, перемещения графика между окнами и т.д.
- Выберите один из графиков и нажмите кнопку **Scale** для выполнения установки параметров сигнала по вертикали.

### 6.3.4 Настройка каналов

- Каналы содержат графики. Можно создать до 256 каналов. Настройка канала определяет способ измерения данных графика, и все графики, назначенные каналу, имеют одни и те же параметры настройки канала.
- Нажмите кнопку **Display** на передней панели, и в правой части экрана появится меню "Channel Setup/Настройка канала". Данное меню может быть использовано для управления каналами, оно позволяет, добавлять каналы, копировать каналы и удалять каналы.

### 6.3.5 Программные кнопки

Таблица 6-5 Описание блока программных кнопок

Кнопка	Описание
<b>Log Mag</b>	Отображение параметров в логарифмическом режиме по уровню сигнала.
<b>Lin Mag</b>	Отображение параметров линейно по уровню сигнала.
<b>Phase</b>	Отображение фазовых параметров.
<b>Delay</b>	Отображение параметров задержки.
<b>Smith</b>	Отображение параметры в формате диаграммы Смита.
<b>Polar</b>	Отображение параметров в формате полярных координат.
<b>SWR</b>	Отображение КСВ измерений.

### 6.3.6 Параметры окна

- Окна используются для отображения графика данных, можно создать до 100 окон.
- Нажмите кнопку на передней панели, и в правой части экрана появится меню "Window Setup/Настройка окна". Данное меню может быть использовано для управления активными конами, оно позволяет, выбрать окно, удалить окно, развернуть окно или показать шаблон и т.д.

### 6.3.7 Частотные диапазоны (Stimulus Range)

Отображение частоты сигнала возбуждения, установленный в текущем окне, включая начальную частоту, конечную частоту, выходная мощность внутреннего источника и т.д.

### 6.3.8 Строка состояния и панель сообщений

Таблица 6-6 Описание строки состояния

Функция	Описание
<b>IntTrig</b>	Отображение текущего режима синхронизации (внутренний/внешний).
<b>Continuous</b>	Отображение вида запуска: непрерывный запуск, однократный запуск и другие типы.
<b>BW=10 k</b>	Отображение текущей ширины полосы ПЧ.

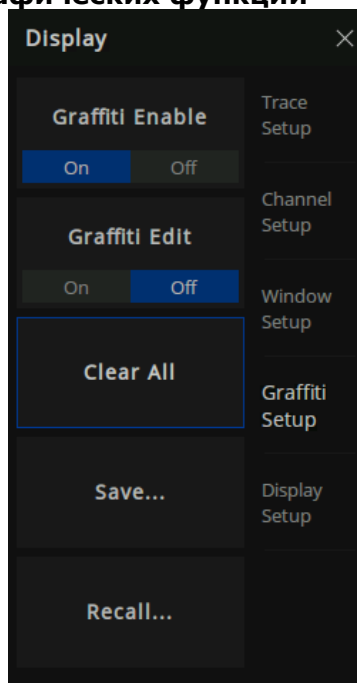
<b>C 1-Port</b>	Отображение состояния загрузки данных калибровки S параметров.
<b>SrcCal</b>	Отображение того, загружено состояние данных калибровки мощности внутреннего источника или нет. Темно-серая метка обозначает недоступный выбор/опцию.
<b>RF On</b>	Выходная мощность внутреннего источника включено или выключено, RF ON означает ВКЛ.
<b>IntRef</b>	Отображение информации по используемому источнику сигнала опорной частоты: Int – внутренний или Ext - внешний.
<b>Update On</b>	Обновление пользовательского интерфейса: ВКЛ или ВЫКЛ.

Панель сообщений отображает информацию о текущей дате и информацию об ошибках во время самотестирования прибора.

### 6.3.9 Графические функции

Векторные анализаторы серии АКП-6604 имеют встроенные графические функции, которые позволяют рисовать графики и выполнять текстовую маркировку на экране прибора. Данная функция подходит для аннотирования скриншотов и добавления важных деталей перед сохранением картинок.

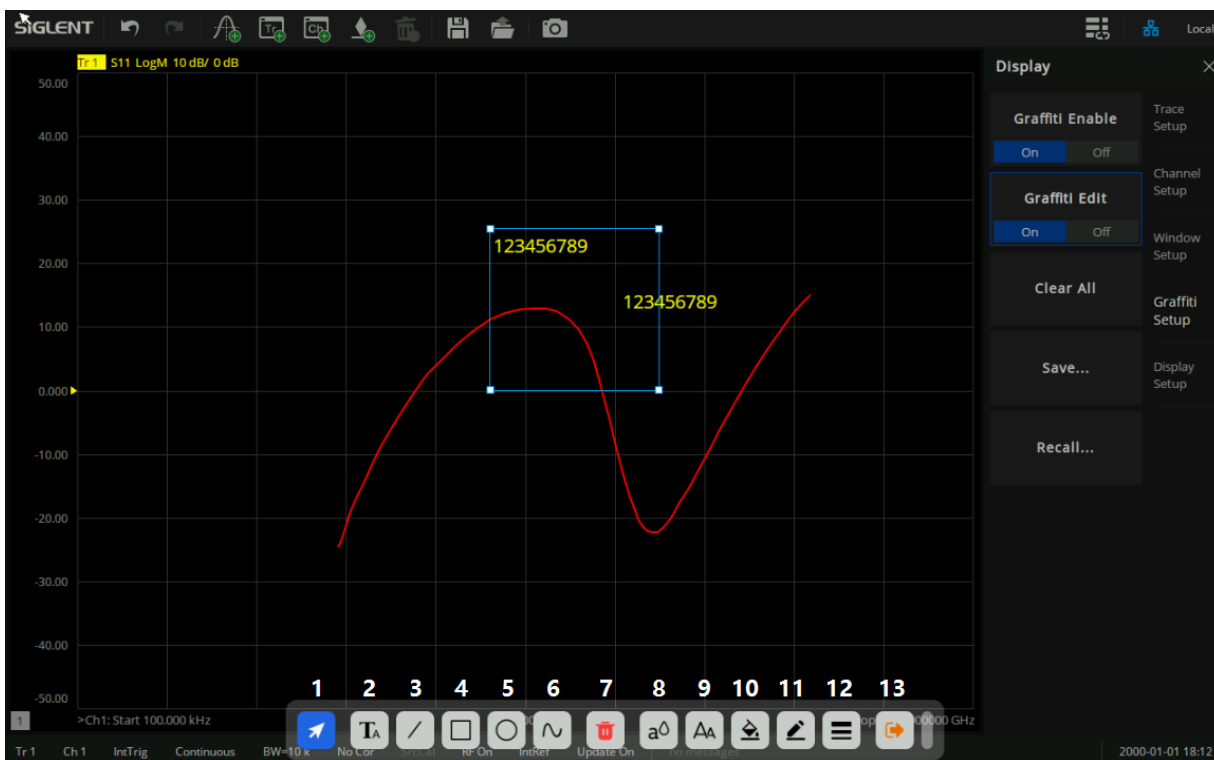
- **Диалоговое окно графических функций**



**Рис. 6-9 Диалоговое окно графических функций**

Как показано на рисунке 6-9, диалоговое окно графических функций содержит пункты меню редактирования, включения, очистки, сохранения и вызова.

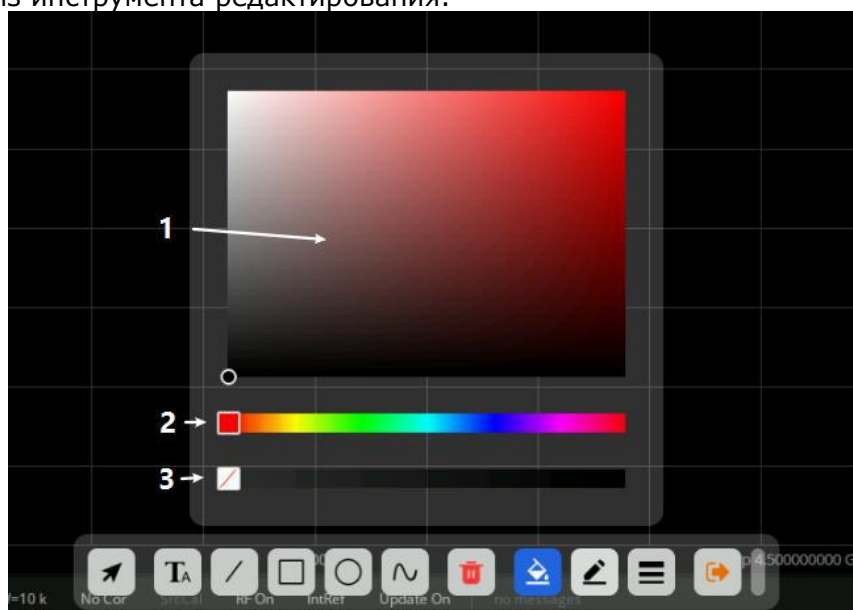
- **Интерфейс графического редактирования**



**Рис. 6-10 Интерфейс графического редактирования**

Как показано на рисунке 6-10, панель инструментов в нижней части интерфейса отображает ряд инструментов для редактирования:

1. Инструмент «Выделение»: после выделения части рисунка с ним можно выполнять различные виды редактирования.
2. Инструмент «Текст»: добавление текстовых заметок.
3. Инструмент «Линия»: добавление линии к рисунку.
4. Инструмент «Прямоугольник»: добавление прямоугольника к рисунку.
5. Инструмент «Эллипс»: добавление эллипса к рисунку.
6. Инструмент «Кривая»: добавление произвольной кривой к рисунку, путем создания из нескольких линий (двойной щелчок мышью / двойной касание пальцем на экране, чтобы закончить рисование).
7. Инструмент «Удалить»: удаление текущего выбранного рисунка.
8. Инструмент «Цвет текста»: выбора цвета текста.
9. Инструмент «Размер текста»: установка размера шрифта текста.
10. Инструмент «Заливка фона»: заливка фона выбранным цветом.
11. Инструмент «Цвет контура»: выбор цвета контура.
12. Инструмент «Толщина контура»: выбор толщины линии контура.
13. Выход из инструмента редактирования.



**Рис. 6-11 Выбор цвета текста или заливки**

Как показано на рисунке 6-11, после вызова интерфейса вы можете настроить соответствующие цвет заливки:

1. Инструмент выбора цветового оттенка: щелкните мышью или коснитесь пальцем, чтобы выбрать подходящий оттенок цвета.
2. Инструмент выбора цвета: передвигая ползунок выбрать подходящий цвет.
3. Инструмент прозрачности цвета: настройка прозрачности цвета (чем правее, тем ниже прозрачность).



**Рис. 6-12 Выбор толщины линии контура**

Как показано на рисунке 6-12, вы можете настроить толщину линии контура с помощью данного интерфейса. Чем больше значение, тем толще будет линия контура.

- **Сохранить/Вызвать**

Нажмите кнопку меню **Сохранить**, чтобы сохранить текущий рисунок в виде файла с расширением GFT.

## 6.4 СЕНСОРНЫЙ ЭКРАН

Векторный анализатор цепей серии АКП-6604 оснащен цветным сенсорным ЖК-дисплеем высокого разрешения с диагональю 30,7 см. С помощью сенсорного ЖК-экрана пользователь может управлять прибором с использованием жестов касания экрана, например, для выбора пункта меню или настройки параметров.

- Когда горит светодиодный индикатор кнопки **Touch**, функция сенсорного экрана включена.
- Когда светодиодный индикатор кнопки **Touch** не горит, функция сенсорного экрана отключена.
- Используя скользящие движения пальцем по экрану вверх и вниз, можно отобразить координаты вертикальной оси, а так же параметры вертикальной оси.

## 7 ОСНОВНЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ

### 7.1 ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ

#### 7.1.1 S параметры

S параметры используются для описания степени передачи или отражения сигнала через разрыв импеданса. S параметры являются относительными измерениями, определяемыми как отношение двух комплексных напряжений. Они содержат информацию об амплитуде и фазе соответствующих сигналов. Для двухпортового векторного анализатора цепей имеется 4 S-параметра (S11, S21, S12, S22).

Конкретное значение каждого S-параметра можно описать следующими пунктами:

S<sub>xy</sub> x,y∈(1,2):

x: "Порт отклика" также известен как принимающий порт векторного анализатора цепей. Передаваемый сигнал поступает в порт после прохождения через тестируемое устройство.

y: "Порт возбуждения" также известен как передающий порт векторного анализатора цепей. Выходной сигнал этого порта подается на тестируемое устройство.

Ниже представлен перечень основных измеряемых S параметров:

Параметры отражения	Параметры передачи
<ul style="list-style-type: none"><li>• Обратные потери</li><li>• KСВ</li><li>• Коэффициент отражения</li><li>• Входной импеданс</li><li>• S11, S22</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Вносимые потери</li><li>• Коэффициент передачи</li><li>• Вносимые потери/усиления</li><li>• Групповая задержка</li><li>• Линейный фазовый сдвиг</li><li>• Компенсации электрической длины кабеля</li><li>• S21, S12</li></ul>

#### 7.1.2 Balanced S параметры

В анализатора цепей серии АКПП-6604 так же доступны Balanced S параметры. Они используются для измерения S-параметров дифференциальных портов, таких как балуны и трансформаторы. Они также определяются как отношение комплексных напряжений, которые содержат информацию об амплитуде и фазе соответствующих сигналов. Перед тестированием необходимо создать или отредактировать топологию и сопоставление логических портов для тестируемых дифференциальных устройств. «Логические порты» используются для описания тестовых портов физического векторного анализатора цепей, которые были переназначены на новый порт.

1. Сопоставить любые два физических порта векторного анализатора цепей со сбалансированным логическим портом.
2. Сопоставить любой физический порт векторного анализатора цепей с однотерминальным логическим портом.

Эти настройки применяются ко «всем» измерительным графикам в канале, и если топология тестируемого дифференциального устройства изменится, все существующие измерения в канале, несовместимые с новой топологией, автоматически изменятся на совместимые измерения.

Ниже приведены топологические соотношения нескольких распространенных дифференциальных устройств. А многопортовый векторный анализатор цепей можно использовать для измерения следующих топологических взаимосвязей дифференциальных устройств. Если векторный анализатор цепей имеет только 2 тестовых порта, то можно протестировать только первое сбалансированное тестируемое устройство. Когда векторный анализатор цепей имеет четыре тестовых порта, можно протестировать все тестируемые устройства со следующими четырьмя топологическими отношениями.

- Balanced  
(1 логический порт, 2 фактических порта)
- Balanced/balanced  
(2 логических порта, 4 фактических порта)
- Single-ended/balanced  
(2 логических порта, 3 фактических порта)
- Single-ended -Single Ended/Balanced  
(3 логических порта, 4 фактических порта)

### 7.1.3 Измерение мощности приемника

Каждый порт векторного анализатора цепей содержит 1 эталонный приемник и 1 эталонный измерительный приемник. Для 4-х портового векторного анализатора цепей имеется в общей сложности 4 эталонных приемника и 4 эталонных измерительных приемника. Мощность, измеренную этими приемниками, можно сравнить, чтобы получить все индексы S-параметров.

R1, R2, R3 и R4 — эталонные приемники, используемые для измерения сигнала, излучаемого векторным анализатором цепей. Он равен передаваемой мощности на порту после калибровки мощности.

- R1: измеряет выходную мощность порта 1
- R2: измеряет выходную мощность порта 2
- R3: измеряет выходную мощность порта 3
- R4: измеряет выходную мощность порта 4

A, B, C и D — тестовые приемники, используемые для измерения мощности отраженного или переданного сигнала после прохождения через тестируемое устройство.

- A: измеряет мощность сигнала, поступающего на порт 1.
- B: измеряет мощность сигнала, поступающего на порт 2.
- C: измеряет мощность сигнала, поступающего на порт 3.
- D: измеряет мощность сигнала, поступающего на порт 4.

## 7.2 ДИАПАЗОН ЧАСТОТ

### 7.2.1 Установка диапазона частот

Порядок действий при установке диапазона частот: Операционные шаги:

Нажмите кнопку **Freq** на передней панели прибора, чтобы открыть интерфейс настройки частоты:

1. Используйте цифровую клавиатуру для ввода значения частоты и нажмите кнопку единицы измерения, чтобы выбрать нужную единицу измерения. Единицы измерения: GHz/Гц, MHz/МГц, KHz/кГц и Hz/Гц. Нажмите кнопку **Enter**, чтобы выбрать текущую единицу измерения по умолчанию.
2. Нажмите кнопку **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования параметра. Переместите курсор в указанную позицию с помощью курсорных кнопок влево и вправо. Измените значение, нажимая кнопки вверх и вниз, **вращая** ручку регулятора или нажимая цифровую клавиатуру. Нажмите кнопку **ENTER**, ручку регулятора или **ESC**, чтобы выйти из режима редактирования.

#### Примечание:

- Start: установка значения начальной частоты развертки.
- Stop: установка значения конечной частоты развертки.
- Center: установка значения центральной частоты, которое может находиться в любом диапазоне частот в зависимости от модели прибора.
- Span: установка диапазона значений частоты, равнозначно по обе стороны от центральной частоты.
- Step: установка размера шага.
- Points: установка количества точек измерения.

### 7.2.2 Временная развертка гармонического колебания (CW)

Временная развертка гармонического колебания (CW) или развертка по мощности.

Измерения с использованием временной развертки CW или развертки по мощности будут выполняться на одной заданной частоте, а не на всем частотном диапазоне.

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Sweep** на передней панели прибора, используйте ручку регулятора или курсорные кнопки, чтобы выделить тип развертки **Sweep**→**Sweep type**.

Режим изменения параметров:

1. Нажмите кнопку **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования параметра, а затем переместите курсор в указанное положение с помощью курсорных кнопок вверх и вниз или ручки регулятора, чтобы установить тип развертки (**Sweep type**) на **CW Time** или **Power Sweep**. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.
2. Нажмите кнопку **Freq**, с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выбрать параметр **Freq**→**CW**. Выберите поле редактирования, чтобы войти в режим редактирования, и измените значение, нажимая кнопки вверх и вниз, вращая ручку регулятора или нажимая цифровую клавиатуру. Нажмите **ENTER** или **ESC** для выхода из режима редактирования.

Частотные значения устанавливаются с разрешением 1 Гц.

## 7.3 УРОВЕНЬ МОЩНОСТИ

Уровень мощности (**Power level**) относится к выходной мощности на порту векторного анализатора цепей.

Порядок действий:

1. Нажмите кнопку **Power**, с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выбрать пункт меню **Power**→**Power Level**. Введите требуемый уровень мощности. Нажмите **ENTER**, для подтверждения и выхода из режима редактирования, единицей измерения по умолчанию является дБм.
2. Нажмите кнопку **Power**, с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выбрать пункт меню **Power**→**RF Power**. Включение или выключение RF power.
3. Нажмите кнопку **Power**, с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выбрать пункт меню **Port Power**, для конфигурации начальной и конечной мощности. Регулировка начальной и конечной мощности доступна только в режиме **Power Sweep**.
4. Нажмите кнопку **Power**, с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выбрать пункт меню **Port Power**→**Select**. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора, чтобы выбрать соответствующий порт выходной мощности.
5. Нажмите кнопку **Power**, с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выбрать пункт меню **Port Power**→**Coupling**. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора, чтобы включить или выключить связь мощности портов.
6. Нажмите кнопку **Power**, с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выбрать пункт меню **Leveling & Offsets**→**Slope Enable**. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора, чтобы включить переключатель Slope (наклон), нажмите **Leveling & Offsets**→**Slope**, чтобы выбрать значение крутизны.

Связывание мощности портов:

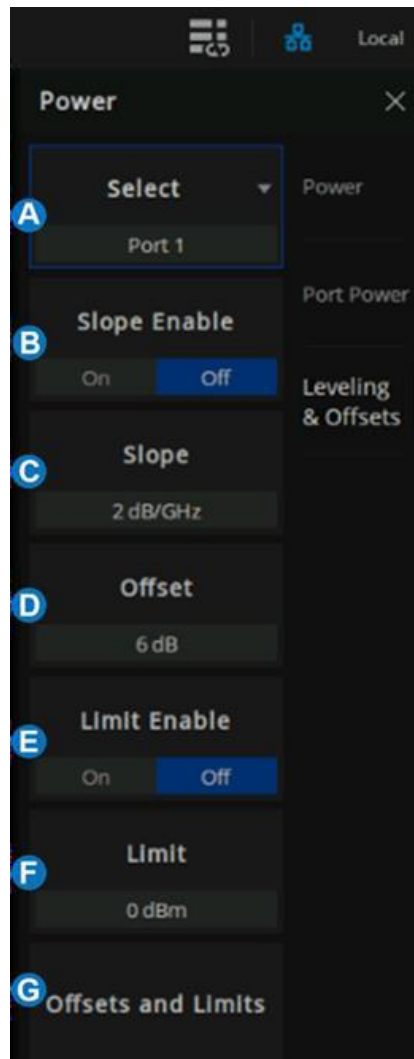
- Coupled (Со связыванием) (флажок поставлен): уровни мощности на всех измерительных портах одинаковы. Если задать мощность на каком-либо одном испытательном порту, на всех остальных портах она будет доведена до того же уровня.
- Uncoupled (Без связывания) (флажок снят): уровни мощности задаются независимо для каждого измерительного порта. Снимите связывание мощности, например, если требуется измерить усиление и развязку усилителя с высоким коэффициентом усиления. Мощность, требуемая для входного порта усилителя, существенно ниже требуемой мощности выходного порта. Развертка мощности может выполняться и при несвязанной мощности.

### 7.3.1 Предельные значения и сдвиги мощности

**Power Limits** (ограничение мощности) регулирует мощность источника на каждом тестовом порту для всех каналов. Используйте эту функцию для защиты тестируемых устройств, чувствительных к превышению мощности на входе. Уровни мощности источника, которые превышают предел на указанном порту, обрезаются до заданного предела, и на экране отображается сообщение об ошибке.

**Power Offset** (сдвиг мощности) обеспечивает метод компенсации мощности порта для дополнительного затухания или усиления на пути источника. В результате, мощность на указанном порту, все диалоговые окна и аннотации отражают добавленные компоненты. Для усиления используйте положительный сдвиг, а для затухания используйте отрицательный сдвиг.

Используйте кнопки управления меню для выполнения настройки: нажать кнопку **Power** затем в открывшемся меню выбрать вкладку **Leveling & Offsets**. Отобразится меню как показано ниже.



- A. Выбор порта.
- B. Активация крутизны. Помогает компенсировать потери мощности в кабеле и тестируемом устройстве при повышенной частоте. При активации крутизны мощности, выходная мощность порта увеличивается (положительный вход) или уменьшается (отрицательный вход) в зависимости от частоты развертки.
- C. Установка значения крутизны.
- D. Установка значения сдвига мощности.
- E. Включение ограничения мощности.
- F. Установка предельного значения мощности.
- G. Сдвиг мощности и ограничения.

### 7.3.2 Настройка сдвига и пределов мощности

Использование функциональных кнопок для настройки: нажмите кнопку **Power**, далее в меню выбрать вкладки «Leveling & Offsets» и выбрать пункт меню «Offsets and Limits». Настройку можно выполнить одним из двух способов:

1. В окне пользовательского интерфейса, дважды коснуться ячейки, а затем ввести значение во всплывающем окне виртуальной цифровой клавиатуры.
2. Нажать кнопку **Tab** на передней панели прибора, чтобы переместиться к нужной ячейке, в которой необходимо изменить значения, набрать нужное значение на цифровой клавиатуре и нажать **Enter** для подтверждения ввода, так же можно использовать ручку регулятора для изменения значения в ячейке.



- A. Общее значение предела мощности. Установка максимального значения уровня мощности источника для отдельных тестовых портов. Это значение ограничивает мощность порта для всех каналов и всех приложений. Уровни мощности, которые пытаются превысить предел мощности, обрезаются на заданном значении.
- B. Включение ограничения мощности. Выбор пункт **On** указывает, что мощность ограничена в соответствии с заданным значением на указанном порте источника, а выбор **Off** указывает, что ограничение мощности отключено.
- C. Ввод значения мощности источника.
- D. Ввод значения сдвига мощности.
- E. Ввод значения мощности порта. Ниже приведена формула взаимосвязи между мощностью источника, сдвигом мощности и мощности порта:  
$$\text{мощность источника} + \text{сдвиг мощности} = \text{мощность порта}$$

## 7.4 РАЗВЕРТКА

Развертка относится к измерению ряда последовательных точек данных по ряду заданных значений возбуждения.

### 7.4.1 Точки

Точки данных — это количество выборок данных, представляющих измеренные значения при одном значении возбуждения. Вы можете указать количество точек данных, которые векторный анализатор цепей измеряет при развертке. Время сканирования векторного анализатора цепей зависит от количества точек.

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Sweep**, используйте ручку регулятора или курсорные кнопки для выбора пункта меню **Sweep**→**Number of Points**. Введите требуемое количество точек, и нажмите **ENTER**, для подтверждения ввода.

Количество точек данных, собранных векторным анализатором цепей во время цикла измерения, может быть установлено в диапазоне от 1 до 100001.

**Примечание:** Максимальное количество точек может отличаться для некоторых классов измерений.

- Для максимального разрешения графика используйте максимальное количество точек данных.
- Для повышения пропускной способности используйте минимальное количество точек данных, чтобы обеспечить приемлемую разрешающую способность.
- Чтобы получить наилучшее количество точек, ищите оптимальные значения, которое существенно не отличается в результате измерения по мере добавления точек.
- Чтобы обеспечить точную калибровку измерений, убедитесь, что для калибровки и для измерения используется одинаковое количество точек данных.
- Точки данных - это количество элементов данных, собранных за один проход. Данное значение можно установить отдельно для каждого канала.

### 7.4.2 Тип развертки

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Sweep**, используйте ручку регулятора или курсорные кнопки для выбора пункта меню **Sweep**→**Sweep Type**. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования, затем переместите курсор в указанную позицию с помощью курсорных кнопок **вверх/вниз** или с помощью ручки регулятора, выберите требуемый тип развертки, нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

Типы развертки:

- Линейная развертка по частоте
- Логарифмическая развертка по частоте
- Развертка мощности
- Временная развертка непрерывного сигнала
- Сегментированная развертка

**Линейная развертка по частоте:** задает развертку линейной частоты, отображаемую на стандартной сетке десятью равномерными горизонтальными делениями.

**Логарифмическая развертка по частоте:** частота источника изменяется с логарифмическим приращением, а данные отображаются на оси X с логарифмической шкалой. Обычно эта операция выполняется медленнее, чем непрерывная развертка с тем же числом точек.

**Развертка мощности:** активирует развертку мощности на одной частоте, заданной пользователем. Развертка мощности увеличивает или уменьшает мощность источника в зависимости от длины шага. Развертка мощности используется для характеристики цепей, чувствительных к мощности, с помощью таких измерений, как измерения компрессии коэффициента усиления. В диалоговом окне «Тип развертки» вы можете задать следующие значения: «Start Power/Начальная мощность», «Stop Power/Конечная мощность», «CW Frequency/Частота непрерывного сигнала», «Points/Точки».

**Сегментированная развертка:** настраивает анализатор на развертку по сегментам, заданным пользователем. Для каждого сегмента можно определить отдельный уровень мощности, полосу пропускания ПЧ, полосу пропускания ПЧ для каждого порта, время развертки, задержку, режим развертки. После выполнения калибровки измерений для всего сканирования или всех сегментов можно откалибровать значения измерений одного или нескольких сегментов.

При сегментированной развертке векторный анализатор цепей выполняет следующие операции:

- Сортировка всех определенных сегментов в порядке возрастания частоты.
- Измерения проводятся в каждой точке.
- Отображение графика измерений состоящего из всех собранных данных.

Ограничения при сегментированной развертке:

- Диапазон частот одного сегмента не может пересекаться с диапазоном частот любого другого сегмента.
- Количество сегментов ограничено только объединенными точками данных всех сегментов в развертке.

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Sweep**. Используйте ручку регулятора или курсорные кнопки для выбора пункта меню **Sweep** → **Sweep Type**. Режим изменения параметров:

1. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в состояние редактирования параметра, затем переместите курсор в указанное положение с помощью курсорных кнопок вверх и вниз или ручки регулятора, установите тип развертки на **Segment Sweep** и нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.
2. Нажмите кнопку **Sweep**, используйте ручку регулятора или кнопки со стрелками, чтобы выбрать пункт меню **Segment Table**.

Переместите курсор в указанное положение с помощью курсорных кнопок вверх и вниз или ручки регулятора, выбрать один следующих пунктов «Add Segment /Добавить сегмент», «Insert Segment/Вставить сегмент», «Delete Segment/Удалить сегмент» и «Delete All Segments/Удалить все сегменты», чтобы выполнить операцию с сегментом.

Выберите таблицу сегментированной развертки для настройки сегмента и выделите соответствующее меню, чтобы отобразить соответствующее содержимое в следующем сегменте.

+	State	Start	Stop	Points	Power Level	Sweep Time	Delay	IF Bandwidth
1	On	9.000 kHz	1.000000000 GHz	201	0 dBm	182.30700 ms	0.00000 s	1.000 kHz
> 2	Off	1.000000000 GHz	4.500000000 GHz	801	5 dBm	71.08475 s	0.00000 s	10 Hz

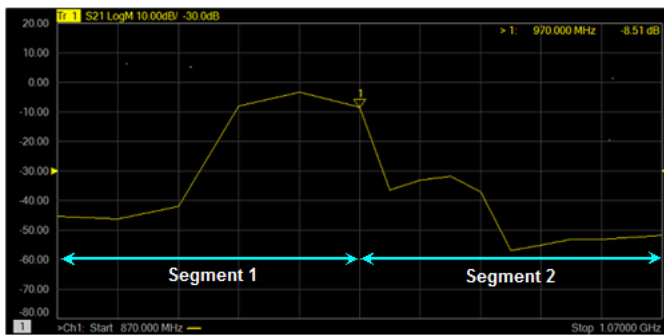
**Рис. 7-1 Схема сегментированной развертки**

Количество точек по оси X: в режиме развертки сегмента эта функция влияет на то, как сегментированный график отображается на экране. Эта функция находится в меню вспомогательной таблицы развертки.

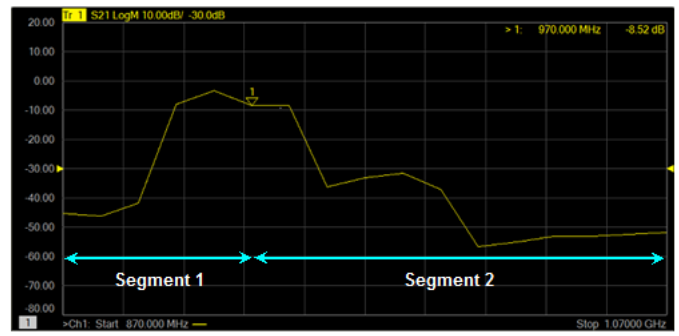
- Когда количество точек по оси X не учитывается, многосегментные развертки иногда могут привести к тому, что многие точки измерения будут сжаты в более узкую часть оси X.
- Когда учитывается количество точек по оси X, в этом случае выбирается положение для каждой точки по оси X, чтобы все точки измерения были равномерно распределены по оси X.

Например, предположим, что у вас есть следующие два сегмента:

+	State	Start	Stop	Points
> 1	On	870.000000 MHz	970.000000 MHz	201
2	On	970.000000 MHz	1.070000000 GHz	801



Количество точек между точками по оси X не учитывается



Количество точек по оси X учитывается

**Рис. 7-2 Пример использования функции использования точек по оси X для построения графика сегментированной развертки**

## 7.5 СИНХРОНИЗАЦИЯ

Синхронизация (Trigger) – это сигнал, который используется для запуска развертки векторного анализатора.

Векторные анализаторы серии АК ИП-6604 отличаются гибкой настройкой схемы синхронизации.

### 7.5.1 Доступ к настройкам синхронизации

Для доступа к настройкам синхронизации необходимо нажать кнопку **Trigger**, далее используя ручку регулятора или курсорные кнопки выбрать пункт меню **Trigger**.

### 7.5.2 Источник синхронизации

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Trigger**, используйте ручку регулятора или курсорные кнопки для выбора пункта меню **Trigger Source**. Нажмите кнопку **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования параметра, затем переместите курсор в указанное положение с помощью курсорных кнопок вверх и вниз или ручки регулятора и нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

Источник сигнала синхронизации: данная настройка определяет источник сигнала синхронизации для доступных каналов.

- Internal triggers/Внутренняя синхронизация: генерация внутреннего сигнала запуска после завершения предыдущего измерения.
- Bus trigger/Запуск по шине: векторный анализатор цепей ожидает команд запуска SCPI, выдаваемую с внешнего контроллера (ПК).
- External trigger/Внешний сигнал синхронизации: сигнал синхронизации, генерируемый внешним устройством, поступающий на вход BNC. Вход внешнего сигнала запуска расположен на задней панели прибора.
- Manual trigger/Запуск вручную: отправка сигнала синхронизации на векторный анализатор вручную, по выбору пункта меню Manual.

### 7.5.3 Диапазон синхронизации

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Trigger**, используйте ручку регулятора или курсорные кнопки для выбора пункта меню **Trigger Scope**. Нажмите кнопку **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования параметра, затем переместите курсор в указанное положение с помощью курсорных кнопок вверх и вниз или ручки регулятора и нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

- All channels/Все каналы: сигнал синхронизации подается на все каналы. Входящий сигнал запуска будет охватывать все каналы, которые могут быть запущены. (Настройка по умолчанию)
- Current channel/Текущий канал: сигнал синхронизации применяется только к текущему выбранному каналу.

#### 7.5.4 Настройки канала

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Trigger**, используйте ручку регулятора или курсорные кнопки для выбора пункта меню **Trigger**. Нажмите кнопку **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования параметра, затем переместите курсор в указанное положение с помощью курсорных кнопок вверх и вниз или ручки регулятора и нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

Эти настройки определяют количество сигналов синхронизации, которые будет получать канал.

- Hold trigger/Удержание запуска: Канал не принимает сигналы синхронизации.
- Single trigger/Однократный запуск: канал получает сигнал запуска, а затем переходит в состояние «удержания». Другой способ запуска однократного измерения: установите источник запуска «manual/вручную» и отправьте ручной запуск. В данном случае, все каналы будут настроены на однократный запуск.
- Continuous trigger/Непрерывный запуск: каналы принимают неограниченное количество сигналов запуска.
- Hold all channels/Удержание запуска всех каналов: Все каналы переходят в состояние удержания и не принимают никаких сигналов запуска.
- Restart/Перезапуск: (Доступно только из меню «Trigger».) Каналы, находящиеся в состоянии удержания, настроены на однократный запуск (канал принимает один сигнал запуска). Все остальные настройки не затрагиваются.

#### 7.5.5 Режимы синхронизации

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Trigger**, используйте ручку регулятора или курсорные кнопки для выбора пункта меню **Trigger**→**Trigger Setup**. Нажмите кнопку **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования параметра, затем переместите курсор в указанное положение с помощью курсорных кнопок вверх и вниз или ручки регулятора и нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

Эти настройки определяют количество сигналов синхронизации, которые будет получать канал.

- Sweep trigger/Синхронизация развертки: каждый «ручной» или «внешний» запуск вызывает развертку всех измерительных графиков общего исходного порта в заданном порядке. В случае однократного запуска счетчик уменьшается на 1 после развертки всех измерительных графиков во всех направлениях.
- Point trigger/Запуск по точке: каждый «ручной» или «внешний» запуск приводит к измерению точки данных. Последующие сигналы запуска выполняют то же самое с другими точками графика до его конца, затем производится развертка для других графиков в том же канале в заданном порядке. В случае однократного запуска счетчик уменьшается на 1 после измерения всех точек данных на всех измерительных графиках в канале.

Когда включена многопортовая калибровка (требуется развертка в нескольких направлениях), измерительный график на экране не будет обновляться до тех пор, пока не будет выполнена развертка всех соответствующих направлений. Например, когда отображаются все четыре S параметра 2-портовых измерений:

- а) Если включена полная двухпортовая калибровка, запуск 1 не приведет к обновлению графика.
- б) Когда калибровка отключена, запуск 1 вызовет обновления S11 и S21. Запуск 2 вызовет обновления S22 и S12.

#### **Отслеживание последовательности сканирования:**

Для всех режимов запуска сигнал запуска остается в том же канале до тех пор, пока не будет выполнено сканирование всего измерительного графика в этом канале, а затем продолжится запуск следующего канала, который не находится в состоянии «удержания».

Сканирование внутри каждого канала всегда выполняется в следующем порядке:

График на экране не будет обновляться при включении многопортовой калибровки (требующей развертки в нескольких направлениях) до тех пор, пока не будут проведены развертки во всех соответствующих направлениях.

Например, когда отображаются все четыре S параметра 2-портовых измерений:

- а) Если включена полная двухпортовая калибровка, запуск 1 не приведет к обновлению графика.
- б) Когда калибровка отключена, запуск 1 вызовет обновления S11 и S21. Запуск 2 вызовет обновления S22 и S12.

### **Отслеживание последовательности развертки:**

Для всех режимов запуска сигнал запуска остается в том же канале до тех пор, пока не будет выполнена развертка всего измерительного графика в этом канале, а затем продолжится запуск следующего канала, который не находится в состоянии «удержания».

Развертка внутри каждого канала всегда выполняется в следующем порядке:

График на экране не будет обновляться при включении многопортовой калибровки (требующей развертки в нескольких направлениях) до тех пор, пока не будут проведены развертки во всех соответствующих направлениях.

Например, когда отображаются все четыре S параметра 2-портовых измерений:

- Развертка измерительного графика в порядке исходных портов. Например, в канале со всеми четырьмя S параметрами 2 портов измерительный график порта 1 (S11 и S21) строится одновременно. Затем измерительный график исходного порта 2 (S22 и S12) строится одновременно.

### **7.5.6 Внешний и вспомогательный сигналы запуска**

Как внешние, так и вспомогательные сигналы запуска используются для синхронизации развертки векторного анализатора цепей с синхросигналами других устройств.

#### **Обзор**

Сигнал готовности и сигнал запуска:

Сигналы готовности отличаются от сигналов запуска. Сигнал готовности используется для указания того, что передающий прибор готов к измерению. Прибор, получив сигнал готовности, затем отправляет сигнал запуска, указывающий, что измерение будет выполнено или что измерение завершено. Обычно сигнал запуска посылает более медленный инструмент.

- Measurement trigger input/Вход запуска измерения: это простой синхросигнал с ограниченными возможностями по настройке.
- Auxiliary trigger outputs/Вспомогательные синхровыходы: специализированные выходные разъемы для генерации сигналов синхронизации со сторонними устройствами.

#### **Measurement trigger input/Вход запуска измерения**

Вход сигнала запуска расположен на задней панели прибора.

Данные сигналы для обмена данными векторного анализатора с другими более медленными приборами.

Порядок действие:

- Векторный анализатор цепей отправляет сигнал «готов», когда он готов к измерению.
- Внешнее устройство отправляет сигнал запуска векторному анализатору цепей, когда оно готово для измерения
- Дополнительные сигналы генерируются на входе/выходе процессора векторного анализатора цепей, чтобы указать, что развертка векторного анализатора цепей завершена, и процессор может быть настроен для следующего измерения.

Для того чтобы векторный анализатор цепей реагировал на сигналы запуска измерения или сигналы ввода-вывода процессора, необходимо выбрать пункт «External/Внешний» на вкладке «Trigger Settings/Настройки синхронизации» в настройках источника («Source»). Так же, на вкладке «Trigger Settings/Настройки синхронизации» в разделе «Range Settings /Настройки диапазона» выберите, применяется ли внешний сигнал запуска ко всем каналам (global) или к одному каналу (local).

Вход основного сигнала запуска:

Общая или применимая к одному каналу задержка запуска (Global/channel trigger delay) — после получения внешнего сигнала запуска развертка будет выполняться после истечения заданного времени задержки.

- Когда областью сигнала запуска является «channel», значение задержки применяется к указанному каналу.
- Когда областью сигнала запуска является «global», значение задержки применяется ко всем каналам.

Для получения сигналов внешнего запуска в векторном анализаторе цепей предусмотрены следующие выходные разъемы:

- BNC-разъем входа сигнала запуска измерения: расположен на задней панели.
- Контакт ввода-вывода процессора (I/O Pin 18).

#### **Полярность:**

High level/Высокий уровень: когда векторный анализатор цепей находится в режиме ожидания сигнала запуска (trigger ready) и сигнал TTL на выбранном входе имеет «высокий уровень», он запускает развертку векторного анализатора.

Low level/Низкий уровень: когда векторный анализатор цепей находится в режиме ожидания сигнала запуска (trigger ready) и сигнал TTL на выбранном входе имеет «низкий уровень», он запускает развертку векторного анализатора.

Positive edge/Положительный фронт: когда векторный анализатор цепей находится в режиме ожидания запуска, он запустится по следующему положительному фронту.

Negative edge/Отрицательный фронт: когда векторный анализатор цепей находится в режиме ожидания запуска, он запустится по следующему отрицательному фронту.

После поступления на вход сигнала внешнего запуска прибор переходит в состояние ожидания запуска (trigger ready), если какие-либо сигналы запуска будут получены с момента последнего сбора данных, векторный анализатор цепей немедленно запустит развертку.

- Если в меню прибора флажок снят с данной настройки, любые сигналы запуска, полученные векторным анализатором цепей, до того, как он будет готов, будут проигнорированы.
- Эта функция доступна только при выборе запуска по положительному или отрицательному фронту.

#### **Вспомогательный сигнал запуска**

Разъем вспомогательного сигнала запуска (auxiliary trigger) расположен на задней панели векторного анализатора цепей.

Если прибор настроен на использование внешнего сигнала запуска от внешнего устройства, то настройки синхронизации будут выполняться автоматически. Векторный анализатор цепей начнет измерения, когда получит действительный сигнал запуска от указанного источника синхросигнала:

- Inside/Внутренний: измерения начинаются немедленно.
- Manual/Ручной: нажмите кнопку «Trigger» на векторном анализаторе цепей, чтобы начать измерение.
- External/Внешний: измерение начинается при получении входного сигнала запуска от внешнего устройства.

Сигнал "Auxiliary Trigger Output" можно настроить так, чтобы он посылался непосредственно перед выполнением измерения или сразу после завершения измерения. При обмене данными с внешним источником сигнал «Auxiliary Trigger Output» должен быть отправлен после завершения измерения, чтобы указать, что внешний источник может быть установлен для следующего измерения.

**Enable/Включить:** если этот флажок установлен, сигнал может выводиться на внешние устройства с помощью вспомогательных разъемов (Auxiliary Trigger Output).

- Channel/Канал: настройка параметров выполняется через меню «Preferences» векторного анализатора цепей.
- Global/Общие: все вторичные настройки сигнала запуска применяются ко всем каналам. На вкладке «Trigger Settings» установите настройку «Each Point», которая также применяется ко всем каналам.

**Channels/Каналы:** все вторичные настройки сигнала запуска будут применены к указанному каналу и каждый канал может быть настроен индивидуально.

### **Auxiliary channel output/Выход вспомогательного канала (к устройству):**

Следующие параметры управляют свойствами выходного вспомогательного сигнала запуска, генерируемого на выходе auxiliary trigger на задней панели прибора

#### **Polarity/Полярность:**

Positive pulse/Положительный импульс: выход импульса положительной полярности.

Negative pulse/Отрицательный импульс: выход импульса отрицательной полярности.

#### **Location/Место нахождения:**

Before acquisition/Перед сбором данных: генерация импульса непосредственно перед началом сбора данных.

After the acquisition/После получения: генерация импульса сразу после завершения сбора данных.

**Each point/Каждая точка:** если этот флажок установлен, выходные сигналы запуска будут отправляться для каждой точки данных, а если флажок снят, выходные сигналы запуска будут отправляться для каждой развертки.

**Pulse Duration/Длительность импульса:** задать длительность положительного или отрицательного выходного импульса сигнала запуска.

## **7.6 ФОРМАТ ДАННЫХ**

Формат данных — это метод, с помощью которого векторный анализатор цепей графически отображает измеренные данные. Выберите формат данных, соответствующий информации, которую вы хотите знать о тестовом устройстве.

### **7.6.1 Формат отображения**

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Format** на передней панели прибора, используйте ручку регулятора или курсорные кнопки для выбора пункта меню **Format**. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора для перехода в режим редактирования параметра, затем переместите курсор в указанное положение с помощью курсорных кнопок верх/вниз или ручки регулятора и нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

### **7.6.2 Формат отображения LF декартовых координат**

Девять из двенадцати доступных форматов данных используют прямоугольные дисплеи для представления данных измерений. Этот дисплей также известен как декартовы координаты, координаты XY или линейные координаты. Отображение декартовых координат особенно подходит для четкого отображения частотной характеристики тестируемого устройства (DUT).

- Данные возбуждения (частота, мощность или время) линейно масштабируются и отображаются на оси X.
- Измеренные данные отклика отображаются на оси Y.

Схема логарифмической амплитуды:

- Отображение амплитуды (без фазы)
  - Y: дБ/dB
  - Измерения: обратные потери, вносимые потери или усиление
- Отображение фазы (без амплитуды)

Формат фазы:

Фаза сигнала измеряется относительно опорной плоскости калибровки в диапазоне  $\pm 180$  градусов.

- Y: Фаза (градусы)
- Каждая 180-градусный график «завернут» для упрощения масштабирования.
- Измерение: линейный фазовый сдвиг.

Фаза A:

- Та же фаза, но без смещение на 180-градусов.

Примечание. Развертка фазы выполняется путем сравнения фаз двух соседних точек данных. Если разность фаз между двумя точками больше 180 градусов или смещение фазы постоянного тока первой точки данных больше 180 градусов, измерение фазы может быть неточным.

Формат групповой задержки:

- Отображает время передачи (распространения) сигнала в устройстве
- Y: Время (с)
- Измерение: Групповая задержка

Схема линейной амплитуды:

- Отображаются только положительные значения
- Y: без единиц измерения (U/U, подходит для пропорциональных измерений) Ватт (W/Вт, подходит для непропорциональных измерений)
- Измерение: Коэффициенты отражения и прохождения (амплитуда), преобразование во временной области

Формат KCB/SWR:

- Отображает измерения отражения, рассчитанные по формуле  $(1 + R)/(1 - R)$ , где R — коэффициент отражения.
- Действительно только для измерений отражения
- Y: Без единиц измерения
- Измерение: KCB

Формат реального числа:

- Отображение только реальной части измеренных комплексных данных
- Может отображать как положительные, так и отрицательные значения
- Y: без единиц измерения
- Измерение: Временная область, вспомогательные входные сигналы напряжения для целей технического обслуживания

Формат мнимых чисел:

- Отображаются только мнимые части измеренных данных
- Y: Без единиц измерения
- Измерение: согласование импеданса сети

### 7.6.3 Полярные координаты

Формат полярных координат используется для просмотра амплитуды и фазы коэффициентов отражения в измерениях S11 или S22.

Вы можете использовать курсор для отображения следующих элементов:

- Линейная или логарифмическая амплитуда (в дБ)
- Фаза (в градусах)

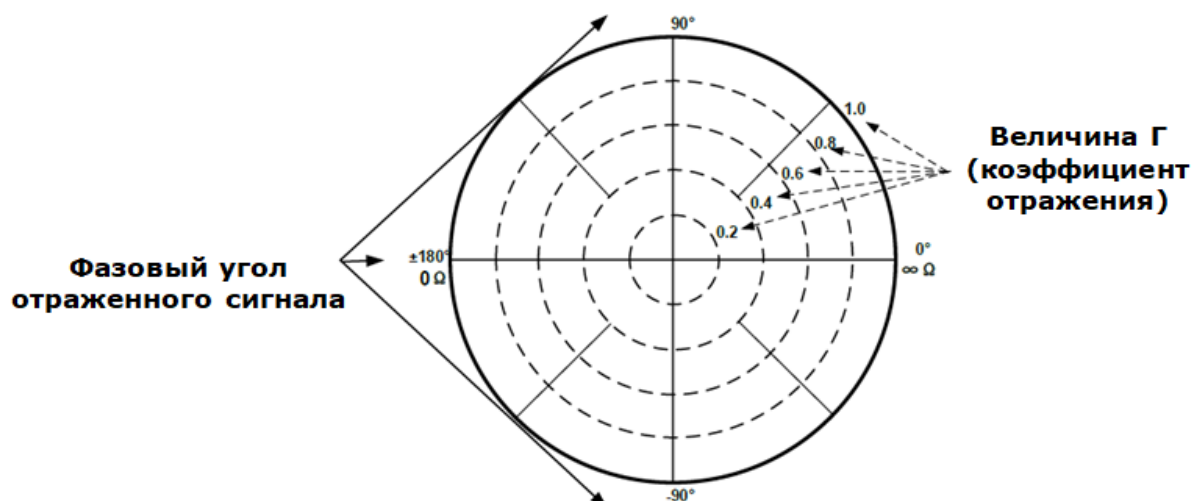


Рис. 7-3 Полярная диаграмма

- Пунктирный кружок указывает коэффициент отражения. Край круга представляет коэффициент отражения со значением 1. Центр круга представляет коэффициент отражения со значением 0.
- Радиальная линия показывает фазовый угол отраженного сигнала. Крайняя правая позиция соответствует углу нулевой фазы (то есть отраженный сигнал имеет ту же фазу, что и падающий сигнал). Разности фаз  $90^\circ$ ,  $\pm 180^\circ$  и  $-90^\circ$  соответствуют верхней, крайней левой и нижней части полярного дисплея соответственно.

#### 7.6.4 Круговая диаграмма Смита

Диаграммы Смита — это инструмент для отображения комплексных коэффициентов отражения для проверки импеданса оборудования. На диаграмме Смита прямоугольная плоскость импеданса преобразуется по форме в круговую сетку, в которой могут считываться последовательное активное сопротивление и реактивное сопротивление ( $R + jX$ ).

Вы можете использовать курсор для отображения следующих элементов:

- Сопротивление (Ом)
- Реактивное сопротивление в виде эквивалентной емкости (в фарадах) или индуктивность (в Генри).

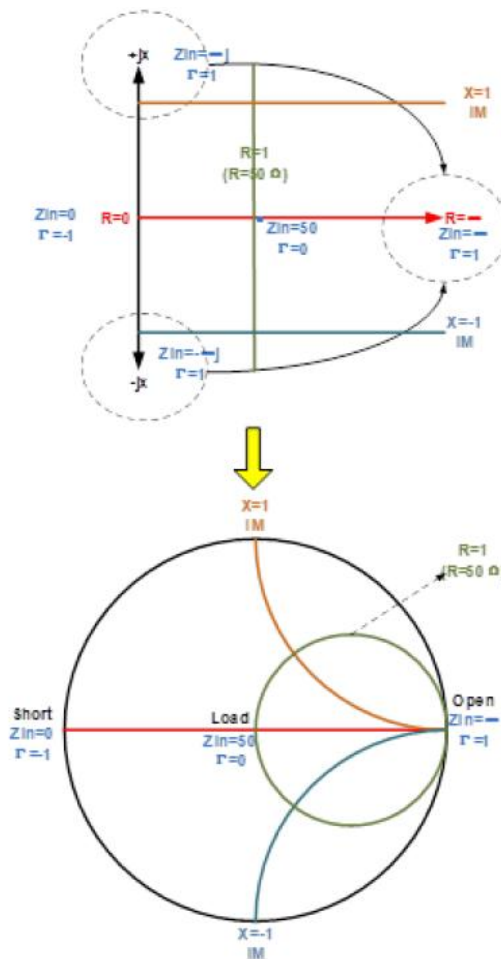


Рис. 7-4 Схематическая диаграмма Смита

Инвертированная диаграмма Смита (также называемая диаграммой адмиттанс)

То же, что и стандартная диаграмма Смита, за исключением того, что:

- сетка построения графика разворачивается справа налево;
- отображается адмиттанс (в сименсах) вместо импеданса.

## Интерпретация диаграммы Смита:

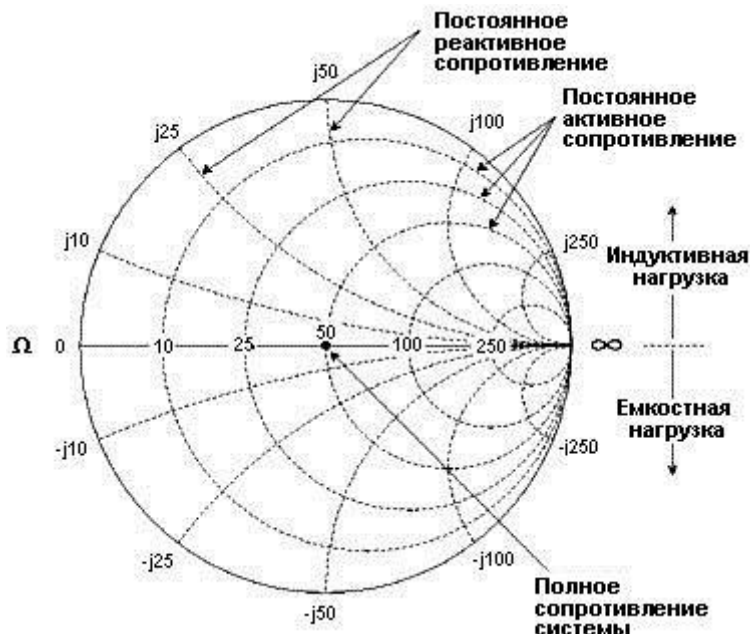


Рис. 7-5 Инвертированная диаграмма Смита

- Каждая точка диаграммы Смита представляет комплексный импеданс, состоящий из действительного активного сопротивления ( $r$ ) и мнимого реактивного сопротивления ( $r + jX$ ).
- Горизонтальная ось (сплошная линия) — это действительная часть импеданса, то есть активное сопротивление. Середина горизонтальной оси всегда равна опорному импедансу измерительной системы. С правой стороны оси значение в Омех уходит в бесконечность (соответствует разомкнутой цепи). С левой стороны оси значение равно нулю ом (соответствует короткому замыканию).
- Пунктирные окружности, пересекающие горизонтальную ось, представляют собой постоянное активное сопротивление.
- Пунктирные дуги, касающиеся горизонтальной оси, представляют собой постоянное реактивное сопротивление.
- Верхняя половина диаграммы Смита — это область, в которой реактивная компонента положительна, то есть соответствует индуктивной нагрузке.
- Нижняя половина диаграммы — это область, в которой реактивная компонента отрицательна, то есть соответствует емкостной нагрузке.

## 7.7 МАСШТАБ

### 7.7.1 Масштаб/опорный уровень опорная позиция

Настройки Scale (Масштаб), Reference Level (опорный уровень) и Reference Position (опорная позиция) (наряду с Format (Формат)) определяют вид графика с результатами измерений на экране векторного анализатора цепей.

Нажмите **Scale** (Масштаб), используйте ручку регулятора или курсорные кнопки, чтобы выбрать пункт меню параметров опорного уровня (reference level) и опорного положения (reference position) в строке меню **Scale/Масштаб**. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования параметра, затем переместите курсор в указанное положение с помощью курсорных кнопок вверх/вниз или ручкой регулятора и нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

**Scale/Масштаб:** задает цену деления по вертикальной оси при отображении в прямоугольных координатах. В форматах полярных координат и диаграммы Смита данная настройка задает цену деления по внешней окружности.

Диапазон: от 0,001 дБ/дел до 1000 дБ/дел.

**Automatic scaling/Автоматическое масштабирование:** автоматически определяет цену деления по вертикальной оси и опорное значение, соответствующие АКТИВНОМУ графику с результатами измерений в координатной сетке на экране. Это не влияет на параметры испытательного сигнала и опорную позицию. Анализатор определяет минимальный возможный коэффициент масштабирования, который позволит разместить все отображаемые данные в пределах 80 % сетки по вертикали.

**Autoscale All/Автомасштабирование всех графиков:** автоматический выбор масштаба для ВСЕХ графиков в АКТИВНОМ ОКНЕ для размещения их по вертикали в координатной сетке на экране.

**Reference Level/Опорный Уровень:** в форматах с прямоугольными координатами задает значение опорной линии, обозначенной на экране символами. Диапазон: от -1000 до 1000 дБ. В полярных координатах и на диаграмме Смита опорный уровень не применяется.

**Reference Position/Опорная позиция:** в формате прямоугольных координат задает положение опорной линии. Значение «0» соответствует нижней линии экрана, значение «10» соответствует верхней линии экрана. Положение по умолчанию — 5 (середина). В полярных координатах и на диаграмме Смита опорная позиция не применяется.

### 7.7.2 Связывание масштабов

Когда активирована функция связывания масштабов «**Scale Coupling**», графики, имеющие один и тот же формат, получают одинаковые масштаб «**Scale**», опорный уровень «**Reference Level**» и опорную позицию «**Reference Position**». Можно выбрать связывание масштабов графиков, находящихся в одном окне, всех графиков во всех окнах либо отключить связывание.

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Scale**, с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выбрать пункт меню **Scale**→**Scale Coupling**. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования, выберите **Off/Window/All**, затем переместите курсор в указанную позицию с помощью курсорных кнопок вверх и вниз или ручкой регулятора, нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

Примечание. Графике одного формата имеют одинаковый масштаб, опорный уровень и опорное положение.

Метод связывания:

**Off (Выкл.):** связывание не применяется. Масштабирование графиков производится индивидуально. Это настройка по умолчанию.

**Window (Окно):** все графики, имеющие одинаковый формат, в каждом выбранном окне получают одинаковые настройки масштаба.

**All (Все):** все графики, имеющие одинаковый формат, во ВСЕХ выбранных окнах получают одинаковые настройки масштаба.

- При выборе опции связывания Window или All настройки масштаба активного графика присваиваются остальным связанным графикам того же формата.
- При наличии графиков разного формата все графики одного формата получают настройки графика этого же формата, имеющего наименьший номер.
- После активации настройки масштаба для всех связанных графиков можно менять с помощью любого из связанных графиков, активного в данный момент.

#### **Selected Windows/Выбранные окна:**

Данная опция будет доступна, если выбран метод связывания Window или All. Выбранные окна участвуют в связывании масштабов. По умолчанию выбираются все окна. Чтобы исключить то или иное окно из связывания масштабов, снимите соответствующий флажок.

#### **Об автомасштабировании и связывании масштабов:**

Функция автомасштабирования влияет на активный график в активном окне. Все графики, связанные с ним, получают новые настройки масштаба от активного графика. В результате некоторые графики могут не отображаться на экране.

Использование функции Autoscale All с методом связывания:

- **Off (Выкл.):** автоматическое масштабирование каждого графика в активном окне производится индивидуально.
- **Window (Окно):** все графики в каждом выбранном окне будут автоматически масштабированы с подгонкой к общему набору коэффициентов масштабирования.
- **All (Все):** все графики во всех выбранных окнах будут автоматически масштабированы с подгонкой к общему набору коэффициентов масштабирования.

### 7.7.3 Electrical delay/Электрическая задержка

Электрическая задержка — это математическая функция, моделирующая переменную длину линии передачи без потерь. Линейные фазовые сдвиги в устройстве можно компенсировать с помощью функции электрической задержки. Данная функция служит для компенсации линейного сдвига фазы на устройстве. Электрическая задержка может быть установлена отдельно для каждого измерительного графика.

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Scale**, с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выбрать пункт меню **Electrical Delay/Электрическая задержка**. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования. После завершения редактирования переместите курсор в указанную позицию с помощью курсорных кнопок вверх/вниз или ручкой регулятором. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

**Delay time/ Время задержки:** указывает значение добавляемой или удаляемой задержки, выраженное во времени или расстоянии. Данная функция служит для компенсации линейного сдвига фазы на устройстве. Электрическая задержка может быть установлена отдельно для каждого измерительного графика.

**Speed coefficient/Коэффициент замедления линии передачи:** задает коэффициент замедления линии передачи, который применяется в отношении электропроводящей среды устройства, включенного в схему после калибровки измерений. Данный коэффициент равен 0,66 для кабеля с диэлектриком из полиэтилена и 0,7 для кабеля с диэлектриком из ПТФЭ/PTFE. 1,0 соответствует скорости света в вакууме.

**Distance unit/Единицы измерения расстояния:** позволяет выбрать метры, дюймы или футы. При изменении данного параметра не произойдет автоматического изменения размера шага.

### 7.7.4 Смещение амплитуды

Функция смещения амплитуды позволяет смещать амплитуду (не фазу) данных на фиксированное и (или) нарастающее значение в дБ. Если выбран формат отображения линейной амплитуды или реальный формат (в безразмерных единицах), выполняется преобразование из дБ и применяется правильная величина смещения. Настройка смещения амплитуды влияет только на активный график.

Если выбран формат отображения линейной амплитуды/Linear Amplitude или реальный формат/Real Number (в безразмерных единицах), выполняется преобразование из дБ и применяется правильная величина смещения.

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Scale**, с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выбрать пункт меню **Constants** → **Mag Offset/ Mag Slope**.

Нажмите **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования. После завершения редактирования переместите курсор в указанную позицию с помощью курсорных кнопок вверх/вниз или ручки регулятора. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

**Amplitude deviation/Смещение амплитуды:** смещение всего графика с результатами измерений на заданное значение.

**Margin slope/Уклон амплитуды:** смещение всего графика с результатами измерений на величину, зависящую от частоты. Уклон смещения начинается с частоты 0 Гц.

### 7.7.5 Смещение фазы

Смещение фазы математически корректирует измеренную фазу на определенную величину (до 360°). Это может использоваться в следующих целях:

- Улучшение отображения измерений фазы. Это аналогично изменению опорного уровня при измерениях амплитуды. Установите фазовую характеристику по центру или впишите ее в размер экрана.
- Имитация прогнозируемого сдвига фазы в выполняемых измерениях. Например, если необходимо включить в схему кабель и, если известно, что отрезок этого кабеля приведет к появлению определенного сдвига фазы в результатах измерений, можно использовать смещение фазы для внесения данного значения и смоделировать полное измерение устройства.

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Scale**, с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выбрать пункт меню **Constants**→**Phase Offset**.

Нажмите **ENTER** или ручку регулятора, чтобы войти в режим редактирования. После завершения редактирования переместите курсор в указанную позицию с помощью курсорных кнопок вверх/вниз или ручки регулятора. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

## 7.8 AVG BW

### 7.8.1 Обзор

Динамический диапазон — это конечная разница между максимальным уровнем входной мощности и минимальным уровнем измеряемой мощности (собственный уровень шумов) анализатора. При оценке характеристики, сопровождающейся большим изменением амплитуды (например, начальная и конечная полоса фильтра), важно увеличить динамический диапазон. Минимальный уровень шума можно уменьшить, сузив полосу пропускания по ПЧ или включив усреднение развертки.

Для минимизации очень низкого шума усреднение более эффективно, чем уменьшение ширины полосы ПЧ. Как правило, усреднение занимает немного больше времени, чем уменьшение полосы пропускания ПЧ для снижения шума, особенно если требуется много усреднений. Кроме того, изменение ширины полосы ПЧ после калибровки приводит к понижению точности.

### 7.8.2 Усреднение

Усреднение — это функция, при которой векторный анализатор вычисляет среднее значение для каждой точки, перед тем, как перейти к следующей точке данных. Вы определяете количество измерений, устанавливая коэффициент усреднения. Чем выше коэффициент усреднения, тем больше уровень шумоподавления.

#### Настройка усреднения:

Нажмите кнопку **Avg BW**, затем войдите в меню **Averaging and Bandwidth**.

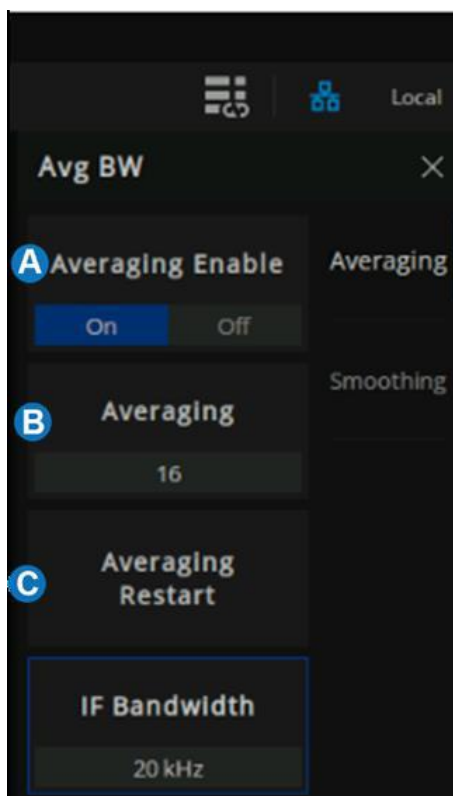


Рис. 7-6 Меню AVG BW

- A. **Averaging Enable/Усреднение включено:** выбрать ON чтобы разрешить усреднение.
- B. **Averaging/Коэффициент усреднения:** задает число измерений, по которым производится усреднение. Диапазон от 1 до 999.
- C. Averaging Restart. Перезапуск усреднения развертки с 1.

### 7.8.3 Ширина полосы пропускания по промежуточной частоте (IF Bandwidth)

Принимаемый сигнал преобразовывается с частоты своего источника к более низкой промежуточной частоте (ПЧ). Уменьшение полосы пропускания ПЧ приемника позволяет снизить влияние случайного шума на измерения. Каждое десятикратное уменьшение ширины полосы пропускания по промежуточной частоте понижает минимальный уровень шума на 10 дБ. Однако при более узкой полосе пропускания по промежуточной частоте возрастает время развертки.

#### Настройка IF Bandwidth:

1. Нажать кнопку **Avg BW**. Используя функциональные кнопки управления меню выбрать: Averaging > IF Bandwidth > Ввести значение ширины полосы ПЧ.

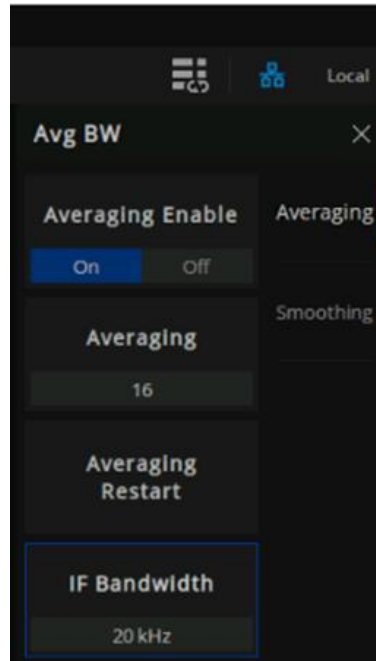


Рис. 7-7 Настройка IF Bandwidth

2. Используя мышку или касанием выбрать значок «BW=xx» в строке меню и выбрать «Ширина полосы ПЧ».

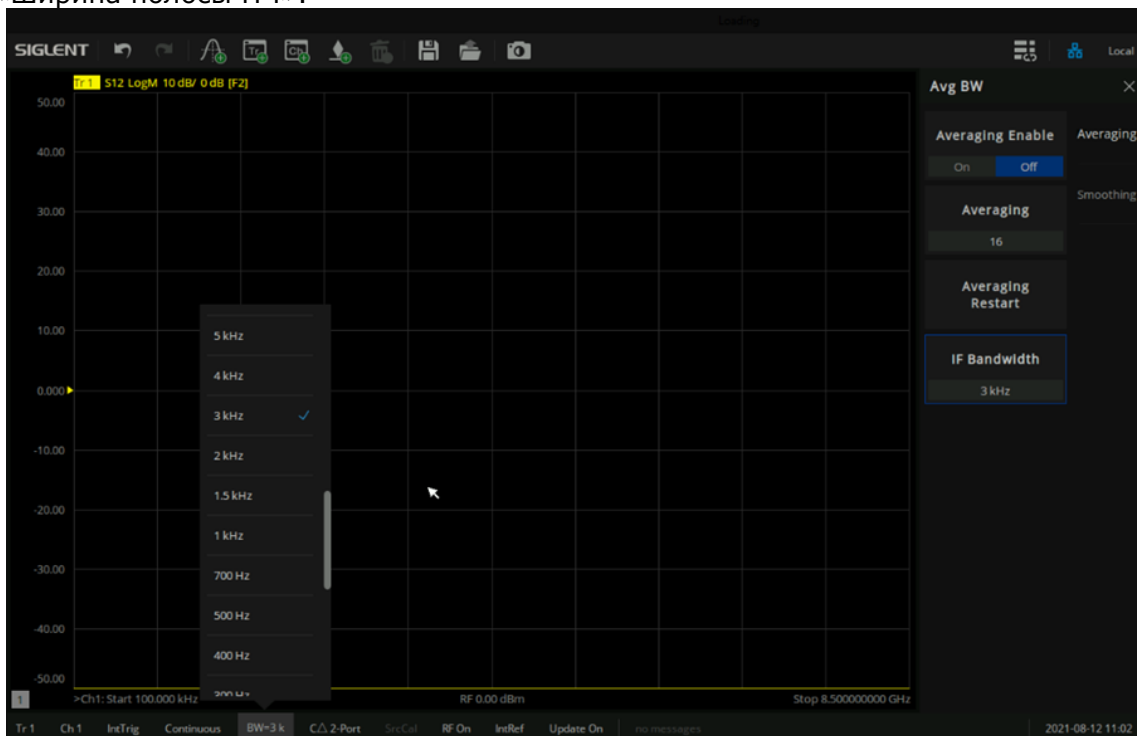


Рис. 7-8 Установка полосы ПЧ в строке меню

## 7.8.4 Сглаживание

Сглаживание графика заключается в усреднении значений в нескольких соседних точках данных для сглаживания отображаемого графика. Число соседних точек данных, для которых совместно применяется сглаживание, также называют сглаживающей апертурой. Апертура может быть задана числом точек данных или процентной долей диапазона по оси X.

Сглаживание графика позволяет снизить полную амплитуду шума в широкополосных измеренных данных. Это сглаживает шум графика и при этом не приводит к значительному увеличению времени выполнения измерений.

Так как сглаживание графика следует формату, определенному в карте обработки данных, отформатированные данные являются сглаженными. При использовании представления в полярных координатах или в виде диаграммы Смита сглаживание автоматически выключается.

### Настройка IF Bandwidth:

Нажать кнопку **[Avg BW]**. Используя функциональные кнопки управления меню выбрать Avg BW > Smoothing, для перехода в меню настроек параметров сглаживания.

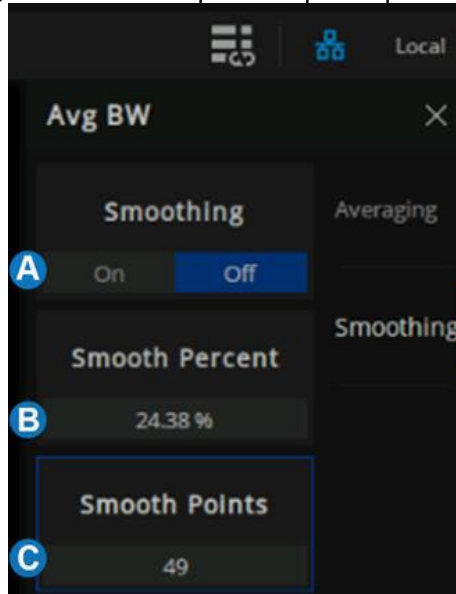


Рис. 7-9 Меню сглаживания

- A. **Smoothing ON/OFF/Сглаживание ВКЛ/ВЫКЛ:** включение или отключение функции сглаживания, применяемое к отображаемому графику.
- B. **Percent of Smooth/Процентная доля диапазона:** задает процентную долю диапазона испытательного сигнала в пределах развертки, в которой применяется сглаживание. Например, если для графика с 100 точками данных задать процентную долю диапазона 11 %, то число точек данных, подвергаемых усреднению, будет равно 11.
- C. **Smooth Points/Число точек:** задает число соседних точек данных, к которым применяется усреднение.

#### Рекомендации:

- Начинать с большого числа отображаемых точек и уменьшайте его, пока сохраняется уверенность в том, что график не искажает результаты.
- Не используйте сглаживание с устройствами с высоким резонансом или устройствами с широкими колебаниями графиков. В противном случае получаемая информация может привести к неверным выводам.
- Сглаживание задается независимо для каждого графика.

## 7.9 НАСТРОЙКИ ПО УМОЛЧАНИЮ

Нажатие кнопки **Preset** на передней панели прибора вызывает предустановленные по умолчанию настройки для восстановления системных настроек или настроек созданных пользователем.

Порядок действий:

- Типы предустановок выбираются через меню **Preset**→**Preset Option**. Доступные варианты: «Default» - заводские настройки по умолчанию, «Default», «Last» - последние сохраненные настройки перед выключением прибора или «User» - сохраненные пользовательские настройки.
- Нажмите кнопку **Preset**, и устройство вызовет либо настройки по умолчанию, либо настройки пользователя.

Таблица 7-1 Настройки по умолчанию

Имя параметра	Значение параметра
<b>ВЧ выход</b>	
Состояние выхода	Он/Вкл
Уровень выхода	0 дБм
Выходной порт сигнала	Порт 1
Связь портов	Он/Вкл
<b>Частота</b>	
Диапазон частот	100 кГц – 8,5 ГГц
Шаг частоты	42,4995 МГц
Число точек	201
<b>Развертка</b>	
Точки развертки	201
Тип развертки	Линейная
Задержка развертки	0 с
Режим развертки	Авто
<b>Синхронизация</b>	
Тип запуска	Непрерывный
Источник запуска	Внутренний
<b>Измерения</b>	
S параметры	S11
<b>Формат отображения</b>	
Формат отображения данных	Log Mag
<b>Масштаб</b>	
Масштаб	10 дБ
Упорный уровень	0 дБ
Опорное положение	5
Связывание масштабов	Выкл
Задержка время	0 с
Задержка расстояние	0 м
Единицы измерения дистанции	метр
Коэффициент замедления	1
Импеданс	50 Ом
Смещение фазы	0°
Смещение амплитуды	0 дБ
<b>Усреднение</b>	
Состояние усреднения	Выкл
Состояние сглаживания	Выкл
<b>Калибровка</b>	
Состояние калибровки	данные калибровки выгружены

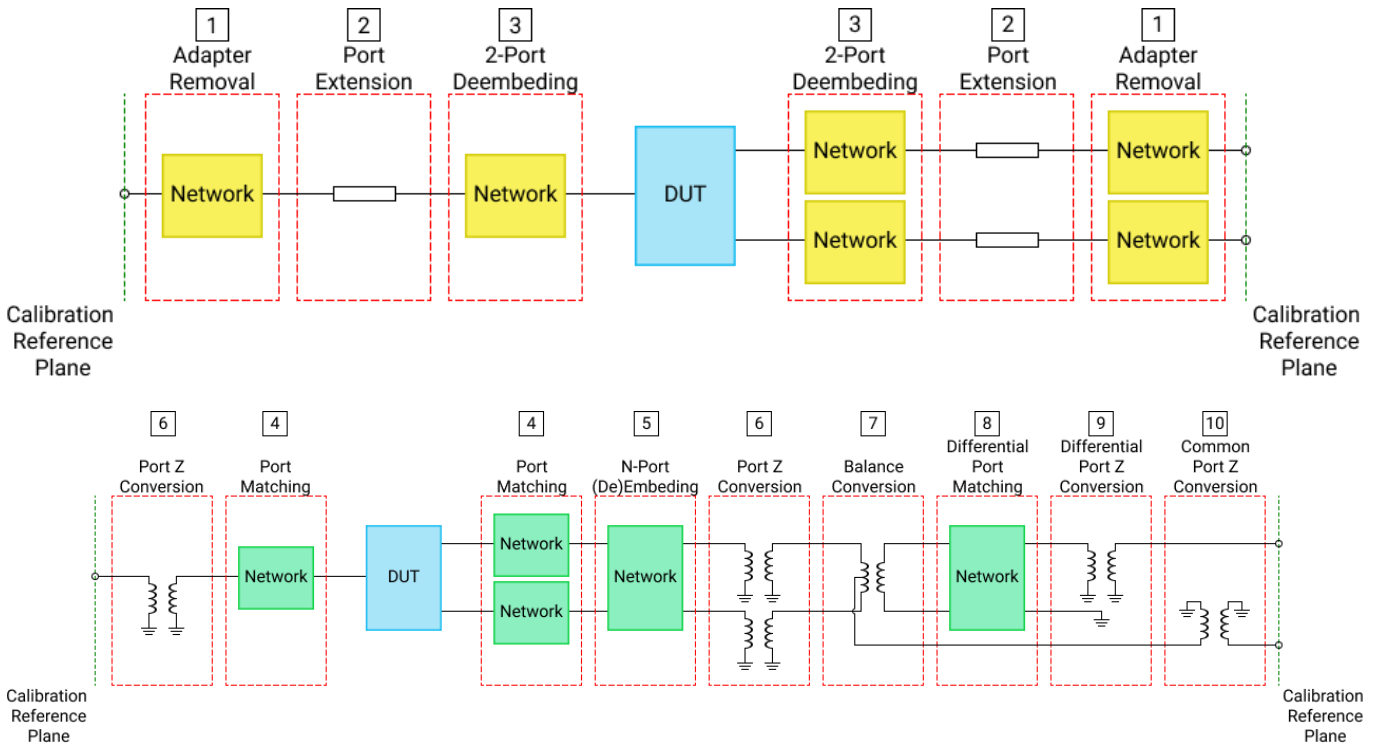
# 8 КАЛИБРОВКА ИЗМЕРЕНИЙ

## 8.1 ОБЗОР

Как правило, тестируемые устройства не могут быть измерены напрямую и точно из-за кабелей, адаптеров, пробников и т. д. Калибровка, компенсация и моделирование приспособления введены для достижения более высокой точности. Эти функции удовлетворяют различным требованиям к измерениям, но все они могут быть выражены как матричное произведение матрицы параметров рассеяния и конкретной матрицы компенсации. Порядок умножения матриц оказывает большое влияние на результат. Поэтому важно понять порядок применения этих функций и спроектировать подходящее физическое соединение с тестируемым устройством и ожидаемой измерительной сетью.

Калибровка мощности внутреннего источника и калибровка приемника применяются до расчета параметра рассеяния, а калибровка S параметра применяется к результатам расчета. Это обеспечивает высочайшую точность измерения в опорной плоскости калибровки.

Порядок выполнения калибровки показан ниже:



**Рис. 8-1 Порядок хода выполнения калибровки**

Сначала применяются удаление/вставка адаптера, расширение портов, удаление 2 портов для удаления ненужных сетей в физических соединениях тестируемого устройства и перемещения плоскости измерения на тестируемое устройство. Затем сопоставление портов, встраивание/удаление N портов, преобразование импеданса порта используются для встраивания или девстраивания ожидаемых виртуальных сетей. Если измеряются параметры рассеяния баланса, при необходимости может оказаться полезным преобразование баланса, согласование дифференциального порта, преобразование импеданса дифференциального порта, преобразование импеданса общего порта.

## 8.2 ТИПЫ КАЛИБРОВКИ

В таблице ниже представлено сравнение некоторых распространенных типов калибровки S-параметров:

Таблица 8-1 Типы калибровки S-параметров

Тип калибровки	Точность	Использование проходного метода
TRL	Очень высокая	Да, кроме неизвестной меры
SOLT	Высокая	Да
Enhanced Response (Расширенная калибровка)	Высокая	С известным адаптером, мера нулевой длины
Port 1 (reflection) Порт 1 (отражение)	Высокая	Нет
Open Circuit Response/ Short Circuit Response Холостой ход (XX)/ Короткозамкнутый ход (K3)	Низкая	Нет
Direct Response (Прямая калибровка)	Низкая	С известным адаптером, мера нулевой длины

Ниже приведены фактические типы калибровки S-параметров, используемые анализаторами цепей серии АКПП-6604.

Таблица 8-2 Типы калибровки S-параметров анализаторов цепей АКПП-6604

Номер порта	Тип калибровки	Калибровочные меры
Порт 1	Response(Open) Калибровка XX	Опция: нагрузка холостого хода (Open), согласованная нагрузка (Load)
	Response(Short) Калибровка K3	Опция: короткозамкнутая нагрузка (Short), согласованная нагрузка (Load)
	OSL	Нагрузка холостого хода (Open), короткозамкнутая нагрузка (Short), согласованная нагрузка (Load)
Порт 2	Response(Thru) 1→2 Переключатель между портами	Опция: переключатель (Thru), развязка (Isolation)
	Response(Thru) 2→1 Переключатель между портами	Опция: переключатель (Thru), развязка (Isolation)
	Enhanced Response (Thru) 1→2 Расширенная калибровка с переключателем между портами	Опция Порт 1: нагрузка холостого хода (Open), короткозамкнутая нагрузка (Short), согласованная нагрузка (Load) Переключатель (Thru), развязка (Isolation)
	Enhanced Response (Thru) 2→1 Расширенная калибровка с переключателем между портами	Опция Порт 2: нагрузка холостого хода (Open), короткозамкнутая нагрузка (Short), согласованная нагрузка (Load) Переключатель (Thru), развязка (Isolation)
	SOLT	Порт 1: нагрузка холостого хода (Open), короткозамкнутая нагрузка (Short), согласованная нагрузка (Load) Порт 2: нагрузка холостого хода (Open), короткозамкнутая нагрузка (Short), согласованная нагрузка (Load) Переключатель (Thru), развязка (Isolation)
	SOLR	Порт 1: нагрузка холостого хода (Open), короткозамкнутая нагрузка (Short), согласованная нагрузка (Load) Порт 2: нагрузка холостого хода (Open), короткозамкнутая нагрузка (Short), согласованная нагрузка (Load) Неизвестная мера (Unknown Thru), развязка (Isolation)
	TRL	Порт 1: мера отражения XX или K3 Порт 2: мера отражения XX или K3 (Open/Short) Линия передачи между портами (Line)

**TRL:**

Применение: Используется для точной калибровки любой пары портов, когда нет доступных калибровочных наборов.

**Примечание.** Может потребоваться калибровка соответствия разности (**Delta Match Cal**).

Общая точность: очень высокая

Рекомендуемый калибровочный комплект: прямая мера (straight), мера отражения (reflection), линия передачи между портами (line) или аналогичная комбинация.

**Коррекция системных ошибок:**

- фактор направленности
- фактор изоляции
- неравномерность тракта передаваемого из порта в порт сигнала
- согласование источника сигнала
- согласование нагрузки
- неравномерность тракта отраженного сигнала

**SOLT:**

Применение: Используется для точной калибровки любого количества портов.

Общая точность: высокая

Рекомендуемый калибровочный комплект: короткозамкнутая нагрузка (Short), нагрузка холостого хода (Open), согласованная нагрузка (Load), перемычка (Thru) или электронный калибровочный модуль ECAL.

**Коррекция системных ошибок:**

- фактор направленности
- фактор изоляции
- неравномерность тракта передаваемого из порта в порт сигнала
- согласование источника сигнала
- согласование нагрузки
- неравномерность тракта отраженного сигнала

**Enhanced Response (Расширенная калибровка):**

Применение: Калибровка двух портов, когда для измерения требуется только одно направление (прямое или обратное). Поскольку вторичное сканирование не требуется, измерение выполняется быстрее.

- Калибровочная мера отражения (open, short circuit, или load) подключается к калибруемому порту источника.
- Определенная мера коэффициента передачи или мера коэффициента передачи нулевой длины из калибровочного комплекта подключаются между парами портов.
- Комплект для механической калибровки работает намного быстрее, чем SOLT. Вы также можете использовать ECAL.

Чтобы выбрать Enhanced Response (Расширенная калибровка), выполните следующие действия.

Нажмите кнопку **Cal**, используя ручку регулятора или курсорные кнопки, чтобы выбрать пункт меню **Cal**→**Basic Cal**. Выберите **port1 & port2** в меню интерфейса. Выберите **Enhanced Response 1→2** или **Enhanced Response 2→1** в поле **Cal Type**. Нажмите **ENTER** или ручку регулятора для подтверждения выбора.

Общая точность: высокая

Рекомендуемый калибровочный комплект: короткозамкнутая нагрузка (Short), нагрузка холостого хода (Open), согласованная нагрузка (Load), определенная мера коэффициента передачи (Defined Thru) или мера коэффициента передачи нулевой длины (Flush Thru).

**Коррекция системных ошибок:**

- фактор направленности (порт источник)

- фактор изоляции
- Неравномерность тракта передаваемого из порта в порт сигнала (порт приемник)
- согласование источника сигнала (порт источник)
- согласование нагрузки (порт приемник) используется только для создания элементов графика передачи
- неравномерность тракта отраженного сигнала (порт источник)

#### **One port(reflection) однопортовая калибровка:**

Применение: Используется для точной калибровки любого тестового порта, подходящего только для измерения отражения.

Общая точность: высокая

Рекомендуемый калибровочный комплект: короткозамкнутая нагрузка (Short), нагрузка холостого хода (Open), согласованная нагрузка (Load) или электронный калибровочный модуль ECAL.

#### **Open circuit response/short circuit response (калибровка с подключением ХХ/КЗ):**

Применение: Быстрая калибровка любого тестового порта, подходящего только для измерения отражения.

Общая точность: низкая

Рекомендуемый калибровочный комплект: короткозамкнутая нагрузка (Short), нагрузка холостого хода (Open).

#### **Коррекция системных ошибок:**

- неравномерность тракта отраженного сигнала

#### **Direct/Transport Tracking (isolation optional) тракт передачи сигнала (опционально изоляция):**

Применение: Быстрая калибровка любой пары тестовых портов, подходящих только для измерения передачи. Калибровка изоляции, как правило, не рекомендуется.

Общая точность: низкая

Рекомендуемый калибровочный комплект: перемычка между портами.

Изоляция: Каждая нагрузка соответствует тестовому порту векторного анализатора цепей.

#### **Коррекция системных ошибок:**

- фактор изоляции
- Неравномерность тракта передаваемого из порта в порт сигнала

**Power calibration types (Типы калибровки мощности):** калибровка передатчика (калибровка мощности внутреннего источника) и калибровка приемника.

## **8.3 КАЛИБРОВКА ИЗМЕРЕНИЯ S-ПРАМЕТРОВ**

### **8.3.1 Управление калибровочным комплектом**

#### **8.3.1.1 Описание**

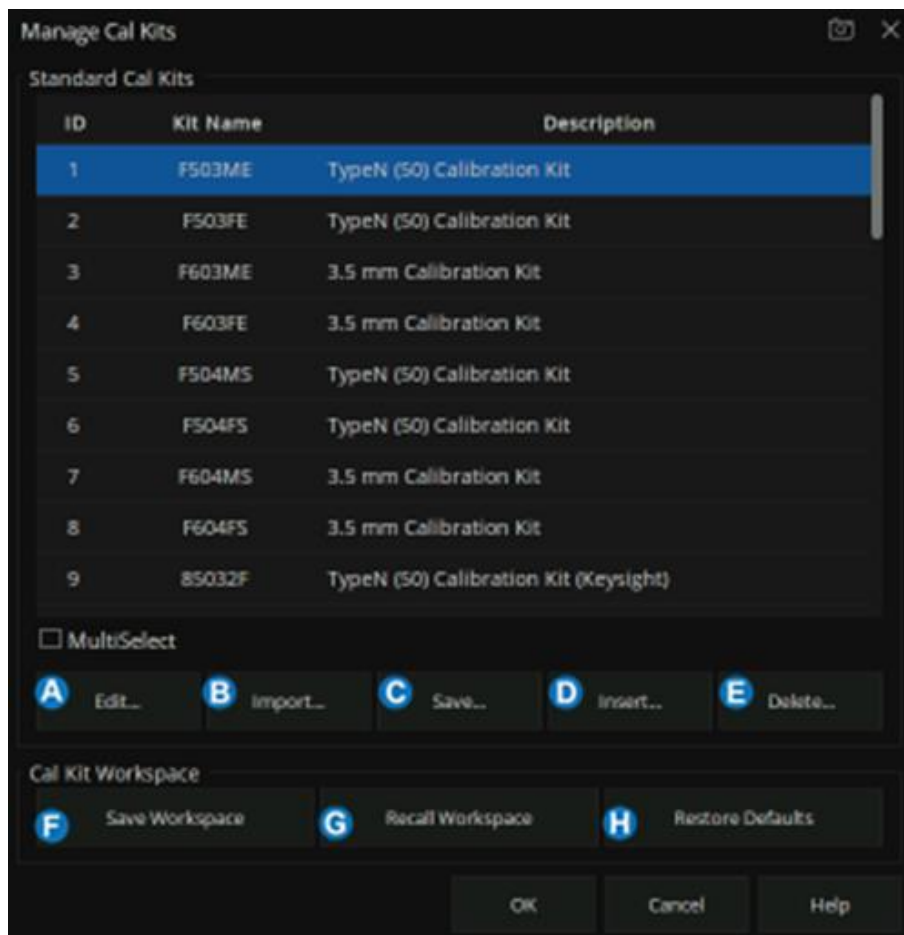
Для большинства применений стандартные модели комплектов для калибровки обеспечивают достаточную точность измерений после выполнения процедуры калибровки. Однако может возникнуть несколько ситуаций, в которых вам потребуется создать собственный набор для калибровки:

- Использование коннектора для подключения тестируемого устройства, отличного от того, который используется в предустановленных моделях комплектов для калибровки.
- Использование стандартов (или комбинаций стандартов), отличных от стандартных наборов для калибровки. Например, используя три смещения SHORT вместо OPEN, SHORT и LOAD для выполнения калибровки с одним портом.

- Повышение точности моделей для predetermined комплектов. Когда модель описывает фактическую производительность стандарта, калибровка является более точной. Например, LOAD 7 мм определяется как 50,4 Ом вместо 50,0 Ом.
- Изменение определения THRU при выполнении калибровки не встраиваемого устройства.
- Выполнение калибровки TRL.

Порядок действий:

Нажать кнопку **Cal** и в открывшемся меню выбрать **Cal > Cal > Cal Kit** для перехода в меню управления калибровочным комплектом. В данном меню Вы можете редактировать, импортировать, а также создавать или удалять наборы для калибровки.

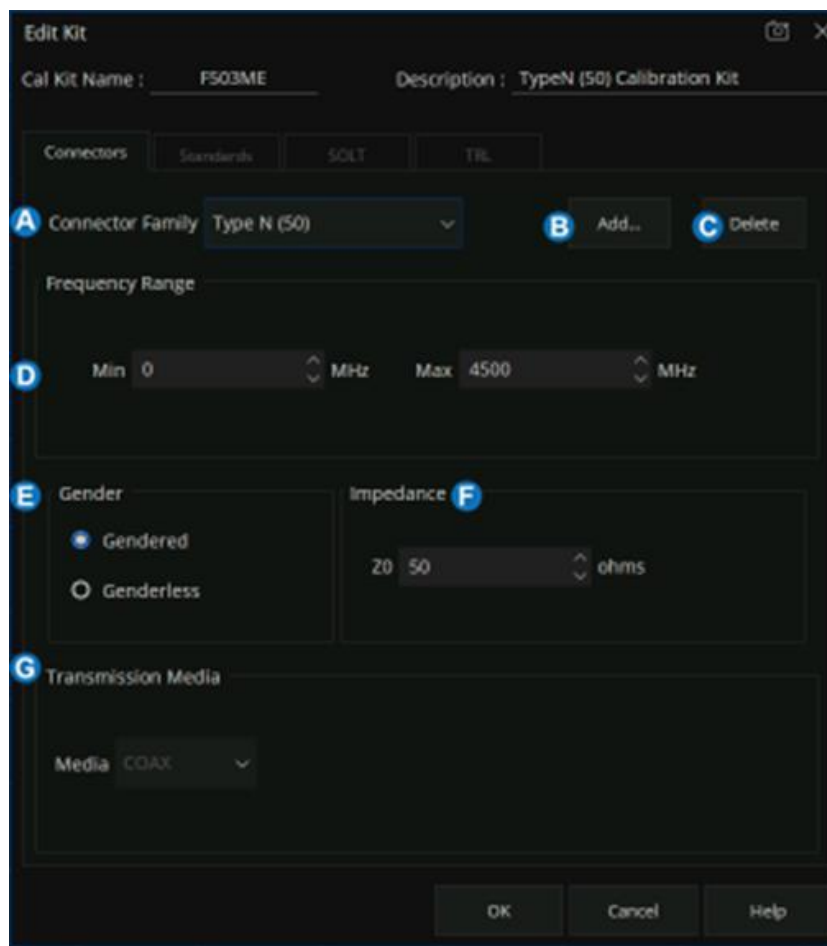


**Рис. 8-2** Окно управления калибровочными комплектами

- A. Редактирование существующего комплект для калибровки.
- B. Импорт настроенного комплекта для калибровки.
- C. Сохранение существующего набора для калибровки и изменение имени файла.
- D. Создание нового пользовательского набора для калибровки.
- E. Удаление набора для калибровки.
- F. Сохранение текущие комплекты калибровки (как заводские, так и пользовательские).
- G. Вызов из памяти набора для калибровки.
- H. Восстановление заводских калибровочных комплектов по умолчанию.

### 8.3.1.2 Вкладка «Connector/Коннектор»

В нижней части каждой вкладки кнопка «OK» используется для сохранения отредактированного файла, а кнопка «Cancel/Отмена» используется для закрытия сеанса редактирования калибровочного набора, и файл не будет сохранен. «Help/Справка» используется для просмотра справочных документов.



**Рис. 8-3 Интерфейс вкладки «Connector/Коннектор»**

- A. **Connector Family:** коснутся стрелки вниз, для открытия выпадающего списка и чтобы выбора тип коннектора, связанное с калибровочным комплектом.
- B. **Add:** открывает диалоговое окно «Добавить коннектор», в котором можно добавить новый тип коннектора калибровочного набора.
- C. **Delete:** удалить выбранный калибровочный набор.
- D. **Frequency Range:** установка самого низкого и самого высокого значения частоты, при котором используется калибровочный набор.
- E. **Gender:** выбор типа коннектора розетка/вилка (Gendered) или универсальный (Genderless).
- F. **Impedance:** задать значение импеданса меры.
- G. **Transmission Media:** тип тракта коннектора коаксиальный (COAX) или волноводный (WAVEGUIDE).

### 8.3.1.3 Вкладка « Standards/Стандарты»

Данная вкладка добавляет, редактирует или удаляет стандарты калибровки калибровочного набора.

1. Находясь во вкладке "Standard" выбрать "Add" для добавления стандарта.

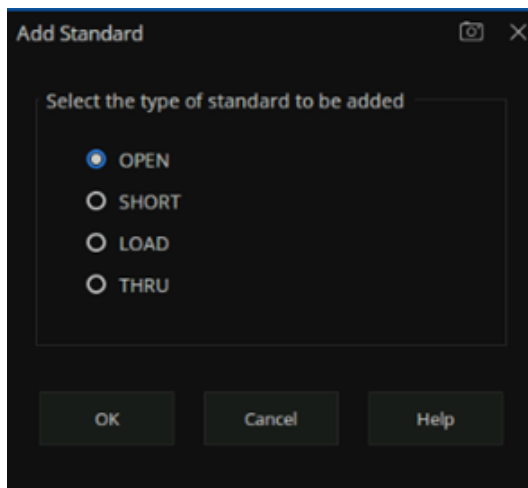


Рис. 8-4 Добавление стандарта

2. Диалоговое окно справки стандарта применяет следующие поля ко всем типам стандартов.

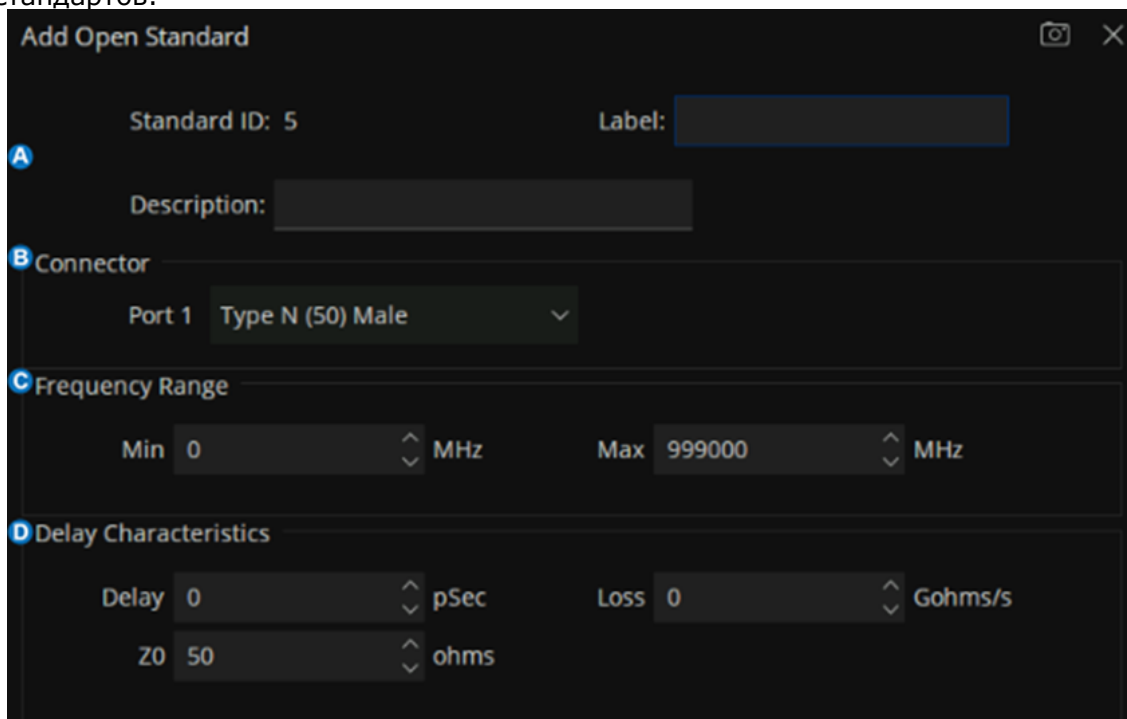


Рис. 8-5 Диалоговое окно справки стандарта

#### А. Идентификация

Standard ID: Номер в списке стандартов

Label: Тип стандарта. Обычно это отображается в подсказках для стандартов.

Description: Описание стандарта.

#### В. Коннектор

Указывает тип и вид (Вилка, Розетка Нет) коннектора стандарта.

Стандарты Thru и Isolation имеют два коннектора.

#### С. Диапазон частот

Min: определяет самую низкую частоту, при которой мера используется для калибровки.

Max: определяет самую высокую частоту, при которой мера используется для калибровки.

#### D. Характеристики задержки

Delay: определяет время прохождения в одну сторону от плоскости калибровки до меры в секундах.

Z0: Определяет импеданс стандарта.

Loss: Определяет потери энергии в ГОм из-за скин-эффекта на односторонней длине коаксиального кабеля.

#### Open Standard (XX)

C0, C1, C2, C3 - определяют краевую емкость.

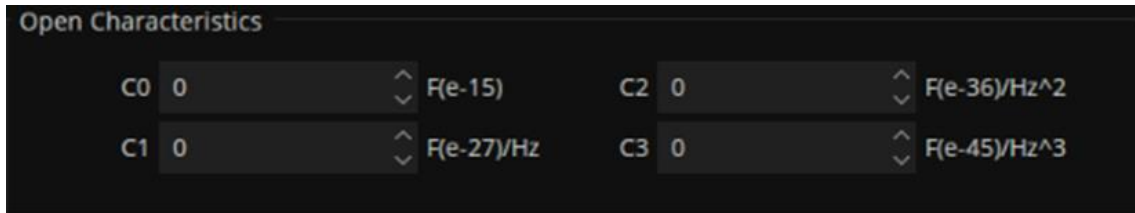


Рис. 8-6 Характеристика стандарта Open (XX)

#### Short Standard (K3)

L0, L1, L2, L3 – определяют остаточную индуктивность.

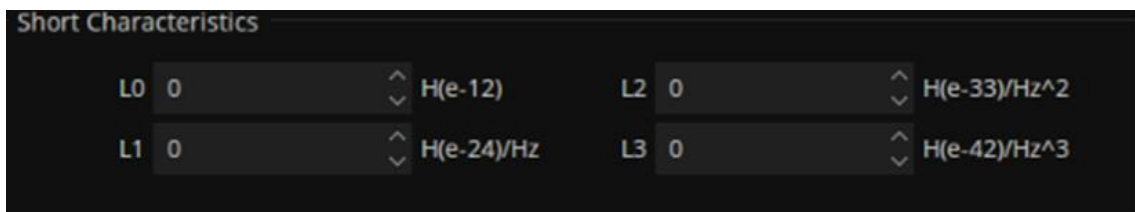


Рис. 8-7 Характеристика стандарта Short (K3)

#### Load Standard



Рис. 8-8 Характеристика стандарта Load (согласованная нагрузка)

#### THRU Standard

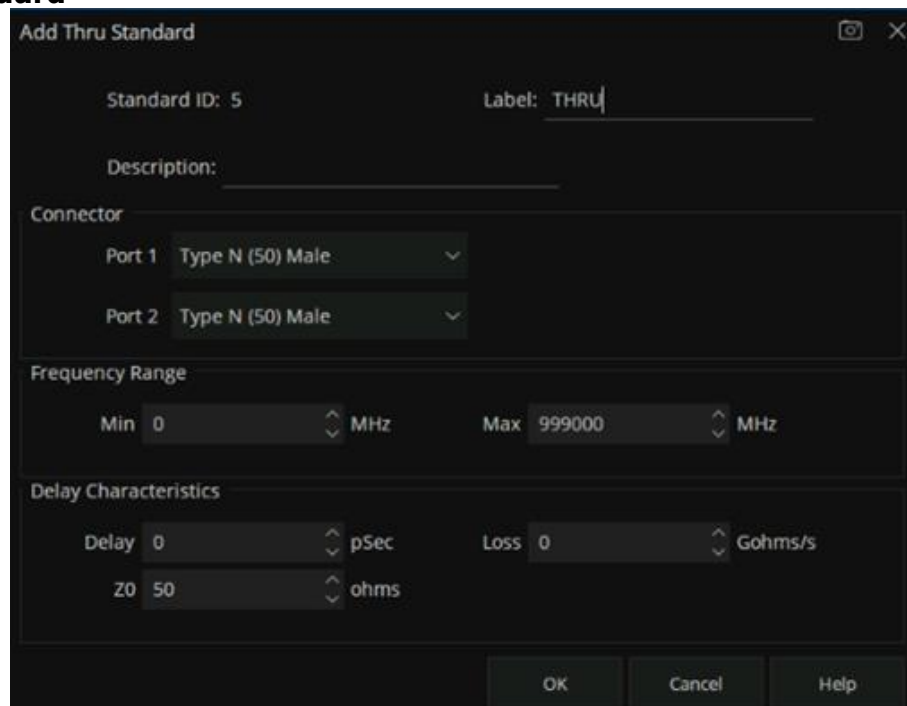


Рис. 8-9 Характеристика стандарта THRU

#### 8.3.1.4 Вкладка «SOLT»

Позволяет назначать один или несколько стандартов калибровочным мерам SOLT.

- 1) Для каждого класса калибровочного набора выберите «Available Standards/Доступные стандарты» в левом выпадающем списке, затем щелкните >>, чтобы скопировать стандарт в калибровочный набор.
- 2) Используйте кнопку **Move Up** и **Move Down**, чтобы изменить ORDER/ПОРЯДОК стандартов.

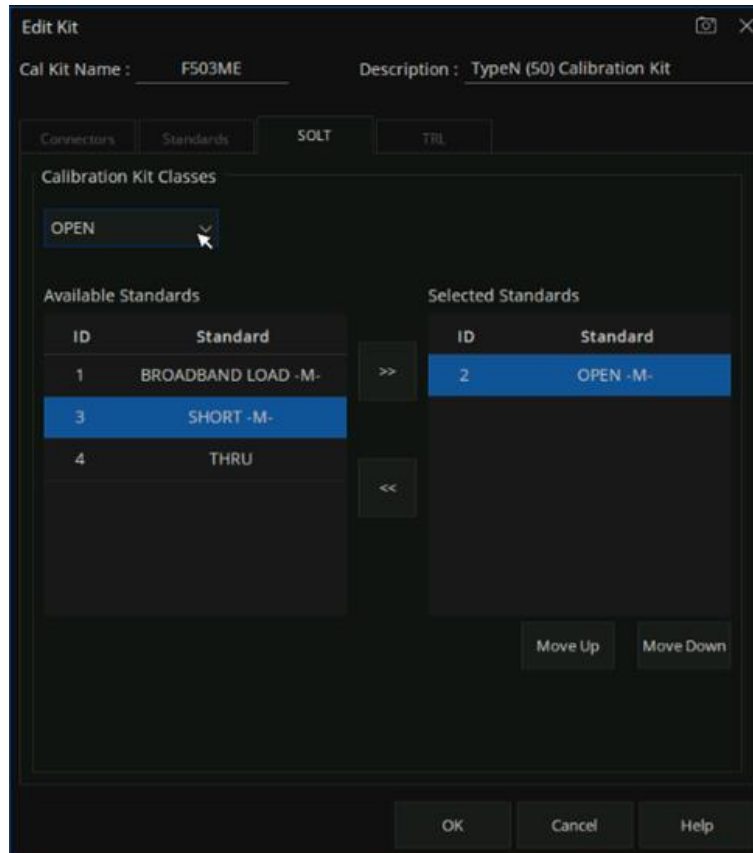
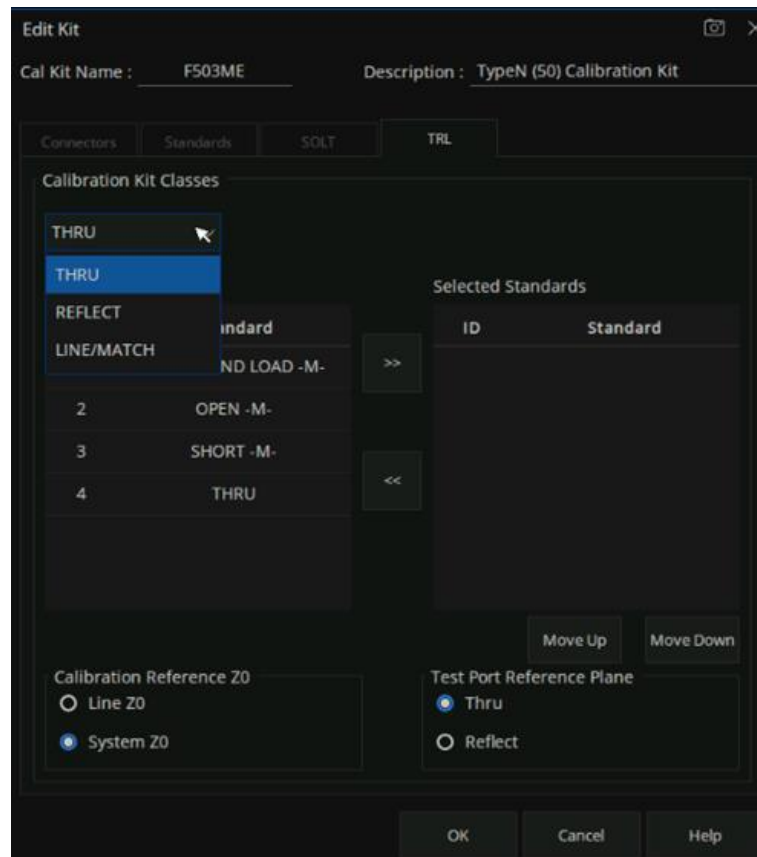


Рис. 8-10 Диалоговое окно вкладки SOLT

#### 8.3.1.5 Вкладка «TRL»

Позволяет назначать один или несколько стандартов классам калибровки.

- 1) Для каждого класса калибровочного набора выберите «Available Standards/Доступные стандарты» в левом выпадающем списке, затем щелкните >>, чтобы скопировать стандарт в калибровочный набор.
- 2) Используйте кнопку **Move Up** и **Move Down**, чтобы изменить ORDER/ПОРЯДОК стандартов.



**Рис. 8-11** Диалоговое окно вкладки TRL

**A. TRL THRU (калибровка методом TRL с мерой коэффициента передачи)**

В калибровке TRL поддерживаются все методы калибровки THRU, ЗА ИСКЛЮЧЕНИЕМ Unknown Thru (калибровка с неизвестной мерой коэффициента передачи).

- Стандарт THRU может иметь либо нулевую длину, либо ненулевую длину. Однако THRU с нулевой длиной более точен, потому что по определению он имеет нулевые потери и отражения.
- Стандарт THRU не может иметь такую же электрическую длину, как стандарт LINE.
- Если фаза ввода и электрическая длина хорошо определены, для установки опорной плоскости можно использовать стандарт THRU.
- Стандарт THRU и стандарт LINE имеют одинаковый характеристический импеданс и идеально согласованы. Они определяют эталонное сопротивление калибровки.
- Если стандарт THRU с выбранными коннекторами НЕДОСТУПЕН, можно выполнить калибровку с удалением адаптера.

**B. TRL REFLECT (калибровка методом TRL с мерой коэффициента отражения)**

- Стандарт REFLECT может быть любым с высоким уровнем отражения, если он один и тот же при подключении к одному или нескольким портам векторного анализатора.
- Стандарт REFLECT для каждого порта идентичен.
- Фактическая величина отражения не обязательно должна быть известна.
- Фаза эталона отражения должна быть известна в пределах  $1/4$  длины волны.
- Если амплитуда и фаза меры отражения хорошо определены, стандарт можно использовать для установки базовой плоскости.

**C. TRL LINE (калибровка методом TRL с мерой линии)**

Стандарты LINE и THRU устанавливают эталонный импеданс для измерения после завершения калибровки. Калибровка TRL ограничена следующими ограничениями стандарта LINE:

- Стандарт LINE должен иметь такое же сопротивление и постоянную распространения, что и стандарт THRU.
- Электрическая длина должна быть указана только в пределах  $1/4$  длины волны.
- Не может быть той же длины, что и стандарт THRU.
- Для калибровки TRL с широким охватом частот требуется несколько стандартов LINE. Например, для диапазона от 2 ГГц до 26 ГГц требуется два стандарта LINE.
- Должна быть соответствующая электрическая длина для диапазона частот.

#### D. TRL MATCH (калибровка методом TRL с коррекцией согласования)

Если невозможно создать стандарт LINE соответствующей длины, вместо стандарта LINE можно использовать стандарт MATCH.

- Стандарт MATCH — это оконечная нагрузка с низким коэффициентом отражения, подключенная как к порту 1, так и к порту 2.
- Стандарт MATCH может быть определен как линия передачи бесконечной длины ИЛИ как оконечная нагрузка с одним портом и малым отражением.
- При определении линии передачи бесконечной длины оба тестовых порта должны быть терминированы стандартом MATCH одновременно. При определении стандарта нагрузки на 1 порт нагрузки измеряются отдельно. Предполагается, что нагрузки имеют одинаковые характеристики.
- Импеданс стандарта MATCH становится эталонным импедансом для измерения. Для достижения наилучших результатов используйте одинаковую нагрузку на оба порта. Нагрузка может быть определена с использованием определения на основе данных, определения произвольного импеданса или определения фиксированной нагрузки.

#### E. Calibration Reference Z0 (калибровка опорного сопротивления линии передачи без учета потерь)

- System Z0: импеданс системы используется в качестве эталонного импеданса. Выберите, когда требуемый импеданс тестового порта отличается от импеданса стандарта LINE. Кроме того, выберите, когда для коаксиальных линий требуется коррекция импеданса скин-эффекта.
- Line Z0: Импеданс эталона линии используется в качестве эталонного импеданса или центра диаграммы Смита. Любое отражение от эталона считается частью ошибки направления.

#### F. Test Port Reference Plane (калибровка методом опорной плоскости TRL)

- Thru Standard: Стандарт THRU используется для определения базовой плоскости измерения. Выберите, если стандарт THRU имеет нулевую длину или очень короткий.
- Reflect Standard: Стандарта REFLECT используется для определения положения базовой плоскости измерения. Выберите, если стандарт THRU не подходит И задержка стандарта REFLECT четко определена.

### 8.3.1.6 Создание пользовательского калибровочного набора

В анализаторах цепей серии АК ИП-6604 доступно два метода создания пользовательского калибровочного комплекта:

**Метод 1:** создание калибровочного набора на основе уже имеющегося.

1. Нажать кнопку **Cal** в открывшемся меню выбрать **Cal** > **Cal Kit** > **F503ME** > **Save** .  
Выбрать существующий калибровочный комплект F503ME и затем сохранить его с новым именем "F503ME123.xkt".

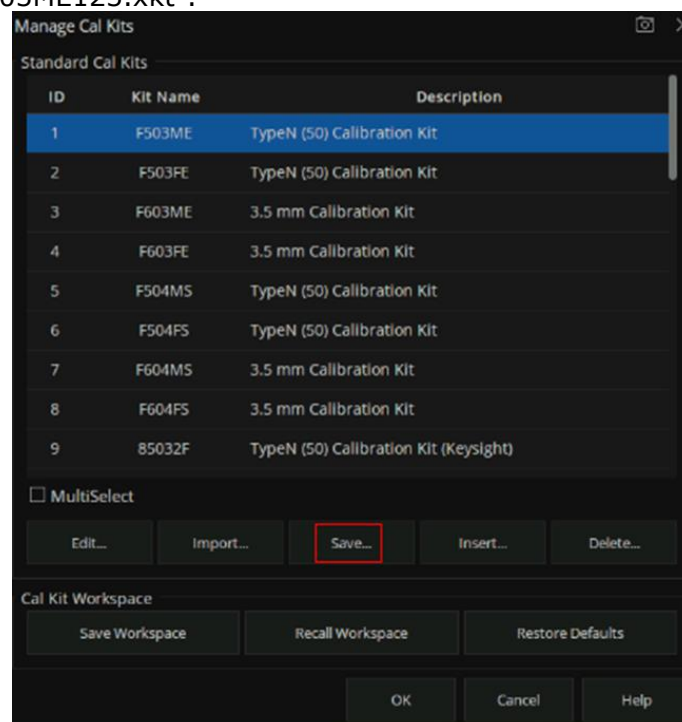
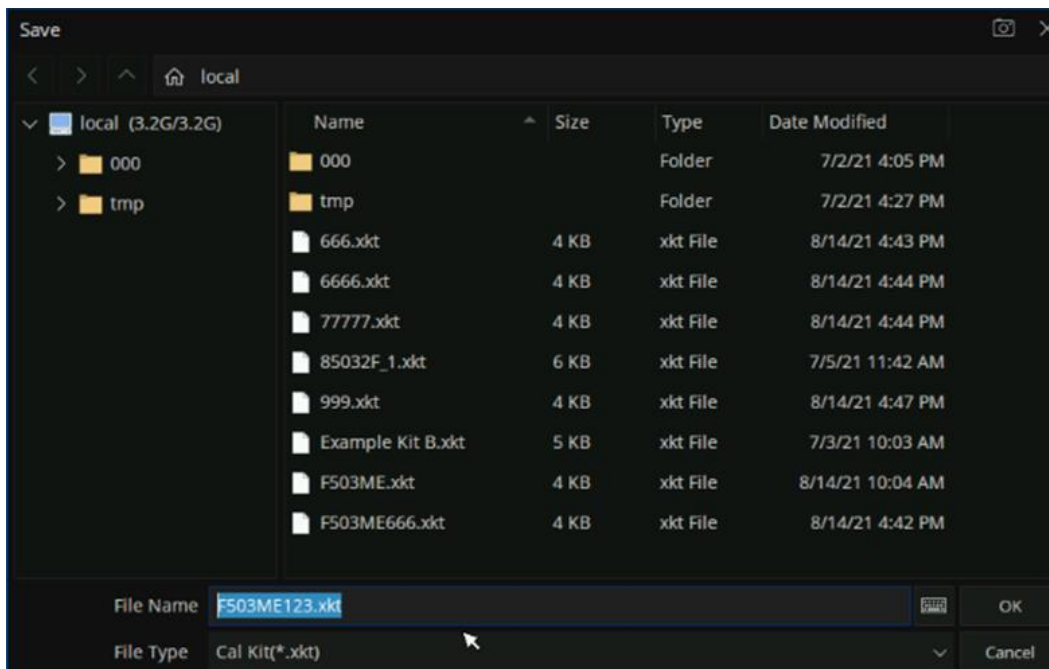


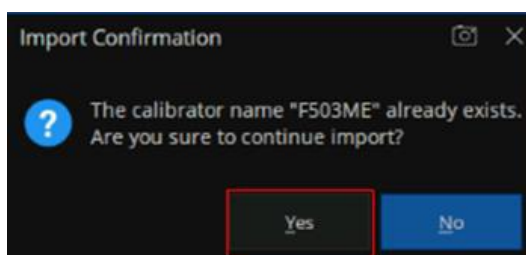
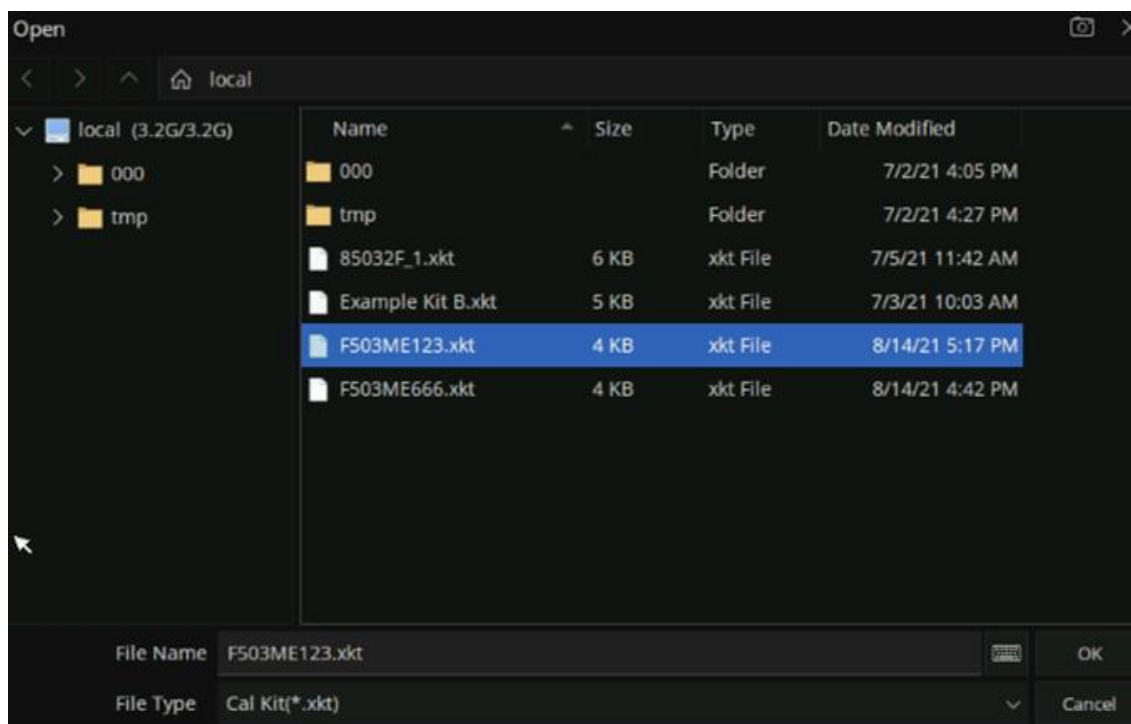
Рис. 8-12

Диалоговое окно создания пользовательского калибровочного комплекта



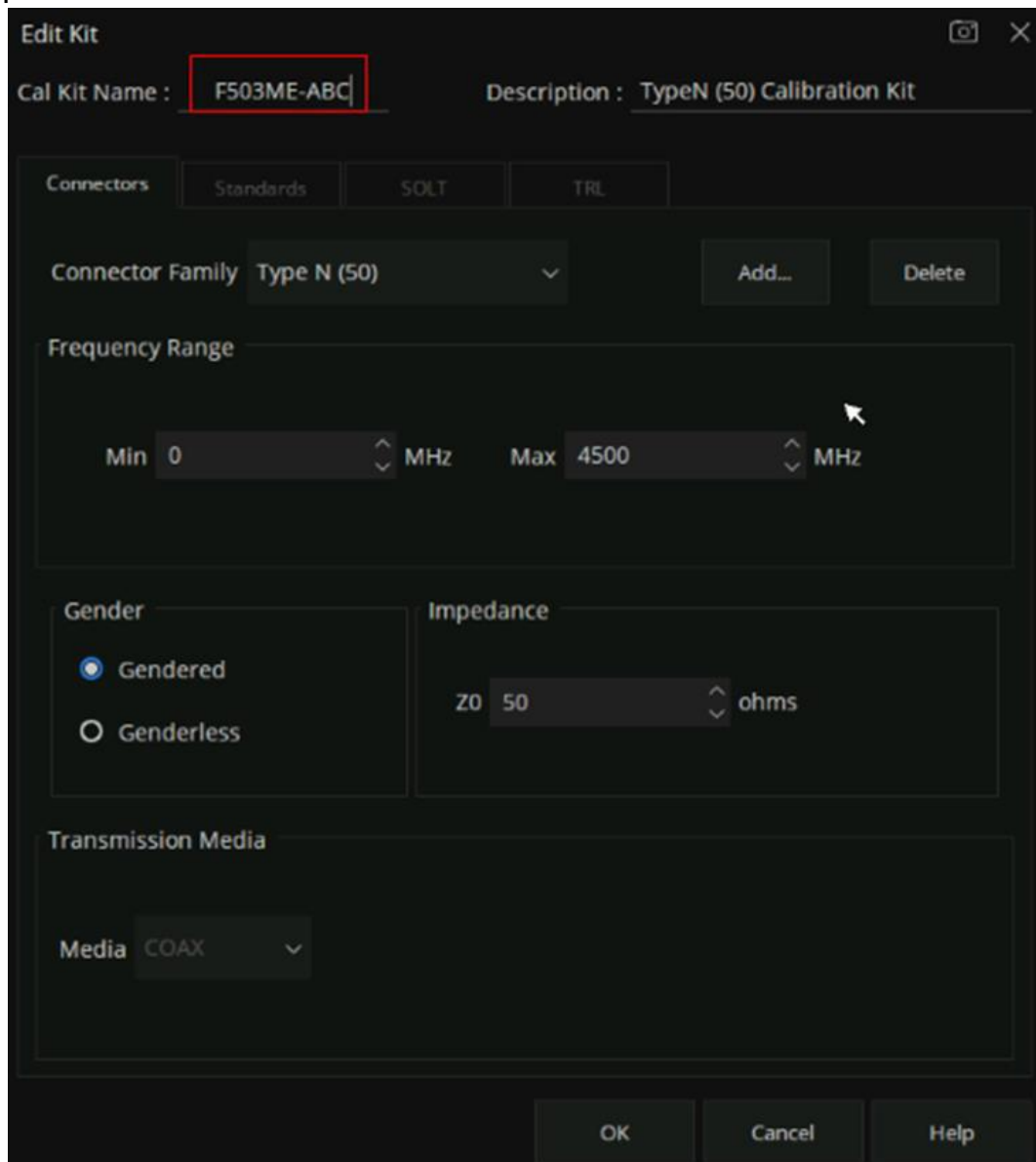
**Рис. 8-13 Сохранение ECal комплекта**

- В диалоговом окне «Управление комплектами калибровки» нажмите «Import/Импорт», чтобы импортировать новый калибровочный комплект «F503ME123».



**Рис. 8-14 Импорт нового калибровочного комплекта ECal**

3. Выберите импортированный калибровочный комплект, нажмите «Edit/Изменить», чтобы войти в интерфейс редактирования комплекта, и измените имя на «F530ME-ABC».



**Рис. 8-15 Редактирование нового калибровочного комплекта**

4. Выбрать вкладки Connectors, Standards, SOLT и TRL, чтобы изменить соответствующие параметры по своему усмотрению.
5. Нажмите «OK», для подтверждения сделанных изменений.

**Метод 2:** создание полностью нового калибровочного набора с новыми коннекторами.

1. Нажать кнопку **Ca** в открывшемся меню выбрать **Cal > Cal Kit > Insert...**
2. Ввести имя и описание пользовательского калибровочного комплекта.
3. Выбрать вкладки Connectors, Standards, SOLT, TRL, чтобы изменить соответствующие параметры, так же как и в Методе 1.
4. Нажмите «OK», для подтверждения сделанных изменений.

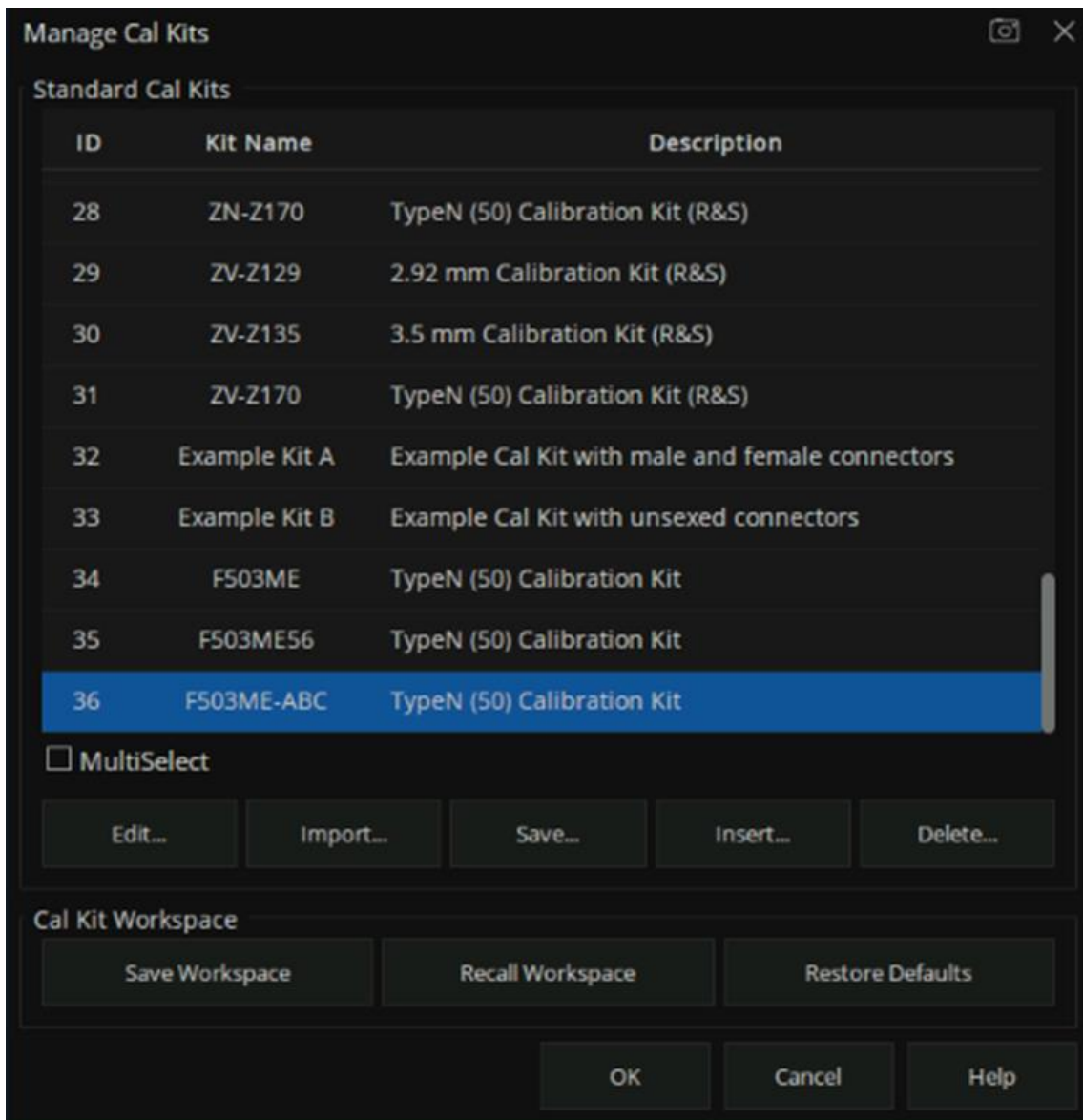


Рис. 8-16 Отображение нового созданного калибровочного набора

### 8.3.2 МАСТЕР КАЛИБРОВКИ S-ПАРАМЕТРОВ

Пользовательскую калибровку S-параметров можно запустить после выбора нужного типа калибровки S-параметров в мастере калибровки и установки соответствующих параметров.

Порядок действий:

Нажмите кнопку **Cal**, с помощью ручки регулятора или курсорными кнопками выбрать пункт меню **Basic Cal** и нажать **Enter**, чтобы войти в интерфейс настройки набора для калибровки.

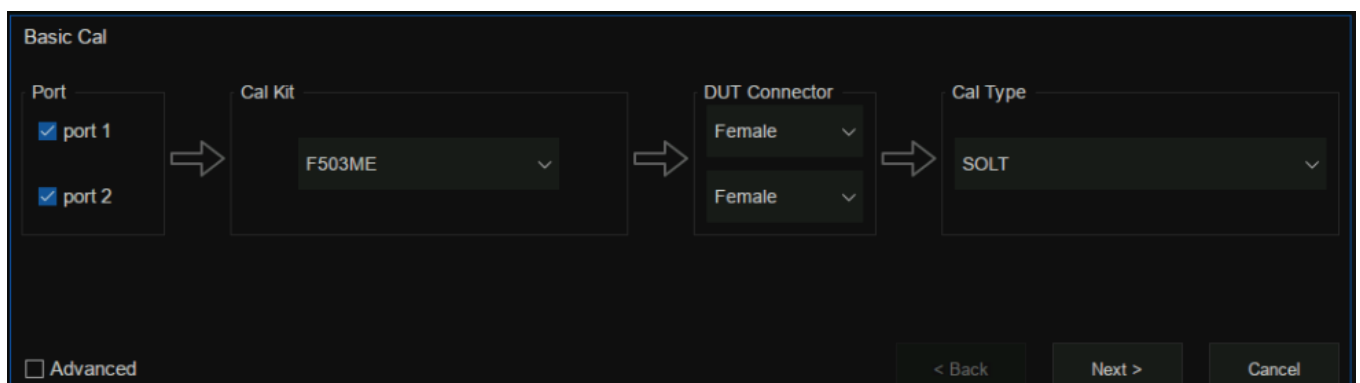
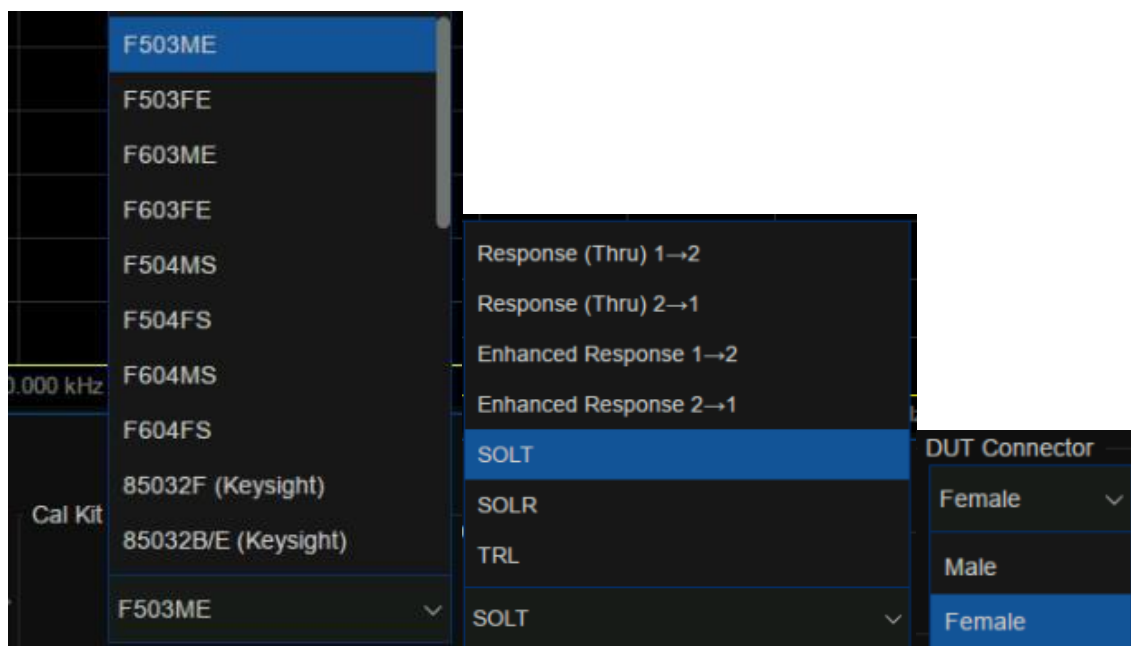


Рис. 8-17 Интерфейс мастера калибровки

Выберите количество портов для калибровки в меню портов в интерфейсе мастера калибровки и выберите соответствующую модель комплекта для калибровки в раскрывающемся меню **Cal Kit**.

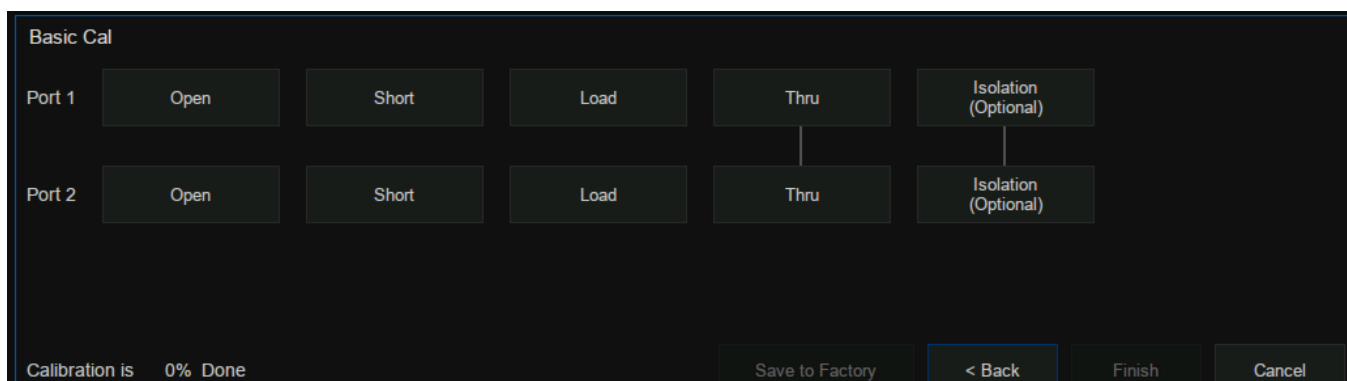
Выберите тип и свойства коннектора калибровочного комплекта в раскрывающемся списке **DUT Connector** и выберите соответствующий метод калибровки в раскрывающемся списке **Cal Type**, как показано на рисунке ниже.



**Рис. 8-18 Интерфейс мастера калибровки**

После того, как калибровка настроена, появится интерфейс конкретного элемента калибровки, как показано на рисунке ниже. Здесь, взят в качестве примера двухпортовый метод калибровки SOLT, он включает в себя несколько элементов калибровки: OPEN, SHORT, LOAD, THRU, ISOLATION, среди которых элемент калибровки ISOLATION может не калиброваться. Между этими условиями калибровки нет связи последовательности. Просто выберите соответствующий набор для калибровки и щелкните меню соответствующего элемента калибровки в интерфейсе.

После завершения соответствующего пункта калибровки процент выполнения калибровки будет отображаться в левом нижнем углу интерфейса. Когда все этапы калибровки будут выполнены, индикатор выполнения калибровки покажет 100%. Нажмите «Finish/Готово», чтобы выйти из интерфейса калибровки, результаты калибровки автоматически отобразятся на текущем экране.



**Рис. 8-19 Интерфейс мастера калибровки**

Для сохранения текущих данных калибровки для использования в будущем, нажмите кнопку **Save Recall** и с помощью ручки регулятора или курсорных кнопок выберите пункт меню **Save State**. Далее выберите «State+Cal Data/Профиль+данные калибровки» в раскрывающемся списке «Save Type/Тип записи», нажмите **Save State As**, введите имя файла и нажмите **OK**, чтобы сохранить текущие данные калибровки и текущий профиль настроек.

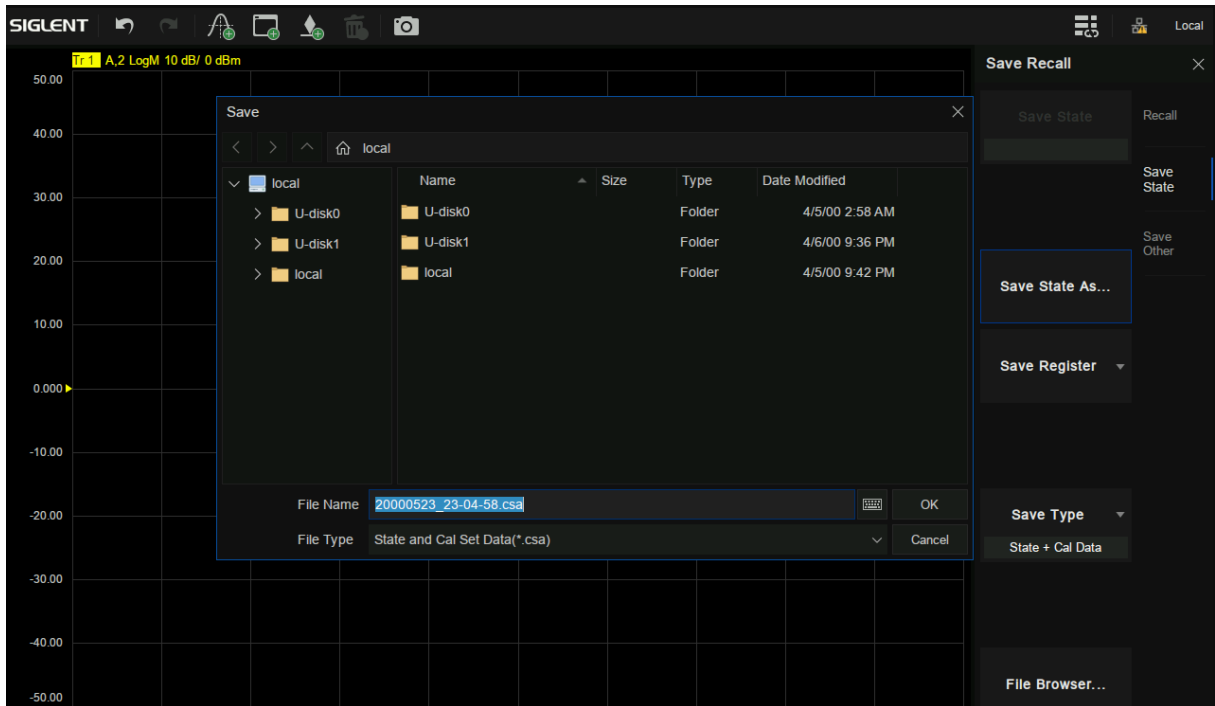


Рис. 8-20 Интерфейс мастера калибровки

### 8.3.3 Калибровка XX (OPEN)

Для калибровки с нагрузкой холостого хода (XX) используется один порт, ошибка отслеживания отражения в модели ошибки тестового устройства может быть рассчитана только путем подключения калибровочной меры OPEN к тестовому порту. Если так же для калибровки изоляции, одновременно используется калибровочная мера LOAD, то можно рассчитать погрешность направления.

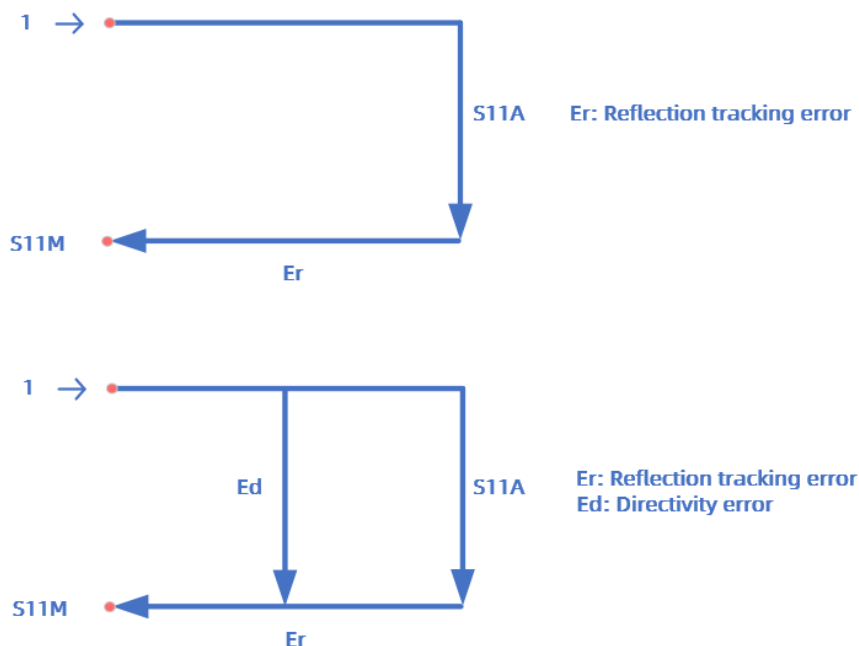


Рис. 8-21 Принципиальная схема

Порядок действий:

1. Выполнить сброс настроек анализатор цепей нажав кнопку **Preset**.
2. Выполнить установки требуемых параметров, таких как, выходная мощность внутреннего источника, полоса пропускания ПЧ, точки сканирования, тестовая полоса частот и другие.
3. Для перехода в меню настроек калибровки нажать **Cal** → **Basic Cal**.
4. Выберите только **Port1** или **Port2**, выберите необходимый набор для калибровки в пункте **Cal Kit**, выберите тип коннектора элемента калибровки, гнездо (**Female**) или вилка (**Male**), в пункте **DUT Connector**, выберите **Response(Open)** в пункте **Cal Type** и нажмите кнопку **Next**, чтобы перейти к следующему шагу.

5. Подключите калибровочную меру OPEN к тестовому порту в соответствии с подсказками интерфейса, нажмите **Open** для выполнения калибровки и нажмите **Finish**, чтобы выйти из интерфейса калибровки после калибровки, завершить калибровку и сохранить данные калибровки.

### 8.3.4 Калибровка КЗ (SHORT)

Для калибровки короткозамкнутой нагрузкой (КЗ) используется один порт, ошибка отслеживания отражения в модели ошибки тестового устройства может быть рассчитана только путем подключения калибровочной меры SHORT к тестовому порту. Если так же для калибровки изоляции, одновременно используется калибровочная мера LOAD, то можно рассчитать погрешность направления.

Порядок действий:

1. Выполнить сброс настроек анализатор цепей нажав кнопку **Preset**.
2. Выполнить установки требуемых параметров, таких как, выходная мощность внутреннего источника, полоса пропускания ПЧ, точки сканирования, тестовая полоса частот и другие.
3. Для перехода в меню настроек калибровки нажать **Cal** → **Basic Cal**.
4. Выберите только **Port1** или **Port2**, выберите необходимый набор для калибровки в пункте **Cal Kit**, выберите тип коннектора элемента калибровки, гнездо (**Female**) или вилка (**Male**), в пункте **DUT Connector**, выберите **Response(Short)** в пункте **Cal Type** и нажмите кнопку **Next**, чтобы перейти к следующему шагу.
5. Подключите калибровочную меру SHORT к тестовому порту в соответствии с подсказками интерфейса, нажмите **Short** для выполнения калибровки и нажмите **Finish**, чтобы выйти из интерфейса калибровки после калибровки, завершить калибровку и сохранить данные калибровки.

### 8.3.5 Выполнение полной 1-портовой OSL калибровки

При выполнении полной 1-портовой OSL калибровки, калибровочные меры OPEN, SHORT и LOAD подключаются к тестовому порту по очереди для расчета ошибки смещения отражения, ошибки направления и ошибки согласования источника в модели ошибок тестового устройства.

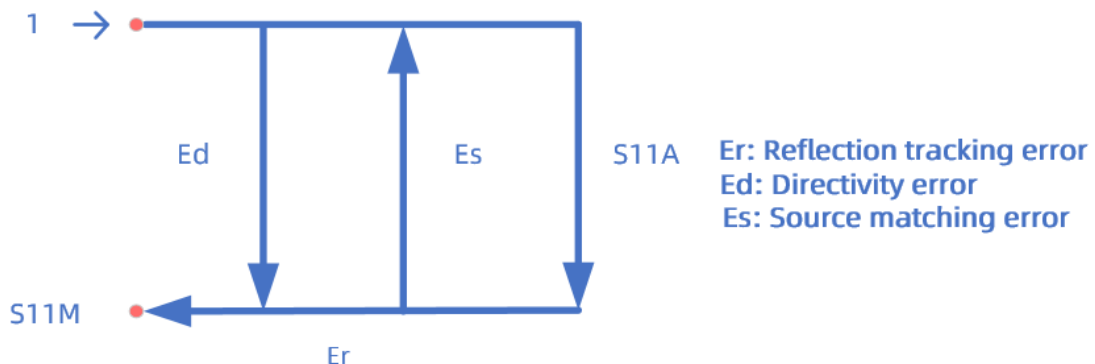


Рис. 8-22 Принципиальная схема

Порядок действий:

1. Выполнить сброс настроек анализатор цепей нажав кнопку **Preset**.
2. Выполнить установки требуемых параметров, таких как, выходная мощность внутреннего источника, полоса пропускания ПЧ, точки сканирования, тестовая полоса частот и другие.
3. Для перехода в меню настроек калибровки нажать **Cal** → **Basic Cal**.
4. Выберите только **Port1** или **Port2**, выберите необходимый набор для калибровки в пункте **Cal Kit**, выберите тип коннектора элемента калибровки, гнездо (**Female**) или вилка (**Male**), в пункте **DUT Connector**, выберите **Response(Open)** в пункте **Cal Type** и нажмите кнопку **Next**, чтобы перейти к следующему шагу.
5. Выберите только **Port1** или **Port2**, выберите необходимый набор для калибровки в пункте **Cal Kit**, выберите тип коннектора элемента калибровки, гнездо (**Female**) или вилка (**Male**), в пункте **DUT Connector**, выберите **OSL(Open,Short,Load)** в пункте **Cal Type** и нажмите кнопку **Next**, чтобы перейти к следующему шагу.
  - Подключите калибровочную меру OPEN к тестовому порту в соответствии с подсказками интерфейса, нажмите **Open** для выполнения калибровки;

- Подключите калибровочную меру SHORT к тестовому порту в соответствии с подсказками интерфейса, нажмите **Short** для выполнения калибровки;
- Подключите калибровочную меру LOAD к тестовому порту в соответствии с подсказками интерфейса, нажмите **Load** для выполнения калибровки;
- После выполнения полной калибровки нажмите **Finish**, чтобы выйти из интерфейса калибровки после калибровки, завершить калибровку и сохранить данные калибровки.

### 8.3.6 Калибровка характеристики тракта передачи (два порта)

Калибровка характеристики тракта по двум портам заключается в подключении калибровочной меры THRU между двумя портами для расчета ошибки отслеживания передачи в модели ошибок тестового устройства. Если так же для калибровки изоляции, одновременно используется калибровочная мера LOAD, то можно рассчитать ошибку изоляции (ошибку перекрестных помех).

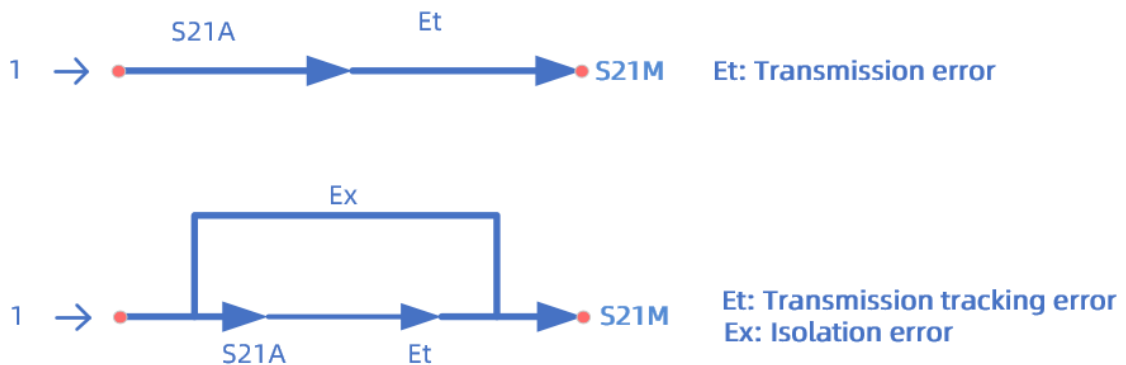


Рис. 8-23 Принципиальная схема

Порядок действий:

1. Выполнить сброс настроек анализатор цепей нажав кнопку **Preset**.
2. Выполнить установки требуемых параметров, таких как, выходная мощность внутреннего источника, полоса пропускания ПЧ, точки сканирования, тестовая полоса частот и другие.
3. Для перехода в меню настроек калибровки нажать **Cal** → **Basic Cal**.
4. Выберите оба порта **Port1** и **Port2**, выберите необходимый набор для калибровки в пункте **Cal Kit**, выберите тип коннектора элемента калибровки, гнездо (**Female**) или вилка (**Male**), в пункте **DUT Connector**, выберите **Response(Thru) 1→2** или **Response(Short)** в пункте **Cal Type** (тест S21 или S12) и нажмите кнопку **Next**, чтобы перейти к следующему шагу.
5. Подключите калибровочную меру THRU к тестовому порту в соответствии с подсказками интерфейса, нажмите **Thru** для выполнения калибровки и нажмите **Finish**, чтобы выйти из интерфейса калибровки после калибровки, завершить калибровку и сохранить данные калибровки.

### 8.3.7 Расширенная калибровка характеристики тракта передачи (два порта)

Калибровка характеристики тракта по двум портам заключается в подключении калибровочной меры THRU между двумя портами и подключения одной калибровочной меры OPEN, SHORT и LOAD к одному порту для выполнения калибровки или подключения меры LOAD к обоим портам для калибровки изоляции.

Порядок действий:

1. Выполнить сброс настроек анализатор цепей нажав кнопку **Preset**.
2. Выполнить установки требуемых параметров, таких как, выходная мощность внутреннего источника, полоса пропускания ПЧ, точки сканирования, тестовая полоса частот и другие.
3. Для перехода в меню настроек калибровки нажать **Cal** → **Basic Cal**.
4. Выберите оба порта **Port1** и **Port2**, выберите необходимый набор для калибровки в пункте **Cal Kit**, выберите тип коннектора элемента калибровки, гнездо (**Female**) или вилка (**Male**), в пункте **DUT Connector**, выберите **Response(Thru) 1→2** или **Response(Short)** в пункте **Cal Type** (тест S21 или S12) и нажмите кнопку **Next**, чтобы перейти к следующему шагу.
5. По очереди подключите калибровочные меры OPEN, SHORT и LOAD к тестовому порту в соответствии с подсказками интерфейса, для выполнения калибровки. Затем подключите меру THRU между тестовыми портами в соответствии с подсказками

интерфейса, нажмите **Thru** для выполнения калибровки и нажмите **Finish**, чтобы выйти из интерфейса калибровки после калибровки, завершить калибровку и сохранить данные калибровки.

### 8.3.8 SOLT калибровка (два порта)

При двухпортовой калибровке SOLT калибровочные меры элементы OPEN, SHORT и LOAD подключаются к каждому тестовому порту по очереди, а калибровочный комплект THRU — между двумя тестовыми портами. Можно рассчитать все 12 параметров ошибок двух портов, включая 6 прямых и 6 обратных ошибок, включая ошибки направления, согласования источника, отслеживания отражения, отслеживания передачи, изоляции (перекрестные помехи) и ошибки согласования нагрузки. Также возможно подключить меру LOAD к обоим портам для калибровки изоляции.

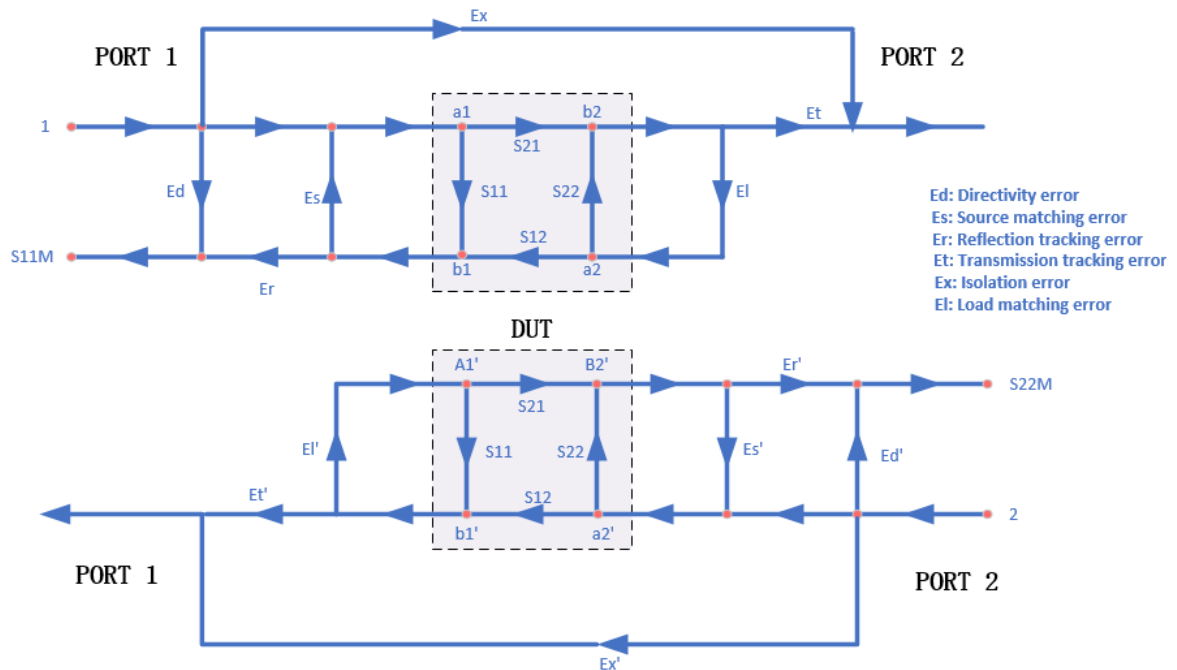


Рис. 8-24 Принципиальная схема

Порядок действий:

1. Выполнить сброс настроек анализатор цепей нажав кнопку **Preset**.
2. Выполнить установки требуемых параметров, таких как, выходная мощность внутреннего источника, полоса пропускания ПЧ, точки сканирования, тестовая полоса частот и другие.
3. Для перехода в меню настроек калибровки нажать **Cal** → **Basic Cal**.
4. Выберите оба порта **Port1** и **Port2**, выберите необходимый набор для калибровки в пункте **Cal Kit**, выберите тип коннектора элемента калибровки, гнездо (**Female**) или вилка (**Male**), в пункте **DUT Connector**, выберите **SOLT** в пункте **Cal Type** и нажмите кнопку **Next**, чтобы перейти к следующему шагу.
5. По очереди подключите калибровочные меры OPEN, SHORT и LOAD к тестовому порту 1 в соответствии с подсказками интерфейса и поочередно выбирайте соответствующие пункты меню (**Open**, **Short** и **Load**) для выполнения калибровки порта 1.
6. По очереди подключите калибровочные меры OPEN, SHORT и LOAD к тестовому порту 2 в соответствии с подсказками интерфейса и поочередно выбирайте соответствующие пункты меню (**Open**, **Short** и **Load**) для выполнения калибровки порта 2.
7. Подключите меру THRU между тестовыми портами в соответствии с подсказками интерфейса, нажмите **Thru** для выполнения калибровки.
8. После выполнения калибровки нажмите **Finish**, чтобы выйти из интерфейса калибровки после калибровки, завершить калибровку и сохранить данные калибровки.

### 8.3.9 SOLR калибровка с неизвестным адаптером (два порта)

В отличие от двухпортовой калибровки SOLT, погрешность в тестовом устройстве можно рассчитать, не зная S-параметра прямой калибровки THRU. Метод калибровки аналогичен методу SOLT в том смысле, что можно подключить меру LOAD к обоим портам для калибровки изоляции.

Порядок действий:

1. Выполнить сброс настроек анализатор цепей нажав кнопку **Preset**.
2. Выполнить установки требуемых параметров, таких как, выходная мощность внутреннего источника, полоса пропускания ПЧ, точки сканирования, тестовая полоса частот и другие.
3. Для перехода в меню настроек калибровки нажать **Cal** → **Basic Cal**.
4. Выберите оба порта **Port1** и **Port2**, выберите необходимый набор для калибровки в пункте **Cal Kit**, выберите тип коннектора элемента калибровки, гнездо (**Female**) или вилка (**Male**), в пункте **DUT Connector**, выберите **SOLR** в пункте **Cal Type** и нажмите кнопку **Next**, чтобы перейти к следующему шагу.
5. По очереди подключите калибровочные меры OPEN, SHORT и LOAD к тестовому порту 1 в соответствии с подсказками интерфейса и поочередно выбирайте соответствующие пункты меню (**Open**, **Short** и **Load**) для выполнения калибровки порта 1.
6. По очереди подключите калибровочные меры OPEN, SHORT и LOAD к тестовому порту 2 в соответствии с подсказками интерфейса и поочередно выбирайте соответствующие пункты меню (**Open**, **Short** и **Load**) для выполнения калибровки порта 2.
7. Подключите меру THRU между тестовыми портами в соответствии с подсказками интерфейса, параметры адаптера необязательно должны быть известны, нажмите **Thru** для выполнения калибровки с неизвестным адаптером.
8. После выполнения калибровки нажмите **Finish**, чтобы выйти из интерфейса калибровки после калибровки, завершить калибровку и сохранить данные калибровки.

### 8.3.10 TRL калибровка (два порта)

Для двухпортового метода калибровки TRL не требуется знать индексные параметры комплекта для калибровки, и все элементы ошибки в модели ошибки тестового устройства могут быть вычислены с помощью трех простых методов подключения. В схеме калибровки TRL будет использоваться переключатель между портами THRU, набор для калибровки отражения (OPEN или SHORT) и небольшой участок линии передачи.

Порядок действий:

1. Выполнить сброс настроек анализатор цепей нажав кнопку **Preset**.
2. Выполнить установки требуемых параметров, таких как, выходная мощность внутреннего источника, полоса пропускания ПЧ, точки сканирования, тестовая полоса частот и другие.
3. Для перехода в меню настроек калибровки нажать **Cal** → **Basic Cal**.
4. Выберите оба порта **Port1** и **Port2**, выберите необходимый набор для калибровки в пункте **Cal Kit**, выберите тип коннектора элемента калибровки, гнездо (**Female**) или вилка (**Male**), в пункте **DUT Connector**, выберите **TRL** в пункте **Cal Type** и нажмите кнопку **Next**, чтобы перейти к следующему шагу.
5. В соответствии с подсказками интерфейса, по очереди, подключите меру THRU, затем набор для калибровки отражения (OPEN или SHORT), затем подключите элемент **Line** к порту 1. Поочередно выбирайте соответствующие пункты меню (**Thru**, **Reflect** и **Line**) для выполнения калибровки порта 1.
6. В соответствии с подсказками интерфейса, по очереди, подключите меру THRU, затем набор для калибровки отражения (OPEN или SHORT), затем подключите элемент **Line** к порту 2. Поочередно выбирайте соответствующие пункты меню (**Thru**, **Reflect** и **Line**) для выполнения калибровки порта 2.
7. После выполнения калибровки нажмите **Finish**, чтобы выйти из интерфейса калибровки после калибровки, завершить калибровку и сохранить данные калибровки.

## 8.4 КАЛИБРОВКА МОЩНОСТИ ВНУТРЕННЕГО ИСТОЧНИКА

Источник выходной мощности векторных анализаторов цепей серии АКІП-6604 калибруется при выпуске на производстве. Заводская калибровка может уйти со временем по точности. Для повышения точности пользователь может выполнить калибровку мощности внутреннего источника.

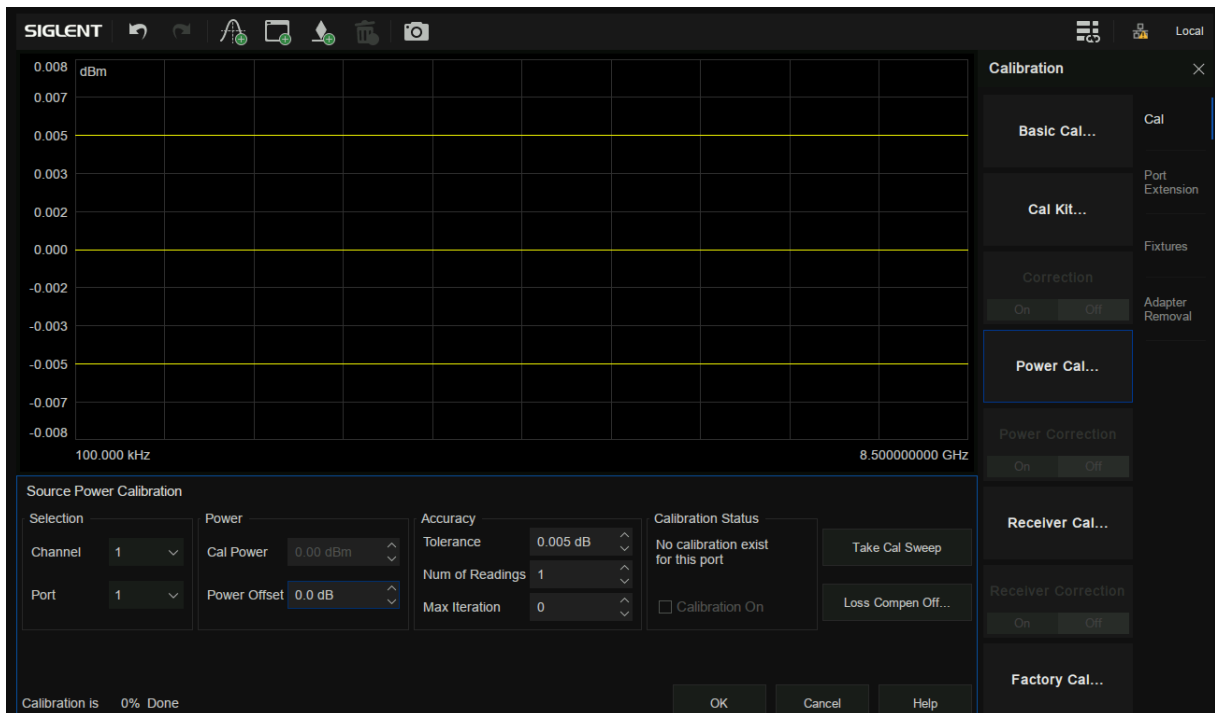


Рис. 8-25 Интерфейс калибровки источника выходной мощности

Перед выполнением калибровки мощности рекомендуется выполнить настройку компенсации потери мощности в разных частотных точках, как показано на рисунке ниже. Нажимайте последовательно «+», чтобы добавить соответствующие значения частоты и значение потерь в дБ. После настройки нажмите «ОК», чтобы сохранить данные.

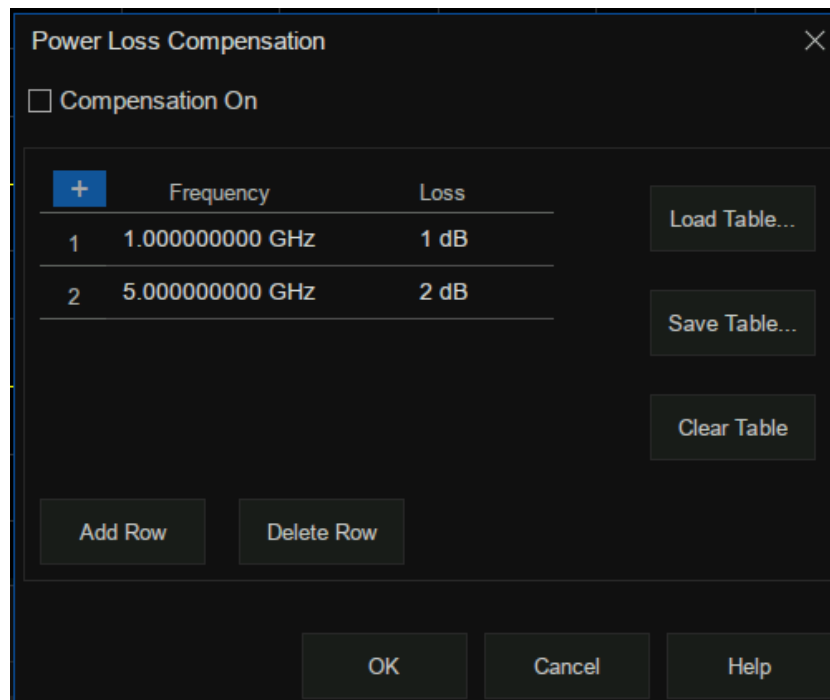


Рис. 8-26 Настройка компенсации

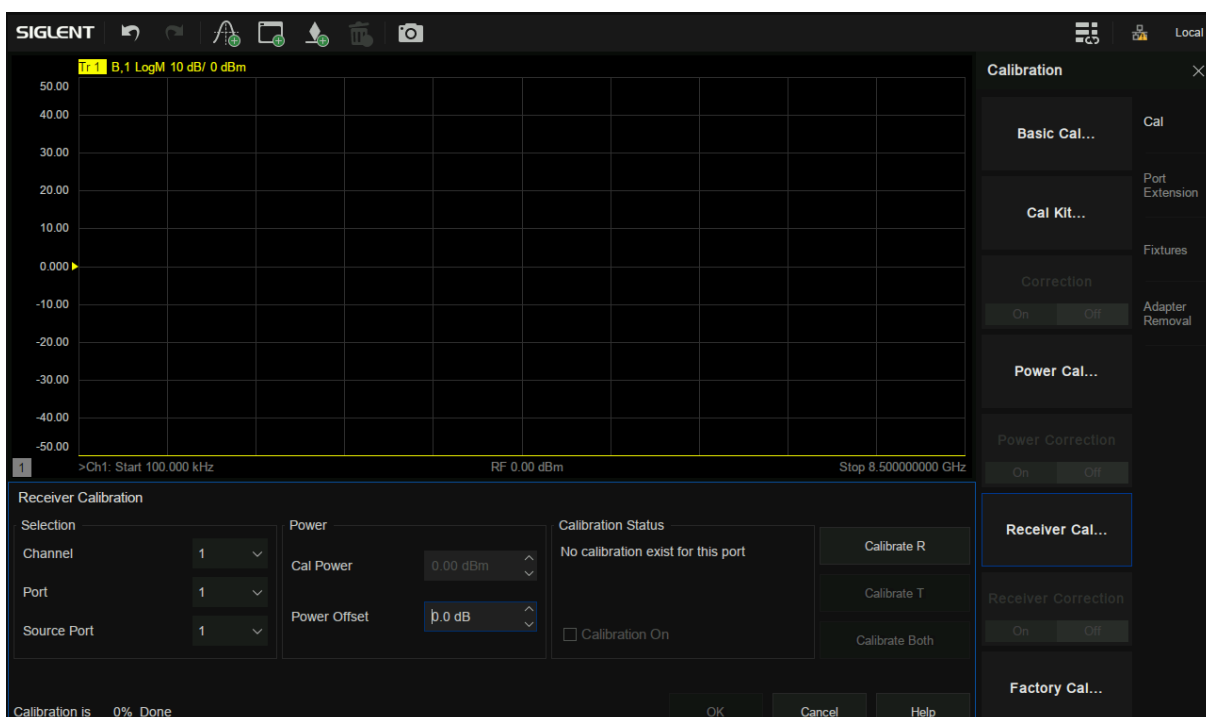
Порядок действий:

1. Подключите к тестируемому порту совместимый датчик измерителя мощности (Keysight серия U2000, R&S серия NRP и т. д.) для обеспечения обмена данными между векторным анализатором цепей и измерителем мощности.

2. Выполнить сброс настроек анализатор цепей нажав кнопку **Preset**.
3. Выполнить установки требуемых параметров, таких как, выходная мощность внутреннего источника, полоса пропускания ПЧ, точки сканирования, тестовая полоса частот и другие.
4. Для перехода в меню настроек калибровки мощности нажать **Cal** → **Power Cal.**
5. Выберите тестовый канал и источник выходной мощности.
6. Установите такие параметры, как смещение мощности, ограничение емкости, максимальное время итерации и т. д.
7. Выберите пункт **Take Cal Sweep**, чтобы начать измерение выходной мощности.
8. Нажмите **OK**, чтобы завершить калибровку и выйти из интерфейса калибровки мощности после завершения измерения.

## 8.5 КАЛИБРОВКА ПРИЕМНИКА

Приемник мощности векторных анализаторов цепей серии АКИП-6604 калибруется при выпуске на производстве. Заводская калибровка может уйти со временем по точности. Для повышения точности пользователь может выполнить калибровку мощности приемника внутреннего источника. Перед калибровкой приемника рекомендуется выполнить калибровку источника.



**Рис. 8-27 Интерфейс калибровки приемника мощности**

Порядок действий:

1. Выполнить сброс настроек анализатор цепей нажав кнопку **Preset**.
2. Выполнить установки требуемых параметров, таких как, выходная мощность внутреннего источника, полоса пропускания ПЧ, точки сканирования, тестовая полоса частот и другие.
3. Для перехода в меню настроек калибровки мощности нажать **Cal** → **Receiver Cal.**
4. Выберите тестовый канал, выберите выходной порт внутреннего источника и выберите порт приемника.
5. Соедините два порта с помощью радиочастотного кабеля.
6. Задайте параметр смещения мощности.
7. Для выполнения калибровки приемника выберите один из следующих пунктов: **Calibrate R** или **Calibrate T** или **Calibrate Both**.
8. Нажмите **OK**, чтобы завершить калибровку и выйти из интерфейса калибровки приемника после завершения измерения.

## 8.6 ПАНЕЛЬ ИНСТРУМЕНТОВ PORT EXTENSIONS (РАСШИРЕНИЯ ПОРТА)

Устранение погрешностей при использовании тестовых приспособлений может быть трудной задачей. Функция расширения порта векторного анализатора цепей — хороший способ устранить ошибку тестовых приспособлений. Калибровка S-параметров обычно выполняется пользователем на той плоскости, где ВЧ-кабель подключается к испытательному приспособлению, как правило, к разъему (SMA, N-типа и т. д.). Фактическое тестируемое устройство находится в тестовом приспособлении. Тестируемое устройство и испытательное приспособление, как правило, соединяются микрополосковой линией. В результате этого фактическая плоскость измерения тестируемого устройства не совпадает с плоскостью отсчета калибровки (разъем, как упоминалось ранее), что приведет к ошибке калибровки.

После выполнения калибровки S-параметров эталонную плоскость можно расширить до заданной измерительной плоскости, просто добавив дополнительную длину микрополосковой линии, коэффициент скорости, потери и другие параметры в интерфейсе настройки для проведения более точного тестирования.

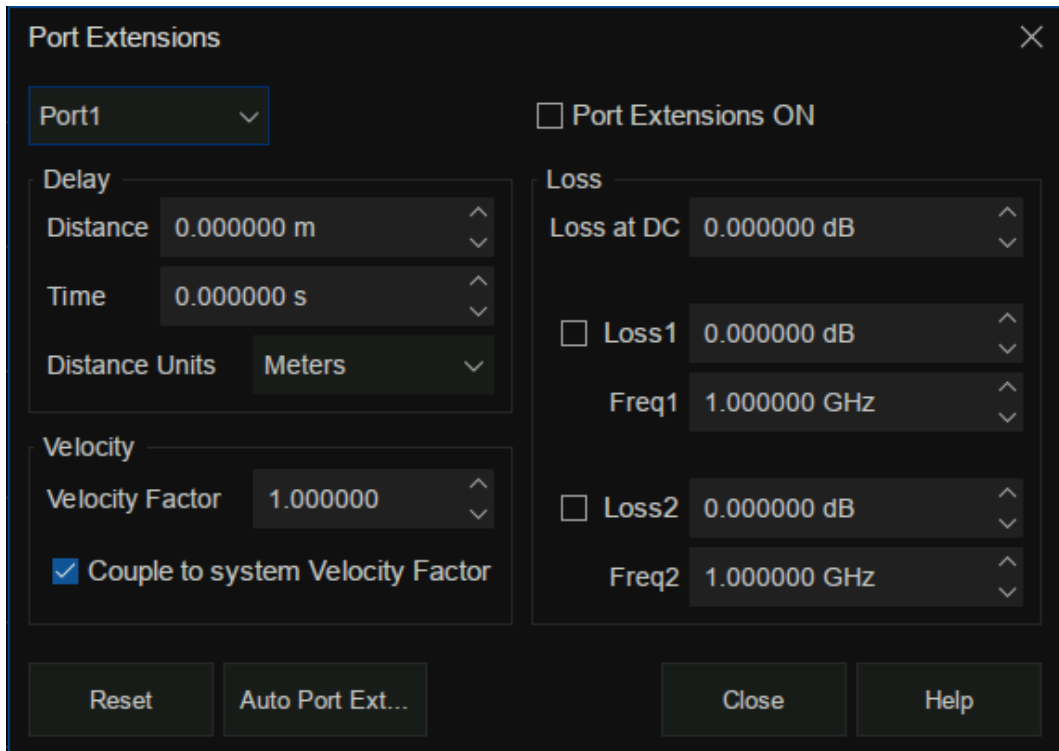


Рис. 8-28 Интерфейс настройки расширения порта

Порядок действий ручной настройки:

1. Выполните соответствующий тип калибровки (SOLT и т. д.) на соответствующем кабеле, прежде чем выполнять настройку расширения порта.
2. Выберите **Cal** → **Port Extension** → **Port Extension**, чтобы открыть экран настроек.
3. Выберите порт, который необходимо выполнить расширение, единицу длины и введите коэффициент замедления линии передачи (Velocity Factor). Введите значение длины расширенной линии передачи, и время будет рассчитано автоматически.

Если в линии передачи есть потери, потери в линии передачи могут быть добавлены, включая потери постоянного (DC) и переменного (AC) тока.

Потери переменного тока могут быть выбраны как LOSS1 в одночастотной точке или LOSS1 и LOSS2 в двухчастотной точке.

Среди них алгоритм подбора для двух форм потерь переменного тока:

Одночастотная точечная потеря Loss1:

$$\text{Loss}(f) = \text{Loss1} * (f / \text{Частота1})^{0,5}$$

Двухчастотные точечные потери Loss1, Loss2:

Установите точку низкой частоты на LOSS1, а точку высокой частоты на LOSS2.

$$\text{Loss}(f) = \text{Loss1} * (f / \text{Частота1})^n, \text{ где}$$

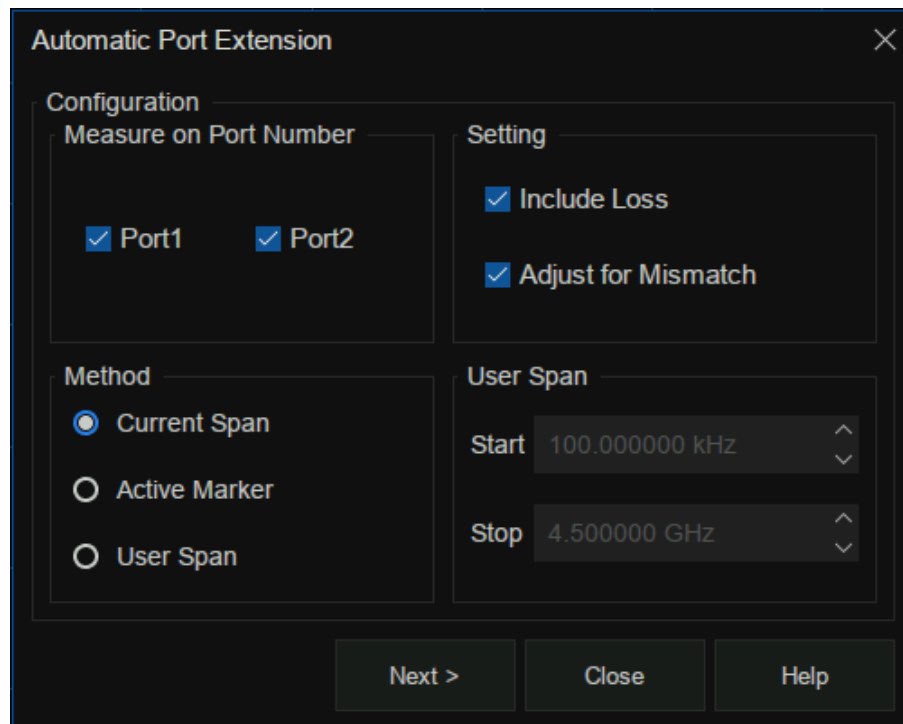
$$n = \lg [\text{abs}(n = \lg [\text{abs}(\text{Loss1}/\text{Loss2})] / \lg (\text{Частота1}/\text{Частота2}))$$

4. Выберите, следует ли привязываться к коэффициенту замедления. Если флажок не установлен, коэффициент замедления устанавливается только для указанного порта, а если флажок установлен, для всех портов.

5. Активируйте флажок в поле **Check the Port Extensions ON** для применения настроек расширения порта.

Ручная настройка параметров расширения порта требует от пользователя ручного ввода параметров расширенной линии передачи, в то время как автоматическое расширение порта не требует предварительного знания параметров линии передачи. Плоскость калибровки может быть автоматически расширена до фактической эталонной плоскости, просто выполнив калибровку XX или K3 на фактической эталонной плоскости ИУ. Функция автоматического расширения порта недоступна в следующих случаях:

1. Выбран тип развертки по мощности (power scan).
2. Выключено смещение частоты.
3. Расширение порта линии передачи волновода.



**Рис. 8-29 Интерфейс настройки автоматического расширения порта**

Порядок действий ручной настройки:

1. Выполните соответствующий тип калибровки (SOLT и т. д.) на соответствующем кабеле, прежде чем выполнять настройку расширения порта.
2. Выберите **Cal** → **Port Extension** → **Auto Port Extension**, чтобы открыть экран настроек.
3. Выберите порт, для которого необходимо выполнить расширение: **Port1**, **Port2** или оба.
4. Выберите частотный диапазон теста.

Можно выбрать три частотных диапазона:

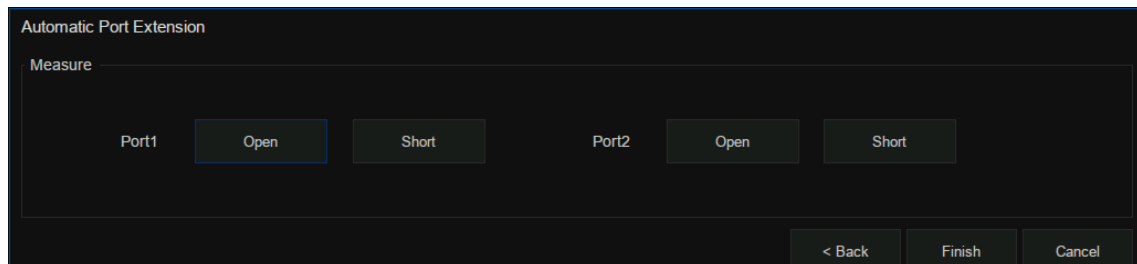
**Current Span:** частотный диапазон текущей настройки интерфейса.

**Active Marker:** текущая отмеченная точка частоты. В этом случае Loss2 можно игнорировать при настройке потерь, можно установить только Loss1.

**User Span:** значение начальной и конечной частоты задаются пользователем.

5. Установите, учитывать потери или нет. Установите флажок в поле **Include Loss**, чтобы автоматически измерить потери в линии передачи и применить их к калибровке.
6. Параметр корректировки несоответствия (**Adjust for Mismatch**) доступен, только если выбран элемент **Include Loss**. Несоответствие увеличивает пульсации на линиях измерительного графика S11 и S22. Если неравномерность велика, отображение кривой S11 и S22 будет больше 0 дБ, что приведет к нестабильным значениям при использовании S-параметров. Выбор элемента **Adjust for Mismatch** может увеличить потери прибора, так что пиковое значение пульсаций будет ниже 0 дБ. Хотя это увеличит погрешность измерений, это может предотвратить появление численной нестабильности S-параметров при его использовании.

7. Нажмите «**Next**», чтобы войти в интерфейс измерения. Перед измерением убедитесь, что тестируемое устройство отключено от тестового приспособления. Таким образом, можно выполнить измерение разомкнутой цепи (XX). Конечно, тестовое приспособление также может относиться к плоскости короткого замыкания для проведения измерения короткого замыкания (КЗ). Он может выполнять одно из измерений Open или Short или одновременно выполнять измерения Open и Short. Когда используются два измерения, результатом будет среднее значение двух измерений, и точность будет улучшена.
- 8.



**Рис. 8-30 Интерфейс настройки автоматического расширения порта**

## 8.7 ФУНКЦИЯ ИЗМЕРЕНИЯ С ОСНАСТКОЙ

В дополнение к функции расширения порта векторный анализатор цепей также предоставляет несколько других функций для тестовых приспособлений.

1. Согласование портов (2-портовое встраивание) - Port match
2. Преобразование импеданса порта - Port impedance conversion
3. 2-портовое устранение влияния для встраивания - 2 port de-embedding
4. Встраивание/удаление порта N (порт 4/6/8) - N port embed/de embed
5. Дифференциальное согласование - Differential port match
6. Дифференциальное преобразование импеданса порта - Differential port impedance conversion
7. Общее преобразование импеданса порта - Common port impedance conversion

### Port match порядок действий:

1. Убедитесь, что калибровка S-параметров выполнена успешно и S-параметры тестируемого устройства получены.
2. Выберите **Cal** → **Fixtures** → **Fixture Setup** → **Port Match**, чтобы открыть экран настроек.
3. Выбрав порт и форму представления параметров согласующего модуля, можно напрямую экспортировать файл S2P (файл AKA Touchstone) согласующего модуля или использовать модель схемы согласующего модуля. Он поддерживает 9 топологий, которые объединяются L, R, G и C. Необходимо вручную установить значения параметров компонентов L, R, G и C. Отметка на вкладке **Enable Port Matching On All Ports** означает, что все порты совпадают. Когда диапазон частот в файле S2P импортированного согласующего модуля меньше диапазона частот, установленного текущим интерфейсом, например, если пункт **Enable Extrapolation** не отмечен, система будет экстраполировать файл S2P по умолчанию. Другими словами, все непокрытые низкочастотные параметры заменяются первой точкой в файле S2P, а все непокрытые высокочастотные параметры заменяются последней точкой в файле S2P, делая частотный диапазон файла S2P таким же, как частотный диапазон текущего интерфейса. Если вы отметите вкладку **Enable Extrapolation**, система будет интерполировать точки частот, не охваченные S2P, чтобы диапазон частот файла S2P был таким же, как и у текущего интерфейса.
4. Нажмите **Close**, чтобы завершить настройку, и нажмите **Apply Fixtures**, чтобы изменения вступили в силу.

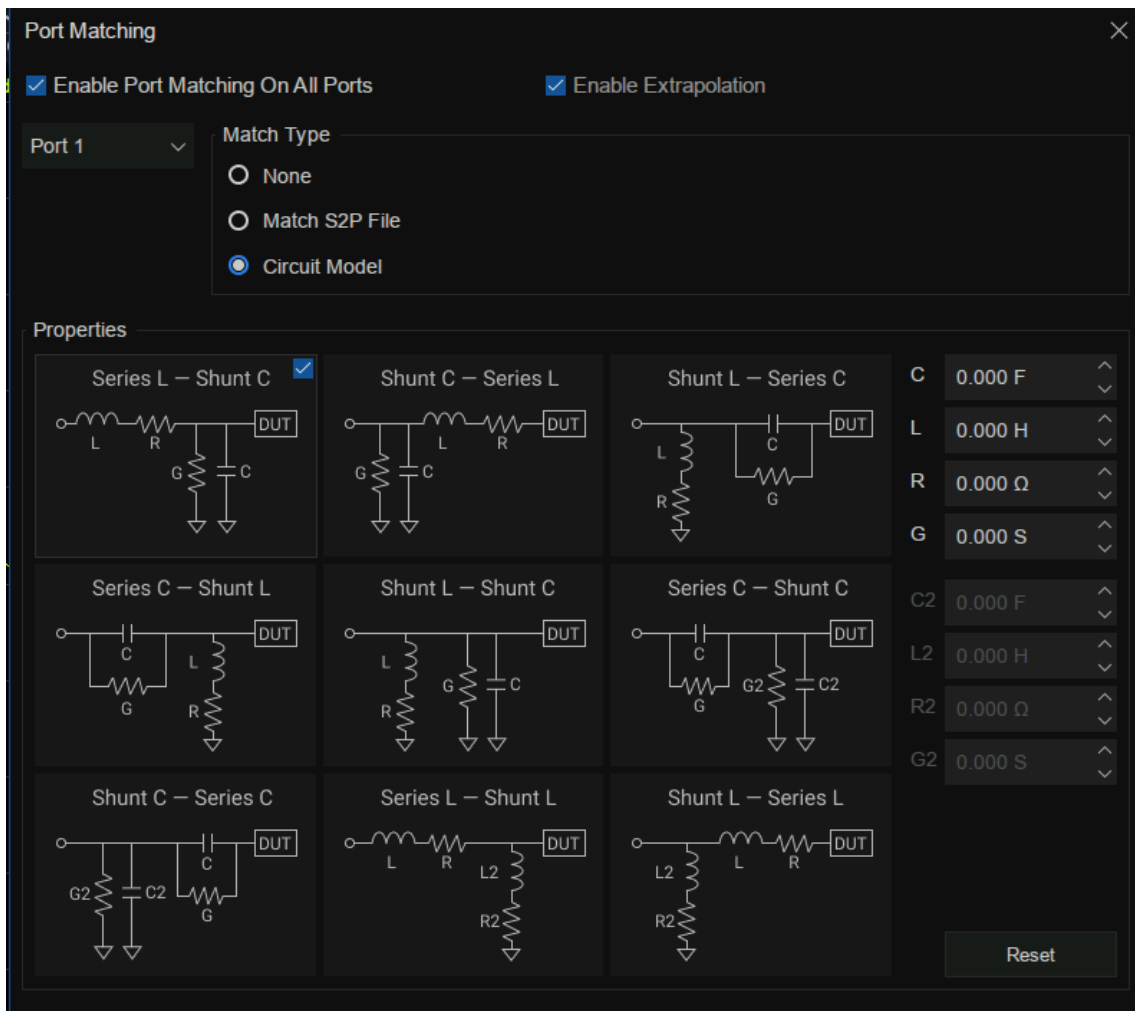


Рис. 8-31 Интерфейс настройки Port match

**Port impedance conversion порядок действий:**

1. Убедитесь, что калибровка S-параметров выполнена успешно и S-параметры тестируемого устройства получены.
2. Выберите **Cal** → **Fixtures** → **Fixture Setup** → **Port Z**, чтобы открыть экран настроек.
3. Выберите порт, характеристическое сопротивление системного порта по умолчанию составляет 50 Ом, вы можете заполнить требуемые значения сопротивления в столбцах R и jX, после чего отображаемый S-параметр будет автоматически преобразован в S-параметр, соответствующий новому характеристическому импедансу. Флажок на вкладке «**Enable Port Z Conversion On All Ports**» означает, что согласование портов будет выполнено для всех портов.

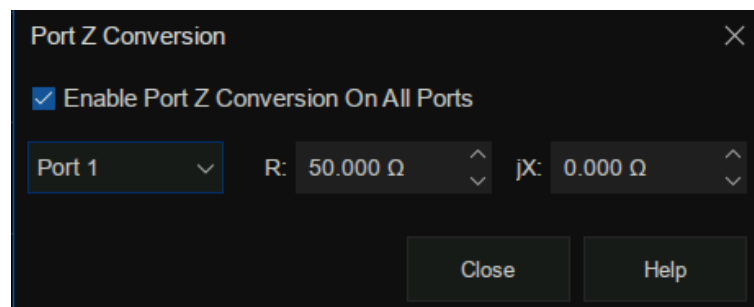


Рис. 8-32 Преобразование импеданса порта

**2-port de-embed порядок действий:**

1. Убедитесь, что калибровка S-параметров выполнена успешно и S-параметры тестируемого устройства получены.
2. Выберите **Cal** → **Fixtures** → **Fixture Setup** → **2-Port DeEmbed**, чтобы открыть экран настроек.

3. Выберите порт и выберите форму удаления для импорта файла S2P. Нажмите **User S2P File**, чтобы импортировать S-параметр тестового устройства, которое необходимо удалить.  
Установите флажок в поле **EnableDe-Embedding On All Ports** для удаления влияния устройства во всех портах.
4. Когда диапазон частот в файле S2P импортированного согласующего модуля меньше диапазона частот, установленного текущим интерфейсом и если пункт **Enable Extrapolation** не отмечен, система будет экстраполировать файл S2P по умолчанию. Все неохваченные низкочастотные параметры заменяются первой точкой в файле S2P, а все неохваченные высокочастотные параметры заменяются последней точкой в файле S2P, делая частотный диапазон файла S2P таким же, как и что в текущем интерфейсе.  
Если вы отметите вкладку **Enable Extrapolation**, система будет интерполировать точки частот, не охваченные S2P, чтобы диапазон частот файла S2P был таким же, как диапазон текущего интерфейса.
5. Установка флажка в поле **Reverse Adapter Ports** представляет часть обратного соединения, которую необходимо удалить. По умолчанию система реверсирует импортированный файл S2P.
6. Нажмите **Close**, чтобы завершить настройку, и нажмите **Apply Fixtures**, чтобы изменения вступили в силу.

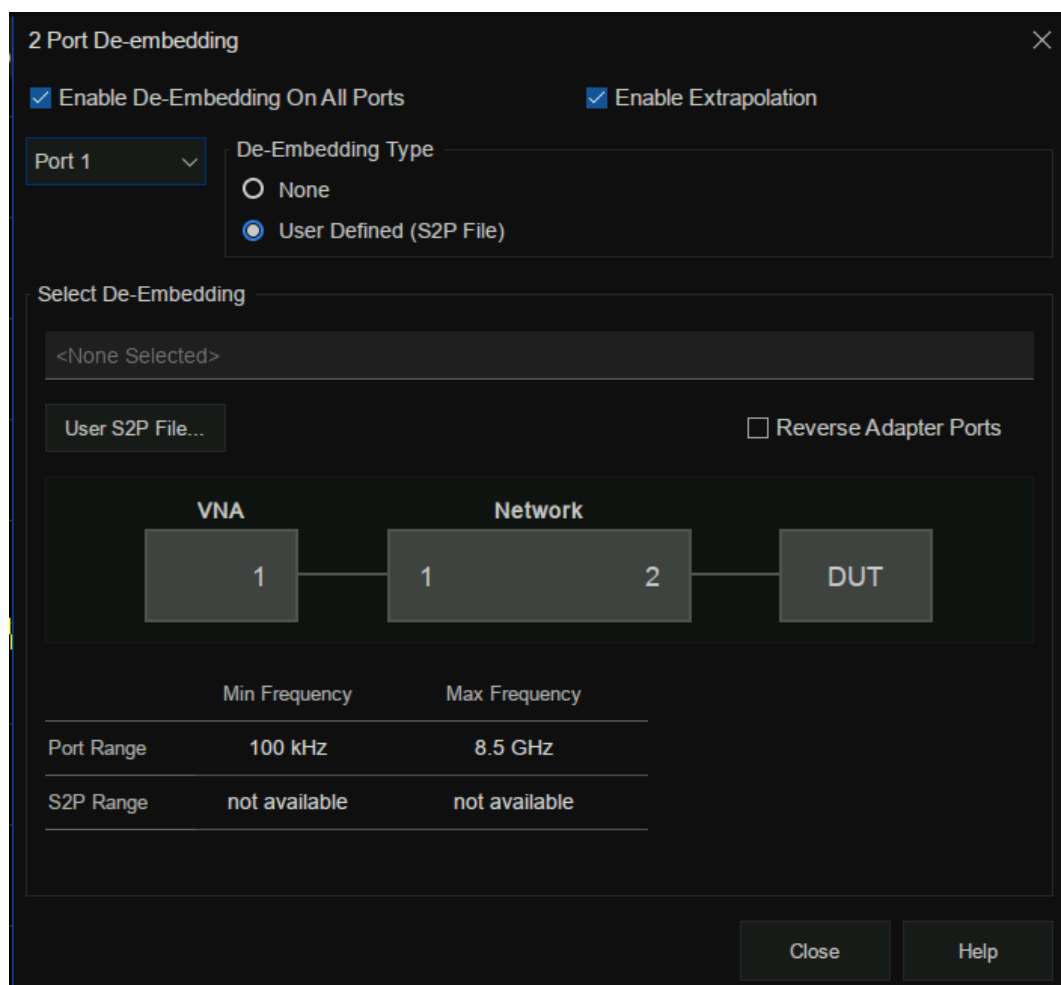


Рис. 8-33 Интерфейс de-embedding

#### **N-port embedding/de-embedding operation steps порядок действий:**

1. Убедитесь, что калибровка S-параметров выполнена успешно и S-параметры тестируемого устройства получены.
2. Выберите **Cal** → **Fixtures** → **Fixture Setup** → **N-Port DeEmbed**, чтобы открыть экран настроек.
3. Выберите тип топологии.  
На выбор доступно 3 типа топологии:  
А (используя сеть)  
В (используя сеть 1 и 3)

C (используя сеть 1, 2 и 4)

Выберите порт векторного анализатора цепей в меню настроек (**VNA**), выберите конфигурацию сетевого порта, которую необходимо внедрить или извлечь (**Network**), и выберите операцию внедрения (**Embed**) или операции извлечения (**De-embed**) для каждой сети. Наконец, загрузите файл S2P, соответствующий операционной сети. Отметка на вкладке **Enable 4/6/8-Port Embed/De-embed On All Ports** означает, что все порты согласованы.

Когда диапазон частот в файле S2P импортированного согласующего модуля меньше диапазона частот, установленного текущим интерфейсом, например, когда элемент **Enable Extrapolation** не отмечен, система по умолчанию экстраполирует файл S2P. Другими словами, все непокрытые низкочастотные параметры заменяются первой точкой в файле S2P, а все непокрытые высокочастотные параметры заменяются последней точкой в файле S2P, делая частотный диапазон файла S2P таким же, как частотный диапазон текущего интерфейса.

Если вы отметите вкладку **Enable Extrapolation**, система будет интерполировать точки частот, не охваченные S2P, чтобы диапазон частот файла S2P был таким же, как и у текущего интерфейса.

4. Нажмите **Close**, чтобы завершить настройку, и нажмите **Apply Fixtures**, чтобы изменения вступили в силу.

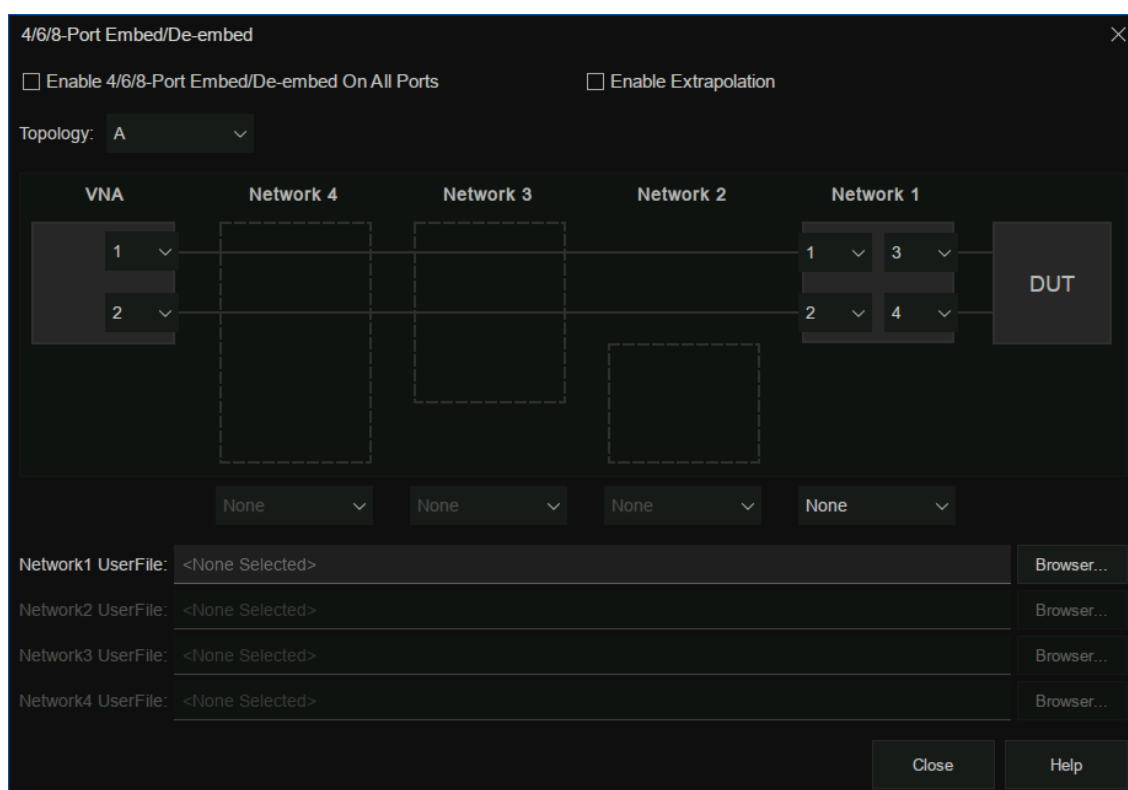


Рис. 8-34 Интерфейс de-embedding

#### Differential port match порядок действий:

1. Убедитесь, что калибровка S-параметров выполнена успешно и S-параметры тестируемого устройства получены.
2. Выберите **Cal** → **Fixtures** → **Fixture Setup** → **Differential Port Match**, чтобы открыть экран настроек.
3. Выбрав порт и форму представления параметров согласующего модуля, можно напрямую импортировать файл S2P согласующего модуля или использовать модель схемы согласующего модуля.

Необходимо вручную установить значения параметров компонентов L, R, G и C, если используется схематическая модель.

Установка флажка вкладки **Enable Differential Port Matching** означает, что все порты согласованы.

Когда диапазон частот в файле S2P импортированного согласующего модуля меньше диапазона частот, установленного текущим интерфейсом, система по умолчанию экстраполирует файл S2P. Другими словами, все непокрытые низкочастотные параметры заменяются первой точкой в файле S2P, а все непокрытые высокочастотные параметры заменяются последней точкой в файле S2P, делая частотный диапазон файла S2P таким же, как диапазон частот файла S2P. частотный диапазон текущего интерфейса

4. Нажмите **Close**, чтобы завершить настройку, и нажмите **Apply Fixtures**, чтобы изменения вступили в силу.

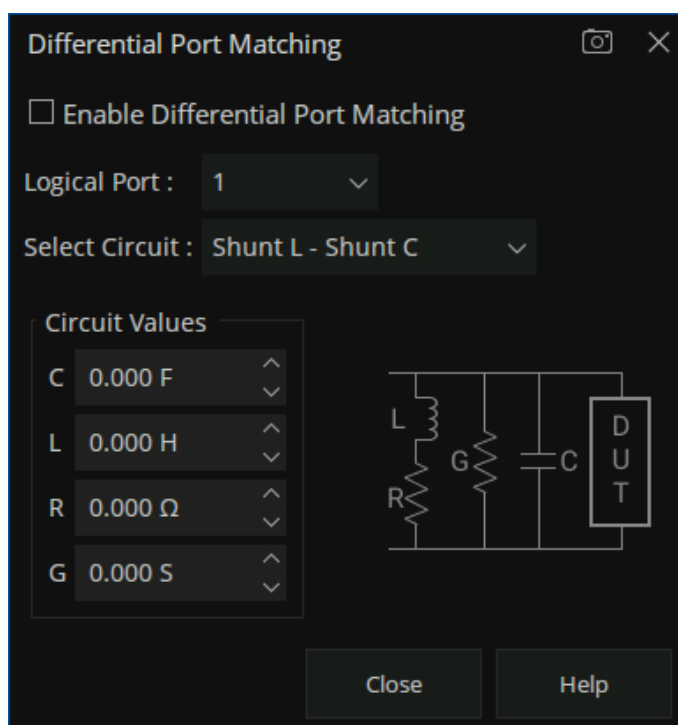


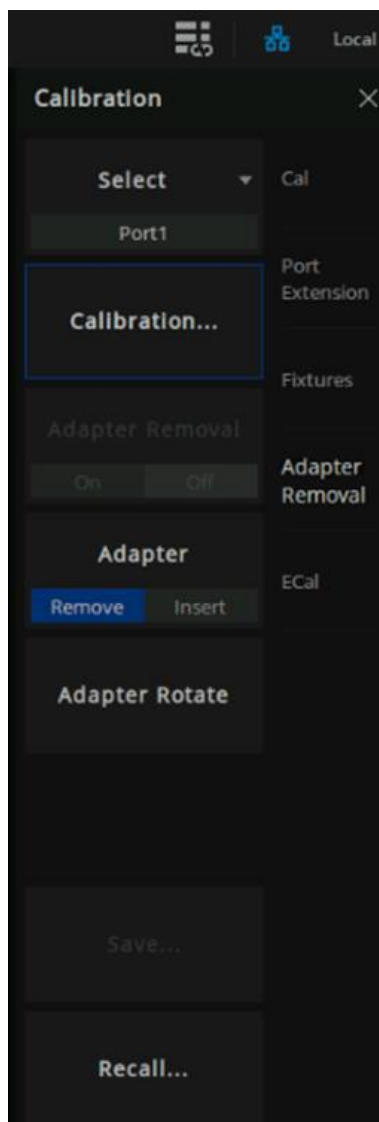
Рис. 8-35 Интерфейс Differential port match

**Differential и common port impedance conversion operation steps порядок действий:**

Порядок действий аналогичен порядку действий описанному выше в разделе **Port impedance conversion**. Пожалуйста обратитесь к данному разделу.

## 8.8 ДОБАВЛЕНИЕ ИЛИ ИСКЛЮЧЕНИЕ АДАПТЕРА

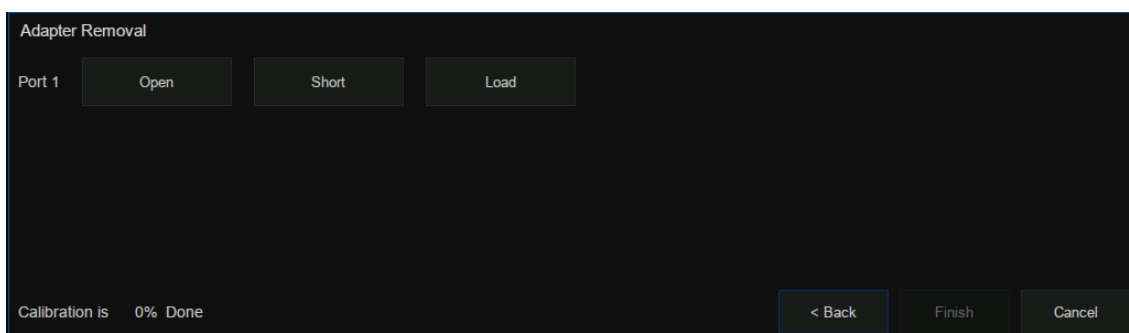
Адаптеры часто используются, когда анализатор цепей требуется подключить к тестируемому устройству. В векторном анализаторе цепей предусмотрена функция удаления и добавления адаптеров. Перед включением данной функции необходимо выполнить полную двухпортовую калибровку.



**Рис. 8-36** Функция добавления или исключения адаптера

**Порядок действий для удаления адаптера:**

1. Подключите тестовый кабель векторного анализатора цепей к адаптеру и настройте параметры анализатора цепей. Выполните полную двухпортовую калибровку.
2. Выберите **Cal** → **Adapter Removal**, чтобы открыть экран настроек. В открывшемся окне в поле **Adapter** выберите **Remove** (Удалить).
3. Нажмите **Finish**, чтобы установить для параметра **Adapter Removal** значение «Вкл» и завершить калибровку. Удаление адаптера выполнено.



**Рис. 8-37** Интерфейс калибровки функции удаления и вставки адаптера

**Порядок действий для добавления адаптера:**

1. Отсоедините все тестовые кабели от портов анализатора и выполните полную двухпортовую калибровку.
2. Выберите **Cal** → **Adapter Removal**, чтобы открыть экран настроек. В открывшемся окне в поле **Adapter** выберите **Insert** (Добавить).

3. Подсоедините адаптер к тестовому кабелю, выберите **Cal**→**Adapter Removal**→**Calibration**, чтобы открыть экран настройки удаления адаптера. Выберите порт, подключенный к адаптеру, выберите модель набора для калибровки, выберите полярность набора для калибровки и нажмите **Next** чтобы по очереди подключить калибровочные меры Open, Short и Load для полной однопортовой калибровки.
4. Нажмите **Finish**, чтобы установить для параметра **Adapter Removal** значение «Вкл» и завершить калибровку. Удаление адаптера выполнено.

Кнопка **Adapter Rotate** в меню Adapter Removal, это метод калибровки, также известны как метод калибровки «с адаптером равной замены и адаптер равной длины». До того, как был введен метод калибровки с неизвестным проходным, метод **Adapter Rotate** часто использовался как более быстрая альтернатива более сложному методу **Adapter Removal**.

## 8.9 ЭЛЕКТРОННАЯ КАЛИБРОВКА (ECAL)

### 8.9.1 Описание ECal

ECal — это новая технология автоматической калибровки векторных анализаторов цепей. Каждый модуль ECal содержит электронные меры, которые автоматически задействуются во время калибровки измерений. Эти электронные меры были измерены на заводе-изготовителе, и полученные результаты были сохранены в памяти модуля ECal. Анализатор использует эти сохраненные данные совместно с измеренными данными для расчета параметров погрешности калибровки измерений. ECal предлагает следующие преимущества:

- Упрощение процедуры калибровки. Электронный калибратор необходимо подключить к прибору только один раз, чтобы передать меры необходимые для двухпортовой калибровки, без необходимости в нескольких калибровочных соединениях.
- Для калибровки требуется более короткое время.
- В процессе калибровки меньше факторов неопределенности, и вероятность того, что электронная калибровка повлияет на неправильную работу, снижается, поскольку нет необходимости в нескольких процессах подключения.

#### Процедура использования ECal для выполнения калибровки:

1. Подключите порт USB электронного модуля ECal к порту USB на передней панели векторного анализатора цепей. На модуль должен загореться индикатор готовности "READY". При подключении модуля к прибору, автоматически распознаются тип модуля, диапазон частот и тип коннектора.
2. Подключите порт на модуле ECal к тестовому порту, который необходимо откалибровать.
3. Выберите **Cal**→**ECal**, чтобы перейти в меню настроек электронной калибровки.

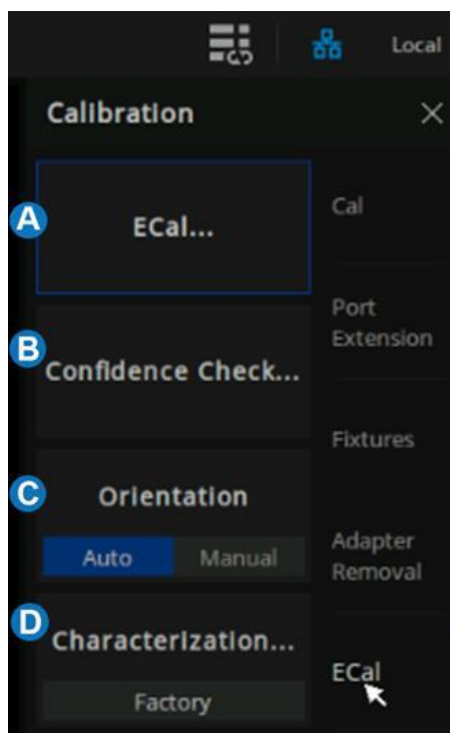
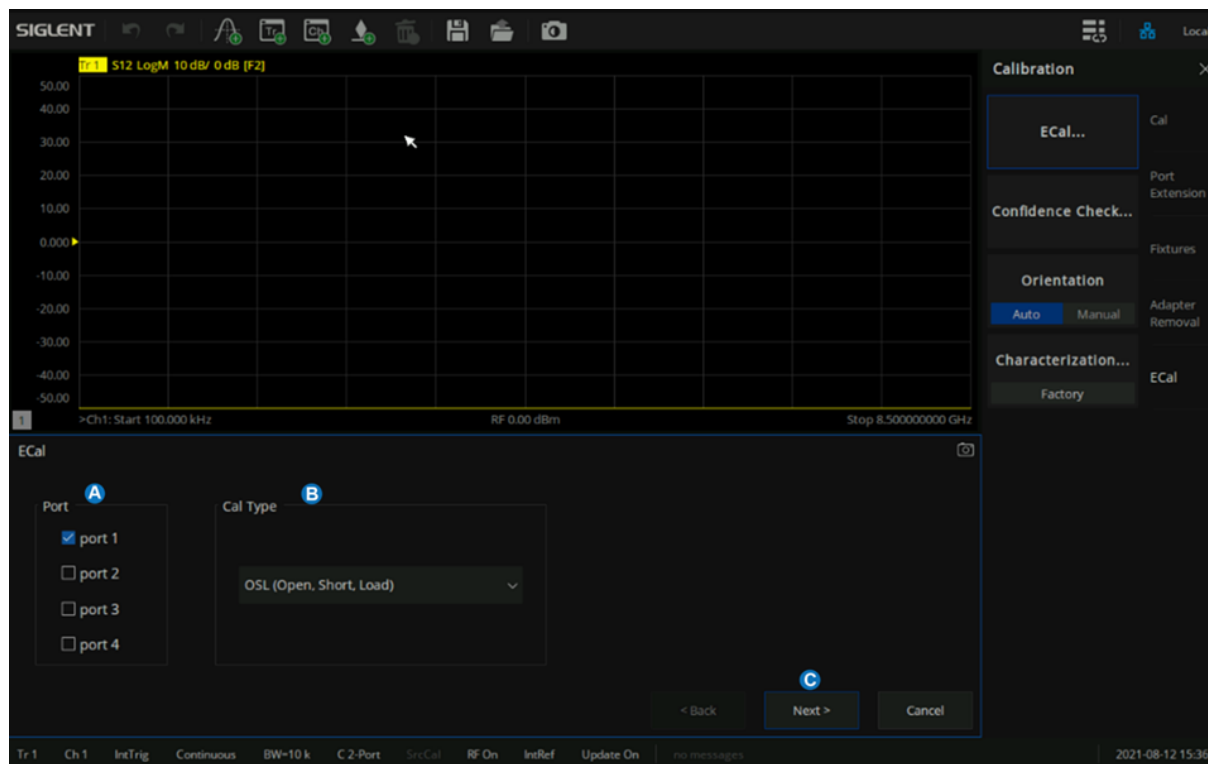


Рис. 8-38 Меню ECal

- A. ECal Config/Конфигурация ECal. Выберите количество портов для калибровки. Затем выберите конфигурацию номера порта.
- B. Confidence Check/Проверка достоверности. Проверка правильность калибровки Ecal.
- C. Orientation/Ориентация. Выбрать «Auto/Авто» (настройка по умолчанию), чтобы анализатор цепей автоматически определял модель и направление, в котором порт модуля ECal подключен к портам анализатора цепей. Выбрать «Manual/Вручную», чтобы вручную установить указанный порт.
- D. Characterization/Характеристика. Просмотр информации о характеристиках, хранящихся в модуле ECal.

### 8.9.2 Конфигурация ECal

Выберите **Cal** → **ECal** → **ECal**, чтобы перейти в меню настроек электронной калибровки.



**Рис. 8-39 Интерфейс меню конфигурации ECal**

- A. Выберите количество портов для калибровки и задайте номер порта. Используя ECal, вы можете выполнять калибровку отражения с одним портом, полную двухпортовую калибровку, полную трехпортовую калибровку и полную четырехпортовую калибровку.
- B. Выберите тип калибровки.
- C. Если для параметра «Orientation» установлено значение «Auto», нажмите «Next», чтобы напрямую ввести автоматическое выравнивание. Когда «Orientation» включена на Manual, нажмите «Next», чтобы указать порт калибровки и перейти к автоматической калибровке.

### 8.9.3 Проверка достоверности

1. Выберите **Cal** → **ECal** → **Confidence Check**, чтобы перейти в меню проверки достоверности.

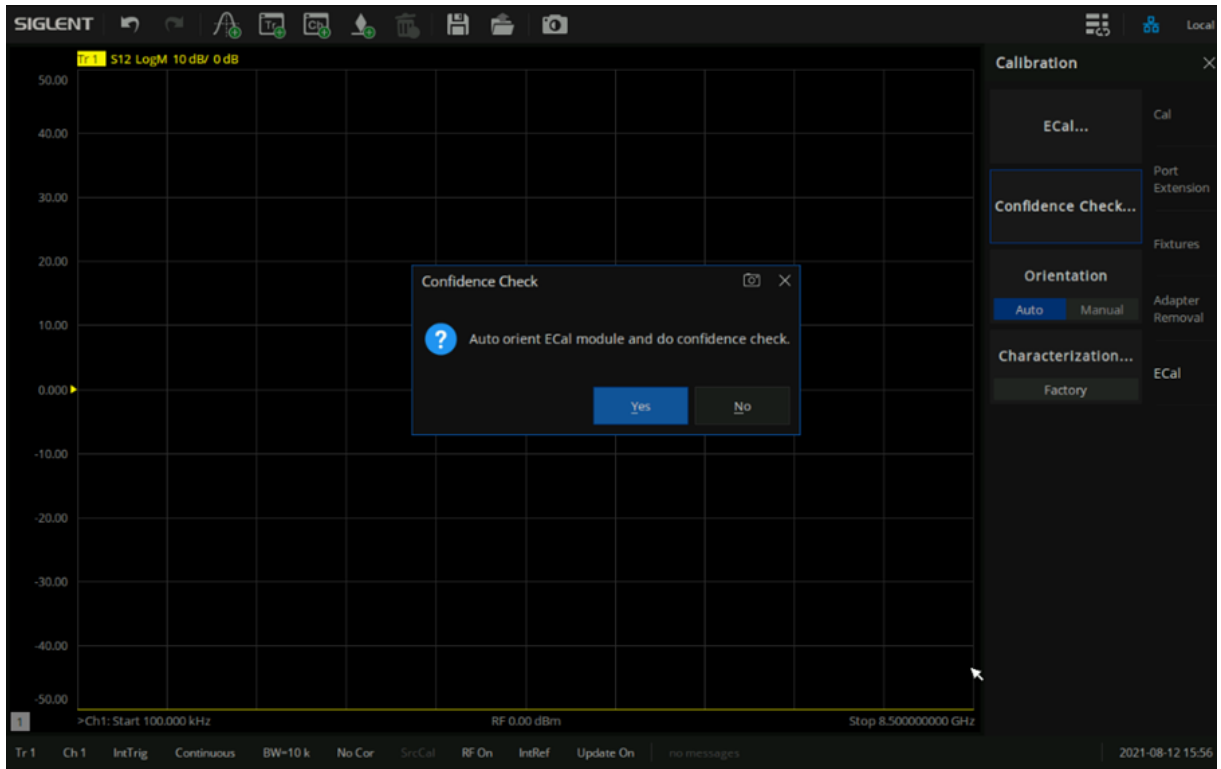


Рис. 8-40 Проверка достоверности

2. Сравните данных графика измерений с графиком сохраненным в памяти для проверки правильности измерений.
3. Порядок действий сравнения, когда отображаются как данные реальных измерений, так и из памяти прибора:
  - a. Нажмите кнопку **Math** на передней панели прибора. В открывшемся меню выбрать **Memory** > **Math** > **Data + Memory**.
  - b. Нажать кнопку **Scale** на передней панели прибора. В открывшемся меню выбрать **Scale** > **Auto Scale**.
  - c. Определить, допустимы ли различия между измерительными графиками.

### 8.9.4 Ориентация

Модуль ECal автоматически обнаруживает соединение между тестовыми портами анализатора и портами модулей ECal. Вы можете отключить эту функцию, чтобы установить порты вручную.

Процедура ручной настройки порта для полной двухпортовой калибровки

- a) Нажмите **Cal** на передней панели. В открывшемся меню выберите **ECal** → **Orientation** **Manual**.
- b) Укажите тестовый порт векторного анализатора цепей.
- в) Укажите порт ECal для указанного порта анализатора.

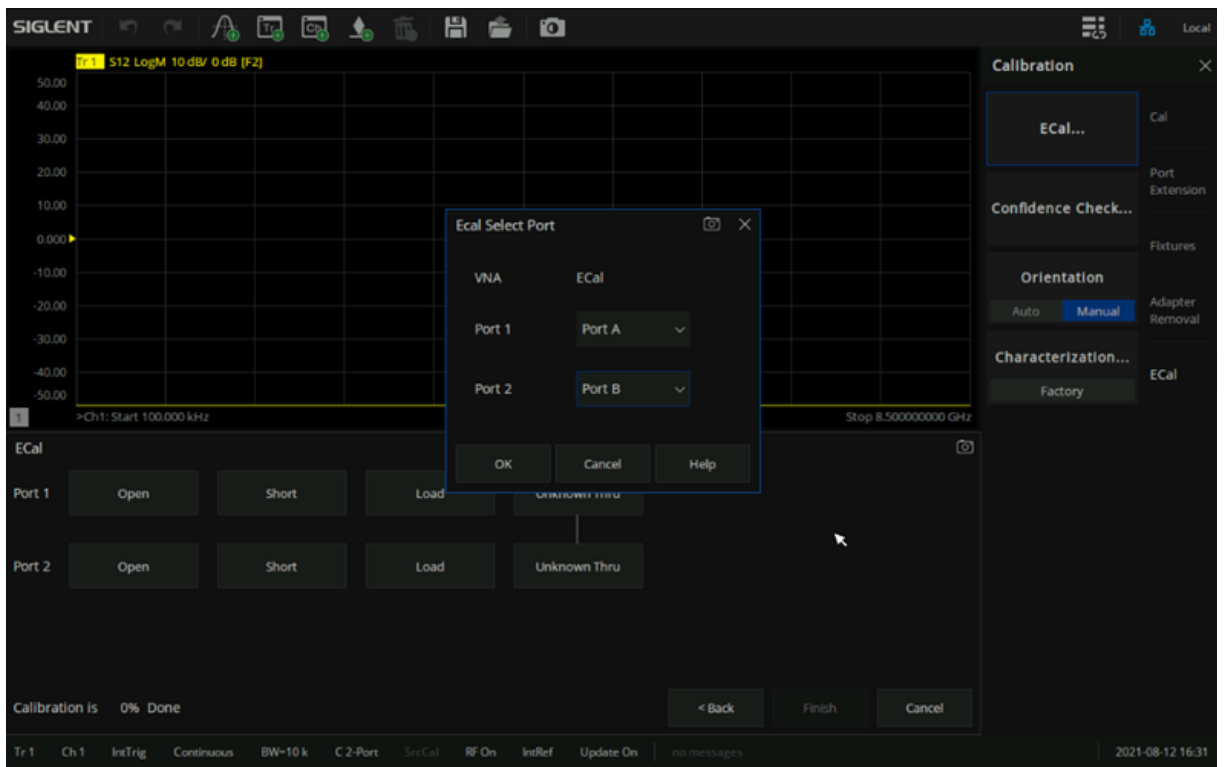


Рис. 8-41 Ручная настройка порта

### 8.9.5 Характеристика

Выберите **Cal** → **ECal** → **Characterization** → **Factory**, для просмотра всех спецификаций электронного модуля ECal.

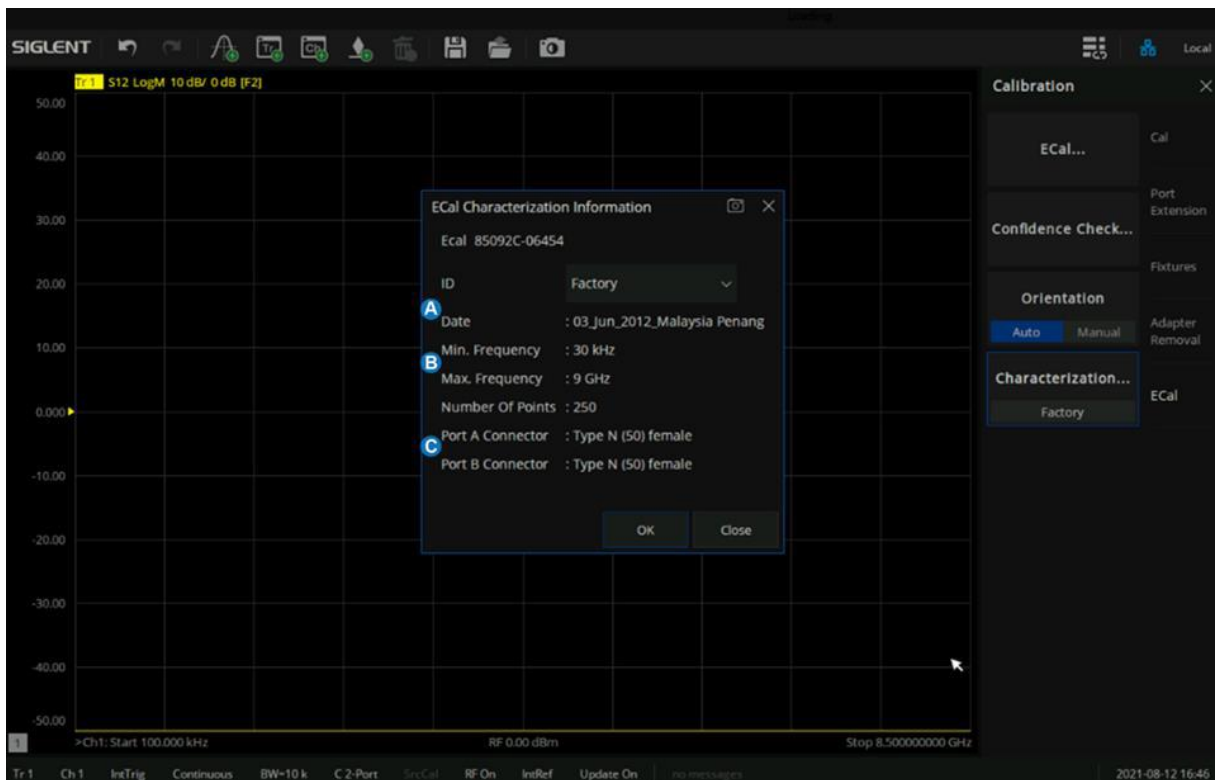


Рис. 8-42 Спецификации электронного модуля

- A. Дата, когда были измерены характеристики.
- B. Параметры, при которых измерялись характеристики.
- C. Информация о типе коннектора.

## 9 АНАЛИЗ ДАННЫХ

### 9.1 МАРКЕРЫ

Маркер может отображать определенные данные измерений графиков. На каждый график можно установить до девяти обычных маркеров и один опорный маркер.

#### Обычный маркер:

Нажмите кнопку **Marker** на передней панели прибора, в открывшемся меню нажмите «**Add Marker/Добавить маркер**» в подменю «**Marker/Маркер**», чтобы создать маркер, затем установите требуемую частоту тестирования. Если на измерительном графике много маркеров, нажмите **Select**, чтобы выбрать нужный маркер. После создания маркера значение измерения маркера будет отображаться в правом верхнем углу окна, а формат значения будет таким же, как и формат графика. Для удаления маркера необходимо нажать «**Delete Marker/Удалить маркер**» в подменю «**Marker/Маркер**», выбрать маркер для удаления во всплывающем меню. При удалении графика все маркеры данного графика будут так же удалены. Нажмите «**All Off/Выключить все**» в подменю «**Marker/Маркер**» или в подменю «**Marker Setup/Настройка Маркера**», чтобы удалить все маркеры на текущем измерительном графике.

#### Опорный маркер:

Нажмите кнопку **Marker** на передней панели прибора, в открывшемся меню нажмите «**Reference Marker/Опорный маркер**» в подменю «**Marker/Маркер**», установите флажок «**On/Вкл**», для создания опорного маркера. По умолчанию опорный маркер создается на месте текущего обычного маркера. Если на текущем измерительном графике обычного маркера, опорный маркер будет создан в центральной части графика. Опорный маркер обозначается буквой R. После создания опорного маркера установите опорный маркер как дискретизацию значения, фиксированный маркер и связь, пользователь может установить формат данных отображаемого значения опорного маркера и просмотреть значение опорного маркера в таблице маркеров, но опорный маркер не может быть установлен как разностный (дельта) маркер. Нажмите «**Reference Marker/Опорный маркер**» в подменю «**Marker/Маркер**», выберите параметр «**Off/Выкл**», чтобы удалить опорный маркер.

#### Настройка маркеров:

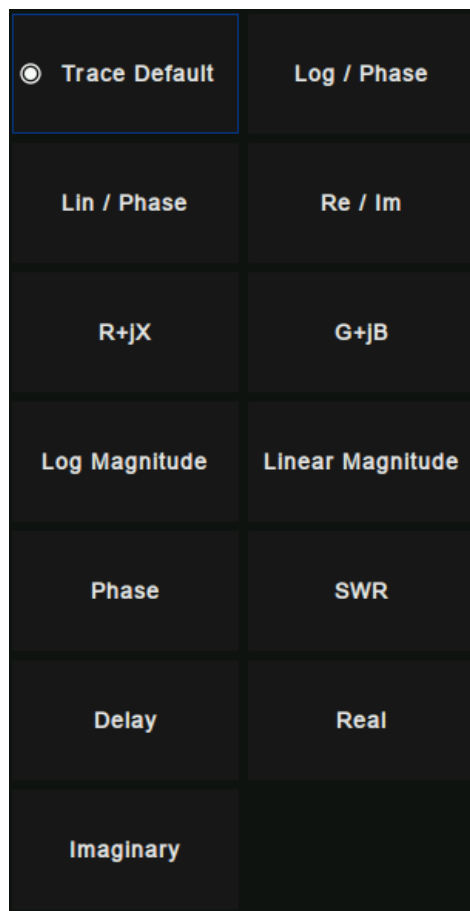
Нажмите кнопку **Marker** на передней панели прибора, в открывшемся меню нажмите **Marker Setup** для доступа к следующим настройкам маркера:

- 1. Difference (delta) display:** Режим отображения дельта значений по умолчанию выключен, что бы его включить необходимо, нажать **Delta** для включения дельта измерений, в этом случае будут отображаться значения измерений разницы между обычным маркером и опорным маркером, а значение маркера будет помечено знаком "**Δ**". Если опорный маркер не был добавлен к графику, эталонный маркер будет автоматически установлен на графике. Чтобы отобразить абсолютное значение маркера, снова нажмите **Delta**, чтобы отключить дельта измерения.
- 2. Value discretization:** Режим дискретизации значений по умолчанию выключен. Из-за ограниченного количества точек выборки, заданных для формирования измерительного графика, данные других точек, кроме точек выборки, основаны на интерполяционном значении данных точки выборки, которое приблизительно соответствует фактическим данным, а не реальным измеренным данным. При включении дискретизации значение маркера может быть взято только в точке выборки, что гарантирует получение реально измеренных данных, а не из интерполированных данных. Чтобы включить режим дискретизации значения, нажмите **Discrete**, в это время данные маркера выбираются только из точек выборки, когда значение координаты маркера не находится в точке выборки, маркер автоматически перемещается к ближайшей точке выборки. Чтобы отключить дискретизацию значений повторно нажмите **Discrete**.
- 3. Fixed marker:** Режим фиксированного маркера по умолчанию выключен. Фиксированные маркеры имеют фиксированное положение по значению возбуждения (координата по оси X), а значение отклика

(координата по оси Y) будет меняться в соответствии с обновлением данных графика. Чтобы сохранить фиксированное значение маркера без изменений, нажмите **Type**, чтобы выбрать параметр **Fixed**, после чего значение маркера сохранит текущее значение без изменений, и маркер не будет перемещаться вверх или вниз при обновлении графика. Чтобы восстановить обновление маркера в реальном времени, снова нажмите **Type**, чтобы выбрать параметр **Normal**.

4. **Data format:** Вновь созданный маркер по умолчанию использует формат данных текущего графика. Чтобы изменить формат данных маркера, нажмите **Format** и выберите соответствующий формат данных во всплывающем меню. Доступны следующие форматы данных:

- **Trace Default**
- **Log/Phase**
- **Lin/Phase**
- **Re/Im**
- **R+jx**
- **G+jB**
- **Log Magnitude**
- **Lin Magnitude**
- **Phase**
- **SWR**
- **Delay**
- **Real**
- **Imaginary**



**Рис. 9-1 Выбор формата данных графика**

5. **Marker coupling:** Для вновь созданного маркера режим связи маркеров выключен. В обычном режиме работы с маркерными измерениями маркер установленный только на одном графике не влияет на маркеры, установленные на других графиках. Если необходимо совместно использовать маркеры на разных графиках, для совместных настроек, в этом случае рекомендуется использовать режим связи маркеров (**Marker coupling**). Нажмите **Coupled** и выберите

диапазон связи маркера во всплывающем меню. Когда режим связи маркеров включен, маркеры с одинаковым номером и осью X (например, частота или время) на всех графиках в диапазоне сопряжения имеют общие настройки, и по умолчанию будут использоваться настройки маркера на текущем графике. Если текущий маркер не находится в диапазоне сопряжения, используется маркер с тем же номером на графике с наименьшим номером графика.

**Примечание:** когда включен режим связи маркеров, маркер на графике в пределах диапазона сопряжения автоматически перемещается в ту же координату по оси X.

6. **Marker table:** Для вновь созданного маркера таблица маркерных измерений выключена. Если необходимо отобразить все данные маркера в виде таблицы, можно использовать функцию таблицы маркеров. Нажмите **Marker Table**, чтобы включить отображение таблицы маркеров, в левом нижнем углу экрана появится таблица, в которой будут отображаться все значения маркеров. Повторное нажатие **Marker Table** закрывает таблицу маркеров.

#### Функции маркера:

Нажмите кнопку **Marker** на передней панели прибора, используйте текущий маркер для установки возбуждения в подменю **Marker Function**. Используйте текущий выбранный маркер для достижения следующих функций:

- **Marker** → **Start:** задает настройку начальной точки развертки (координаты X) равной значению активного маркера.
- **Marker** → **Stop:** задает настройку конечной точки развертки (координаты X) равной значению активного маркера.
- **Marker** → **Center:** задает настройку центральной точки развертки (координаты X) равной значению активного маркера.
- **Marker** → **Span:** устанавливает размах развертки (координаты X) равным значению, которое определяется дельта-маркером и соответствующим опорным маркером. В отсутствие дельта-маркеров данная функция недоступна.
- **Marker** → **Ref Level:** задает опорный уровень экрана (координаты Y) равным значению активного маркера.
- **Marker** → **Delay:** наклон фазовой характеристики стимула в положении активного маркера используется для корректировки длины линии до входа приемника. Это позволяет эффективно спрямить график фазовой характеристики в окрестностях активного маркера. Для устройств без постоянного группового времени запаздывания в измеренном диапазоне частот требуются дополнительные регулировки электрической задержки. Эта функция может использоваться для измерения электрической длины или отклонения от линейной фазовой характеристики.
- **Marker** → **CW Freq:** устанавливает частоту непрерывных колебаний равной частоте активного маркера. Данная функция НЕДОСТУПНА, если канал находится в режиме развертки с непрерывной волной или развертки мощности. Используйте данную функцию для того, чтобы сначала установить частоту непрерывной волны на значение, для которого известно, что оно находится в текущем откалиброванном диапазоне, и ЗАТЕМ изменить тип развертки на развертку мощности или развертку с непрерывной волной.

#### Функция поиска по маркеру:

Маркер можно использовать для поиска максимального значения, минимального значения, пикового значения и целевого значения графика в указанной области поиска. Он также может искать многопиковое значение, многоцелевое значение, фильтрацию полосы пропускания.

##### 1. **Search domain (область поиска):**

Область поиска представляет собой диапазон частот, включенный в функцию поиска маркера. Каждый маркер имеет независимую область поиска, и по умолчанию используется полный диапазон, который совпадает с текущим диапазоном развертки.

Диапазон перемещения маркера по координате X ограничен областью его поиска. Пользователь может настроить до 16 пользовательских областей поиска. Области поиска независимы друг от друга и могут перекрываться. Поле поиска может быть установлено для каждого маркера, и несколько маркеров могут совместно использовать один диапазон поиска.

Чтобы задать область поиска необходимо нажать кнопку **Search** на передней панели прибора, нажать **Domain** в подменю **Search** и выбрать **Add** во всплывающем меню. Затем снова нажать **Domain** и во всплывающем меню выбрать вновь созданный пользовательский диапазон поиска, ввести начальное (**Start**) и конечное значение (**Stop**) диапазона. Если область поиска текущего маркера не заполнена, на оси X появится индикатор «**Δ**», обозначающий область поиска текущего маркера. Чтобы удалить определяемую пользователем область поиска, нажмите **Domain**, выберите во всплывающем меню область поиска, которую необходимо удалить, затем еще раз нажмите **Domain**, а затем нажмите **Delete** во всплывающем меню. Если пользовательская область поиска маркера удалена, то значение области поиска сбрасывается на полный диапазон.

## 2. **Max and min search (поиск макс и мин):**

Нажмите кнопку **Search** на передней панели прибора и нажмите **Max Search** в подменю **Search**, чтобы переместить текущий маркер на максимальное значение отклика в области поиска. Нажмите **Min Search**, чтобы переместить текущий маркер на минимальное значение отклика в области поиска.

## 3. **Peak search (поиск пиков):**

Нажмите кнопку **Search** на передней панели прибора для поиска пика в подменю **Peak**. Перед поиском пикового значения необходимо сначала определить искомое эффективное пиковое значение. Достоверность значения пика определяется областью поиска, полярностью пика, порогом и отклонением:

**Peak polarity:** По полярности пики делятся на две категории: положительные и отрицательные. Положительное пиковое значение относится к ситуациям, когда измеренное значение больше измеренного значения на обоих концах диапазона, а отрицательное пиковое значение относится к пиковому значению, при котором измеренное значение меньше измеренного значения на обоих концах диапазона. Нажмите **Peak Polarity** в подменю **Peak**, чтобы выбрать полярность пика. Параметр **Both** означает, что как положительные, так и отрицательные пики считаются допустимыми для поиска.

**Threshold:** Для положительного пика действительным считается только тот пик, измеренное значение которого превышает пороговое значение; для отрицательного пика действительным считается только пик, измеренное значение которого меньше порогового значения; когда полярность пика установлена на значение **Both**, порог не используется в качестве основы для оценки достоверности пика. Чтобы установить порог, нажмите **Threshold** в подменю **Peak** и введите требуемое значение.

**Deviation:** Значение отклонения пикового значения относится к меньшей разнице между измеренным значением пикового значения и измеренным значением соседнего пика с противоположной полярностью. Только пиковое значение с отклонением больше номинального значения считается действительным. Чтобы установить значение отклонения, нажмите **Excursion** в подменю **Peak** и введите требуемое значение.

После определения эффективного диапазона пиков и области поиска можно начинать поиск пиков. Доступно несколько режимов поиска пиков:

- Нажмите **Peak Search** в подменю **Peak**, пик с наибольшим измеренным значением среди эффективных положительных пиков или пик с наименьшим измеренным значением среди эффективных отрицательных пиков будет включен в поиск в соответствии с настройкой полярности пика. Если для текущей полярности пика установлено значение **Both**, ищется пик с наибольшим измеренным значением среди эффективных положительных пиков.
- Нажмите **Peak Right** → **Search** в подменю **Peak** для поиска ближайшего эффективного пика от текущей позиции маркера вправо.
- Нажмите **Peak Left** ← **Search** в подменю **Peak** для поиска ближайшего эффективного пика от текущей позиции маркера влево.

- Нажмите **Next Peak Search** в подменю **Peak** для поиска эффективного положительного пикового значения, следующего ниже текущего значения измерения маркера, или эффективного отрицательного пикового значения, следующего выше текущего значения измерения маркера в соответствии с настройкой полярности пика. Если для текущей полярности пика установлено значение **Both**, выполняется поиск следующего эффективного пика по сравнению с текущим значением измерения.

#### 4. Target search (поиск целевой точки):

Нажмите кнопку **Search** на передней панели прибора для поиска целевой точки в подменю **Target**. Перед поиском цели установите целевое значение и тип перехода:

**Target value:** Целевое значение относится к значению отклика для поиска (координата Y). Если значение отклика точки на графике равно целевому значению, то эта точка является целевой точкой для поиска. Чтобы установить целевое значение, нажмите **Target Value** в подменю **Target**, чтобы ввести требуемое значение.

**Transition type:** Целевые точки делятся на два типа: положительные и отрицательные. Положительный тип преобразования означает, что измеренное значение с правой стороны целевой точки больше, чем значение с левой стороны, а отрицательный тип преобразования цели означает, что измеренное значение с правой стороны целевой точки меньше этого значения с левой стороны. Нажмите команду **Transition** в подменю **Target**, чтобы выбрать тип преобразования для поиска. Параметр **Both** означает, что как положительные, так и отрицательные типы целевых конверсий считаются допустимыми целями.

После определения целевого значения, типа перехода и области поиска можно начать поиск целевого объекта. Векторный анализатор цепей имеет следующие режимы поиска цели:

- Нажмите **Target Search** в подменю **Target** для поиска ближайшей эффективной цели от текущей позиции маркера вправо. Если эффективная цель не может быть найдена справа, ищите справа от начальной точки области поиска.
- Нажмите **Target Right** → **Search** в подменю **Target** для поиска ближайшей действительной цели от текущей позиции маркера вправо.
- Нажмите **Target Left** ← **Search** в подменю **Target** для поиска ближайшей действительной цели от текущей позиции маркера вправо.

#### 5. Multi-peak search (поиск нескольких пиков):

Нажмите кнопку **Search** на передней панели прибора для поиска нескольких пиков в подменю **Multi Peak & Target**. Перед поиском нескольких пиков необходимо установить порог, отклонение и полярность пика в подменю **Peak Threshold**, **Peak Excursion** и **Peak Polarity**, для определения достоверности пика. После установки вышеуказанных параметров выберите поиск нескольких пиков, чтобы найти все эффективные пики от начальной точки области поиска вправо, и отметьте пики маркером. Поскольку на одном графике может быть только 9 общих маркеров, при наличии большого количества эффективных пиков можно найти только первые 9 эффективных пиков.

#### 6. Multi-target search (поиск нескольких целевых точек):

Нажмите кнопку **Search** на передней панели прибора для поиска нескольких целей в подменю **Multi Peak & Target**. Перед многоцелевым поиском вам необходимо установить целевое значение и тип преобразования в подменю **Target Value** и **Transition**, чтобы определить действительную цель. После установки указанных выше параметров **Multi-Target Search**, чтобы выполнить поиск всех допустимых целей от начальной точки области поиска вправо, и отметьте искомые цели маркером. Поскольку на одном графике может быть только 9 общих маркеров, можно найти только первые 9 действительных целей, когда существует много действительных целей.

#### 7. Tracking search (отслеживание):

При использовании вышеуказанной функции поиска положение маркера основывается только на текущем результате сканирования и не будет динамически обновляться при обновлении графика после поиска. Режим отслеживания можно использовать для обновления результатов поиска данными трассировки. Нажмите кнопку **Search** на передней панели, нажмите **Tracking** и выберите тип поиска во

всплывающем меню; поиск в режиме слежения использует настройки параметров поиска в указанном выше поиске.

8. **Bandwidth search (поиск полосы пропускания сигнала):**

Нажмите кнопку **Search** на передней панели прибора для поиска полосы пропускания в подменю **Bandwidth**. Нажмите **BW Search Enable** и выберите параметр **On** для поиска полосы пропускания. После завершения поиска полосы пропускания будет использоваться небольшой треугольник для обозначения частоты среза графика, а ширина полосы, центральная частота, частота среза, добротность и вносимые потери будут отображаться в правом верхнем углу окна. Чтобы отключить поиск полосы пропускания, снова нажмите **BW Search Enable** и выберите параметр **Off**. Вы можете указать, следует ли подавать сигнал тревоги при сбое поиска полосы пропускания, нажав **Sound On Fail**.

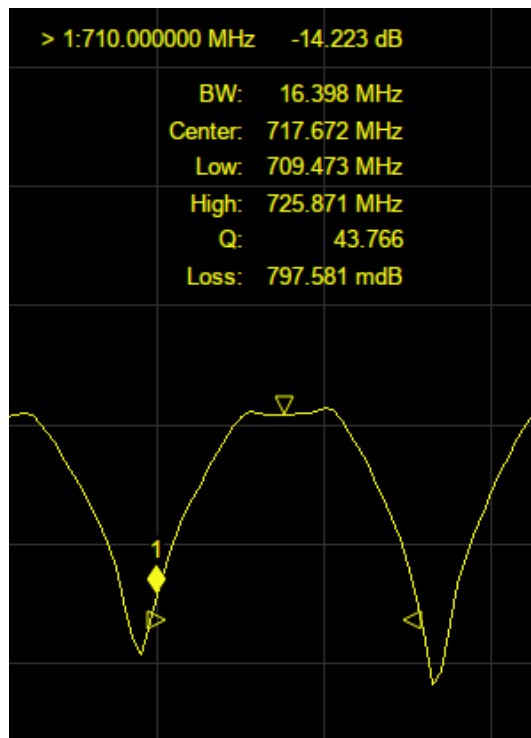


Рис. 9-2 Пример поиска полосы пропускания

9. **Notch search (поиск полосы режекции сигнала):**

Нажмите кнопку **Search** на передней панели прибора для поиска режекции сигнала в подменю **Notch**. Нажмите **Notch Search Enable** и выберите параметр **On**, чтобы выполнить поиск режекции сигнала. После завершения поиска остановки диапазона маленький треугольник будет использоваться для обозначения частоты среза графика, а полоса пропускания, центральная частота, частота среза, коэффициент качества и вносимые потери будут отображаться в правом верхнем углу окна. Чтобы отключить поиск режекции сигнала, снова нажмите **Notch Search Enable** и выберите параметр **Off**. Вы можете установить, будет ли подавать сигнал тревоги, при сбое поиска режекции сигнала, нажав **Sound On Fail**.

## 9.2 МАТЕМАТИЧЕСКИЕ ОПЕРАЦИИ

Векторный анализатор цепей поддерживает сохранение данных текущего измерительного графика в память. С сохраненными данными можно выполнять четыре вида математических операций. Кроме того, на основе сохраненных данных может вычисляться и отображаться статистическая информация (среднее значение, стандартное отклонение и пик-пик). Так же, с помощью встроенного редактора формул вы можете использовать несколько типов графиков из одного и того же или разных каналов для создания пользовательских формул. Когда необходимо выполнить математическую операцию с данными графика из памяти, текущие данные необходимо сначала необходимо сохранить в памяти. Нажмите **Data→Memory**, для выполнения сохранения. В строке меню **Display** можно выбрать три режима отображения: отображать только кривую данных, отображать кривую памяти и одновременно отображать кривую данных и кривую памяти. Ниже приведены четыре математических операции с текущими данными и данными из памяти, в которых значения текущих данных и данных из памяти являются линейными:

- **Data/Memory**: Деление измеренных данных текущего графика на данные сохраненные в памяти прибора. Эту функцию можно использовать для расчета отношения двух графиков (например, для расчета усиления или затухания), что также можно рассматривать как операцию нормализации тестовых данных.
- **Data\*Memory**: Умножение измеренных данных текущего графика на данные сохраненные в памяти прибора.
- **Data+Memory**: Сложение измеренных данных текущего графика с данными сохраненными в памяти прибора.
- **Data-Memory**: Вычитание из измеренных данных текущего графика данных сохраненных в памяти прибора. Например, вы можете использовать эту функцию для сохранения измеренных данных. Затем ошибка вычитается из измерения тестового устройства.

## 9.3 ПРЕОБРАЗОВАНИЕ

Векторный анализатор цепей поддерживает функцию преобразования (конвертации) параметров, которая может преобразовывать S-параметр текущего измерительного графика в требуемый параметр. Векторный анализатор цепей поддерживает следующие 8 типов преобразования:

- **Z-Reflect**: полное сопротивление при измерении отражения  $Z_r$ .

$$Z_r = Z_{0a} \times \frac{1 + S_{aa}}{1 - S_{aa}}$$

- **Z-Transmit**: полное сопротивление при измерении передачи  $Z_t$ .

$$Z_t = \frac{2 \times \sqrt{Z_{0a} \times Z_{0b}}}{S_{ab}} - (Z_{0a} + Z_{0b})$$

- **Z-Trans-Shunt**: Полное сопротивление при параллельной передаче  $Z_t$ .

$$Z_t = \frac{1}{Y_t}$$

- **Y-Reflect**: коэффициент проводимости для измерения отражения  $Y_r$ .

$$Y_t = \frac{1}{Z_t}$$

- **Y-Transmit**: допуск при измерении передачи  $Y_t$ .

$$Y_t = \frac{1}{Z_t}$$

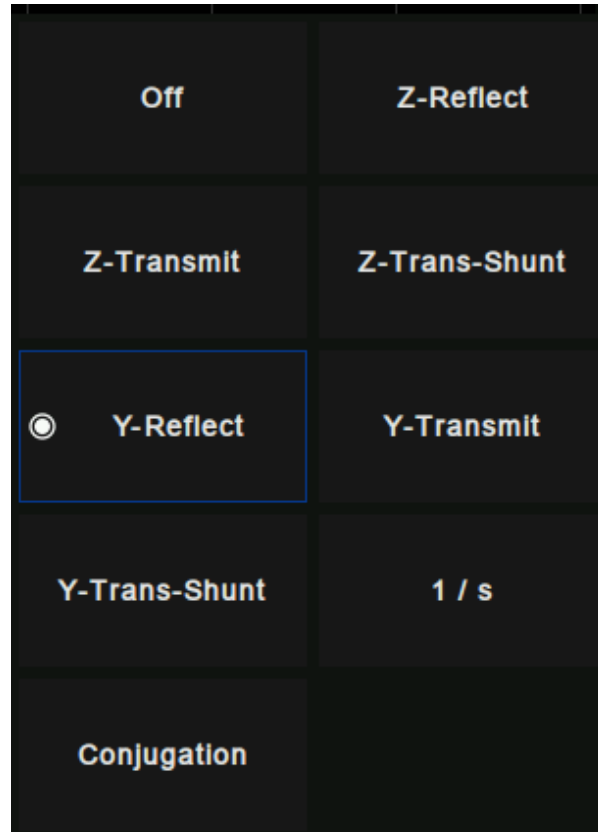
- **Y-Trans-Shunt**: допуск при параллельной передаче  $Y_t$ .

$$Y_{01} = \frac{1}{Z_{01}}$$

$$Y_{02} = \frac{1}{Z_{02}}$$

$$Y_t = \frac{2 \times \sqrt{Y_{01} \times Y_{02}}}{S_{ab}} - (Y_{01} + Y_{02})$$

- 1/S: обратная величина S-параметра.
- Сопряжение: преобразование измеренного значения в комплексно-сопряженное число.



**Рис. 9-3 Выбор типа преобразования**

Когда и функция измерения имитации тестового приспособления, и функция импеданса порта находятся в состоянии «оп/вкл», система будет использовать значение, установленное при преобразовании импеданса порта. В других случаях будет использоваться система  $Z_0$  (предустановленное значение: 50 Ом). Порядок действий для выбора типа преобразования следующий:

1. Нажмите **Math** → **Analysis** → **Conversion** для переходы в интерфейс выбора типа преобразования.
2. Выберите соответствующий тип преобразования.

## 9.4 РЕДАКТОР ФОРМУЛ

Редактор позволяет вводить алгебраические формулы стандартных математических операторов и функций, а так же ссылки на данные, доступные в векторном анализаторе цепей. После ввода и включения допустимой формулы рабочая кривая будет отображаться как результат заданной формулы и будет обновляться в режиме реального времени.

Например, введите выражение  $S_{21} / (1 - S_{11})$ . Результирующий график рассчитывается как значение каждой точки данных  $S_{21}$ , деленное на единицу, минус соответствующее значение точки данных  $S_{11}$ . При настройке развертки по 201-й точке вычисления повторяются 201 раз, по одному разу для каждой точки.

В качестве другого примера допустим, что нам требуется, чтобы анализатор выполнил измерение направленности 3-портового испытуемого устройства. Хотя этот вид измерений не заложен в систему, он может быть реализован с помощью редактора формул. Требуемый результат является суммой и разностью графиков, преобразованных в формат амплитуды в логарифмических координатах, и может быть описан следующим выражением:  $S_{12} + S_{23} - S_{13}$ . Поскольку редактор формул работает с линейными комплексными данными, фактическая требуемая формула — это  $S_{12} * S_{23} / S_{13}$ .

Наконец, формат вертикальной оси установлен на логарифмическую амплитуду для отображения. Порядок действий для создания или редактирования формул:

1. Нажать **Math** → **Analysis** → **Equation Editor** для доступа к интерфейсу редактора формул.

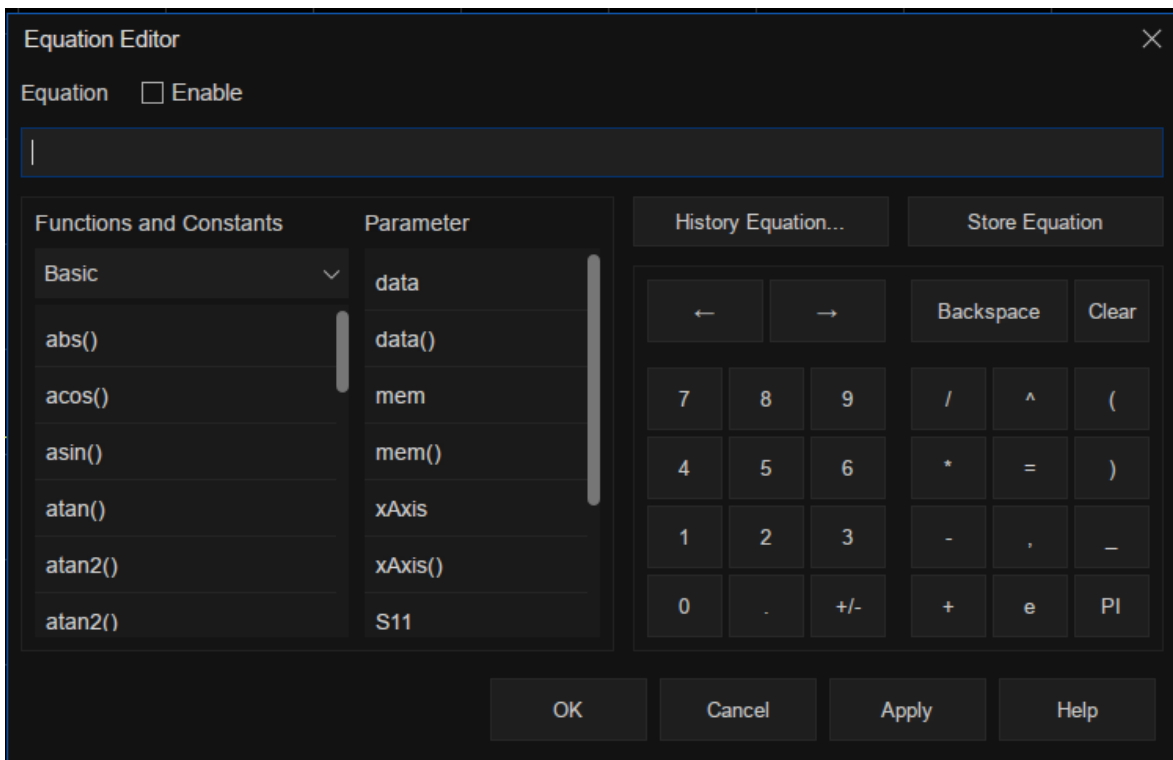


Рис. 9-4 Интерфейс редактора формул

2. В поле редактирования формулы введите функции, операторы и данные для формирования формулы.
3. После настройки формулы нажмите «**OK**», чтобы выйти из интерфейса редактирования формулы, и нажмите **Equation** на **On**, чтобы изменения вступили в силу.

### Описание интерфейса редактора формул:

- **Enable:** Установите флажок, чтобы включить текущую введенную формулу, и снимите флажок, чтобы отключить текущую редактируемую формулу. Если используемые данные графика получены из других каналов, а не из данных графика формулы, эти каналы должны иметь одинаковое количество точек данных, чтобы быть действительными каналами.
- **Functions and Constants:** В данном разделе хранятся некоторые часто используемые функции и константы, а также другие функции, установленные системой.
- **Parameter:** Выберите элементы, которые необходимо измерить, только из рабочего канала.

- **History Equation:** Используется для сохранения ранее сохраненных формул.
- **Store Equation:** Сохранение текущей введенной формулы для облегчения последующего использования.
- **←:** Перемещение курсора влево, без удаления символа.
- **→:** Перемещение курсора вправо, без удаления символа.
- **Backspace:** Перемещение курсора влево и удаление символа.
- **Clear:** Удаление всей введенной формулы.
- **Numbers, operators, and constants:** Числа, общие операторы и константы.

### Описание функций и констант в редакторе формул:

Общие функции	Описание
Abs(complex a)	Возвращает $\sqrt{a.re*a.re+a.im*a.im}$
Acos(scalar a)	Возвращает арккосинус <b>a</b> в радианах
Asin(scalar a)	Возвращает арксинус <b>a</b> в радианах
Atan(scalar a)	Возвращает арктангенс <b>a</b> в радианах
atan2	Возвращает фазу комплексного числа <b>a</b> = (re,im) в радианах и имеет следующие два набора аргументов: <ul style="list-style-type: none"> <li>• atan2(complex a) — возвращает фазу в радианах</li> <li>• atan2(scalar a, scalar b)</li> </ul>
Conj(complex a)	Берет <b>a</b> и возвращает комплексно сопряженный элемент
Cos(complex a)	Берет <b>a</b> в радианах и возвращает косинус
Cpx(scalar a, scalar b)	Возвращает комплексное значение ( <b>a+ib</b> ) по двум скалярным значениям
Exp(complex a)	Возвращает число <b>e</b> , возведенное в степень, заданную числом <b>a</b>
Im(complex a)	Возвращает мнимую часть <b>a</b> в виде скалярной части результата (обнуляет мнимую часть)
Ln(complex a)	Возвращает натуральный логарифм <b>a</b>
log10(complex a)	Возвращает десятичный логарифм <b>a</b>
Mag(complex a)	Возвращает $\sqrt{a.re*a.re+a.im*a.im}$
Phase(complex a)	Возвращает atan2( <b>a</b> ) в градусах
Pow(complex a, complex b)	Возвращает <b>a</b> в степени <b>b</b>
Re(complex a)	Возвращает скалярную часть <b>a</b> (обнуляет мнимую часть)
Sin(complex a)	Берет <b>a</b> в радианах и возвращает синус
Sqrt(complex a)	Возвращает квадратный корень из <b>a</b> с фазовым углом в полуоткрытом интервале (-pi/2, pi/2)
Tan(complex a)	Берет <b>a</b> в радианах и возвращает тангенс

Константы	Описание
<b>e</b>	2.71828182845904523536
<b>PI</b>	3.14159265358979323846

Расширенные функции	Описание
A(complex a, complex b, complex c, complex d)	F11 преобразование = $((1+a)*(1-d) + b*c)/(2*b)$
A(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>A</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
B(complex a, complex b, complex c, complex d)	F12 преобразование = $Z0*((1+a)*(1+d) - b*c)/(2*b)$
B(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>B</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
C(complex a, complex b, complex c, complex d)	F21 преобразование = $(1/Z0)*((1-a)*(1-d) - b*c)/(2*b)$
C(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>C</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
D(complex a, complex b, complex c, complex d)	F22 conversion = $((1-a)*(1+d) + b*c)/(2*b)$
D(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>D</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
H11(complex a, complex b, complex c, complex d)	H11 преобразование = $Z0*((1+a)*(1+d) - b*c)/((1-a)*(1+d) + b*c)$

H11(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>H11</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
H12(complex a, complex b, complex c, complex d)	H12 преобразование = $2*c/((1-a)*(1+d) + b*c)$
H12(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>H12</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
H21(complex a, complex b, complex c, complex d)	H21 преобразование = $-2*b/((1-a)*(1+d) + b*c)$
H21(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>H21</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
H22(complex a, complex b, complex c, complex d)	H22 преобразование = $(1/Z0)*((1-a)*(1-d) - b*c)/((1-a)*(1+d) + b*c)$
H22(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>H22</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
Kfac(complex a, complex b, complex c, complex d)	k-factor = $(1 - \text{abs}(a)^2 - \text{abs}(d)^2 + (\text{abs}(a*d - b*c)^2)/(2*\text{abs}(b*c)))$
Kfac(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>kfac</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
MAPG(complex a, complex b, complex c, complex d)	максимально доступный коэффициент усиления мощности = $\text{abs}(b/c)*(kfac(a,b,c,d) - \text{sqrt}(kfac(a,b,c,d)^2 - 1))$
MAPG(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>MAPG</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
MSG(complex a, complex b, complex c, complex d)	максимальный стабильный прирост мощности = $\text{abs}(b)/\text{abs}(c)$
MSG(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>MSG</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
mu1(complex a, complex b, complex c, complex d)	$\mu$ -фактор = $(1 - \text{abs}(a)^2) / (\text{abs}(d - \text{conj}(a) * (a*d - b*c)) + \text{abs}(b*c))$
mu1(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>mu1</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
mu2(complex a, complex b, complex c, complex d)	$\mu$ -фактор = $(1 - \text{abs}(d)^2) / (\text{abs}(a - \text{conj}(d) * (a*d - b*c)) + \text{abs}(b*c))$
mu2(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>mu2</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
T11(complex a, complex b, complex c, complex d)	T11 conversion = $-(a*d - b*c)/b$
T11(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>T11</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
T12(complex a, complex b, complex c, complex d)	T12 преобразование = $a/b$
T12(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>T12</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
T21(complex a, complex b, complex c, complex d)	T21 преобразование = $-d/b$
T21(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>T21</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
T22(complex a, complex b, complex c, complex d)	T22 преобразование = $1/b$
T22(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>T22</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
Y11(complex a, complex b, complex c, complex d)	Y11 преобразование = $(1/Z0)*((1-a)*(1+d) + b*c)/((1+a)*(1+d) - b*c)$
Y11(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>Y11</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
Y12(complex a, complex b, complex c, complex d)	Y12 преобразование = $(1/Z0)*(-2*c)/((1+a)*(1+d) - b*c)$
Y12(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>Y12</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
Y21(complex a, complex b, complex c, complex d)	Y21 преобразование = $(1/Z0)*(-2*b)/((1+a)*(1+d) - b*c)$
Y21(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>Y21</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
Y22(complex a, complex b, complex c, complex d)	Y22 преобразование = $(1/Z0)*((1+a)*(1-d) + b*c)/((1+a)*(1+d) - b*c)$
Y22(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>Y22</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
Z11(complex a, complex b, complex c, complex d)	Z11 преобразование = $Z0*((1+a)*(1-d) + b*c)/((1-a)*(1-d) - b*c)$
Z11(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>Z11</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
Z12(complex a, complex b, complex c, complex d)	Z12 преобразование = $Z0*(2*c)/((1-a)*(1-d) - b*c)$
Z12(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>Z12</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
Z21(complex a, complex b, complex c, complex d)	Z21 преобразование = $Z0*(2*b)/((1-a)*(1-d) - b*c)$
Z21(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>Z21</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)
Z22(complex a, complex b, complex c, complex d)	Z22 преобразование = $Z0*((1-a)*(1+d) + b*c)/((1-a)*(1-d) - b*c)$
Z22(scalar i, scalar j)	Возвращает <b>Z22</b> (Sii, Sji, Sij, Sjj)

### Данные параметров канала

### Описание

data	Текущие данные
data(scalar i)	Текущие данные измерительного графика i

mem	(номер графика)
mem(scalar i)	Данные из памяти Данные измерительного графика i из памяти (номер графика)
xAxis	Данные по оси-X
xAxis(scalar i)	Данные по оси-X измерительного графика i (номер графика)
S11 -S44	Данные S-параметров

**Общие параметр H, параметр Y, параметр Z, параметр F и параметра T (2-портовая сеть):**

- 1) Параметр смешивания (H)

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = (H) \begin{pmatrix} I_1 \\ V_2 \end{pmatrix} \quad (H) = \begin{pmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{pmatrix}$$

- 2) Параметр допуска (Y)

$$\begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = (Y) \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} \quad (Y) = \begin{pmatrix} Y_{11} & Y_{12} \\ Y_{21} & Y_{22} \end{pmatrix}$$

- 3) Параметр полного сопротивления (Z)

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \end{pmatrix} = (Z) \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \end{pmatrix} \quad (Z) = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} \\ Z_{21} & Z_{22} \end{pmatrix}$$

- 4) Базовый параметр (F)

$$\begin{pmatrix} V_1 \\ I_2 \end{pmatrix} = (F) \begin{pmatrix} V_2 \\ -I_2 \end{pmatrix} \quad (F) = \begin{pmatrix} A & B \\ C & D \end{pmatrix}$$

$$a_1 = \frac{V_1 + I_1 Z_0}{2 \cdot \sqrt{Z_0}} \quad a_2 = \frac{V_2 + I_2 Z_0}{2 \cdot \sqrt{Z_0}}$$

$$b_1 = \frac{V_1 - I_1 Z_0}{2 \cdot \sqrt{Z_0}} \quad b_2 = \frac{V_2 - I_2 Z_0}{2 \cdot \sqrt{Z_0}}$$

- 5) Параметр передачи рассеяния (T)

$$\begin{pmatrix} a_1 \\ b_1 \end{pmatrix} = (T) \begin{pmatrix} b_2 \\ a_2 \end{pmatrix} \quad (T) = \begin{pmatrix} T_{11} & T_{12} \\ T_{21} & T_{22} \end{pmatrix}$$

**Преобразование S параметра в параметр H, параметр Y, параметр Z, параметр F и параметр T (2-портовая сеть):**

1) Преобразование S параметра в параметр H

$$H_{11} = Z_0 \cdot \frac{(1 + S_{11})(1 + S_{22}) - S_{12}S_{21}}{(1 - S_{11})(1 + S_{22}) + S_{12}S_{21}}$$

$$H_{12} = \frac{2 \cdot S_{12}}{(1 - S_{11})(1 + S_{22}) + S_{12}S_{21}}$$

$$H_{21} = \frac{-2 \cdot S_{21}}{(1 - S_{11})(1 + S_{22}) + S_{12}S_{21}}$$

$$H_{22} = \frac{1}{Z_0} \cdot \frac{(1 - S_{11})(1 - S_{22}) - S_{12}S_{21}}{(1 - S_{11})(1 + S_{22}) + S_{12}S_{21}}$$

2) Преобразование S параметра в параметр Y

$$Y_{11} = \frac{1}{Z_0} \cdot \frac{(1 - S_{11})(1 + S_{22}) + S_{12}S_{21}}{(1 + S_{11})(1 + S_{22}) - S_{12}S_{21}}$$

$$Y_{12} = \frac{1}{Z_0} \cdot \frac{-2 \cdot S_{12}}{(1 + S_{11})(1 + S_{22}) - S_{12}S_{21}}$$

$$Y_{21} = \frac{1}{Z_0} \cdot \frac{-2 \cdot S_{21}}{(1 + S_{11})(1 + S_{22}) - S_{12}S_{21}}$$

$$Y_{22} = \frac{1}{Z_0} \cdot \frac{(1 + S_{11})(1 - S_{22}) + S_{12}S_{21}}{(1 + S_{11})(1 + S_{22}) - S_{12}S_{21}}$$

3) Преобразование S параметра в параметр Z

$$Z_{11} = Z_0 \cdot \frac{(1 + S_{11})(1 - S_{22}) + S_{12}S_{21}}{(1 - S_{11})(1 - S_{22}) - S_{12}S_{21}}$$

$$Z_{12} = Z_0 \cdot \frac{2 \cdot S_{12}}{(1 - S_{11})(1 - S_{22}) - S_{12}S_{21}}$$

$$Z_{21} = Z_0 \cdot \frac{2 \cdot S_{21}}{(1 - S_{11})(1 - S_{22}) - S_{12}S_{21}}$$

$$Z_{22} = Z_0 \cdot \frac{(1 - S_{11})(1 + S_{22}) + S_{12}S_{21}}{(1 - S_{11})(1 - S_{22}) - S_{12}S_{21}}$$

4) Преобразование S параметра в базовый параметр

$$A = \frac{(1 + S_{11})(1 - S_{22}) + S_{12}S_{21}}{2 \cdot S_{21}}$$

$$B = Z_0 \cdot \frac{(1 + S_{11})(1 + S_{22}) - S_{12}S_{21}}{2 \cdot S_{21}}$$

$$C = \frac{1}{Z_0} \cdot \frac{(1 - S_{11})(1 - S_{22}) - S_{12}S_{21}}{2 \cdot S_{21}}$$

$$D = \frac{(1 - S_{11})(1 + S_{22}) + S_{12}S_{21}}{2 \cdot S_{21}}$$

5) Преобразование S параметра в параметр T

$$T_{11} = \frac{-D_s}{S_{21}}$$

$$T_{12} = \frac{S_{11}}{S_{21}}$$

$$T_{21} = \frac{-S_{22}}{S_{21}}$$

$$T_{22} = \frac{1}{S_{21}}$$

$$D_s = S_{11}S_{22} - S_{12}S_{21}$$

**Описание операторов редактора формул:**

Оператор	Описание
+	сложение
-	вычитание
*	умножение
/	деление
^	мощность
(	открывающая скобка
[	закрывающая скобка
,	запятая, разделитель параметров
=	равно
E	экспонента

**Примечание: приоритет оператора:**

1. ^
2. \*, /
3. +, -

## 9.5 СТАТИСТИКА

Нажмите **Math** → **Analysis** → **Statistics**, установите статус «**On/Вкл**», чтобы открыть функцию статистики. В правом верхнем углу интерфейса будет отображаться среднее значение, стандартное отклонение и размах текущей рабочей кривой.

Peak to Peak	112.98 dB
Mean:	-43.32 dB
Std. Dev.:	35.7 dB

Рис. 9-5 Интерфейс статистических данных

## 9.6 ДОПУСКОВОЙ КОНТРОЛЬ

Limit Line/Допусковый контроль — это тестовая форма, которая может визуализировать тестовые данные и результаты. Тест предельных значений сравнивает измеренные данные с заданным пределом и предоставляет квалифицированную или неквалифицированную информацию для каждой точки измеренных данных. Допусковый контроль не подходит для форматов отображения диаграммы Смита и полярных координат, для данных типов отображений допусковый контроль автоматически отключается.

### Настройка таблицы предельных линий

Нажмите **Math** → **Analysis** → **Limit**, отобразится всплывающее диалоговое окно показанное на рисунке ниже. В этом интерфейсе можно установить Limit test/тест предела, sound type/тип звуковой сигнализации, limit table/таблицу пределов, global pass/fail/расширенный допусковый контроль.

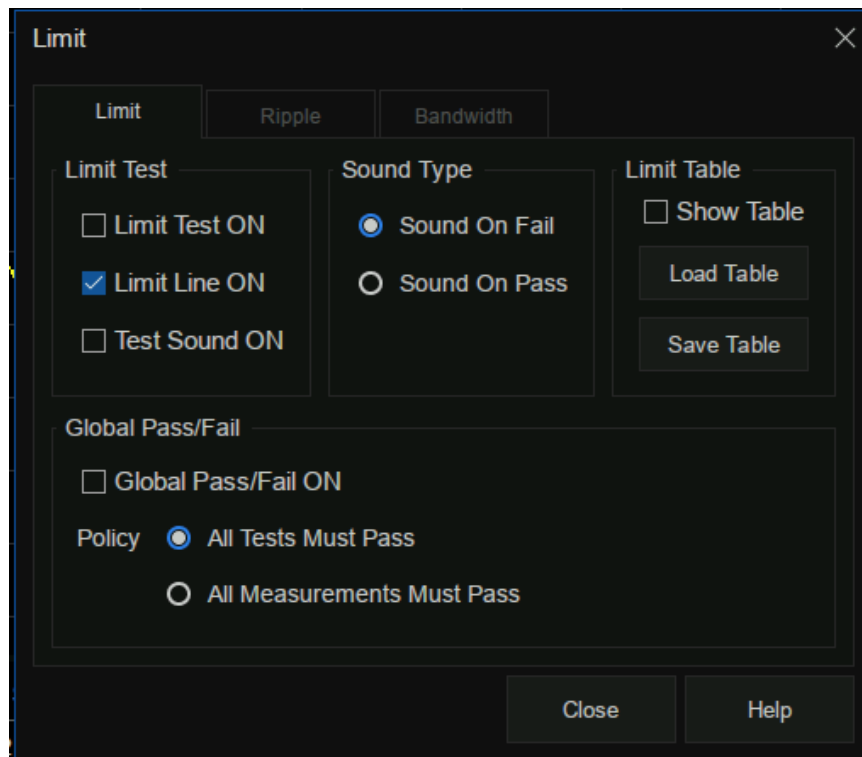


Рис. 9-6 Интерфейс допускового контроля

### Limit test:

- **Limit test on:** Установите этот флажок, чтобы сравнить данные с пределом и отобразить результат оценки «Годен» или «Не Годен».
- **Limit line on:** Установите этот флажок, чтобы отобразить линию предела на экране.
- **Sound on fail:** Установите этот флажок для воспроизведение звукового сигнала, когда точка на кривой не проходит допусковой контроль.

### Sound type:

- **Sound on fail:** При установке данного флажка воспроизводится звуковой сигнала в случае нарушения линии предела допускового контроля.

- **Sound on pass:** При установке данного флажка воспроизводится звуковой сигнала в случае успешного прохождения теста допускового контроля.

#### Limit table:

- **Show table:** Установите этот флажок, чтобы открыть таблицу для создания и редактирования лимитов, в нижней части экрана.
- **Load table:** Вызвать из памяти сохраненную таблицу пределов. По умолчанию таблицы пределов сохраняются в формате — CSV.

#### Global pass/fail:

Индикатор «годен/не годен» — это удобный способ отслеживать все состояния измерений.

**Global pass/fail on** - установите этот флажок, чтобы отобразить расширенный допусковой контроль.

**Policy** – выберите условие выполнения расширенных настроек для успешного прохождения теста допускового контроля:

- **All tests must pass** - эта настройка будет считывать результаты теста допускового контроля. Если все тесты (включен допусковой контроль) успешно пройдены, расширенный допусковой контроль будет иметь статус «Годен/pass».
- **All measurements must pass** - Если все измеренные точки данных не находятся в пределах установленных допусковым контролем, при включенном тесте, расширенный допусковой контроль будет иметь статус «Не Годен/fail».

**Примечание.** В этом режиме, если допусковой контроль не находится в положении «вкл», расширенный допусковой контроль будет иметь статус «Не Годен».

#### Настройка предельной линии

Нажмите **Math** → **Analysis** → **Limit Table** → **Limit**, чтобы открыть интерфейс настройки предельной линии. Также можно нажать **Math** → **Analysis** → **Limit** → **Show Table**, чтобы открыть интерфейс настройки предельной линии, как показано на рисунке ниже.

+	Type	Begin Stimulus	End Stimulus	Begin Response	End Response
1	Unused	0 Hz	0 Hz	0 dB	0 dB

**Рис. 9-7 Интерфейс настройки предельных линий**

#### Тип предельной линии:

- **Unused:** линия не используется для проверки по предельному уровню.
- **Max:** Выше этой предельной линии измерение имеет статус «Не Годен».
- **Min:** Ниже этой предельной линии измерение имеет статус «Не Годен».
- **Delete:** Удалить предельную линию.

**Begin stimulus:** Частота начальной точки предельной линии.

**End stimulus:** Частота конечной точки предельной линии.

**Begin response:** Отклик начальной точки предельной линии.

**End response:** Отклик конечной точки предельной линии.

## 9.7 ТЕСТ НЕРАВНОМЕРНОСТИ

Функция теста неравномерности может выполняться независимо от функции допускового контроля, а предел неравномерностей может быть установлен для оценки того, является ли результат измерения квалифицированным или неквалифицированным. Неравномерность определяется как разница между максимальным значением и минимальным значением в пределах заданного диапазона возбуждения. Функция теста неравномерности применима только к измеренному точечному значению, а не к интерполяции.

### Таблица предельных значений неравномерности

Нажмите **Math**→**Analysis**→**Limit**→**Ripple**, чтобы открыть интерфейс настройки теста неравномерности. Интерфейс настроек состоит из: ripple test/тест неравномерности, sound type/тип звукового сигнала и ripple table/таблица неравномерности.

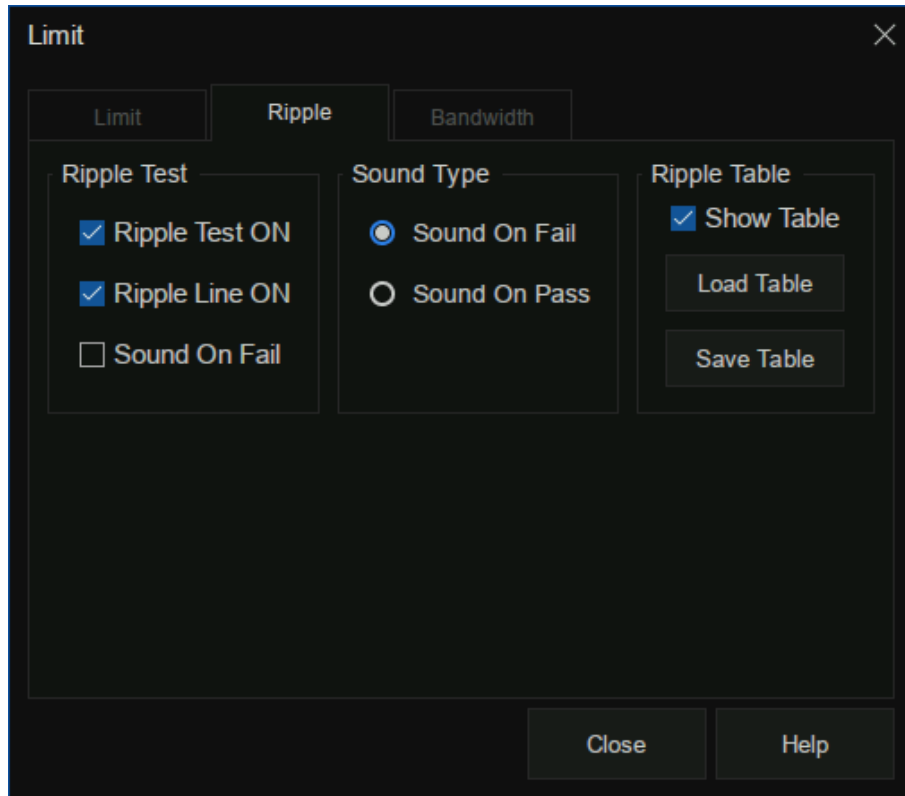


Рис. 9-8 Интерфейс настройки теста неравномерности

#### Ripple test:

- **Ripple test on:** Установите этот флажок, чтобы сравнить данные с пределом и отобразить результат оценки «Годен» или «Не Годен».
- **Ripple line on:** Установите этот флажок, чтобы отобразить линию предела на экране.
- **Sound on fail:** Установите этот флажок для воспроизведение звукового сигнала, когда точка на кривой не проходит допусковой контроль.

#### Sound type:

- **Sound on fail:** При установке данного флажка воспроизводится звуковой сигнала в случае нарушения линии предела допускового контроля.
- **Sound on pass:** При установке данного флажка воспроизводится звуковой сигнала в случае успешного прохождения теста допускового контроля.

#### Ripple table:

- **Show table:** Установите этот флажок, чтобы открыть таблицу для создания и редактирования лимитов, в нижней части экрана.
- **Load table:** Вызвать из памяти сохраненную таблицу пределов. По умолчанию таблицы пределов сохраняются в формате — CSV.
- **Save table:** Сохранить в память таблицу пределов. По умолчанию таблицы пределов сохраняются в формате — CSV.

#### Настройка предельной линии неравномерности

Нажмите **Math**→**Analysis**→**Limit Table**→**Ripple**, чтобы открыть интерфейс настройки предельной линии неравномерности. Также можно нажать **Math**→**Analysis**→**Ripple**→**Show**

**Table**, чтобы открыть интерфейс настройки предельной линии неравномерности, как показано на рисунке ниже.

	Type	Begin Stimulus	End Stimulus	Max Ripple	# Absolute	# Margin
1	Unused	0 Hz	0 Hz	0 dB	-	-

**Рис. 9-9** Интерфейс настройки предельных линий неравномерности

**Тип предельной линии:**

- **Unused:** линия не используется для проверки по предельному уровню неравномерности.
- **On:** линия используется для проверки по предельному уровню неравномерности.
- **Delete:** Удалить предельную линию.

**Begin stimulus:** Частота начальной точки предельной линии неравномерности.

**End stimulus:** Частота конечной точки предельной линии неравномерности.

**Max ripple:** Максимальное значение теста неравномерности.

**Max ripple:** Разница между максимумом и минимумом в полосе частот.

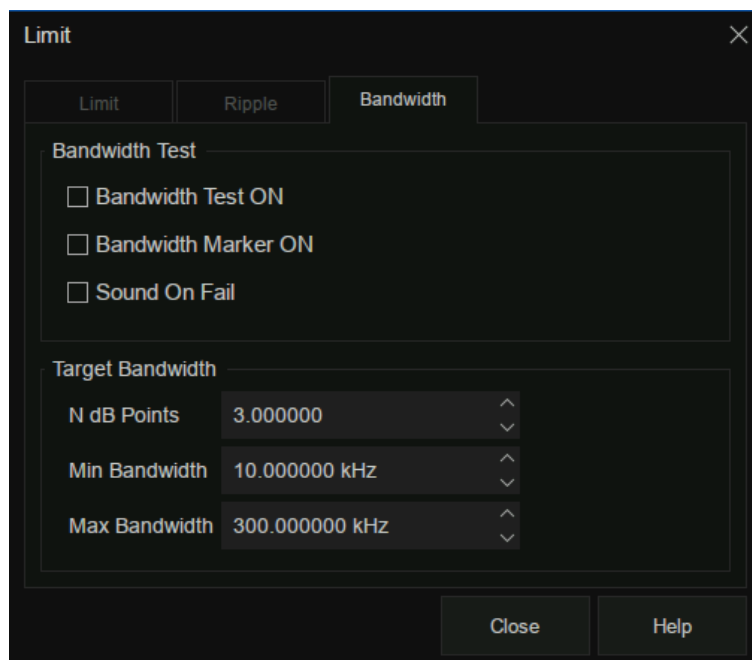
**Margin:** Разница между абсолютным значением неравномерности и предельным значением.

## 9.8 ПРОВЕРКА ПО ПРЕДЕЛЬНОЙ ПОЛОСЕ ПРОПУСКАНИЯ

Функцию проверки ограничения полосы пропускания можно использовать для проверки полосы пропускания полосового фильтра. Тест ограничения полосы пропускания может найти пиковое значение в полосе пропускания и найти точки частоты ниже указанного значения пикового значения слева и справа от точки пика, а частота между этими двумя точками является полосой пропускания фильтра, а затем сравнить полученную пропускную способность с минимальной и максимальной допустимой пропускной способностью, указанной заранее.

### Настройка теста

Нажмите **Math** → **Analysis** → **Limit** → **Bandwidth**, чтобы открыть интерфейс настройки теста ограничения полосы пропускания. Интерфейс настроек состоит из: bandwidth test/тест полосы пропускания, sound type/тип звукового сигнала и target bandwidth/заданная полоса пропускания.



**Рис. 9-10** Интерфейс настройки теста полосы пропускания

### Bandwidth test:

- **Bandwidth test on:** Установите этот флажок, чтобы включить тест по предельной полосе пропускания.
- **Bandwidth marker on:** Установите этот флажок, чтобы отображать полосу пропускания на экране.
- **Sound on fail:** Если этот флажок установлен, в случае неудачного завершения теста ограничения полосы пропускания будет звучать сигнал тревоги.

### Target bandwidth:

- **N dBpoints:** Введите порог пропускной способности в дБ.
- **Min bandwidth:** Введите нижний предел полосы пропускания в Гц.
- **Max bandwidth:** Введите верхний предел полосы пропускания в Гц.

**Примечание.** Если формат данных — проверка ограничения полосы пропускания не выполняется, если выбран режим отображения диаграмма Смита или формат полярных координат.

## 9.9 НАСТРОЙКА ВРЕМЕННОЙ ОБЛАСТИ

Векторный анализатор цепей обычно используется для измерения характеристик тестируемого устройства в частотной области. Для характеристик тестируемого устройства во временной области параметры частотной области могут быть получены с помощью обратного преобразования Фурье. Характеристики временной области используют время в качестве горизонтальной оси для отображения результатов измерений. Затем характеристики тестируемого устройства можно наблюдать с двух разных углов зрения в частотной области и во временной области с помощью векторного анализатора цепей.

### 9.9.1 Преобразование

Нажмите **Math** → **Time Domain** → **Time Domain Setup** → **Transform**, чтобы открыть интерфейс настройки преобразования временного домена. Данное меню настроек позволяет задать: start time/начальное время, stop time/конечное время, center time/центральное значение времени, span/диапазон, transform mode/режим преобразования.

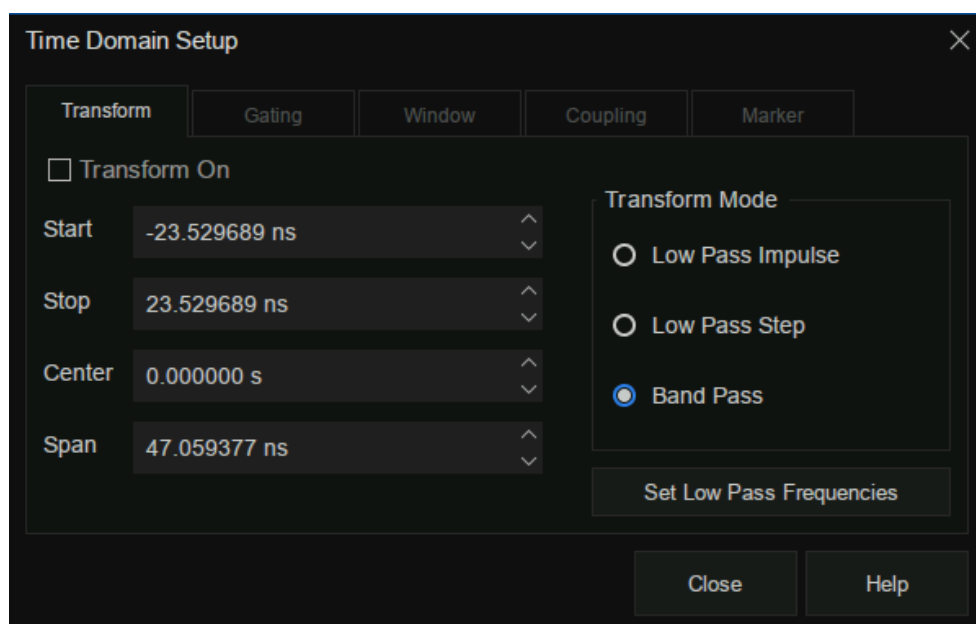


Рис. 9-11 Интерфейс настроек временной области

**Transform switch:** Установите флажок в данном поле, чтобы переключиться в режим временной области.

**Start time:** введите значение начального времени преобразования, отображаемое на экране анализатора.

**Stop time:** введите значение конечного времени преобразования, отображаемое на экране анализатора.

**Center time:** введите значение середины времени преобразования, отображаемое на экране анализатора.

**Time span:** введите значение интервала преобразования, который делится пополам в точке времени середины.

### Transform mode:

- Low pass impulse: Самое высокое разрешение. Лучше всего подходит для просмотра небольших откликов на устройствах, пропускающих низкие частоты, например в кабелях.
- Low pass step: Самый простой способ обнаружения индуктивных и емкостных неоднородностей на устройствах, пропускающих низкие частоты, например в кабелях.

В обоих низкочастотных режимах частоты, близкие к нулю, и отрицательные частоты экстраполируются. Поэтому начальная частота корректируется, когда вы нажимаете **Set low pass frequencies/Задать низкие частоты**.

Поскольку это влияет на точность калибровки, обязательно проводите калибровку ПОСЛЕ ТОГО, как полностью настроите измерение во временной области.

- Bandpass: Самый простой способ; его можно использовать с любой разверткой частоты. Больше всего подходит для измерений на ограниченных по полосе частот устройствах, таких как фильтры, и снижает разрешение откликов. НЕ показывает емкостное и индуктивное реактивное сопротивление. При том же диапазоне частот и количестве точек полосовой режим имеет вдвое большую длительность импульса, что скрывает близко расположенные отклики и кабели с блокировкой постоянного тока.

**Set low pass frequencies:** используется только в низкочастотных режимах. При нажатии этой кнопки повторно вычисляется начальная частота, а также частоты ступенчатой перестройки, которые должны быть гармониками начальной частоты.

Начальная частота вычисляется по следующей формуле:

$$\text{низкая начальная частота} = \text{конечная частота} / \text{количество точек}.$$

Вычисленное значение должно всегда быть больше минимальной частоты анализатора или равно ей.

**Примечание.** Количество точек и конечную частоту можно изменять для вычисления этого значения.

### 9.9.2 Стробирование

Функция стробирования является одной из самых полезных свойств преобразования во временной области векторного анализатора цепей. При просмотре характеристики временной области с помощью функции стробирования можно фактически убрать нежелательные отклики. После этого можно одновременно просматривать график частотной области так, как будто нежелательный отклик не существует. Это позволяет определять характеристики устройств без влияний внешних устройств, таких как соединители и переходы.

Нажмите **Math** → **Time Gating** → **Gating Setup** → **Gating**, чтобы открыть интерфейс настройки стробирования. Данное меню настроек позволяет задать: start time/время начала, stop time/время окончания, center time/центральное время, span /диапазон, gate type/тип стробирования и gate shape/форму стробирования.

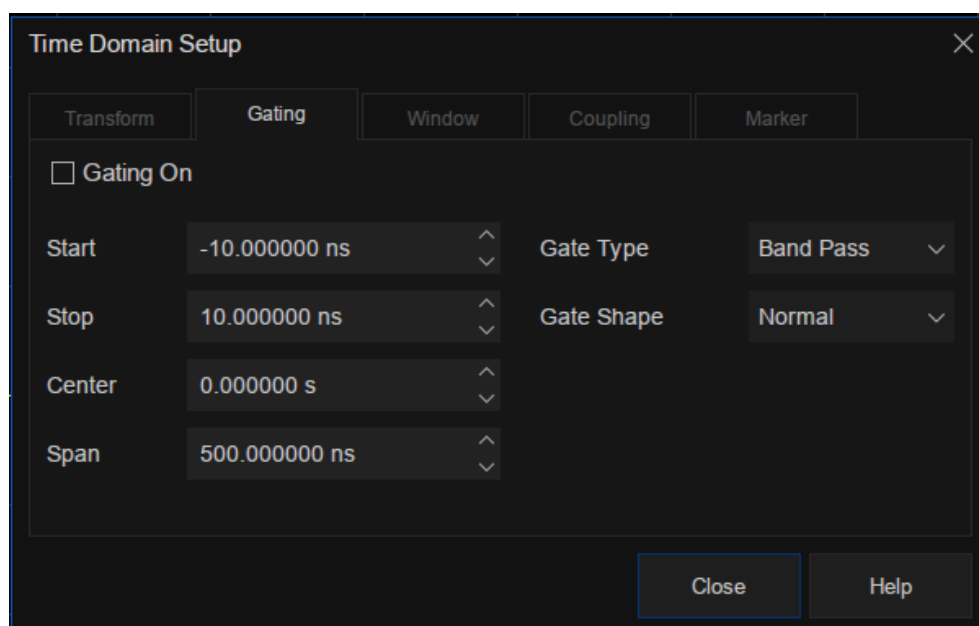


Рис. 9-12 Интерфейс настройки стробирования

**Gating on:** Установите флажок в данном поле, что бы включить функцию стробирования.

**Start time:** введите значение начального времени строба.

**Stop time:** введите значение конечного времени строба.

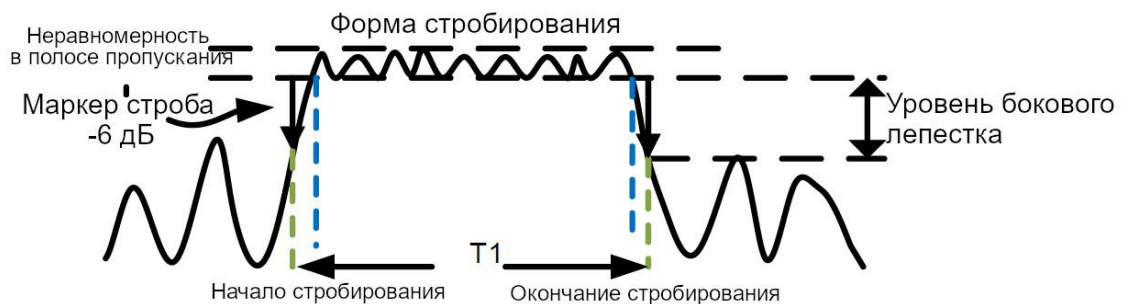
**Center time:** введите значение центра той области, в которой будет действовать функция стробирования.

**Time span:** введите значение интервала с каждой стороны от центра той области, в которой будет действовать функция стробирования.

**Gate type:** выберите тип фильтрации, которая будет выполняться для стробирования. Индикаторы начала и конца строба на экране показывают, какую часть графика вы сохраните.

- **Bandpass:** отклики в пределах интервала стробирования сохраняются.
- **Notch:** отклики в пределах интервала стробирования удаляются.

**Gate shape:** введите характеристики фильтра для функции стробирования. Выберите одно из значений: Minimum (Минимальный), Normal (Нормальный), Wide (Широкий), Maximum (Максимальный).



**Рис. 9-13** Диаграмма функции стробирования

Описания параметров функции стробирования:

Форма стробирования	Неравномерность в полосе пропускания	Уровни боковых лепестков
Минимальный	$\pm 0,1$ дБ	-25 дБ
Нормальный	$\pm 0,1$ дБ	-45 дБ
Широкий	$\pm 0,1$ дБ	-52 дБ
Максимальный	$\pm 0,01$ дБ	-80 дБ

## 9.10 ОКНО

Измерение в частотной области содержит резкие переходы на начальной и конечной частотах, которые вызывают выбросы на фронте импульса и низкочастотные помехи в характеристике временной области. Функция окна помогает уменьшить резкость переходов в частотной области. Благодаря этому возможен баланс преимуществ и недостатков характеристики временной области. Выберите один из следующих вариантов, для этого нажмите **Math** → **Time Gating** → **Gating Setup** → **Window** для перехода в интерфейс настройки окна.

**Минимальное окно = более высокое разрешение откликов:** возможность различить два близко расположенных отклика.

**Максимальное окно = динамический диапазон:** возможность измерения откликов низкого уровня.

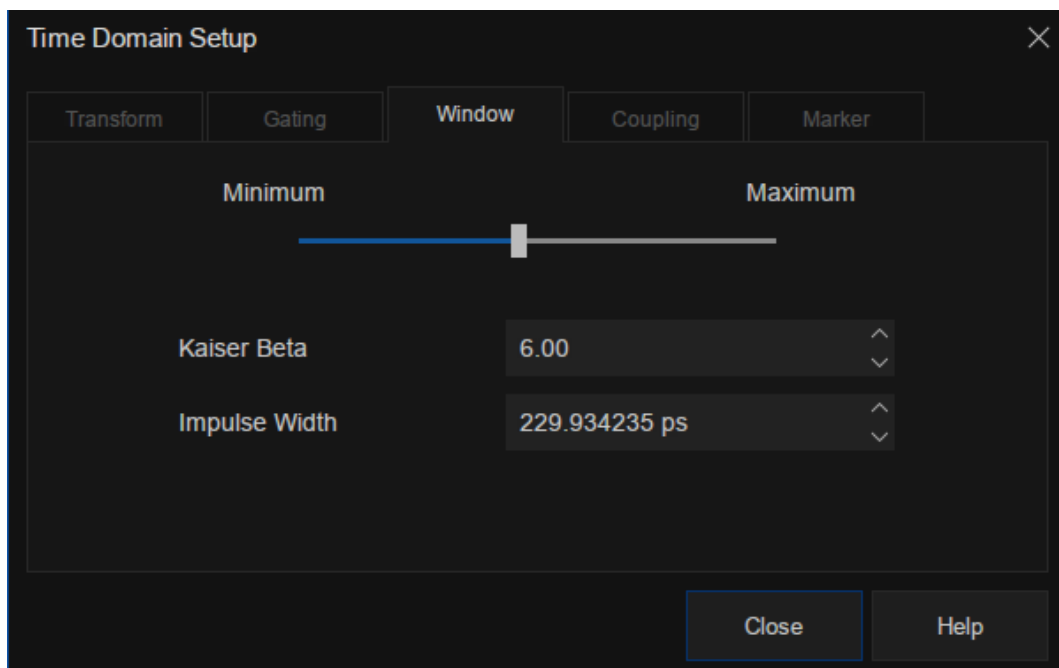


Рис. 9-14 Интерфейс настройки окна

Размер окна задается тремя описанными ниже способами.

- **Minimum maximum:** передвиньте этот ползунок с помощью мыши для изменения размера окна.
- **Kaiser Beta:** размер окна изменяется с использованием значения беты окна Кайзера.
- **Impulse width:** размер окна изменяется с использованием значения ширины импульса.

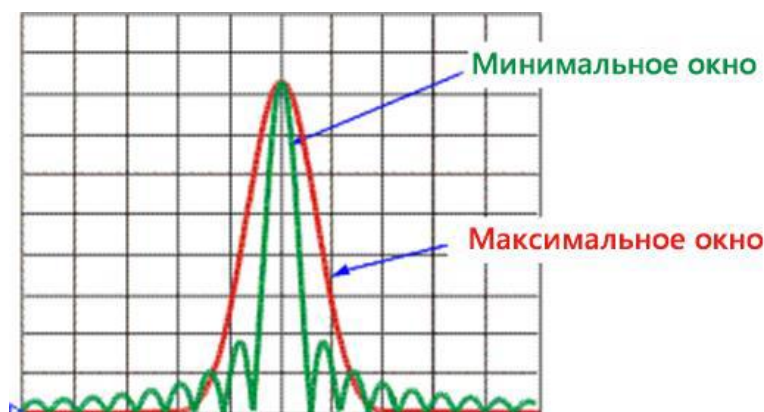


Рис. 9-15 Диаграмма максимального и минимального окна

### 9.11 СВЯЗЬ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ГРАФИКОВ

Связывание измерительных графиков позволяет при изменении параметров временной области одного измерения применить эти изменения ко всем другим измерениям в канале. Например, для одновременного просмотра параметров измерения в частотной и временной областях сначала включите переключатель сопряжения и выберите все параметры стробирования в интерфейсе настройки сопряжения, в то же время параметры диапазона стробирования будут изменены при измерении во временной области, параметры измерения в частотной области будут автоматически изменены.

**Примечание.** Связь графиков применима только к эталонным настройкам шкалы оси-Y. Результаты сопряжения графиков не меняют измеренных данных.

Нажмите **Math** → **Time Gating** → **Gating Setup** → **Coupling** для перехода в интерфейс настройки связи измерительных графиков.

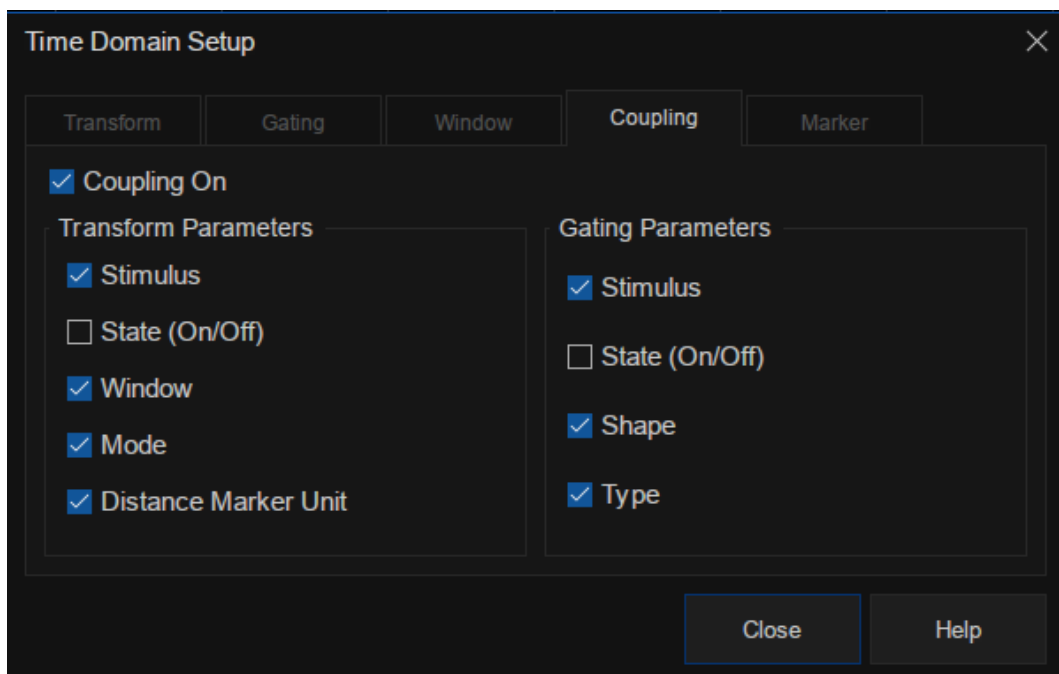


Рис. 9-16 Интерфейс настройки связи графиков

**Coupling on:** поставьте этот флажок, чтобы разрешить связывание. Все измерения в активном канале будут связаны.

**Transform parameters:**

- **Stimulus:** параметры времени — Start (Начало), Stop (Конец), Center (Середина) и Span (Интервал).
- **State (On/Off):** преобразование включено или выключено.
- **Window:** бета Кайзера / ширина импульса.
- **Mode:** режимы Low pass Impulse (Низкочастотный импульсный), Low Pass Step (Низкочастотный ступенчатый), Band Pass (Полосовой).
- **Distance marker unit:** Если выбрано, все блоки маркеров измеренного расстояния объединяются.

**Gating parameters:**

- **Stimulus:** параметры времени — Start (Начало), Stop (Конец), Center (Середина) и Span (Интервал).
- **State(On/Off):** стробирование включено или выключено.
- **Shape:** варианты Minimum (Минимальный), Normal (Нормальный), Wide (Широкий) и Maximum (Максимальный).
- **Type:** варианты Bandpass (Полоса пропускания) и Notch (Режекция).

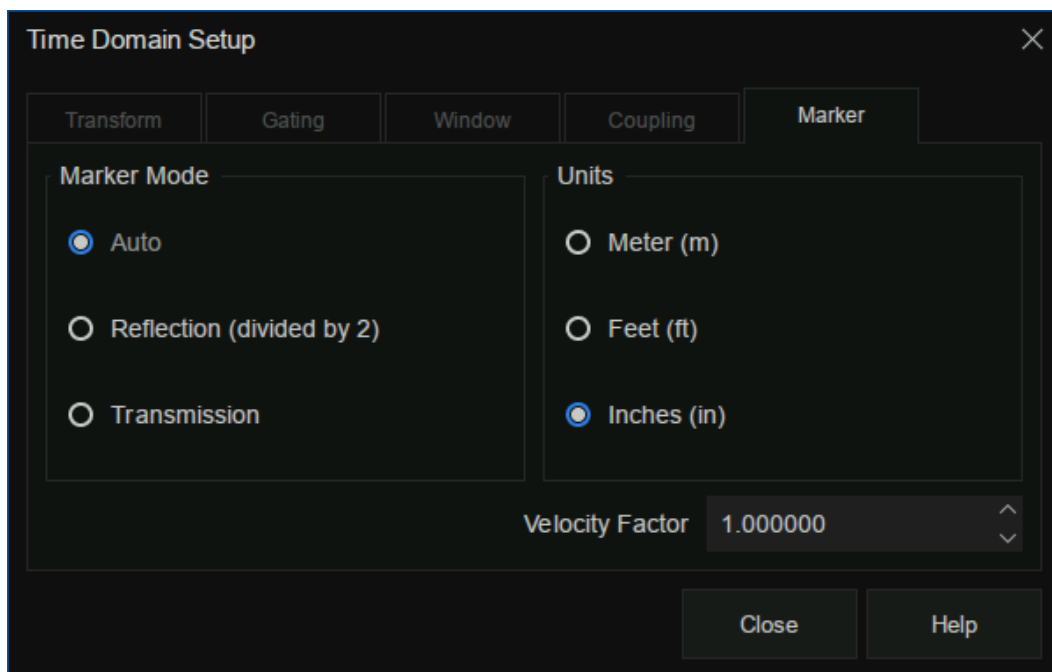
## 9.12 МАРКЕР РАССТОЯНИЯ

Когда в измерении временной области есть маркеры, расстояние автоматически отображается в показаниях маркера, таблице маркеров и печатной копии.

Можно считывать показания зависимости импеданса от времени, создав маркер на графике временной области, а затем изменив формат этого маркера на R+jX.

Это диалоговое окно позволяет настроить показания маркера расстояния во временной области в соответствии со своими потребностями.

Нажмите **Math** → **Time Gating** → **Gating Setup** → **Marker** для перехода в интерфейс настройки маркера расстояния.



**Рис. 9-17 Интерфейс настройки маркера расстояния**

**Marker mode:** задайте тип измерения для определения верного расстояния маркера. Выберите вариант **Auto/Авто** для измерений S-параметров. Выберите варианты **Reflection/Отражение** или **Transmission/Передача** для измерений с произвольным соотношением или без соотношений.

- **Auto:** если активное измерение — это измерение S-параметра, приложение автоматически выбирает отражение (**Reflection**) или передачу (**Transmission**). Если активное измерение не является измерением S-параметра, выбирается отражение (**Reflection**).
- **Reflection:** на экран выводится расстояние от источника до приемника и обратно, деленное на два (для поправки на обратный путь).
- **Transmission:** на экран выводится расстояние от источника до приемника.

**Units:** укажите, в каких единицах измерения должны отображаться значения расстояния маркера.

**Velocity factor:** задайте коэффициент замедления линии передачи, который применяется в отношении среды устройства, включенного в схему после калибровки измерений. Данный коэффициент равен 0,66 для кабеля с полиэтиленовой изоляцией и 0,7 для кабеля с изоляцией из ПТФЭ. 1,0 соответствует скорости света в вакууме. В измерениях временной области эта настройка повышает точность отображаемых маркеров времени и расстояния.

## 10 ЗАПИСЬ И ВЫЗОВ

Векторный анализатор цепей поддерживает функции сохранения и вызова файлов различных форматов. Нажмите кнопку **Save/Recall** на передней панели прибора и выберите файл, данные, данные калибровки и изображения для сохранения или вызова в строке меню в правой части экрана.

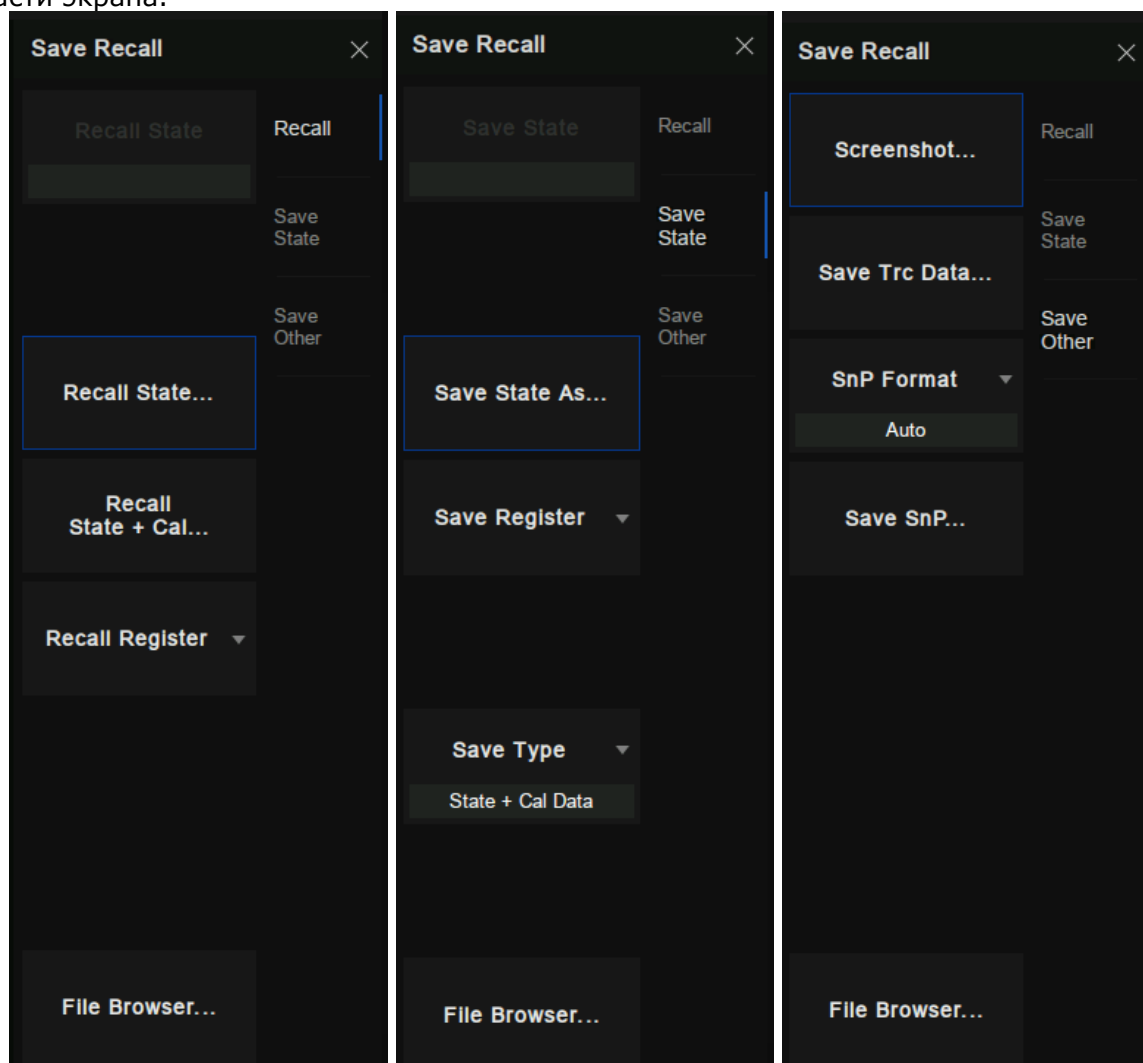


Рис. 10-1 Интерфейс меню запись/вызов

Описание поддерживаемых форматов файлов:

- **STA file:** Файл состояния содержит параметры конфигурации (настройки) прибора.
- **CSA file:** Данные калибровки и файл состояния.
- **CSV file:** Измерительный график.
- **SnP file:** Также известен как файл Touchstone. Он содержит информацию о S-параметрах.
- **PNG/JPG/BMP file:** Графический файл, содержит снимок экрана прибора.

### Запись

- **Сохранение файла состояния прибора:**  
Для сохранения файла конфигурации прибора и системной информации необходимо нажать **Save State As** в подменю **Save State**.
- **Сохранение файла состояния прибора и калибровочных данных:**  
Для сохранения файла конфигурации прибора, системной информации и калибровочных данных необходимо нажать **Select State+Cal Data** в подменю **Save State**.
- **Сохранение измерительного графика:**  
Для сохранения измерительного графика в формате CSV необходимо нажать **Save Trc Data** в подменю **Save Other**. Для сохранения данных измерительного графика в формате SnP необходимо нажать **Save SnP** в подменю **Save Other**.

При сохранении данных измерительного графика в формате SnP вы можете выбрать следующие форматы: **LinMag/Angle**, **LogMag/Angle** и **Real/Imaginary** в раскрывающемся элементе **SnP Format**.

- **Сохранение снимка экрана**

Для сохранения снимка экрана прибора в графический файл необходимо нажать **Screenshot** в подменю **Save Other**. Пользователь может установить путь для сохранения файла по умолчанию во всплывающем диалоговом окне. Снимок экрана может быть сохранен в одном из следующих графических форматах: PNG, JPG, BMP.

- **Сохранить реестр**

Для сохранения данных реестра необходимо нажать **Save Register** в подменю **Save State**.

### Вызов

- **Вызов файла состояния прибора:**

Для вызова из памяти файла конфигурации прибора и системной информации необходимо нажать **Recall State** в подменю **Recall** и выбрать файл формата .sta.

- **Вызов файла состояния прибора и калибровочных данных:**

Для вызова из памяти файла конфигурации прибора, системной информации и калибровочных данных необходимо нажать **Recall State + Cal** в подменю **Recall** и выбрать файл формата .csa.

- **Вызов файла реестра**

Для вызова из памяти данных реестра необходимо нажать **Recall Register** в подменю **Recall**.

### Менеджер файлов:

Нажмите **File Browser**, чтобы открыть файловый браузер. Управление файлами можно выполнять в данном файловом браузере.

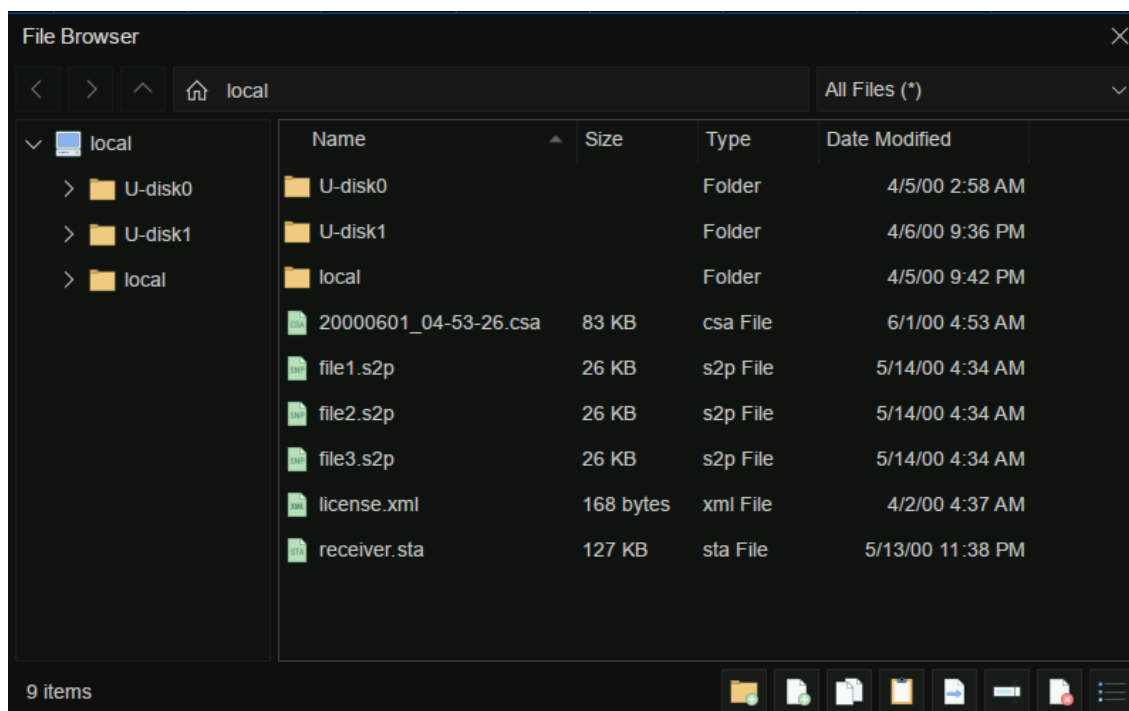


Рис. 10-2 Интерфейс менеджера файлов

## 11 СИСТЕМНЫЕ НАСТРОЙКИ

Нажмите кнопку **System** на передней панели прибора. Меню настроек позволяет установить IP-адрес, установить дату, восстановить заводские настройки, обратиться к справочной документации, включить звуковое сопровождение, самотестирование, выбор языка интерфейса, получить информацию о программном и аппаратном обеспечении прибора.

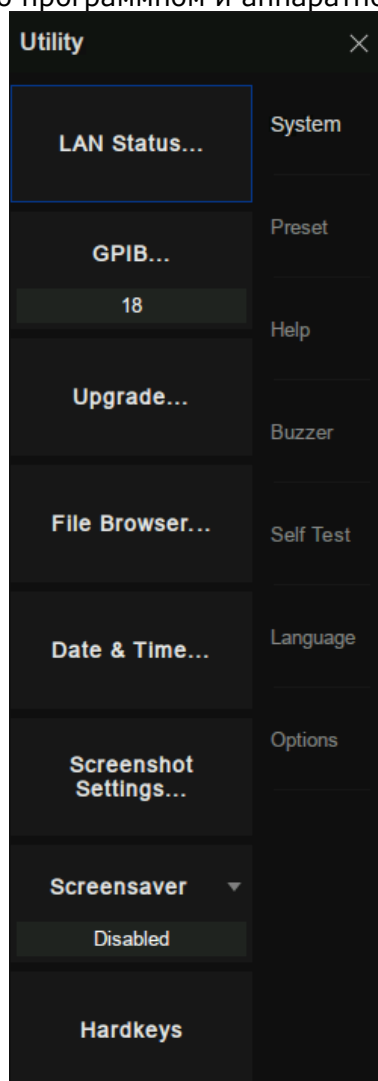


Рис. 11-1 Интерфейс системных настроек

### Настройка интерфейса дистанционного управления:

- **Настройка LAN:**  
Для установки параметров LAN необходимо нажать **LAN Status** в подменю **System**.
- **Выбор порта GPIB:**  
Для установки порта GPIB необходимо нажать **GPIB** в подменю **System**.

### Обновление программного обеспечения:

Файл прошивки имеет расширение .ADS, данный файл необходимо записать в корневую папку USB диска и подключить к USB порту на передней панели векторного анализатора цепей. Затем нажмите **Upgrade** в подменю **System**, выберите нужный файл в менеджере файлов и нажмите **OK** для обновления прошивки.

Процесс обновления прошивки может длиться несколько минут. Когда обновление будет завершено, прибор автоматически перезагрузится. Любая операция, прерывающая процесс обновления, может привести к сбою обновления или даже к невозможности нормального запуска прибора. Не отключайте питание прибора в процессе обновления.

### Настройка дата и времени:

Для доступа в меню настроек даты времени необходимо нажать **Date & Time** в подменю **System**. В данном меню можно указать следует ли отображать дату/время и отображать формат в правом нижнем углу экрана, а также изменять значение даты/времени.

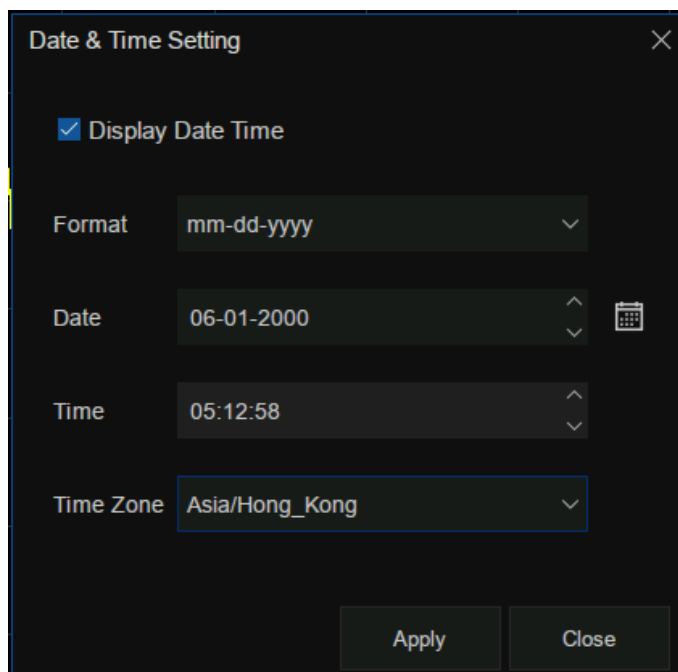


Рис. 11-2 Интерфейс установки дата/время

**Настройка сохранения снимка экрана:**

Что бы настроить параметры снимка экрана необходимо нажать **Screenshot Settings** в подменю **System**.

**Аппаратные клавиши:**

Нажав **Hardkeys** в подменю **System** можно открыть функцию аппаратных клавиш, которые будут отображаться в правой части экрана, чтобы можно было управлять векторным анализатором цепей без использования функциональных клавиш на передней панели.

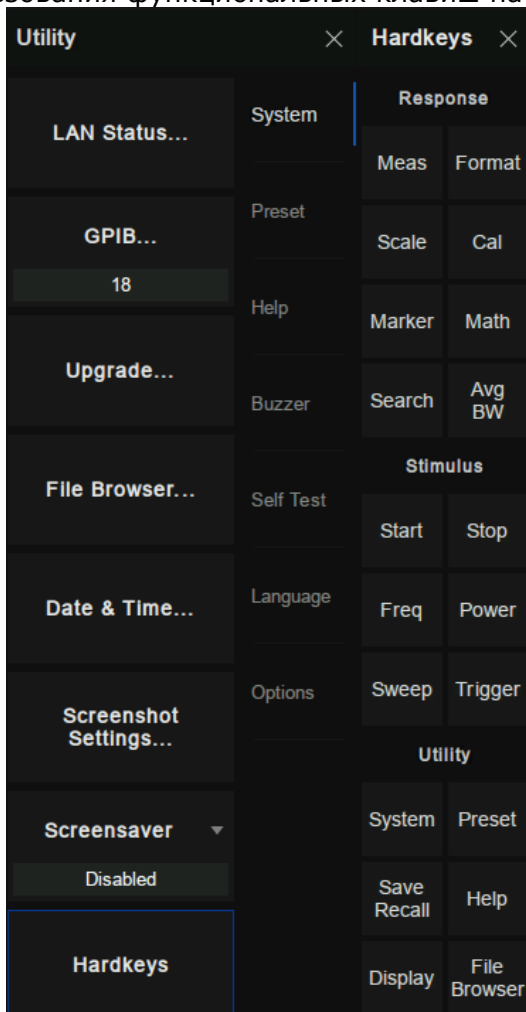


Рис. 11-3 Аппаратные клавиши

### Предустановки:

Предварительные настройки и связанные с ними настройки можно выполнить в подменю **Preset**.

- Нажмите кнопку **Preset** на передней панели прибора для незамедлительной загрузки из памяти прибора профиля настроек заданного в меню **Preset Option**.
- Нажмите **Preset Option** для выбора загружаемого профиля настроек при нажатии кнопки **Preset** на передней панели прибора, на выбор доступны следующие варианты:
  - 1) **Default**: загрузка заводских установок прибора.
  - 2) **Last**: При выключении питания прибора, текущее состояние будет автоматически сохранено. Используйте эту опцию, чтобы вернуться к настройкам прибора перед его выключением.
  - 3) **User**: загрузка пользовательского профиля настроек.
- Пользовательские настройки:  
Для выбора файла пользовательских настроек необходимо нажать **User Preset**.
- Подтверждение загрузки предустановок:  
При необходимости отображения на экране прибора сообщения об подтверждения загрузки предустановок после нажатия кнопки **Preset** на передней панели прибора, необходимо нажать **Confirm Preset**.
- Установки при включении питания:  
Нажмите **Power On Option** для выбора загрузки предустановок при включении питания прибора.
- Включение прибора:  
Нажмите **Power On-Line** для выбора будет ли прибор автоматически включаться при подключении прибора к сети переменного тока.
- Полный сброс к заводскому состоянию:  
Нажмите **Factory Reset**, чтобы восстановить заводское состояние оборудования. Восстановление заводского состояния удалит все файлы, сохраненные пользователями. Пожалуйста, будьте осторожны перед выполнением данного действия.

### Справочная информация:

В подменю «**Help/Справка**» пользователь может открыть справочный документ (нажать **Help**) или просмотреть информацию о системе (нажать **About**).

### Звуковое сопровождение:

Звуковое сопровождение в приборе настраивается в подменю **Buzzer**.

- **Buzzer**: Нажмите **Buzzer** для включения или выключения звукового сопровождения.
- **Complete Test**: нажмите **Complete Test** для проверки звука.
- **Complete Buzzer**: нажмите **Complete Buzzer** для включения или отключения звукового сигнала завершения.
- **Warning Test**: нажмите **Warning Test** для проверки аварийного звукового сопровождения.
- **Warning Buzzer**: нажмите **Warning Buzzer** для включения или отключения звукового аварийного сигнала.
- **Touch Buzzer**: нажмите **Touch Buzzer** для включения или отключения звукового сопровождения при касании сенсорного экрана.

### Самотестирование:

В подменю **Self Test** позволяет выполнить самопроверку клавиатуры (нажать **Key Test**), самопроверку сенсорного экрана (нажать **Touch Test**), самопроверку экрана (нажать **Screen Test**) и самопроверку светодиодов подсветки клавиатуры (нажать **LED Test**).

Язык интерфейса:

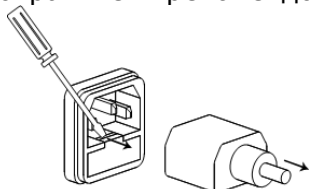
Нажмите **Language** в подменю **Language** для выбора языка пользовательского интерфейса прибора. Поддерживаются китайский и английский языки.

## 12 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ ПРАВИЛА ХРАНЕНИЯ И УХОД

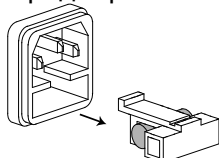
Описанные ниже операции должны выполняться квалифицированным пользователем. Во избежание поражения электрическим током не выполняйте никаких операций, кроме тех, что указаны в настоящем описании.

### Замена плавкого предохранителя.

Если перегорел предохранитель, индикатор «Сеть» не будет включаться, и соответственно, анализатор не будет работать. Замена производится только на плавкий предохранитель рекомендованного номинала, который указан на задней панели прибора.



Предохранитель хранится в корпусе держателя. Извлечь - по стрелке.



После установки исправного предохранителя – собрать в обратной последовательности.

### Уход за внешней поверхностью анализатора.

Для чистки анализатора, используйте мягкую ткань, смоченную спиртом или водой. Оберегайте корпус прибора от попадания бензина, толуола, ксилола, ацетона или подобных растворителей. Не используйте абразив для чистки загрязнённых поверхностей корпуса прибора.

### Хранение

Прибор допускает хранение в капитальных хранилищах в условиях:  
температура воздуха от 0°C до +40°C;  
относительная влажность воздуха до 85% при температуре до +35°C и ниже без конденсации влаги.

## 13 ГАРАНТИЙНЫЕ ОБЯЗАТЕЛЬСТВА

Изготовитель гарантирует соответствие параметров прибора данным, изложенным в разделе «Технические характеристики» при условии соблюдения потребителем правил эксплуатации, технического обслуживания и хранения, указанных в настоящем Руководстве.

### Изготовитель:

SIGLENT TECHNOLOGIES CO., LTD, Китай

3/F, Building 4, Antongda Industrial Zone, 3rd Liuxian Road, Bao'an District, Shen Zhen, China

Телефон: +86 755 3661 5186

Факс: +86 755 3359 1582

### Представитель в России:

Акционерное общество «Приборы, Сервис, Торговля», АО «ПРИСТ»

111141, г. Москва, ул. Плеханова 15А

Тел. (495) 777-55-91, факс (495) 640-3023,

Электронная почта [prist@prist.ru](mailto:prist@prist.ru)

Гарантийный срок указан на сайте [www.prist.ru](http://www.prist.ru) и может быть изменен по условиям взаимной договоренности.