

**NF**

**Измерение коэффициента шума**

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Версия 24.1.1 01.03.24





ИЗМЕРЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ШУМА

ОПЦИЯ NF

ДЛЯ

ВЕКТОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ

C1209, C2209, C1220, C2220, C4209, C4220

C1409, C2409, C1420, C2420, C4409, C4420

ПРЕДУСИЛИТЕЙ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОЭФФИЦИЕНТА ШУМА

AMP-20-LSU

**РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Март 2024 г

## Содержание

<b>Введение</b> .....	<b>7</b>
<b>Требования безопасности</b> .....	<b>8</b>
<b>Описание и принцип работы</b> .....	<b>10</b>
Назначение и область применения .....	10
Состав .....	11
Общие схемы измерений, общие рекомендации и ограничения метода .....	14
Технические характеристики .....	16
Характеристики анализаторов цепей векторных с опцией NF .....	16
Общие сведения .....	18
Необходимость измерений коэффициента шума .....	18
Коэффициент шума .....	20
Анализаторы цепей векторные .....	26
Малозумящие усилители .....	29
Генераторы шума .....	32
Методы измерений .....	33
Метод Y-фактор .....	36
Первый этап .....	40
Второй этап .....	43
Функциональные возможности программы NF .....	47
<b>Подготовка к работе</b> .....	<b>52</b>
Распаковывание и повторное упаковывание .....	52
Распаковывание .....	52
Упаковывание .....	53
<b>Установка программного обеспечения</b> .....	<b>55</b>
<b>Порядок работы</b> .....	<b>57</b>
Общие рекомендации при выполнении измерений .....	57
Предусилители для измерения коэффициента шума .....	58
Подготовка к проведению измерений .....	63
Порядок проведения измерений .....	66
Подготовка к работе ГШ .....	70

## Содержание

Температура окружающей среды .....	71
Определение параметров пассивных устройств .....	71
Проверка собственного КШ .....	71
Подключение и отключение устройств .....	72
Последовательность выключения .....	73
<b>Интерфейс программы .....</b>	<b>74</b>
Боковая панель .....	77
Панель быстрого доступа .....	79
Окно канала .....	81
Менеджер графиков .....	83
Диаграмма .....	87
Маркеры .....	88
Строка состояния канала .....	89
Строка состояния программы .....	91
<b>Установка параметров .....</b>	<b>94</b>
Установка метода измерений .....	96
Установка порта приёмника анализатора .....	97
Установка параметров ИУ .....	98
Установка параметров анализатора .....	100
Установка частотно-зависимых параметров приёмника .....	102
Установка диапазона сканирования .....	102
Установка количества точек или шага частоты .....	103
Установка графиков и диаграмм .....	104
Размещение графиков и диаграмм .....	105
Выбор активной диаграммы и графика .....	111
Установка измеряемых параметров .....	114
Установка формата .....	116
Установка масштаба графика .....	118
Функция автомасштабирования .....	120
Увеличение фрагмента диаграммы .....	121

## Содержание

Настройки триггера .....	123
Фильтрация .....	125
Установка усреднения .....	125
Установка сглаживания .....	128
<b>Калибровка .....</b>	<b>129</b>
Мастер калибровки .....	131
Вкладка Start .....	134
Вкладка Setup .....	137
Вкладка Receiver calibration .....	138
Вкладка DUT S-parameters .....	143
Вкладка Apply .....	147
Блоки коррекции .....	148
Исключение цепи .....	149
<b>Анализ данных измерений .....</b>	<b>153</b>
Маркеры .....	154
Свойства маркеров .....	161
Режим связности маркеров .....	162
Перемещение легенды маркеров на диаграмме .....	163
Индикация легенды маркеров активного графика .....	164
Вид метки маркера .....	166
Функция памяти графиков .....	167
Математические операции .....	169
Статистика .....	171
Допусковый контроль .....	173
<b>Сохранение состояния и данных .....</b>	<b>181</b>
Сохранение состояния .....	182
Сохранение данных графика .....	183
<b>Системные установки .....</b>	<b>186</b>
Начальная установка .....	186
Управление лицензиями .....	187

## Содержание

Управление соединением с анализатором .....	190
Библиотека генератора шума .....	192
Настройка МШУ .....	199
Установка температуры окружающей среды .....	200
Установка задержки перед измерением .....	201
Отображение индикатора питания ГШ .....	202
Отображения списка ГШ в панели быстрого доступа .....	203
О программе .....	204
<b>Техническое обслуживание .....</b>	<b>205</b>
Порядок проведения технического обслуживания .....	205
Внешний осмотр .....	207
Чистка соединителей .....	208
Проверка присоединительных размеров .....	209
<b>Текущий ремонт .....</b>	<b>211</b>
<b>Хранение .....</b>	<b>211</b>
<b>Транспортирование .....</b>	<b>212</b>
<b>Сокращения .....</b>	<b>213</b>
<b>Приложение А Таблица настроек по умолчанию .....</b>	<b>215</b>

## Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения работы, принципа действия, правил использования решения для измерений коэффициента шума усилительных и приёмных устройств без преобразования частоты с помощью анализаторов цепей векторных и предусилителя для измерения коэффициента шума производства ООО «ПЛАНАР».

В руководстве содержатся общие сведения о решении (далее опция NF), приведены технические характеристики его компонентов, указаны их составы, условия эксплуатации, транспортирования и хранения, также приведены инструкции по установке и настройке программного обеспечения для измерения коэффициента шума (далее программа NF), дано описание программы NF, представлен порядок проведения измерений.

Перед работой необходимо ознакомиться с руководством по эксплуатации на анализаторы цепей векторные.

---

### ВНИМАНИЕ!

Документ является результатом творческого труда и интеллектуальной деятельности сотрудников ООО "ПЛАНАР". Не допускается использование данного документа, равно как и его части, без указания наименования документа и наименования предприятия-изготовителя.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ коммерческое использование данного документа, равно как и его части, без письменного согласия предприятия-изготовителя.

---

Предприятие-изготовитель не несет ответственности за последствия неправильной эксплуатации оборудования для измерений коэффициента шума, нарушения правил безопасности и несоблюдения прочих необходимых мер предосторожности.

## Требования безопасности

Требования безопасности указаны в руководстве по эксплуатации на анализаторы цепей векторные серии Кобальт.

Далее отмечены основные моменты, относящиеся к совместному использованию анализатора цепей векторного и МШУ.

При эксплуатации анализаторов совместно с МШУ необходимо соблюдать требования: «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», а также общие меры безопасности, относящиеся к аппаратуре, работающей от электросети ~ 220 В, 50 Гц.

Для исключения сбоев в работе измерения необходимо производить при отсутствии резких перепадов напряжения питания сети, вызываемых включением и выключением мощных потребителей электроэнергии и мощных импульсных помех.

Заземление МШУ производится через сетевой шнур.

---

К работе с МШУ могут быть допущены лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с электро- и радиоизмерительными приборами.

### ВНИМАНИЕ!

Превышение максимальной входной мощности радиочастотного сигнала или максимального постоянного напряжения, указанных на корпусе МШУ, может привести к выходу его из строя.

---

Перед включением МШУ следует визуально проверить исправность блока питания. Использование других блоков питания не из комплекта поставки может привести к повреждению МШУ.

### ВНИМАНИЕ!

Разрыв линии защитного заземления может сделать работу с прибором опасной.

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** производить соединение или разъединение кабеля управления МШУ при включенном анализаторе.

---



---

**ВНИМАНИЕ!**

**ЗАПРЕЩАЕТСЯ** нарушать защитные пломбы, производить самостоятельный ремонт МШУ и его частей.

---

### **Защита от электростатического разряда**

---

На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

Статическое электричество может накопиться на вашем теле и при разряде повредить чувствительные элементы внутренних цепей анализатора или подключенного к нему МШУ. Для предотвращения повреждения необходимо соблюдать следующее:

**ВНИМАНИЕ!**

- всегда снимать накопленный на теле заряд статического электричества до прикосновения к МШУ и другим чувствительным к статическому электричеству устройствам;
  - всегда использовать заземленный проводящий настольный коврик;
  - всегда надевать на руку заземленный антистатический браслет, подсоединенный к заземленному проводящему настольному коврику через последовательно подключенный резистор 1 МОм.
-

## Описание и принцип работы

### Назначение и область применения

Решение (опция NF) предназначено для измерений коэффициента шума усилительных и приёмных устройств с помощью измерительного приёмника векторных анализаторов цепей.

Решение включает следующие компоненты:

- измерительный приёмник, в качестве которого применяется анализатор цепей векторный;
- малошумящий усилитель, далее МШУ (предусилитель для измерения коэффициента шума);
- генератор шума;
- программное обеспечение для измерения коэффициента шума (далее программа NF).

Анализатор совместно с подключенным МШУ образуют единое средство для определения мощности шумового сигнала. Описание компонентов системы приведено далее.

В тексте настоящего описания программная часть опции будет называться – программа NF. Подробное описание функциональных возможностей программы NF см. в п. [Функциональные возможности программы NF](#).

---

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Функциональные возможности, связанные с проведением измерений шумовых параметров исследуемых устройств (ИУ) и градуировки генераторов шума (ГШ), будут реализованы позднее. Текущее описание ориентировано на измерение коэффициента шума (КШ).

---

## Состав

В таблице 1 приведен список устройств для проведения измерения коэффициента шума.

Таблица 1 — Список устройств для проведения измерения коэффициента шума

Наименование	Обозначение
Анализатор цепей векторный <sup>1</sup>	C1209 или C2209 или C4209 C1220 или C2220 или C4220 C1409 или C2409 или C4409 C1420 или C2420 или C4420
Предусилитель для измерения коэффициента шума <sup>1</sup>	AMP-20-LSU
Программное обеспечение для измерения коэффициента шума	NF
Кабели, переходы, наборы мер <sup>2</sup>	—
Тарированные ключи <sup>2</sup>	—
<b>ПРИМЕЧАНИЯ:</b>  1 Конкретные модель анализатора цепей векторного, предусилителя определяются при заказе. Типовой комплект поставки анализатора и усилителя приведен в таблицах 2 и 3. Устройства могут быть приобретены совместно или отдельно для доукомплектования имеющегося в наличии анализатора.  2 Принадлежности, к которым относятся измерительные кабели и переходы, а также средства калибровки, поставляются по отдельному заказу.	

Таблица 2 — Типовой комплект поставки анализаторов цепей векторных

Наименование	Обозначение	Количество, шт.
Анализатор цепей векторный	C1209 или C2209 или C4209 C1220 или C2220 или C4220 C1409 или C2409 или C4409 C1420 или C2420 или C4420	1
Кабель USB	—	1
Блок питания	—	1
USB flash накопитель, содержащий:	—	1
Программное обеспечение	S2VNA или S4VNA	
Руководство по эксплуатации	—	
Методику поверки	—	
Формуляр	—	1
<p>ПРИМЕЧАНИЕ — Конкретные модель анализатора цепей векторного определяется при заказе.</p>		

Таблица 3 — Типовой комплект поставки предусилителей для измерения коэффициента шума

Наименование	Обозначение	Количество, шт.
Предусилитель для измерения коэффициента шума	AMP-20-LSU	1
Ножки	—	3
Блок питания	AMA40DC1120033Y-12V, 3.3A-Aimtec	1
Сетевой шнур	SCZ-1	1
Кабель USB	AR001-E0120004R_USB-C(m)_to_A(m)_USB2.0	1
Соединительный кабель	HB-B100	1
Датчик температуры	B57703-M 103-G	определяется при заказе
Генератор шума	NC346B	определяется при заказе
Генератор шума	NC346C	определяется при заказе
USB хаб	—	определяется при заказе
Формуляр	—	1
<p>ПРИМЕЧАНИЕ — Конкретные модель предусилителя при заказе. Типы соединителей портов предусилителя уточняются при заказе. Устройство может быть приобретено совместно с новым прибором или отдельно для доукомплектования имеющегося в наличии анализатора.</p>		

## Общие схемы измерений, общие рекомендации и ограничения метода

Основные схемы измерений приведены на рисунках 1 и 2.

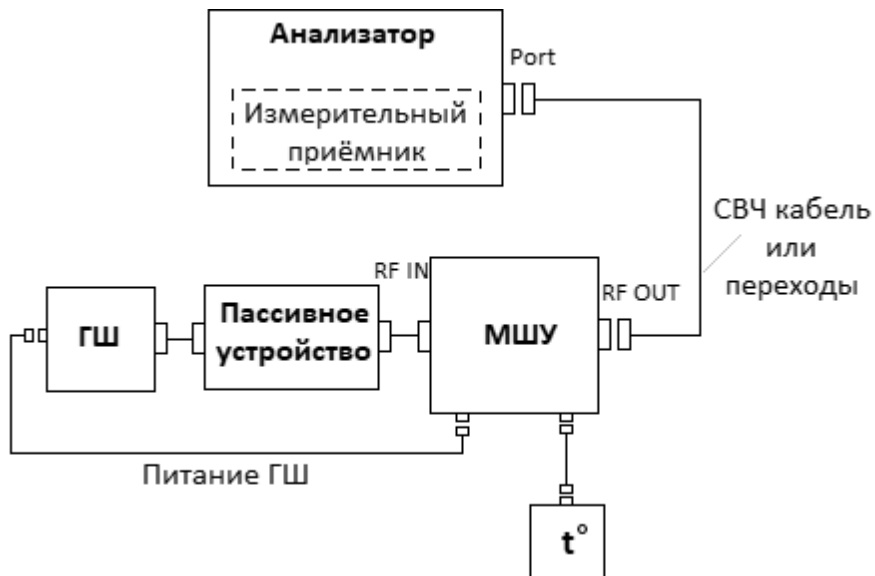


Рисунок 1 – Схема измерений коэффициента шума приёмника

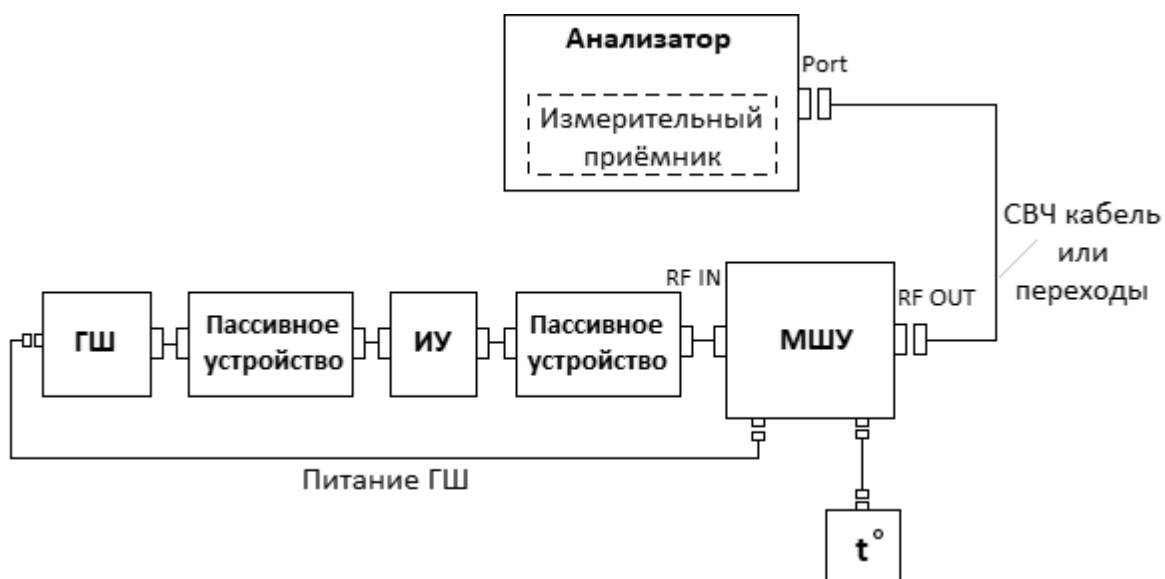


Рисунок 2 – Схема измерений коэффициента шума каскадного соединения устройства и приёмника

### Общие рекомендации для лучшей компенсации приёмника (ИУ: КШ < 2 дБ, КУ ≈ 10 дБ)

- Усилитель может подключаться к порту анализатора с помощью кабеля. Потери между выходом усилителя и портом анализатора не должны

приводить к ухудшению собственного шума приёмника, превышающем 12 дБ.

- ИОШТ генератора шума должна быть по крайней мере на 3 дБ выше собственного шума приёмника.

### Ограничения метода

- Измерение КШ в  $Z_0$  тракте. Шумовые параметры не определяются.
- Не учитывается изменение  $F_{rec}$  при изменении входного импеданса, хотя  $\Gamma_H \cong \Gamma_C$  отличается от  $\Gamma_{OUT}$ :  $F_{REC}(\Gamma_H) \cong F_{REC}(\Gamma_C) \cong F_{REC}(\Gamma_{OUT})$ .
- При калибровке и измерении  $\Gamma_H \cong \Gamma_C, F(\Gamma_H) \cong F(\Gamma_C)$
- Использование  $G_{INS}$  вместо  $G_A$  при расчете КШ каскадного соединения.

## Технические характеристики

### Характеристики анализаторов цепей векторных с опцией NF

Таблица 4 – Характеристики анализаторов совместно с МШУ

Параметр	Значение
Диапазон рабочих частот, МГц:  AMP-20-LSU	  от 1000 до 20000
Пределы допускаемой относительной погрешности установки частоты внутреннего опорного генератора	$\pm 2 \cdot 10^{-6}$
Номинальная ширина полосы пропускания фильтра ПЧ, МГц	1
Максимальная ширина полосы пропускания фильтра ПЧ, МГц	2
Верхняя граница линейности амплитудной характеристики измерительных приёмников, дБм	-2
Собственный коэффициент шума, дБ, не более:  AMP-20-LSU	  12 (10 тип.)
Диапазон измерений коэффициента шума, дБ:  при ИОШТ генератора шума от 4 до 7 дБ  при ИОШТ генератора шума от 12 до 17 дБ  при ИОШТ генератора шума от 20 до 22 дБ	  от 0 до 10  от 0 до 20  от 0 до 25
Диапазон измерений коэффициента передачи при использовании ГШ с номинальным значением ИОШТ 15 дБ, дБ:  Ступень 2 МШУ  Ступень 3 МШУ	  от 20 до 35  от -10 до 20



Параметр	Значение
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерения коэффициента шума и коэффициента передачи из-за нелинейности измерительного тракта, дБ	±0,10
Среднее квадратическое отклонение результата измерения мощности шума, дБ	0,05
Коэффициент отражения входа, дБ, не более	-10
<p>Примечания:</p> <p>1 Собственный коэффициент шума определяется при максимальном коэффициенте усиления МШУ и вносимом ослаблении между выходом МШУ и входом анализатора не более 4 дБ.</p> <p>2 Динамический диапазон измерений коэффициента передачи с помощью анализатора цепей не менее 100 дБ. Погрешность измерений приведена в руководстве по эксплуатации на конкретную модель.</p> <p>3 Среднее квадратическое отклонение результата измерения мощности шума определяется при максимальном коэффициенте усиления МШУ и шумовом усреднении не менее 50.</p>	

---

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Технические характеристики анализатора цепей векторного приведены в его руководстве по эксплуатации.

---

## Общие сведения

### Необходимость измерений коэффициента шума

Усилительные и приемные устройства играют важную роль в обработке радиосигналов. Эти устройства могут использоваться в беспроводных сетях, радиосвязи, спутниковой связи и других радиотехнических устройствах. Одним из этапов проектирования, тестирования и эксплуатации таких устройств является измерение и оценка КШ.

### Важность измерений коэффициента шума в радиотехнике

Эффективность приема	Коэффициент шума усилителя или приёмника указывает на то, насколько этот усилитель способен усилить полезный сигнал по сравнению с внутренними шумами и искажениями. Низкий коэффициент шума позволяет более эффективно и четко получать и обрабатывать слабые радиосигналы, особенно в условиях высокого отношения сигнал/шум.
Чувствительность и дальность приема	Низкий коэффициент шума позволяет увеличить чувствительность приёмника и расширить дальность его приема. Это важно, например, для радиосвязи, радиолокации и спутниковых систем, где слабые сигналы могут передаваться на большие расстояния.
Качество и четкость сигнала	Низкий уровень шума помогает сохранить качество и четкость сигнала, особенно при приеме аналоговых сигналов, таких как аудио и видео. Это важно, например, в радиовещании и телевидении.
Спектральная чистота	Высокий коэффициент шума усилителя может способствовать спектральным искажениям сигнала. Измерение коэффициента шума позволяет контролировать и минимизировать такие искажения, что важно в приёмниках, работающих в плотных радиочастотных диапазонах.
Экономия энергии	Усилители и приёмники с более низким коэффициентом шума обычно потребляют меньше энергии. Это важно в мобильных устройствах, беспроводных коммуникациях и других

	<p>приложениях, где эффективное использование энергии играет важную роль.</p>
<p>Соответствие стандартам</p>	<p>В некоторых случаях существуют стандарты и нормативы, которым должны соответствовать устройства радиосвязи и радиолокации. Измерение и документирование коэффициента шума помогает подтвердить соответствие этим стандартам.</p>

## Коэффициент шума

Основным требованием, предъявляемым к приемным устройствам, является способность приема слабых сигналов.

Многочисленные исследования посвящены уточнению критериев и определению параметров, характеризующих чувствительность — способность устройств обнаруживать полезные сигналы на фоне собственных шумов. Понятие «чувствительность» до сих пор трактуется неоднозначно в литературе. В одних случаях его ассоциируют с усилением приёмника, необходимым для получения на выходе сигнала заданного уровня, в то время как в других случаях связывают с пределом различимости сигнала, определяемым собственным шумом приемного тракта.

Коэффициент шума (далее – КШ) является одним из ключевых параметров, характеризующих чувствительность. Этот параметр уникален тем, что применим не только для описания всей приемной системы, но также для оценки ее отдельных компонентов.

---

Основные термины и определения приведены в источниках:

- Friis H.T. Noise Figures of Radio Receivers // Proc. of the IRE, July, 1944.
- IEEE

**ПРИМЕЧАНИЕ** Теоретические основы измерений КШ приведены в источниках:

- Алмазов-Долженко К.И. Коэффициент шума и его измерение на СВЧ. – М.: «Научный мир», 2000.
- Белоусов А.П., Каменецкий Ю.А. Коэффициент шума. – М.: «Радио и связь», 1981.

---

### Определение КШ, предложенное Фриисом

КШ – это число, показывающее, во сколько изменяется (уменьшается) отношение сигнал/шум на выходе четырехполюсника по сравнению с отношением сигнал/шум на его входе:

$$F = \frac{S_{IN}/N_{IN}}{S_{OUT}/N_{OUT}},$$

где  $S_{IN}/N_{IN}$  – отношение сигнал/шум на входе четырехполюсника;

$S_{OUT}/N_{OUT}$  – отношение сигнал/шум на выходе четырехполюсника;

$S$  и  $N$  – номинальные мощности сигнала и шума, Вт.

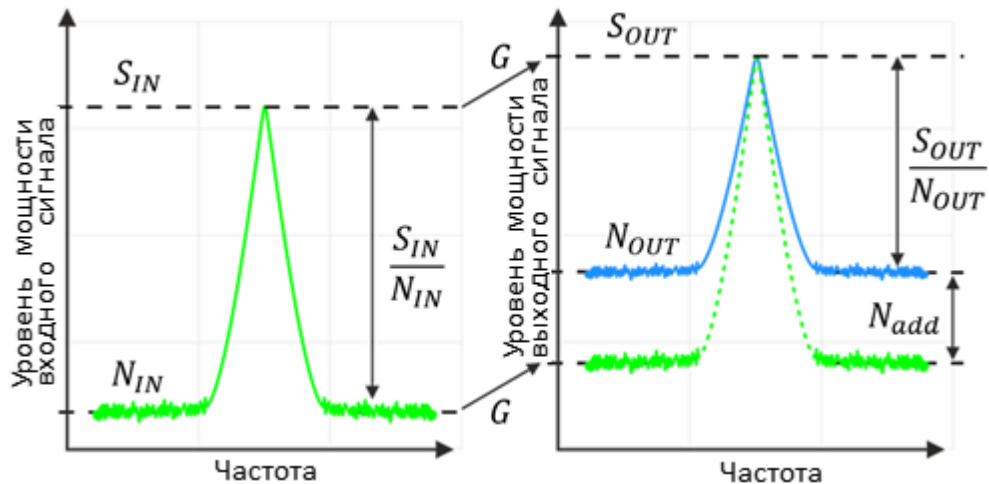


Рисунок 3 – Отношение сигнал/шум на входе и выходе четырехполюсника

Чем больше собственных шумов вносит четырехполюсник, тем больше его КШ. Для идеального четырехполюсника, не имеющего собственных шумов, КШ принимает минимально возможное значение, равное единице.

КШ может быть выражен в дБ:

$$NF = 10 \log(F)$$

В электронных приборах имеется большое разнообразие источников шумовых сигналов. Существуют шумы тепловые, дробовые, токораспределения, генерационно-рекомбинационные, шумы газового разряда и другие. Для единообразия подхода часто выделяют наиболее распространённые – тепловые шумы, а все остальные виды эквивалентно сводят к тепловым. Далее в настоящем описании предполагается, что шумы являются тепловыми, и применяется соответствующий математический аппарат для их описания.

Деграцию сигнал/шум можно записать в другой форме:

$$F = \frac{S_{IN}/N_{IN}}{S_{OUT} \cdot G/N_{OUT}} = \frac{1}{G} \frac{N_{OUT}}{N_{IN}} = \frac{kTBG + N_{add}}{kTBG} = 1 + \frac{N_{add}}{kTBG},$$

где  $N_{IN} = kTB$  – номинальная мощность источника тепловых шумов, выведенная Найквистом, Вт. Формула является фундаментальной и определяет закон передачи шумовой мощности в нагрузку при условии согласования.  $N_{IN}$  зависит от температуры  $T$  и не является функцией от импеданса нагрузки.

$G$  – номинальный коэффициент усиления четырехполюсника;

$N_{add} = kT_eBG$  – добавочная мощность шума, возникающего в цепях устройства, Вт;

$N_{OUT} = kTBG + N_{add}$  – полная выходная шумовая мощность, Вт;

$k$  – постоянная Больцмана, Дж/К;

$B$  – полоса частот, Гц.

Институт инженеров электротехники и электроники стандартизировал температуру, при которой должен определяться коэффициент шума. Это температура называется стандартной и равна 290 К, обозначение  $T_0$ . Согласно отечественным стандартам  $T_0$  составляет 293 К. Стоит обратить внимание, что в приведенном ниже выражении КШ определяется как отношение мощностей шума:

$$F = \frac{kT_0BG + N_{add}}{kT_0BG} = 1 + \frac{kT_eBG}{kT_0BG} = 1 + \frac{T_e}{T_0},$$

$$T_e = (F - 1)T_0,$$

где  $T_e$  – эквивалентная шумовая температура, К (определение приведено ниже).

Данное определение КШ предполагает, что на входе помимо источника со стандартной температурой  $T_0$  находится дополнительный источник теплового шума с эквивалентной температурой  $T_e$ .

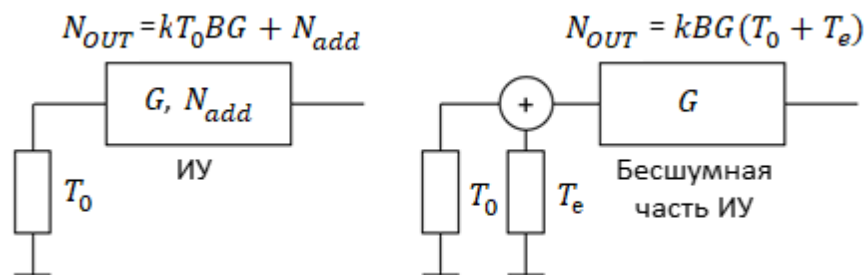


Рисунок 4 – Графическая интерпретация входной шумовой температуры

КШ, как правило, является функцией частоты и обычно не зависит от полосы (при условии, что полоса измерения достаточно узкая по сравнению с вариациями по частоте).

## Альтернативное определение КШ

Полная входная шумовая мощность с учетом того, что входной шум и добавочный, пересчитанный ко входу, являются некоррелированными:

$$N_{add,IN} = kT_0B(F - 1)$$
$$N_{full,IN} = kT_0B + N_{add,IN} = kT_0BF$$

Полная мощность на входе бесшумной части устройства увеличивается относительно  $kT_0B$  в  $F$  раз.

КШ – это число, показывающее во сколько раз увеличивается входная шумовая мощность.

Ниже приведем определения параметров, используемых при измерении КШ.

Спектральная плотность мощности шума представляет собой мощность, приходящую на единицу полосы частот при равномерном спектральном распределении шума в этой полосе:

$$\rho_N = \frac{P_N}{B} = \frac{kTB}{B} = kT,$$

где  $P_N$  – номинальная мощность источника тепловых шумов, Вт;

$\rho_N$  – спектральная плотность мощности шума (СПМШ), Вт/Гц.

Также используется безразмерная величина, которая называется относительной СПМШ, и представляет собой СПМШ, выраженную в единицах  $kT_0$ :

$$\rho'_N = \frac{\rho_N}{kT_0},$$

где  $\rho'_N$  – относительная СПМШ, отн. ед.

На практике часто используется не весь сигнал шумового генератора, а лишь его часть, превышающая по СПМШ уровень  $kT_0$ . Это величина называется избыточной СПМШ и выражается формулой:

$$\rho''_N = \frac{\rho_N - kT_0}{kT_0},$$

где  $\rho''_N$  – избыточная СПМШ, отн. ед.

Как видно, СПМШ теплового излучателя является величиной, зависящей только от температуры. Имея это в виду, можно говорить не только о мощности шума и СПМШ, но также о шумовой температуре любых источников шума. При этом под шумовой температурой следует понимать либо реальную (физическую) температуру тепловых шумовых источников, либо эквивалентную температуру для источников другого происхождения.

Эквивалентная шумовая температура источника шума  $T_e$  на определённой частоте – это температура равномерно нагретого резистора, СПМШ которого равна СПМШ рассматриваемого источника.

Относительная шумовая температура равна отношению шумовой температуры рассматриваемого источника к шумовой температуре теплового источника, находящегося при стандартной температуре в той же полосе частот:

$$t = \frac{T_e}{T_0}$$

Используется также понятие «избыточная относительная шумовая температура» (ИОШТ), описывающее шум источника над уровнем шума, соответствующим стандартной температуре:

$$t' = \frac{T_e - T_0}{T_0}$$

Относительная СПМШ и относительная избыточная СПМШ численно соответственно равны относительной шумовой температуре и относительной избыточной шумовой температуре.

Параметры СПМШ и шумовая температура, также, как и мощность шума, могут рассматриваться при различных условиях согласования. При выполнении условий полной передачи мощности в нагрузку СПМШ и шумовая температура носят название номинальных.

Результат измерений  $M$ , полученный приёмником анализатора, представляет собой комплексный отсчет:

$$M = X + iY,$$

где  $X, Y$  – при измерении шума – это независимые [гауссовские случайные величины](#), имеющие нулевые математические ожидания  $m$  и одинаковые дисперсии  $\sigma^2$ . На рисунке 5 зеленые кривые, отображающие реальную и мнимую часть, имеют средние значения, стремящиеся к нулю, и СКО, приблизительно равные  $5,4 \cdot 10^{-3}$ .



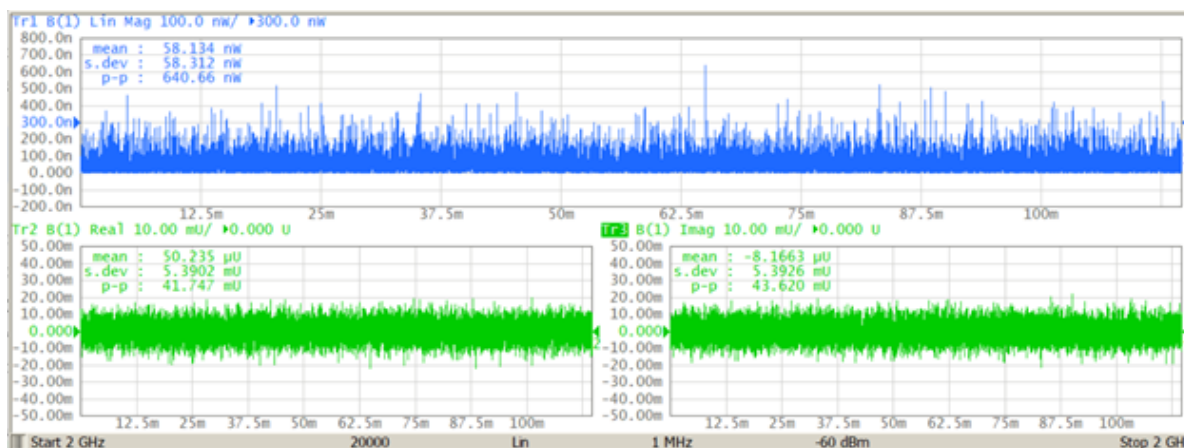


Рисунок 5 – Пример измерений мощности на частоте 2 ГГц

При вычислении мощности шума используется выражение:

$$Z = X^2 + Y^2$$

Амплитудная флуктуация  $Z$  имеет экспоненциальное распределение, которое обладает практичным статистическим свойством. Математическое ожидание  $M$  и среднее квадратическое отклонение  $STD$  данного распределения равны между собой. Для оценки можно использовать:

$$M(Z) = STD(Z) \sim 2 \cdot \sigma^2$$

Программа NF определяет оба этих значения. В случае нарушения равенства моментов случайной величины  $Z$  программа выдает предупреждения, которое можно рассматривать, как рекомендацию к проверке схемы измерений. Нарушение равенства может быть связано с перегрузкой приемного тракта или интерференцией сигналов на входе приёмника из-за слабых изоляционных свойств исследуемого устройства. Примером может быть случай, когда сигналы сотовой связи или беспроводных технологий передачи информации попадают на вход устройства, усиливаются и блокируют приёмник.

## Анализаторы цепей векторные

Измерение коэффициента шума, а именно мощности шумового сигнала, выполняется с помощью измерительного приёмника векторных анализаторов цепей производства ООО «ПЛАНАР». В тексте настоящего описания под термином «стандартный анализатор» или «стандартный приёмник» следует понимать измерительный прибор или его часть, разработанные и адаптированные под измерение S-параметров радиотехнических устройств.

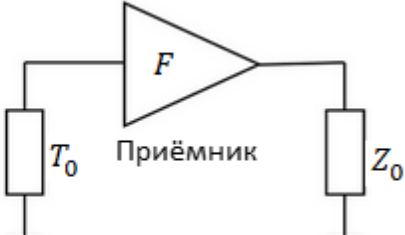
Стандартный приёмник выполнен по супергетеродинной схеме без преселектора. Его входная цепь – это группа выделения сигналов, представляющая собой пассивное устройство с потерями, приблизительно равными 15...20 дБ. Распределение усиления в тракте приёмника выбрано так, чтобы обеспечить прием сигналов в широком динамическом диапазоне, значительно превышающем 100 дБ. Уровень собственного шума составляет порядка -135 ... -140 дБм/Гц в зависимости от модели анализатора. Если говорить в терминах КШ, то получается, что КШ стандартного приёмника близок к 40 дБ.

Используя ранее указанную формулу (см. п. [Коэффициент шума](#)), вычислим мощность шума, приведенную к входу приёмника в полосе 1 МГц (см. рисунок ниже):

$$N_{IN} = kT_0BF \approx -74 \text{ дБм}$$

$B = 1 \text{ МГц}$   
 $F = 40 \text{ дБм}$

$N_{IN} = kT_0BF \approx -74 \text{ дБм}$



The diagram shows a circuit model for a receiver's input. On the left, a vertical rectangle represents a noise source labeled  $T_0$ . A horizontal line connects this source to the input of a triangular block representing the receiver, labeled 'Приёмник' and containing the letter 'F'. From the output of the receiver, another horizontal line connects to a second vertical rectangle representing a load impedance labeled  $Z_0$ . Both the noise source and the load impedance are connected to a common ground line at the bottom.

Рисунок 6 – Входная мощность шума стандартного приёмника в полосе 1 МГц

Входная мощность шума стандартного приёмника получается слишком высокой для прямого определения КШ устройств. К примеру, в той же полосе частот мощность на выходе усилителя с коэффициентом 10 дБ и температуре  $T_N$  будет составлять порядка -90 дБм, практически на 20 дБ меньше уровня собственных шумов приёмника.

Для увеличения чувствительности анализатора опция NF включает в себя и аппаратную часть – внешний малозумящий усилитель (см. п. [Малозумящие усилители](#)).

Сравнительная таблица параметров измерителя коэффициента шума со специализированным шумовым приёмником и векторного анализатора цепей со стандартным приёмником позволяет проанализировать, какие параметры соответствуют требованиям, а какие не позволяют измерять КШ только с помощью анализатора, а также что необходимо добавить для проведения измерений КШ.

Таблица 5 – Сравнение измерителя КШ и векторного анализатора цепей

<b>Измеритель коэффициента шума Шумовой приёмник</b>	<b>Векторный анализатор цепей Стандартный приёмник</b>	<b>Примечание</b>
Высокая чувствительность	Низкая чувствительность	Аппаратная часть NF: МШУ с переключаемыми ступенями усиления.
Возможность измерения мощности шума	Возможность измерения мощности шума	Соответствует
Стабильный приёмник:  Стабильный результат измерений мощности шума во времени	Стабильный приёмник:  Стабильный результат измерений мощности шума во времени	Соответствует
Линейная динамическая характеристика приёмника	Линейная динамическая характеристика приёмника	Соответствует
Наличие преселектора	Отсутствие преселектора	Аппаратная часть NF: МШУ с банком фильтров  Программная часть NF: Математический аппарат вычисления коэффициента усиления разными способами

Измеритель коэффициента шума Шумовой приёмник	Векторный анализатор цепей Стандартный приёмник	Примечание
Управление генератором шума	Отсутствие управления генератором шума	Аппаратная часть NF: МШУ с выходом для управления ГШ
Метод Y-фактор	Метод не реализован	Программная часть NF: Математический аппарат вычисления КШ
Встроенные переключаемые аттенюаторы для регулировки усиления в приемном тракте	Дополнительные внешние устройства	Программная часть NF: Учет параметров внешних пассивных устройств
Возможность измерения температуры окружающей среды	Отсутствие возможности измерения температуры окружающей среды	Аппаратная часть NF: МШУ со входом для подключения датчика температуры

## Малозумящие усилители

МШУ предназначены для увеличения чувствительности анализаторов цепей векторных и выполняют функцию предварительных усилителей.

Расширение нижней границы динамической характеристики анализаторов путем увеличения чувствительности предоставляет возможность измерения коэффициента шума.

Упрощенная структурная схема МШУ приведена на рисунке ниже. В зависимости от модели структура и внешний вид могут незначительно отличаться. Описание моделей МШУ см. в п. [Предусилители для измерения коэффициента шума](#).



Рисунок 7 – Структурная схема AMP-20-LSU

На входе и выходе МШУ установлена схема защиты от электростатических разрядов. Устройства имеют встроенный переключатель, обеспечивающий выбор между подключением усилителей мощности и работой «на проход». Описание режимов работы представлено в методах измерений (см. п. [Методы измерений](#)). МШУ имеют несколько ступеней усиления и банк фильтров (зависит от модели) для преселекции входных сигналов.

Питание МШУ осуществляется от внешнего источника постоянного тока. Для связи с персональным компьютером и управления используется интерфейс USB.

МШУ подключается к измерительному порту анализатора напрямую, с помощью кабеля СВЧ или перехода с соответствующими типами соединителей. Выбор ступени усиления выполняется в зависимости от параметров исследуемого устройства. МШУ оснащен соединителем для подключения внешнего датчика температуры. МШУ имеет встроенный модулятор 28 В для управления ГШ по заданному в программе NF алгоритму. Допускается подключение усилителей к переключкам прямого доступа, размещенным на передней панели анализатора. Однако, в этом случае, следует уделять особое внимание предотвращению перегрузки приёмника. В общем, КУ усилителей

подобран так, чтобы обеспечить уровень собственного шума системы менее 10 дБ и гарантировать приемлемый уровень флуктуации результата измерений.

Далее по тексту под приёмником будем понимать каскадное соединение анализатора и МШУ, работающие как единое средство для определения мощности шумового сигнала.

Стандартный приёмник не выполняет преселекцию входных сигналов. Это означает, что прием будет выполняться на частотах, равноудаленных от гармоник гетеродина на промежуточную частоту IF.

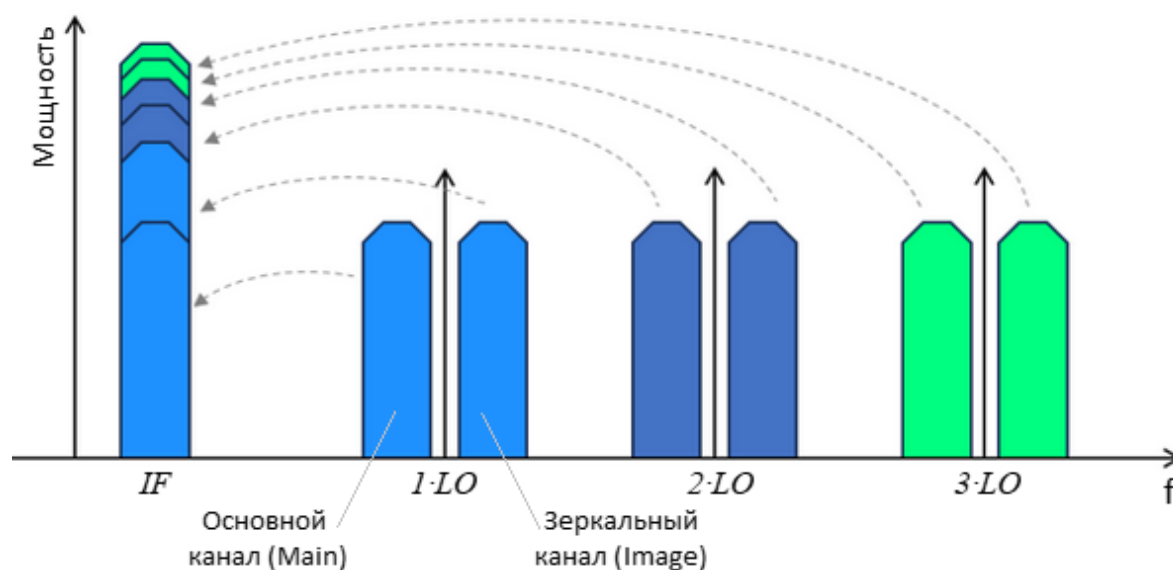


Рисунок 8 – Схематичное представление приема шумовых сигналов

На промежуточную частоту перенесутся сигналы, находящиеся в основном и зеркальном каналах приема для каждой гармоники гетеродина.

Банк фильтров предназначен для фильтрации сигналов только на гармониках. Компенсация зеркального канала не происходит.

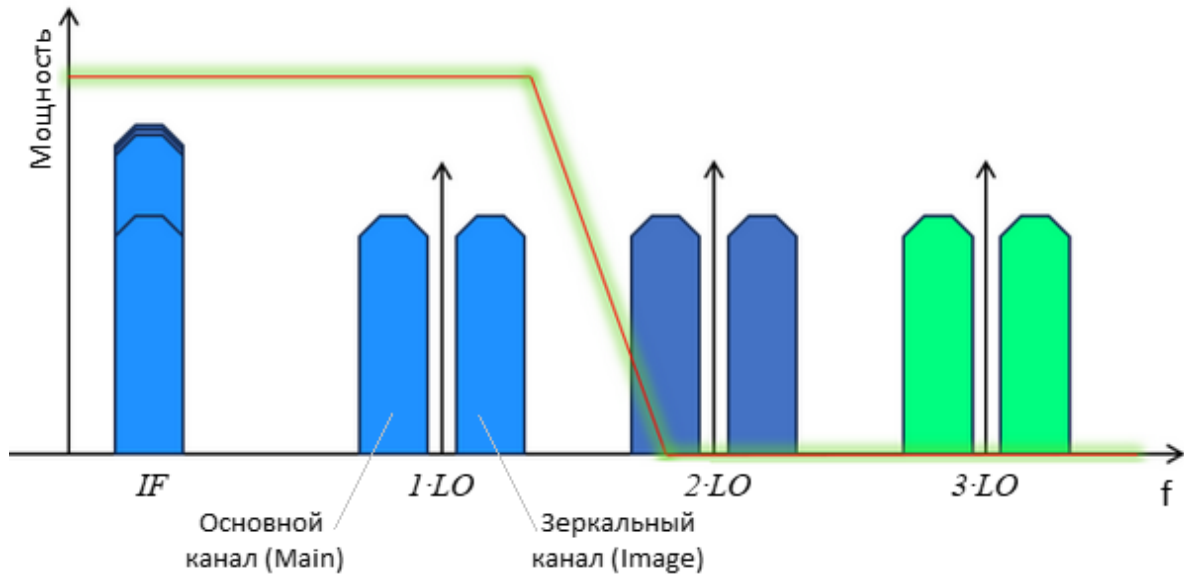


Рисунок 9 – Схематичное представление приема шумовых сигналов с преселекцией

После преселекции мощность шума, регистрируемая приёмником, будет представлять собой сумму основного  $B_{Main}$  и зеркального  $B_{Image}$  каналов, а также частично из побочных каналов  $B_{Harm}$ .

$$N_{OUT} = kG(T_0 + T_e) \sum_i B_i$$

$$\sum_i B_i = B_{Main} + B_{Image} + \sum_i B_{Harm} \cong 2B_{Main}$$

Следует отметить, что анализаторы в отличие от классических измерителей коэффициента шума способны измерять S-параметры используемых устройств. Это открывает ряд преимуществ:

- появляется возможность измерения мощности шума с учетом эффекта рассогласования в тракте;
- коэффициент усиления может быть определен по результатам измерений S-параметров;
- появляется возможность вычисления номинального и вносимого коэффициента усиления для коррекции по формуле Фрииса (см. п. [Определение КШ, предложенное Фриисом](#));
- могут быть определены шумовые параметры, а не только КШ.

## Генераторы шума

При измерении необходимо использовать источник шума, который имеет два температурных состояния: высокотемпературное состояние  $T_H$  и низкотемпературное состояние  $T_C$ .

В качестве требуемого источника шума рекомендуется применять полупроводниковые ГШ. Управление ГШ в опции NF, т.е. включение и выключение, осуществляется с МШУ.

Как средства измерений, полупроводниковые ГШ предназначены для использования в качестве меры перепада спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения. Устройства используются совместно с приборами, обеспечивающими режим измерений коэффициента шума.

По результатам градуировки ГШ заполняется таблица частотной зависимости избыточной относительной шумовой температуры (ИОШТ или ENR).



## Методы измерений

Методы, реализованные в программе NF приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Методы в программе NF

Методы	Источник шумового сигнала
Y-фактор	ГШ
Y-фактор с учётом эффекта рассогласования	ГШ

### Метод Y-фактор

Последовательность действий
Измерение собственного коэффициента шума приёмника
Измерение коэффициента шума каскадного соединения «Исследуемое устройство + приёмник»
Вычисление коэффициента шума устройства

Нужно знать
ИОШТ генератора шума совместно со стандартной температурой
Температуру окружающей среды
S-параметры используемых переходов для подключения генератора шума и исследуемого устройства
Коэффициенты отражения генератора шума во включенном и выключенном состояниях (для Y-фактор с коррекцией)
Коэффициент отражения входа приёмника (для Y-фактор с коррекцией)

Основные схемы измерений приведены на рисунках 10 и 11.

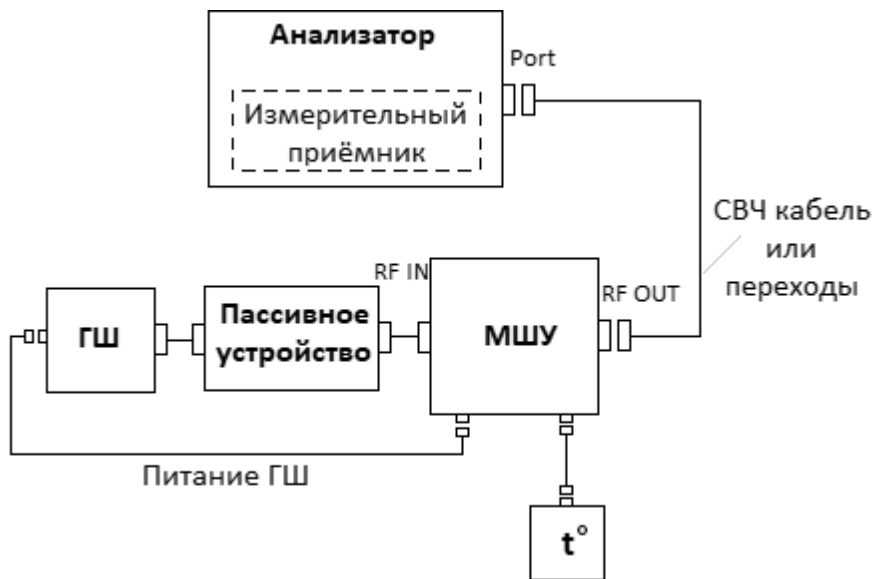


Рисунок 10 – Схема измерений коэффициента шума приёмника

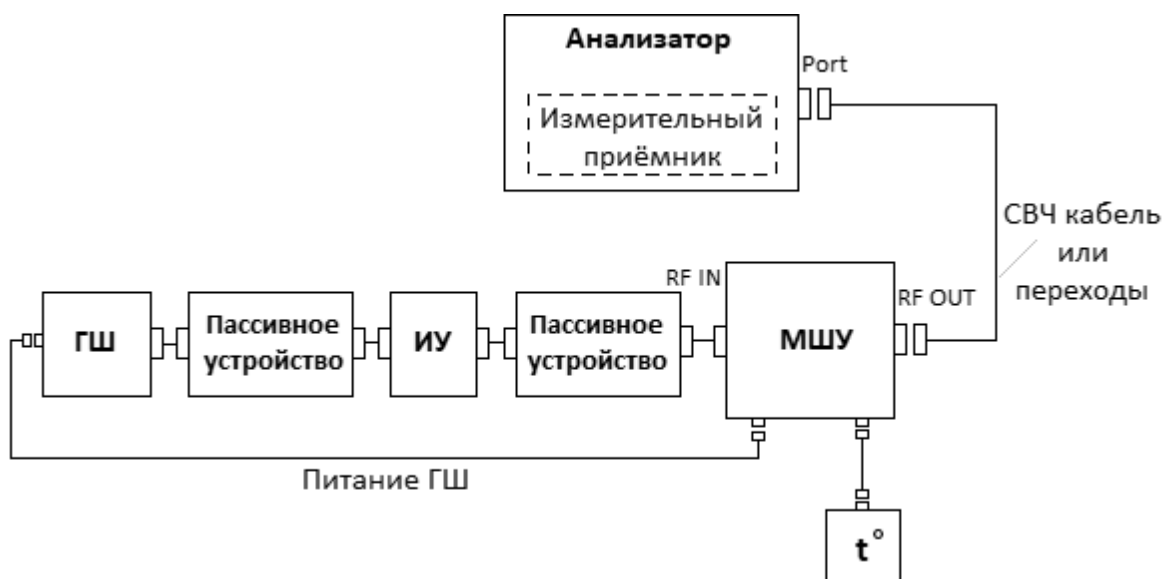


Рисунок 11 – Схема измерений коэффициента шума каскадного соединения устройства и приёмника

### Общие рекомендации для лучшей компенсации приёмника (ИУ: КШ < 2 дБ, КУ ≈ 10 дБ)

- Усилитель может подключаться к порту анализатора с помощью кабеля. Потери между выходом усилителя и портом анализатора не должны приводить к ухудшению собственного шума приёмника, превышающем 12 дБ.
- ИОШТ генератора шума должна быть по крайней мере на 3 дБ выше собственного шума приёмника.

## Ограничения метода

- Измерение КШ в  $Z_0$  тракте. Шумовые параметры не определяются.
- Не учитывается изменение  $F_{rec}$  при изменении входного импеданса, хотя  $\Gamma_H \cong \Gamma_C$  отличается от  $\Gamma_{OUT}$ :  $F_{REC}(\Gamma_H) \cong F_{REC}(\Gamma_C) \cong F_{REC}(\Gamma_{OUT})$ .
- При калибровке и измерении  $\Gamma_H \cong \Gamma_C, F(\Gamma_H) \cong F(\Gamma_C)$
- Использование  $G_{INS}$  вместо  $G_A$  при расчете КШ каскадного соединения.

## Метод Y-фактор

Для реализации метода Y-фактор необходимо использовать источник шума, который имеет два температурных состояния: высокотемпературное состояние  $T_H$  и низкотемпературное состояние  $T_C$ .

В качестве требуемого источника шума рекомендуется применять полупроводниковые ГШ (см. п. [Генераторы шума](#)).

Принцип действия полупроводниковых ГШ основан на возникновении СВЧ шумового сигнала при электрическом пробое р-п перехода твердотельного лавинно-пролетного диода (ЛПД). Конструктивно такие ГШ состоят из стабилизатора тока, генераторной секции и аттенюатора. Стабилизатор тока обеспечивает режим работы ЛПД – основного элемента генераторной секции. Аттенюатор предназначен для уменьшения мощности шума до заданного уровня и улучшения согласования выхода СВЧ генератора.

Полупроводниковые ГШ нашли широкое применение благодаря стабильности параметров во времени, приемлемому уровню выходного согласования, простоте эксплуатации, малогабаритности и электропотреблению. Управление ГШ в опции NF, т.е. включение и выключение, осуществляется с МШУ.

Как средства измерений, полупроводниковые ГШ предназначены для использования в качестве меры перепада спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения при работе с приборами, обеспечивающими режим измерений коэффициента шума.

По результатам градуировки ГШ заполняется таблица частотной зависимости избыточной СПМШ или ИОШТ (ENR - excess noise ratio), что в целом одно и то же, но с некоторым изменением расчетной формулы:

$$ENR[lin] = \frac{T_H - T_C}{T_0},$$

$$ENR[dB] = 10 \cdot \log\left(\frac{T_H - T_C}{T_0}\right),$$

где  $T_H$  – высокотемпературное состояние, когда ГШ включен, К;

$T_C$  – низкотемпературное состояние, когда ГШ выключен, К;

$T_0$  – стандартная температура, К.

Температура  $T_H$  при известном ENR может быть вычислена по формуле:

$$T_H = ENR \cdot T_0 + T_C$$

В тексте настоящего описания температура  $T_C$  будет равна температуре окружающей среды – единой температуре, при которой выполняется измерение КШ. Программа NF не подразумевает использование других температур, связанных с приёмником анализатора или отдельными точками на корпусе исследуемого устройства. Определение КШ выполняется при заданных  $T_C$  и  $T_0$ .

Программа NF позволяет учитывать температуру окружающей среды и допускает проведение измерений КШ в этих условиях. Но стоит обратить внимание, что согласно определению института инженеров электротехники и электроники, КШ должен быть определен при стандартной температуре. Температурная коррекция лишь математически отражает изменение КШ исследуемого устройства, физически, тем более для активных устройств, компенсация будет выполнена с погрешностью. Следует использовать данный режим измерений при определении рабочего КШ.

Суть метода Y-фактор заключается в измерении отношения мощности шума на выходе исследуемого устройства, когда ГШ включен, к измеренной мощности шума на выходе устройства, когда ГШ выключен. Включение и выключение ГШ осуществляется автоматически в каждой частотной точке.

Приведем выражение для расчета мощности шума на выходе исследуемого устройства при подключении на вход источника шума с температурой  $T$ :

$$P_T = kB \cdot \{T + T_e\} \cdot G \cdot MM,$$

$$MM = \frac{1 - |\Gamma_S|^2}{|1 - \Gamma_{IN}\Gamma_S|^2}, \quad \Gamma_{IN} = S_{11} + \frac{S_{21}S_{12} \cdot \Gamma_{rec}}{1 - S_{22} \cdot \Gamma_{rec}}$$

где  $G$  – коэффициент усиления ИУ по мощности;

$T_e$  – эквивалентная шумовая температура ИУ, К;

$\Gamma_S$  – коэффициент отражения источника шума;

$\Gamma_{IN}$  – коэффициент отражения входа ИУ, подключённого к приёмнику;

$\Gamma_{rec}$  – коэффициент отражения приёмника.

Мощность шума определяется с помощью измерительного приёмника анализатора цепей в контексте характеристического импеданса  $Z_0$ , равного 50 Ом. Составляющая  $MM$  компенсирует эффект рассогласования в плоскости подключения источника шума к исследуемому устройству.

Полагая, что эквивалентная шумовая температура связана с КШ формулой:

$$T_e = (F - 1)T_0$$

можно переписать выражение:

$$P_{OUT}(T) = kB \cdot \{T + (F - 1)T_0\} \cdot G \cdot MM$$

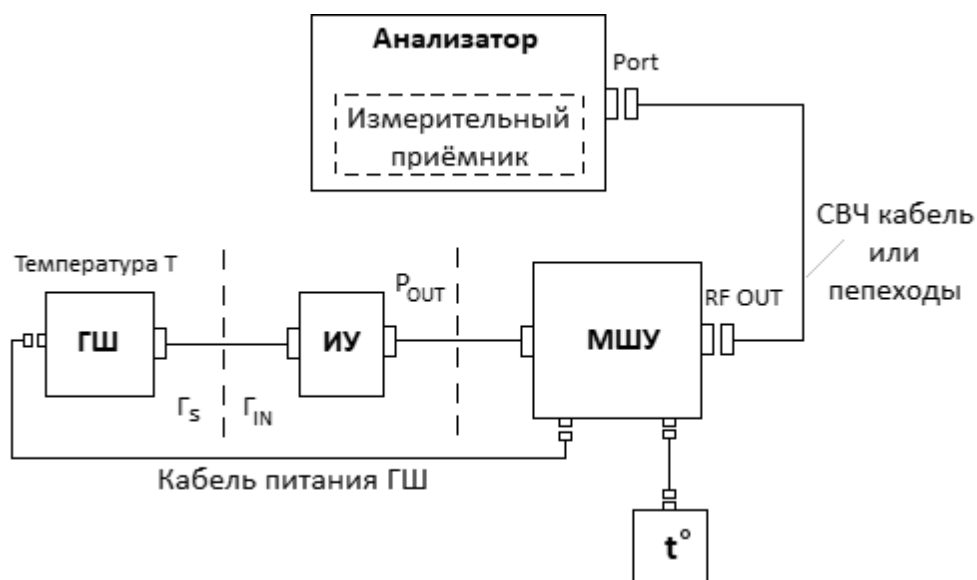
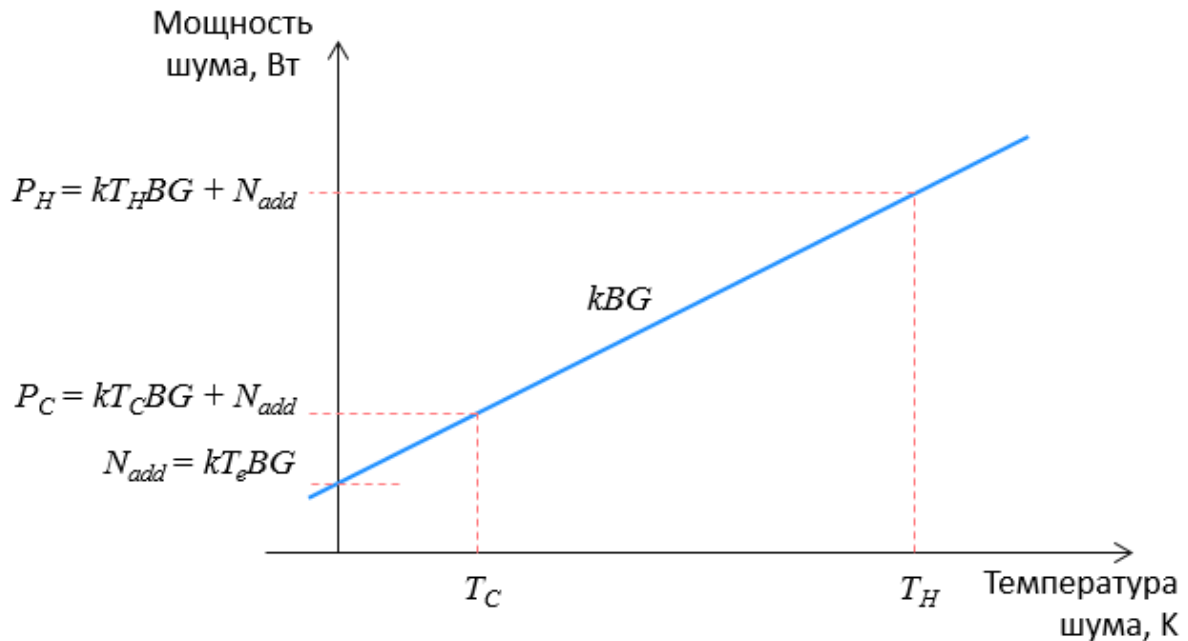


Рисунок 12 – Схема измерений мощности шума

Мы получили базовое выражение для расчета мощности шума  $P_{OUT}(T)$  с учетом эффекта рассогласования в тракте с характеристическим импедансом  $Z_0$  и ввели основное определение  $ENR$ .

Для реализации метода Y-фактора необходимо измерить отношение  $Y = P_H/P_C$  и, зная исходный перепад мощностей на входе устройства, который задает ГШ, определить коэффициент шума данного устройства.



Зависимость мощности шума от температуры определяется крутизной, равной  $kBG$

Рисунок 13 – Графическое представление мощностей при включенном ГШ  $P_H$ , выключенном ГШ  $P_C$  и добавочной мощности шума  $N_{Add}$

Последовательность измерений состоит из двух основных этапов:

- **Первый этап** – определение параметров приёмника (см. п. [Первый этап](#));
- **Второй этап** – измерение КШ каскадного соединения устройства плюс приёмник и расчет КШ устройства по формуле Фрииса (см. п. [Второй этап](#)).

В качестве промежуточного этапа можно считать процесс измерений S-параметров используемых пассивных устройств для подключения генератора шума и исследуемого устройства, а также коэффициентов отражения ГШ и приёмника для учета эффекта рассогласования.

Программа NF имеет два отдельных режима измерений КШ методом Y-фактор:

- без учета погрешности рассогласования при определении мощностей  $P_H$  и  $P_C$ ;
- с учетом данного эффекта.

В зависимости от выбранного режима мастер проведения измерений будет предлагать разный набор измерений S-параметров используемых устройств.

## Первый этап

Первый этап, который часто называют калибровкой – это измерение коэффициента шума приёмника. Схема измерений приведена на рисунке 14.

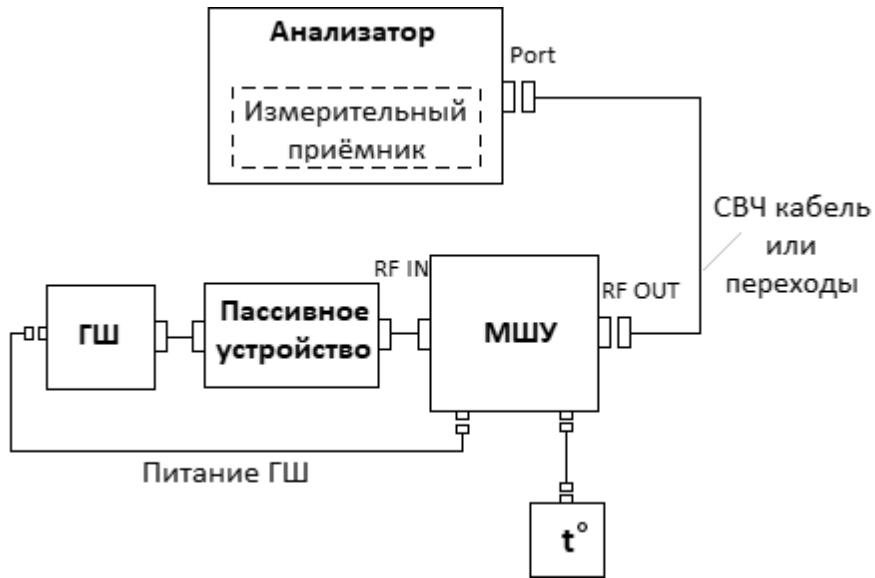


Рисунок 14 – Схема измерений коэффициента шума приёмника

Для выполнения калибровки необходимо подключить ГШ к входу приёмника. На каждой частотной точке ГШ будет включаться и выключаться, устанавливая высокотемпературное состояние  $T_H$  и низкотемпературное –  $T_C$  (см. рисунок ниже). Для подключения ГШ к приёмнику могут потребоваться переходы, кабели СВЧ, переключатели, аттенюаторы или другое пассивное устройство, обеспечивающее соединение. Программа NF позволяет учитывать S-параметры данного устройства, автоматически пересчитывая ENR ГШ и его коэффициенты отражения при включенном и выключенном состоянии.

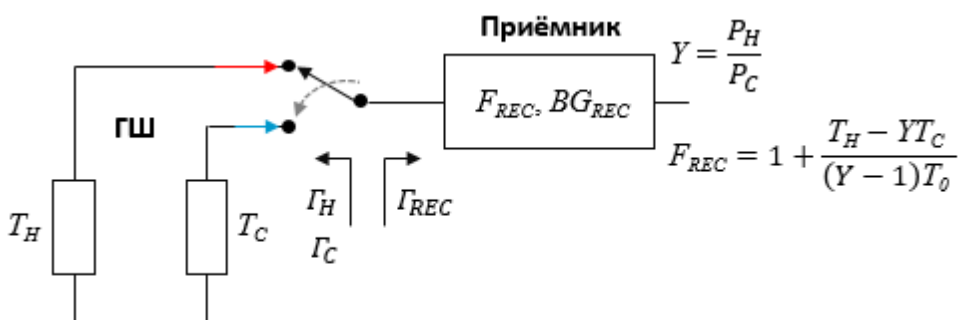


Рисунок 15 – Графическое представление калибровки приёмника



Выражения для расчета мощности шума при двух состояниях ГШ:

$$P_H = kB \cdot \{[F - 1] \cdot T_0 + T_H\} \cdot G_{REC} \cdot \frac{1 - |\Gamma_H|^2}{|1 - \Gamma_{REC} \Gamma_H|^2},$$

Здесь использованы следующие обозначения: коэффициент усиления приёмника  $G_{REC}$ , коэффициент отражения его входа  $\Gamma_{REC}$ , а также коэффициент отражения ГШ в двух состояниях  $\Gamma_H$  и  $\Gamma_C$ .

Следует отметить и то, что не использовано. Речь идет об изменении КШ приёмника при разных импедансах нагрузки, подключенной ко входу. Более правильно поставить  $F(\Gamma_H)$  и  $F(\Gamma_C)$ . Однако при отсутствии возможности оценивания всех шумовых параметров приёмника решить задачу можно только в предположении примерного равенства:

$$F(\Gamma_H) \cong F(\Gamma_C)$$

Это можно обеспечить двумя способами: или стремиться к равенству  $\Gamma_H \cong \Gamma_C$ , или использовать приёмник с малым значением шумового параметра  $R_n$ .

Повлиять на свойства уже разработанного приёмника с помощью подключения внешних устройств довольно сложно, поэтому на практике используют ГШ, у которого  $\Gamma_H \cong \Gamma_C$ . Это обеспечивается внутренним выходным аттенуатором согласно структурной схеме полупроводниковых ГШ. В некоторых случаях добавляют внешний согласующий аттенуатор, чтобы добиться более точного равенства.

Итак, получив измерения  $P_H$  и  $P_C$ , найдем их отношение в терминах эквивалентной шумовой температуры и КШ:

$$Y = \frac{P_H}{P_C} \cdot \frac{(1 - |\Gamma_C|^2) \cdot |1 - \Gamma_{REC} \Gamma_H|^2}{(1 - |\Gamma_H|^2) \cdot |1 - \Gamma_{REC} \Gamma_C|^2}$$

$$Y = \frac{T_e + T_H}{T_e + T_C}$$

$$Y = \frac{[F - 1] \cdot T_0 + T_H}{[F - 1] \cdot T_0 + T_C} = \frac{[F - 1] \cdot T_0 + ENR \cdot T_0 + T_C}{[F - 1] \cdot T_0 + T_C}$$

$$F(T_C) = \frac{T_H - YT_C}{Y - 1}$$

$$F(T_C) = 1 + \frac{T_e(T_C)}{T_0} = \frac{ENR}{Y-1} + \left(1 - \frac{T_C}{T_0}\right)$$

$$F(T_C = T_0) = \frac{ENR}{Y-1}$$

Используя приведенное выражение для  $F(T_C)$ , на этапе калибровки определяется КШ приёмника  $F_{REC}$ .

Далее рассмотрим алгоритм определения коэффициент усиления. Основой данного алгоритма является анализ разности мощностей:

$$\frac{P_H - P_C}{kB} = \{[F - 1] \cdot T_0 + T_H\} \cdot G_{REC} \cdot M_H - \{[F - 1] \cdot T_0 + T_H\} \cdot G_{REC} \cdot M_C,$$

$$\text{где } M_H = \frac{(1 - |\Gamma_H|^2)}{|1 - \Gamma_{REC}\Gamma_H|^2}, \quad M_C = \frac{(1 - |\Gamma_C|^2)}{|1 - \Gamma_{REC}\Gamma_C|^2}$$

В итоге получаем следующее выражение для оценки коэффициента усиления:

$$G_{REC} = \frac{P_H - P_C}{kB \cdot (\{[F - 1] \cdot T_0 + T_H\} \cdot M_H - \{[F - 1] \cdot T_0 + T_C\} \cdot M_C)}$$

При  $M_H = M_C = 1$ , т.е. без учета эффекта рассогласования, выражение существенно упрощается:

$$BG_{REC} = \frac{P_H - P_C}{k \cdot (T_H - T_C)}$$

Выходными данными первого этапа являются  $F_{REC}$  и  $BG_{REC}$ .

## Второй этап

Второй этап – это измерение коэффициента шума каскадного соединения исследуемого устройства и приёмника. Схема измерений приведена на рисунке 16.

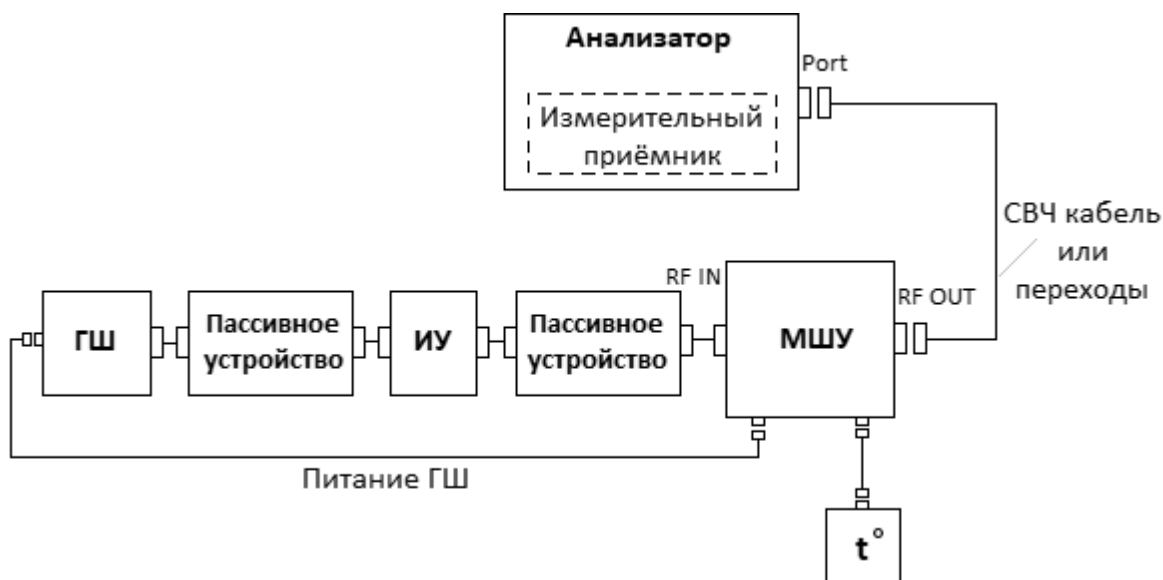


Рисунок 16 – Схема измерений коэффициента шума каскадного соединения устройства и приёмника

Для подключения устройств могут потребоваться переходы, кабели СВЧ, переключатели, аттенюаторы или другое пассивное устройство, обеспечивающее соединение. Программа NF позволяет учитывать их S-параметры, корректируя коэффициент шума и коэффициент усиления исследуемого устройства.

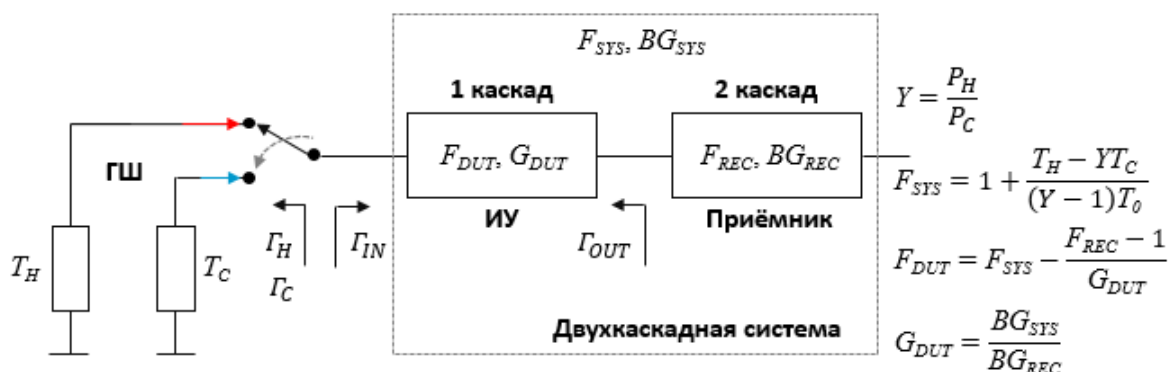


Рисунок 17 – Графическое представление измерений коэффициента шума

На этом этапе также измеряются мощности  $P_H$  и  $P_C$  и выполняется расчет:

$$Y = \frac{P_H}{P_C} \cdot \frac{(1 - |\Gamma_C|^2) \cdot |1 - \Gamma_{IN}\Gamma_H|^2}{(1 - |\Gamma_H|^2) \cdot |1 - \Gamma_{IN}\Gamma_C|^2},$$

$$\Gamma_{REC} \rightarrow \Gamma_{IN} = S_{11} + \frac{S_{21}S_{12} \cdot \Gamma_{REC}}{1 - S_{22} \cdot \Gamma_{REC}},$$

где  $S_{ij}$  – S-параметры исследуемого устройства.

$F_{SYS}$  и  $BG_{SYS}$  определяются по аналогичным для  $F_{REC}$  и  $BG_{REC}$  формулам.

Далее выполняется расчет коэффициента усиления устройства  $G_{DUT}$  и его коэффициент шума  $F_{DUT}$ :

$$G_{DUT} = \frac{BG_{SYS}}{BG_{REC}}$$

$$F_{DUT} = F_{SYS} = \frac{F_{REC} - 1}{G_{DUT}}$$

Стоит обратить внимание, что  $G_{DUT}$  корректно вычисляется, если шумовая полоса  $B$  при калибровке и измерении не меняется. Если исследуемое устройство ограничивает полосу, то это может привести к значительному ухудшению качества оценки  $G_{DUT}$  и увеличению погрешности при компенсации второго каскада. Коэффициент шума, как отмечалось ранее,  $F_{DUT}$  ( $F_{SYS}$  или  $F_{REC}$ ) не зависит от шумовой полосы  $B$ .

Полоса при измерении мощности шума приблизительно равна  $2B_{Main}$ . Это может привести к двум ограничениям:

- ухудшению качества оценки  $G_{DUT}$ ;
- снижению качества компенсации эффекта рассогласования.

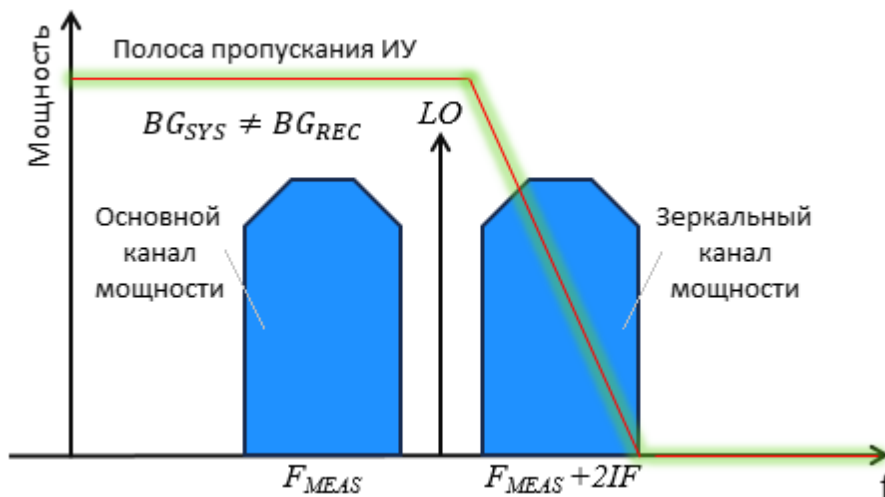


Рисунок 18 – Схематичное представление ограничения полосы устройством (ухудшение качества оценки  $G_{DUT}$  из-за  $BG_{SYS} \neq BG_{REC}$  на некоторой частоте измерений)

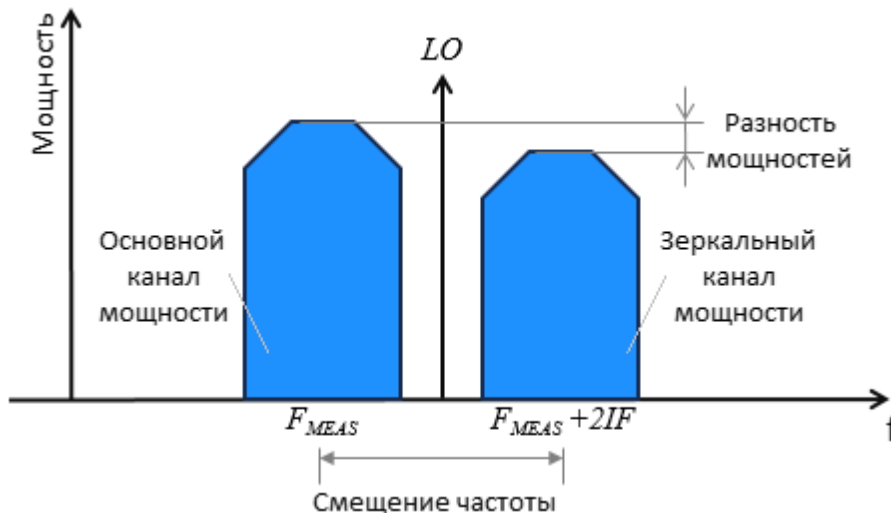


Рисунок 19 – Схематичное представление мощности в основном и зеркальном каналах приема (снижение качества компенсации эффекта рассогласования)

Расчет мощности с учетом эффекта рассогласования выполняется на частоте основного канала приема. При наличии зеркального канала, мы вынуждены ввести два допущения:

- мощности в основном и зеркальном каналах одинаковые и распределены строго пополам;
- отстройка по частоте на  $2 \cdot IF$  не вызывает дополнительных пульсаций мощности, превышающих погрешность измерений коэффициента шума.

Программа NF позволяет вычислять  $G_{DUT}$  на основе предварительных измерений S-параметров и использовать при коррекции. В этом случае исключается влияние полосы  $B$ .

Приведем ограничение метода, связанное с коэффициентом усиления  $G_{DUT}$ . В формуле Фрииса для каскадного соединения, указан номинальный коэффициент усиления  $G_A$ , т.е.:

$$F_{DUT} = F_{SYS} - \frac{F_{REC} - 1}{G_A},$$

$$G_A = \frac{|S_{21}|^2(1 - |\Gamma_C|^2)}{|1 - S_{11}\Gamma_C|^2(1 - |\Gamma_{OUT}|^2)},$$

$$\Gamma_{OUT} = S_{22} + \frac{S_{12}S_{21}\Gamma_C}{1 - S_{11}\Gamma_C}$$

Математический аппарат метода Y-фактор устроен так, что он работает только в предположении неизменности коэффициента шума приёмника от импеданса на его входе – будет это генератор шума или выход исследуемого устройства:

$$F_{REC}(\Gamma_H) \cong F_{REC}(\Gamma_C) \cong F_{REC}(\Gamma_{OUT})$$

При отсутствии информации об изменении  $F_{REC}$  как функции импеданса, мы не можем скорректировать измеряемую мощность  $P_H(F_{REC}(\Gamma))$  или  $P_C(F_{REC}(\Gamma))$  так, чтобы отразить суть передачи максимальной (номинальной) мощности в нагрузку за счет вариации  $F_{REC}$ . В этих условиях единственно верным решением остается использование вносимого коэффициента усиления  $G_{INS}$ . Так устроен метод.

При использовании ГШ для вычисления вносимого коэффициента усиления, следует использовать формулу:

$$G_{INS} = G_{DUT} = \frac{BG_{SYS}}{BG_{REC}}$$

При использовании измеренных S-параметров с помощью анализатора можно выполнить расчет:

$$G_{INS} = \frac{|S_{21}|^2}{|1 - S_{22} \cdot \Gamma_{REC}|^2}$$

Дальнейшие попытки улучшения точности Y-фактора приводят к тому, что нужно знать шумовые параметры приёмника.

## Функциональные возможности программы NF

Исследуемые устройства		Усилительные и приемные устройства без преобразования частоты
Метод измерений	Методика	Измерение коэффициента шума
	Основа	Измерение мощности шумового сигнала
	Средство	приёмник, источник шума с известной ИОШТ, измеритель температуры
Измеряемые параметры	$P_n$	Мощность шума при включенном ГШ
	$P_c$	Мощность шума при выключенном ГШ
	$NF$	Коэффициент шума
	$Y$	Отношение мощностей (для метода Y-фактор)
	$T_e$	Эквивалентная шумовая температура
	$G$	Вносимый коэффициент усиления по мощности
	$G_p$	Коэффициент усиления по мощности $ S_{21} ^2$ (для метода Y-фактор с учетом эффекта рассогласования в тракте распространения шумового сигнала)
Каналы		<p>Каждый метод, реализованный в программе, использует уникальный канал:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Канал 1 – Метод Y-фактор</li> <li>• Канал 2 – Метод Y-фактор с учетом эффекта рассогласования в тракте распространения шумового сигнала</li> </ul> <p>Программа поддерживает только один одновременно работающий канал. При смене метода меняется канал. Канал представлен на экране в виде отдельного окна с индивидуальными параметрами.</p>

<p>Параметры канала</p>	<p>Начальная частота, конечная частота.</p> <p>Количество точек по частоте.</p> <p>Усреднение приёмника: полоса фильтра ПЧ и шумовое усреднение.</p> <p>Уровень выходной мощности при измерении S-параметров.</p> <p>Канальное усреднение (усреднение всех графиков от развертки к развертке).</p>
<p>Сканирование по частоте</p>	<p>Линейное сканирование в частотном диапазоне с заданным количеством точек.</p>
<p>Триггер</p>	<p>Запуск развертки в канале: повторно, однократно, стоп.</p>
<p>Окно канала</p>	<p>Окно канала предназначено для отображения результатов измерений в виде графиков и числовых значений.</p> <p>Одновременно в канале может отображаться одна или две диаграммы с графиками.</p>
<p>Число графиков</p>	<p>Число графиков неограниченно.</p> <p>Графики могут отображаться в двух диаграммах, имеющих разный масштаб по вертикали.</p> <p>Выбор и установка параметров осуществляется с менеджера графиков.</p> <p>Для оперативного доступа к функциям графика предусмотрено контекстное меню.</p>
<p>Форматы графиков</p>	<p>Результат измерений в логарифмическом или линейном масштабе:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• мощность: дБм, Вт</li> <li>• коэффициент шума: дБ, отн.ед.</li> <li>• коэффициент усиления: дБ, отн.ед.</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• температура: К</li> </ul>
Управление	Управление параметрами измерений и требуемыми функциями выполняется через меню, панель быстрого доступа и строку состояния канала.
Память	При сохранении результата измерений в память создается отдельный график с возможностью анализа данных и сохранения в файл.
Математика	Доступные математические операции: деление, вычитание, расчет статистических данных выбранного графика, сглаживание.
Масштабирование	Автоматический выбор минимального и максимального значения вертикальной оси для наиболее наглядного отображения графика.
Маркеры	Для каждого графика доступно 20 маркеров. В зависимости от настроек маркеры могут отображать значения на произвольной частоте вдоль графика или на тех частотах, на которых производилось измерение.
Допусковый контроль	<p>Функция графика для автоматического определения соответствия установленному допуску.</p> <p>Критерий основан на сравнении результата измерений с ограничительными линиями.</p>
Устройства	<p>Для проведения измерений программа NF управляет МШУ, выполняющим функцию предварительного усилителя.</p> <p>МШУ оснащены соединителем для подключения внешнего датчика температуры и имеют встроенный модулятор 28 В.</p> <p>Программа отображает результат измерений температуры, имеет индикатор состояния МШУ и индикатор питания ГШ.</p>

	<p>Для выхода на режим ГШ требуется некоторое время, которое варьируется в зависимости от модели и производителя. Программа позволяет ввести значение задержки перед измерением, чтобы обеспечить установившейся режим ГШ.</p>
Калибровка	<p>Калибровочные коэффициенты используются для компенсации эффекта рассогласования в тракте распространения шумового сигнала и влияния приёмника.</p> <p>Для проведения калибровки реализован отдельный мастер со всеми необходимыми инструкциями и схемами измерений.</p> <p>В программе есть библиотека для хранения описаний доступных ГШ.</p>
Исключение цепи	<p>Функция исключения пассивных устройств, подключенных на входе и выходе ИУ, из результата измерений коэффициента шума и усиления.</p>
Сохранение	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Сохранение и загрузка установленных параметров, результатов проведенной калибровки, конфигурации окон и графиков в файл состояний (state file, файл *.INI).</li> <li>• Сохранение и загрузка выбранных графиков (файл *.CSV).</li> <li>• Сохранение и загрузка S-параметров соединительных устройств, подключенных к входу и выходу ИУ (файл *.S2P).</li> <li>• Сохранение и загрузка коэффициента отражения приёмника (файл *.S1P).</li> <li>• Сохранение и загрузка описаний ГШ.</li> <li>• Сохранение и загрузка ограничительных линий.</li> </ul>

Удаленное управление	Дистанционное управление с помощью команд SCPI.
----------------------	---

## Подготовка к работе

Распакуйте анализатор и МШУ, если они находились в упаковке или транспортной таре. Пункты раздела [распаковывание и повторное упаковывание](#) относятся непосредственно к МШУ. Аналогичная информация об анализаторе представлена в его руководстве по эксплуатации.

Площадь поверхности рабочего стола должна быть достаточной для размещения на ней МШУ, анализатора, требуемого комплекта аксессуаров и исследуемых устройств.

Установите анализатор совместно с МШУ на ровную поверхность рабочего стола так, чтобы обеспечивался свободный доступ к соединителям и выключателю питания. Устройства, подключаемые к МШУ и анализатору, должны располагаться на рабочей поверхности стола.

На рабочем месте должны быть приняты меры по обеспечению защиты от воздействия статического электричества.

Проведите внешний осмотр МШУ совместно с используемым комплектом аксессуаров (см. п. [Внешний осмотр](#)).

## Распаковывание и повторное упаковывание

Упаковка МШУ обеспечивает защиту от климатических и механических повреждений при погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении.

Для упаковывания МШУ используется индивидуальная потребительская тара.

В качестве индивидуальной потребительской тары используются коробка из гофрированного картона и пакеты из полиэтиленовой пленки.

## Распаковывание

Распаковывание МШУ проводить в указанной последовательности:

- расположите коробку в соответствии с манипуляционными знаками;
- откройте коробку, ознакомьтесь с сопроводительной документацией, аккуратно извлеките МШУ, пакеты с датчиком температуры, генератором шума (при наличии), кабеля USB, блока питания и эксплуатационной документацией;
- снимите пакеты и проведите внешний осмотр:

- 1 проверьте отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе МШУ, датчика температуры, генератора шума (при наличии), следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки;
- 2 проверьте наличие и целостность пломб предприятия-изготовителя;
- 3 проведите визуальный контроль целостности соединителей;
- 4 проверьте целостность кабеля USB, блока питания.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** После распаковывания рекомендуется картонную коробку совместно с амортизационным материалом и транспортной тарой сохранить для возможного дальнейшего использования (постановки на хранение или отправки на ремонт).

---

## **Упаковывание**

Упаковывание МШУ должно производиться в закрытом помещении с температурой воздуха не ниже 15 °С и относительной влажностью до 80 %.

Если к МШУ были присоединены кабели – отсоедините их (см. п. [Подключение и отключение устройств](#)).

Перед упаковыванием необходимо провести внешний осмотр:

- проверить наличие и целостность пломб предприятия-изготовителя;
- если упаковывание проводится перед хранением, проверьте отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе модуля, следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки;
- проведите визуальный контроль целостности соединителей;
- проверьте целостность кабеля USB и блока питания.

Упаковывание МШУ проводить в следующей последовательности:

- открутите ножки от МШУ, если они были прикручены;
- поместите датчик температуры, генератор шума (при наличии), кабель USB, блок питания, ножки в полиэтиленовые пакеты соответствующего размера;
- вложите датчик температуры, генератор шума (при наличии), кабель USB, блок питания и эксплуатационную документацию в коробку;

- поместите МШУ в коробку;
- добавьте в коробку пакетики с мелкопористым силикагелем массой приблизительно 10 г;
- вложите эксплуатационную документацию;
- заполните необходимую сопроводительную документацию и поместите ее в полиэтиленовый пакет (прозрачный файл или мультифору);
- вложите сопроводительную документацию в коробку;
- закройте коробку крышкой и зафиксируйте крышку скотчем (клеякой лентой) с четырех сторон;
- нанесите на коробку маркировку:
  - 1 наименование предприятия-изготовителя;
  - 2 наименование и серийный номер модуля;
  - 3 манипуляционные знаки «Хрупкое. Осторожно!», «Беречь от влаги» и «Верх», если используется не оригинальная индивидуальная потребительская тара.

## Установка программного обеспечения

Анализатор и МШУ работают под управлением программного обеспечения, устанавливаемого пользователем на внешний компьютер. Связь между анализатором, МШУ и компьютером осуществляется по USB интерфейсу. Внешний компьютер, работающий под управлением ОС Windows или ОС Linux, не входит в комплект поставки.

Минимальные технические требования к персональному компьютеру	ПК на процессоре с архитектурой x86. Процессор 1,5 ГГц. Оперативная память 4 ГБайт. USB 2.0 High Speed. ОС Windows 10 и выше. ОС Linux (Ubuntu).
---	---

Для работы с опцией NF требуется последовательно установить:

- программное обеспечение анализатора S2VNA или S4VNA;
- программу NF.

Для установки программного обеспечения пользователь компьютера должен обладать правами администратора.

### 1. Установка программного обеспечения S2VNA или S4VNA

Информация об установке программного обеспечения анализатора S2VNA или S4VNA представлена в его руководстве по эксплуатации. При необходимости ПО возможно загрузить с сайта [www.planarchel.ru](http://www.planarchel.ru).

Файл	Анализатор
Setup_S2VNA_vX.X.X.exe	C1209, C2209, C4209, C1220, C2220, C4220
Setup_S4VNA_vX.X.X.exe	C1409, C2409, C4409, C1420, C2420, C4420

## 2. Установка программы NF

Найдите установочный файл программы NF `noisefigure_installer_vX.X.X.exe` на прилагаемом к опции USB flash-накопителе или загрузите его с сайта [www.planarchel.ru](http://www.planarchel.ru).

Запустите установочный файл `noisefigure_installer_vX.X.X.exe` и следуйте рекомендациям мастера установки.

Для корректной работы программы NF требуется файл лицензии. Файл лицензии имеет расширение \*.LIC и должен находиться в основном каталоге приложения или в подкаталоге \Licenses основного каталога программы NF. Добавление лицензии см. в п. [Управление лицензиями](#).

---

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Программа NF работает совместно с программным обеспечением анализатора через TCP/IP с использованием встроенного Socket-сервера.

---



## Порядок работы

### Общие рекомендации при выполнении измерений

Измерения следует проводить при климатических условиях, указанных в технической документации на конкретный тип устройств.

Если анализатор, МШУ и комплект аксессуаров находились в условиях, отличных от условий проведения измерений, выдержите их в условиях проведения измерений не менее двух часов.

При наличии помех измерения необходимо проводить в экранированных помещениях, обеспечивающих снижение уровня помех до значений, при которых разность между уровнем сигнала и уровнем помех должна составлять не менее 20 дБ.

---

#### ВНИМАНИЕ!

Любые радиочастотные помехи, будь то излучаемые или наводимые, способны маскироваться как мощность шума и оказывать воздействие на результат измерений. В крайнем случае такое воздействие может вызвать перегрузку приемного тракта.

---

При исследовании параметров устройств с коэффициентом отражения по входу или выходу, превышающим минус 12 дБ, следует использовать метод Y-фактор с учетом погрешности рассогласования.

Для получения результатов измерений с приемлемым уровнем флуктуации необходимо выбрать количество усреднений. В программе NF реализовано два типа усреднений: точечное и канальное. Точечное усреднение позволяет накапливать данные в каждой измеряемой точке с последующим выводом результата на экран. Канальное усреднение работает от развертки к развертке, последовательно накапливая данные для обработки. Установка конкретного значения усреднения – это всегда компромисс между скоростью проведения измерений и достижимым уровнем флуктуации шумовых сигналов.

Для обеспечения линейного режима работы приёмника рекомендуется указать приблизительные значения коэффициента шума и усиления ИУ. Введенные значения будут использованы для оценки уровня выходной мощности МШУ и автоматического выбора его усиления с целью предотвращения перегрузки входа приёмника анализатора.

## Предусилители для измерения коэффициента шума

В разделе описаны модели предусилителей для измерения коэффициента шума.

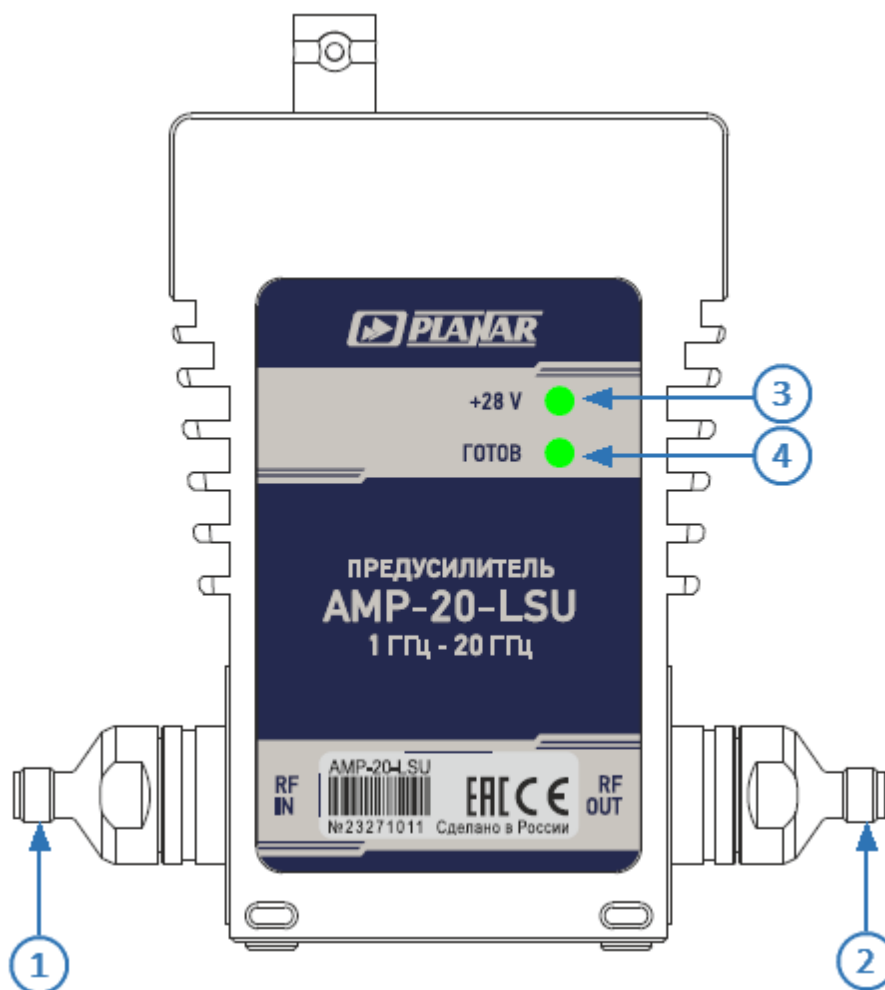


Рисунок 20 – Лицевая сторона AMP-20-LSU

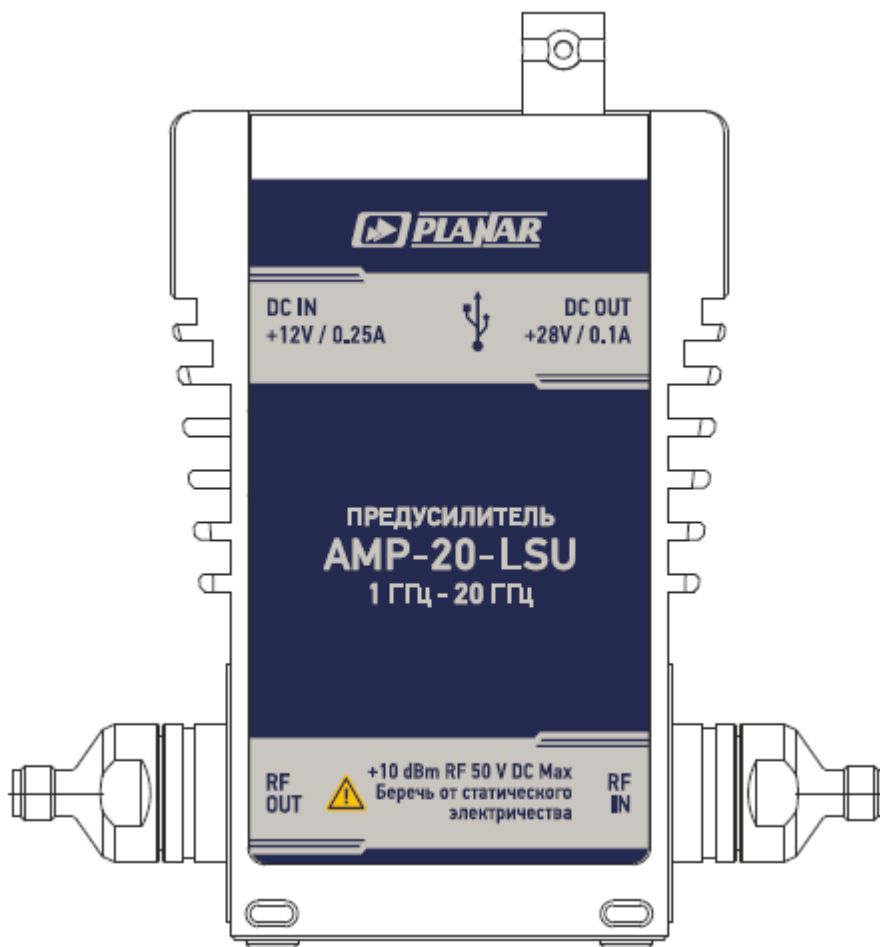


Рисунок 21 – Обратная сторона AMP-20-LSU

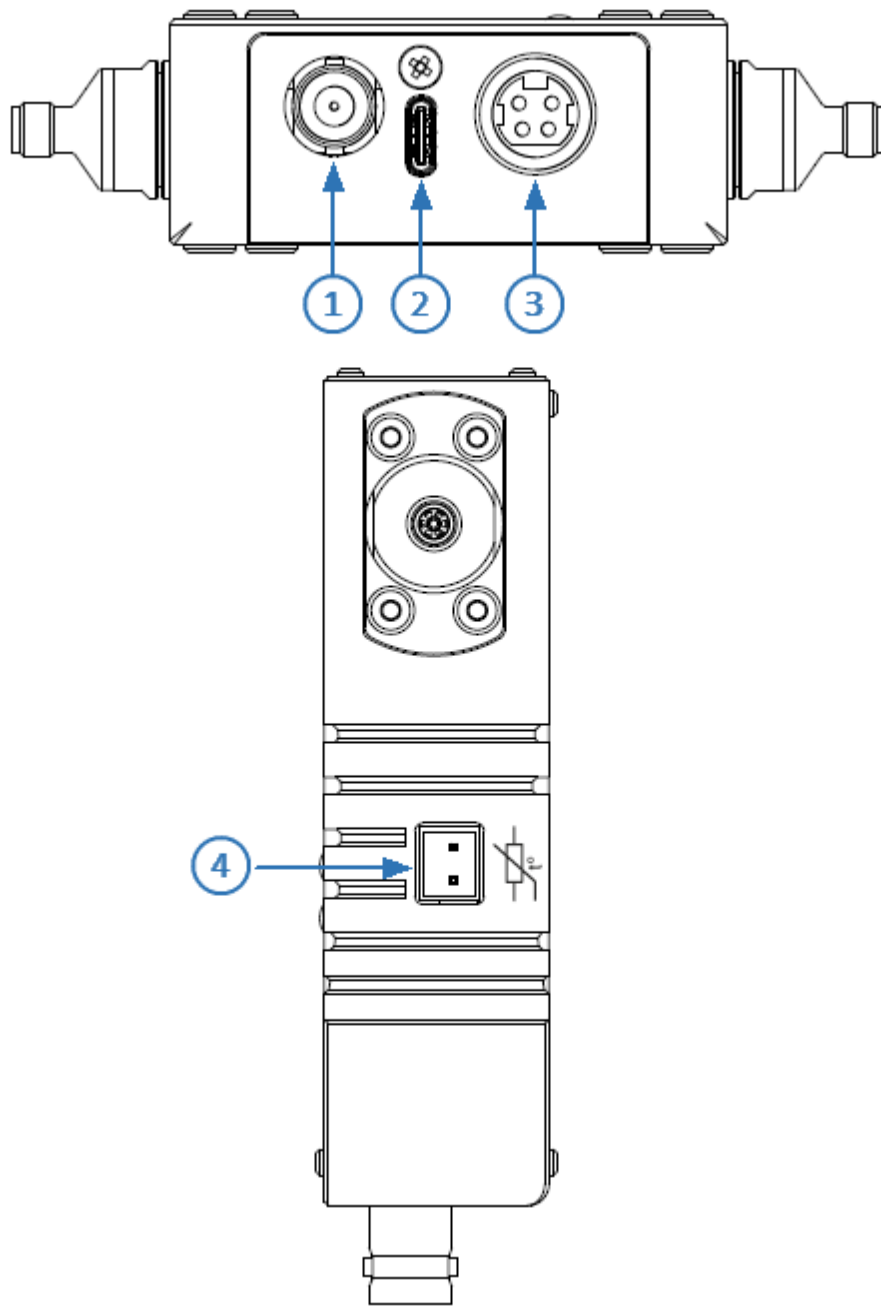
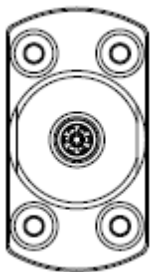


Рисунок 22 – Торцевые стороны AMP-20-LSU

## Лицевая сторона

### 1 Входной порт RF IN



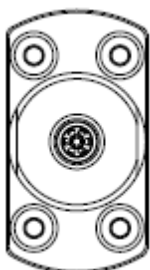
Входной порт МШУ. Порт соединяется с портом генератора шума или исследуемого устройства. Тип соединителя – 3,5 мм, розетка.

ПРИМЕЧАНИЕ – Возможно изготовление предусилителя другим типом соединителя. Типы соединителей портов предусилителя уточняется при заказе.

#### ВНИМАНИЕ!

Превышение максимальной входной мощности радиочастотного сигнала или максимального постоянного напряжения, может привести к выходу МШУ из строя.

### 2 Выходной порт RF OUT



Выходной порт МШУ. Порт соединяется с измерительным портом векторного анализатора цепей. Тип соединителя – 3,5 мм, розетка.

ПРИМЕЧАНИЕ – Возможно изготовление предусилителя другим типом соединителя. Типы соединителей портов предусилителя уточняется при заказе.

### 3 Светодиодный индикатор LED2 (только AMP-20-LSU)



Индикатор подачи питания +28 В на генератор шума.

### 4 Светодиодный индикатор LED1 (только AMP-20-LSU)



Индикатор подачи питания на МШУ и готовности к работе. При подключении кабеля USB индикатор светится красным цветом, после прогрева – зеленым цветом.

## Торцевые стороны

### 1 Соединитель для подачи питания на генератор шума



Соединитель для подачи питания +28 В на внешний генератор шума и управления ГШ. Тип соединителя BNC, розетка.

### 2 Соединитель USB



Соединитель для подключения к внешнему управляющему компьютеру. Тип соединителя USB Type-C, розетка.

### 3 Соединитель для подключения блока питания



Соединитель для подключения блока питания. Напряжение питания от внешнего источника постоянного тока от 9 до 15 В. Тип соединителя KPJX-4S-S.

### 4 Соединитель подключения внешнего датчика температуры



Соединитель для подключения внешнего датчика температуры. Тип соединителя 15EDGK-3,81-02P-2-4.

## Подготовка к проведению измерений

Аккуратно разместите устройства на рабочем столе, включая кабели и переходы, необходимые для подключения к МШУ и ИУ.

Проведите визуальный контроль чистоты и целостности коаксиальных соединителей анализатора, МШУ и ГШ. При обнаружении посторонних частиц провести чистку (см. п. [Чистка соединителей](#)).

Проведите визуальный контроль целостности используемых кабелей питания и блока питания МШУ.


---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Следите за чистотой и состоянием соединителей. Поврежденные и загрязненные соединители могут значительно ухудшить результаты измерений.

---

Выдержите анализатор, МШУ и ГШ в выключенном состоянии в условиях проведения измерений не менее двух часов, если они находились в отличных от них условиях.

Включите анализатор в следующей последовательности:

- включите компьютер;
- соедините клемму «» на задней панели анализатора с шиной защитного заземления;
- соедините анализатор с компьютером кабелем USB из комплекта поставки;
- подключите к сети переменного тока с помощью кабеля питания;
- включите анализатор, нажав кнопку выключателя питания.

Включите МШУ в следующей последовательности:

- подключите соединитель "Ref Out" МШУ к одному из измерительных портов анализатора напрямую, с помощью кабеля СВЧ или перехода с соответствующими типами соединителей (см. п. [Подключение и отключение устройств](#)). При необходимости, прикрутите к МШУ ножки из комплекта поставки и разместите его на требуемой высоте над рабочей поверхностью;
- подключите МШУ к сети переменного тока с помощью блока питания;

---

ПРИМЕЧАНИЕ

Блок питания должен быть подключен к МШУ раньше, чем кабель USB.

---

- соедините МШУ с компьютером кабелем USB из комплекта поставки;
- подключите кабель BNC между МШУ и ГШ;
- подключите внешний датчик температуры из комплекта поставки.

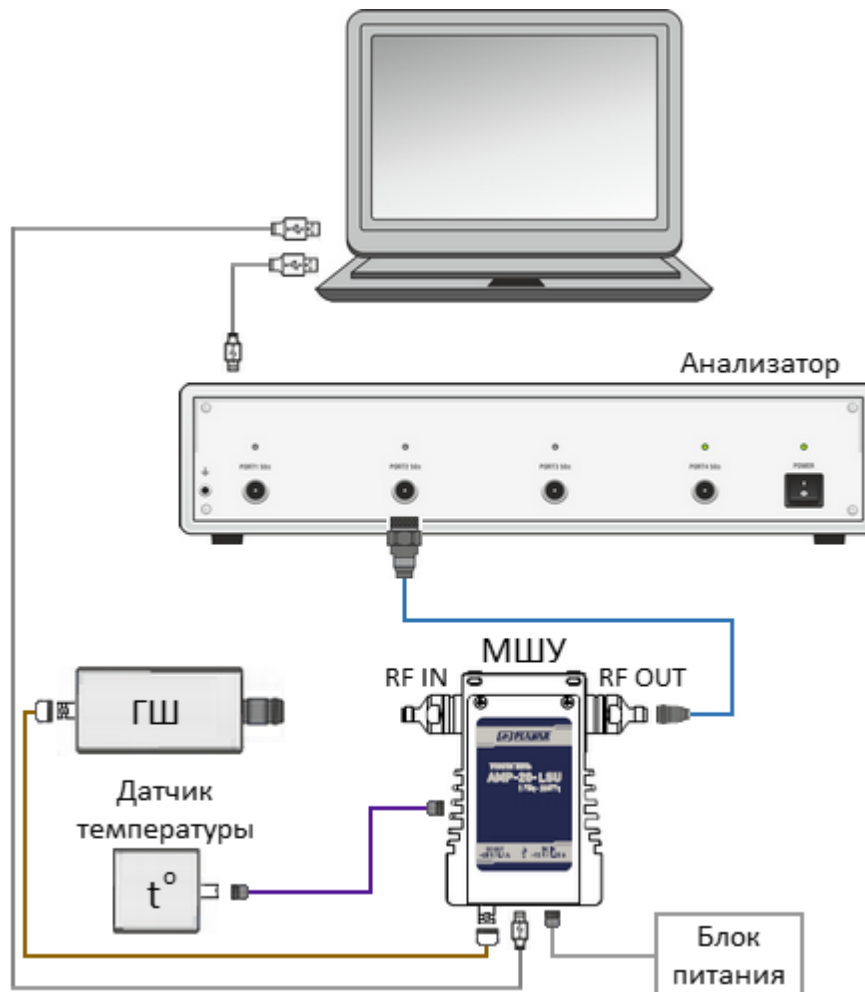


Рисунок 23 – Схема подключения МШУ к анализатору

Установите программное обеспечение анализатора и МШУ, если оно не было ранее установлено (см. п. [Установка программного обеспечения](#)).

Запустите на ПК программное обеспечение анализатора и программу NF в любой последовательности.

Проведите настройку программного обеспечения анализатора (см. п. [Управление соединением с анализатором](#)).



Проверьте, что программное обеспечение анализатора обнаружило прибор и провело подключение к нему. Статус готовности анализатора к работе указан в строке состояния. Подробное описание с ПО анализатора см. в руководстве по эксплуатации на анализатор.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ**

При подключении МШУ через USB происходит автоматическое распознавание устройства, и оно добавляется в программу NF. Пользователю достаточно один раз выбрать порт подключения МШУ, и программа сохранит эту конфигурацию. В дальнейшем при каждом запуске программа будет автоматически восстанавливать данную конфигурацию. Также каждый сохраненный файл состояния включает в себя эту настройку USB.

---

## Порядок проведения измерений

- 1 При необходимости подключите МШУ к анализатору, установите и настройте программное обеспечение (см. п. [Подготовка к проведению измерений](#)).
- 2 Проведите визуальный контроль чистоты и целостности коаксиальных соединителей анализатора, МШУ и ГШ. При обнаружении посторонних частиц провести чистку (см. п. [Чистка соединителей](#)).

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Следите за чистотой и состоянием соединителей. Поврежденные и загрязненные соединители могут значительно ухудшить результаты измерений.

---

- 3 Запустите на ПК программное обеспечение анализатора и программу NF в любой последовательности.

Проверьте, что программное обеспечение анализатора обнаружило прибор и провело подключение к нему. Статус готовности анализатора к работе указан в строке состояния. Подробное описание с ПО анализатора см. в руководстве по эксплуатации на анализатор.

Проверьте индикаторы, расположенные в строка состояния программы NF, на предмет готовности к работе: программное обеспечение анализатора должно быть подключено к программе NF (см. п. [Строка состояния программы](#)).

- 4 Выдержите анализатор и МШУ в течение времени установления рабочего режима.

Время установления рабочего режима	Значение
Анализатор цепей векторный	40 минут
Малошумящий усилитель	15 минут

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** МШУ имеет индикатор готовности к работе (см. п. [Предусилители для измерения коэффициента шума](#)). После прогрева светодиод светиться зеленым цветом.

---

5 Подготовьте к работе ГШ (см. п. [Подготовка к работе ГШ](#)).

---

ПРИМЕЧАНИЕ

При первом запуске программы рекомендуется подключить ГШ к приёмнику и проверить собственный КШ, сравнив с техническими данными, а также наличие или отсутствие сигналов интерференции. Наличие интерференционных сигналов может значительно исказить результаты измерений или привести к перегрузке приемного тракта.

---

6 Сделайте описание используемых пассивных устройств (см. п. [Определение параметров пассивных устройств](#)).


7 Укажите температуру окружающей среды (см. п. [Температура окружающей среды](#)).

8 В программе NF:

- нажмите кнопку начала измерений (см. п. [Панель быстрого доступа](#));
- 

ВНИМАНИЕ!

Во время установки параметров и измерений важно следить за тем, чтобы не происходила перегрузка приемного тракта. Перегрузка может быть вызвана разными причинами, например, некорректным вводом уровня выходной мощности анализатора при измерении S-параметров, наличием интерференционных сигналов или из-за энергетически мощного выхода ИУ. Это особенно важно при тестировании устройств с коэффициентом усиления более 20 дБ. При обнаружении перегрузки необходимо прекратить процесс измерений, скорректировать коэффициент усиления МШУ или установить аттенюатор на выходе ИУ.

В случае перегрузки приемного тракта в процессе измерения, нажмите кнопку остановки  в [панели быстрого доступа](#). Процесс остановки измерений включает в себя выключение питания ГШ и перевод МШУ в режим «перемычка».

---

- выберите метод измерений: классический Y-фактор или Y-фактор с учетом эффекта рассогласования в тракте распространения шумового сигнала (см. п. [Установка метода измерений](#));

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** При исследовании параметров устройств с коэффициентом отражения по входу или выходу, превышающим минус 12 дБ, или если разность КО генератора шума будет превышать минус 20 дБ, следует применять метод Y-фактор с учетом погрешности рассогласования.

---

- выберите порт анализатора, к которому подключен МШУ (см. п. [Установка порта приёмника анализатора](#));
- укажите приблизительные параметры ИУ, работающего в активном режиме, для автоматического выбора коэффициента усиления МШУ (см. п. [Установка параметров ИУ](#));
- установите частотно-зависимые параметры приёмника (установите параметры развёртки: начальную частоту, конечную частоту, количество точек или шаг по частот, см. п. [Установка частотно-зависимых параметров приёмника](#));
- установите полосу фильтра промежуточной частоты и выберите шумовое усреднение (усреднение в точке) в зависимости от требуемого уровня флуктуации результата измерений (см. п. [Установка усреднения](#));
- откройте библиотеку и внесите описание нового ГШ (см. п. [Библиотека генератора шума](#)). Выберите ГШ из выпадающего списка. Если описание было добавлено ранее, то повторное внесение описания ГШ в библиотеку не требуется. В настройках программы проверьте время задержки ГШ, связанное с длительностью процесса его установки при включении и выключении питания (см. п. [Установка задержки перед измерением](#));
- расположите графики на экране диаграммы или диаграмм удобным образом, выберите измеряемые параметры и формат их отображения (см. п. [Установка графиков и диаграмм](#));
- откройте мастер калибровки и последовательно выполните предложенные шаги (см. п. [Мастер калибровки](#));
- соберите схему, указанную на последнем шаге мастера калибровки, и проведите измерение выбранных параметров;
- для анализа данных можно использовать маркеры (см. п. [Маркеры](#)). Программа предоставляет возможность осуществлять допусковый контроль, сравнивая результаты измерений с ограничительными линиями (см. п. [Допусковый контроль](#));

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Основным объектом измерений являются усилители сигналов различного назначения. Эти устройства функционируют от внешних источников питания. Важно уделять внимание чувствительности устройств к параметрам питания и фиксировать результаты измерений в момент, когда устройства находятся в установившемся режиме работы. Чтобы облегчить процесс мониторинга выхода устройства в рабочий режим, рекомендуется использовать [графики памяти](#), которые были получены в результате сохранения данных при холодном запуске и после истечения определенного временного интервала.

---

- при необходимости, сохраните результаты в файл \*.CSV (см. п. [Сохранение данных графика](#));
- сохраните настройки в файл состояний (см. п. [Сохранение состояния](#)).

В дальнейшем, при наличии файла состояний, процесс измерений существенно упрощается. Достаточно загрузить файл и немедленно приступить к измерениям.

## Подготовка к работе ГШ

Откройте библиотеку в программе NF и добавьте описание ГШ. В случае отсутствия файла описания необходимо его подготовить.

### Процедура создания файла описания ГШ

Проверьте значения ИОШТ на соответствие данным, представленным в его документации.

Выполните измерение КО при включенном  $\Gamma_H$  и выключенном  $\Gamma_C$  состоянии. Проверьте насколько сильно отличаются полученные КО. Если разность КО будет превышать -20 дБ, то потенциально метод Y-фактор с коррекцией рассогласования даст более достоверный результат:

$$20 \cdot \lg(|\Gamma_H - \Gamma_C|) > -20 [\text{дБ}]$$

Измерение КО генератора шума возможно двумя способами:

- при использовании другого анализатора в режиме измерений мощности программой NF. Во время измерений должен быть выбран и отображен на экране один график  $P_C$  или  $P_H$ . При активации параметра программа автоматически осуществляет включение или выключение питания ГШ;
- при использовании внешнего источника постоянного напряжения. Коммутация напряжения в процессе измерения КО осуществляется вручную. В данном случае измерение можно провести с использованием анализатора, который впоследствии будет задействован для определения КШ.

Откройте библиотеку ГШ в программе NF и внесите описание (см. п. [Библиотека генератора шума](#)).

## Температура окружающей среды

Измерение КШ выполняется при температуре окружающей среды  $T_c$ . Эта температура рассматривается, как температура источника шума. Программа NF не подразумевает использование других температур, связанных с приёмником анализатора или отдельными точками на корпусе исследуемого устройства. Определение КШ выполняется при заданных  $T_c$  и  $T_0$ .

Институт инженеров электротехники и электроники стандартизировал температуру, при которой должен определяться коэффициент шума. Это температура называется стандартной и равна 290 К, обозначение  $T_0$ . В некоторых государствах, придерживающихся локальных метрологических стандартов, значение температуры может отличаться от указанной.

## Определение параметров пассивных устройств

S-параметры устройств, предназначенных для подключения ГШ и ИУ во время калибровки и измерений, рекомендуется определить заранее. Измерение параметров следует проводить на анализаторе в стандартном режиме.

Мастер также предложит определить параметры данных устройств на этапе калибровки. При этом подготовленные файлы можно загрузить, упростив процесс измерений.

## Проверка собственного КШ

При первом запуске программы рекомендуется подключить ГШ к приёмнику и проверить собственный КШ, сравнив с техническими данными, а также наличие или отсутствие сигналов интерференции. Наличие интерференционных сигналов может значительно исказить результаты измерений или привести к перегрузке приемного тракта.

## Подключение и отключение устройств

Подключение и отключение устройств к анализатору цепей векторного представлено в его руководстве по эксплуатации.

Подключение соединителей МШУ рекомендуется выполнять в последовательности:

- 1 Зафиксируйте корпус одного из подключаемых устройств. Это необходимо для исключения его смещения при подключении. Фиксация корпуса может достигаться несколькими способами:
  - фиксация устройства с помощью зажимов или ключей гаечных;
  - фиксация может обеспечиваться массой и конструкцией самого устройства;
  - фиксацию положения можно обеспечить, удерживая устройство руками.
- 2 Аккуратно совместите соединители подключаемых устройств.
- 3 Удерживая подключаемое устройство, руками накрутите гайку соединителя «вилка». При этом рабочие поверхности центральных проводников и опорные плоскости внешних проводников должны соприкоснуться, как показано на рисунке 24.

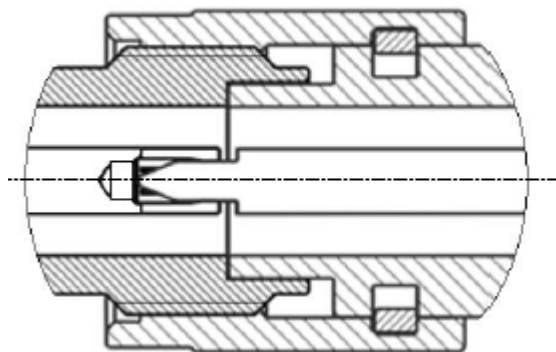


Рисунок 24 – Соединители типа 3,5 мм (справа вилка, слева розетка)

- 4 Затяните с помощью тарированного ключа (усилие затягивания зависит от типа соединителя) гайку соединителя «вилка», при этом удерживайте подключаемое устройство пальцами или с помощью ключа гаечного, предохраняя его от проворачивания. Окончательное затягивание гайки соединителя «вилка» проводите, удерживая ключ за конец ручки. Затягивание нужно прекратить в момент излома ручки ключа.



---

Присоединение следует осуществлять только вращением гайки соединителя «вилка».

ЗАПРЕЩАЕТСЯ вращать корпус МШУ.

#### ПРИМЕЧАНИЕ

Затягивание гайки соединителя «вилка» выполняйте с помощью тарированного ключа с нормированным значением крутящего момента:

- от 0,8 до 1,0 Н·м – для соединителей тип 3,5 мм.

---

Отключение соединителей должно выполняться в последовательности:

- с помощью ключа, которым проводилось затягивание, ослабьте крепление гайки соединителя «вилка», при этом удерживайте отключаемое устройство пальцами или с помощью ключа гаечного, предохраняя его корпус от проворачивания;
- удерживая отключаемое устройство в таком положении, чтобы центральный проводник его соединителя находился на той же прямой, что и в подключённом состоянии, раскрутите гайку соединителя «вилка».

#### **Последовательность выключения**

Выключение анализатора и МШУ проводить в следующей последовательности:

- закройте программное обеспечение;
- выключите анализатор, нажав кнопку выключателя питания;
- при необходимости, отсоедините МШУ от анализатора;
- при необходимости, разберите схему измерений (см. п. [Подключение и отключение устройств](#));
- при необходимости, отсоедините анализатор сначала от сети, затем от компьютера, далее от шины защитного заземления.

## Интерфейс программы

Программа NF отображается на экране ПК, в виде отдельного приложения. Окно программы содержит:

- [боковую панель](#) и [панель быстрого доступа](#) для управления анализатором;
- [окна канала](#) для отображения результатов измерений в виде графиков и числовых значений;
- [строку состояния](#) для отображения информации о его состоянии.

Далее в этом разделе приведено подробное описание элементов окна программы.

Общий вид окна программного обеспечения анализатора приведен на рисунке ниже.

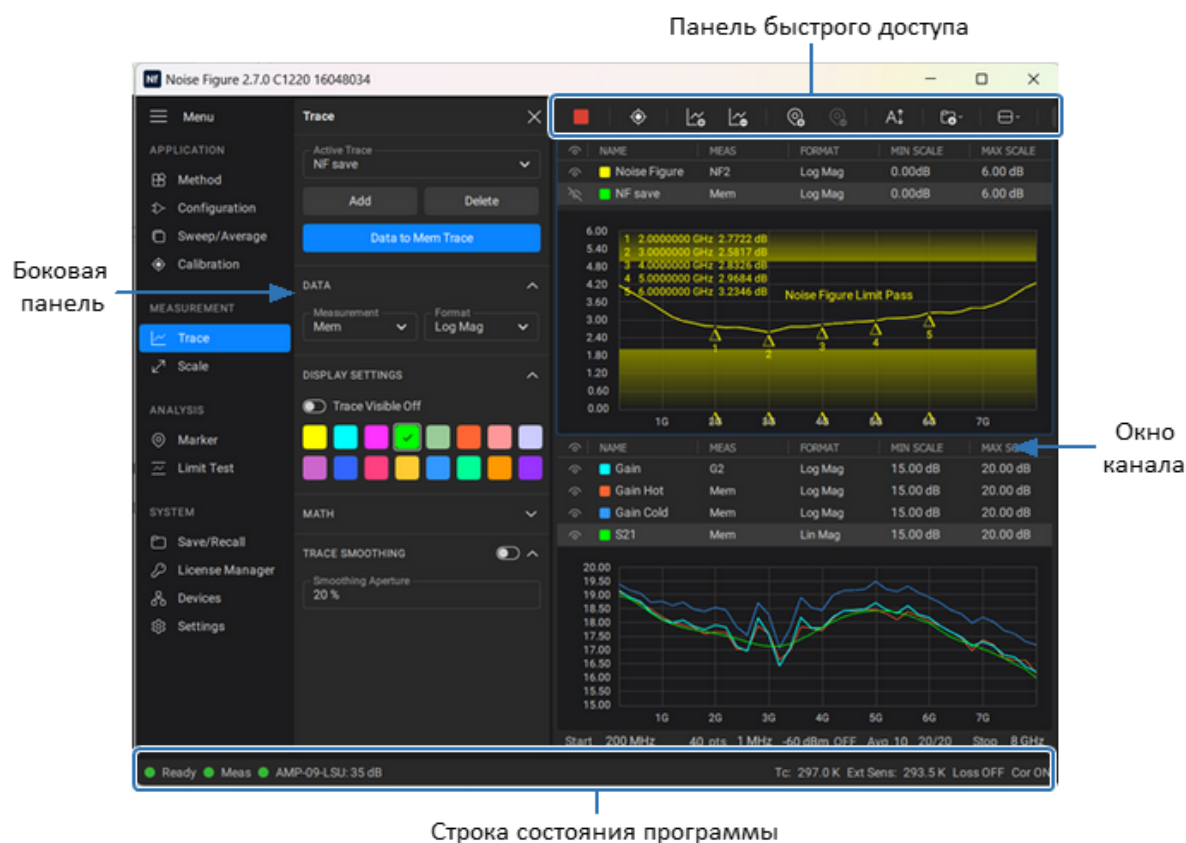


Рисунок 25 – Элементы окна программы NF

## Концепция

В программе реализованы два метода измерений КШ. Метод определяет инструкции, регламентирующие процесс измерений физических величин. Метод:

- устанавливает параметры, которые должны быть получены в ходе выполнения процедуры измерений;
- устанавливает последовательность сбора и обработки данных;
- определяет требуемые виды калибровок совместно с блоком коррекции;
- определяет состав внешних устройств для обеспечения точности и достоверности результатов измерений.

Канал отвечает за последовательность сбора и обработки данных, включая коррекцию. Суть канала можно представить следующим образом:

- канал устанавливает конфигурацию измерений. Основной целью конфигурации является установка параметров, которые предотвратят выход из строя как анализатора, так и ИУ;
- канал устанавливает режим измерений, который представляет собой набор аппаратных настроек источника и приемника сигнала. Эти настройки определяют условия проведения измерений и последовательность обработки данных, осуществляемую под контролем системы синхронизации;
- канал отвечает за достоверность результатов в измерительных точках, обеспечиваемую посредством математического ядра, калибровки и коррекции. Калибровка и коррекция – это способ и последовательность передачи единицы физической величины.

Каждый метод, реализованный в программе, использует уникальный канал.

Данные, полученные в результате проведения процедуры измерений, отображаются в виде кривой с линейной интерполяцией между точками. Эти кривые в настоящем документе называются графиками. Графики отображаются на диаграмме. Диаграммой называется графическая область, предназначенная для размещения графиков и цифровых данных. Программа позволяет отображать графики на диаграмме в формате декартовой прямоугольной системы координат на плоскости. По оси абсцисс всегда отсчитывается частота.

Программа поддерживает:

- один одновременно работающий канал. При смене метода меняется канал;

- одну или две диаграммы с вертикальным или горизонтальным расположением. Каждая диаграмма имеет собственный менеджер графиков;
- неограниченное количество графиков. Для доступа к функциям графика предусмотрено контекстное меню;
- каждый график поддерживает использование до 20 маркеров.

## Боковая панель

Боковая панель расположена в левой части окна программы и обеспечивает доступ ко всем ее функциям.

Боковая панель состоит из 2 уровней: меню и подменю (см. рисунок ниже).

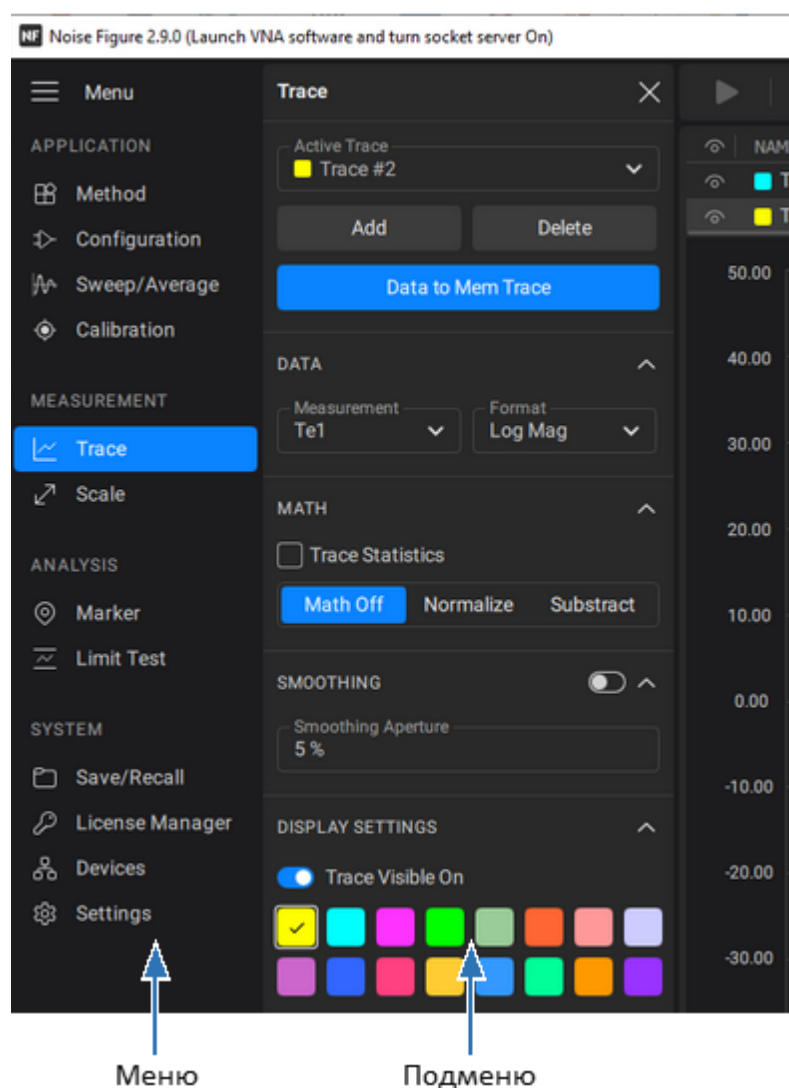



Рисунок 26 – Боковая панель в свернутом и развернутом виде


Меню содержит кнопки, соответствующие функциям программы. При нажатии на кнопку в меню, разворачивается подменю с настройками выбранной функции (см. рисунок ниже). По умолчанию подменю скрыто.

---

### ПРИМЕЧАНИЕ

При необходимости подменю можно закрыть, нажав на значок  в правом верхнем углу подменю.

---

Меню можно развернуть или свернуть. Для этого нажмите на значок , расположенный в верхней части меню (см. рисунок ниже).

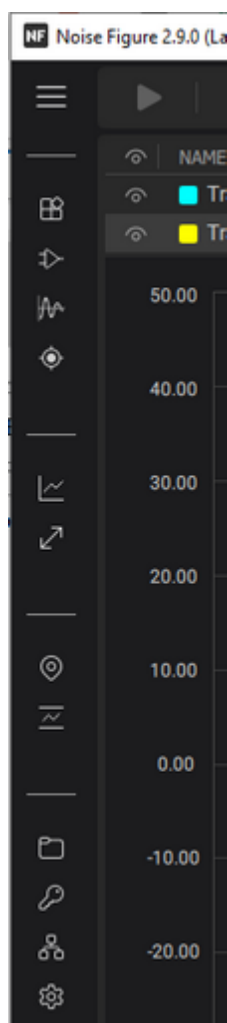


Рисунок 27 – Меню в свернутом и развернутом виде

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Для увеличения размера окон канала рекомендуется сворачивать меню.

---







## Панель быстрого доступа




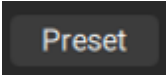
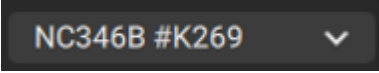
Панель быстрого доступа расположена в верхней части окна программы и является вспомогательным меню. Панель содержит кнопки наиболее используемых программных функций (см. рисунок ниже).



Рисунок 28 – Панель быстрого доступа

Описание кнопок приведено в таблице ниже.

Кнопка	Описание
	Кнопка начала/ остановки измерений.  ВНИМАНИЕ! В случае перегрузки приемного тракта в процессе измерения, нажмите кнопку остановки. Процесс остановки измерений включает в себя выключение питания ГШ и перевод МШУ в режим «перемычка».
	Кнопка вызова мастера калибровки
	Кнопка добавления графика (соответствует кнопке Добавить график в подменю График, см. п. <a href="#">Размещение графиков и диаграмм</a> ).
	Кнопка удаления активного графика (соответствует кнопке Удалить график в подменю График, см. п. <a href="#">Размещение графиков и диаграмм</a> ).
	Кнопка добавления маркера (соответствует кнопке Добавить в подменю Маркер, см. п. <a href="#">Маркеры</a> ).
	Кнопка удаления активного маркера (соответствует кнопке Удалить в подменю Маркер, см. п. <a href="#">Маркеры</a> ).

Кнопка	Описание
	<p>Кнопка автомасштабирования всех графиков канала (соответствует кнопке Автомасштаб всего в подменю Масштаб, см. п. <a href="#">Функция автомасштабирования</a>).</p>
	<p>Кнопка сохранения выбранного или всех графиков в формате CSV (см. п. <a href="#">Сохранение данных графика</a>).</p>
	<p>Выбор одной из доступных схем размещения диаграмм на экране (см. п. <a href="#">Размещение графиков в окне канала</a>).</p>
	<p>Кнопка приведения анализатора к заводским настройкам (соответствует кнопке Сброс в подменю Сохр/Восст, см. п. <a href="#">Начальная установка</a>).</p>
	<p>Выбор генератора шума. Если выбран демонстрационный файл описания ГШ, список подсвечивается красным цветом. Кнопку можно скрыть (см. п. <a href="#">Отображения списка ГШ в панели быстрого доступа</a>).</p>



## Окно канала

Окно канала или канал предназначено для отображения результатов измерений в виде графиков и числовых значений.

В канале может быть размещено 1 или 2 диаграммы с неограниченным количеством графиков. Общий вид окна канала представлен на рисунке ниже.

Окно канала содержит:

- [менеджер графиков](#), отображающие названия и параметры графиков;
- [диаграммы](#) для отображения графиков;
- [строку состояния канала](#), отображающую настройки и состояние канала;
- [маркеры](#), отображающие измеренные величины в указанных точках графика.



Рисунок 29 – Окно канала

Таблица 7 – Параметры и объекты управления, относящиеся к каналу

N	Наименование
1	<a href="#">Диапазон сканирования</a>
2	<a href="#">Количество точек измерения или шаг частоты</a>
3	<a href="#">Триггер</a>
4	<a href="#">Усреднение</a>
5	<a href="#">Калибровка</a>

## Менеджер графиков

Менеджер графиков служит для отображения наименования и параметров графиков (см. рисунок ниже).

NAME	MEAS	FORMAT	MIN SCALE	MAX SCALE	FUNCTIONS
Trace #1	Pc2	Log Mag	-60.00 dBm	-45.00 dBm	Stats Smooth Lim
Trace #2	Ph2	Log Mag	-50.00 dBm	-35.00 dBm	
Trace #3	NF2	Log Mag	0.00dB	6.00 dB	
Trace #4	G2	Log Mag	15.00 dB	25.00 dB	
Trace #5	Te2	Lin Mag	100.00 K	500.00 K	
Trace #1 mem	Mem	Log Mag	-60.00 dBm	-45.00 dBm	

Рисунок 30 – Менеджер графиков



Каждая диаграмма имеет собственный менеджер графиков. Количество строк в менеджере зависит от количества графиков. Активный график подсвечен в менеджере графиков.

NAME	MEAS	FORMAT	MIN SCALE	MAX SCALE	FUNCTIONS
Trace #1	Pc2	Log Mag	-60.00 dBm	-45.00 dBm	Stats Smooth Lim
Trace #2	Ph2	Log Mag	-50.00 dBm	-35.00 dBm	

Функции графика  
Максимальное значение по вертикали  
Минимальное значение по вертикали  
Формат  
Измеряемый параметр или график памяти  
Наименование графика  
Выбор цвета графика  
Отображение графика

Рисунок 31 – Строки состояния графиков (табличный вид менеджера)

Менеджер графиков позволяет быстро и легко настроить наиболее часто используемые параметры канала. Доступ к полному набору функций канала можно получить через боковую панель. Каждая строка содержит следующую информацию об одном графике канала:

- отображение графика в канале (значок  – график отображается, значок  – график не отображается). Настройку отображения можно провести в подменю Trace (см. п. [Отображение графика](#));
- выбор цвета графика. Настройку цвета можно провести в подменю Trace (см. п. [Настройка цвета графика](#));
- измеряемый параметр или график памяти (см. таблицу ниже и п. [Установка измеряемых параметров](#));

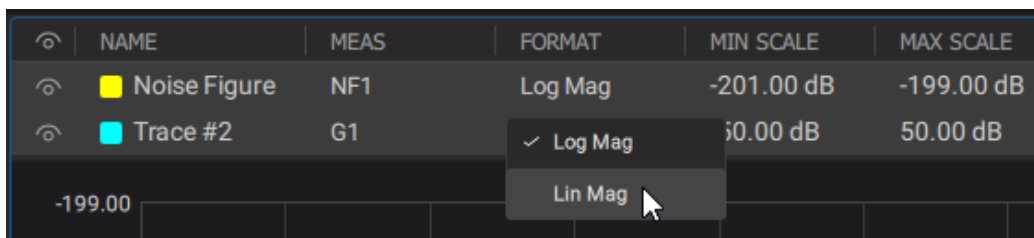
Символ	Значение
$P_C$	Мощность шума при выключенном ГШ
$P_h$	Мощность шума при включенном ГШ
$NF$	Коэффициент шума
$G$	Вносимый коэффициент усиления по мощности
$T_e$	Эквивалентная шумовая температура
$Y$	Отношение мощностей (Y-фактор)
$G_p$	Коэффициент усиления по мощности $ S_{21} ^2$ (Y-фактор с учетом эффекта рассогласования)
Mem	График памяти

- формат представления: амплитуда в логарифмическом масштабе **Log Mag** или амплитуда в линейном масштабе **Lin Mag** (см. п. [Установка формата](#));
- минимальное и максимальное значения вертикальной оси, например, **0 дБ** и **30 дБ**(см. пп. [Установка масштаба графика](#));
- включенные для графика функции: статистика, допусковый контроль, сглаживание и задействованные математические операции (см. таблицу ниже);

Символ	Значение
<b>Lim</b>	Допусковый контроль графика
<b>Smooth</b>	Сглаживание графика
<b>Stats</b>	Статистика графика
<b>Math</b>	Математические операции над графиками: деление или разность
индикация отсутствует	Функции не включены

## Быстрое редактирование параметров графика

- 1 Щелкните по параметру в менеджере графиков.
- 2 В зависимости от параметра выберите необходимое значение из списка или введите его с помощью клавиатуры.



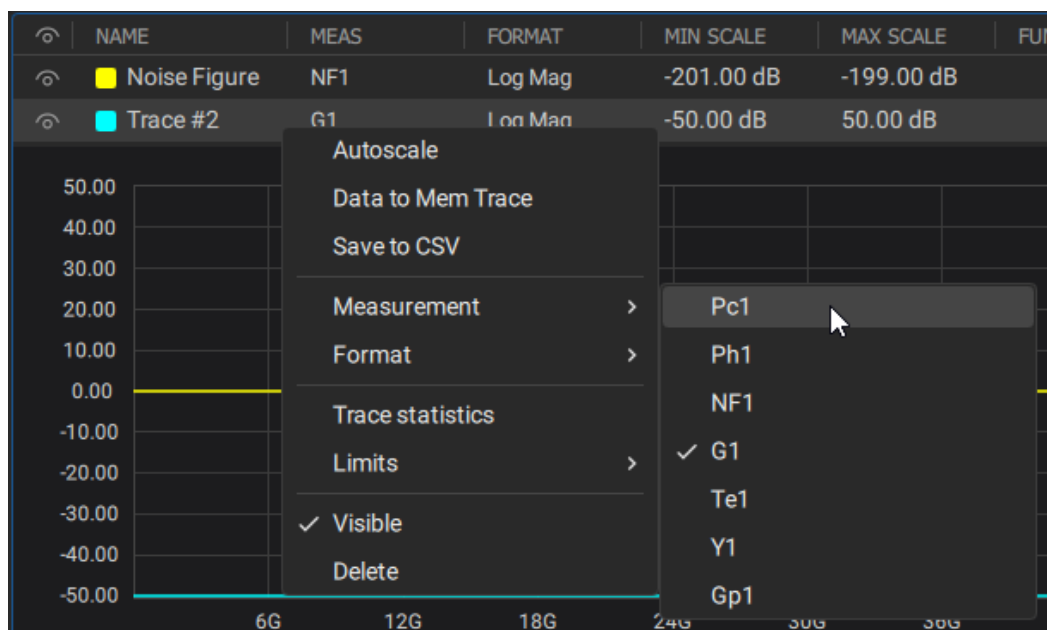
## Редактирование настроек графика с помощью контекстного меню

Контекстное меню позволяет оперативно управлять параметрами активного графика:

- **Autoscale** – автоматически подобрать масштаб по вертикальной оси (см. п. [Функция автомасштабирования](#));
- **Data to Mem Trace** – создать новую трассу памяти, скопировав данные графика (см. п. [Функция памяти графиков](#));
- **Save to CSV** – сохранить данные в файл с расширением \*.CSV (см. п. [Сохранение данных графика](#));
- **Measurement** – выбрать измеряемый параметр (см. п. [Установка измеряемых параметров](#));
- **Format** – выбрать формат отображения (см. п. [Установка формата](#));
- **Trace statistics** – включить отображение статистики (см. п. [Статистика](#));
- **Limits** – включить режим тестирования и отображения ограничительных линий (см. п. [Допусковый контроль](#));
- **Visible** – включить отображение графика на диаграмме (см. п. [Отображение графика](#));
- **Delete** – удалить график (см. п. [Удаление графика](#)).

1 Щелкните правой кнопкой мыши по графику в менеджере графиков.

2 В открывшемся окне выберите настройку для изменения.



## Диаграмма

Диаграммой называется графическая область, предназначенная для размещения графиков и цифровых данных (см. рисунок ниже). В окне канала может быть размещено 1 или 2 диаграммы с неограниченным количеством графиков. При наличии двух диаграмм активная диаграмма выделяется по периметру тонким прямоугольником синего цвета.

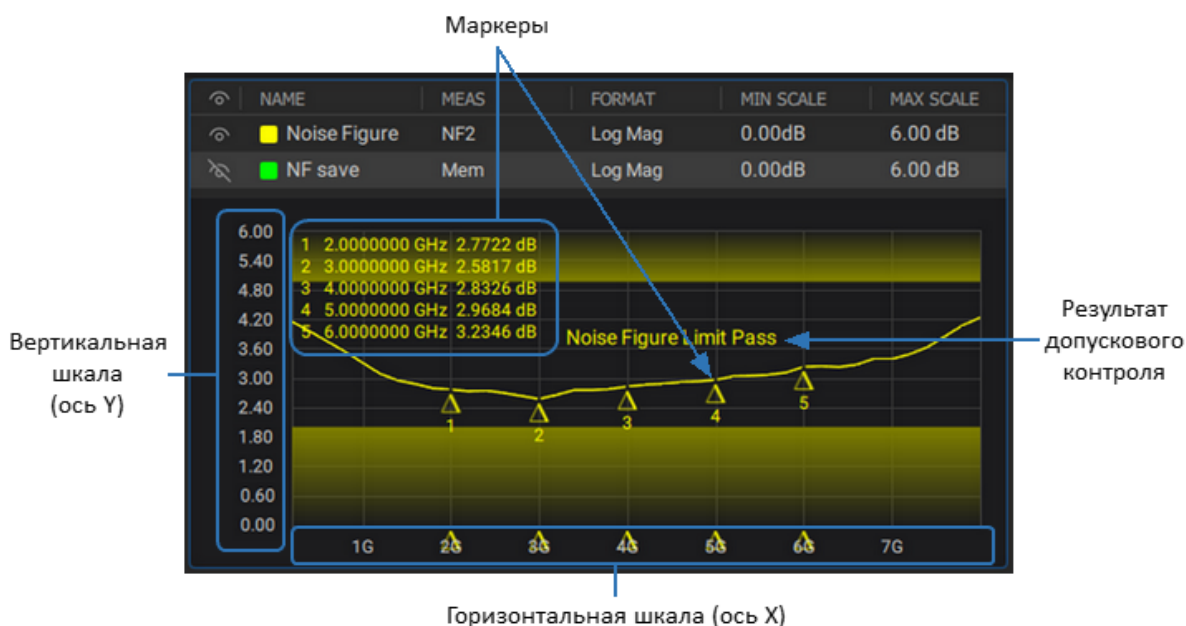


Рисунок 32 – Диаграмма

Диаграмма содержит следующие элементы:

- **вертикальную шкалу (ось Y)** для индикации цифровых значений вертикальной шкалы;
- **горизонтальную шкалу (ось X)** для индикации цифровых значений шкалы стимулов канала (частота);
- **маркеры** для отображения значений измеряемой величины в различных точках активного графика;
- статистику (и)или результат допускового контроля.

Каждая диаграмма имеет собственный менеджер графиков (см. п. [Менеджер графиков](#)).

Вариант размещения диаграмм можно выбрать из списка, расположенного на панели быстрого доступа (см. п. [Панель быстрого доступа](#)). Подробнее о размещении диаграмм в окне канала см. п. [Размещение графиков в окне канала](#).

## Маркеры

Маркеры служат для индикации значений стимула и измерений в указанных точках графика (см. рисунок ниже). На каждый график возможно добавлять до 20 маркеров.

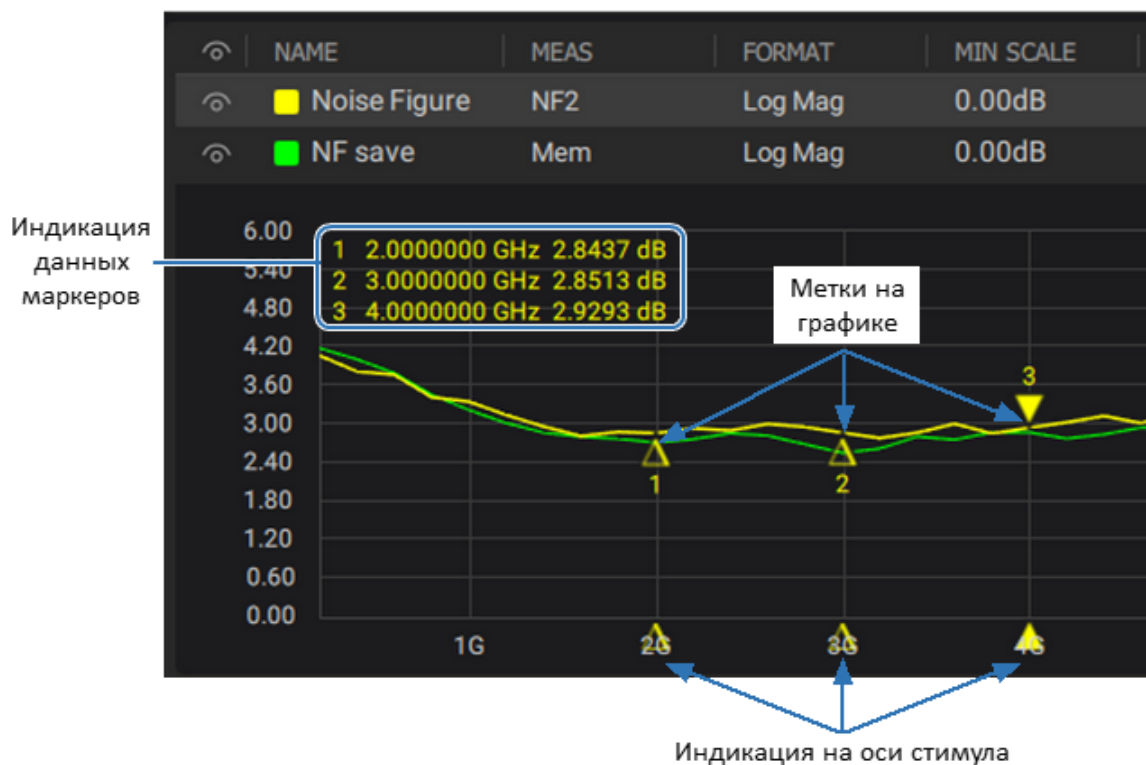


Рисунок 33 – Маркеры

Маркеры нумеруются цифрами от 1 до 20. Активный маркер выделен следующим образом:

- номер в индикации данных маркеров отображается инверсным цветом;
- метка располагается над графиком;
- метка на графике и метка стимула закрашены сплошным цветом.

---

ПРИМЕЧАНИЕ

Использование маркеров описано в п. [Маркеры](#).

---



## Строка состояния канала

Строка состояния канала располагается в нижней части окна канала и содержит элементы, показанные на рисунке ниже.



Рисунок 34 – Строка состояния канала

Строка содержит следующие элементы:

- поле **начальное значение стимула** служит для индикации и ввода начального значения диапазона частоты (подробнее см. п. [Установка диапазона сканирования](#));
- поле количества точек по частоте для индикации и ввода количества точек измерения. Количество точек может быть установлено от 40 до 1000 (подробнее см. п. [Установка количества точек или шага частоты](#));
- поле **полоса ПЧ** служит для индикации и установки полосы измерительного фильтра промежуточной частоты при измерении шумового сигнала. Полоса ПЧ может быть установлена в пределах от 1 кГц до 2 МГц (подробнее см. п. [Установка усреднения](#));
- поле **уровень выходной мощности** служит для индикации и установки выходной мощности стимулирующего сигнала на измерительном порте. При измерении КШ мощность анализатора выключена и включается только в процессе измерения S-параметров пассивных устройств, ИУ или приёмника;
- поле **значение шумового усреднения** отображает информацию о шумовом усреднении. Цифра означает количество шумового усреднения или усреднение в каждой частотной точке (подробнее см. п. [Установка усреднения](#));
- поле **статус усреднения** отображает информацию об усреднении в канале, если функция включена. Первая цифра означает текущий счетчик усреднения, вторая цифра – фактор усреднения (подробнее см. п. [Установка усреднения](#));

- поле **конечное значение стимула** служит для индикации и ввода конечного значения диапазона частоты (подробнее см. п. [Установка диапазона сканирования](#)).

## Строка состояния программы

Строка состояния программы располагается в нижней части экрана. В строке отображаются сообщения о программном обеспечении анализатора, МШУ, внешнем датчике температуры и индикаторах коррекции результатов измерений. Кроме того, в этой строке отображается температура окружающей среды, используемая в качестве температуры источника шума.

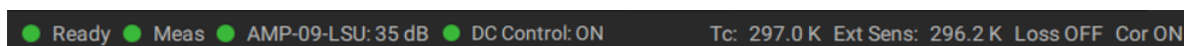


Рисунок 35 – Строка состояния программы

Таблица 36 – Сообщения в строке состояния анализатора

Наименование поля	Сообщение	Значение
Подключение к ПО анализатора	<b>Ready</b>	Программа NF подключена к ПО анализатора (см. п. <a href="#">Управление соединением с анализатором</a> )
	<b>Not Ready</b>	Программа NF не подключена к ПО анализатора или выключен Socket сервер
Режим измерений	<b>Meas</b>	Программа в режиме измерений. Канал постоянно включен в последовательные циклы измерения. Триггер в состоянии <b>Continuous</b> .
	<b>Hold</b>	Программа в режиме остановки измерений. Канал не включен в цикл измерения и не обновляется. Триггер в состоянии <b>Hold</b> . Нажата кнопка <b>Stop</b> , выбран триггер <b>Hold</b> , выбран некорректный файл лицензии или версия программного обеспечения не соответствует лицензионному соглашению.

Наименование поля	Сообщение	Значение
Модель МШУ	<b>AMP-XX</b>	Индикатор отображает модель МШУ и его установленный КУ. Значение 0 дБ соответствует режиму «перемычка».
	<b>Preamplifier not Found</b>	МШУ не подключен. В этом случае процесс измерений невозможен.
Питание ГШ (при подключенном МШУ и <a href="#">включенной индикации</a> )	<b>DC Control ON</b>	28 В на выходе DC OUT.
	<b>DC Control OFF</b>	0 В на выходе DC OUT.
Температура	<b>Tc: XX</b>	Значение температуры окружающей среды (значение температуры источника шума).
	<b>Ext Sens: XX</b>	Значение температуры окружающей среды, измеренное внешним датчиком, подключенным к МШУ.
Коррекция	<b>Loss ON</b>	Включена функция исключения цепей, подключенных к входу и выходу ИУ. Коррекция результатов измерений КШ и КУ.
	<b>Loss OFF</b>	Коррекция результатов измерений КШ и КУ не выполняется.
	<b>Cor ON</b>	Калибровка выполнена, флажки корректоров 2nd Stage и Mismatch во включенном состоянии.
	<b>Cor! ON</b>	Интерполяция или экстраполяция результатов в момент применения коррекции появляется символ «!».

Наименование поля	Сообщение	Значение
	<b>Cor OFF</b>	Калибровка не выполнена, или один из флажков 2nd Stage и Mismatch в выключенном состоянии.

---

Измерения не будут выполнены в случае отсутствия подключенного МШУ.

**ВНИМАНИЕ!**

В данном состоянии программу можно использовать для ознакомления с особенностями реализации и функциональными возможностями.

---

## Установка параметров

В данном разделе описываются настройки программы для измерений:


- выберите метод измерений (см. п. [Установка метода измерений](#)) и порт приёмник анализатора, к которому подключен МШУ (см. п. [Установка порта приёмника анализатора](#));
- установите приблизительные параметры ИУ (см. п. [Установка параметров ИУ](#));
- установите параметры анализатора, применяемые при калибровке и измерении S-параметров (см. п. [Установка параметров анализатора](#));
- установите частотно-зависимые параметры приёмника (см. п. [Установка частотно-зависимых параметров приёмника](#));
- установите необходимое количество диаграмм и графиков (см. п. [Установка графиков и диаграмм](#));
- назначьте для каждого графика измеряемые параметры, формат отображения и масштаб (см. п. [Установка измеряемых параметров](#), [Установка формата](#), [Установка масштаба графика](#));
- при необходимости синхронизации измерений с какими-либо событиями установите настройки триггера (см. п. [Настройки триггера](#));
- установите параметры фильтрации (см. п. [Установка усреднения](#) и [Установка сглаживания](#)).

---

### ВНИМАНИЕ!

При установке параметров следует проверить, что в тракте распространения шумового сигнала и сигнала при измерении S-параметров нет перегрузки.

Важно следить за тем, чтобы не происходила перегрузка приемного тракта. Перегрузка может быть вызвана разными причинами, например, некорректным вводом уровня выходной мощности анализатора при измерении S-параметров, наличием интерференционных сигналов или из-за энергетически мощного выхода ИУ. Это особенно важно при тестировании устройств с коэффициентом усиления более 20 дБ. При обнаружении перегрузки необходимо прекратить процесс измерений, скорректировать коэффициент усиления МШУ или установить аттенюатор на выходе ИУ.

В случае перегрузки приемного тракта в процессе измерения, нажмите кнопку остановки  в [панели быстрого доступа](#). Процесс остановки измерений включает в себя выключение питания ГШ и перевод МШУ в режим «перемычка».

---

## Установка метода измерений

Программа NF имеет два отдельных режима измерений КШ:

- **Y-factor** – режим измерения без учета погрешности рассогласования при определении мощностей  $P_H$  и  $P_C$ . Описание методики приведено в п. [Метод Y-фактор](#);
- **Y-factor with mismatch** – режим измерения без учета погрешности рассогласования при определении мощностей  $P_H$  и  $P_C$ . Метод потребует обязательного выполнения измерений S-параметров ИУ, устройств для подключения ГШ и ИУ и входа приёмника.

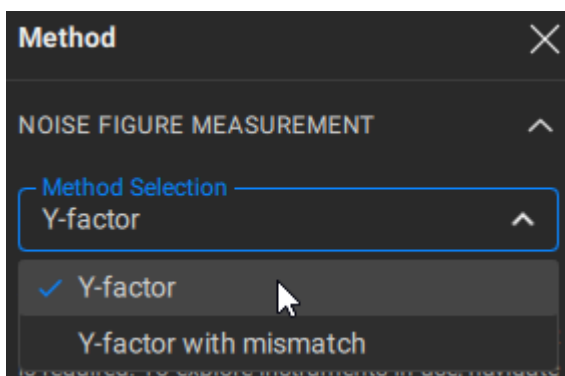
Каждый метод, реализованный в программе, использует уникальный канал. Программа поддерживает только один одновременно работающий канал. При смене метода меняется канал.

Для выполнения измерений требуется генератор шума с известной ИОШТ.

При исследовании параметров устройств с коэффициентом отражения по входу или выходу, превышающим минус 12 дБ, или если разность КО генератора шума будет превышать минус 20 дБ, следует применять метод Y-фактор с учетом погрешности рассогласования.

## Выбор метода измерений

- 1 Нажмите кнопку **Method** в меню.
- 2 Щелкните по списку **Method Selection** в аккордеоне NOISE FIGURE MEASUREMENT в подменю и выберите метод.





## Установка порта приёмника анализатора

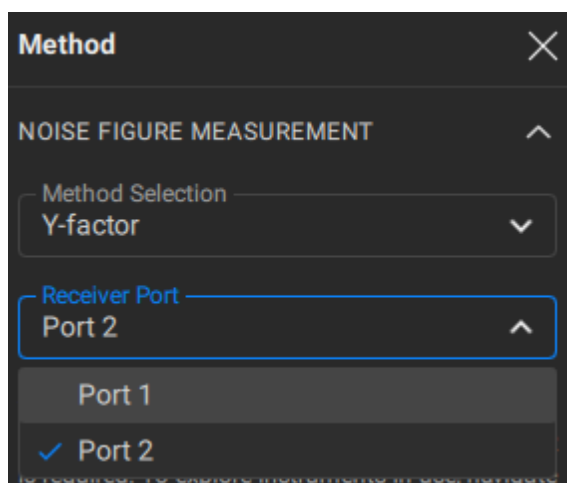
Список доступных портов отображается после подключения к программному обеспечению анализатора. В программе NF необходимо выбрать порт анализатора, к которому подключен МШУ.

### Выбор порта анализатора

---

- 1 Нажмите кнопку **Method** в меню.
- 2 Щелкните по списку **Receiver Port** в аккордеоне NOISE FIGURE MEASUREMENT в подменю и выберите порт.

ПРИМЕЧАНИЕ – Список **Receiver Port** не отображается, в случае если программное обеспечение анализатора выключено.



## Установка параметров ИУ


Для проведения измерений требуется выбрать тип ИУ и указать его приблизительные параметры, чтобы обеспечить прием шумового сигнала без компрессии приёмника. Для активных устройств следует указать приблизительное значение КШ (Noise Figure) и КУ (Gain), и по введенным данным подбирается коэффициент усиления МШУ. Для пассивных устройств по умолчанию устанавливается наибольший коэффициент усиления МШУ.

---

### ВНИМАНИЕ!

После установки параметров ИУ, следует проверить, что в тракте распространения шумового сигнала и сигнала при измерении S-параметров нет перегрузки.

Важно следить за тем, чтобы не происходила перегрузка приемного тракта. Перегрузка может быть вызвана разными причинами, например, некорректным вводом уровня выходной мощности анализатора при измерении S-параметров, наличием интерференционных сигналов или из-за энергетически мощного выхода ИУ. Это особенно важно при тестировании устройств с коэффициентом усиления более 20 дБ. При обнаружении перегрузки необходимо прекратить процесс измерений, скорректировать коэффициент усиления МШУ или установить аттенюатор на выходе ИУ.

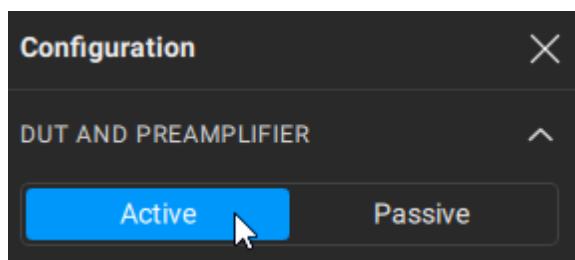
В случае перегрузки приемного тракта в процессе измерения, нажмите кнопку остановки  в [панели быстрого доступа](#). Процесс остановки измерений включает в себя выключение питания ГШ и перевод МШУ в режим «перемычка».

---

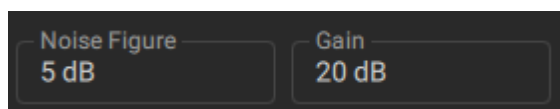
## Выбор типа и установка параметров ИУ

---

- 1 Нажмите кнопку **Configuration** в меню.
- 2 Выберите тип ИУ, нажав на кнопку **Active** (активное ИУ) или **Passive** (пассивное ИУ) в аккордеоне DUT AND PREAMPLIFIER в подменю.



- 3 Если выбран тип ИУ **Active** в аккордеоне DUT AND PREAMPLIFIER в подменю:
  - щелкните по полю **Noise Figure** и введите приблизительный коэффициент шума ИУ;
  - щелкните по полю Gain и введите приблизительный коэффициент усиления ИУ.



- 4 Для автоматического выбора коэффициента усиления щелкните по списку **Preamplifier Gain** и выберите коэффициент усиления.




## Установка параметров анализатора

Для проведения измерений требуется установить параметры анализатора, применяемые при калибровке и измерении S-параметров. Основным моментом, на который следует обратить внимание, является установка такого уровня выходной мощности анализатора, чтобы обеспечить линейный режим работы при измерении параметров ИУ и приёмника.

---

**ВНИМАНИЕ!** После установки параметров анализатора, следует проверить что в тракте распространения шумового сигнала и сигнала при измерении S-параметров нет перегрузки.

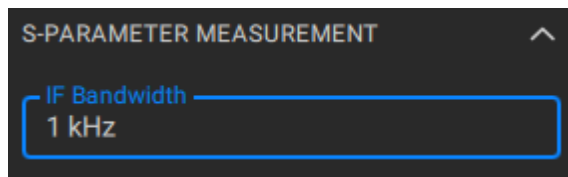
Важно следить за тем, чтобы не происходила перегрузка приемного тракта. Перегрузка может быть вызвана разными причинами, например, некорректным вводом уровня выходной мощности анализатора при измерении S-параметров, наличием интерференционных сигналов или из-за энергетически мощного выхода ИУ. Это особенно важно при тестировании устройств с коэффициентом усиления более 20 дБ. При обнаружении перегрузки необходимо прекратить процесс измерений, скорректировать коэффициент усиления МШУ или установить аттенюатор на выходе ИУ.

В случае перегрузки приемного тракта в процессе измерения, нажмите кнопку остановки  в [панели быстрого доступа](#). Процесс остановки измерений включает в себя выключение питания ГШ и перевод МШУ в режим «перемычка».

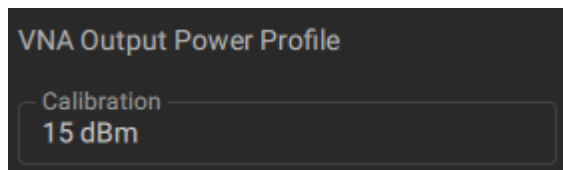
---

## Установка параметров анализатора

- 1 Нажмите кнопку **Configuration** в меню.
- 2 Щелкните по полю **IF Bandwidth** в аккордеоне S-PARAMETERS MEASUREMENT в подменю и введите полосу ПЧ анализатора для измерения и калибровки.

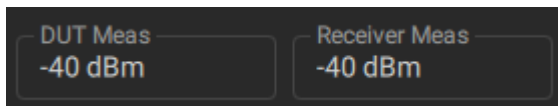


- Щелкните по полю **Calibration** в аккордеоне S-PARAMETERS MEASUREMENT в подменю и введите уровень выходной мощности при калибровке.



- Если выбран метод измерений **Y-factor with mismatch**, щелкните по полю **DUT Meas** в аккордеоне S-PARAMETERS MEASUREMENT в подменю и введите уровень выходной мощности при измерении S-параметров ИУ (для Y-фактора с коррекцией).

- Если выбран метод измерений **Y-factor with mismatch**, щелкните по полю **Receiver Meas** в аккордеоне S-PARAMETERS MEASUREMENT в подменю и введите уровень выходной мощности при измерении коэффициента отражения приёмника (для Y-фактора с коррекцией).



## Установка частотно-зависимых параметров приёмника

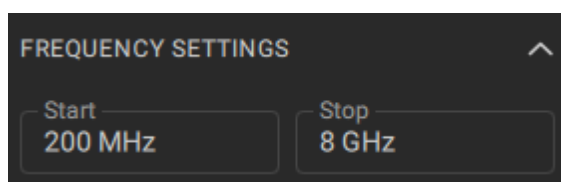
В данном разделе рассмотрен порядок установки диапазона частот приёмника, количества точек или шага по частоте.

## Установка диапазона сканирования

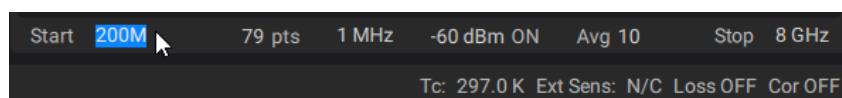
Диапазон сканирования задается с помощью начального и конечного значений (Старт/Стоп).

## Установка диапазона сканирования

- 1 Нажмите кнопку **Sweep/Average** в меню.
- 2 Щелкните по полю **Start** в аккордеоне FREQUENCY SETTINGS в подменю и введите значение начальной частоты.
- 3 Щелкните по полю **Stop** в аккордеоне FREQUENCY SETTINGS в подменю и введите значение конечной частоты.



**ПРИМЕЧАНИЕ** Значения начальной и конечной частоты можно установить в [строке состояния канала](#). Для этого щелкните левой кнопкой мыши по соответствующему полю в строке состояния канала и введите требуемое значение:



## Установка количества точек или шага частоты

Точка измерения — это выборка данных, произведенная при определенном значении стимула. В процессе сканирования производится серия последовательных измерений точек данных, равномерно распределенных по заданному диапазону стимула. При этом стимул изменяется от точки к точке в соответствии с выбранным шагом по частоте.

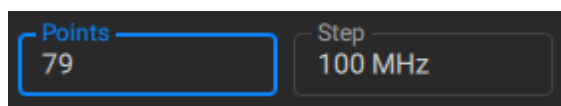
Количество точек измерения — это количество выборок данных, произведенных анализатором за один цикл сканирования.

Увеличение количества точек прямо пропорционально увеличивает время цикла сканирования и уменьшает производительность измерений. Для получения большего разрешения графика количество точек увеличивают. Для увеличения производительности измерений количество точек уменьшают до значений, обеспечивающих приемлемое разрешение графика. Для поддержания высокой точности измерений количество точек при калибровке и измерениях ИУ должно совпадать.

Пользователь может установить количество точек сканирования, в этом случае программа рассчитает шаг по частоте, или установить шаг по частоте, в этом случае программа рассчитает количество точек в заданном диапазоне сканирования.

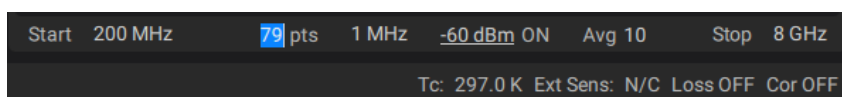
## Установка количества точек или шага частоты

- 1 Нажмите кнопку **Sweep/Average** в меню.
- 2 Щелкните по полю **Points** и введите количество точек или **Step** и введите шаг по частоте в аккордеоне FREQUENCY SETTINGS в подменю.



### ПРИМЕЧАНИЕ

Количество точек можно установить в [строке состояния канала](#). Для этого щелкните левой кнопкой мыши по соответствующему полю в строке состояния канала и введите требуемое значение:



## Установка графиков и диаграмм

В окне канала может быть одновременно размещено неограниченное количество графиков на 1 или 2 диаграммах. Каждому графику назначается измеряемый параметр, формат отображения и другие параметры.

Таблица 8 – Параметры, относящиеся к графику

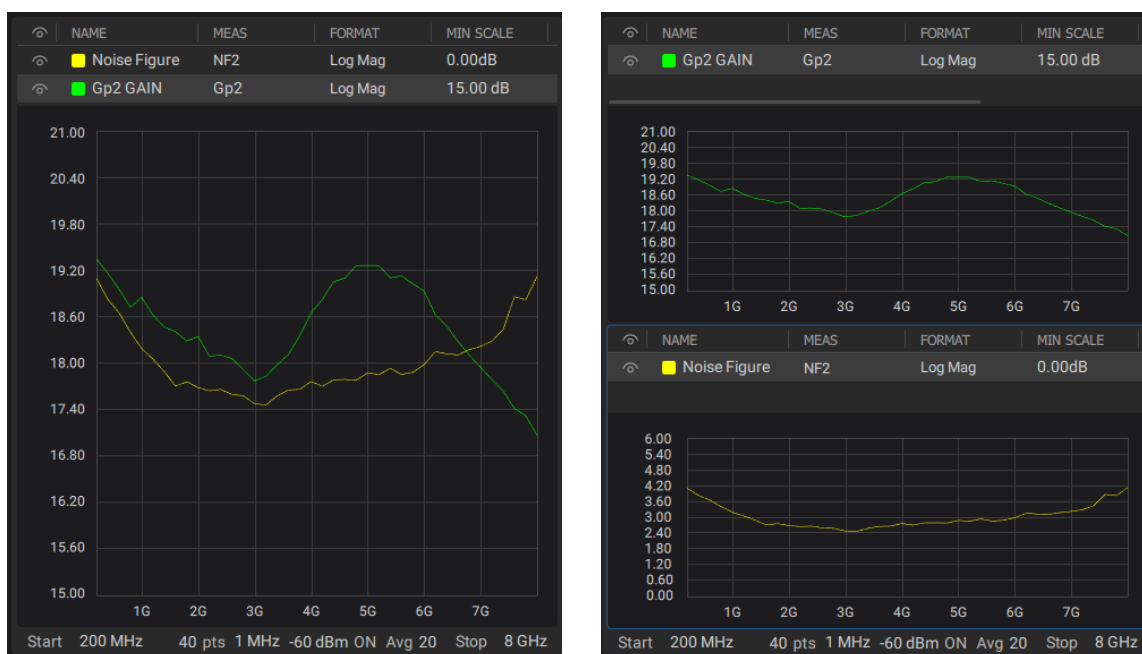
N	Наименование
1	<a href="#">Измеряемый параметр</a>
2	<a href="#">Формат представления</a>
3	<a href="#">Масштаб</a>
4	<a href="#">Математические операции</a>
5	<a href="#">Сглаживание</a>
6	<a href="#">Маркеры</a>
7	<a href="#">Допусковый контроль</a>



## Размещение графиков и диаграмм

Если в окне канала включено более одного графика, то их возможно разместить их в 1 или 2 диаграммах. Диаграммы в канале могут быть расположены горизонтально или вертикально.

По умолчанию окно канала имеет одну диаграмму с одним графиком.



В одной диаграмме

В двух диаграммах с вертикальным расположением

Рисунок 37 – Пример размещения двух графиков


Каждому графику присваиваются следующие настройки: имя, измерение, формат, масштаб и цвет (настройки могут быть изменены):

- по умолчанию график имеет имя **График #n**, где n – номер графика. При необходимости имя графика можно изменить (см. п. [Редактирование наименования графика](#));
- измерение по умолчанию присваивается для первого графика **NFm**, где m – номер порта приёмника, и далее по порядку. Изменение параметра описано в п. [Установка измеряемых параметров](#);
- формат по умолчанию для всех графиков – амплитуда в логарифмическом масштабе (дБ). Изменение параметра описано в п. [Установка формата](#);
- масштаб в зависимости от установленного измеряемого параметра. Изменение параметра описано п. [Установка масштаба графика](#);

- цвет графика присваивается автоматически в соответствии с его номером. Изменение параметра описано в п. [Настройка цвета графика](#).

## Выбор размещения диаграмм в канале

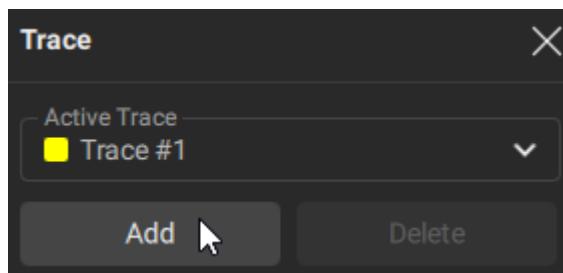
---

- 1 Щелкните по кнопке  в панели быстрого доступа и выберите вариант размещения.
- 

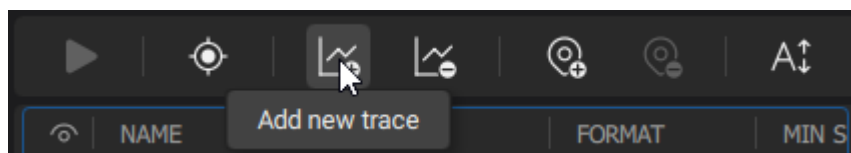
## Добавление графика

---

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Trace** в меню.
- 3 Нажмите на кнопку **Add** в подменю.



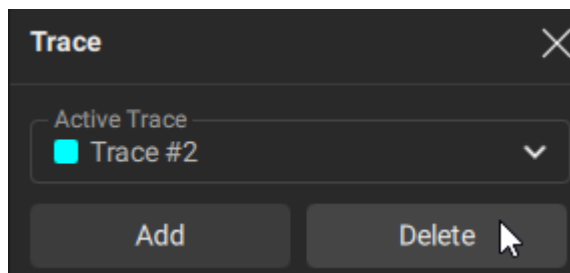
**ПРИМЕЧАНИЕ** График можно добавить с помощью [панели быстрого доступа](#).



## Удаление графика

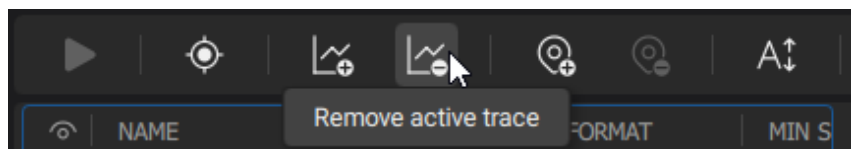
---

- 1 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Trace** в меню.
- 3 Нажмите на кнопку **Delete** в подменю.



---

**ПРИМЕЧАНИЕ** График можно удалить с помощью [панели быстрого доступа](#).



## Перенос графиков по диаграммам

В программе реализована функция переноса одного графика между диаграммами с использованием мыши.

Перенос выполняется для активного графика. Чтобы перенести график, наведите на него курсор в менеджере графиков, нажмите и удерживайте левую кнопку мыши, затем перенесите график из одной диаграммы в другую. После переноса график появится в менеджере графиков в другой диаграммы.

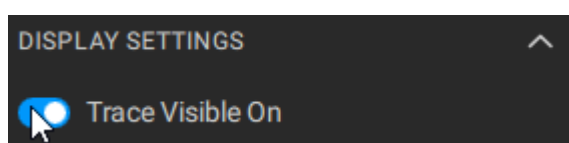


Рисунок 38 – Перенос графика между диаграммами

## Отображение графика

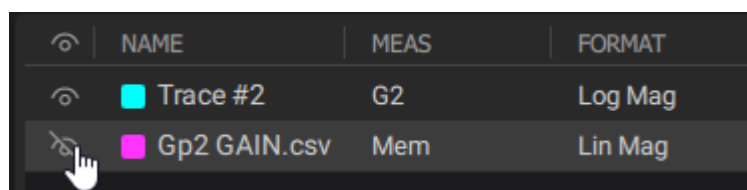
Функция показывает или скрывает график в канале.

- 1 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Trace** в меню.
- 3 Включите или выключите переключатель **Trace Visible** в аккордеоне DISPLAY SETTINGS в подменю.



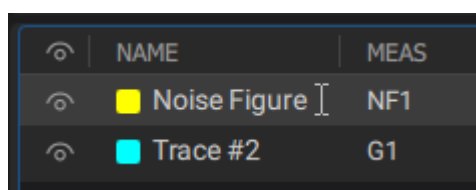
### ПРИМЕЧАНИЕ

Отображение графика можно включить или выключить в менеджере графиков.



## Редактирование наименования графика

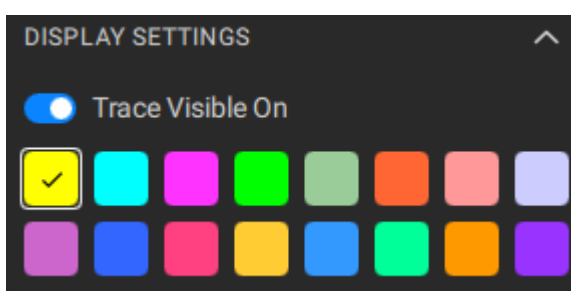
- 1 Щелкните по наименованию графика в менеджере графиков.
- 2 Введите уникальное имя графика.



## Настройка цвета графика





При необходимости цвет графика может быть изменен.

- 1 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Trace** в меню.
- 3 Щелкните по цвету в предложенном наборе 16 цветов в аккордеоне DISPLAY SETTINGS в подменю.



### ПРИМЕЧАНИЕ

Цвет графика можно изменить в [менеджере графиков](#).

	NAME	MEAS	FORMAT
	 Trace #2	G2	Log Mag
	 Gp2 GAIN.csv	Mem	Lin Mag

## Выбор активной диаграммы и графика

Ввод параметров графиков применяются к активному графику. Активный график подсвечен в менеджере графиков.

Активная диаграмма выделена окантовкой окна синего цвета. Примеры выделения активной диаграммы и графика приведены на рисунках ниже.

Перед установкой параметров графика необходимо назначить активную диаграмму и график.

### Выбор активной диаграммы

Активную диаграмму можно выбрать, если окно программы содержит две диаграммы. Окантовка окна активной диаграммы выделена синим цветом.

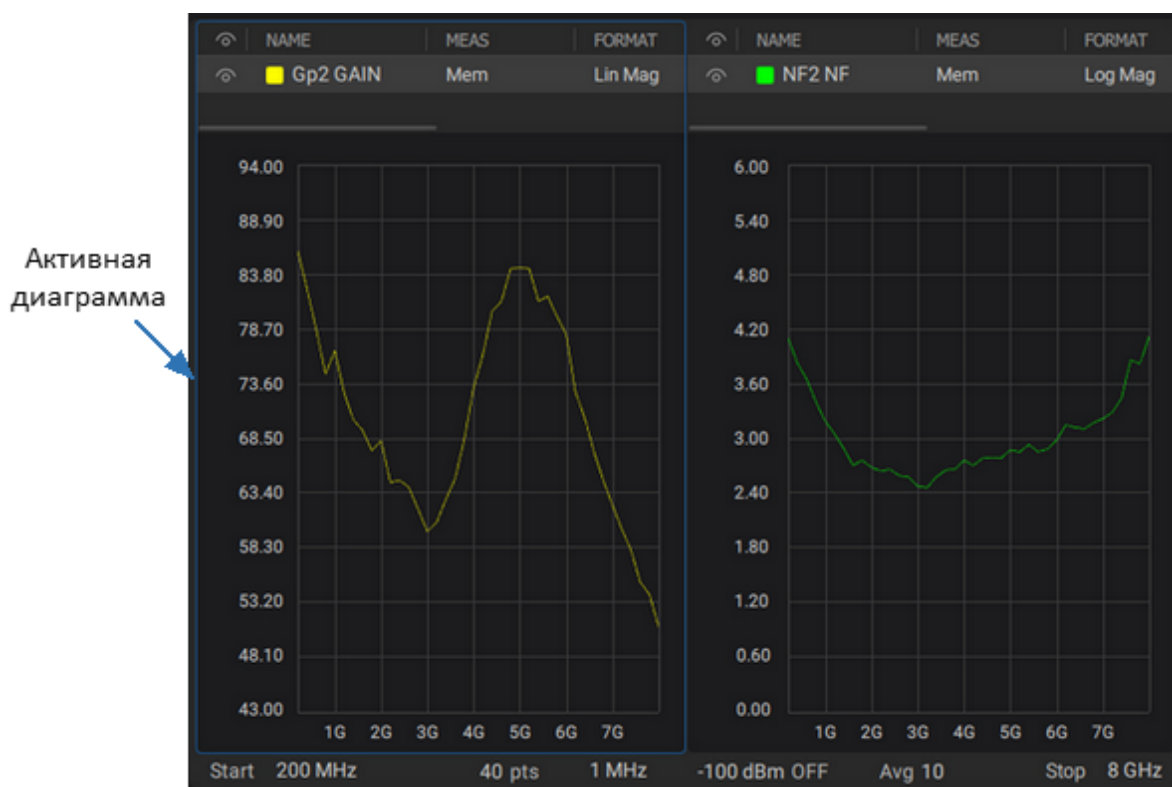


Рисунок 39 – Пример активной диаграммы

①

Щелкните по нужной диаграмме в окне канала.

## Выбор активного графика

График можно назначить активным, если диаграмма содержит два или более графиков. Активный график подсвечен в менеджере графиков.

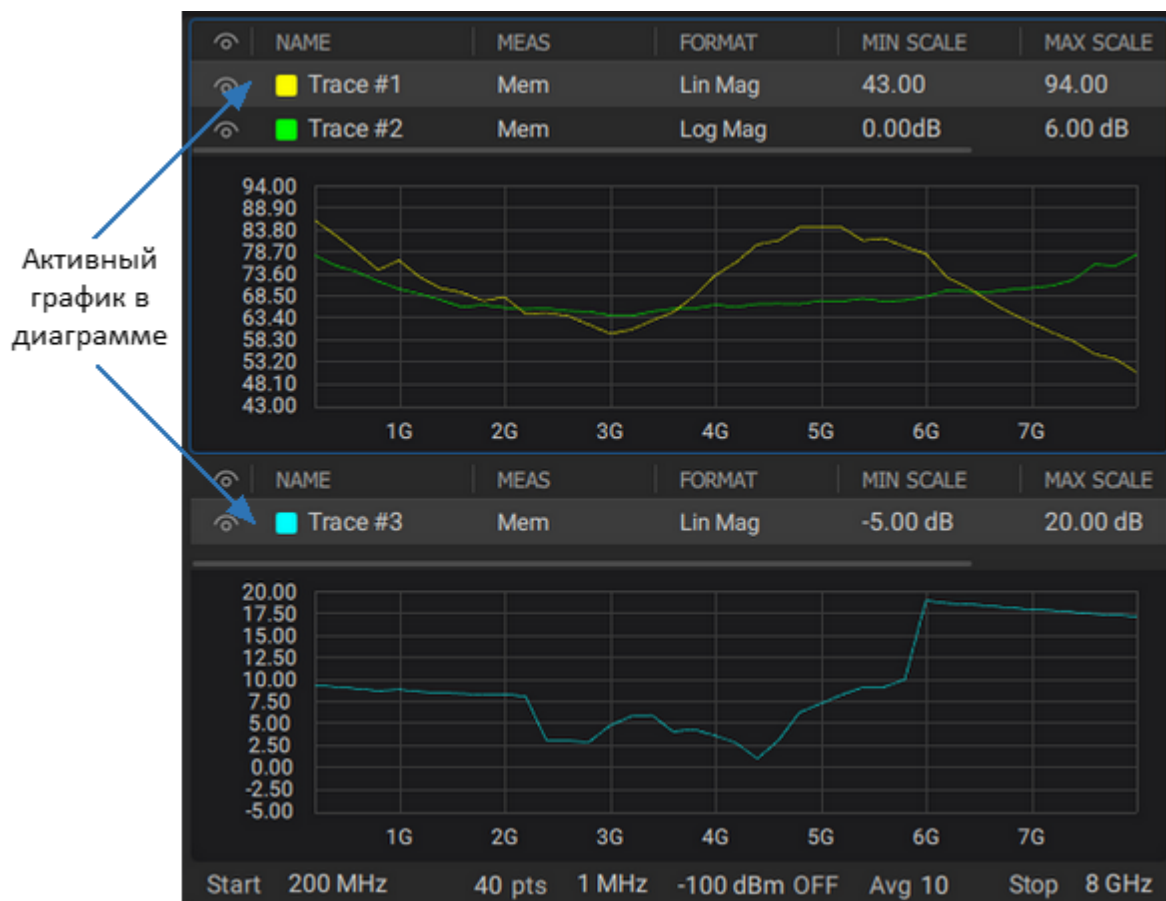
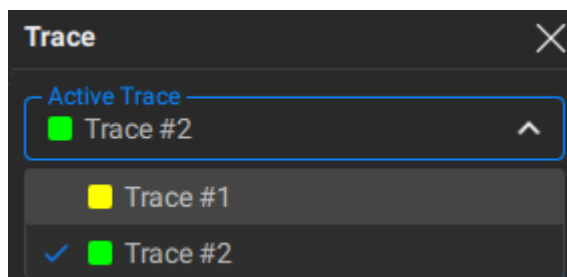


Рисунок 40 – Пример активного графика

- 1 Нажмите кнопку **Trace** в меню.
- 2 Выберите нужный график из списка **Active Trace** в подменю.





---

**ПРИМЕЧАНИЕ**      Активный график можно выбрать, щелкнув по нему в менеджере графиков или на любой элемент (график, маркер и т.д.), имеющий тот же цвет.

---

## Установка измеряемых параметров

Измеряемый параметр устанавливается для каждого графика. Значения измеряемых параметров обновляются при каждой развертке по частоте.

Каждому графику также может быть назначены следующие параметры:

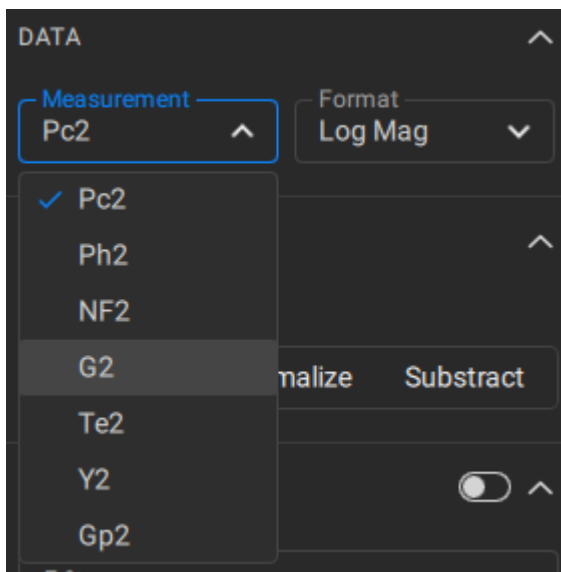
Параметр	Описание
$P_c$	Мощность шума при выключенном ГШ
$P_n$	Мощность шума при включенном ГШ
$NF$	Коэффициент шума
$G$	Вносимый коэффициент усиления по мощности
$T_e$	Эквивалентная шумовая температура
$Y$	Отношение мощностей (метод Y-фактор)
$G_p$	Коэффициент усиления по мощности $ S_{21} ^2$ (для метода Y-фактор с учетом эффекта рассогласования в тракте распространения шумового сигнала)

ПРИМЕЧАНИЕ – Параметр отображается с номером порта, к которому подключен МШУ (см. п. [Установка порта приёмника анализатора](#)).

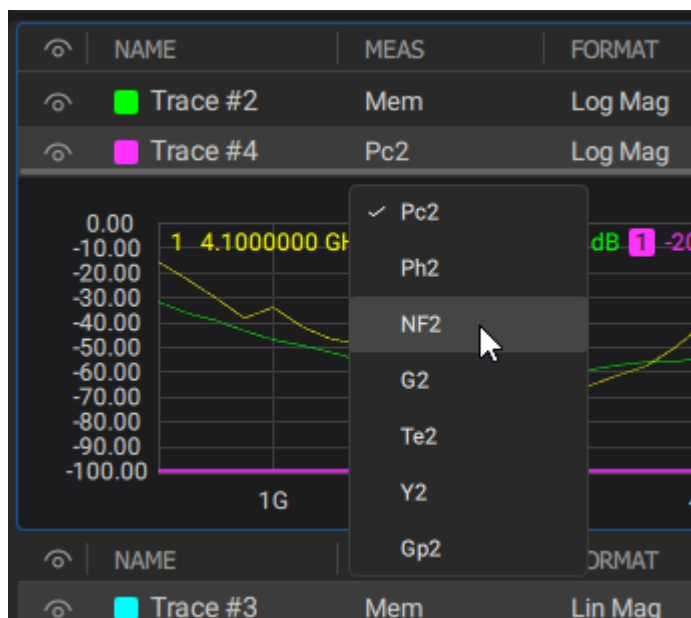
## Установка измеряемого параметра для графика

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 3 Нажмите кнопку **Trace** в меню.
- 4 Выберите измеряемый параметр в списке **Measurement** в аккордеоне DATA в подменю.

ПРИМЕЧАНИЕ – Тип любой графика памяти отображается в списке, как **Mem** (см. п. [Функция памяти графиков](#)).



ПРИМЕЧАНИЕ Измеряемый параметр можно установить в [менеджере графиков](#). Для этого щелкните по соответствующему полю в менеджере графиков и выберите параметр в открывшемся окне:



## Установка формата

Решение позволяет отображать измеренные параметры в формате прямоугольных координат.

В формате прямоугольных координат по оси X откладываются значения частоты, а по оси Y – значения измеряемой величины (см. рисунок ниже).

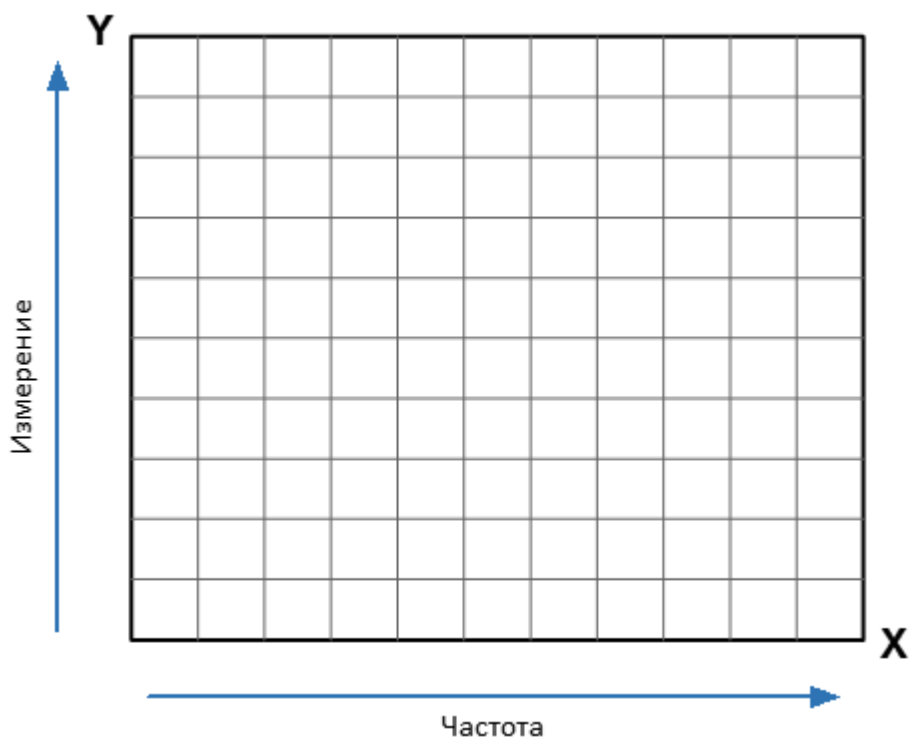


Рисунок 41 — Прямоугольные координаты

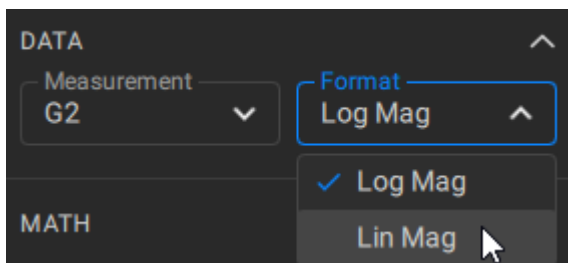
Формат прямоугольных координат позволяет выбрать один из двух видов представления измеряемой величины на оси Y (см. таблицу ниже).

Наименование формата	Краткое наименование формата	Единица измерения оси Y
Измеряемый параметр в логарифмическом масштабе	<b>Log Mag</b>	Мощность: дБм Коэффициент шума: дБ Коэффициент усиления: дБ Температура: дБ

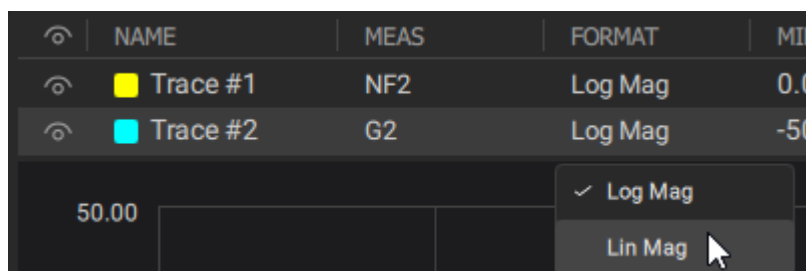
Наименование формата	Краткое наименование формата	Единица измерения оси Y
Измеряемый параметр в линейном масштабе	Lin Mag	Мощность: Вт Коэффициент шума: отн.ед Коэффициент усиления: отн.ед Температура: К

## Установка формата графика

- ① Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- ② Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- ③ Нажмите кнопку **Trace** в меню.
- ④ Выберите формат в списке **Format** в аккордеоне DATA в подменю.



**ПРИМЕЧАНИЕ** Формат графика можно установить в [менеджере графиков](#). Для этого щелкните по соответствующему полю в менеджере графиков и выберите параметр:



## Установка масштаба графика

Масштаб используется для установки значений вертикальной оси. Для каждого графика устанавливаются индивидуальные параметры масштаба. На диаграмме отображается масштаб активного графика.

Для автоматической установки масштаба активного графика или всех графиков возможно применение функции автомасштабирования (см. п. [Функция автомасштабирования](#)). При необходимости возможно увеличить выбранную область диаграммы на весь экран (см. п. [Увеличение диаграммы](#)).

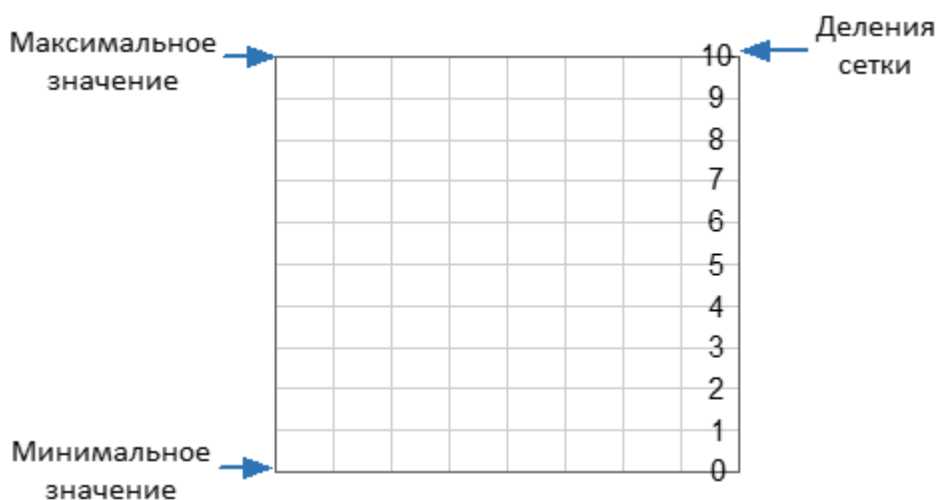


Рисунок 42 — Масштаб прямоугольных координат

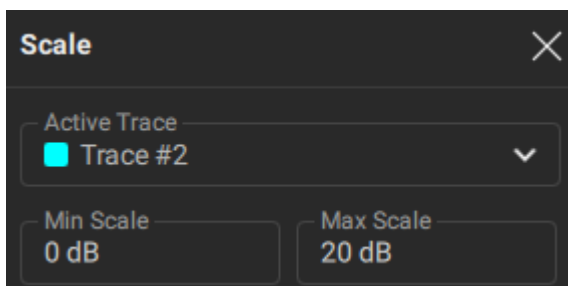
Масштаб графика устанавливается с помощью следующих параметров:

- минимальное значение по вертикальной оси;
- максимальное значение по вертикальной оси;
- 10 делений сетки (значение по умолчанию).

## Установка масштаба графика

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Scale** в меню.
- 3 Выберите график в списке **Active Scale** в подменю.

- 4 Щелкните по полю **Min Scale** в подменю и введите минимальное значение по вертикальной оси.
- 5 Щелкните по полю **Max Scale** в подменю и введите максимальное значение по вертикальной оси.



**ПРИМЕЧАНИЕ** Масштаб графика можно установить в [менеджере графиков](#). Для этого щелкните по соответствующему полю в менеджере графиков и введите параметр:

	NAME	MEAS	FORMAT	MIN SCALE	MAX SCALE
	Trace #1	NF2	Log Mag	0.00dB	50.00 dB
	Trace #2	G2	Log Mag	0.00	20.00 dB

## Функция автомасштабирования

Функция автомасштабирования настраивает масштаб активного графика или всех графиков канала таким образом, чтобы график измеряемой величины полностью укладывался в диаграмму, занимая большую ее часть.

### Применение функции автоматического масштабирования

---

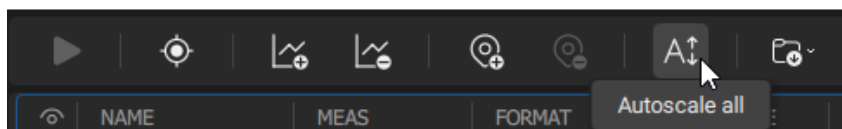
- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Scale** в меню.
- 3 Для автомасштабирования активного графика выберите его в списке **Active Scale** в подменю.
- 4 Нажмите кнопку **Autoscale** в подменю для автомасштабирования активного графика.

Нажмите кнопку **Autoscale all** в подменю для автомасштабирования всех графиков канала.



---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Автомасштаб всех графиков канала можно применить в [панели быстрого доступа](#):





## Увеличение фрагмента диаграммы

Функция увеличения фрагмента диаграммы позволяет временно увеличить на весь экран выбранную область диаграммы (см. рисунок ниже).

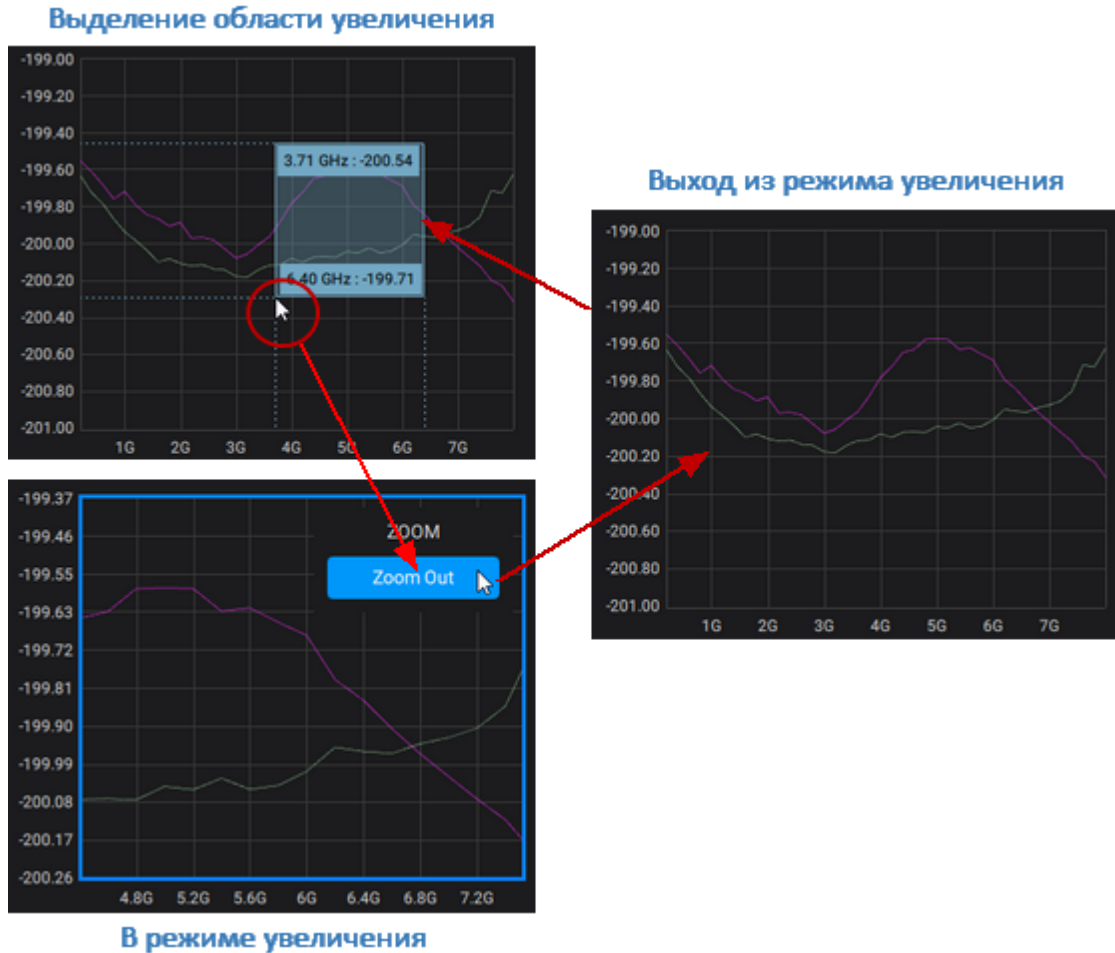


Рисунок 43 — Увеличение фрагмента диаграммы

### ПРИМЕЧАНИЕ

Режим увеличения фрагмента диаграммы не влияет на параметры сканирования. Например, если диапазон сканирования установлен от 200 кГц до 8 ГГц, измерения будут выполняться в пределах указанного диапазона и не будут ограничены выделенной областью.

## Применение увеличения фрагмента диаграммы

---

- 1 Переместите указатель в начальную точку увеличения на диаграмме.
  - 2 Нажмите и удерживайте левую кнопку мыши, перетащите указатель к конечной точке увеличения.
  - 3 Отпустите кнопку мыши.
  - 4 Нажмите кнопку **Zoom Out** в правом верхнем углу диаграммы для возврата к исходному состоянию диаграммы.
-

## Настройки триггера

Триггер — это сигнал или событие, запускающее цикл измерения.

Программа может находиться в одном из трех следующих состояний:

- **Стоп** — канал исключен из цикла измерений. Канал иницируется автоматически, если выбран режим инициации **Continuous** или **Single** (см. таблицу ниже);
- **Ожидание триггера** — канал ожидает сигнал триггера для начала измерений;
- **Цикл измерения** — выполняется измерение в канале.

## Режим инициации канала

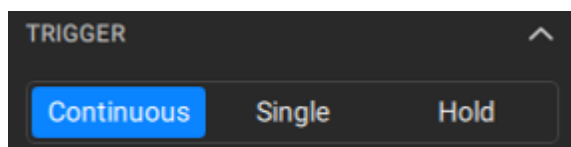
Инициация триггера определяет включение цикла измерения по сигналу триггера. Возможно выбрать один из следующих трех режимов (см. таблицу ниже).

Режим инициации	Значение
<b>Continuous</b> [по умолчанию]	Канал постоянно включен в последовательные циклы измерения, автоматически переходит в состояние "Ожидание триггера" в конце каждого цикла измерения.
<b>Single</b>	Канал иницируется один раз и включен в следующий цикл измерения однократно. По окончании измерения канал переходит в состояние <b>Hold</b> .
<b>Hold</b>	Канал не включен в цикл измерения и не обновляется. В режиме <b>Hold</b> осуществляется остановка измерений. Процесс остановки включает в себя выключение питания ГШ и перевод МШУ в режим «перемычка».

## Установка режима инициации триггера

---

- 1 Нажмите кнопку **Sweep/Average** в меню.
- 2 Нажмите кнопку требуемого режима инициации канала в аккордеоне TRIGGER в подменю.



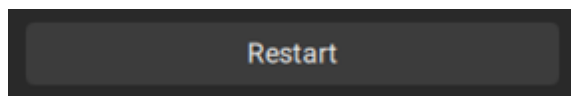
## Прерывание текущего цикла измерения

---

Перезапуск прерывает сканирование и переводит анализатор в состояние "Стоп". Если канал в состоянии непрерывной инициации, анализатор переводится в состояние "Ожидание триггера".

---

- 1 Нажмите кнопку **Sweep/Average** в меню.
- 2 Нажмите на кнопку **Restart** в аккордеоне TRIGGER в подменю.



## Фильтрация

### Установка усреднения

В программе реализовано два типа усреднений: точечное и канальное. Точечное усреднение позволяет накапливать данные в каждой измеряемой точке с последующим выводом результата на экран. Канальное усреднение работает от развертки к развертке, последовательно накапливая данные для обработки.

Для усреднения результатов измерений в каждой частотной точке необходимо задать полосу фильтра ПЧ при измерении мощности шумового сигнала и количество усреднений.

Рекомендуется измерения проводить при полосе фильтра 1 МГц. После преселекции мощность шума, регистрируемая приёмником, будет представлять собой сумму основного  $B_{Main}$  и зеркального  $B_{Image}$  каналов, а также частично из побочных каналов  $B_{Harm}$ . Общая шумовая полоса будет приблизительно равна удвоенному значению полосы фильтра ПЧ. Общая шумовая полоса будет приблизительно равна удвоенному значению полосы фильтра ПЧ.

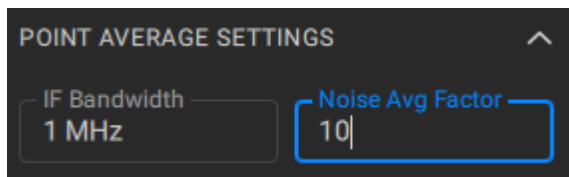
Выберите шумовое усреднение (усреднение в точке) в зависимости от требуемого уровня флуктуации результата измерений. 1 шумовое усреднение соответствует усреднению 1000 точек, определённых приемником анализатора в режиме измерений абсолютной мощности. При тестировании ИУ с коэффициентом усиления более 15 дБ достаточным усреднением является количество из диапазона 10-20.

Для канального усреднения задается количество разверток, в течение которых последовательно будут накапливаться и усредняться данные для всех графиков в канале.

### Установка параметров точечного усреднения

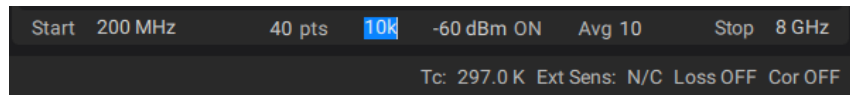
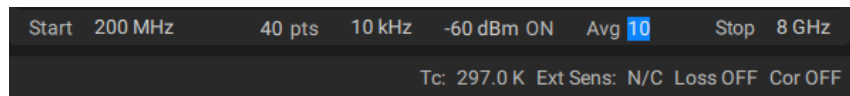
---

- 1 Нажмите кнопку **Sweep/Average** в меню.
- 2 Щелкните по полю **IF Bandwidth** в аккордеоне POINT AVERAGE SETTINGS в подменю и введите полосу ПЧ при измерении мощности шумового сигнала.
- 3 Щелкните по полю **Noise Avg Factor** в аккордеоне POINT AVERAGE SETTINGS в подменю и введите количество усреднений шумового сигнала.



ПРИМЕЧАНИЕ

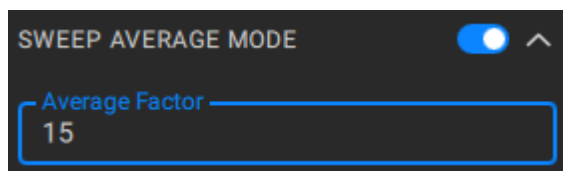
Полосу ПЧ при измерении мощности шумового сигнала и количество усреднений можно установить в [строке состояния канала](#):



## Включение и установка параметров канального усреднения

При включенной функции усреднения в строке состояния канала отображается текущее количество итераций и фактор усреднения, например «9/10». Процесс усреднения считается установившимся, когда оба числа равны.

- 1 Нажмите кнопку **Sweep/Average** в меню.
- 2 Включите переключатель в аккордеоне SWEEP AVERAGE MODE в подменю.
- 3 Щелкните по полю **Average Factor** в аккордеоне SWEEP AVERAGE MODE в подменю и введите количество усреднений.



## Установка сглаживания

Сглаживание усредняет измерения соседних точек графика скользящим окном. Ширина окна (апертура) задается в процентах от числа точек графика.

Сглаживание сохраняет средний уровень графика, уменьшая шумовые выбросы. Вместе с подавлением шумов сглаживание может исказить форму графика, например, всплеск на графике может существенно измениться или исчезнуть. Сглаживание не увеличивает динамический диапазон измерения и не увеличивает время измерения.

---

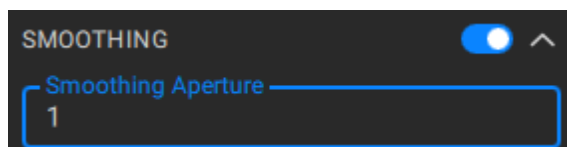
**ПРИМЕЧАНИЕ** Рекомендуется использовать данную функцию с осторожностью и в сочетании с канальным усреднением для уменьшения флуктуации результатов измерений, при этом минимизируя значительные искажения формы графика.

---

## Включение сглаживания и установка апертуры

Сглаживание устанавливается индивидуально для каждого графика.

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 3 Нажмите кнопку **Trace** в меню.
- 4 Включите переключатель в аккордеоне SMOOTHING в подменю.
- 5 Щелкните по полю **Smoothing Aperture** и введите требуемое значение параметра



---

**ПРИМЕЧАНИЕ** При включении сглаживания в [менеджере графиков](#) в поле FUNCTION графика отображается **Smooth**.

---



## Калибровка

На результаты измерения S-параметров влияют различные ошибки измерения. Природа этих ошибок различна - некоторые из них систематически повторяются, а некоторые являются случайными. Калибровка — это процесс, используемый для оценки систематически повторяющихся ошибок и их математического исключения из результатов измерений.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Чтобы обеспечить требуемую точность измерений, проводите калибровку перед каждым сеансом работы. Для выполнения калибровки правильно следуйте рекомендациям по выполнению калибровок текущего раздела. Только правильно откалиброванный прибор обеспечивает точность, указанную в технических характеристиках.

---

Общие сведения о калибровке см. в руководстве по эксплуатации на анализатор цепей векторный.

Для проведения калибровки в программе NF реализован отдельный мастер (см. п. [Мастер калибровки](#)). Мастер содержит все необходимые схемы измерений и сопровождает пользователя в течение всего процесса. Объем измерений зависит от выбранного метода и необходимости использования функции исключения цепи (см. п. [Исключение цепи](#)). В соответствии с выбранным методом мастер предложит провести различный набор измерений. Метод **Y-factor with mismatch** потребует обязательного выполнения измерений S-параметров ИУ, устройств для подключения ГШ и ИУ и входа приёмника.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Мастер содержит шаг, в котором перечисляются настройки прибора и выбранной степени усиления МШУ (см. п. [Вкладка Setup](#)). Строгое соблюдение настроек важно для корректного проведения измерений. Пользователь может проверить и изменить эти настройки непосредственно в процессе работы с мастером, без необходимости выхода из него. Это включает в себя:

- проверку правильности выбора коэффициента усиления МШУ;
- убеждение в правильности установленных параметров измерений;

- подтверждение корректности указанного уровня выходной мощности анализатора при калибровке и измерении S-параметров.
- 

Калибровочные коэффициенты используются для компенсации эффекта рассогласования в тракте распространения шумового сигнала и влияния приёмника. При необходимости все блоки коррекции можно при необходимости включить или выключить вручную (см. п. [Блоки коррекции](#)).

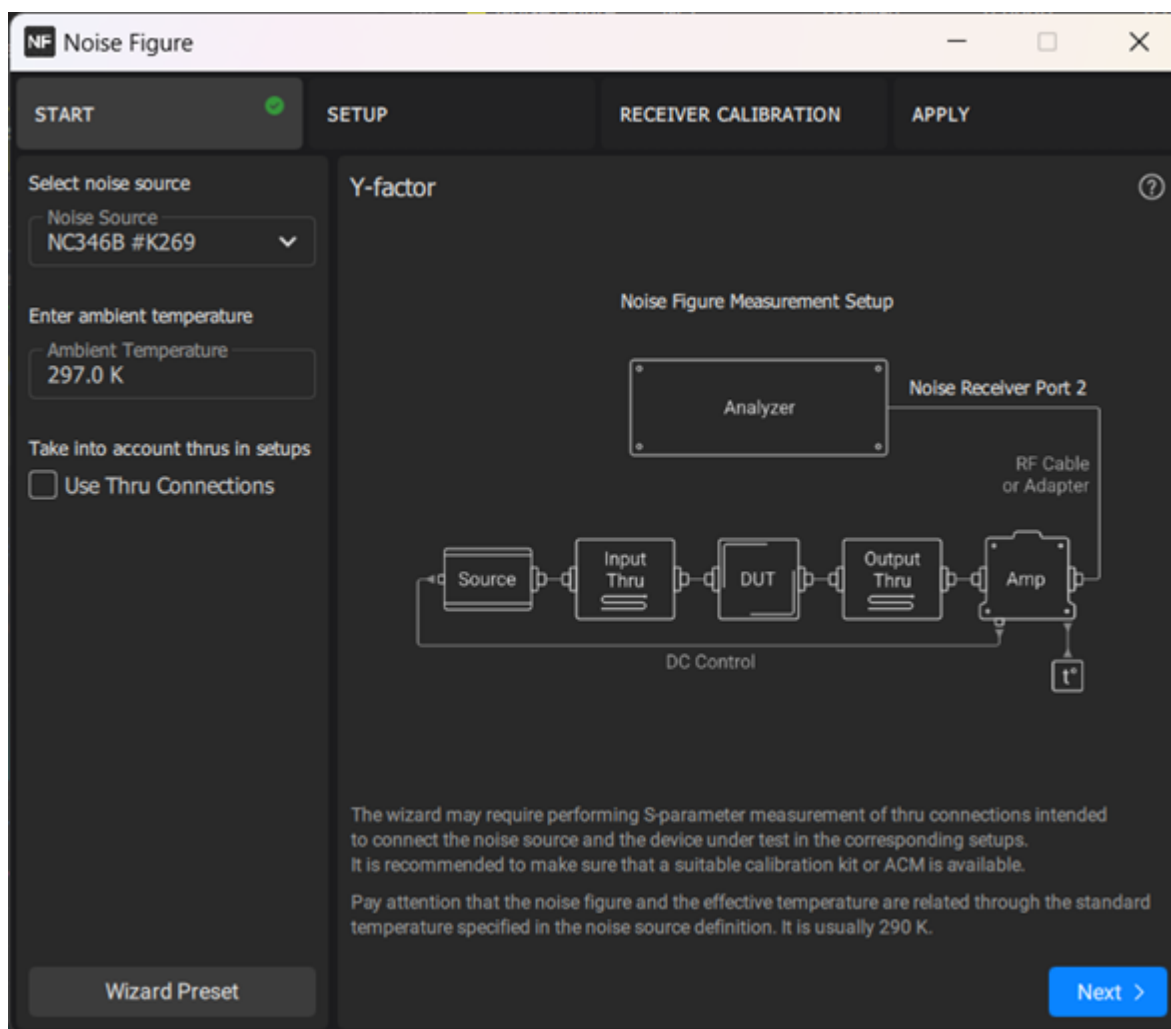
В программе есть библиотека для хранения описаний доступных ГШ (см. п. [Настройка генератора шума](#)).

## Мастер калибровки

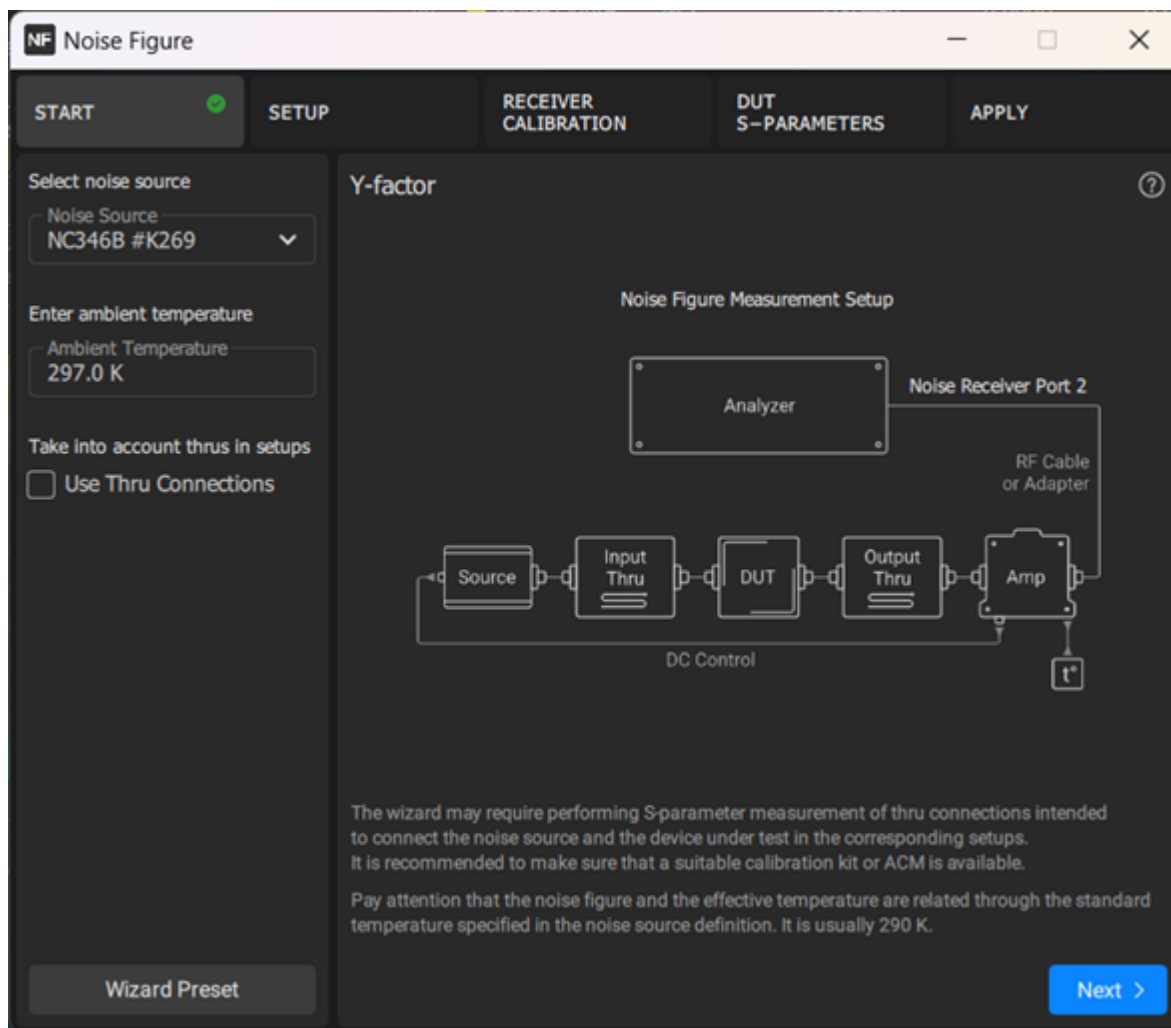
В зависимости от выбранного метода измерений (см. п. [Установка метода измерений](#)) мастер проведения измерений будет предлагать разный набор измерений S-параметров используемых устройств.

Окно содержит переключаемые вкладки в верхней части и области с настройками и схемами измерений шагов. Кнопки **Next** и **Back** служат для перемещения между вкладками мастера. Для перехода к вкладке нажмите на название вкладки в верхней части окна мастера калибровки. Описание каждой вкладки мастера приведено в подразделах далее.

Окно мастера калибровки показано на рисунке ниже.



для метода Y-factor



для метода Y-factor with mismatch

Рисунок 44 — Окно мастера калибровки

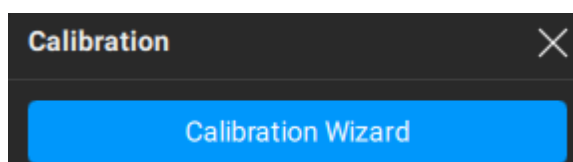
Последовательность выполнения калибровки в мастере:

1. Запустите мастер калибровки (см. п. [Запуск мастера калибровки](#)).
2. На вкладке Start выберите ГШ, введите температуру окружающей среды и др. настройки (см. п. [Вкладка Start](#)).
3. На вкладке Setup проверьте или установите параметры (см. п. [Вкладка Setup](#)).
4. Выполните калибровку приёмников (см. п. [Вкладка Receiver calibration](#)).
5. Выберите конфигурацию подключения ИУ между ГШ и МШУ. Выполните калибровку анализатора и измерьте S-параметры используемых устройств (см. п. [Вкладка DUT S-parameters](#)).
6. Примените полученные калибровочные данные (см. п. [Вкладка Apply](#)).

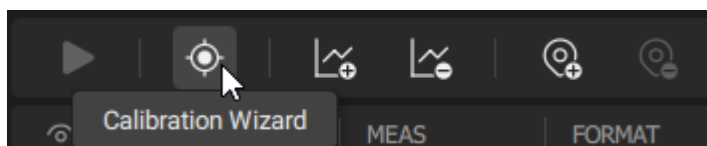
При необходимости можно привести мастер к начальным настройкам (см. п. [Сброс мастера к начальному состоянию](#)) или выключить блок коррекции (см. п. [Блоки коррекции](#)).

## Запуск мастера калибровки

- 1 Установите параметры канала (частотный диапазон, полосу ПЧ и другие).
- 2 Нажмите кнопку **Calibration** в меню.
- 3 Нажмите кнопку **Calibration Wizard** в подменю.



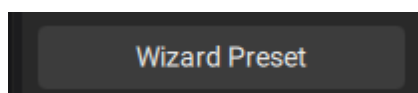
**ПРИМЕЧАНИЕ** Мастер калибровки можно запустить с помощью [панели быстрого доступа](#).



## Сброс мастера к начальному состоянию

Приведение мастера к начальному состоянию сбрасывает все полученные калибровочные параметры и загруженные файлы, но не изменяет установленных параметров на вкладке [SETUP](#).

- 1 Нажмите на вкладку [START](#) в мастере.
- 2 Нажмите кнопку **Wizard Preset** в левом нижнем углу.



## Вкладка Start

На вкладке Start требуется выбрать ГШ из списка и ввести температуру окружающей среды. Если выбор был сделан ранее, действия можно не выполнять.

При использовании пассивных устройств для подключения ГШ и ИУ, а также при необходимости учета их воздействия на результаты измерений, рекомендуется активировать функцию **Use Thru Connection**.

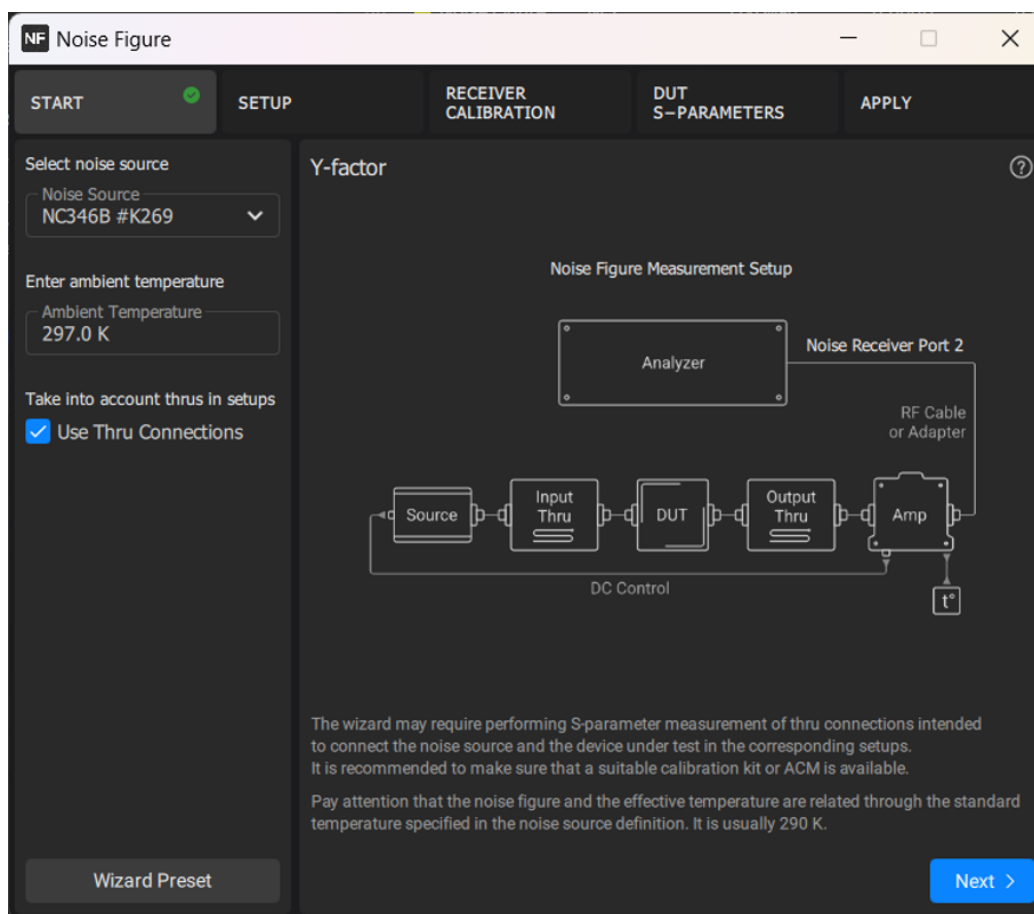
### Установка параметров на вкладке Start


---

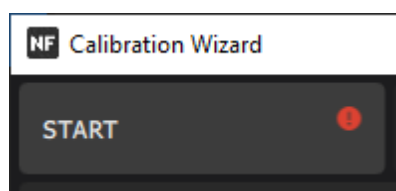
- 1 Нажмите на список **Noise Source** и выберите ГШ из списка.
- 2 Щелкните по полю **Ambient Temperature** и введите температуру окружающей среды.
- 3 Если требуется активировать функцию учета воздействия пассивных устройств для подключения ГШ и ИУ, установите флажок **Use Thru Connections**.

ПРИМЕЧАНИЕ – При включении настройки в мастере появятся дополнительные шаги, связанные с измерением S-параметров (см. пп. [Вкладка Receiver calibration](#) и [Вкладка DUT S-parameters](#)).

- 4 Нажмите кнопку **Next** для перехода на следующую вкладку.

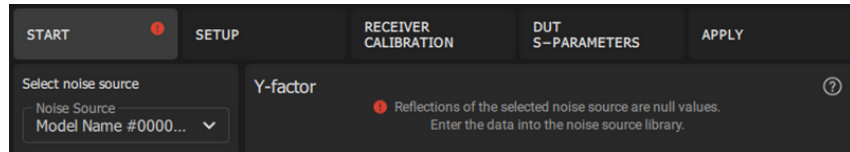


**ПРИМЕЧАНИЕ** Мастер калибровки автоматически проверяет подключение программы NF к основному программному обеспечению анализатора (статус **Not Ready** в [строке СОСТОЯНИЯ](#) программы) и связь с МШУ. При отсутствии подключений рядом с названием вкладки появится значок .



**ПРИМЕЧАНИЕ** При выборе метода **Y-factor with mismatch** и отсутствии введенных данных о коэффициентах отражения для используемого ГШ, программа активирует механизм вывода сообщения об ошибке. Это предупреждает пользователя о необходимости предоставления

критически важных данных для корректного выполнения измерений.





## Вкладка Setup

Вкладка Setup дублирует информацию о параметрах:

- ИУ (см. п. [Установка параметров ИУ](#));
- анализатора (см. п. [Установка параметров анализатора](#));
- стимула (см. п. [Установка параметров стимула](#));
- полосы ПЧ при измерении шумового сигнала и количество усреднений (см. п. [Установка усреднения](#)).

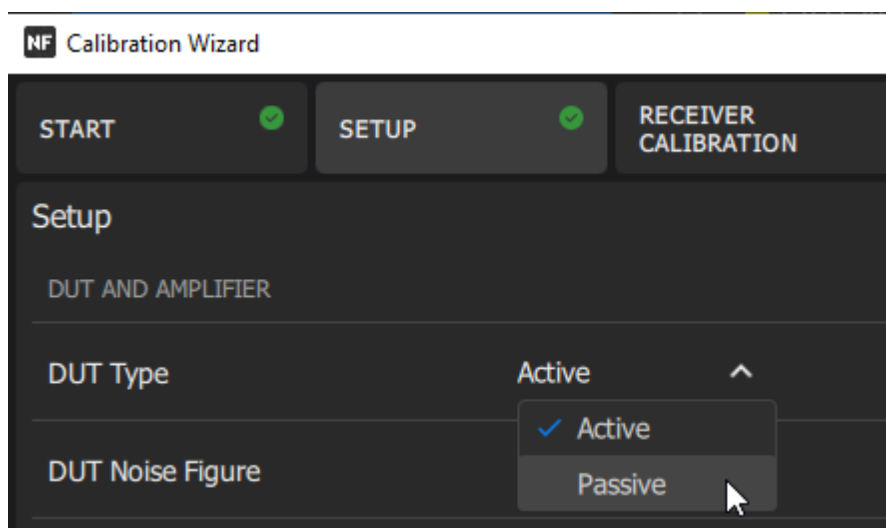
Перед началом измерений рекомендуется убедиться в том, что:

- корректно выбран коэффициент усиления МШУ;
- правильно установлены параметры измерений;
- правильно указан уровень выходной мощности анализатора при калибровке и измерении S-параметров.

Если параметры установлены некорректно, измените их.

## Установка параметров на вкладке Setup

- 1 Нажмите на поле со значением параметра и выберите значение из списка или введите его.



- 2 Нажмите кнопку **Next** для перехода на следующую вкладку.

## Вкладка Receiver calibration

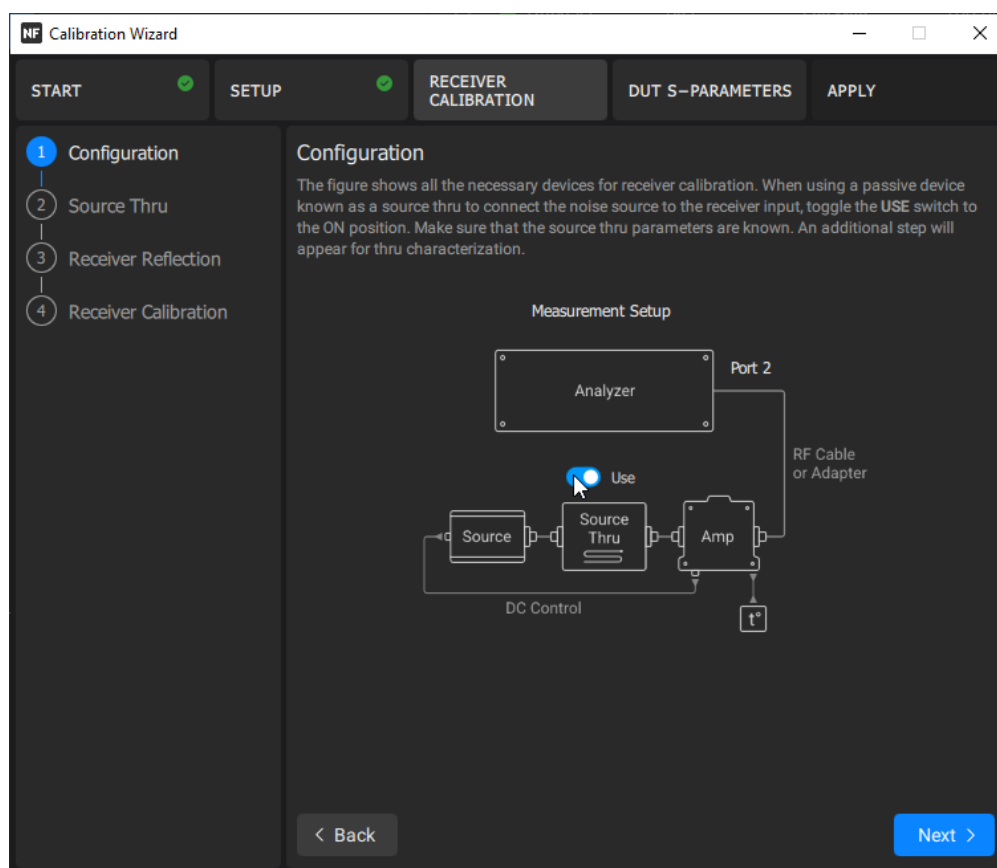
Вкладка выполнения калибровки приёмников (определения параметров приёмника). При включении настройки **Use Thru Connection** в мастере появятся дополнительные шаги, связанные с измерением S-параметров.


### Выполнение калибровки приёмников

1


Если включен флажок **Use Thru Connections** на вкладке [Start](#):

- если между ГШ и МШУ используется пассивное устройство, включите переключатель **Use** для измерения S-параметров используемого пассивного устройства. Нажмите кнопку **Next**;

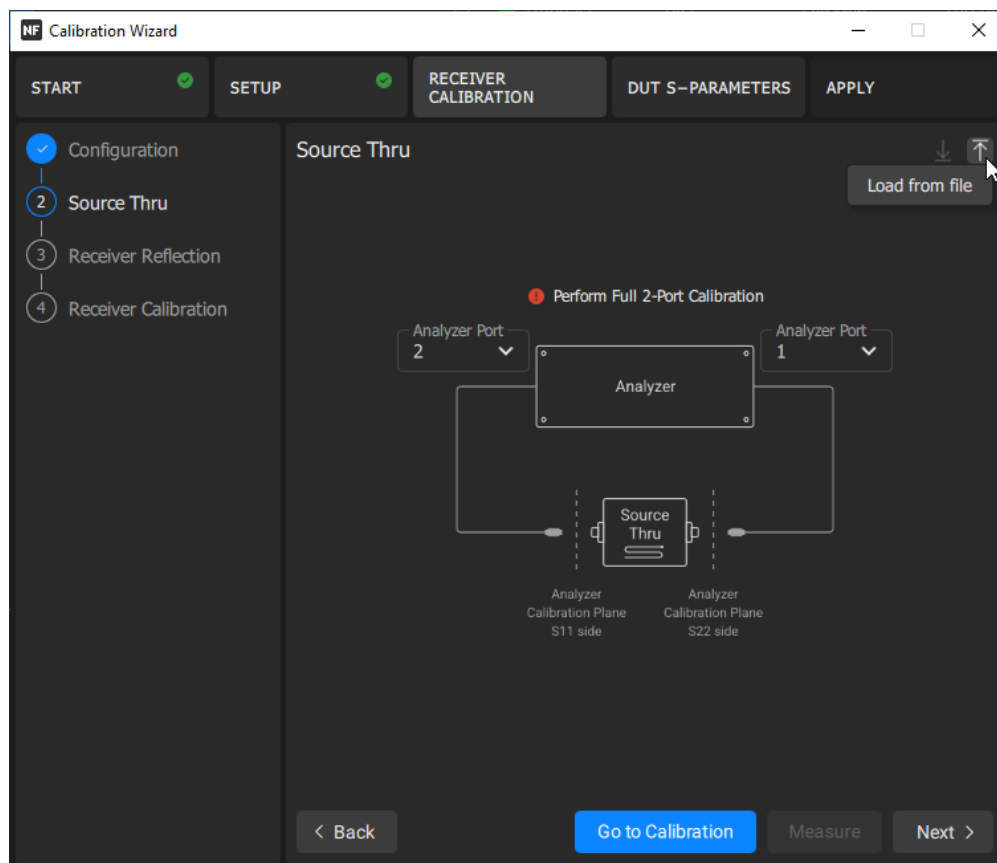


- подключите устройство к анализатору согласно схеме в мастере;
- соотнесите на схеме порты анализатора и порты пассивного устройства, выбрав порты анализатора **Analyzer Port**;
- если файл описания (Touchstone файл \*.S2P) пассивного устройства был создан ранее, нажмите кнопку  и выберите путь и имя файла в открывшемся окне. Если необходим реверс портов, нажмите кнопку **Reverse Port**;

- если файл описания отсутствует, нажмите кнопку **Go to Calibration**. Перейдите в ПО анализатора и выполните полную двухпортовую калибровку. Вернитесь в программу NF.


ПРИМЕЧАНИЕ – Возможно сохранить полученное описание устройства для повторного использования. Для сохранения нажмите кнопку , выберите путь и имя файла в открывшемся окне.


- нажмите кнопку **Next**.



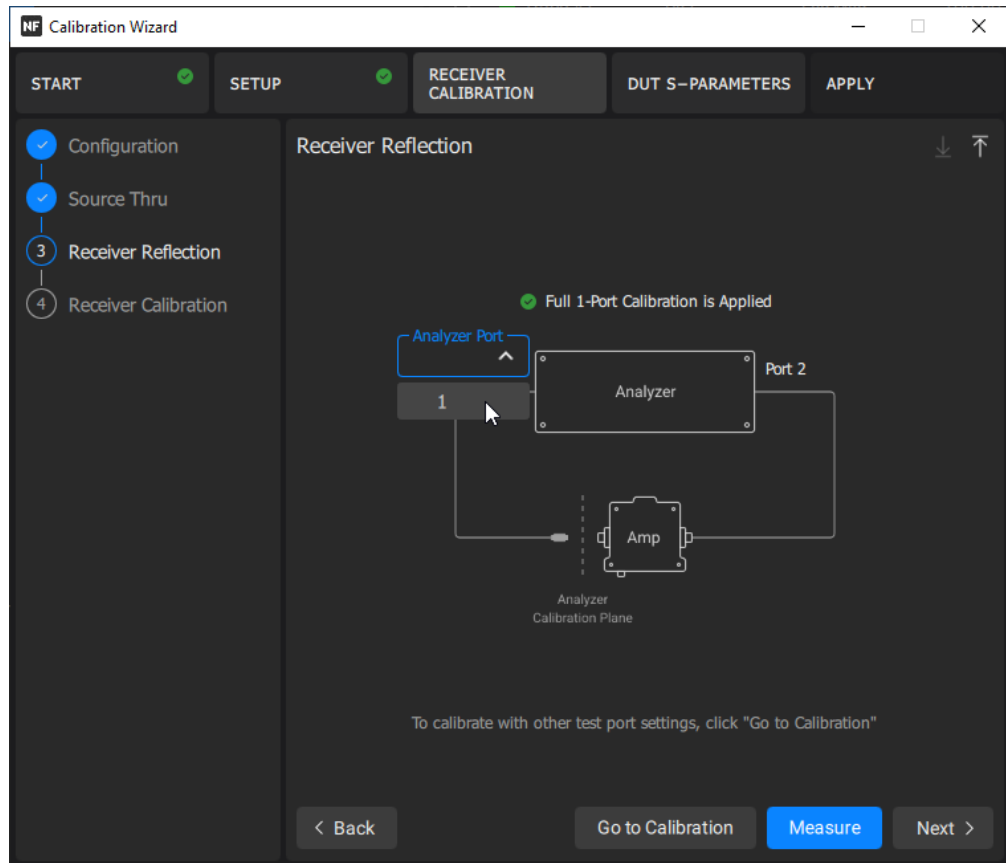
②

Если выбран метод измерений **Y-factor with mismatch**:

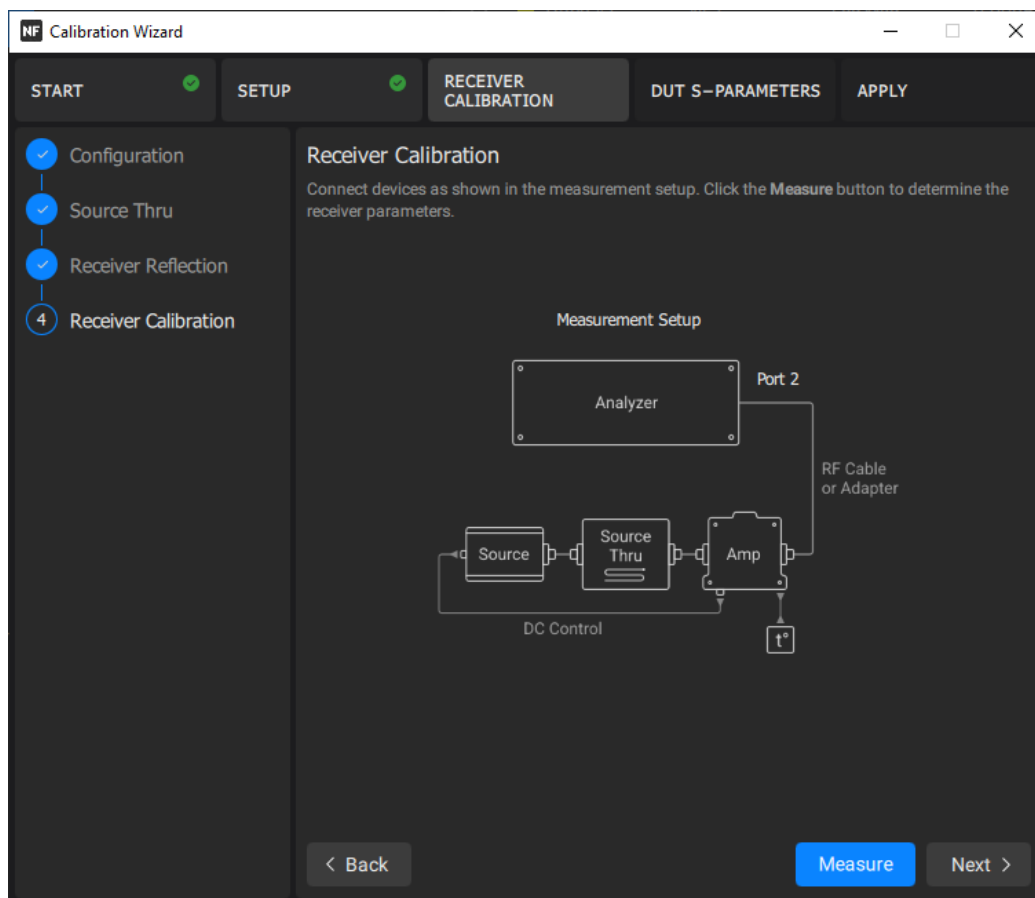
- если для МШУ файл S-параметров (Touchstone файл\*.S1P) был создан ранее, нажмите кнопку  и выберите путь и имя файла в открывшемся окне. Нажмите кнопку **Next**;
- если файл описания отсутствует:
  - 1 подключите вход "Ref In" МШУ к порту анализатора и выберите на схеме измерений этот порт в списке **Analyzer Port**;
  - 2 нажмите кнопку **Go to Calibration**. Перейдите в ПО анализатора и выполните полную однопортовую калибровку. Вернитесь в программу NF;

ПРИМЕЧАНИЕ – Возможно сохранить полученное описание МШУ для повторного использования. Для сохранения нажмите кнопку , и выберите путь и имя файла в открывшемся окне.


3 нажмите кнопку **Measure** и дождитесь окончания измерений.

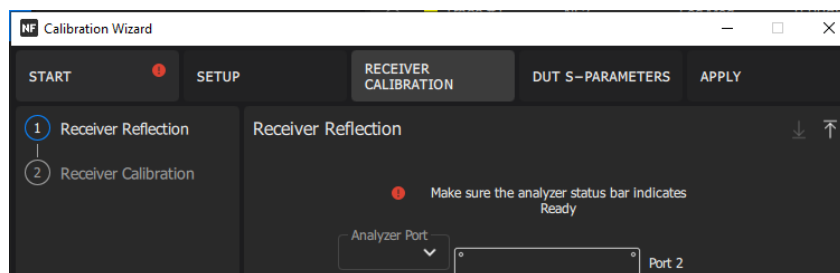


3 Подключите устройства согласно схеме на вкладке мастера (на рисунке ниже приведен пример окна мастера для метода **Y-factor with mismatch** с установленным флажком **Use Thru Connection**). Нажмите кнопку **Measure** и дождитесь окончания измерений.



- 4 Нажмите кнопку **Next** для перехода на следующую вкладку.

**ПРИМЕЧАНИЕ** Мастер калибровки автоматически проверяет подключение программы NF к основному программному обеспечению анализатора (статус **Not Ready** в [строке СОСТОЯНИЯ](#) программы) и связь с МШУ. При отсутствии подключений рядом с названием вкладки START появится значок , на вкладке RECEIVER CALIBRATION отобразится сообщение:

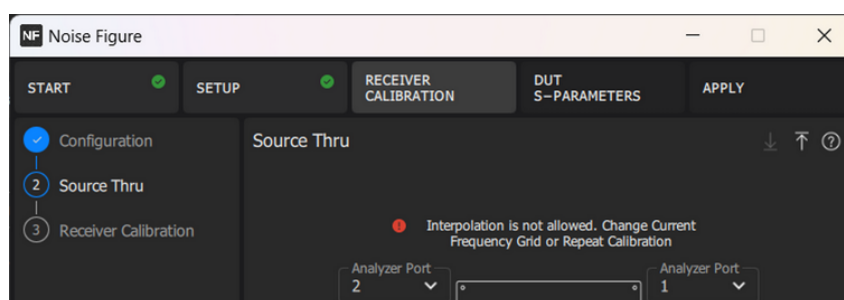


---

**ПРИМЕЧАНИЕ**

При внесении изменений в параметры частотного ряда, в условиях интерполяции или экстраполяции, программа ограничивает проведение измерений параметров устройств. Для возобновления измерений требуется либо выполнить новую калибровку с обновленными параметрами, либо восстановить первоначальные настройки. Это мера предосторожности, обеспечивающая точность и достоверность измерений.

В [строке состояния](#) программы отобразится сообщение **Cor! ON**.



## Вкладка DUT S-parameters

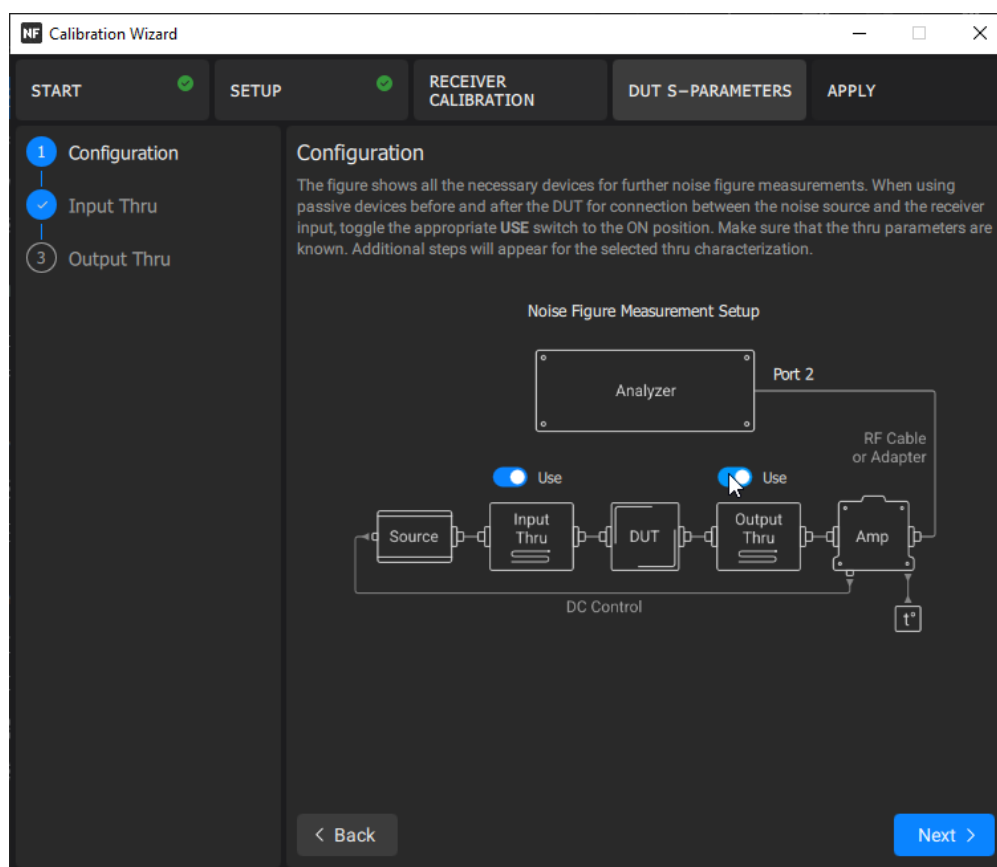
Вкладка DUT S-parameters позволяет выбрать конфигурацию подключения ИУ между ГШ и МШУ. После того, как были отмечены устройства на входе и выходе ИУ, нужно выполнить калибровку анализатора и измерить S-параметры данных устройств (шаги Input Thru и(или) Output Thru). Схемы измерений приведены в мастере. S-параметры могут быть сохранены в файл и в дальнейшем загружены в мастер.

Шаг Device under test выполняется только, если выбран метод **Y-factor with mismatch**.


## Конфигурирование подключения ИУ к ГШ и МШУ и измерение S-параметров ИУ


1 Если включен флажок **Use Thru Connections** на вкладке [Start](#):

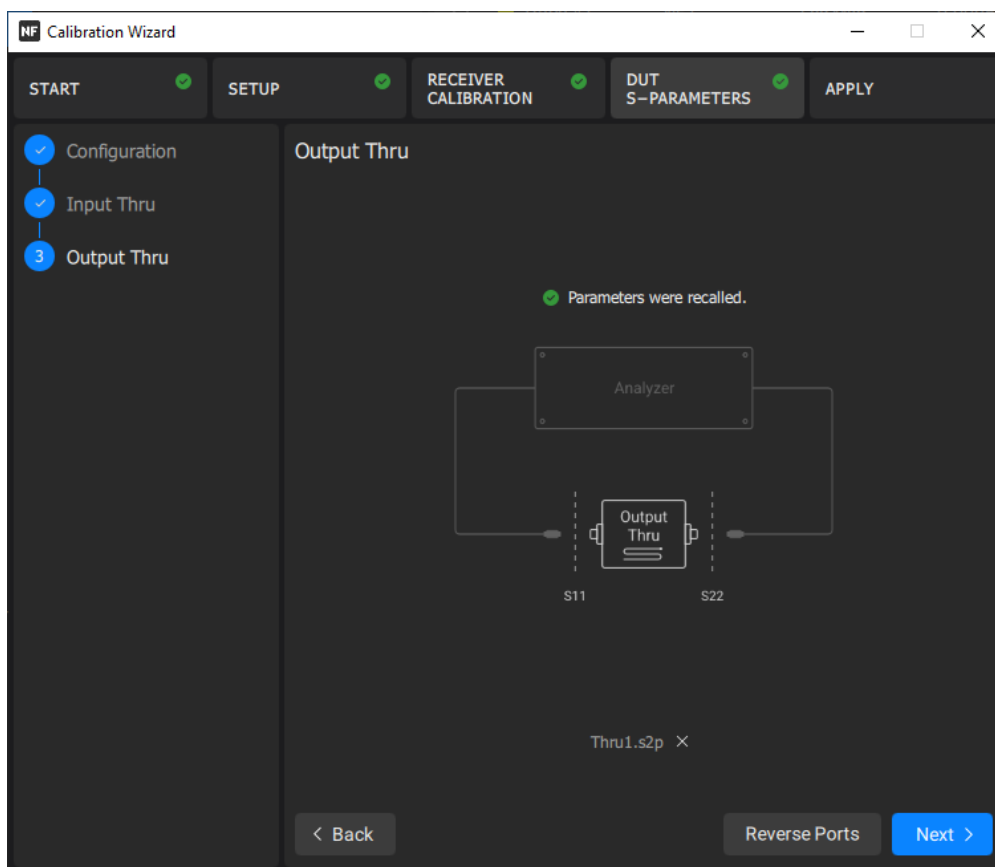
- если для подключения ИУ к ГШ и(или) МШУ используются пассивные устройства, включите переключатель(и) **Use** для измерения S-параметров используемого(ых) пассивных устройств на входе (и)или выходе ИУ. Нажмите кнопку **Next**;



- подключите устройство к анализатору согласно схеме в мастере;

- соотнесите на схеме измерений в списках **Analyzer Port** порты анализатора и порты пассивного устройства;
- если файл описания (Touchstone файл \*.S2P) пассивного устройства был создан ранее, нажмите кнопку  и выберите путь и имя файла в открывшемся окне. Если необходим реверс портов, нажмите кнопку **Reverse Port**. Нажмите кнопку **Next**;
- если файл отсутствует, нажмите кнопку **Go to Calibration**. Перейдите в ПО анализатора и выполните полную двухпортовую калибровку. Вернитесь в программу NF.

ПРИМЕЧАНИЕ – Возможно сохранить полученные S-параметры в файл для повторного использования. Для сохранения нажмите кнопку , выберите путь и имя файла в открывшемся окне.





- нажмите кнопку **Next**;
- если включены оба переключателя **Use**, подключите второе устройство к анализатору и проведите измерение для второго пассивного устройства.



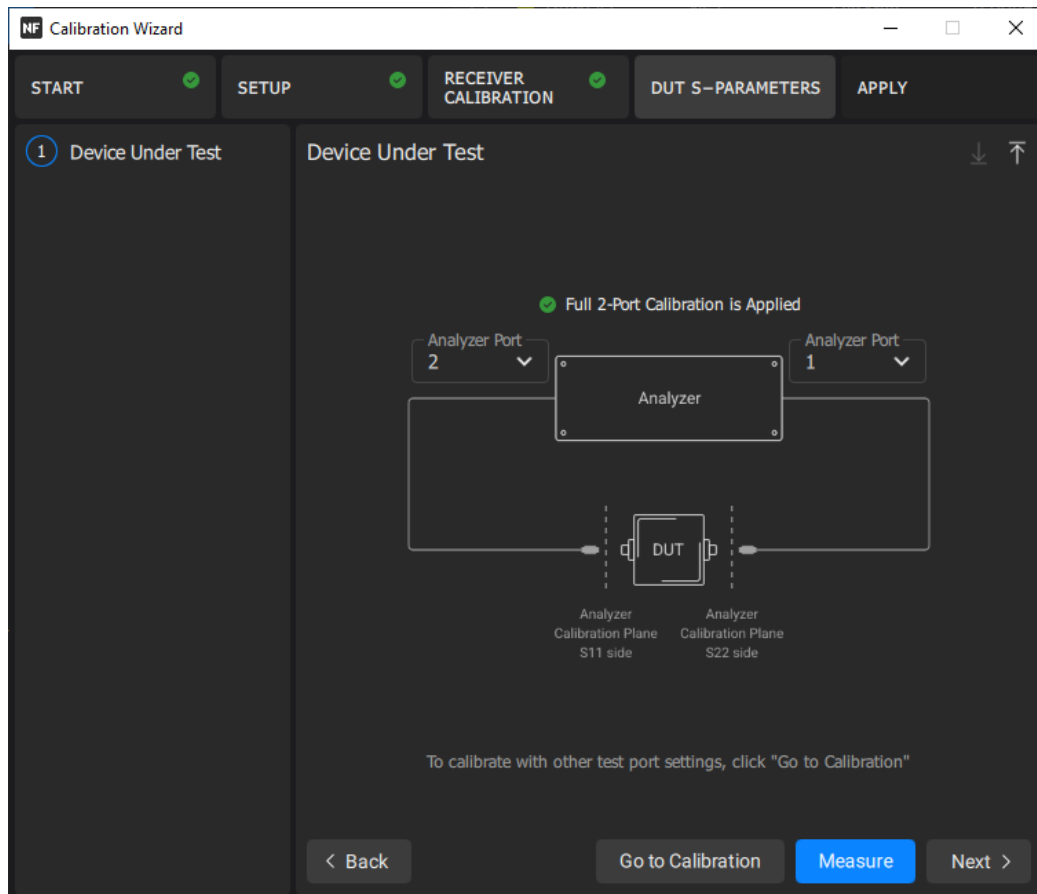
2

Если выбран метод измерений **Y-factor with mismatch**:

- соотнесите на схеме измерений в списках **Analyzer Port** порты анализатора и порты ИУ;
- если файл S-параметров (Touchstone файл\*.S2P) для ИУ был создан ранее, нажмите кнопку  и выберите путь и имя файла в открывшемся окне. Если необходим реверс портов, нажмите кнопку **Reverse Port**. Нажмите кнопку **Next**;
- если файл S-параметров отсутствует:
  - 1 подключите ИУ к портам анализатора;
  - 2 нажмите кнопку **Go to Calibration**. Перейдите в ПО анализатора и выполните полную двухпортовую калибровку. Вернитесь в программу NF;

ПРИМЕЧАНИЕ – Возможно сохранить полученные S-параметры в файл для повторного использования. Для сохранения нажмите кнопку , выберите путь и имя файла в открывшемся окне.


- 3 нажмите кнопку **Measure** и дождитесь окончания измерений.

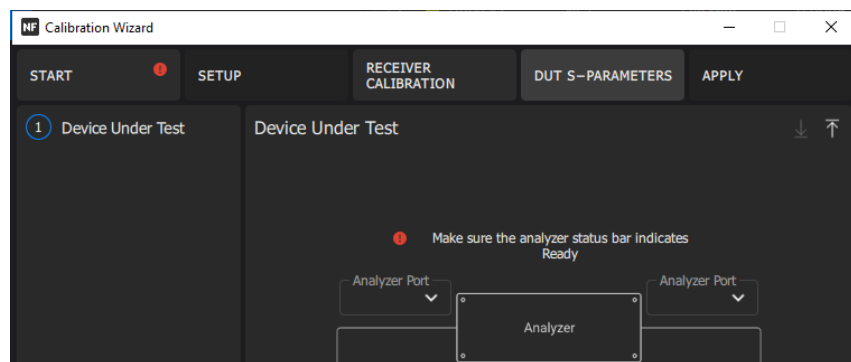


3

Нажмите кнопку **Next** для перехода на следующую вкладку.

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Мастер калибровки автоматически проверяет подключение программы NF к основному программному обеспечению анализатора (статус **Not Ready** в [строке состояния](#) программы) и связь с МШУ. При отсутствии подключений рядом с названием вкладки START появится значок , на вкладке DUT S-PARAMETERS отобразится сообщение:

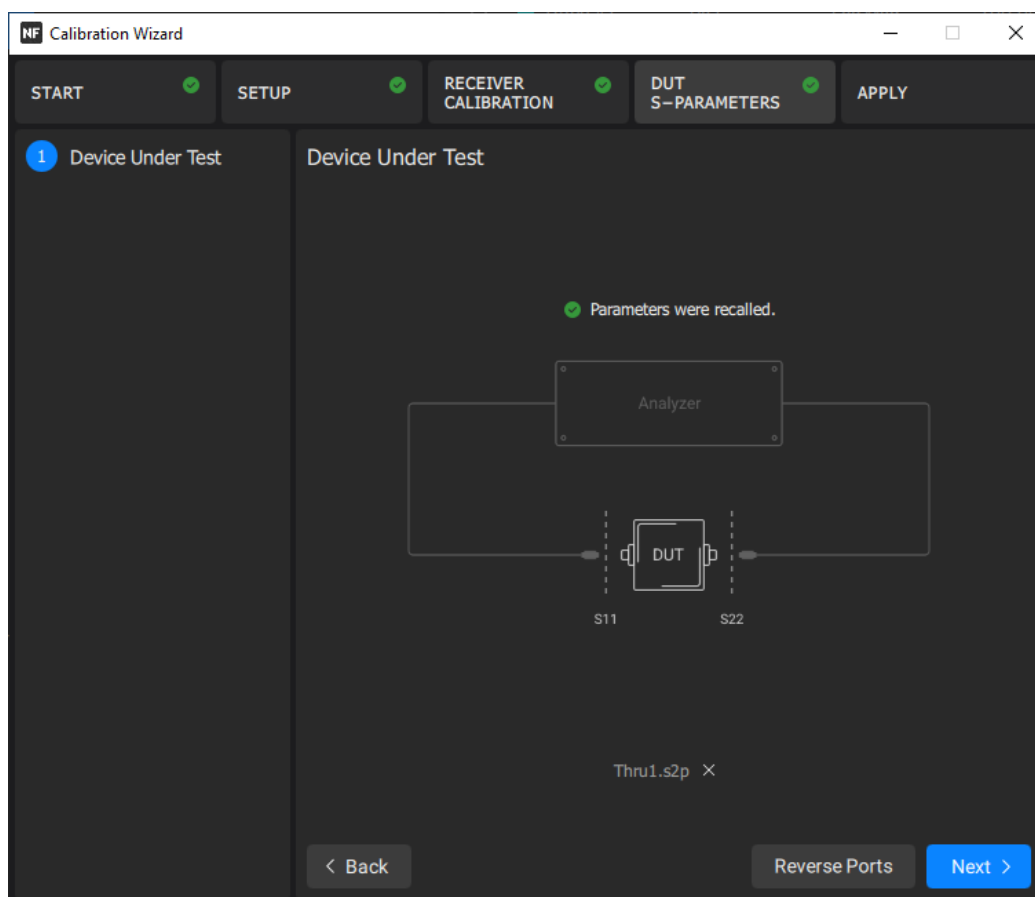


## Вкладка Apply

Вкладка Apply является завершающим шагом мастера. На ней изображена схема измерений и расположена кнопка применения полученных калибровочных данных. При нажатии на кнопку мастер закрывается, и программа NF начинает корректировать результаты измерений на основе полученных калибровочных данных.

- 1 Нажмите на кнопку **Apply and close**.

ПРИМЕЧАНИЕ — Если выполнены не все шаги мастера, то полученные калибровочные данные не применяются, и мастер не закрывается.



## Блоки коррекции

Пользователь может управлять блоками коррекции:

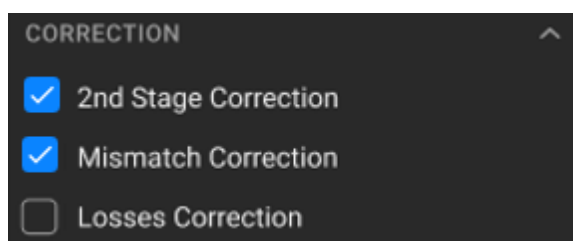
- **2nd Stage Correction** – компенсация влияния приёмника на результаты измерений. Устранение второго каскада, которым является приёмник, при измерении КШ по формуле Фрииса;
- **Mismatch correction** (для метода **Y-factor with mismatch**) – учет эффекта рассогласования при измерении мощности шумового сигнала;
- **Losses Correction** – включение/выключение функции исключения цепей, расположенных на входе и выходе ИУ. Исключение пассивных цепей из результата измерений КШ и КУ (см. п. [Исключение цепи](#)).

Блоки коррекции становятся активными после выполнения калибровки.

### Включение и выключение блока коррекции

---

- 1 Нажмите кнопку **Calibration** в меню.
- 2 Установите или снимите соответствующий флажок у блока коррекции в аккордеоне CORRECTION в подменю.



## Исключение цепи

Исключение цепи – это математическая функция преобразования S-параметров, исключающая из результатов измерения влияние некоторой цепи.

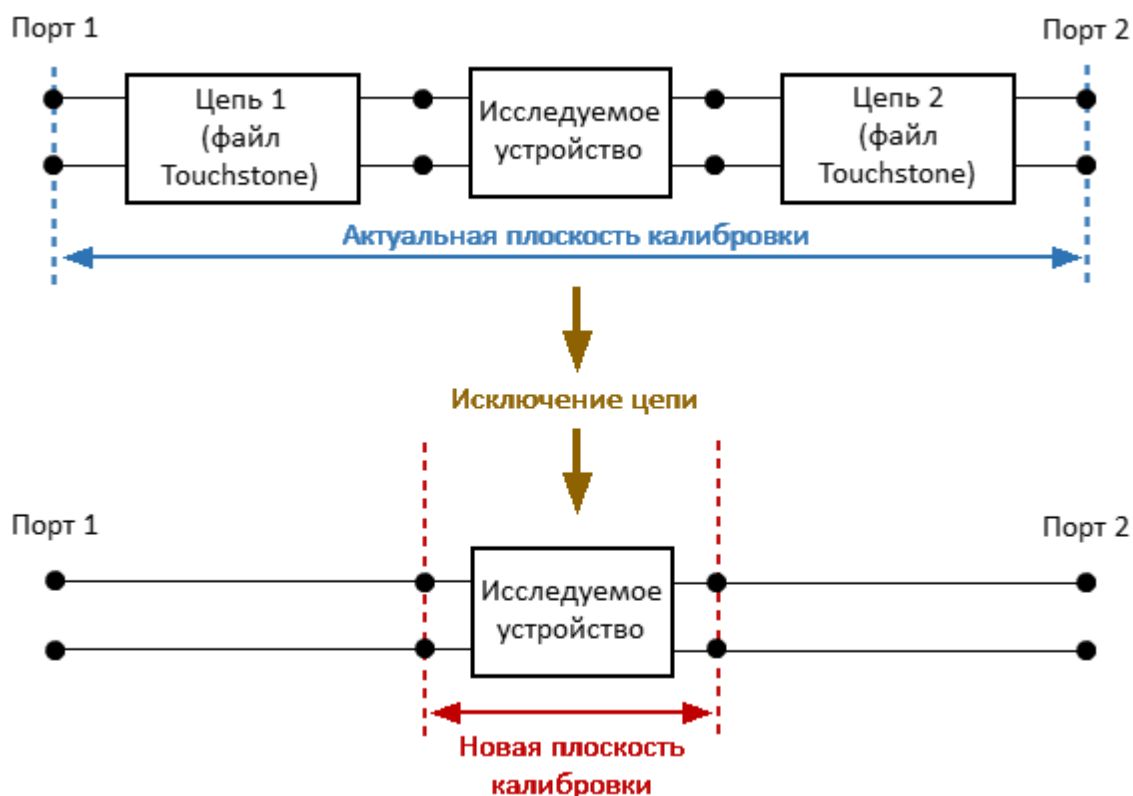


Рисунок 45 — Исключение цепи

Исключаемая цепь должна быть определена как четырехполюсник файлом формата Touchstone (\*.s2p). В файле содержится таблица S-параметров исключаемой цепи: S11, S21, S12, S22 для ряда частот.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Матрицы S-параметров всех исключаемых цепей ориентированы так, что S11 направлен на порт анализатора, а S22 — на исследуемое устройство.

---


Мастер калибровки включает в себя этапы, связанные с определением S-параметров пассивных устройств на входе и выходе ИУ. Функция исключает из результата измерений коэффициент шума и усиления пассивные устройства, подключенных на входе и выходе ИУ.

## Настройка функции исключения цепи для метода Y-factor


---

**ПРИМЕЧАНИЕ** При работе с методом **Y-factor** из файлов считывается и учитывается при расчете КШ и КУ только модуль коэффициента передачи. Коэффициенты отражения в расчет не принимаются.

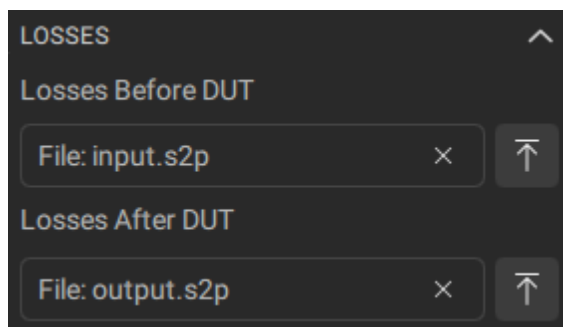
---

- 1 Нажмите кнопку **Calibration** в меню.
- 2 Нажмите на кнопку  в области **Losses Before DUT** в аккордеоне LOSSES и выберите в открывшемся окне путь и имя файла с S-параметрами (\*.s2p) устройства на входе ИУ.

**ПРИМЕЧАНИЕ** — Имя загруженного файла отобразится в списке в области **Losses Before DUT**.

- 3 Нажмите на кнопку  в области **Losses After DUT** в аккордеоне LOSSES и выберите в открывшемся окне путь и имя файла с S-параметрами (\*.s2p) устройства на выходе ИУ.

**ПРИМЕЧАНИЕ** — Имя загруженного файла отобразится в списке в области **Losses After DUT**.



---

## Настройка функции исключения цепи для метода Y-factor with mismatch

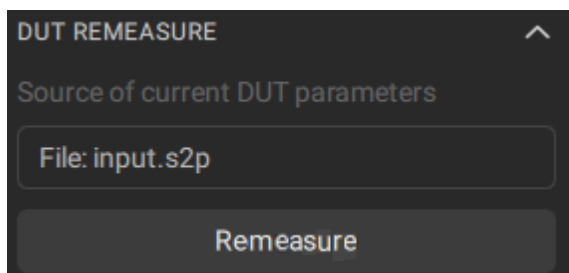
При работе с методом **Y-factor with mismatch** в расчете участвуют все параметры из файлов, но эти файлы можно загрузить только через мастер калибровки (см. п. [Вкладка DUT S-parameters](#)).

В подменю Calibration возможно повторить измерение S-параметров ИУ, к примеру, если выбран другой (следующий) образец, или загрузить параметры из файла.


## Измерения S-параметров ИУ повторно

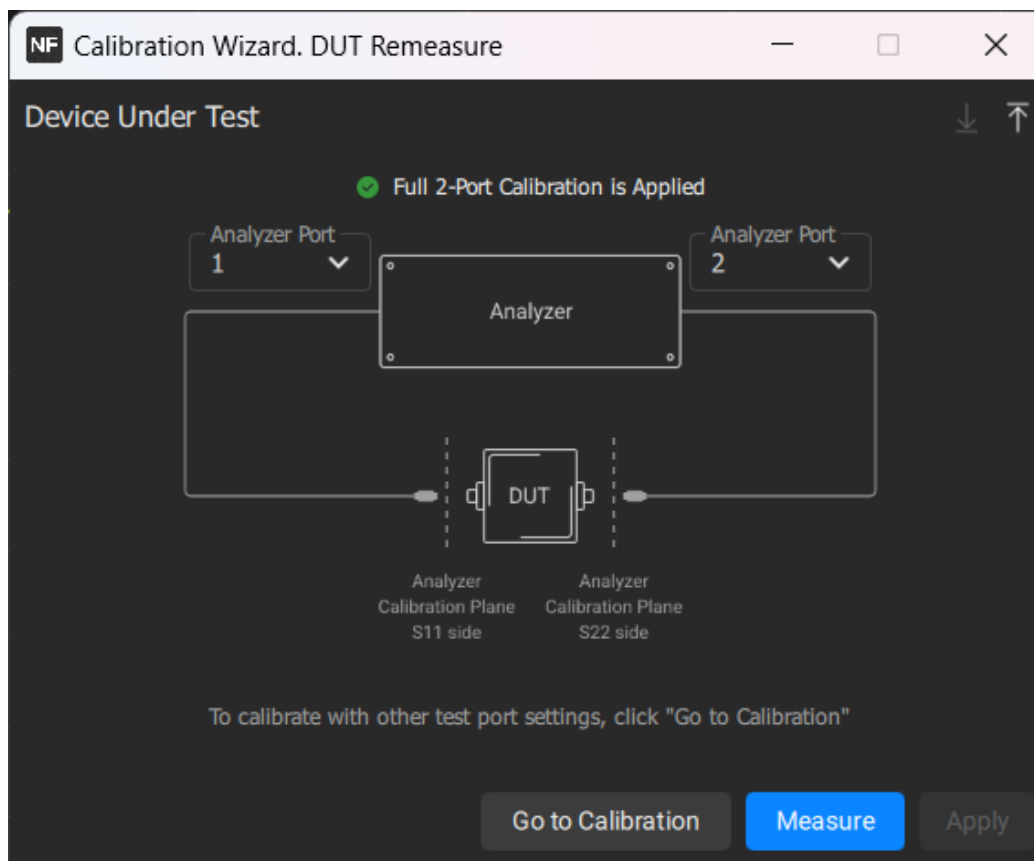
---

- 1 Нажмите кнопку **Calibration** в меню.
- 2 Нажмите на кнопку **Remeasure** в аккордеоне DUT REMEASURE в подменю.



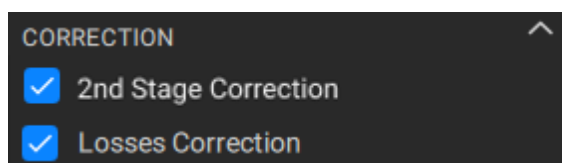
- 3 Подключите ИУ к анализатору согласно схеме в мастере и нажмите кнопку **Measure** в открывшемся окне.

ПРИМЕЧАНИЕ — Если для необходимо загрузить другой файл описания (Touchstone файл \*.S2P), нажмите кнопку  и выберите путь и имя файла в открывшемся окне.

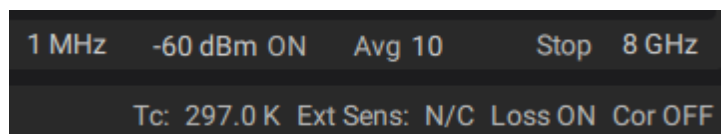


## Включение и выключение функции исключения цепи

- 1 Нажмите кнопку **Calibration** в меню.
- 2 Установите флажок **Losses Correction** в аккордеоне CORRECTION в подменю.



ПРИМЕЧАНИЕ При включении функции исключения цепи в [строке состояния](#) программы отобразится сообщение **Loss ON**.





## Анализ данных измерений

В данном разделе описываются математические инструменты для анализа и преобразования S-параметров, а также функции допускового контроля:

- [маркеры](#) — программный инструмент для считывания в выбранных точках графика значения стимула и измеряемой величины. Маркерные функции выполняют поиск на графике, вычисление параметров графика, настройку стимула по положению маркеров;
- [функция памяти графиков](#) — инструмент для запоминания данных измерений и осуществления математических операций между данными памяти и данными текущего измерения;
- [допусковый контроль](#) — используется для сравнения графика с заданной предельной линией по принципу «годен/брак».

## Маркеры

Маркеры — это инструмент для считывания числовых значений стимула и измеряемой величины на выбранных точках графика. Анализатор позволяет включать до 20 маркеров на каждый график. Вид графика с двумя маркерами показан на рисунке ниже.

Маркеры позволяют решать следующие задачи:

- считывание абсолютных значений измеряемой величины и стимула в конкретных точках графика;
- изменение параметров стимула с использованием положения маркеров.

Каждый маркер имеет следующие обозначения на диаграмме (см. рисунок ниже):

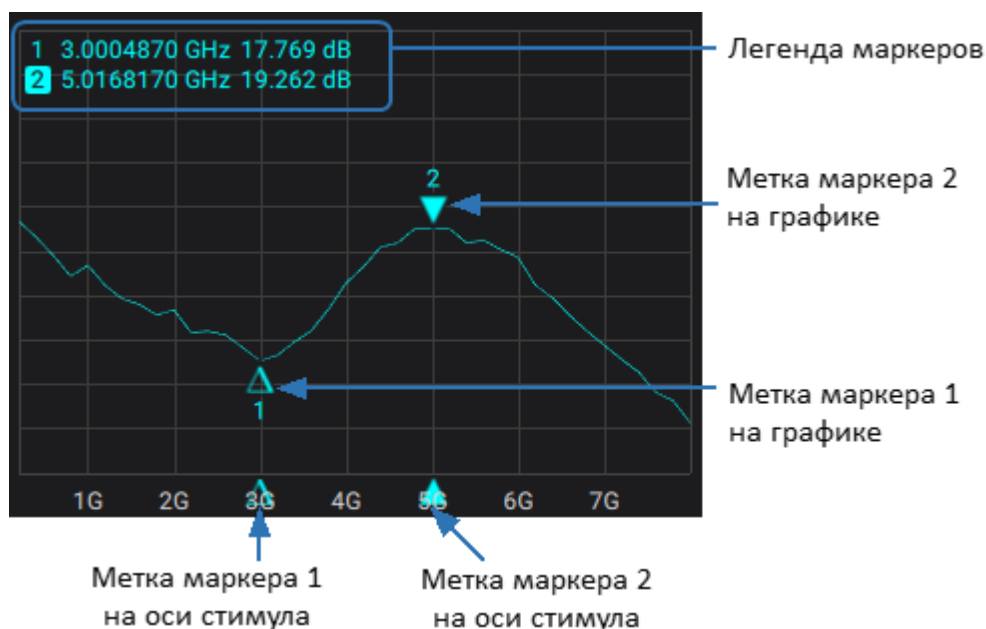


Рисунок 46 — Отображение маркера на диаграмме

- метки на графике и метки на оси X. По умолчанию метка отображается в виде треугольника (изменение внешнего вид метки описано в п. [Вид метки маркера](#)):

1 ▼	Метка и номер активного маркера на графике
Δ 1	Метка и номер не активного маркера на графике
▲	Метка на оси стимула активного маркера
Δ	Метка на оси стимула не активного маркера

- строку для каждого маркера в легенде маркеров (см. рисунок ниже). Строки в легенде перечислены в порядке добавления маркеров. Каждая строка содержит номер маркера и информацию о его значении стимула (значение по оси X) и значении измеряемого параметра (значение по оси Y). Номер активного маркера подсвечивается. По умолчанию легенда отображается в левом верхнем углу диаграммы, но ее можно перемещать по диаграмме в любое удобное место. Номер активного маркера выделяется инверсным цветом.



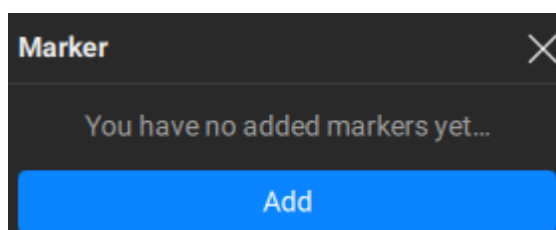
Рисунок 47 — Легенда маркеров

Цвет маркера соответствует цвету графика (см. п. [Настройка цвета графика](#)).

Значение измеряемой величины маркера показывает одно значение измеряемого параметра по оси Y в текущем формате (см. п. [Установка формата](#)).

## Добавление маркера

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 3 Нажмите кнопку **Marker** в меню.
- 4 Нажмите кнопку **Add** в подменю для добавления 1 маркера.

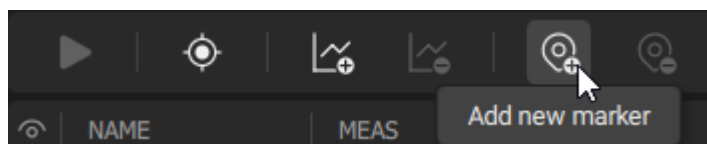


---

ПРИМЕЧАНИЕ Новый маркер устанавливается в центре оси стимулов и назначается активным маркером.

---

ПРИМЕЧАНИЕ Маркер можно добавить с помощью [панели быстрого доступа](#).



### Одновременное добавление маркеров

Функция позволяет одновременно добавлять несколько маркеров, равномерно размещенных на экране диаграммы.

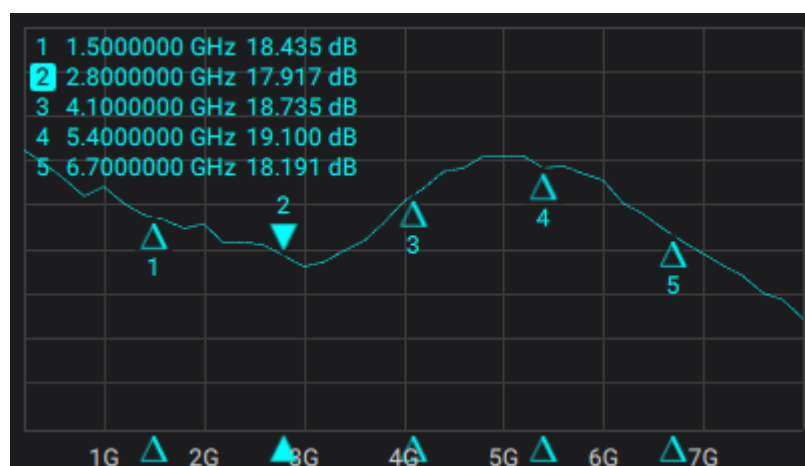


Рисунок 48 — Одновременное добавление 5 маркеров

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
  - 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
  - 3 Нажмите кнопку **Marker** в меню.
  - 4 Нажмите одновременно на клавиатуре клавиши CTRL и цифру 1 | 2 | ... 9.
-

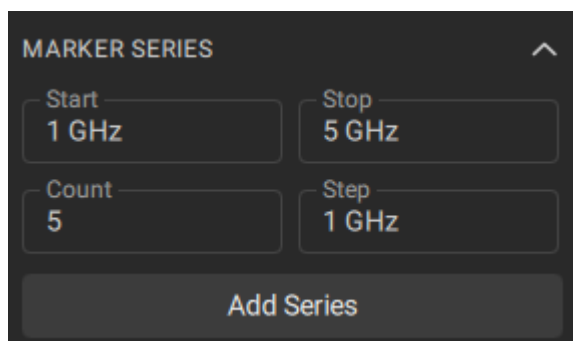
## Добавление нескольких маркеров с шагом по частоте

Функция предназначена для добавления маркеров с заданным шагом по частоте.

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 3 Нажмите кнопку **Marker** в меню.
- 4 В поля **Start** и **Stop** в аккордеоне MARKER SERIES в подменю введите начальную и конечную частоты установки маркеров.
- 5 В поле **Marker Quantity** введите количество маркеров или в поле **Step** введите шаг по частоте в аккордеоне MARKER SERIES в подменю.

ПРИМЕЧАНИЕ — При вводе одного из параметров, второй устанавливается автоматически.

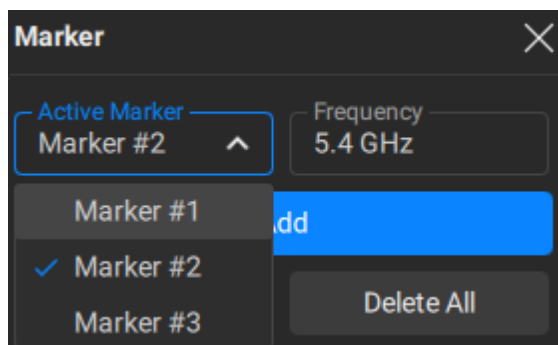
- 6 Нажмите кнопку **Add Series** в аккордеоне MARKER SERIES в подменю.



## Выбор активного маркера

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).

- 3 Нажмите кнопку **Marker** в меню.
- 4 Нажмите на список **Active Marker** в подменю и выберите маркер из списка.



---

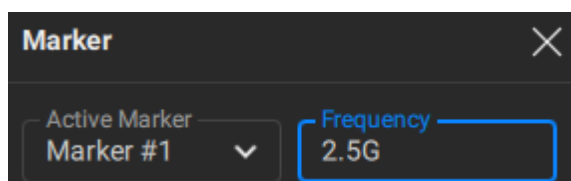
**ПРИМЕЧАНИЕ** Маркер можно выбрать, щелкнув мышью по номеру в поле данных маркера или метки на диаграмме.

---

### Установка значения стимула маркера

Установка стимула производится следующими способами: в подменю, с помощью клавиатуры, перемещением маркера мышью.

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 3 Нажмите кнопку **Marker** в меню.
- 4 Выберите маркер в списке **Active Marker** в подменю и выберите маркер из списка.
- 5 Введите значение стимула в поле **Frequency** в подменю.



---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Значение стимула маркера может быть установлено перемещением метки мышью и вводом с помощью клавиатуры в поле данных маркеров.

Для установки значения стимула маркера мышью наведите указатель мыши на метку маркера на графике или оси стимула, пока он не станет таким, как показано на рисунках ниже, и переместите указатель:



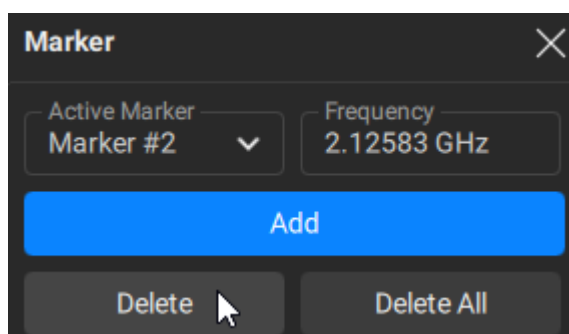
Для ввода числового значения стимула щелкните по маркеру в поле данных маркеров и введите значение с помощью клавиатуры или стрелок:

1	200.00000 MHz	19.342 dB
2	3.7500G	18.294 dB
3	6.7000000 GHz	18.191 dB

---

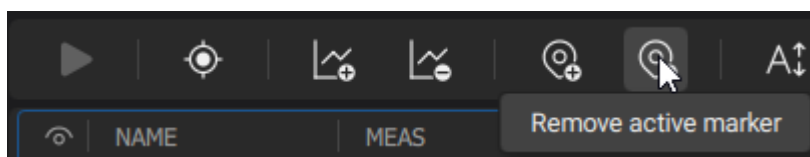
## Удаление маркера

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 3 Нажмите кнопку **Marker** в меню.
- 4 Выберите маркер в списке **Active Marker** в подменю и выберите маркер из списка.
- 5 Нажмите кнопку **Delete** в подменю.



---

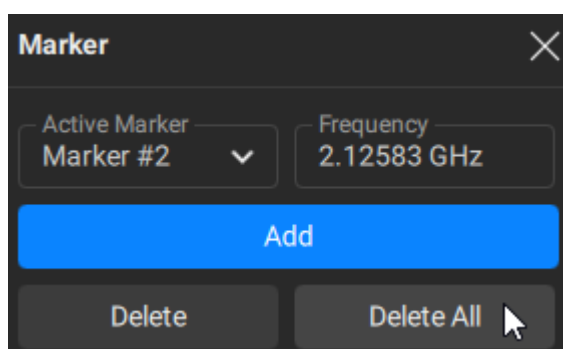
ПРИМЕЧАНИЕ Маркер можно удалить с помощью [панели быстрого доступа](#).



---

## Удаление всех маркеров

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 3 Нажмите кнопку **Marker** в меню.
- 4 Нажмите кнопку **Delete All** в подменю.



---

ПРИМЕЧАНИЕ Все маркеры на графике можно удалить, нажав одновременно клавиши CTRL и O.

---



## Свойства маркеров

В данном разделе описаны следующие свойства маркеров:

- [режим связности маркеров](#) — определяет взаимозависимость одноименных маркеров для разных графиков канала;
- [перемещение легенды маркеров на диаграмме](#) — изменяет расположение легенд маркеров на экране;
- [индикация легенды маркеров активного графика](#) — включает индикацию легенды маркеров активного графиков (легенды остальных графиков не отображаются);
- [вид метки маркера](#) — изменяет отображение данных маркера на графике, а также включение линии, соответствующей значению маркера.

## Режим связности маркеров

Режим связности маркеров служит для включения или отключения взаимозависимости одноименных маркеров для разных графиков канала. При включенном режиме связности – одноименные маркеры передвигаются вдоль оси X синхронно для всех графиков. При отключенном режиме связности — положения одноименных маркеров вдоль оси X независимы (см. рисунок ниже). По умолчанию режим связности включен.

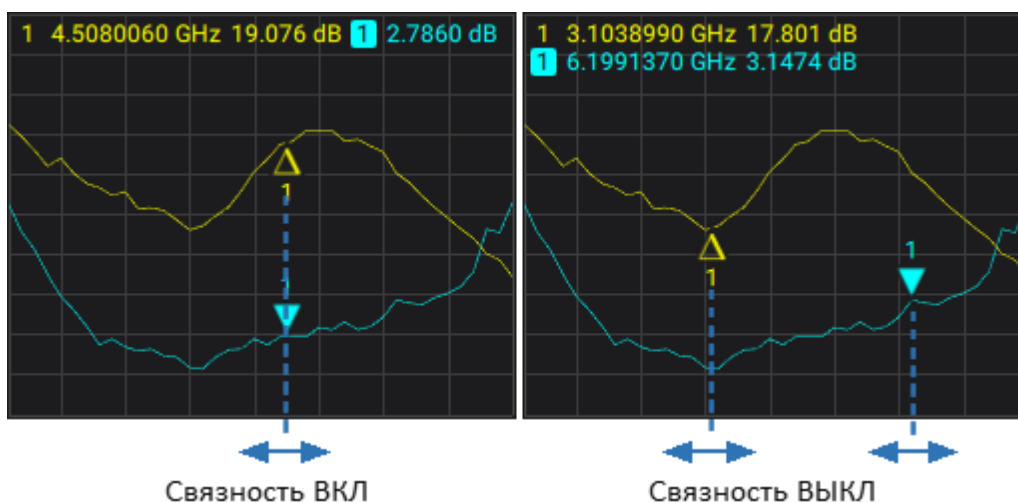
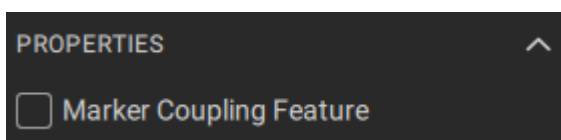


Рисунок 49 — Режим связности маркеров

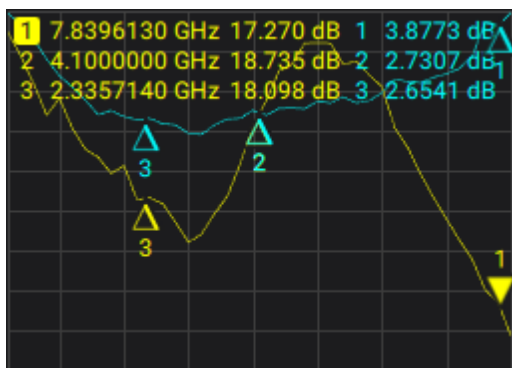
## Выключение режима связности маркеров

- 1 Нажмите кнопку **Marker** в меню.
- 2 Установите флажок **Marker Coupling Feature** в аккордеоне PROPERTIES в подменю.

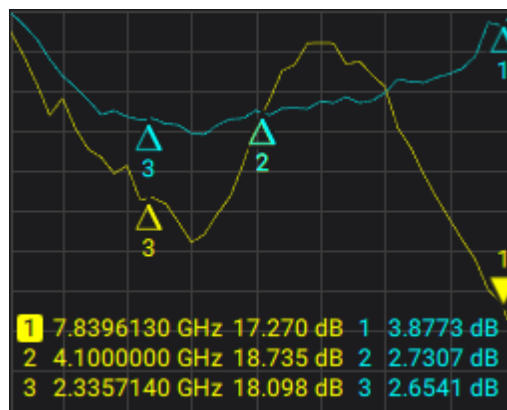


## Перемещение легенды маркеров на диаграмме

По умолчанию легенды маркеров отображаются в левом верхнем углу диаграммы. Легенда на диаграмме может быть перемещена в любое место. Например, легенда накладывается на графики (см. рисунок ниже).



легенда перекрывает графики



без перекрытия графиков

Рисунок 50 — Расположение легенды маркеров

---

### ПРИМЕЧАНИЕ

Если необходимо компактно разместить легенды маркеров на диаграмме, используйте режим [СВЯЗНОСТИ](#) или отображение легенды [ТОЛЬКО АКТИВНОГО](#) графика.

---

## Перемещение легенд маркеров по диаграмме

1

Щелкните мышью по легенде маркеров и перетащите ее в нужное место на диаграмме.

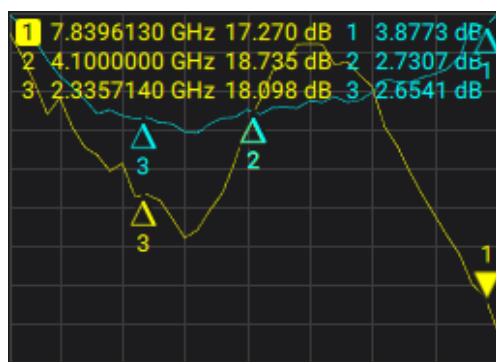
---

## Индикация легенды маркеров активного графика

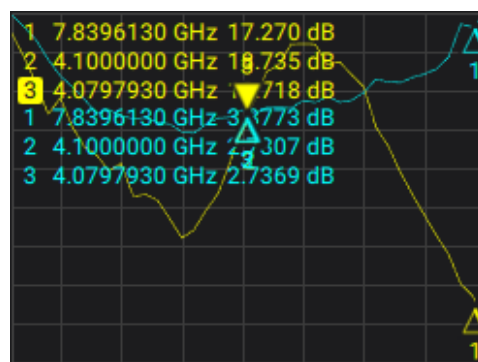
Если на диаграмме размещено несколько графиков:

- легенды разных графиков отображаются в линию (легенды всех графиков выравниваются по отношению к первому графику, значение стимула отображается только для первого графика), если включен [режим связности](#);
- легенды разных графиков отображаются друг под другом без возможности перемещения отдельных легенд по диаграмме, если режим связности выключен.

При большом количестве графиков или маркеров, легенды могут перекрывать графики (см. рисунок ниже).



связность ВКЛ



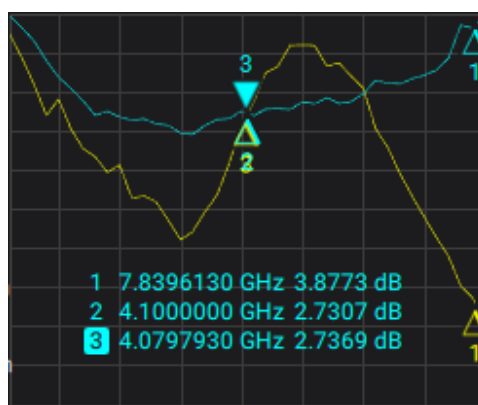
связность ВЫКЛ

Рисунок 51 — Наложение легенды маркеров на график

Чтобы избежать перекрытия, можно включить отображение легенды только активного графика, а также переместить легенду в любое свободное место (см. п. [Расположение легенды маркеров на диаграмме](#)). Маркеры для разных графиков различаются по цвету. Каждый маркер имеет тот же цвет, что и его график.



Активный график 1



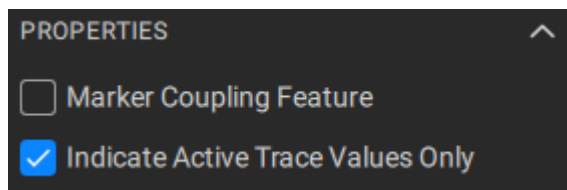
Активный график 2

Рисунок 52 — Индикация легенды маркеров только активного графика

## Включение индикации легенды маркеров активного графика

---

- 1 Нажмите кнопку **Marker** в меню.
- 2 Установите флажок **Indicate Active Trace Values Only** в аккордеоне PROPERTIES в подменю.



## Вид метки маркера

По умолчанию для каждого маркера метка на графике отображается в виде треугольника (см. п. [Маркеры](#)). При необходимости для каждого маркера возможно изменить вид метки маркера (см. рисунок ниже). Метка каждого маркера может быть в виде (см. рисунок ниже):

- **Triangle** — треугольника;
- **VLine** — горизонтальной линии;
- **HLine** — вертикальной линии.

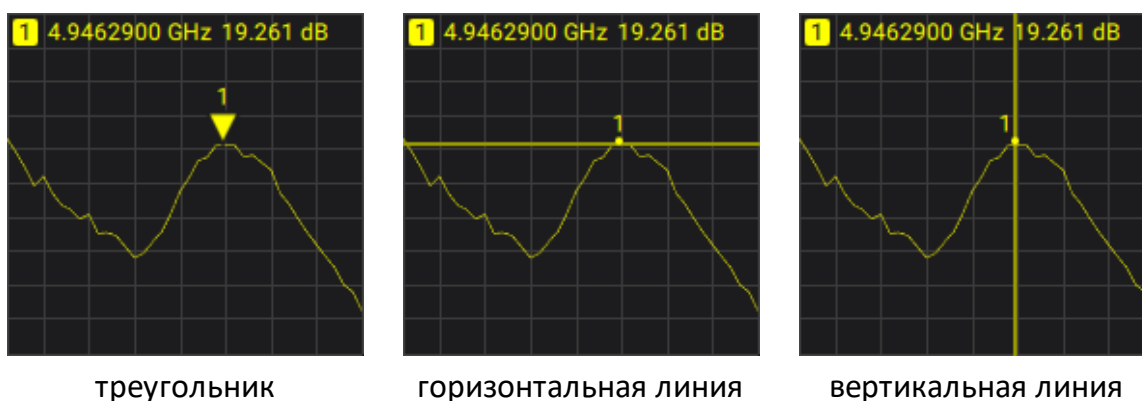
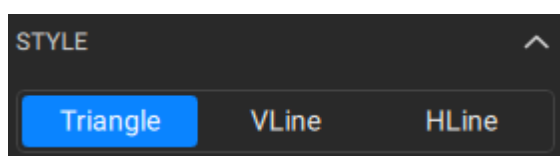


Рисунок 53 — Вид метки маркера

## Выбор метки маркера

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 3 Нажмите кнопку **Marker** в меню.
- 4 Выберите маркер (см. п. [Выбор активного маркера](#)).
- 5 Нажмите кнопку **Triangle | HLine | VLine** в переключателе в аккордеоне **STYLE** в подменю.



## Функция памяти графиков

Для каждого графика измеренных данных в программе можно создать график памяти. Этот график является полностью независимым, с возможностью анализа данных и сохранения в файл.

График памяти имеет обозначение **Mem** в поле MEAS в [менеджере графиков](#) или поле Measurement в подменю Trace (см. рисунок ниже). При создании графика памяти измеряемый параметр исходного графика данных не сохраняется.

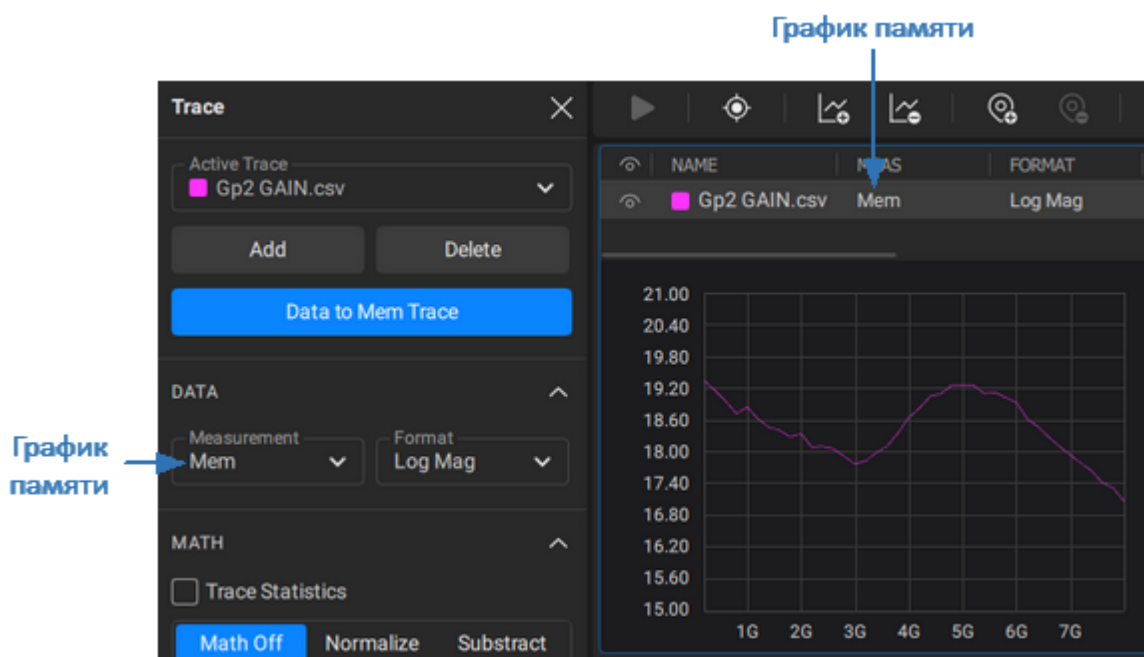


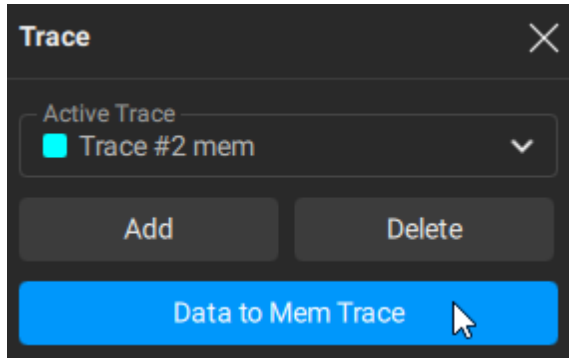
Рисунок 54 — График памяти

## Сохранение графиков данных в график памяти

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 3 Нажмите кнопку **Trace** в меню.

4

Нажмите кнопку **Data to Mem Trace** в подменю.



---

ПРИМЕЧАНИЕ

Удаление графика памяти аналогично удалению графика данных (см. п. [Размещение графиков и диаграмм](#)).

---



## Математические операции

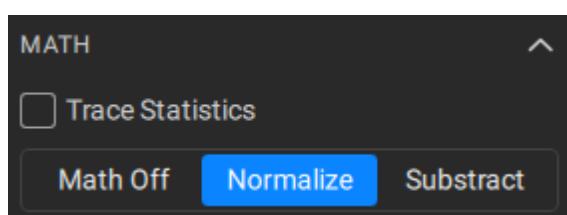
Текущие значения графика сохраняются в буфер памяти и выполняется математическая операция. Результат математической операции замещает график данных. Доступные математические операции приведены в таблице ниже.

Математическая операция	Описание
<b>Normalize</b>	Текущие значения графика сохраняются в буфер памяти, и выполняется математическая операция деления текущих данных на память.
<b>Subtract</b>	Текущие значения графика сохраняются в буфер памяти, и выполняется математическая операция разности между текущими данными и памятью.
<b>Math Off</b>	Отображение текущих значений графика без математической обработки.

## Выбор математической операции

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 3 Нажмите кнопку **Trace** в меню.
- 4 Нажмите кнопку математической операции **Normalize** или **Subtract** в аккордеоне MATH в подменю.

Для выключения математических операций над графиком нажмите кнопку **Math Off** в аккордеоне MATH в подменю.



---

ПРИМЕЧАНИЕ

При выполнении математической операции в [менеджере графиков](#) в поле FUNCTION графика отображается **Math**.

---

## Статистика

Функция статистики вычисляет и отображает следующие параметры активного графика: среднее значение, среднеквадратическое отклонение и фактор пик-пик, полученные по результатам обработки всех точек графика. По умолчанию легенда статистики отображается в левом верхнем углу. Легенду статистики можно перемещать мышью в пределах диаграммы.

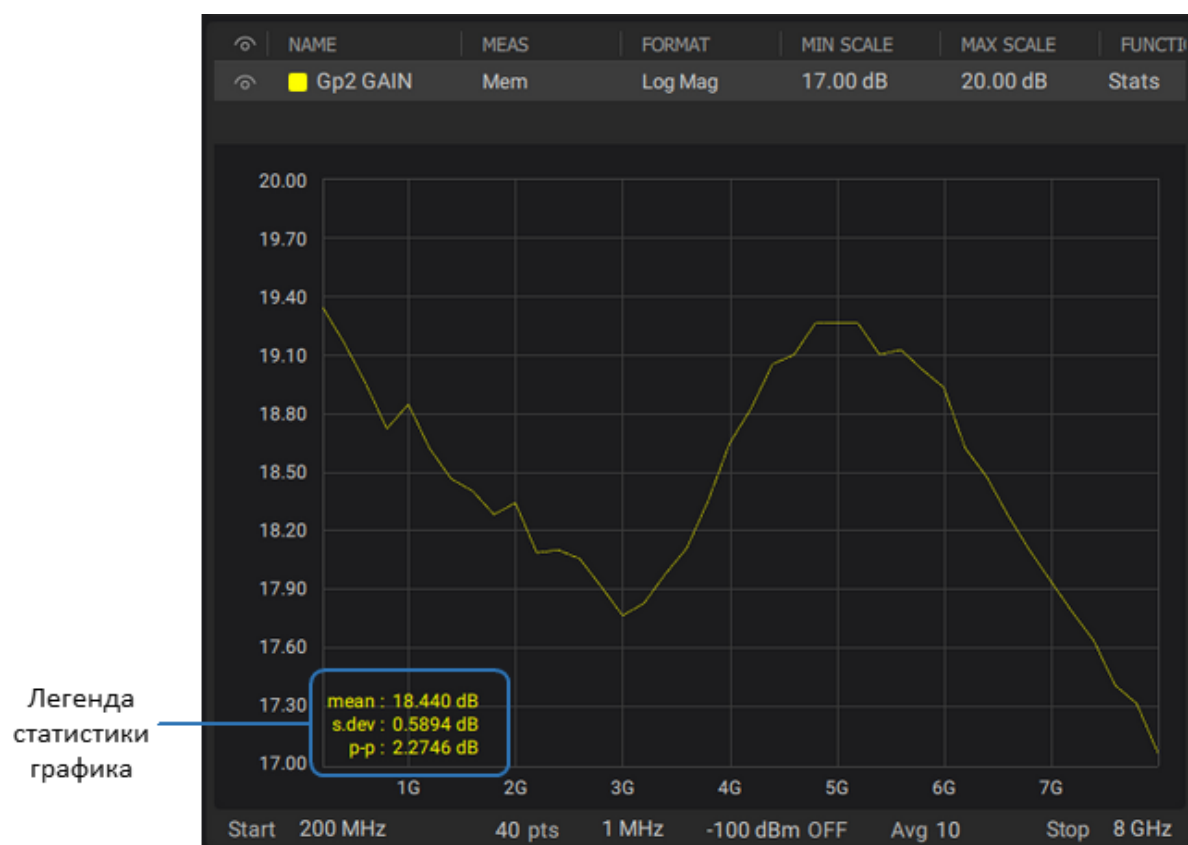


Рисунок 55 — Статистика

## Определение статистических параметров

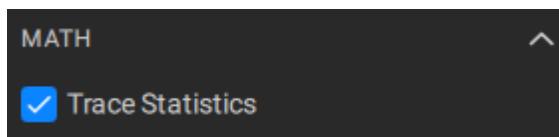
Обозначение	Определение	Формула
mean	Среднее арифметическое	$M = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N x_i$
s.dev	Среднеквадратическое отклонение	$\sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (x_i - M)^2}$

Обозначение	Определение	Формула
p-p	Фактор пик–пик: разность между максимальным и минимальным значением	Max – Min

## Включение функции статистики

Статистика устанавливается индивидуально для каждого графика.

- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 3 Нажмите кнопку **Trace** в меню.
- 4 Установите флажок **Trace Statistics** в аккордеоне MATH в подменю.



**ПРИМЕЧАНИЕ** При включении статистики в [менеджере графиков](#) в поле FUNCTION графика отображается **Stats**.

## Допусковый контроль

Допусковый контроль — это функция автоматического определения критерия «годен/брак» для графика измеряемых данных. Критерий основан на сравнении графика измеряемой величины с линией пределов.

Линия пределов состоит из одного или нескольких отрезков (см. рисунок ниже). Каждый отрезок контролирует выход измеряемой величины за верхний или нижний предел. Отрезок задается координатами начала (X0, Y0) и конца (X1, Y1) и типом. Тип предела МАКС или МИН, определяет контроль выхода за верхний или нижний предел, соответственно.

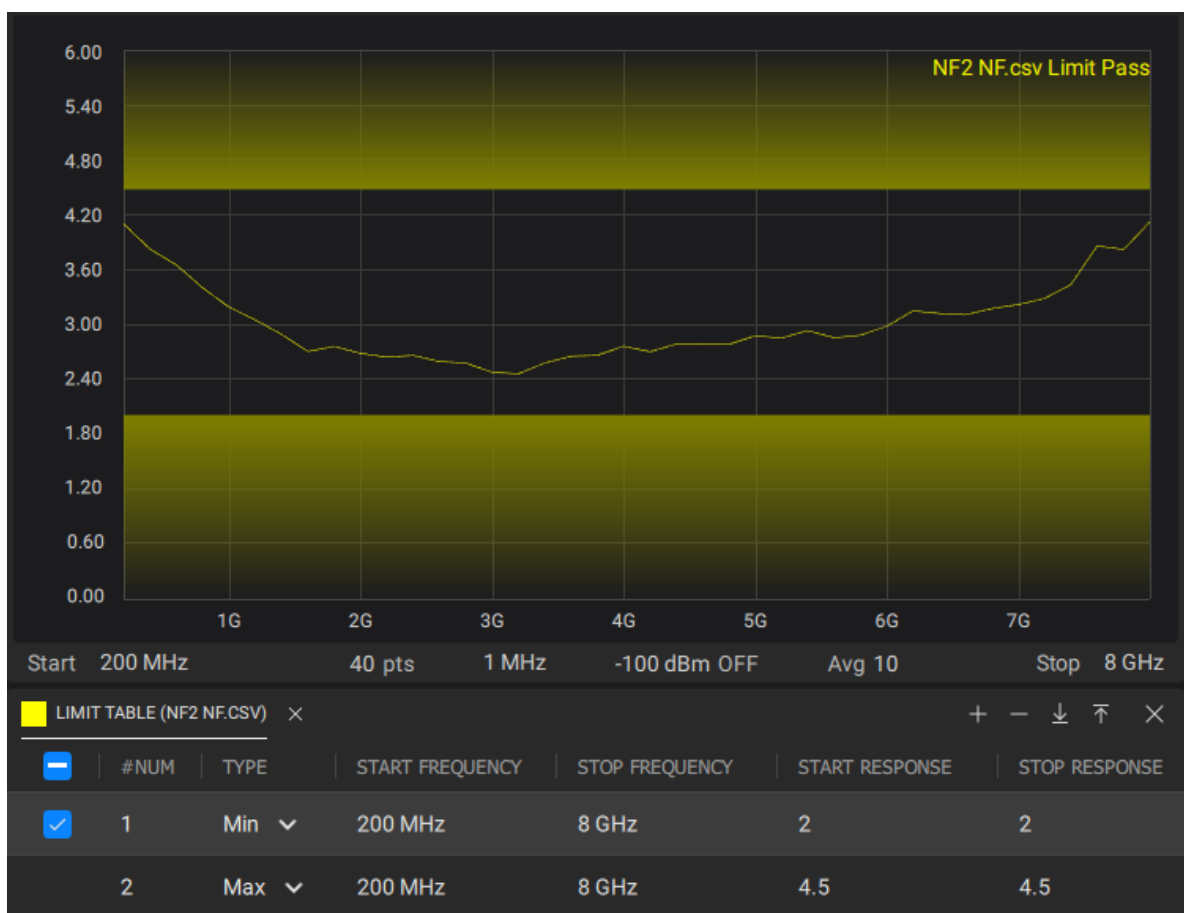


Рисунок 56 — Пример допускового контроля

Линия пределов задается пользователем в виде таблицы пределов. Каждая строка таблицы пределов определяет один отрезок. Редактирование таблицы пределов описано ниже. Таблица может быть сохранена в файл \*.LIM, и затем загружена из файла.

## Параметры линии пределов

<b>TYPE</b>	Выбирает тип отрезка из следующих вариантов: <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Max</b> — верхний предел;</li><li>• <b>Min</b> — нижний предел;</li><li>• <b>Single</b> — верхний и нижний предел в одной частотной точке;</li><li>• <b>Off</b> — предел не используется.</li></ul>
<b>START FREQUENCY</b>	Значение стимула в начальной точке отрезка.
<b>STOP FREQUENCY</b>	Значение стимула в конечной точке отрезка.
<b>START RESPONSE</b>	Значение отклика в начальной точке отрезка.
<b>STOP RESPONSE</b>	Значение отклика в конечной точке отрезка.

Отображение линии пределов может быть включено/отключено, независимо от состояния функции допускового контроля.

Результат допускового контроля отображается в верхнем правом углу диаграммы:

- в случае положительного результата испытания отображается номер графика и символы **Trace X Limit Pass**, где **X** — номер графика (см. рисунок выше);
- в случае отрицательного результата испытания предусмотрены следующие виды индикации (см. рисунок ниже):
  - 1 в верхнем правом углу диаграммы отображается красным цветом номер графика и символы **Trace X Limit Fail**, где **X** — номер графика ;
  - 2 на графике измеряемой величины отображаются красным цветом точки, не прошедшие контроль.

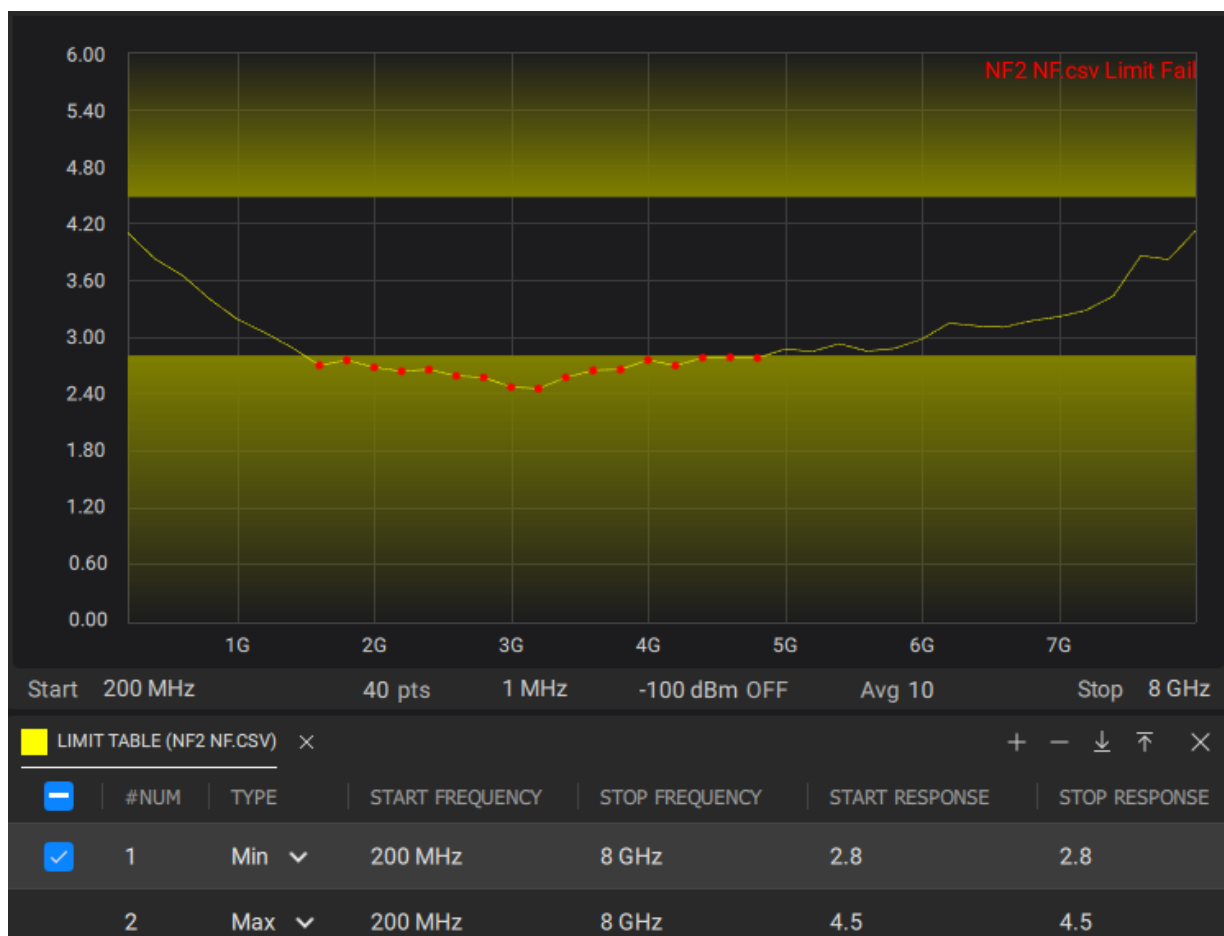


Рисунок 57 — Пример отрицательных результатов допускового контроля

## Включение допускового контроля

Допусковой контроль устанавливается для каждого графика.

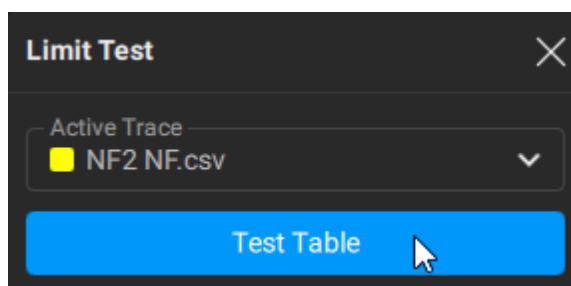
- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Limit Test** в меню.
- 3 Выберите график в списке **Active Trace** в меню.
- 4 Включите переключатель в аккордеоне LIMIT TEST в подменю.



## Индикация таблицы линий пределов


---

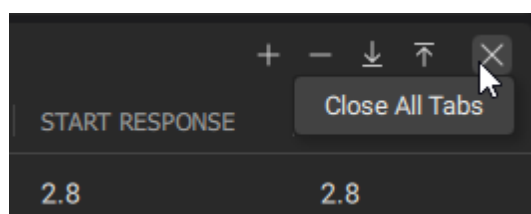
- 1 Если в канале размещено 2 диаграммы, выберите диаграмму (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Limit Test** в меню.
- 3 Выберите график в списке **Active Trace** в меню.
- 4 Нажмите кнопку **Test Table** в подменю.



---

### ПРИМЕЧАНИЕ

Таблицу можно скрыть, нажав кнопку  в правом углу таблиц линий пределов.



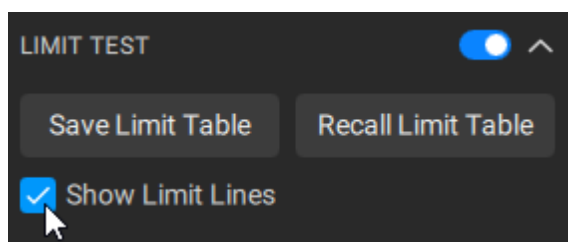
---

## Индикация линий пределов

---

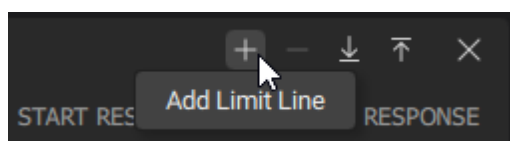
- 1 Включите допусковый контроль (см. п. [Включение допускового контроля](#)).
- 2 Установите флажок **Show Limit Lines** в аккордеоне LIMIT TEST в подменю. Чтобы скрыть линии снимите флажок.





## Добавление линии пределов

- 1 Включите допусковый контроль (см. п. [Включение допускового контроля](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Test Table** в подменю.
- 3 Нажмите на значок **+** в правом верхнем углу таблицы .



## Настройка параметров линий пределов

- 1 Включите допусковый контроль (см. п. [Включение допускового контроля](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Test Table** в подменю.
- 3 Щелкните на поле в таблице линий пределов и введите значение.

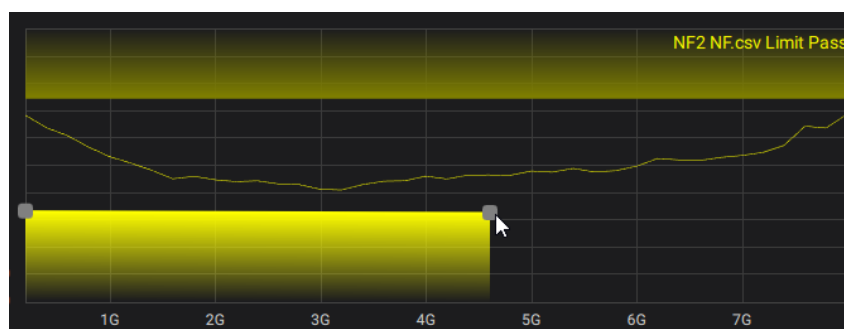
#NUM	TYPE	START FREQUENCY	STOP FREQUENCY	START RESPONSE	STOP RESPONSE
1	Min	200 MHz	8 GHz	2.5	2
2	Max	200 MHz	8 GHz	4.5	4.5

---

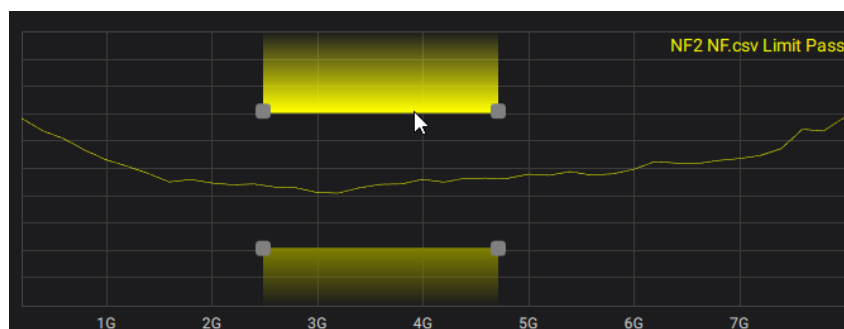
**ПРИМЕЧАНИЕ**

Линию пределов можно редактировать на диаграмме. Для этого щелкните по линии пределов. Выделенная линия будет иметь более яркий цвет. На границах линии должны появиться серые квадраты, как показано на рисунке ниже. Наведите курсор на серый квадрат и переместите его в нужное место.

Также можно перемещать всю линию в любом направлении. Для этого наведите курсор на линию и переместите ее.



Для группового выделения линии нажмите и удерживайте клавишу Ctrl на клавиатуре. Выделите несколько линий и буксируйте их по диаграмме диаграммы.




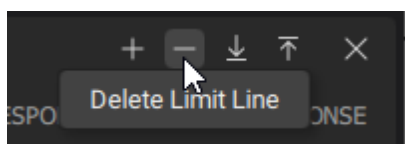
В режиме настройки координат – тест не выполняется. Для выхода из режима редактирования нажмите на любую область диаграммы вне линии. Квадраты исчезнут, и тест продолжится.

---


## Удаление линий пределов

---

- 1 Включите допусковый контроль (см. п. [Включение допускового контроля](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Test Table** в подменю.
- 3 Выделите линию(и) в таблице.
- 4 Нажмите значок  в верхнем левом углу таблицы.



---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Для удаления всех или несколько линии пределов, установите флажки в левой колонке таблицы и нажмите значок  в правом верхнем углу таблицы.

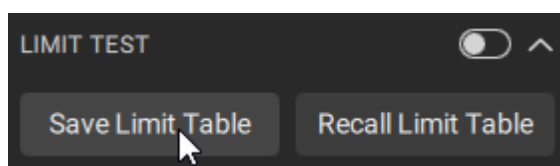
---

## Сохранение таблицы пределов

---


- 1 Нажмите кнопку **Limit Test** в меню.
- 2 Выберите график в списке **Active Trace** в меню.
- 3 Нажмите кнопку **Save Limit Table** в аккордеоне LIMIT TEST в подменю. Выберите путь и имя файла.

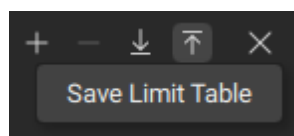
**ПРИМЕЧАНИЕ** — Таблица пределов сохраняется в файла \*.LIM.



---

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Таблицы можно сохранить, нажав кнопку  в правом углу таблиц линий пределов.

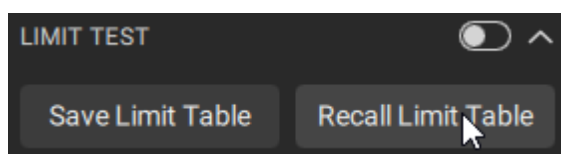


---

## Загрузка таблицы пределов


- 1 Нажмите кнопку **Limit Test** в меню.
- 2 Выберите график в списке **Active Trace** в меню.
- 3 Нажмите кнопку **Recall Limit Table** в аккордеоне LIMIT TEST в подменю. Выберите путь и имя файла.

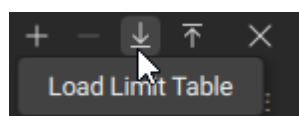
ПРИМЕЧАНИЕ — Таблица пределов загружается из файл \*.LIM.



---

**ПРИМЕЧАНИЕ**

Таблицы можно загрузить, нажав кнопку  в правом углу таблиц линий пределов.



## Сохранение состояния и данных

В данном разделе описываются процессы сохранения и восстановления данных анализатора:

- установленные параметры, результаты проведенной калибровки, конфигурации окон, измеренные и сохраненные в памяти данные сохраняются в файле состояния и могут быть загружены повторно (см. п. [Сохранение состояния](#));
- данные отдельных графиков могут быть сохранены в файле \*.CSV (см. п. [Сохранение данных графика](#)).

## Сохранение состояния

В файл состояния \*.INI сохраняется следующая информация:

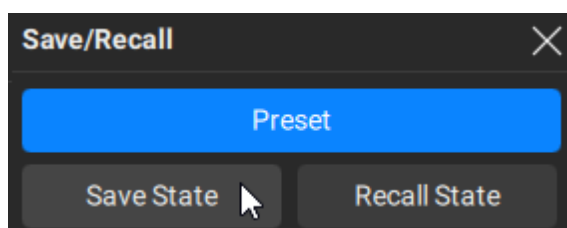
- данные о методе и конфигурации измерений;
- установленные параметры;
- результаты проведенной калибровки;
- расположение окон, графиков, маркеров и ограничительных линий.

При необходимости файл состояния может быть загружен.

## Сохранение состояния анализатора в файл

---

- 1 Нажмите кнопку **Save/Recall** в меню.
- 2 Нажмите кнопку **Save State** в подменю и выберите путь и имя файла в открывшемся окне.

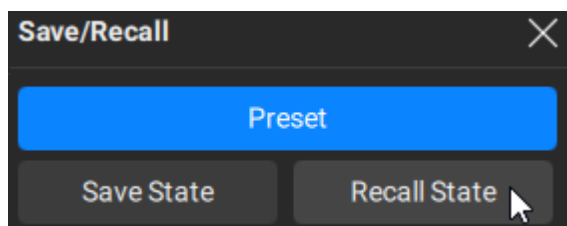


## Загрузка состояния анализатора из файла

---

- 1 Нажмите кнопку **Save/Recall** в меню
- 2 Нажмите кнопку **Recall State** в подменю и выберите путь и имя файла в открывшемся окне.

ПРИМЕЧАНИЕ — Текущее состояние программы не сохраняется.



## Сохранение данных графика

Данные графика можно сохранить в файле типа \*.CSV (значения, разделенные запятыми). Файл \*.CSV содержит комментарии и строки данных графика(ов). Комментарии начинаются с символа «!».

Возможно сохранить активный график или все графики в канале.

Данные графика сохраняются в файл \*.CSV в следующем формате:

<b>! Header</b>			
<b>F[0],</b>	Data	...	Data
	1,		N
<b>F[1],</b>	Data	...	Data
	1,		N
...			
<b>F[n],</b>	Data	...	Data
	1,		N

**! Header** — комментарий содержит 3 строки:

- 1 модель, серийный номер, версия программного обеспечения NF.
- 2 дату сохранения (в формате дд.мм.гггг чч:мм:сс).
- 3 название сохраненных параметров и их размерность.

**F[n]** — частота измерения в точке n;

**Data1** — значение графика 1 в точке n;

**DataN** — значение графика N в точке n.

---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Тип разделителя между сохраненными значениями—**точка**, тип разделителя значений – **запятая**.

---

При необходимости данные графика(ов) возможно загрузить из файла. В [менеджере графиков](#) в наименовании графика (поле NAME) будет отображено имя файла (см. рисунок ниже).

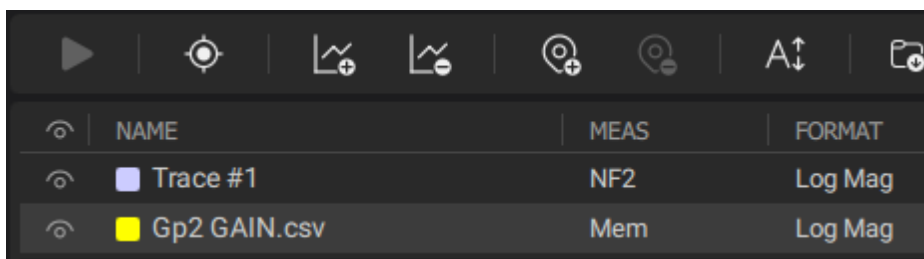



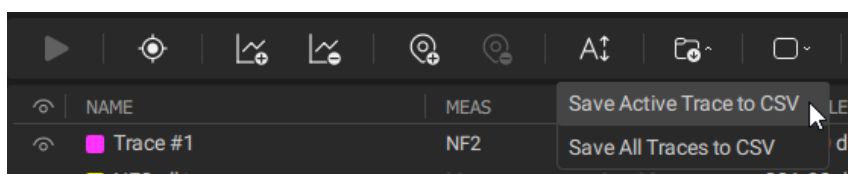
Рисунок 58 — Пример графика, загруженного из файла

## Сохранение графика в файл

- 1 Выберите график (см. п. [Выбор активной диаграммы и графика](#)).
- 2 Нажмите кнопку **Save/Recall** в меню.
- 3 Нажмите кнопку **Save** в аккордеоне TRACE DATA в подменю и выберите путь и имя файла в открывшемся окне.




**ПРИМЕЧАНИЕ** График можно сохранить в [менеджере графиков](#). Для этого нажмите на кнопку  и выберите **Save Active Trace to CSV**:

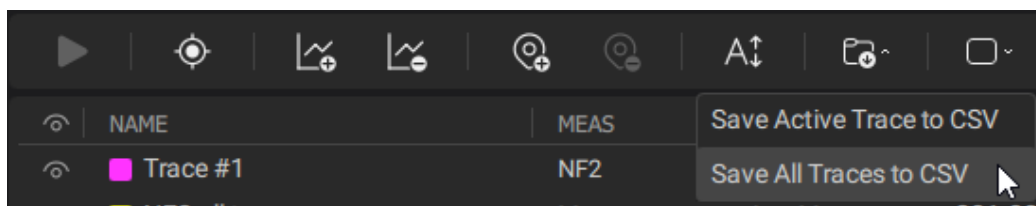




## Сохранение всех графиков в файл

---

- 1 Нажмите на кнопку  в панели быстрого доступа (см. п. [Панель быстрого доступа](#)).
- 2 Выберите **Save All Traces to CSV** в открывшемся окне. Выберите путь и имя файла.



## Загрузка графика или всех графиков из файла

---

- 1 Нажмите кнопку **Save/Recall** в меню.
- 2 Нажмите кнопку **Recall** в аккордеоне TRACE DATA в подменю и выберите путь и имя файла в открывшемся окне.



## Системные установки

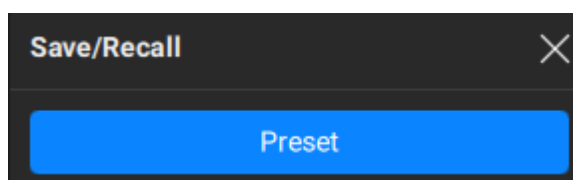
### Начальная установка

Начальная установка служит для приведения программы к заводским настройкам. Значения параметров, устанавливаемые в процедуре начальной установки, приведены в [Приложение А](#).

### Приведение анализатора в начальное состояние

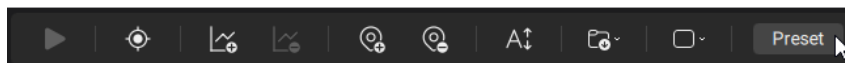
---

- 1 Нажмите кнопку **Save/Recall** в меню.
- 2 Нажмите кнопку **Preset** в подменю.



---

**ПРИМЕЧАНИЕ** Программу можно привести к начальным установкам с помощью [панели быстрого доступа](#).



## Управление лицензиями

Файл лицензии генерируется предприятием-изготовителем и отправляется в момент покупки.

Файл лицензии имеет расширение \*.LIC и должен находиться в основном каталоге приложения или в подкаталоге \Licenses основного каталога программы NF.

---

ПРИМЕЧАНИЕ	В случае утери или повреждения файла лицензии обратитесь на предприятие-изготовитель.
------------	---

---

ПРИМЕЧАНИЕ	Программа NF запрещает запуск измерений до подтверждения лицензионной информации. Это обеспечивает соблюдение правил использования программного обеспечения и предотвращает нелегальное использование.
------------	--

Несмотря на ограничение запуска измерений, возможность использования меню и панели быстрого доступа даже без подтвержденной лицензии позволяет пользователям ознакомиться с функциональными особенностями программы. Это может быть полезно для обучения или оценки программы перед покупкой лицензии.

Возможность проведения анализа, используя данные из \*.CSV файлов (см. п. [Сохранение данных графика](#)), даже в отсутствие подтверждения лицензии, предоставляет дополнительную гибкость. Это позволяет пользователям работать с уже существующими данными и изучать возможности функций программы.

---

Процедура проверки лицензии требует, чтобы программа NF была успешно подключена к программному обеспечению анализатора. При подключении считывается номер, по которому происходит проверка лицензии.

## Загрузка файла лицензии в список в программе NF

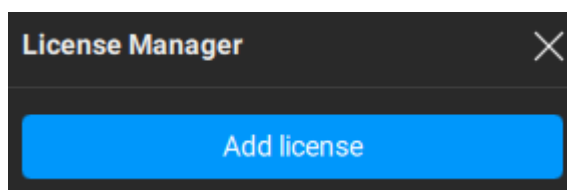
После загрузки файла в аккордеоне LIST OF LICENSE отобразится информация о лицензии:

- имя файла лицензии;
- индикатор валидности лицензии;
- дата окончания действия лицензии;
- оставшийся период действия;
- номера анализаторов, на которых распространяется лицензионное соглашение.

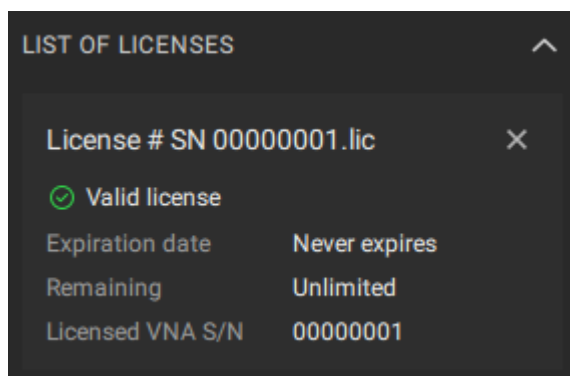
---

① Нажмите кнопку **License Manager** в меню.

② Нажмите кнопку **Add license** в подменю.



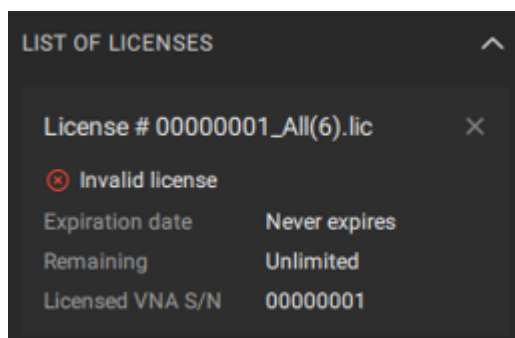
③ В открывшемся окне перейдите в подкаталог \Licenses основного каталога программы NF и выберите файл лицензии.



---


## ВНИМАНИЕ!

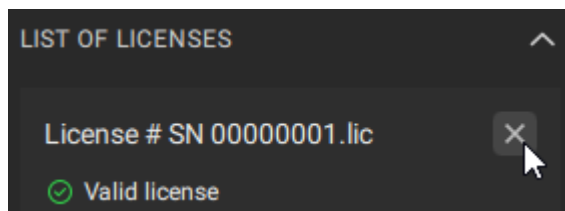
В случае если в поле валидности лицензии отображается Invalid license, файл лицензии не покрывает анализатор с данным заводским номером или закончился срок действия лицензии. Требуется загрузить корректный файл лицензии.



---

## Удаление файла лицензии из списка

- 1 Нажмите кнопку **License Manager** в меню.
- 2 Нажмите кнопку  в информации о лицензии в аккордеоне LIST OF LICENSE.



## Управление соединением с анализатором

В программном обеспечении анализатора необходимо включить удаленное управление анализатором по протоколу TCP/IP Socket:

- для разрешения удаленного управления по протоколу TCP/IP Socket в программном обеспечении анализатора нажмите кнопки:

**Система > Настройки > Сетев. настройки удал. управления > Socket сервер > Вкл**

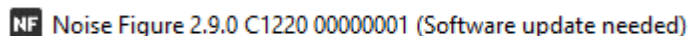
ПРИМЕЧАНИЕ – Значение Socket порта можно оставить по умолчанию. При необходимости его можно изменить.

- проверьте, чтобы сетевые настройки в программы NF совпадали с установленными в программном обеспечении анализатора. Для этого нажмите кнопку Devices в меню и проверьте, что сетевые настройки программы NF и анализатора совпадают. При необходимости внести соответствующие изменения (см. п. [Установка Socket адрес и номера порта в программе NF](#)).

---

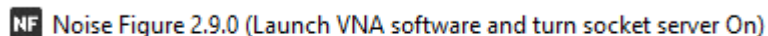
### ВНИМАНИЕ!

В случае, если в верхней строке программы отображается сообщение **Software update needed**, следует перейти на сайт [www.planarchel.ru](http://www.planarchel.ru), скачать и установить последнюю версию программного обеспечения анализатора.



NF Noise Figure 2.9.0 C1220 00000001 (Software update needed)

В случае, если в верхней строке программы отображается сообщение **Launch VNA software and turn socket server ON** или **Activate VNA socket in device menu**, программное обеспечение анализатора закрыто или выключено удаленное управление. Следует запустить программное обеспечение анализатора, проверить что включен Socket сервер.

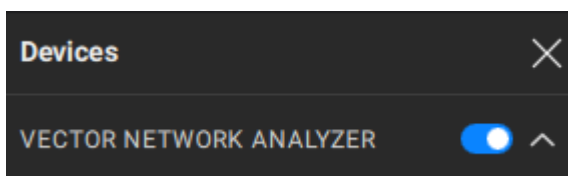


NF Noise Figure 2.9.0 (Launch VNA software and turn socket server On)

## Подключение программы NF к ПО анализатора

---

- 1 Нажмите кнопку **Devices** в меню.
- 2 Включите переключатель в аккордеоне VECTOR NETWORK ANALYZER в подменю.



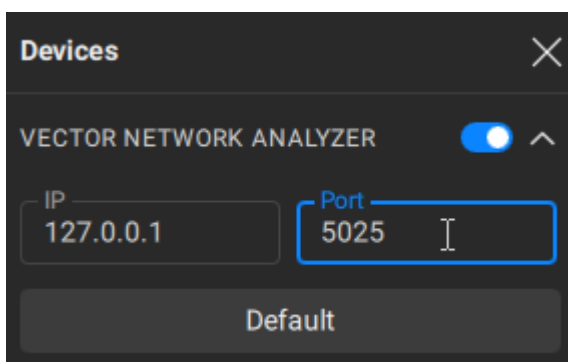
## Установка Socket адреса и номера порта анализатора

---

- 1 Нажмите кнопку **Devices** в меню.
- 2 Введите в поля **IP** и **Port** в аккордеоне VECTOR NETWORK ANALYZER и введите требуемые значения настроек.

ПРИМЕЧАНИЕ – Socket-адрес и номер порта можно установить в значения по умолчанию 127.0.0.1 и 5025, нажав кнопку **Default** в подменю.

ПРИМЕЧАНИЕ – Проверьте в аккордеоне PREAMPLIFIER, что МШУ подключен (см. п. [Настройка МШУ](#) и п. [Строка состояния программы](#)).



## Библиотека генератора шума

Программа NF может работать различными генераторами шума. Для хранения описаний всех ГШ используется библиотека, которая представляет собой таблицу, в строчках которой перечислены основные сведения о внесенных ГШ.

**ПРИМЕЧАНИЕ** В качестве требуемого источника шума рекомендуется применять полупроводниковые ГШ. Управление ГШ осуществляется с МШУ.

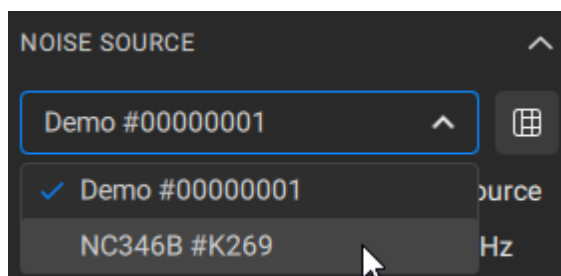
Как средства измерений, ГШ предназначены для использования в качестве меры перепада спектральной плотности мощности шумового радиоизлучения. Устройства используются совместно с приборами, обеспечивающими режим измерений коэффициента шума.

По результатам градуировки ГШ заполняется таблица частотной зависимости ИОШТ (ENR).

## Выбор ГШ и просмотр информации о ГШ

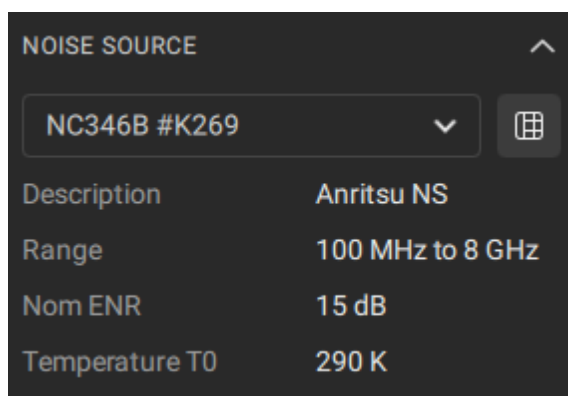
- 1 Нажмите кнопку **Devices** в меню.
- 2 Нажмите список в аккордеоне NOISE SOURCE в подменю и выберите ГШ из списка.

**ПРИМЕЧАНИЕ** – В списке отображаются только добавленные в программу ГШ (см. п. ниже).



Под списком отобразится основная информация о ГШ: производитель, частотный диапазон, номинальное значение ИОШТ, стандартная температура.





ПРИМЕЧАНИЕ Список подключенных ГШ отображается в [панели быстрого доступа](#).

## Редактирование библиотеки описаний ГШ

В окне Noise Source Library отображаются все ГШ. Каждая строка описывает один ГШ. По умолчанию таблица содержит один предопределенный ГШ, параметры которого не могут быть изменены. Можно добавить или удалить пользовательский ГШ.

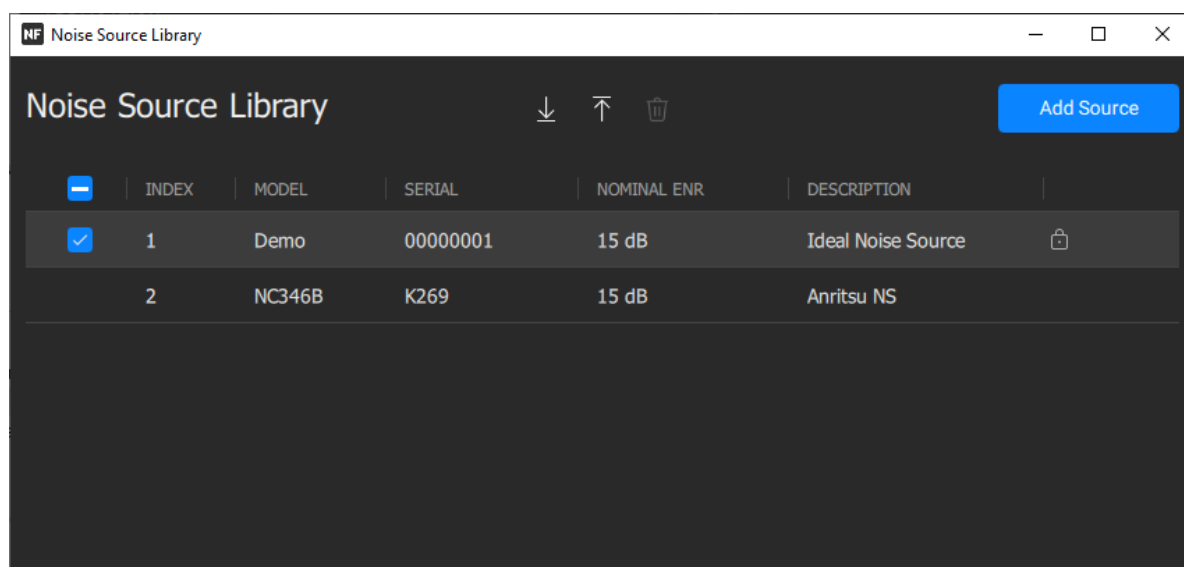


Рисунок 59 — Библиотека описаний ГШ


Описание столбцов таблицы ГШ приведено в таблице ниже.

Название столбца	Описание
INDEX	Порядковый номер ГШ.
MODEL	Наименование ГШ.
SERIAL	Серийный номер.
NOMINAL ENR	Номинальное значение ИОШТ.
DESCRIPTION	Стандартная температура при характеристике $T_0$ .
Значок 	Значок предопределенного ГШ.

Описание ГШ можно загрузить из файла или внести все данные вручную. При вводе текстовой или числовой информации в таблице данные сохраняются автоматически. После того как заполнены все данные, рекомендуется сохранить описание ГШ в файл \*.NS.

### Запуск библиотеки описаний ГШ

---

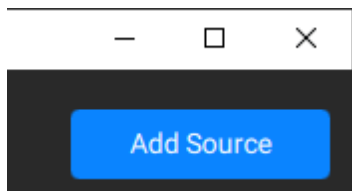
- 1 Нажмите кнопку **Devices** в меню.
  - 2 Нажмите значок  в аккордеоне NOISE SOURCE в подменю.
- 

### Добавление ГШ вручную

---

- 1 Нажмите на кнопку **Add Source** в правом верхнем углу окна.

ПРИМЕЧАНИЕ — После нажатия на эту кнопку в таблице появится новая строка с предварительно заполненными данными и описанием Empty Ns (пустое описание ГШ).



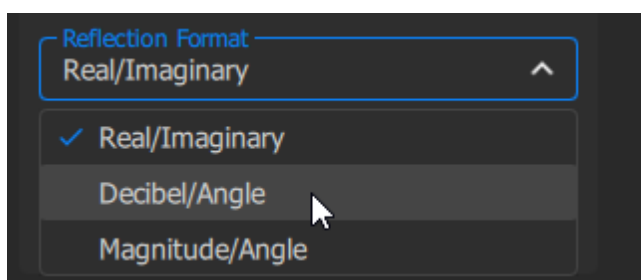
- 2 Внесите все параметры ГШ в открывшемся окне вручную или из файла (см. п. ниже).

## Редактирование описания ГШ

- 1 Дважды щелкните по строке в таблице ГШ.

	INDEX	MODEL	SERIAL	NOMINAL ENR	DESCRIPTION
	1	Demo	00000001	15 dB	Ideal Noise Source
	2	NC346B	K269	15 dB	Anritsu NS
<input checked="" type="checkbox"/>	3	Model Name	00000000	15 dB	Empty Ns

- 2 В открывшемся окне в боковой панели нажмите:
  - на поле **Model** и введите наименование ГШ;
  - на поле **Serial** и введите серийный номер ГШ;
  - на поле **Nominal ENR** и введите номинальное значение ИОШТ;
  - на поле **Description** и введите кратное описание ГШ;
  - на поле **Temperature T<sub>0</sub>** и введите стандартную температуры при характеристизации  $T_0$ ;
  - на список **ENR Format** и выберите формат отображения ИОШТ;
  - на список **Reflection Format** и выберите формат представления данных (для метода **Y-factor with mismatch**).



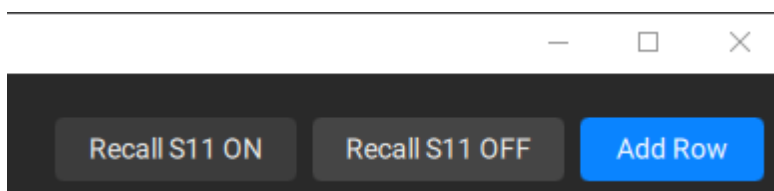
3

В таблице описания ГШ щелкните в строке:

- по поле **FREQUENCY** и ведите значение частоты измерения ИОШТ;
- по поле **ENR** и ведите значение ИОШТ (если информация представлена в сертификате (свидетельстве) ГШ);
- по поле **UNC ENR** и ведите значение погрешности определения действительных значений ИОШТ (если информация представлена в сертификате (свидетельстве) ГШ);
- по полю **REAL | DECEBEL | MAGNITUDE (S11 ON)** и **IMAGINARY | ANGEL (S11 ON)** введите значение коэффициент отражения ГШ при включенном питании;
- по полю **REAL | DECEBEL | MAGNITUDE (S11 OFF)** и по полю **IMAGINARY | ANGEL (S11 OFF)** и введите значение коэффициент отражения ГШ при выключенном питании.

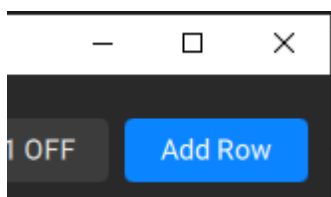
FREQUENCY ▾	ENR	UNC ENR	MAGNITUDE(S11 ON)	ANGLE(S11 ON)	MAGNITUDE(S11 OFF)	ANGLE(S11 OFF)
500 kHz	15 dB	0 dB	481.195 μ	-114.631 °	0.998419	-15.7061 m°


ПРИМЕЧАНИЕ — Значения коэффициент отражения ГШ при включенном и (или) выключенном питании можно загрузить из файла \*.S1P. Для загрузки используйте кнопки **Recall S11 ON** (включенное состояние) и **Recall S11 OFF** (выключенное состояние).



4

В случае еще необходимо добавить следующую строку в таблицу, нажмите на кнопку **Add row** в правом верхнем углу окна и введите значения параметров.

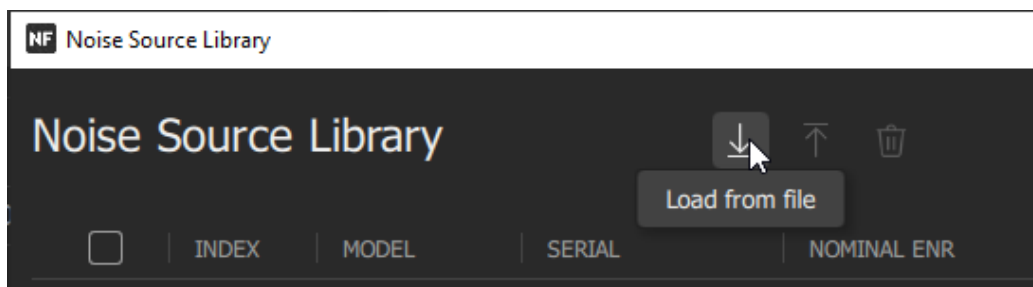


ПРИМЕЧАНИЕ — Для удаления строки, выделите ее (их) в таблице и нажмите  в верхней части окна.


## Загрузка данных описания ГШ из файла

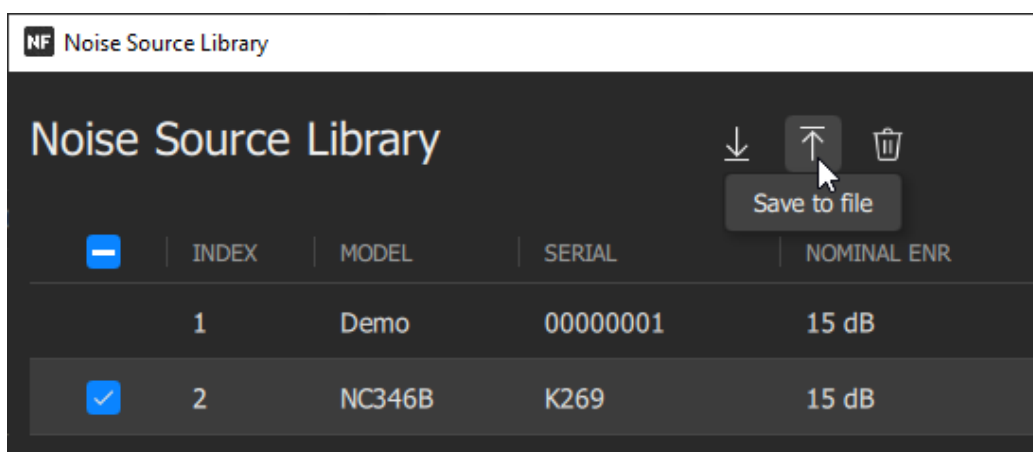
- 1 Нажмите на значок  в верхней части окна и выберите путь и имя файла в открывшемся окне.

ПРИМЕЧАНИЕ — Описание ГШ загрузится в конец списка.




## Сохранение описания ГШ в файла

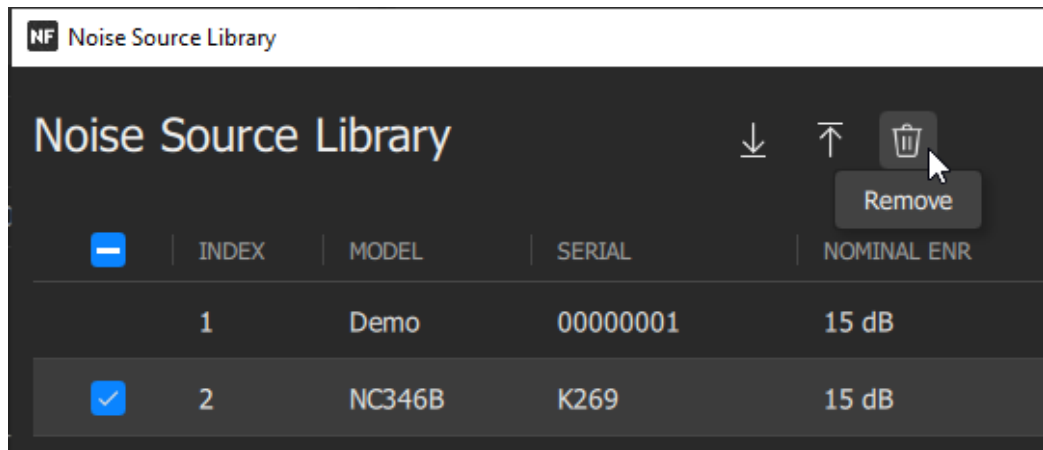
- 1 Щелкните по нужному ГШ в таблице.
- 2 Нажмите на значок  в верхней части окна и выберите путь и имя файла в открывшемся окне.



## Удаление описания ГШ из библиотеки

---

- 1 Щелкните по нужному ГШ в таблице.
- 2 Нажмите на значок  в верхней части окна и выберите путь и имя файла в открывшемся окне.



## Настройка МШУ

В программе NF можно изменить модель МШУ, выбрав соответствующий вариант из списка.

Основные параметры МШУ:

- диапазон частот;
- номинальные значения КУ;
- информация о наличии режима «перемычка»;
- частоты фильтров, выполняющих функцию преселекции (при их наличии в конструкции МШУ).

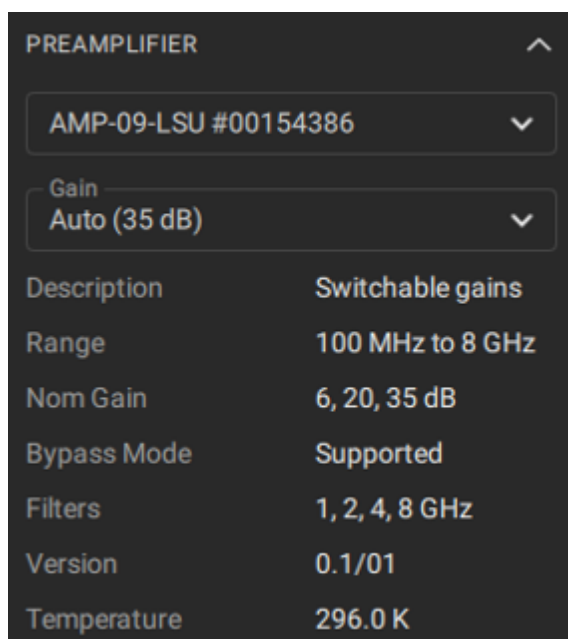
## Выбор МШУ и установка коэффициента усиления МШУ

---

- 1 Нажмите кнопку **Devices** в меню.
- 2 Нажмите список в аккордеоне PREAMPLIFIER в подменю и выберите МШУ из списка.

ПРИМЕЧАНИЕ – Под списком отобразятся основные параметры МШУ.

- 3 Нажмите список **Gain** в аккордеоне PREAMPLIFIER в подменю и выберите коэффициент усиления МШУ из списка.



## Установка температуры окружающей среды

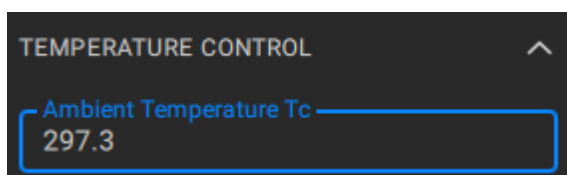
Для корректировки измеренных значений КШ введите температуру окружающей среды вручную или считайте данные с внешнего датчика температуры, подключенного к МШУ.

Введенное значение температуры и значение температуры внешнего датчика отображаются в [строке состояния программы](#).

### Ввод температуры окружающей среды вручную

---

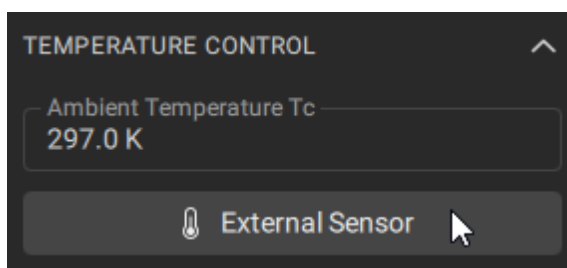
- 1 Нажмите кнопку **Settings** в меню.
- 2 Нажмите на поле **Ambient Temperature Tc** в аккордеоне TEMPERATURE CONTROL в подменю и введите значение температуры.



### Установка температуры окружающей среды с помощью внешнего датчика

---

- 1 Нажмите кнопку **Settings** в меню.
- 2 Нажмите на кнопку **External Sensor** в аккордеоне TEMPERATURE CONTROL в подменю.





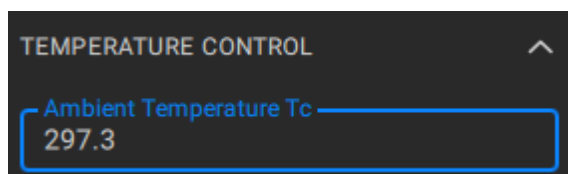
## Установка задержки перед измерением

В программе необходимо установить время задержки перед измерением, необходимое для установления рабочего режима ГШ. Величина задержки зависит от модели используемого ГШ. Это время связано с длительностью процесса его установки при включении и выключении питания.

## Ввод температуры окружающей среды вручную

---

- 1 Нажмите кнопку **Settings** в меню.
- 2 Нажмите на поле **NS Dwell Time** в аккордеоне SOURCE CONTROL в подменю и введите значение задержки.



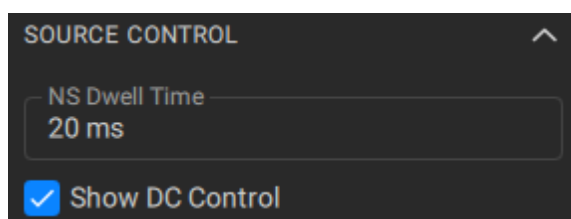
## Отображение индикатора питания ГШ

Настройка служит для индикации питания ГШ в [строке состояния](#) программы. При необходимости отображение индикатора можно выключить.

### Включение или выключение отображения индикаторов питания ГШ

---

- 1 Нажмите кнопку **Settings** в меню.
- 2 Установите или снимите флажок **Show DC Control** в аккордеоне SOURCE CONTROL в подменю.



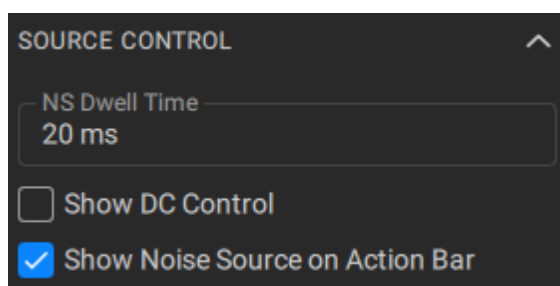
## Отображения списка ГШ в панели быстрого доступа

Список ГШ отображается в [панели быстрого доступа](#). При необходимости отображение списка можно выключить.

### Включение или выключение отображения списка ГШ

---

- 1 Нажмите кнопку **Settings** в меню.
- 2 Установите или снимите флажок **Show Noise Source on Action Bar On** в аккордеоне SOURCE CONTROL в подменю.



## О программе

Название модели, серийный номер, версию программного обеспечения анализатора, модель и серийный МШУ, версию программы NF можно найти во всплывающем окне **О программе** (см. рисунок ниже). Также в этом окне возможно вызвать справку (описание быстрого старта или руководство по эксплуатации) по программе NF или перейти на сайт предприятия-изготовителя.

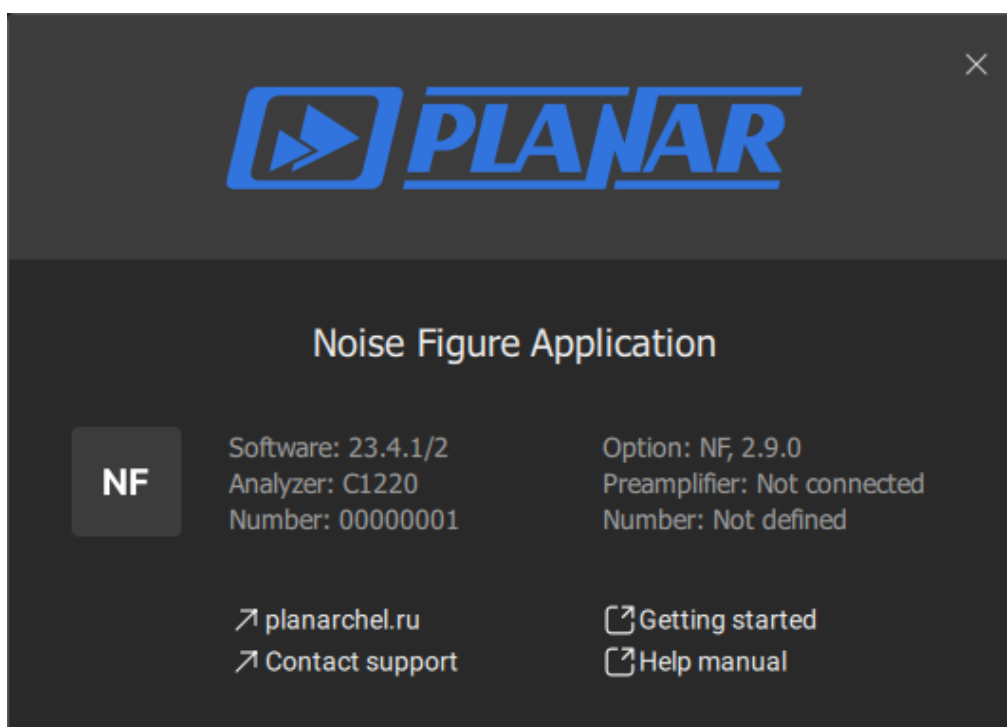

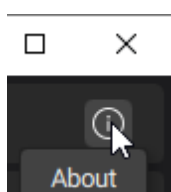


Рисунок 60 – Информация о программе

## Вызов окна и справки

- ① Нажмите кнопку  в правом углу панели быстрого доступа.



- ② В открывшемся окне нажмите на нужную строку с обозначением сайта или справки в нижней части окна.



## **Техническое обслуживание**

Настоящий раздел устанавливает порядок и правила технического обслуживания МШУ, выполнение которых обеспечивает постоянную готовность МШУ к работе.

### **Порядок проведения технического обслуживания**

Техническое обслуживание анализатора цепей векторного представлено в его руководстве по эксплуатации.

Настоящий раздел устанавливает порядок и правила технического обслуживания, выполнение которых обеспечивает постоянную готовность МШУ к работе.

Перед проведением технического обслуживания следует подготовить необходимый инструмент, принадлежности и материалы: пинцет, мягкую кисть, спирт этиловый ректификованный, ветошь, бязь, марлю.

При непосредственном использовании МШУ по назначению проводятся следующие виды обслуживания:

- контрольный осмотр (КО);
- техническое обслуживание 2 (ТО–2).

При кратковременном хранении (до 1 года) проводится КО.

При длительном хранении (более 1 года) проводятся:

- техническое обслуживание 1 при хранении (ТО–1х);
- техническое обслуживание 2 при хранении (ТО–2х).

Контрольный осмотр (КО) включает:

- проверку комплектности;
- внешний осмотр для проверки отсутствия механических повреждений, целостности изоляционных и лакокрасочных покрытий; исправности соединительных проводов, кабелей питания, заземления.

ТО–2 включает в себя:

- контрольный осмотр (КО);
- очистку внешней поверхности МШУ с помощью сухой или немного увлажнённой материи;

- чистку соединителей по методике в п. [Чистка соединителей](#);
- проверку правильности ведения эксплуатационной документации.

ТО–1х проводится 1 раз в год и включает в себя:

- проверку наличия МШУ на месте хранения;
- проведение внешнего осмотра состояния упаковки;
- проверку состояния учета и условий хранения;
- проверку правильности ведения эксплуатационной документации.

ТО–2х выполняется 1 раз в 5 лет и включает в себя:

- все операции ТО–1х;
- проверку состояния эксплуатационной документации;
- отметку о выполненных работах в паспорте МШУ.

Контроль и профилактика электрических контактов.

Проверка по этому пункту включает следующие операции:

- проверку технической прочности, заделки разъемов, сетевых вилок, наконечников на всех кабелях и шнурах, тестирование проводимости соответствующих контактов, разъемов, кабелей;
- проверку качества разъемных соединений (состояние резьбы, возможность и удобство завинчивания в резьбовых разъемах).

В случае неудовлетворительных результатов проверок принять соответствующие меры по ремонту.

## Внешний осмотр

Внешний осмотр проводится для выявления видимых дефектов МШУ и подключаемых к нему устройств.

Последовательность проведения внешнего осмотра:

- при первичном осмотре проверьте наличие и целостность кабеля USB и блока питания;
- проверьте отсутствие глубоких царапин и вмятин на корпусе МШУ, датчика температуры, генератора шума (при наличии), следов коррозии металлических деталей и следов воздействия жидкостей или агрессивных паров, целостность лакокрасочных покрытий, сохранность маркировки. При обнаружении несоответствий дальнейшая работа с устройствами запрещается;
- провести визуальный контроль целостности и чистоты коаксиальных соединителей. При обнаружении посторонних частиц провести чистку (см. п. [Чистка соединителей](#));
- проверить отсутствие механических повреждений (вмятин, забоин, отслаивания покрытия и т. д.) на контактных и токонесущих поверхностях коаксиальных соединителей;

---

### ВНИМАНИЕ!

При обнаружении механических повреждений соединителей МШУ дальнейшая работа с этим МШУ запрещается. МШУ бракуется и изолируется с целью предотвращения его применения и повреждения годных соединителей других устройств.

---

## Чистка соединителей

Чистка соединителей анализатора цепей векторного представлена в его руководстве по эксплуатации.

Чистку соединителей МШУ рекомендуется проводить до и после сеанса измерений.

Чистку коаксиальных соединителей типа 3,5 проводить по следующей методике:

- протрите поверхности соединителей (см. рисунок 61) палочкой с ватным тампоном, смоченным в спирте; капли спирта не должны попадать вовнутрь устройств;
- проведите чистку остальных внутренних поверхностей соединителей, продув их воздухом;
- просушите соединители, убедитесь в отсутствии остатков спирта внутри соединителей;
- проведите визуальный контроль чистоты соединителей, убедитесь в отсутствии посторонних частиц;
- при необходимости повторите чистку.

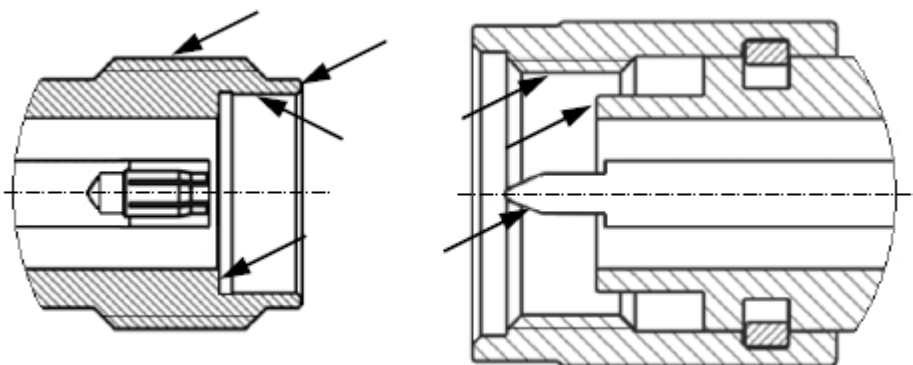


Рисунок 61 – Соединители тип 3,5 мм (розетка слева, вилка справа)

---

### ВНИМАНИЕ!

ЗАПРЕЩАЕТСЯ применять металлические предметы, а также жидкости для чистки соединителей.

ЗАПРЕЩАЕТСЯ протирать центральный проводник соединителей "розетка". Чистку проводить продувным воздухом.

---



## Проверка присоединительных размеров

Проверка присоединительных размеров соединителей анализатора цепей векторного представлена в его руководстве по эксплуатации.

Присоединительные размеры соединителей рекомендуется проверить при первом использовании МШУ и, в дальнейшем, проверять регулярно.

Первая проверка соединителей позволит получить значения присоединительных размеров, которые могут быть использованы при эксплуатации МШУ для оценивания изменений размеров.

Повторная проверка соединителей рекомендуются, если:

- по результатам визуального осмотра возникает предположение о поломке или повреждении соединителя;
- обнаружено, что соединители устройств, использовавшихся с МШУ, повреждены или их присоединительные размеры не соответствуют нормам, установленным для данного типа соединителей;
- с момента предыдущей проверки проведено более 100 присоединений к любому из соединителей МШУ.

Проверка присоединительных размеров выполняется с применением комплекта для измерений соединителей коаксиальных в соответствии с указаниями эксплуатационной документации на него или универсальным инструментом для измерений линейных размеров (например, микрометром, индикатором часового типа и др.).

Проверке подлежат присоединительные размеры соединителей «Ref In», «Ref Out».

При проверке измеряется только размер «А» (см. рисунок 62).

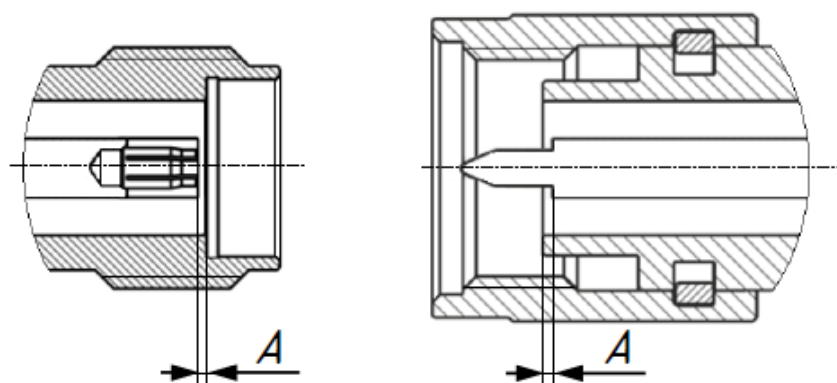


Рисунок 62 – Соединители 3,5 мм (розетка, вилка)

Присоединительный размер «А» соединителей портов модуля должен находиться в пределах:

- 3,5 мм, розетка от -0,08 до 0,00 мм
- 3,5 мм, вилка от -0,08 до 0,00 мм

Норма на присоединительный размер «А» соединителей других устройств должна быть указана в эксплуатационной документации на них.

---

**ВНИМАНИЕ!**

При обнаружении несоответствий размеров проверяемого соединителя установленным нормам необходимо выполнить текущий ремонт (см. п. [Текущий ремонт](#)). Устройство с такими соединителями бракуют.

---

## Текущий ремонт

Текущий ремонт анализатора цепей векторного представлен в его руководстве по эксплуатации.

При поломке МШУ допускается только текущий фирменный ремонт, либо ремонт, который осуществляют предприятие-изготовитель. Метод ремонта – обезличенный.

---

**ВНИМАНИЕ!** ЗАПРЕЩАЕТСЯ производить самостоятельный ремонт МШУ.

---

Текущий ремонт	Ремонт, выполняемый для обеспечения или восстановления работоспособности МШУ и состоящий в замене и (или) восстановлении отдельных частей.
Обезличенный метод	Метод ремонта, при котором не сохраняется принадлежность восстановленных составных частей к определенному экземпляру МШУ.

## Хранение

Условия хранения анализатора цепей векторного представлены в его руководстве по эксплуатации.

Устройства из комплекта поставки до введения в эксплуатацию должны храниться в упаковке предприятия-изготовителя при температуре окружающего воздуха от 0 до плюс 40 °С и относительной влажности до 80 % (при температуре плюс 25 °С).

Хранение устройств без упаковки следует производить при температуре окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 35 °С и относительной влажности до 80 % (при температуре плюс 25 °С).

В помещениях для хранения содержание пыли, паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию, не должно превышать содержание коррозионно-активных агентов для атмосферы типа 1 по ГОСТ 15150–69.

## Транспортирование

Условия транспортирования анализатора цепей векторного представлены в его руководстве по эксплуатации.

Погрузка и выгрузка упакованного МШУ должна проводиться аккуратно, исключая удары и повреждения транспортировочной тары.

Транспортировка МШУ осуществляется в закрытых транспортировочных средствах любого вида в следующих условиях:

- температура окружающего воздуха от минус 50 °С до 70 °С;
- относительная влажность воздуха при 30 °С не более 95 %;
- атмосферное давление от 84,0 до 106,7 кПа (от 537 до 800 мм рт. ст.).

Разрешается транспортировать МШУ в упакованном виде в условиях, исключающих внешние воздействия, способные вызвать механические повреждения или нарушить целостность упаковки в пути следования.

Трюмы судов, кузова автомобилей, используемые для перевозки, не должны содержать паров кислот и щелочей, агрессивных газов и других вредных примесей, вызывающих коррозию.

## Сокращения

### Приставки

Обозначение	Приставка
п	пико ( $10^{-12}$ )
н	нано ( $10^{-9}$ )
мк	микро ( $10^{-6}$ )
м	милли ( $10^{-3}$ )
к	кило ( $10^3$ )
М	мега ( $10^6$ )
Г	гига ( $10^9$ )

### Единицы измерения

Обозначение	Единицы измерения
$\Omega$	Ом
дБ	Децибел
дБм, дБмВт	Децибел на милливатт
Вт	Ватт
Ф	Фарада
Гн	Генри
Гц	Герц
м	Метр

Обозначение	Единицы измерения
с	Секунда
В	Вольт

ВАЦ	векторный анализатор цепей
ГШ	генератор шума
ИОШТ (ENR)	избыточная относительная шумовая температура (excess noise ratio)
ИУ	исследуемое устройство
КО	коэффициент отражения
КУ	коэффициент усиления
КШ	коэффициент шума
ЛПД	лавинно-пролетный диод
МШУ	малозумящий усилитель
ОС	операционная система
ПК	персональный компьютер
ПО	программа, программное обеспечение
ПЧ	промежуточная частота
СВЧ	сверхвысокие частоты
СПМШ	спектральная плотность мощности шума
S-параметры	параметры рассеяния линейной электрической цепи

## Приложение А Таблица настроек по умолчанию

Параметры программы, устанавливаемые при начальной установке.

Параметр	Значение по умолчанию
<b>Развертка по частоте и усреднение</b>	
Начальная частота	200 МГц
Конечная частота	8 ГГц
Количество точек	40
Ширина полосы фильтра ПЧ	1 МГц (или максимальный фильтр)
Уровень выходной мощности	-60 дБм (или минимальный уровень) в выключенном состоянии
Шумовое усреднение	10
Канальное усреднение	Выключено
Коэффициент усреднения	10
<b>Графики</b>	
Количество графиков	1
Количество диаграмм	1
Измеряемые параметры	NF
Формат отображения результатов измерения	Log Mag
Статистика	Выключена
Математическая обработка	Выключена
Сглаживание	Выключено
Апертура сглаживания	5 %

Параметр	Значение по умолчанию
<b>Маркеры</b>	
Количество маркеров	0
Стиль маркера	Треугольник
Режим связности маркера	Включено
Дискретизация маркера	Выключено
Данные маркера только для активного графика	Выключено
<b>Допусковый контроль</b>	
Допусковый контроль	Выключено
Отображение предельных линий	Выключено
<b>Конфигурация</b>	
Приблизительное значение коэффициента шума	5 дБ
Приблизительное значение коэффициента усиления	20 дБ
Ширина полосы фильтра ПЧ при калибровке и измерении S-параметров	100 Гц
Уровень выходной мощности при калибровке	-5 дБм
Уровень выходной мощности при измерении параметров исследуемого устройства	-40 дБм
Уровень выходной мощности при измерении коэффициента отражения приёмника	-40 дБм