

САВАН , RNVNA

**РЕФЛЕКТОМЕТРЫ ВЕКТОРНЫЕ
РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Программное обеспечение
РЭ 6687-134-21477812-2017

Версия 22.1 09.08.2022





РЕФЛЕКТОМЕТРЫ ВЕКТОРНЫЕ

CABAN R54

CABAN R60

CABAN R140

CABAN R180



АНАЛИЗАТОРЫ ЦЕПЕЙ RNVNA

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Программное обеспечение

Август 2022

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	10
1 Установка программного обеспечения	11
1.1 Подготовка к установке программного обеспечения.....	11
1.2 Порядок установки программного обеспечения	11
1.3 Установка драйвера измерителя	11
1.4 Установка исполняемого модуля	12
1.5 Регистрация COM сервера.....	13
2 Описание программного обеспечения	15
2.1 Структура и функции экрана	15
2.1.1 Правая и левая панели программных кнопок	15
2.1.1 Верхняя панель программных кнопок.....	16
2.1.2 Строка состояния измерителя	18
2.2 Окно канала индикации	20
2.2.1 Заголовок канала	21
2.2.2 Строка состояния графика.....	21
2.2.3 Графическая область	24
2.2.4 Строка состояния канала.....	25
2.2.5 Маркеры	27
3 Быстрое начало работы	28
3.1 Подготовка рефлектометра к измерению коэффициента отражения	29
3.2 Начальная установка.....	29
3.3 Установка параметров стимулирующего сигнала.....	29
3.4 Установка полосы ПЧ	30
3.5 Установка числа графиков и формата представления.....	31
3.6 Установка масштаба графиков	32
3.7 Калибровка рефлектометра для проведения измерений коэффициента отражения.....	33
3.8 Исследование КСВН и фазы коэффициента отражения с помощью маркеров. .	36
3.9 Быстрая установка параметров.....	38
3.9.1 Выбор активного канала	38
3.9.2 Выбор активного графика	38
3.9.3 Увеличение графика и окна канала	39
3.9.4 Выбор формата графика.....	39

3.9.5	Установка масштаба графика.....	39
3.9.6	Установка положения опорного уровня.....	40
3.9.7	Установка положения опорной линии	41
3.9.8	Установка значения стимула маркера	41
3.9.9	Переключение режимов Старт / Центр и Стоп / Полоса.....	42
3.9.10	Установка значений Старт / Центр	43
3.9.11	Установка значений Стоп / Полоса	43
3.9.12	Установка числа точек сканирования	44
3.9.13	Установка полосы ПЧ.....	44
3.9.14	Установка выходной мощности.....	45
3.9.15	Установка типа сканирования	45
4	Установка параметров анализатора	46
4.1	Установка каналов и графиков.....	46
4.1.1	Установка числа каналов индикации.....	46
4.1.2	Выбор активного канала	47
4.1.3	Увеличение окна канала	47
4.1.4	Установка количества графиков	48
4.1.5	Выбор активного графика	49
4.1.6	Увеличение графика	50
4.2	Установка измеряемых параметров.....	51
4.2.1	S–параметры	51
4.2.2	Формат прямоугольных координат	51
4.2.3	Формат полярной системы координат	53
4.2.4	Формат диаграммы Вольперта–Смита	54
4.2.5	Выбор формата графика.....	56
4.3	Установка масштаба графиков	56
4.3.1	Масштаб прямоугольных координат	56
4.3.2	Установка масштаба прямоугольных координат.....	57
4.3.3	Масштаб диаграммы Вольперта-Смита	58
4.3.4	Установка масштаба диаграммы Вольперта-Смита	58
4.3.5	Функции автомасштабирования	59
4.3.6	Функция автоматического выбора опорного уровня.....	60
4.3.7	Электрическая задержка.....	60
4.3.8	Смещение фазы	61

4.4	Установка параметров стимулирующего сигнала.....	61
4.4.1	Выбор типа сканирования	62
4.4.2	Установка диапазона сканирования	62
4.4.3	Установка количества точек.....	63
4.4.4	Установка задержки измерения.....	63
4.4.5	Установка выходной мощности.....	64
4.4.6	Редактирование таблицы сегментов	66
4.5	Управление запуском сканирования	71
4.5.1	Установка состояния триггера запуска	72
4.5.2	Установка источника запуска	72
4.5.3	Ручной запуск	72
4.5.4	Внешний запуск (кроме Caban R54)	73
4.5.5	Выход триггера (кроме Caban R54 и Caban R140)	76
4.6	Фильтрация.....	79
4.6.1	Установка полосы ПЧ.....	79
4.6.2	Установка усреднения	80
4.6.3	Установка сглаживания	81
4.7	Установка параметров кабеля	82
4.7.1	Выбор типа кабеля.....	82
4.7.2	Пользовательская установка параметров кабеля	83
4.7.3	Редактирование таблицы кабелей.....	84
5	Калибровка рефлектометра.....	86
5.1	Общие сведения.....	86
5.1.1	Ошибки измерения.....	86
5.1.2	Систематические ошибки измерения.....	86
5.1.3	Однопортовая модель ошибок измерения.....	87
5.1.4	Определение положения измерительного порта	88
5.1.5	Стадии процесса калибровки	89
5.1.6	Методы калибровки	89
5.1.7	Калибровочные меры и комплекты мер	91
5.2	Выполнение калибровки	93
5.2.1	Выбор комплекта калибровочных мер.....	93
5.2.2	Калибровка нормализации отражения	95
5.2.3	Полная однопортовая калибровка	97

5.2.4	Функция коррекции ошибок.....	99
5.2.5	Проверка состояния коррекции ошибок	100
5.2.6	Системное сопротивление Z0	100
5.2.7	Удлинение порта.....	100
5.2.8	Автоматическое удлинение порта	103
5.3	Редактирование комплектов мер.....	104
5.3.1	Выбор комплекта мер для редактирования	104
5.3.2	Редактирование наименования и описания комплекта мер	105
5.3.3	Редактирование параметров калибровочной меры.....	106
5.3.4	Определение параметров калибровочной меры с помощью файла S-параметров	108
5.3.5	Отмена изменений предопределённых комплектов мер	111
5.4	Автоматический калибровочный модуль	112
5.4.1	Возможности автоматического калибровочного модуля.....	113
5.4.2	Порядок автоматической калибровки	114
5.4.3	Порядок проведения доверительного теста.....	116
5.4.4	Удаление пользовательской характеристики АКМ	117
5.4.5	Измерение S-параметров длинной линии	118
6	Анализ измерений	126
6.1	Маркеры.....	126
6.1.1	Добавление маркера.....	127
6.1.2	Удаление маркера	128
6.1.3	Выбор активного маркера	128
6.1.4	Установка значения стимула маркера	129
6.1.5	Режим опорного маркера	129
6.1.6	Свойства маркеров	130
6.1.7	Функции поиска положения маркеров.....	134
6.1.8	Маркерные вычисления.....	140
6.2	Функция памяти графиков.....	148
6.2.1	Включение функции памяти графика	149
6.2.2	Выбор варианта отображения.....	150
6.2.3	Удаление памяти графика.....	150
6.2.4	Сохранение максимального и минимального значений.....	151
6.2.5	Математические операции с памятью графиков.....	152

6.3 Моделирование оснастки	153
6.3.1 Преобразование импеданса порта	153
6.3.2 Исключение цепи.....	154
6.3.3 Встраивание цепи	156
6.4 Временная область	157
6.4.1 Установка преобразования временной области	159
6.4.2 Установка диапазона преобразования.....	160
6.4.3 Установка вида окна	161
6.4.4 Установка единиц измерения временной области.....	161
6.5 Селекция во временной области.....	162
6.5.1 Установка временной селекции	163
6.5.2 Установка границ окна временной селекции	164
6.5.3 Установка типа окна временной селекции	165
6.5.4 Установка формы окна временной селекции	165
6.6 Преобразования S–параметров.....	166
6.7 Допусковый контроль	167
6.7.1 Редактирование таблицы пределов	168
6.7.2 Установка допускового контроля	170
6.7.3 Настройка индикации допускового контроля	170
6.7.4 Смещение линии пределов	170
6.8 Тест пульсаций.....	171
6.8.1 Редактирование таблицы пределов пульсаций	172
6.8.2 Установка теста пульсаций.....	173
6.8.3 Настройка индикации теста пульсаций	174
7 Измерение потерь в кабеле	175
7.1 Методика измерения потерь в кабеле	175
8 Сохранение состояния и данных	177
8.1 Сохранение состояния измерителя.....	177
8.1.1 Порядок сохранения состояния	178
8.1.2 Порядок восстановления состояния	179
8.1.3 Автосохранение и автовосстановление состояния	180
8.2 Состояние канала	181
8.2.1 Порядок сохранение и очистки состояния канала	182
8.2.2 Порядок восстановления состояния канала	183

8.3	Сохранение данных графиков.....	183
8.3.1	Сохранения данных графика	184
8.3.2	Сохранения всех графиков в канале	185
8.4	Сохранение файлов данных формата Touchstone	186
8.4.1	Порядок сохранения файлов данных формата Touchstone.....	187
8.4.2	Восстановление файлов данных формата Touchstone.....	189
8.5	Сохранение калибровки	191
8.5.1	Сохранения калибровки в файл	191
8.5.2	Восстановление калибровки из файла	192
8.6	Печать графиков	193
8.6.1	Печать графиков.....	193
8.6.2	Быстрое сохранение снимка экрана	194
9	Системные установки.....	196
9.1	Начальная установка.....	196
9.2	Завершение работы программы.....	196
9.3	Информация о версии программы и серийном номере прибора	197
9.4	Отключение системной калибровки	197
9.5	Режим ожидания.....	198
9.6	Демо режим.....	198
9.7	Проверка параметров.....	199
9.7.1	Просмотр отчетов	200
9.7.2	Экспорт пользовательской калибровки	200
9.7.3	Импорт пользовательской калибровки	201
9.8	Тип прибора.....	202
9.8.1	Автоопределение типа прибора	202
9.8.2	Выбор модели прибора	203
9.8.3	Подключение к прибору по серийному номеру.....	203
9.9	Прочие системные настройки.....	204
9.9.1	Обойти пульсации (кроме CABAN 60, CABAN 180).....	204
9.9.2	Источник опорной частоты (кроме CABAN 54).....	204
9.9.3	Выход опорной частоты (кроме CABAN 54, CABAN 140)	205
9.9.4	Источник питания (для CABAN R180)	206
9.10	Настройка интерфейса.....	206

9.10.1 Переключение полноэкранного или оконного режима индикации	206
9.10.2 Включение и отключение верхней панели	207
9.10.3 Заголовок канала	207
9.10.4 Изменение размера шрифта	207
9.10.5 Изменение толщины данных и толщины сетки графиков	208
9.10.6 Отображение меток частоты	208
9.10.7 Фиксированная сетка	209
9.10.8 Инвертировать цвет	209
9.10.9 Обновление информации в окне индикации	210
9.10.10 Изменение цвета элементов интерфейса	210
9.10.11 Время цикла	211
9.10.12 Возврат к начальным установкам	211
10 Работа с двумя и более рефлектометрами, с анализаторами цепей RNVNA ...	213
10.1 Установка дополнительного программного обеспечения	213
10.2 Подключение рефлектометров к интерфейсу USB	213
10.3 Описание программного обеспечения	214
10.4 Синхронизация работы рефлектометров	214
10.5 Установка источника опорной частоты	215
10.6 Добавление и удаление устройств	216
10.7 Подстройка частоты внутренних генераторов	216
10.7.1 Ручная подстройка частоты	217
10.7.2 Автоматическая подстройка частоты	217
10.8 Особенности калибровки рефлектометров	218
10.8.1 Двухпортовая модель ошибок	219
10.8.2 Выбор типа коррекции	220
10.8.3 Нормализация модуля коэффициента передачи	221
10.8.4 Расширенная нормализация	222
10.8.5 Порядок автоматической калибровки	225
10.9 Выбор измеряемых S-параметров	226
Приложение А (справочное)	228

Введение

Документ является обновленной редакцией руководств по эксплуатации РЭ 6687-089-21477812-2011, РЭ 6687-104-21477812-2013 и РЭ 6687-134-21477812-2017.

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства, принципа действия, правил использования, транспортирования и хранения рефлектометров векторных и анализаторов цепей RNVNA. Далее в документе рефлектометр векторный и анализатор цепей RNVNA обозначены сокращенно «измеритель».

Руководство по эксплуатации состоит из двух частей.

В первой части содержатся общие сведения об измерителях, приведены основные и справочные технические характеристики в табличном и графическом видах, указаны состав, условия эксплуатации, транспортирования и хранения.

Во второй части приведены инструкции по установке и настройке программного обеспечения, дано описание программы, представлен порядок проведения измерений.

Перед началом эксплуатации измерителя необходимо ознакомиться с настоящим руководством и, при необходимости, с руководством программиста для дистанционного управления приборами и методикой поверки для контроля метрологических характеристик.

Работа с измерителями и их техническое обслуживание должны осуществляться квалифицированным персоналом с инженерной подготовкой, имеющим начальные навыки по работе с устройствами СВЧ и персональным компьютером.

Предприятие-изготовитель оставляет за собой право, не уведомляя потребителя, вносить в конструкцию и документацию измерителей изменения, не влияющие на их нормированные метрологические характеристики.

ВНИМАНИЕ: ДАННЫЙ ДОКУМЕНТ ЯВЛЯЕТСЯ РЕЗУЛЬТАТОМ ТВОРЧЕСКОГО ТРУДА И ИНТЕЛЕКТУАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СОТРУДНИКОВ ПРЕДПРИЯТИЯ-ИЗГОТОВИТЕЛЯ. 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 измерителей, нарушения правил безопасности и несоблюдения прочих необходимых мер предосторожности.

1 Установка программного обеспечения

1.1 Подготовка к установке программного обеспечения

Установка программного обеспечения производится на внешний портативный или персональный компьютер, работающий под управлением ОС семейства Windows. Подключение измерителя к внешнему персональному компьютеру осуществляется через USB интерфейс.

Минимальные технические требования к персональному компьютеру	<ul style="list-style-type: none">• ОС Windows 7 и выше;• процессор 1 ГГц;• память 2 ГБ;• USB 2.0.
---	---

1.2 Порядок установки программного обеспечения

Программное обеспечение поставляется на USB накопителе, входящем в комплект поставки измерителя.

Содержимое USB накопителя	<ul style="list-style-type: none">• модуль установки программы Setup_<Модель прибора>.exe:<ul style="list-style-type: none">– Setup_RVNA_RUS_vXX.Y.Z.exe – для рефлектометров векторных;– Setup_RNVNA_RUS_vXX.Y.Z.exe – для анализаторов цепей RNVNA• драйвер в папке Driver;• эксплуатационная документация в папке Doc.
---------------------------	--

Примечания:

1 XX.Y.Z– номер версии программы: XX – год, Y – квартал, Z – версия сборки в текущем квартале.

2 Папка Doc содержит руководство пользователя, руководство программиста и методику поверки измерителя.

1.3 Установка драйвера измерителя

Установка драйвера	<ul style="list-style-type: none">• соедините измеритель с персональным компьютером кабелем USB из комплекта поставки. Допускается
--------------------	--

подключение кабеля USB к компьютеру во включенном состоянии;

- включите и загрузите компьютер, если он не был включен;
- во время первого включения Windows автоматически определит подключение нового USB устройства и откроет окно установки USB драйвера. Если этого не произошло, откройте окно установки USB драйвера вручную:
Пуск > Панель управления > Диспетчер устройств. Щелкните правой кнопкой мыши по строке «Неизвестное устройство» и выберите «Обновить драйверы...»;
- в окне установки USB драйвера выберите «Выполнить поиск драйверов на этом компьютере», затем укажите путь к файлам драйвера. Файлы драйвера находятся в папке Driver на прилагаемом USB накопителе;
- после успешной установки драйвера в системе появится новое USB устройство с названием модели измерителя.

1.4 Установка исполняемого модуля

Установка исполняемого модуля и других необходимых файлов

- запустите с прилагаемого USB накопителя модуль установки программы Setup_<Модель прибора>.exe;
- следуйте пошаговым указаниям программы установки¹⁾ (стартовое окно программы установки представлено на рисунке 1.1)

Примечания:

1 При необходимости в окне «Выбор анализатора и серийный номер» выберите модель или введите серийный номер прибор. При этом программа будет работать только с указанной моделью прибора, работа с другими подключенными приборами будет невозможна (при подключении прибора с отличными от установленных моделью или серийным номером в строке состояния DSP будет отображаться сообщение **Не готов**).

2 При выборе модели анализатора «Автоопределение» программа автоматически определит модель измерителей, вне зависимости от введенного серийного номера. В дальнейшем настройки можно изменить (см. раздел 9.8);

3 При установке во вкладке «Демонстрационный режим» флага «Включить демо-режим» программа будет работать в ограниченном режиме. В дальнейшем настройки можно изменить (см. раздел 9.6).

4 Установка исполняемого модуля включает в себя установку драйвера.

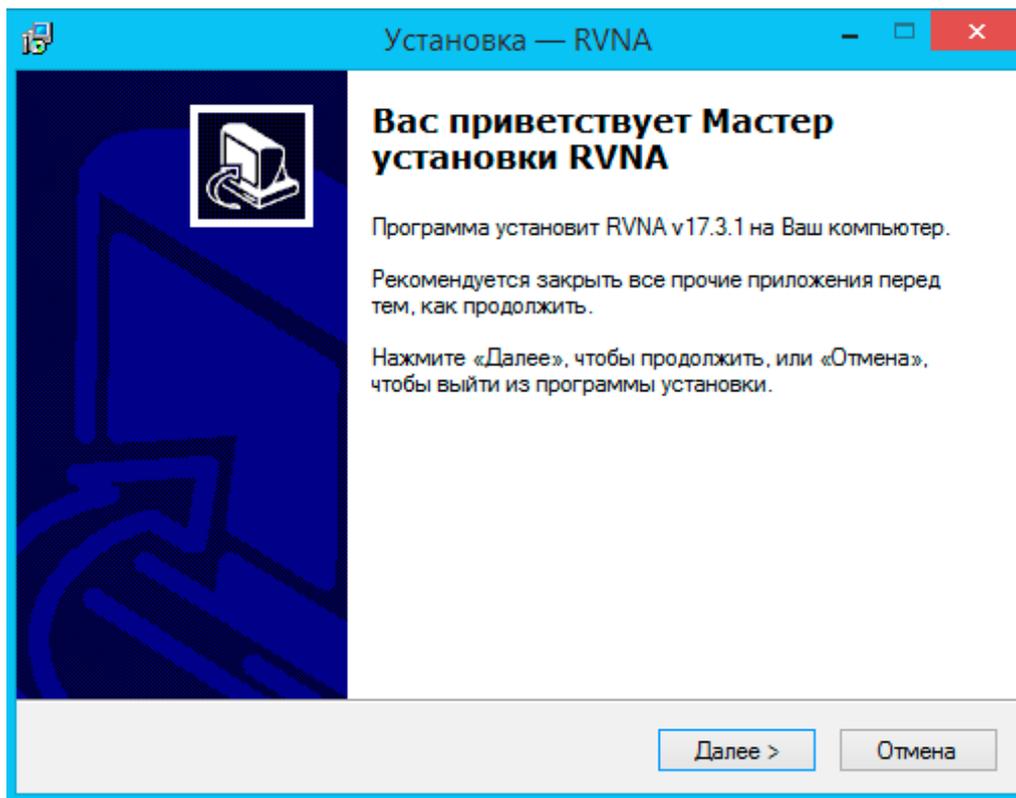


Рисунок 1.1 Стартовое окно программы установки

1.5 Регистрация COM сервера

Приложение `Setup_<Модель прибора>.exe` имеет в своем составе встроенный COM - сервер. Зарегистрированный COM - сервер предоставляет другим программам доступ к своей функциональности.

Регистрация COM-сервера выполняется при завершении установки программного обеспечения измерителя установкой флажка в соответствующем пункте. Окно регистрации COM-сервера представлено на рисунке 1.2.

После успешной регистрации COM-сервера появится сообщение об этом.

Регистрация COM сервера также возможна с использованием ключа `/regserver` для исполняемого файла программного обеспечения прибора. Дополнительная информация приведена в руководстве программиста штатного программного обеспечения.

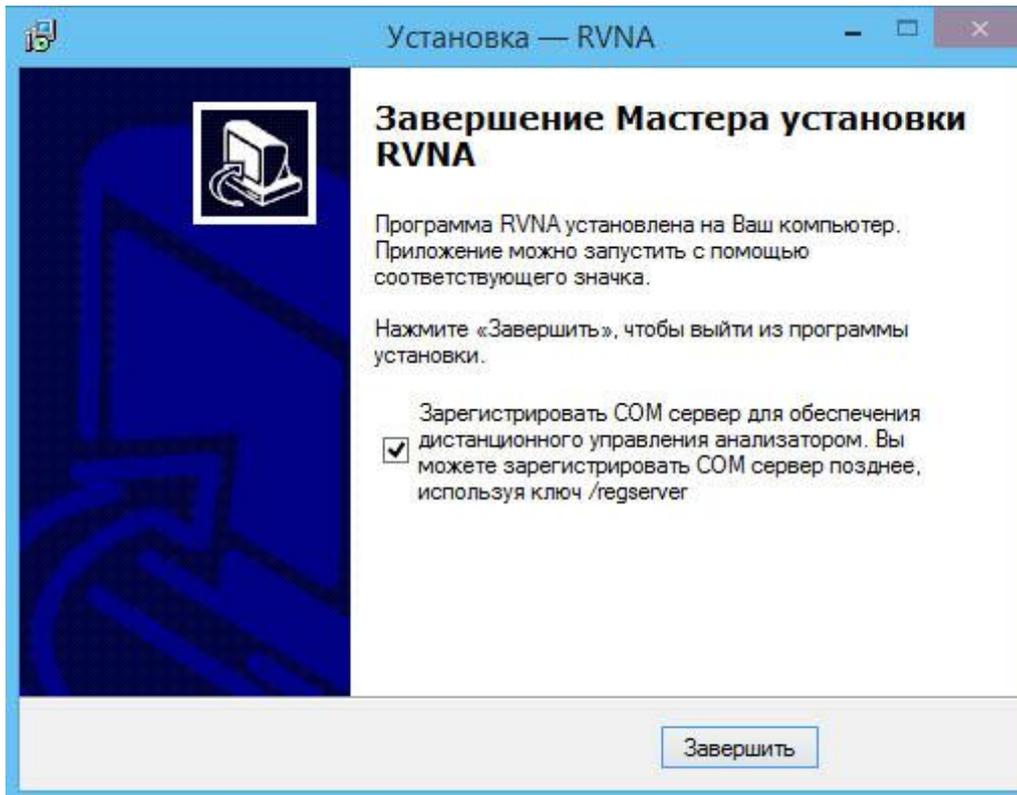


Рисунок 1.2 Регистрация COM сервера

2 Описание программного обеспечения

2.1 Структура и функции экрана

Общий вид экрана программы приведён на рисунке 2.1. В данном разделе описаны следующие элементы экрана: панели программных кнопок, строка состояния измерителя, окно канала индикации.

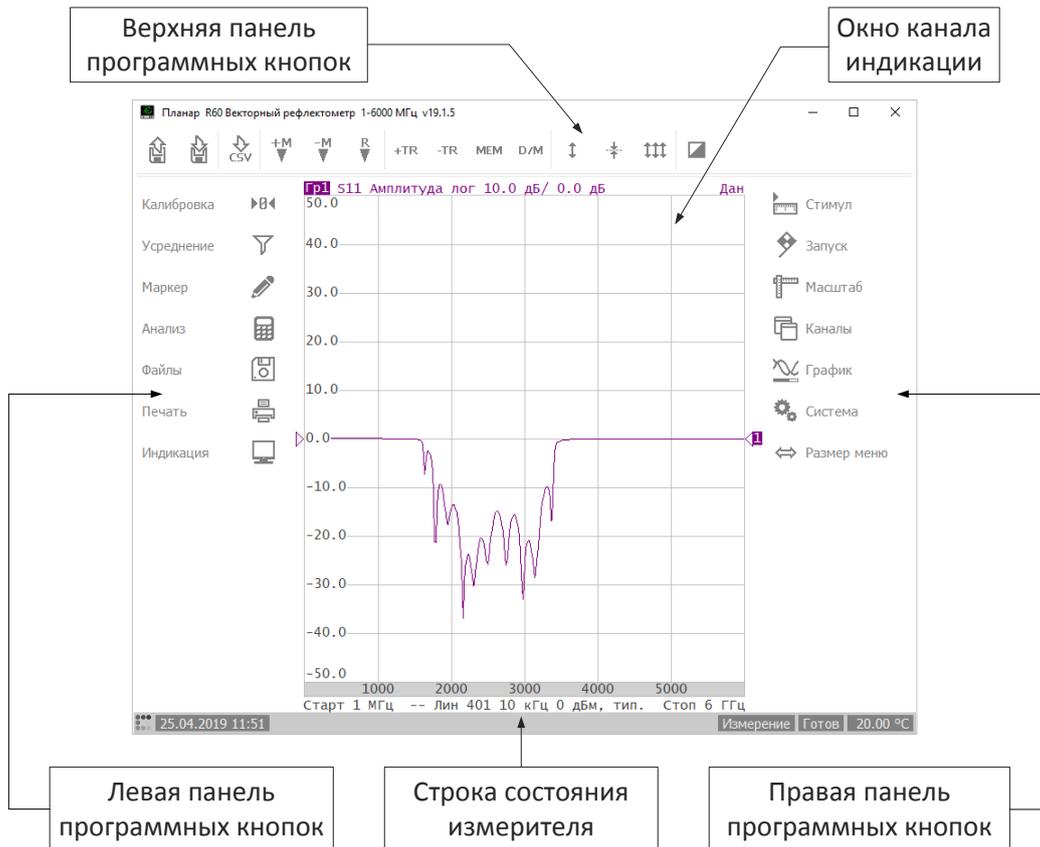


Рисунок 2.1 Главное окно программы

2.1.1 Правая и левая панели программных кнопок

Панели программных кнопок в правой и левой части экрана являются основными меню программы. Панели могут быть свёрнуты до размеров пиктограмм.

Чтобы развернуть панель нажмите левую кнопку мыши над панелью и потяните в сторону: левую панель направо, правую панель налево. Для сворачивания панели нажмите левую кнопку мыши над панелью и потяните в сторону: левую панель налево, правую панель направо. Или нажмите кнопку **Размер меню** (рисунок 2.2).

Каждая программная кнопка представляет собой один раздел меню. Система меню многоуровневая и обеспечивает доступ ко всем функциям измерителя.

Управление программными кнопками осуществляется с помощью мыши или через сенсорный экран (touchscreen).

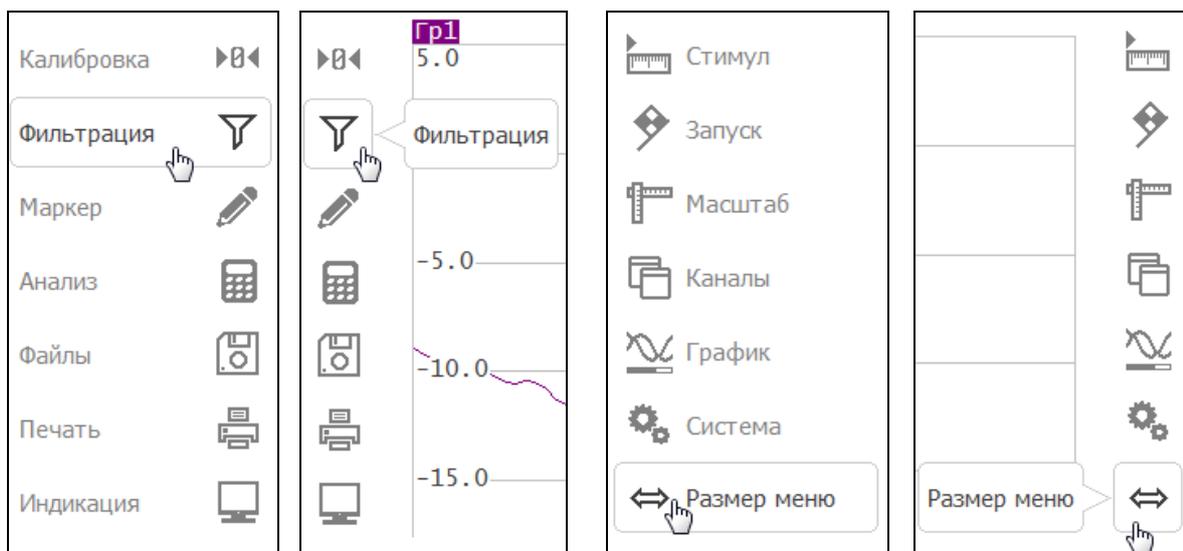


Рисунок 2.2 Левая и правая панели программных кнопок

2.1.1 Верхняя панель программных кнопок

Верхняя панель программных кнопок служит для быстрого доступа к часто используемым пунктам меню программы.

Кнопки	Выполняемые функции
 	<p>Кнопка Загрузить состояние позволяет восстановить состояние прибора из файла состояния (см. пункт 8.1.2).</p>
 	<p>Кнопка Сохранить состояние позволяет сохранить состояние прибора в файл состояния (см. пункт 8.1.1).</p> <p>Программа выбирает тип сохранения данных заданый пользователем в окне Тип сохранения (см. пункт 8.1).</p>
 	<p>Кнопка Сохранение данных позволяет сохранить данные графика в формате CSV (см. пункт 8.3.1).</p>



Добавить маркер



Удалить маркер

Кнопки **Добавить маркер** и **Удалить маркер** позволяют добавить или удалить маркер на графике.

Подробное описание работы с маркерами см. раздел 6.1.



Опорный маркер

С помощью кнопки **Опорный маркер** можно добавить опорный маркер на графике. Повторное нажатие этой кнопки удаляет опорный маркер (см. пункт 6.1.5).



Добавить график



Удалить график

Кнопки **Добавить график** и **Удалить график** позволяют добавить или удалить график (см. пункт 4.1.4).



Память графика

Кнопка **Память графика** служит для запоминания данных графика (см. пункт 6.2)



Математика

Кнопка **Математика** вызывает окно для выбора типа математической операции между данными и памятью графика (см. пункт 6.2.5)



Авто масштаб

Кнопка **Авто масштаб** служит для автоматического выбора масштаба графика таким образом, чтобы график измеряемой величины полностью укладывался в поле графика, занимая большую его часть.



Авто опорный уровень

Кнопка **Авто опорн уровень** служит для автоматического выбора опорного уровня.



Авто масштаб все

При нажатии кнопки **Авто масштаб все** программа автоматически выберет масштаб для всех графиков. Установка масштаба описана см. раздел 3.6.



Инвертировать цвет

Кнопка **Инвертировать цвет** позволяет изменить цветовое решение программы (см. раздел 9.10).

2.1.2 Строка состояния измерителя

Строка состояния располагается в нижней части экрана (см. рисунок 2.3). Описание сообщений в строке состояния приведено в таблице таблица 2.1.



Рисунок 2.3 Строка состояния измерителя

Таблица 2.1 Сообщения в строке состояния

Наименование поля	Сообщение	Значение
Состояние DSP	Не готов	Нет связи между DSP и компьютером

	Загрузка	Идёт загрузка программного обеспечения DSP
	Готов	DSP работает в нормальном режиме
	Ожидание	DSP переведён в спящий режим ¹
Состояние запуска сканирования	Измерение	Режим сканирования
	Внешний	Использует вход внешнего запуска для выработки сигнала запуска
	Шина	Используется сигнал запуска от внешнего компьютера через интерфейс LAN или от программы, управляющей измерителем по COM/DCOM
	Стоп	Сканирование остановлено
Информация о температуре	–	Значение внутренней температуры прибора и температуры калибровочного модуля ²
Состояние обновления	Обнов. откл	Отключено графическое обновление информации в окне индикации (см. раздел 9.10).
Информация об ошибках		
Состояние коррекции ошибок	Коррекция откл	Коррекция ошибок отключена пользователем (см. пункт 5.2.4) ³
	Системная коррекция откл	Системная коррекция ошибок отключена пользователем ⁴
Ошибка заводской калибровки	Сбой заводской калибровки	Ошибка ПЗУ системной калибровки ⁵
<p>Примечания:</p> <p>1 Переход в режим Ожидание описан в раздел 9.5.</p> <p>2 Для изменения единиц измерения температуры (°C или F) щелкните по полю левой кнопкой мыши.</p> <p>3 Отключение коррекции ошибок не влияет на заводскую калибровку.</p> <p>4 Отключение системной коррекции ошибок запрещает использование заводской калибровки и используется при проведении процедуры поверки.</p>		

2.2 Окно канала индикации

Окно канала служит для отображения результатов измерений в виде графиков и числовых величин. На экране программы измерителя может быть одновременно размещено до 4 окон каналов (для рефлектометра векторного) и до 16 окон (для анализатора цепей RNVNA). Каждое окно имеет собственные параметры, такие как:

- диапазон частот;
- закон сканирования;
- количество точек;
- полоса ПЧ.

Логические каналы обрабатываются по очереди.

В свою очередь в каждом окне канала может быть размещено до 4 графиков (для рефлектометра векторного) и до 16 графиков (для анализатора цепей RNVNA) измеряемых величин. Общий вид окна канала представлен на рисунке 2.4.

Примечание

Параметры калибровки применяются к рефлектометру в целом и влияют на все окна каналов.

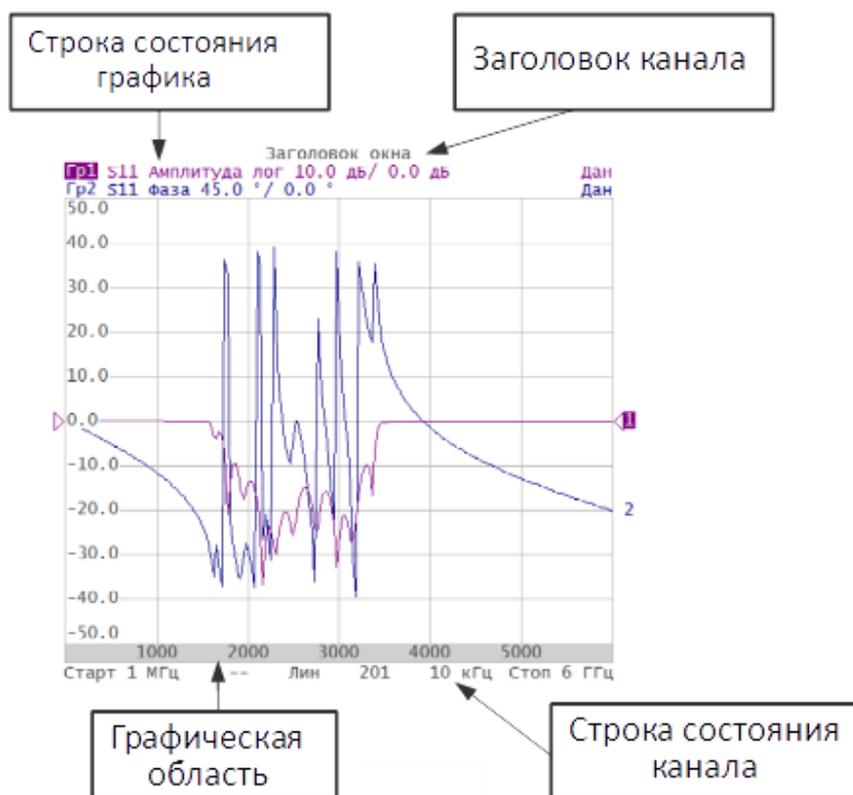
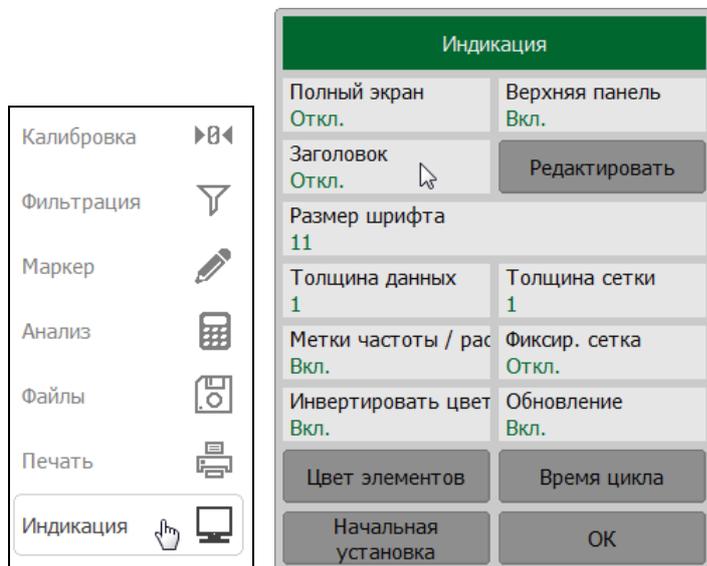


Рисунок 2.4 Пример окна канала индикации

2.2.1 Заголовок канала

Заголовок канала служит для ввода пользовательского комментария для окна канала.

Нажмите программную кнопку **Индикация**. Щелкните по полю **Заголовок** для включения или отключения заголовка. Для редактирования названия заголовка нажмите кнопку **Редактировать** и введите название с помощью клавиатуры.



2.2.2 Строка состояния графика

Строка состояния графика служит для отображения наименования и параметров графиков (см. рисунок 2.5). Число строк состояния соответствует числу графиков канала.

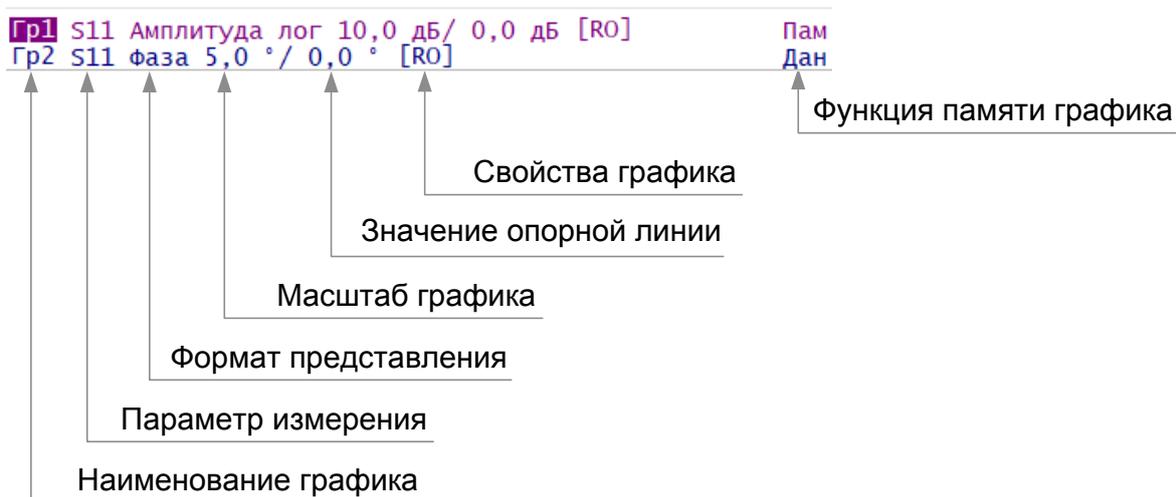


Рисунок 2.5 Пример строки состояния графика

Примечание

С помощью строки состояния графика возможно быстрое изменение параметров графика с использованием мыши (см. раздел 3.9).

Элемент	Описание
Наименование графика	<p>Возможны значения:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Гр1, Гр2, Гр3, Гр4 – для рефлектометра векторного; • Гр1, Гр2, ..., Гр15, Гр16 – для анализатора цепей RNVNA.
Параметр измерения	<ul style="list-style-type: none"> • S_{11} – для рефлектометра векторного; • S – параметры при использовании двух и более рефлектометров векторных (отдельно или в составе анализатора цепей RNVNA): S_{ii}, где принимают значение от 1 до N; S_{ij}, $i \neq j$, i и j принимают значение от 1 до N (N – количество измерителей).
Формат представления	<p>Возможно отображение S-параметров в прямоугольных координатах, в полярной системе координат и на диаграмме Вольперта-Смита (см. пункты 4.2.1 – 4.2.4).</p> <p>Форматом по умолчанию для всех графиков является Амплитуда лог (амплитуда в логарифмическом масштабе, дБ).</p>
Масштаб графика	<ul style="list-style-type: none"> • Цена деления масштаба вертикальной шкалы графика для прямоугольных координат (см. пункты 4.3.1 и 4.3.2). Масштабом по умолчанию является 10 дБ в делении; • масштаб диаграммы для полярной системы координат и диаграммы Вольперта-Смита. Масштабом по умолчанию является 1. (см. пункты 4.3.3 и 4.3.4).
Значение опорной линии	<p>Значение опорной линии для прямоугольных координат (см. пункт 4.3.1).</p> <p>Значением опорной линии по умолчанию является 0 дБ, положение опорной линии в центре графика.</p>
Свойства графика	<p>Поле содержит набор символов в квадратных скобках, индицирующих преобразования графика (см. таблицу 2.2).</p>

Функция памяти графика	<p>Функция отображения одновременно графика данных и графика запомненных данных (см. раздел 6.2).</p> <p>При отображении графика запомненных данных используется тот же цвет, который имеет график данных, но его яркость уменьшена.</p>
------------------------	--

Таблица 2.2 Значение символов в свойствах графика.

Свойство	Символы	Значение
Коррекция ошибок	RO	Нормализация отражения мерой ХХ
	RS	Нормализация отражения мерой КЗ
	F1	Полная однопортовая калибровка
Анализ данных	Z0	Преобразование импеданса порта
	Искл	Исключение цепи
	Встр	Встраивание цепи
Электрическая длина	Здр	Указана не нулевая электрическая длина
Смещение фазы	СмФ	Не нулевая величина смещения фазы
Сглаживание	Сгл	Сглаживание графика
Преобразование параметров устройства	Zr	Преобразование во входной импеданс
	Yr	Преобразование во входную проводимость
	1/S	Инверсия параметра
	Conj	Операция комплексного сопряжения

2.2.3 Графическая область

Графическая область служит для размещения графиков и цифровых данных. Её вид представлен на рисунке 2.6.

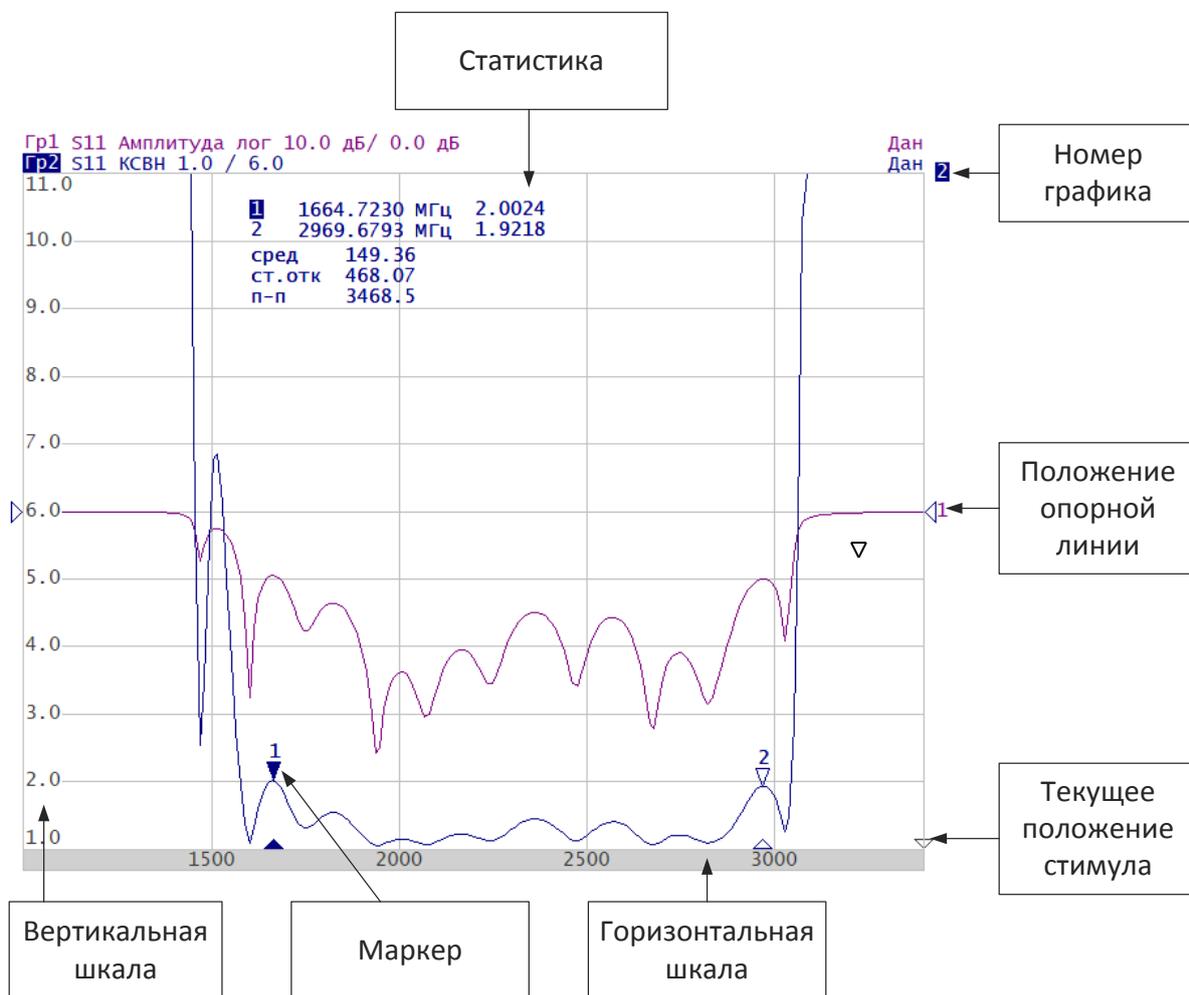


Рисунок 2.6 Пример графической области

Элемент	Описание
Вертикальная шкала	Индицирует цифровые значения вертикальной шкалы активного графика.
Горизонтальная шкала	Индицирует цифровые значения шкалы стимулов канала (частота, время или расстояние).
Положение опорной линии	Указывает положение опорной линии графика (см. пункт 4.3.1).
Маркеры	Индицируют значения измеряемой величины в различных точках активного графика. Маркеры нумеруются цифрами от 1 до 15. Опорный маркер вместо номера обозначается символом R. Можно

	выбрать режим индикации маркеров для всех графиков одновременно (см. пункт 6.1).
Статистика	Функции маркерных вычислений: статистика, полоса пропускания, неравномерность, полосовой фильтр (см. пункт 6.1.8.1).
Номер графика	Позволяет идентифицировать график в окне канала индикации.
Текущее положение стимула	Индикация стимулирующего сигнала в графической области. Стимул отображается, если длительность сканирования превышает 1 с.
Примечание	С помощью указанных элементов графической области возможно быстрое редактирование мышью всех параметров графика.

2.2.4 Строка состояния канала

Строка состояния канала располагается в нижней части окна канала. Строка с элементами представлена на рисунке 2.7.



Рисунок 2.7 Пример строки состояния канала

Элемент	Описание
Начальное значение стимула	Поле служит для индикации и ввода начального значения частоты. Данное поле можно перевести в режим индикации центрального значения, тогда слово «Старт» изменяется на «Центр».

Число точек	<p>Поле служит для индикации и ввода числа точек сканирования. Число точек сканирования может принимать значения:</p> <ul style="list-style-type: none"> от 2 до 100001 – для рефлектометров векторных; от 2 до 10001 – для анализаторов цепей RNVNA.
Полоса ПЧ	<p>Поле служит для индикации и переключения полосы ПЧ. Полоса ПЧ может быть установлена от 1 Гц до 30 кГц.</p>
Выходная мощность	<p>Поле служит для индикации и изменения выходной мощности рефлектометра.</p>
Конечное значение стимула	<p>Поле служит для индикации и ввода конечного значения частоты. Данное поле можно перевести в режим индикации полосы, тогда слово «Стоп» изменяется на «Полоса».</p>
Коррекция ошибок	<ul style="list-style-type: none"> Поле отражает статус коррекции ошибок для измеряемых S–параметров. Значения этого поля представлены в таблице

Таблица 2.3 Статус коррекции ошибок

Символ	Значение
--	Нет калибровочных данных. Калибровка не проводилась.
Кор	Выполняется коррекция ошибок, установки стимула соответствуют калибровке.
К?	Выполняется коррекция ошибок, установки стимула не соответствуют калибровке. Используется интерполяция.
К!	Выполняется коррекция ошибок, установки стимула не соответствуют калибровке. Используется экстраполяция.
Отк	Коррекция ошибок отключена.

2.2.5 Маркеры

Маркеры служат для индикации значений измерений в определённых точках графика (рисунок 2.8):

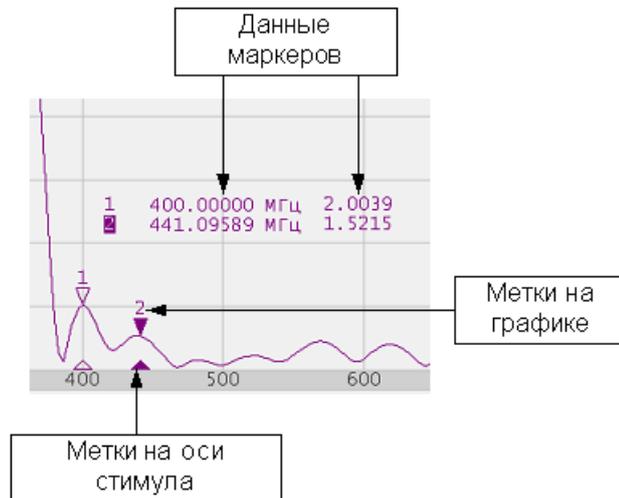


Рисунок 2.8 Маркеры

Маркеры нумеруются цифрами от 1 до 15. Опорный маркер вместо номера обозначается символом R. Активный маркер выделен следующим образом: номер отображается инверсным цветом, метка указателя закрашена сплошным цветом

3 Быстрое начало работы

В данном разделе приведён пример сеанса работы с рефлектометром. Показаны основные приёмы работы при измерении коэффициента отражения исследуемого устройства (ИУ). Измеряются две характеристики отражения ИУ: КСВН и фаза коэффициента отражения.

Рефлектометр передаёт стимулирующий сигнал на вход ИУ и принимает отражённую волну. Выход ИУ при этом, как правило, должен быть нагружен на согласованную нагрузку. Полученные результаты измерения могут быть представлены в различных форматах (в данном примере это КСВН и фаза).

Схема измерения коэффициента отражения ИУ показана на рисунке 3.1.

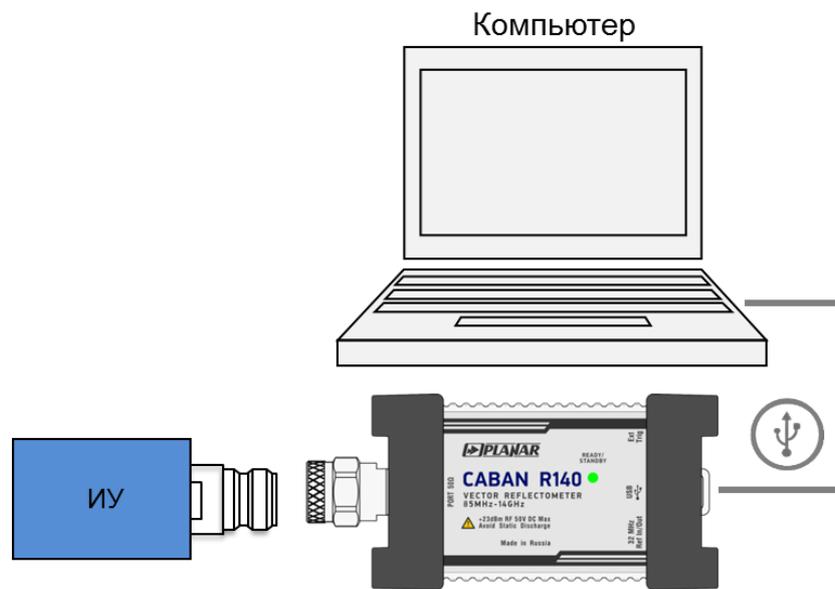


Рисунок 3.1. Схема измерения коэффициента отражения

Для измерения КСВН и фазы коэффициента отражения ИУ, в данном примере производятся следующие действия:

- подготовка рефлектометра к измерению коэффициента отражения;
- установка параметров стимулирующего сигнала: диапазон частот, число точек;
- установка полосы ПЧ;
- установка числа графиков равным 2, назначение графикам измеряемого параметра и формата представления;
- установка масштаба графиков;
- калибровка рефлектометра для проведения измерений коэффициента отражения;
- исследование КСВН и фазы коэффициента отражения с помощью маркеров.

3.1 Подготовка рефлектометра к измерению коэффициента отражения

Включите и прогрейте рефлектометр в соответствии с временем установления рабочего режима для измерителя (см. часть 1 «Технические характеристики»).

Примечание

После появления надписи **Готов** в строка состояния измерителя в нижней части (см. пункт 2.1.2) экрана можно приступить к работе с измерителем.

Подключите к измерительному порту рефлектометра исследуемое устройство. Используйте адаптеры, необходимые для подключения входа ИУ к измерительному порту рефлектометра. В случае, если ИУ имеет вход типа N розетка, то возможно непосредственное подключение ИУ к измерительному порту.

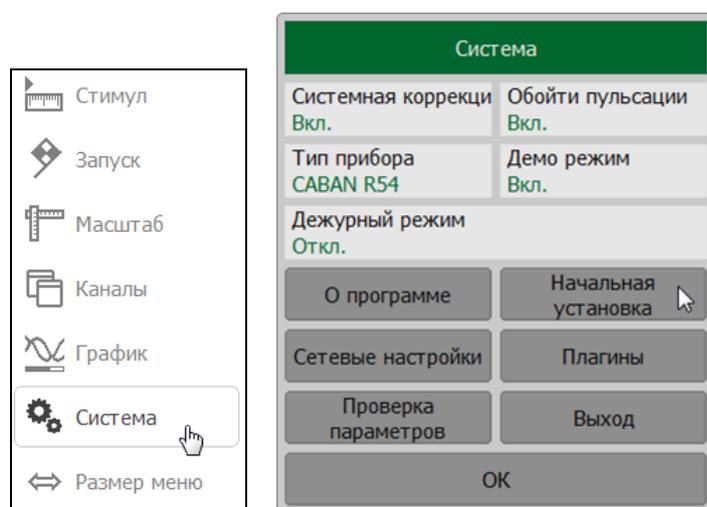
3.2 Начальная установка

Перед проведением сеанса измерений рекомендуется привести рефлектометр в начальное состояние.

Примечание

В рефлектометре управление программными кнопками осуществляется через сенсорный экран (touchscreen) или с помощью мыши.

Для приведения рефлектометра в начальное состоя нажмите на левой панели программных кнопок кнопку **Система**. В открывшемся окне нажмите кнопку **Начальная установка**.



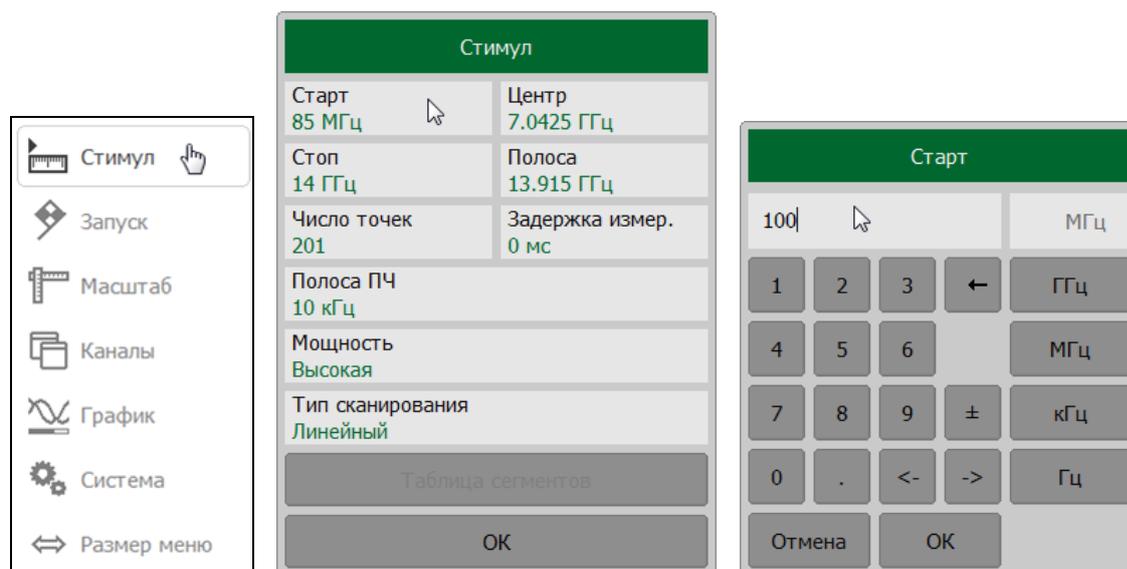
3.3 Установка параметров стимулирующего сигнала

После установки в начальное состояние параметры стимулирующего сигнала имеют следующее значение:

- диапазон частот от 85 МГц до 14 ГГц;
- закон сканирования по частоте – линейный;
- число точек – 201;
- уровень выходной мощности – высокий;
- полоса ПЧ – 10 кГц.

В данном примере устанавливается диапазон частот от 100 МГц до 1 ГГц.

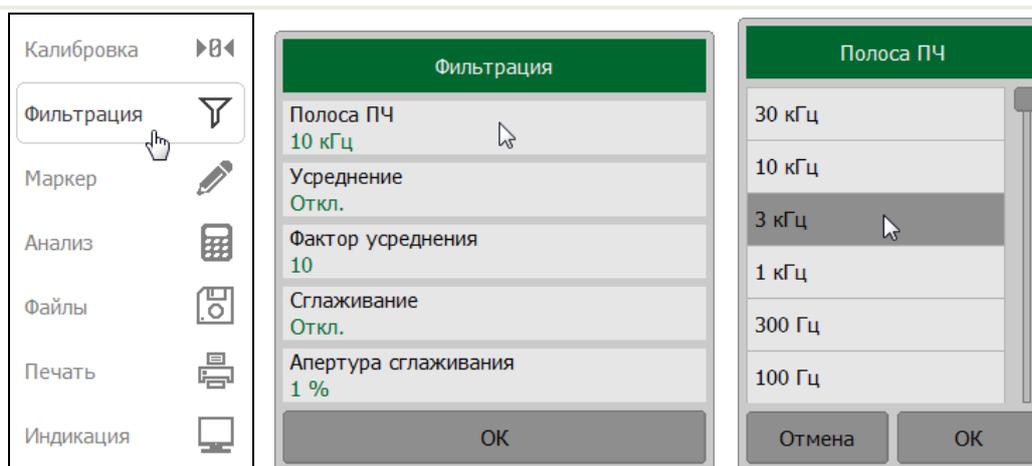
Для установки параметров стимулирующего сигнала нажмите программную кнопку **Стимул**. Для установки нижней границы щёлкните мышью по полю **Старт** и. Для установки верхней границы щёлкните мышью под полю **Стоп** и введите на клавиатуре **1000**.



3.4 Установка полосы ПЧ

В данном примере устанавливается полоса ПЧ равная 3 кГц.

Для установки полосы ПЧ нажмите программную кнопку **Фильтрация**. Щёлкните мышью по полю **Полоса ПЧ**. В открывшемся окне выберите строку **3 кГц** и завершите ввод нажатием на кнопку **ОК**.

**Примечание**

Выбрать полосу ПЧ в окне **Полоса ПЧ** можно двойным щелчком левой кнопки мыши по соответствующей строке.

3.5 Установка числа графиков и формата представления

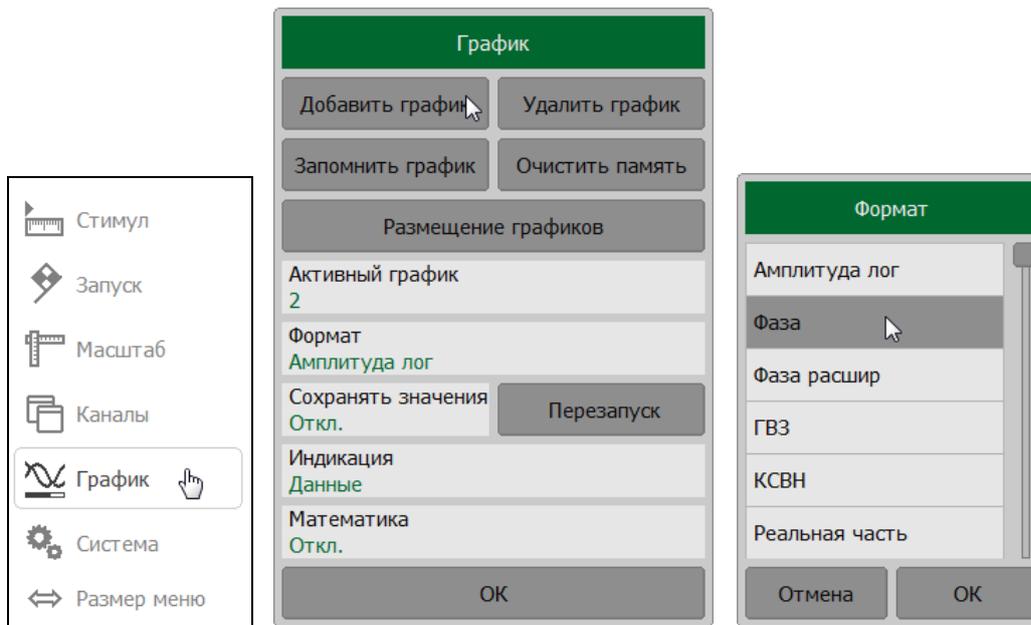
В данном примере используются два графика для одновременной индикации на экране двух параметров: первый график – КСВН и второй график – фаза коэффициента отражения.

Для добавления второго графика нажмите программные кнопки **График > Добавить график**.

В канале индикации появится новый график. При добавлении графика он автоматически становится активным, поэтому в поле **Активный график** появится значение 2.

Щёлкните мышью по полю **Формат** и в открывшемся окне выберите формата графика **Фаза**.

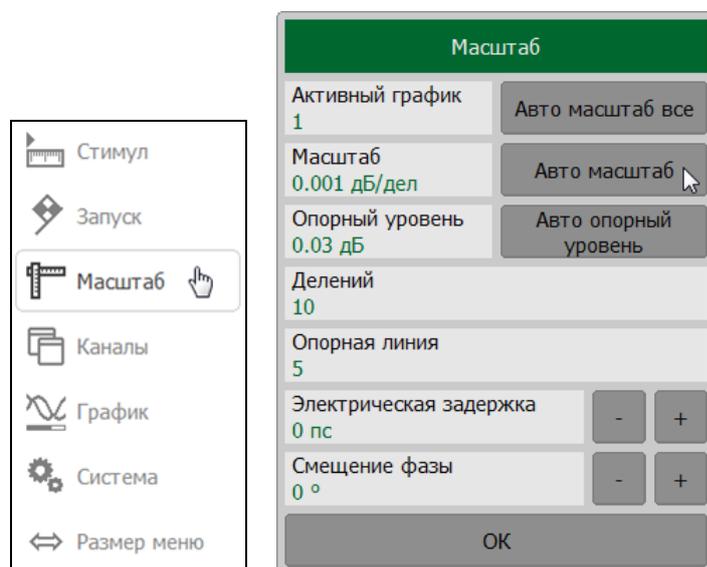
Щёлкните мышью по полю **Активный график** и установите значение 1. Щёлкните мышью по полю **Формат** и в открывшемся окне выберите формата графика **КСВН**.



3.6 Установка масштаба графиков

Для удобства работы масштаб графиков изменяется с помощью функции автомасштабирования.

Для установки масштаба активного графика в автоматическом режиме нажмите на программную кнопку **Масштаб**. Далее нажмите программную кнопку **Авто масштаб** (программ автоматически выберет масштаб для активного графика) или **Авто масштаб все** (программа автоматически выберет масштаб для всех графиков),



Примечание

Для выбора графика в качестве активного щелкните кнопкой мыши по полю **Активный график**.

3.7 Калибровка рефлектометра для проведения измерений коэффициента отражения

Калибровка измерительной установки, включающей рефлектометр и другие устройства, обеспечивающие подключение исследуемого устройства, позволяет значительно снизить погрешность измерения.

Для осуществления полной однопортовой калибровки необходимо подготовить комплект калибровочных мер: КЗ, ХХ, Нагрузка. Комплект калибровочных мер имеет наименование и характеризуется числовыми параметрами мер. Для осуществления корректной процедуры калибровки необходимо правильно выбрать тип комплекта мер в программе.

Во время процедуры полной однопортовой калибровки меры по очереди подключаются к порту рефлектометра, как показано на рисунке 3.2.

Перед осуществлением измерений мер необходимо выбрать комплект мер. В данном примере выбирается комплект мер 85032B/E-F- (KeySight).

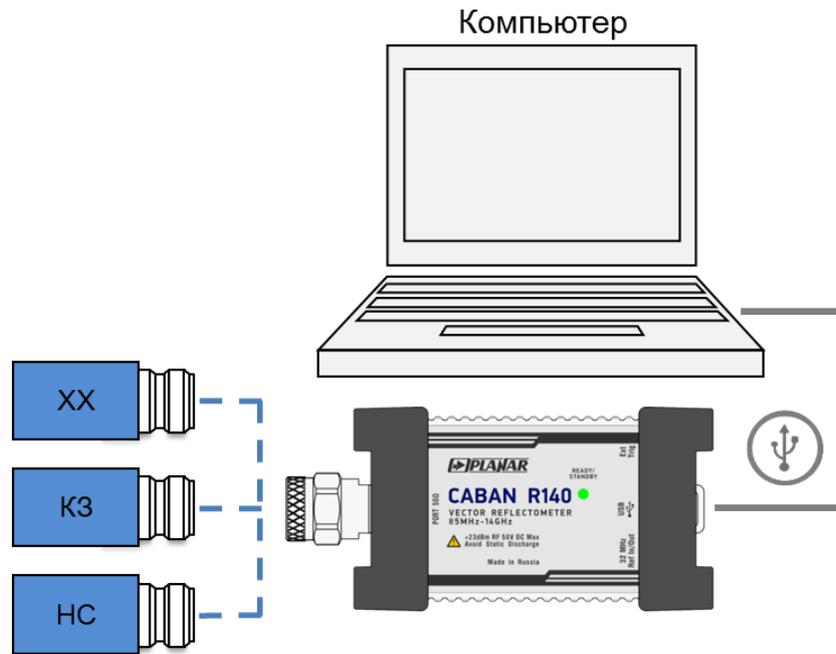
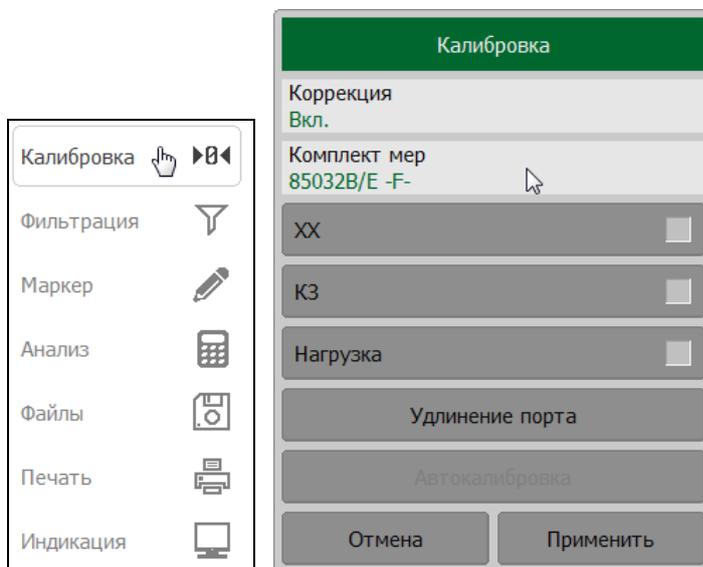


Рисунок 3.2.Схема полной однопортовой калибровки

Для выбора комплекта мер нажмите на программную кнопку **Калибровка**.

Щёлкните мышью по полю **Комплект мер** и открывшемся окне в списке выберите калибровочный комплект **85032B/E -F-**.



Комплекты мер		
4	05CK10A-150 -M-	Type-N 50Ohm 18GHz Cal Kit (Rosenberger)
5	N1.1 -F-	Type-N 50Ohm 1.5GHz Cal Kit (PLANAR)
6	N1.1 -M-	Type-N 50Ohm 1.5GHz Cal Kit (PLANAR)
7	85032B/E -F-	Type-N 50Ohm 6GHz Cal Kit (KeySight)
8	85032B/E -M-	Type-N 50Ohm 6GHz Cal Kit (KeySight)
9	85036B/E -F-	Type-N 750hm 3GHz Cal Kit (KeySight)

Редактировать комплект мер

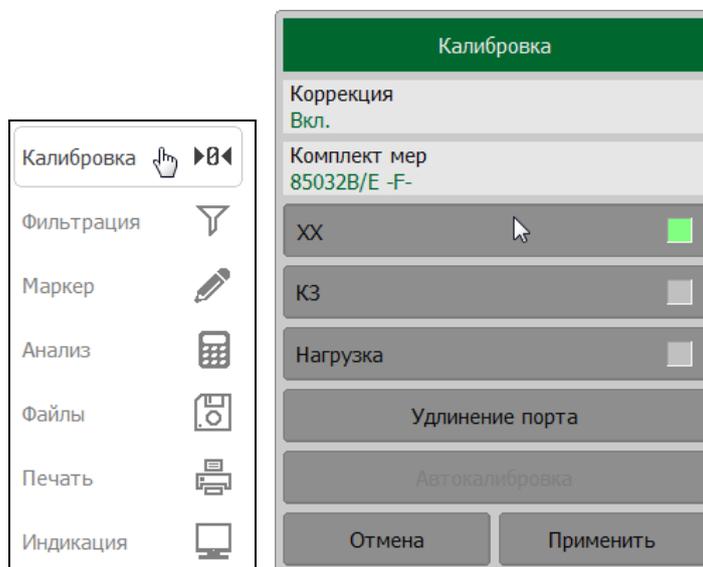
Отмена ОК

Для осуществления полной однопортовой калибровки необходимо провести измерения трёх мер, после чего рассчитывается таблица калибровочных коэффициентов и сохраняется в памяти рефлектометра. Перед подключением мер, отсоедините исследуемое устройство от порта рефлектометра.

- 1 Для осуществления полной однопортовой калибровки нажмите на программную кнопку **Калибровка**.

Подготовьте комплект калибровочных мер.

Подключите меру **XX** к рефлектометру и нажмите программную кнопку **XX**. Дождитесь окончания процедуры калибровки (по завершению измерения в правой части кнопки с обозначением меры появится цветовая индикация).



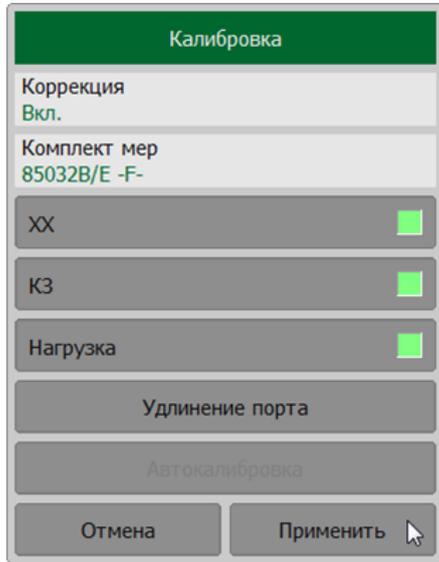
- 2 Подключите меру **K3** к рефлектометру и нажмите программную кнопку **K3**. Дождитесь окончания процедуры калибровки (по завершению измерения в правой части кнопки с обозначением меры появится цветовая индикация).

- 3 Подключите меру **Нагрузка** к рефлектометру и нажмите программную кнопку **Нагрузка**. Дождитесь окончания процедуры калибровки (по завершению

измерения в правой части кнопки с обозначением меры появится цветовая индикация).

- 4 Для завершения полной однопортовой калибровки и расчёта таблицы калибровочных коэффициентов нажмите кнопку **Применить**.

Подключите исследуемое устройство к порту рефлектометра.



3.8 Исследование КСВН и фазы коэффициента отражения с помощью маркеров.

В данном разделе показано как, с помощью маркеров, определить значение измеряемой величины в трёх частотных точках. Вид экрана рефлектометра показан на рисунке 3.3. В качестве исследуемого устройства в данном примере использована мера коэффициента отражения с КСВН = 1.2.

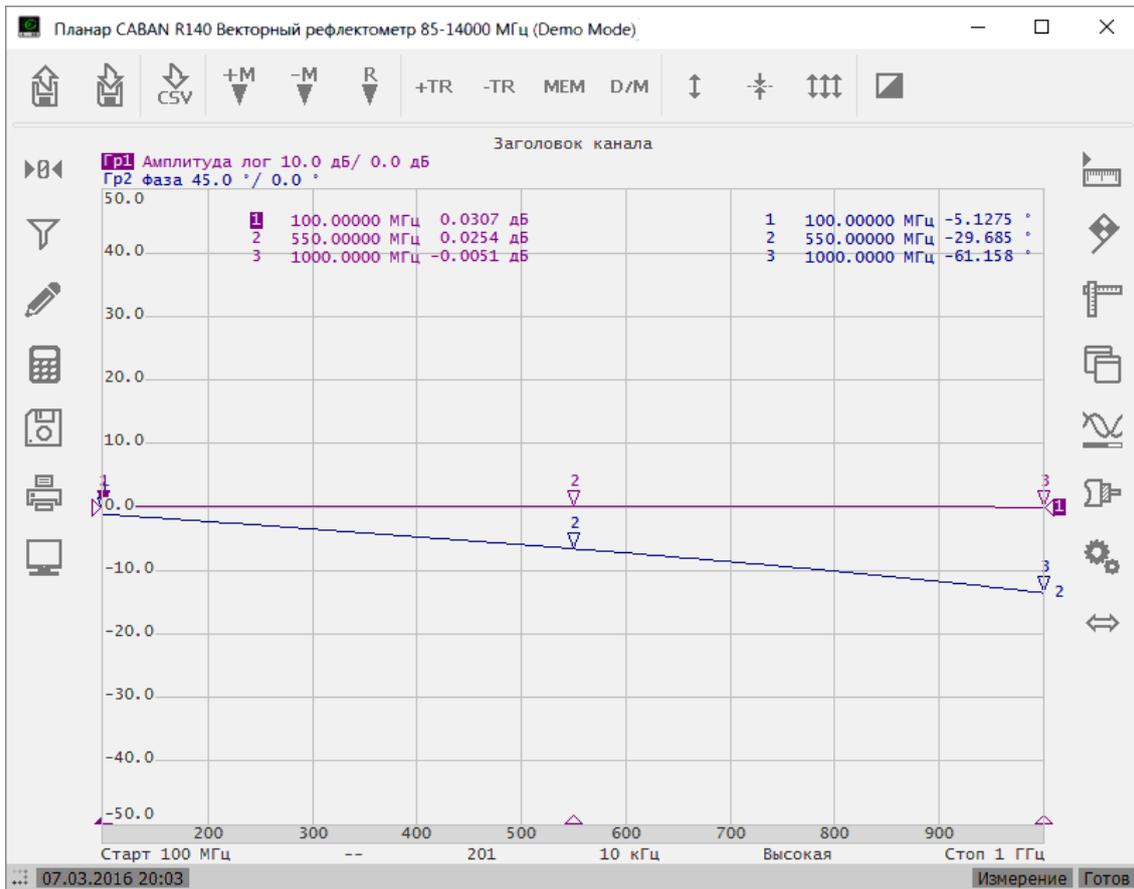
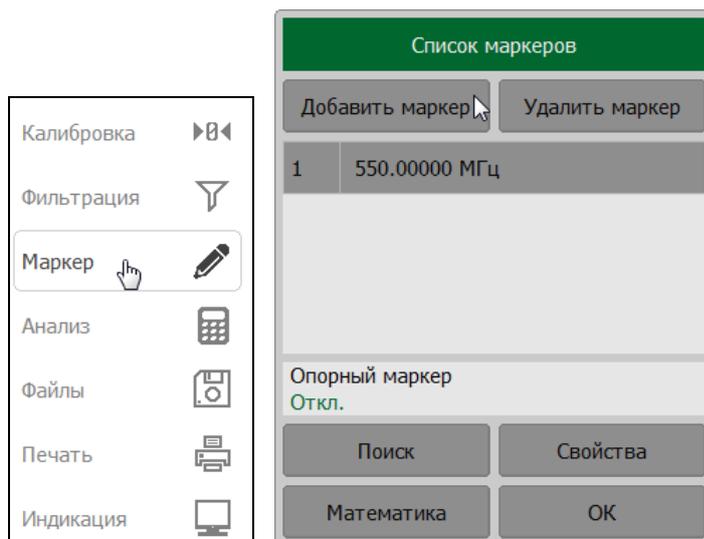


Рисунок 3.3 Пример измерения КСВН и фазы коэффициента отражения

Для добавления нового маркера нажмите программные кнопки **Маркер > Добавить маркер**.

Двойным щелчком мыши по маркеру в списке вызовите клавиатуру и введите частоту маркера. Завершите добавление маркеров нажатием на кнопку **ОК**.



3.9 Быстрая установка параметров

В данном разделе описываются приёмы управления измерителем с помощью мыши или через сенсорный экран (touchscreen), которые позволяют быстро устанавливать параметры канала. При наведении указателя мыши на область внутри окна канала, которая позволяет изменить какой либо параметр канала, указатель мыши меняет свою форму и появляется область подсказки.

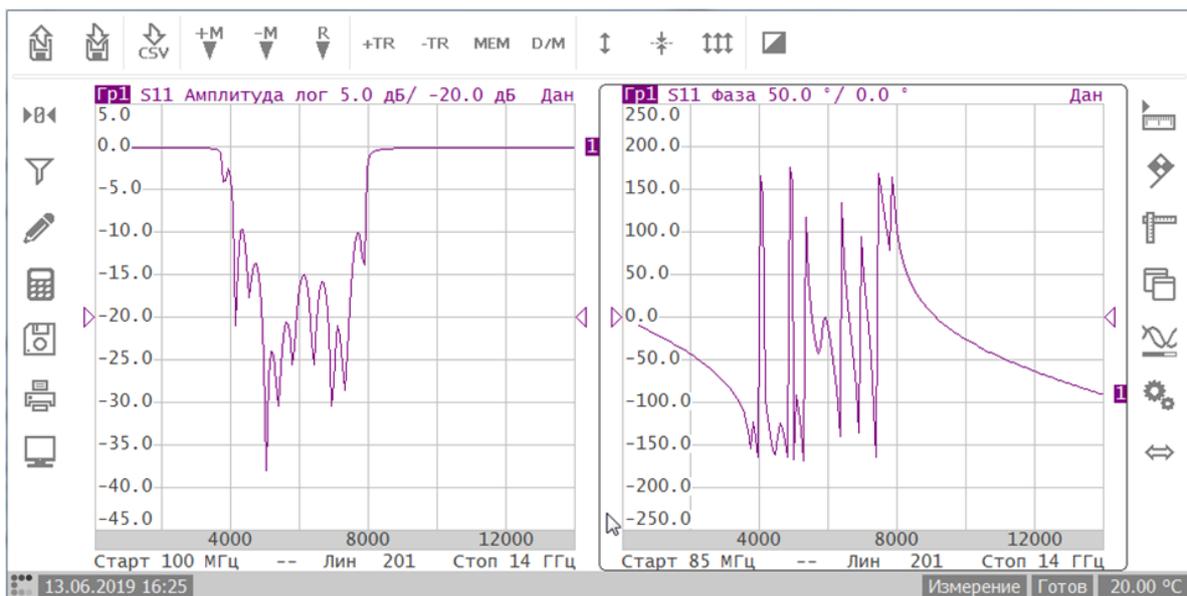
Примечание

С помощью приёмов, описанных в данном разделе, можно установить наиболее часто используемые параметры канала. Доступ ко всем функциям канала осуществляется через панели программных кнопок.

3.9.1 Выбор активного канала

Выбор активного канала возможен в случае, когда открыто два и более окон каналов индикации. Активный канал выделен окантовкой окна.

Для изменения активного канала щёлкните мышью по окну канала.



3.9.2 Выбор активного графика

Выбор активного графика возможен в том случае, если активное окно канала содержит два и более графиков. Наименование активного графика выделено инверсным цветом.

Для выбора активного графика щёлкните левой кнопкой мыши по строке состояния графика.

Гр1 S11 Амплитуда лог 5.0 дБ/ -20.0 дБ
Гр2 S11 фаза расшир 800.0 °/ 0.0 °
 Гр3 S11 Реальная часть 0.2 / 0.0

3.9.3 Увеличение графика и окна канала

Если на экране отображается несколько графиков данных в одном канале индикации, то увеличение активного графика осуществляется двойным щелчком мыши по нему. При использовании компьютера с сенсорным экраном – двойным щелчком по экрану. Остальные графики при этом скрываются.

Если на экране отображается несколько каналов данных, то увеличение активного канала осуществляется двойным щелчком мыши по нему. При использовании компьютера с сенсорным экраном – двойным щелчком по экрану. Остальные каналы при этом скрываются и их измерения останавливаются.

При отображении на экране нескольких каналов с несколькими графиками в канале, последовательность увеличения следующая:

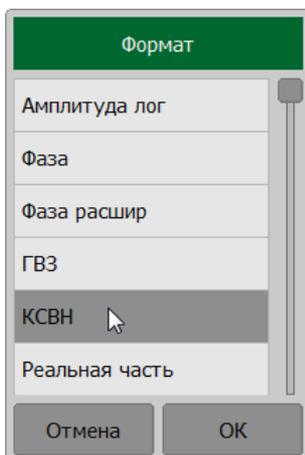
- увеличение активного канала;
- увеличение активного графика в канале;
- возврат к начальному состоянию каналов и графиков.

3.9.4 Выбор формата графика

Для выбора формата графика щёлкните левой кнопкой мыши по наименованию формата в строке состояния графика.

Гр1 S11 Амплитуда лог 5.0 дБ/ -20.0 дБ
 Гр2 S11 Фаза расшир 800.0 °/ 0.0 °
 Гр3 S11 Изм Фаза расшир 0.0

Выберите в открывшемся окне требуемый формат графика.



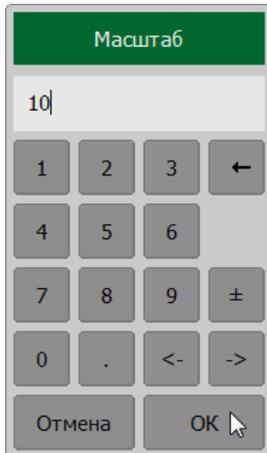
3.9.5 Установка масштаба графика

Масштаб можно изменить с помощью строки состояния графика или непосредственно в графической области.

Для установки масштаба в строке состояния графика щёлкните мышью по полю масштаба графика.

Гр1 S11 Амплитуда лог 5.0 дБ/ -20.0 дБ
 Гр2 S11 фаза 45.0 °/ 0.0 °
 Гр3 S11 Реальн
 Гр2 Масштаб 45.0 °

В открывшемся окне введите числовое значение с помощью клавиатуры.



Для изменения масштаба в графической области подведите стрелку мыши к значениям на вертикальной шкале до изменения ее состояния \updownarrow . Нажмите и переместите мышь вверх для увеличения или вниз для уменьшения масштаба.

Гр1 S11 Амплитуда лог
 40
 Изменить Масштаб
 10.0

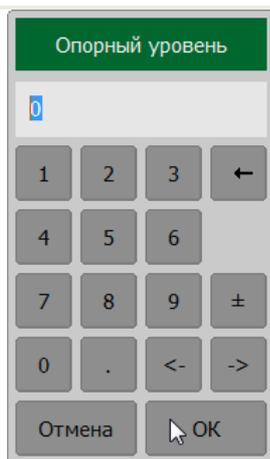
3.9.6 Установка положения опорного уровня

Положение опорного уровня можно изменить с помощью строки состояния графика или непосредственно в графической области.

Для установки положения опорного уровня в строке состояния графика щёлкните мышью по полю значения опорного уровня.

Гр1 S11 Амплитуда лог 5.0 дБ/ -20.0 дБ
 Гр2 S11 фаза 10.0 °/ 0.0 °
 Гр3 S11 Реальная част
 Гр2 Опор 0.0 °

Введите числовое значение с помощью клавиатуры.



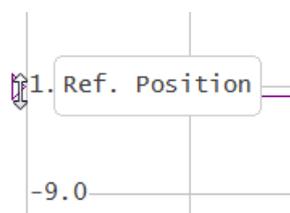
Для изменения положения опорного уровня в графической области подведите стрелку мыши к значениям на вертикальной шкале до изменения ее состояния \updownarrow . Нажмите и переместите мышь вверх или вниз для изменения опорного уровня.



3.9.7 Установка положения опорной линии

Положение опорного линии можно изменить непосредственно в графической области.

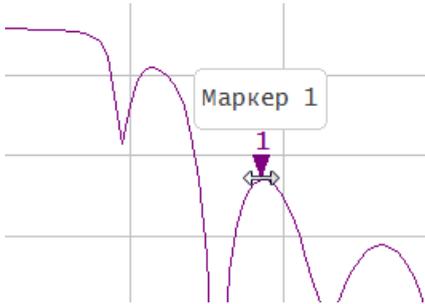
Для изменения положения опорной линии в графической области подведите стрелку мыши к указателю опорного линии на вертикальной шкале до изменения ее состояния \updownarrow . Нажмите и переместите мышь вверх или вниз для изменения положения опорной линии.



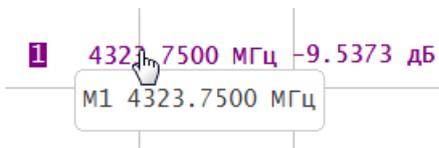
3.9.8 Установка значения стимула маркера

Значение стимула маркера может быть установлено перемещением указателя маркера с помощью мыши, либо вводом значения с клавиатуры.

Для перемещения маркера нажмите левую кнопку мыши над одним из указателей. Маркер станет активным и рядом с ним появится область подсказки с номером этого маркера. Перемещать маркер можно как за указатель, так и за область подсказки.



Для ввода числового значения стимула в строке данных маркера, щёлкните мышью по значению стимула маркера.



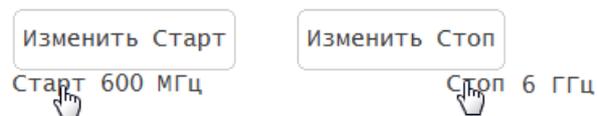
Введите числовое значение с помощью клавиатуры.

The image shows a dialog box titled 'Частота' (Frequency). The input field contains '4325'. To the right of the input field is a unit selector showing 'МГц'. Below the input field is a numeric keypad with buttons for digits 1-9, 0, a decimal point, and left/right arrow keys. There are also buttons for units: ГГц, МГц, кГц, and Гц. At the bottom are 'Отмена' (Cancel) and 'ОК' (OK) buttons.

3.9.9 Переключение режимов Старт / Центр и Стоп / Полоса

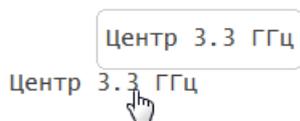
Для переключения режима **Старт / Центр** и **Стоп / Полоса** щёлкните мышью по соответствующему полю строки состояния канала.

Наименования **Старт** и **Стоп** поменяются на **Центр** и **Полоса**, соответственно.



3.9.10 Установка значений Старт / Центр

Для ввода числового значения **Старт / Центр** щёлкните мышью по данному полю в строке состояния канала.



Введите числовое значение с помощью клавиатуры.

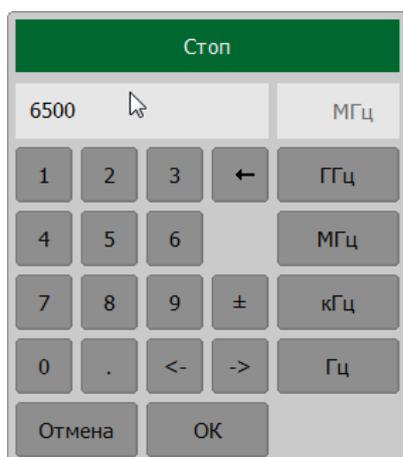


3.9.11 Установка значений Стоп / Полоса

Для ввода числового значения **Стоп / Полоса** щёлкните мышью по данному полю в строке состояния канала.

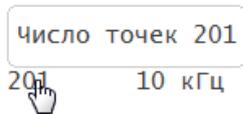


Введите числовое значение с помощью клавиатуры.

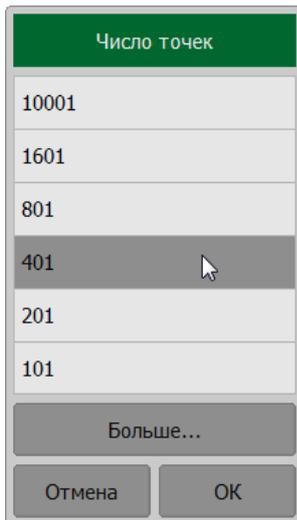


3.9.12 Установка числа точек сканирования

Для ввода числа точек сканирования щёлкните мышью по полю с обозначением числа точек в строке состояния канала.

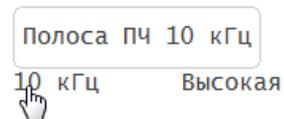


Выберите в списке открывшегося окна строку с нужным количеством точек сканирования.

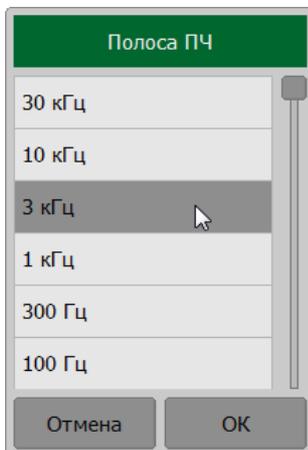


3.9.13 Установка полосы ПЧ

Для установки полосы ПЧ щёлкните мышью по полю с обозначением полосы ПЧ в строке состояния канала.

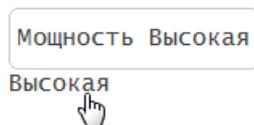


В открывшемся окне **Полоса ПЧ** выберите требуемое значение полосы ПЧ.

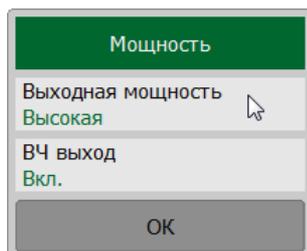


3.9.14 Установка выходной мощности

Для установки уровня выходной мощности щёлкните мышью по соответствующему полю строки состояния канала.

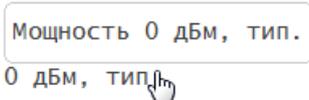


В открывшемся окне щелкните мышью по полю **Выходная мощность**, чтобы переключить высокий уровень выходной мощности на низкий уровень и наоборот.



Примечание

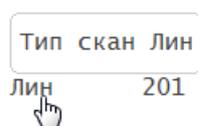
Для рефлектометров Caban R60 и Caban R180 щелкните по полю



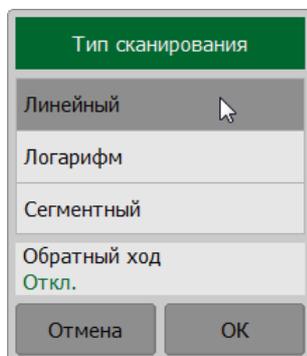
и в открывшемся окне введите на клавиатуре требуемую величину выходной мощности.

3.9.15 Установка типа сканирования

Для установки типа сканирования щёлкните мышью по соответствующему полю строки состояния канала.



В открывшемся окне **Тип сканирования** выберите требуемый тип сканирования.



4 Установка параметров анализатора

4.1 Установка каналов и графиков

Канал предназначен для выполнения измерений при различных установках параметров стимулирующего сигнала. График в канале отражает результат измерений в выбранном формате.

Рефлектометр	Анализатор цепей RNVNA
от 1 до 4 каналов	от 1 до 16 каналов
от 1 до 4 графиков в канале	от 1 до 16 графиков в канале

4.1.1 Установка числа каналов индикации

Каждый канал на экране представлен отдельным окном. По умолчанию открыто одно окно канала.

В рабочей области программы каналы индикации располагаются согласно их номерам слева направо и сверху вниз.

Параметры и объекты управления, относящиеся к каналу приведены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 Параметры и объекты управления канала

N	Наименование параметра или объекта
1	Диапазон сканирования (см. пункт 4.4.2)
2	Число точек (см. пункт 4.4.3)
3	Полоса ПЧ (см. пункт 4.6.1)

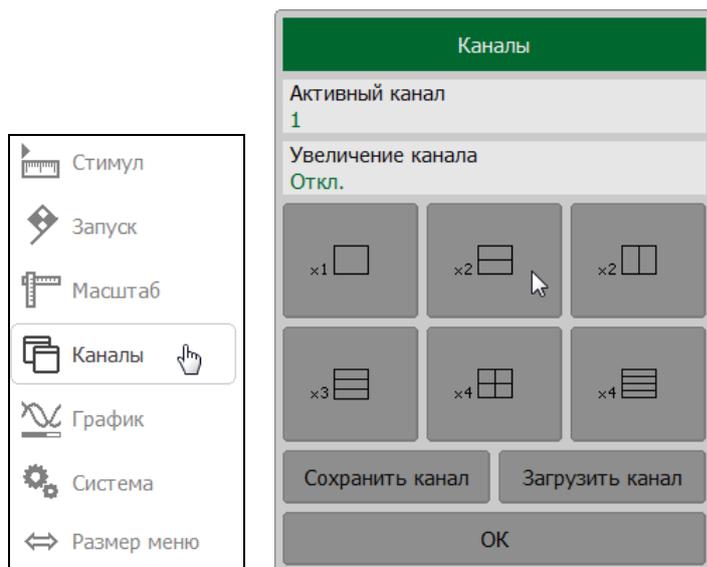
Примечание

Для каждого канала необходимо установить параметры стимулирующего сигнала (см. пункт 4.4).

Перед установкой параметров канала необходимо выбрать канал в качестве активного (см. пункт 3.9.1).

Выполнение измерений для каждого открытого окна канала производится по очереди.

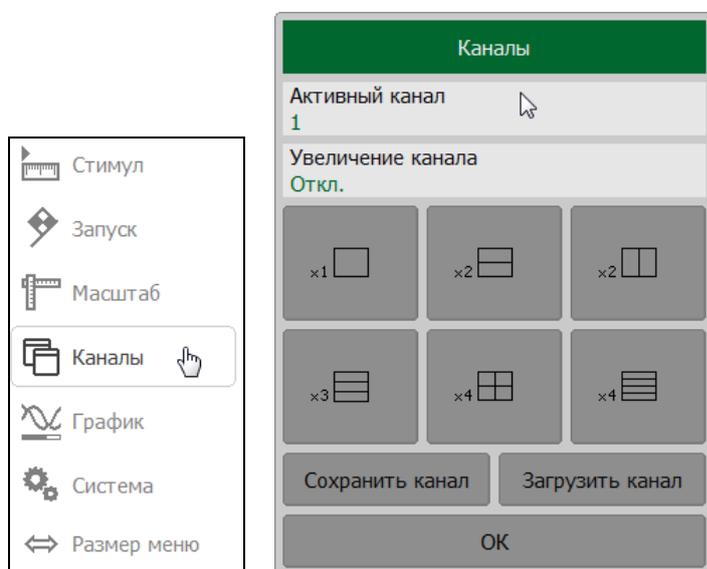
Нажмите программную кнопку **Каналы**. И выберите В окне **Каналы** нажмите кнопку, соответствующую необходимому числу каналов.



4.1.2 Выбор активного канала

Нажмите программную кнопку **Каналы**. Поле **Активный канал** задаёт активный канал индикации. Нажатие на это поле ведёт к последовательному перебору номеров активных каналов.

Быстрая установка активного канала описана в пункте 3.9.1.

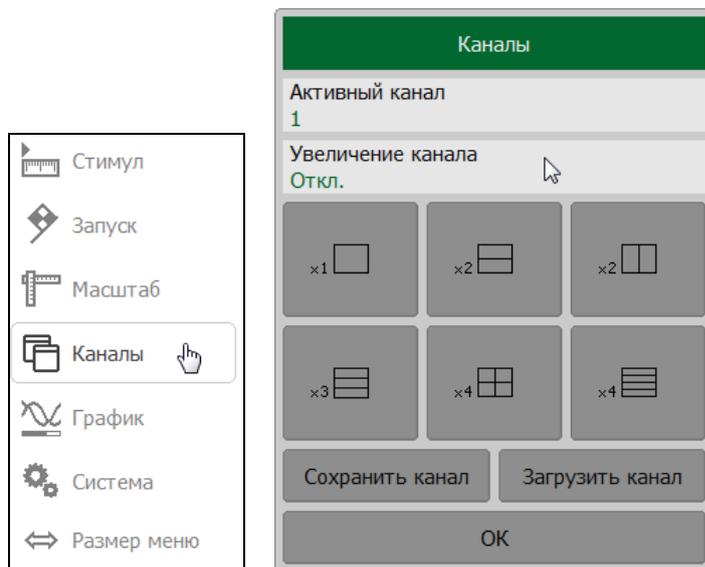


4.1.3 Увеличение окна канала

Пользователь имеет возможность временно увеличить окно активного канала на весь экран, если на экране отображается несколько окон каналов. Остальные окна каналов при этом скрыты и их измерения останавливаются.

Нажмите программную кнопку **Каналы**. Нажатием на поле **Увеличение канала** включите или выключите увеличение.

Быстрая настройка увеличения окна канала описана в пункте 3.9.3.



4.1.4 Установка количества графиков

Каждому графику в канале назначается формат представления и другие параметры. Графики в окне канала могут размещаться в одной области с наложением. По умолчанию окно канала содержит один график.

Параметры и объекты управления, относящиеся к графику, приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 Параметры и объекты управления графика

N	Наименование параметра или объекта
1	Формат представления
2	Масштаб, значение и положение опорной линии
3	Электрическая длина, смещение фазы
4	Память графика
5	Маркеры
6	Преобразование параметров

Графикам присваивается наименование, которое не может быть изменено. В наименовании графика содержится его номер. Графики данных именуется следующим образом:

- **Гр1, Гр2, Гр3, Гр4** – для рефлектометров векторных;

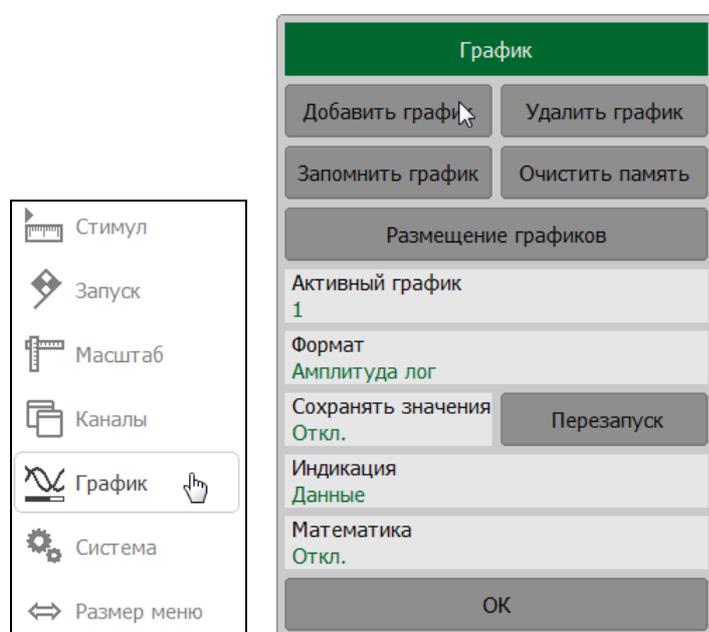
- **Гр1, Гр2, ..., Гр15, Гр16** – для анализаторов цепей RNVNA.

Каждому графику присваиваются начальные параметры, которые могут быть изменены пользователем:

- форматом по умолчанию для всех графиков является **Амплитуда лог** (амплитуда в логарифмическом масштабе, дБ);
- масштабом по умолчанию является 10 дБ в делении, значение опорной линии 0 дБ, положение опорной линии в центре графика;
- цвет графика определяется его номером.

Для добавления нового графика нажмите программные кнопки **График > Добавить график**.

Для удаления графика нажмите программные кнопки **График > Удалить график**.

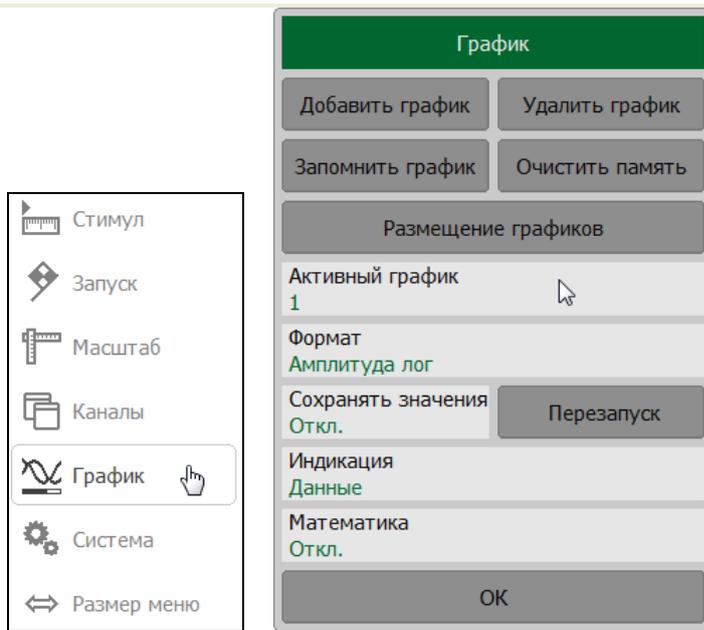


4.1.5 Выбор активного графика

Ввод параметров графика осуществляется для активного графика. Активный график принадлежит активному каналу, его наименование выделено инверсным цветом. Перед установкой параметров графика необходимо назначить активный график.

Нажмите программную кнопку **График**. Поле **Активный график** задаёт активный график. Нажатие на это поле ведёт к последовательному перебору номеров активных графиков.

Быстрая настройка активного графика описана в пункте 3.9.2.

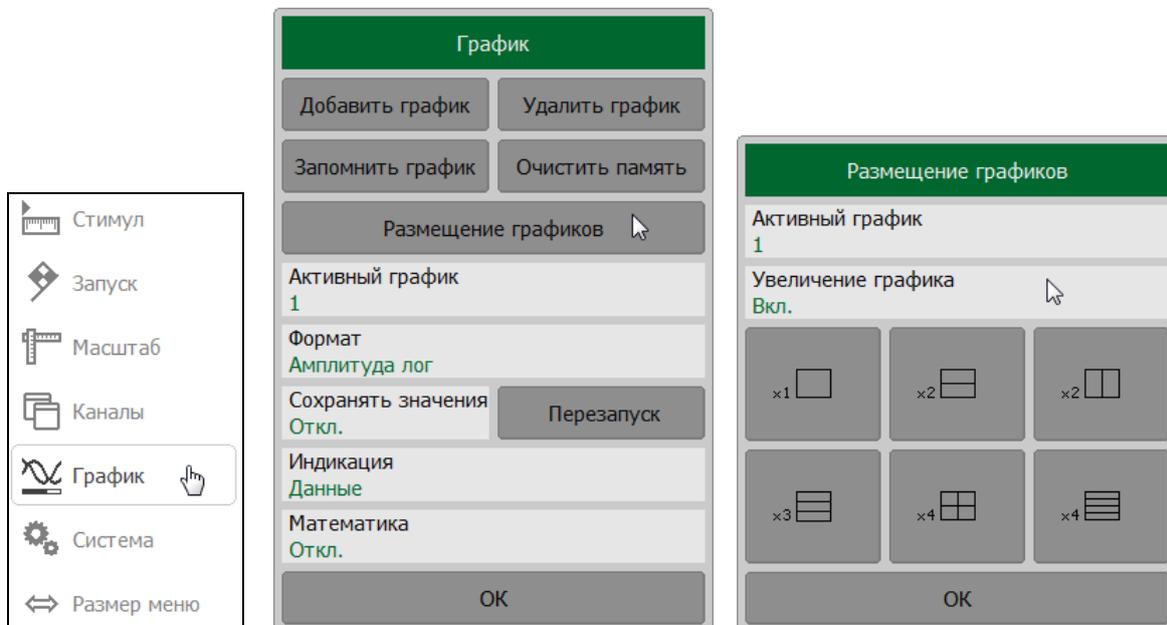


4.1.6 Увеличение графика

Пользователь имеет возможность временно выделить активный график, если на экране отображается несколько графиков данных. Остальные графики при этом скрываются и их измерения останавливаются.

Нажмите программные кнопки **График** > **Размещение графиков**. Щелкните по полю **Увеличение графика** для включения или выключения увеличения.

Быстрая настройка функции увеличения активного графика описана в пункте 3.9.3.



4.2 Установка измеряемых параметров

4.2.1 S–параметры

При анализе высокочастотных цепей используются понятия падающего, отражённого и переданного (выходного) сигнала, распространяющейся по измерительной цепи (рисунок 4.1).

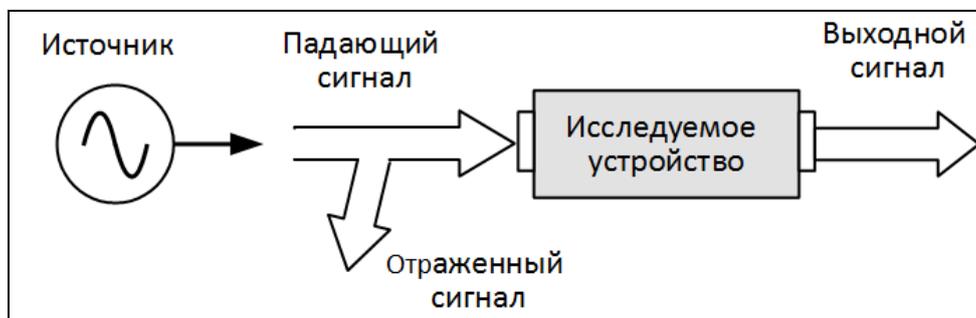


Рисунок 4.1 Распространение сигнала по измерительной цепи. Измерения амплитуды и фазы падающего, отражённого и выходного сигналов позволяют получить S–параметры исследуемого устройства (параметры рассеяния). S–параметры определяются как отношение комплексных амплитуд двух волн:

$$S_{mn} = \frac{\text{Выходящая волна на выводе } m}{\text{Входящая волна на выводе } n}$$

Рефлектометр имеет один измерительный порт, который является источником сигнала и приёмником для отражённого сигнала, поэтому позволяет измерять только S11.

Программа позволяет отображать на экране измеряемые S–параметры, используя три вида форматов:

- формат прямоугольных координат (пункт 4.2.2);
- формат полярной диаграммы (пункт 4.2.3);
- формат диаграммы Вольперта – Смита (пункт 4.2.4).

4.2.2 Формат прямоугольных координат

В формате прямоугольных координат по оси X откладываются значения стимула, а по оси Y – значения измеряемой величины (рисунок 4.2).

Форматы прямоугольных координат служат для преобразования комплексного значения S–параметра в действительное число. Комплексный вид S–параметра:

$$S = x + j \cdot y,$$

где x – реальная часть комплексного числа,

y – мнимая часть комплексного числа.

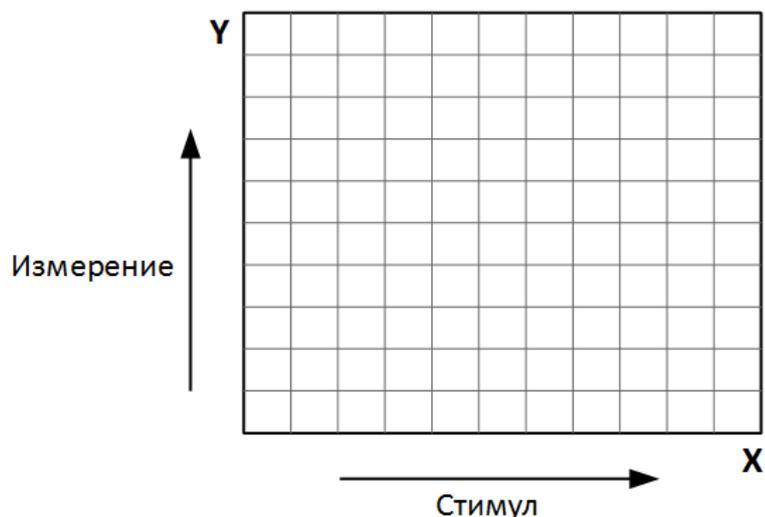


Рисунок 4.2 Прямоугольные координаты

Формат прямоугольных координат позволяет выбрать один из девяти видов представления измеряемой величины на оси Y (таблица 4.3).

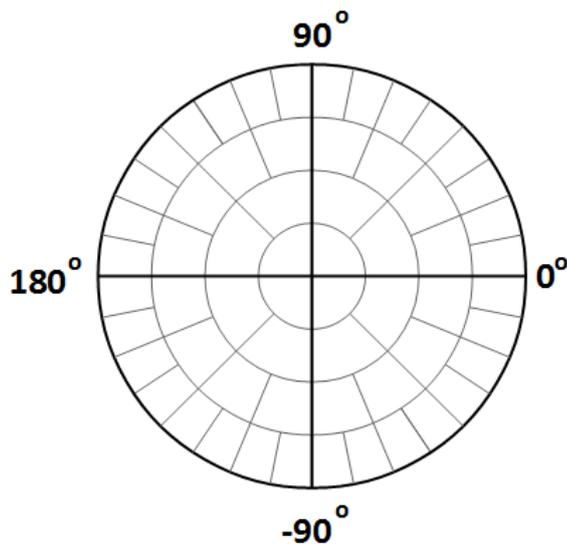
Таблица 4.3 Виды форматов прямоугольных координат

Наименование формата	Краткое наименование формата	Тип данных по оси Y	Единица измерения оси Y
Амплитуда в логарифмическом масштабе	Амплитуда лог	Модуль S-параметра в логарифмическом масштабе: $A = 20 \cdot \log S ,$ $ S = \sqrt{x^2 + y^2}$	Децибел (дБ)
Фаза	Фаза	Фаза S-параметра в градусах от -180° до $+180^\circ$: $\varphi = \frac{180}{\pi} \cdot \operatorname{arctg} \frac{y}{x}$	Градус ($^\circ$)
Фаза расширенная	Фаза расшир	Фаза S-параметра в градусах, диапазон изменения расширен ниже -180° и выше $+180^\circ$	Градус ($^\circ$)
Групповое время запаздывания	ГВЗ	Время распространения сигнала в исследуемом устройстве: $t = -\frac{d\varphi}{d\omega},$ $\varphi = \operatorname{arctg} \frac{y}{x},$	Секунда (с)

		$\omega = 2\pi \cdot f$	
Коэффициент стоячей волны по напряжению	КСВН	$K_{ст} = \frac{1 + S }{1 - S }$	Безразмерная
Реальная часть	Реальная часть	Реальная часть S-параметра: $x = re(S)$	Безразмерная
Мнимая часть	Мнимая часть	Мнимая часть S-параметра: $y = im(S)$	Безразмерная
Амплитуда в линейном масштабе	Амплитуда лин	модуль S-параметра в линейном масштабе: $ S = \sqrt{x^2 + y^2}$	Безразмерная
Потери в кабеле	Потери в кабеле	$A = \frac{1}{2} (\text{Return Loss})$ $A = 10 \cdot \log S $	Децибел (дБ)

4.2.3 Формат полярной системы координат

В формате полярной системы координат результаты измерения отображаются на круговой диаграмме (рисунок 4.3). Измеряемые точки располагаются на расстоянии от центра окружности, равного модулю (амплитуде в линейном масштабе), и в соответствии с фазой, отсчитываемой как угол от положительного направления оси X



против часовой стрелки.

Рисунок 4.3 Полярные координаты

В формате полярной диаграммы отсутствует ось частот, отсчет частоты производится с помощью маркеров. Форматы полярной диаграммы включают три вида форматов, которые отличаются только данными, представляемыми на маркерах. Графики на всех видах полярной диаграммы совпадают.

Таблица 4.4 Виды форматов полярной диаграммы.

Наименование формата	Краткое наименование формата	Тип данных на маркерах	Единица измерения оси Y
Амплитуда в линейном масштабе и фаза	Поляр (Лин)	Модуль S-параметра в линейном масштабе	безразмерная
		Фаза S-параметра в градусах	градус (°)
Амплитуда в логарифмическом масштабе и фаза	Поляр (Лог)	Модуль S-параметра в логарифмическом масштабе	децибел (дБ)
		Фаза S-параметра в градусах	градус (°)
Реальная и мнимая часть	Поляр (Re/Im)	Реальная часть S-параметра	безразмерная
		Мнимая часть S-параметра	безразмерная

4.2.4 Формат диаграммы Вольперта–Смита

Формат диаграммы Вольперта–Смита используется для отображения значений импедансов при измерении параметров отражения исследуемого устройства.

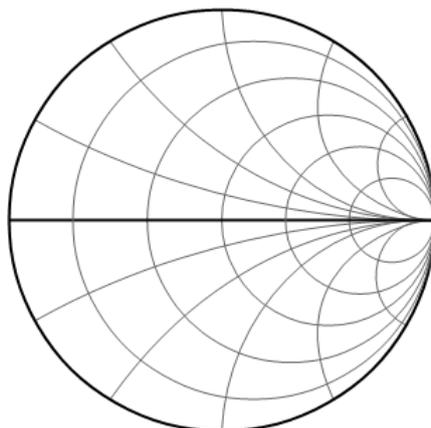


Рисунок 4.4 Диаграмма Вольперта–Смита.

В формате диаграммы Вольперта–Смита отсутствует ось частот, отсчёт частоты производится с помощью маркеров.

Таблица 4.5 Формат диаграммы Вольперта–Смита

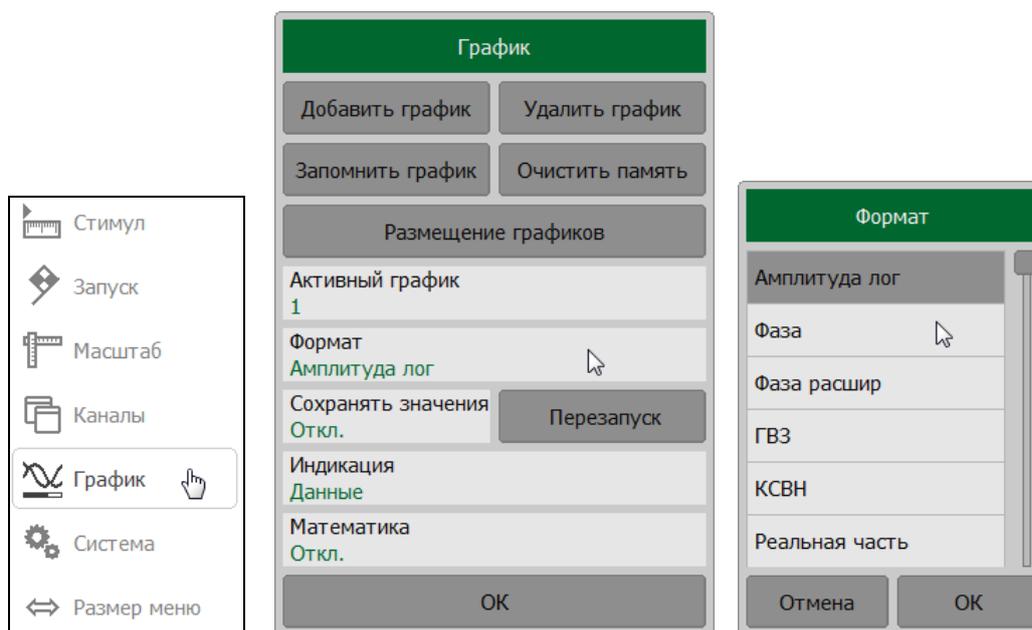
Наименование формата	Краткое наименование формата	Тип данных на маркерах	Единица измерения оси Y
Амплитуда в линейном масштабе и фаза	Смит (Лин)	Модуль S-параметра в линейном масштабе	безразмерная
		Фаза S-параметра в градусах	градус (°)
Амплитуда в логарифмическом масштабе и фаза	Смит (Лог)	Модуль S-параметра в логарифм. масштабе	децибел (дБ)
		Фаза S-параметра в градусах	градус (°)
Реальная и мнимая часть	Смит (Re/Im)	Реальная часть S-параметра	безразмерная
		Мнимая часть S-параметра	безразмерная
Полное входное сопротивление	Смит (R + jX)	Активная часть полного входного сопротивления: $R = re(Z_{вх}),$ $Z_{вх} = Z_0 \frac{1 + S}{1 - S}$	Ом
		Реактивная часть полного входного сопротивления: $X = im(Z_{вх})$	Ом
		Эквивалентная емкость или индуктивность реактивной части сопротивления: $C = -\frac{1}{\omega X'}, \quad X < 0$ $L = \frac{X}{\omega}, \quad X > 0$	Фарада(Ф) Генри(Гн)
Полная входная проводимость	Смит (G + jB)	Активная часть полной входной проводимости: $G = re(Y_{вх}),$ $Y_{вх} = \frac{1}{Z_0} \cdot \frac{1 - S}{1 + S}$	Сименс(См)

		Реактивная часть полной входной проводимости: $B = im(Y_{вх})$	Сименс(См)
		Эквивалентная емкость или индуктивность реактивной части проводимости: $C = \frac{B}{\omega}, \quad B > 0$ $L = -\frac{1}{\omega B}, \quad B < 0$	Фарада(Ф) Генри(Гн)
<p>Примечание – Z0 – волновое сопротивление измерительного тракта. Установка Z0 описана в пункте 5.2.6.</p>			

4.2.5 Выбор формата графика

Нажмите на программную кнопку **График**. Щелкните по полю **Формат**. В открывшемся окне выберите необходимый формат графика из списка.

Быстрая установка формата графика описан в пункте 3.9.4.



4.3 Установка масштаба графиков

4.3.1 Масштаб прямоугольных координат

Масштаб прямоугольных форматов устанавливается с помощью следующих параметров (рисунок 4.5):

- масштаб графика;
- величина опорного уровня;
- положение опорной линии;
- число делений сетки.

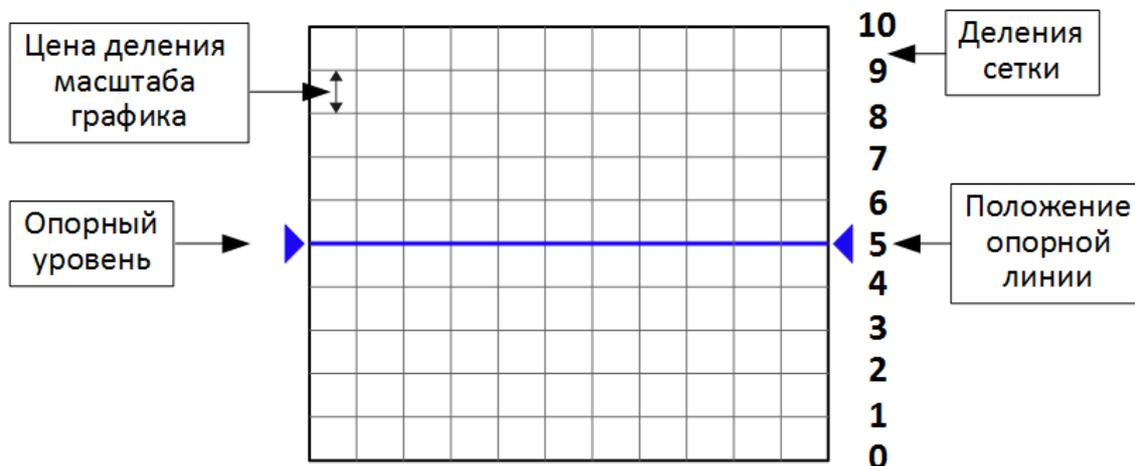


Рисунок 4.5 Масштаб прямоугольных координат

4.3.2 Установка масштаба прямоугольных координат

Масштаб устанавливается для каждого графика канала. Перед установкой масштаба необходимо назначить активный график (см. пункт 4.1.5).

Нажмите программную кнопку **Масштаб**.

Установите цену деления, для чего щелкните по полю **Масштаб** и введите значение с помощью клавиатуры. Быстрая установка масштаба описана в пункте 3.9.5.

Установите величину опорного уровня, для чего щелкните по полю **Опорный уровень**. Введите значение с помощью клавиатуры.

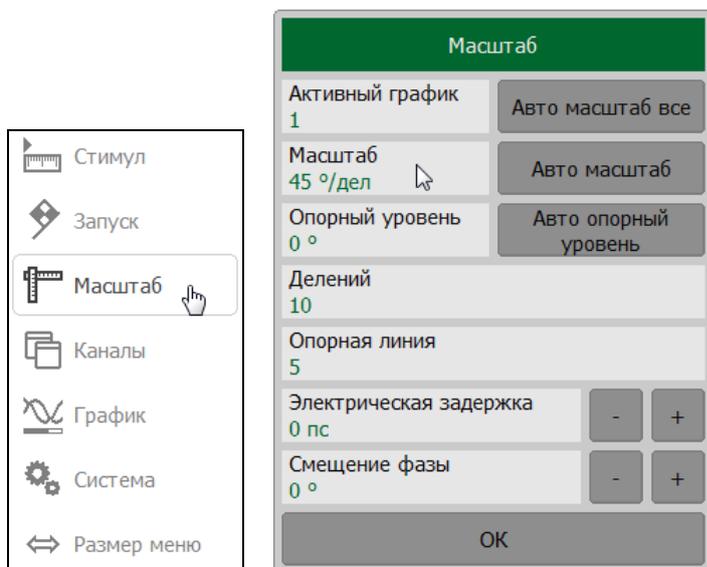
Быстрая установка значения опорного уровня описана в пункте 3.9.6.

Установите число делений ¹⁾ вертикальной оси графика, для чего щелкните по полю **Делений**. Введите значение с помощью клавиатуры. Параметр принимает значение от 4 до 20.

Установите положение опорной линии, для чего в окне **Масштаб** щелкните по полю **Опорная линия**. Введите номер линии с помощью клавиатуры.

Быстрая установка положения опорной линии описана в пункте 3.9.7.

¹⁾ Число делений влияет на все графики канала.



4.3.3 Масштаб диаграммы Вольперта-Смита

Масштаб диаграммы Вольперта-Смита устанавливается указанием радиуса внешней окружности (рисунок 4.6).

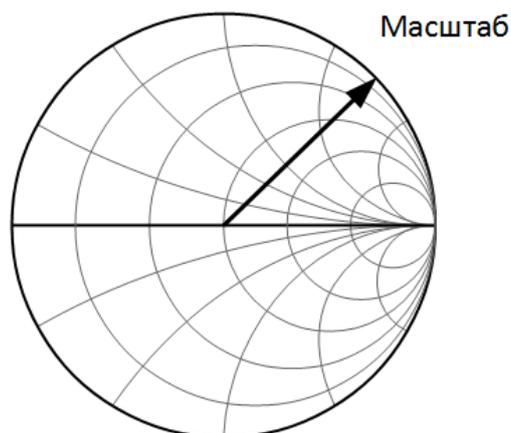
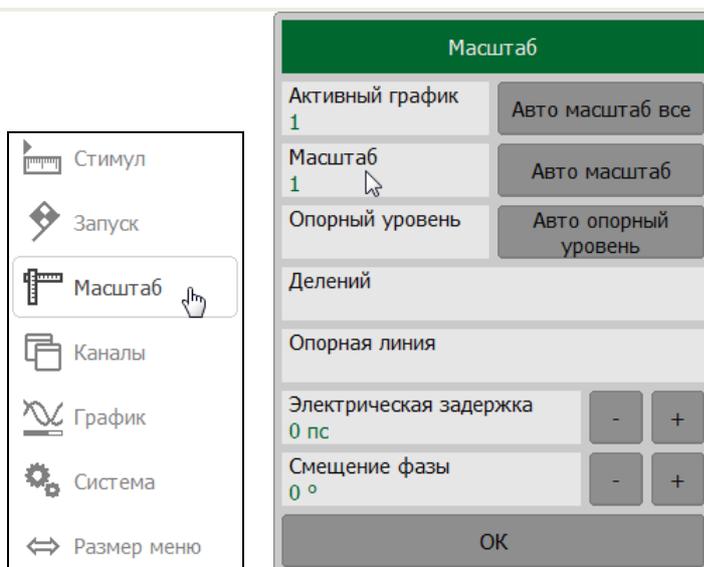


Рисунок 4.6 Масштаб диаграммы Вольперта-Смитта

4.3.4 Установка масштаба диаграммы Вольперта-Смита

Нажмите программную кнопку **Масштаб**.

Установите радиус, для чего щелкните по полю **Масштаб** и введите значение с помощью клавиатуры. Быстрая установка масштаба описана в пункте 3.9.5.



4.3.5 Функции автомасштабирования

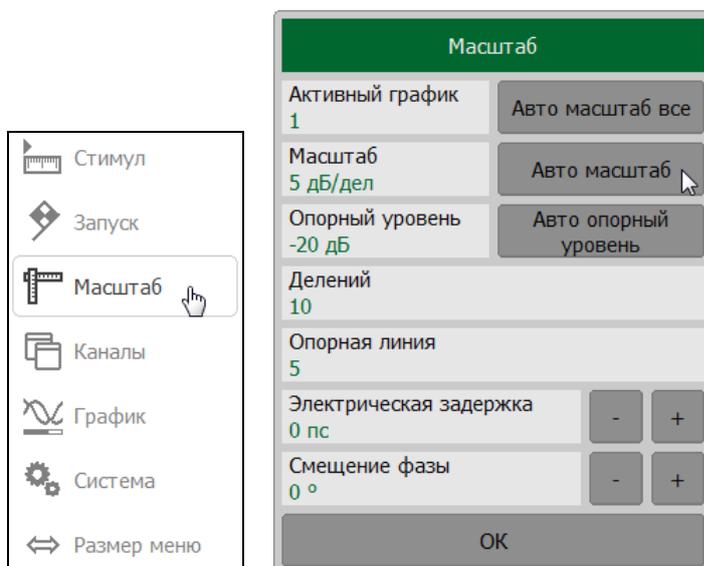
Функции автомасштабирования служат для автоматического выбора масштаба графика таким образом, чтобы график измеряемой величины полностью укладывался в поле графика, занимая большую его часть.

В прямоугольных координатах подстраиваются два параметра: масштаб графика и опорный уровень. В круговых координатах автоматически выбирается радиус внешней окружности.

Функция автомасштабирования применяется к отдельному активному графику (**Авто масштаб**) или ко всем графикам в канале (**Авто масштаб все**).

Нажмите программные кнопки **Масштаб > Авто масштаб** (для активного графика в канале) или **Масштаб > Авто масштаб все** (для всех графиков в канале).

Для быстрого включения функции автомасштабирования используйте кнопки верхней панели программных кнопок (см. пункте 2.1.1).



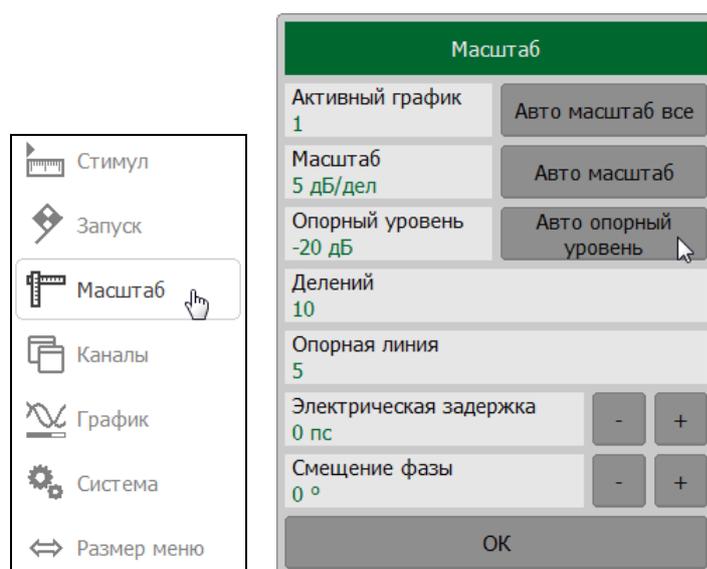
4.3.6 Функция автоматического выбора опорного уровня

Функция служит для автоматического выбора опорного уровня в прямоугольных координатах.

После применения данной функции график измеряемой величины изменяет вертикальное положение, чтобы средний уровень проходил по центру графика. Масштаб графика не изменяется.

Нажмите программные кнопки **Масштаб > Авто опорный уровень** (для активного графика в канале).

Для быстрого включения функции автоматического выбора опорного уровня используйте кнопки в верхней панели программных кнопок (см. пункте 2.1.1).



4.3.7 Электрическая задержка

Функция электрической задержки служит для задания величины компенсации электрической длины устройства при измерениях отклонения фазы от линейного закона. Величина компенсации электрической длины задаётся в секундах.

При задании не нулевой электрической задержки – значение S-параметра преобразуется в соответствии с формулой:

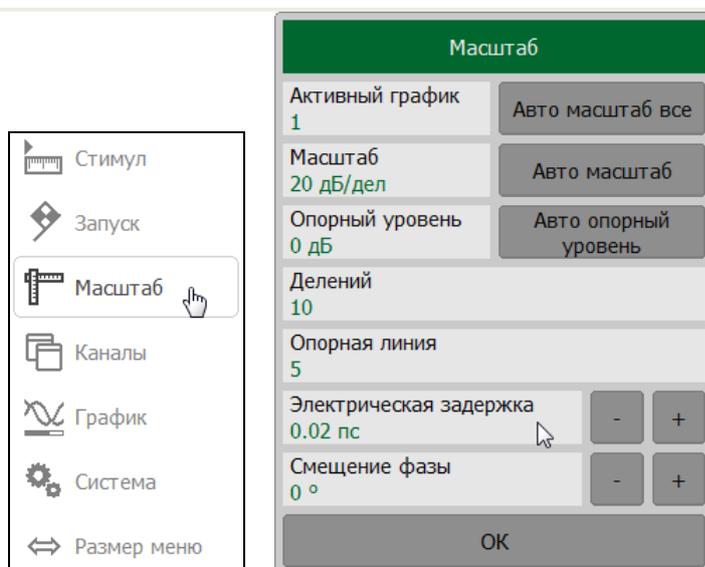
$$S = S \cdot e^{j \cdot 2\pi \cdot f \cdot t},$$

где f – частота, Гц,

t – электрическая задержка, сек.

Электрическая задержка задаётся для каждого графика отдельно. Перед заданием электрической задержки необходимо назначить активный график (см. пункт 4.1.5).

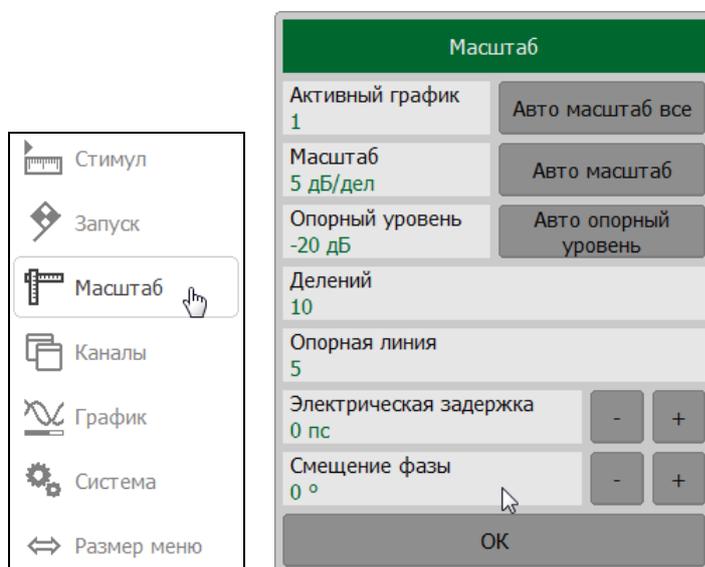
Нажмите программную кнопку **Масштаб**. Щелкните по полю **Электрическая задержка** и введите значение с помощью клавиатуры.



4.3.8 Смещение фазы

Функция смещения фазы служит для задания постоянного смещения графика фазы. Величина смещения фазы задаётся в градусах для каждого графика отдельно. Перед заданием смещения фазы необходимо назначить активный график (см. пункт 4.1.5).

Нажмите программную кнопку **Масштаб**. Щелкните по полю **Смещение фазы** и введите значение с помощью клавиатуры.



4.4 Установка параметров стимулирующего сигнала

Установка параметров стимула производится для каждого канала. Перед установкой параметров стимула канала выберите активный канал (см. пункт 4.1.2).

Примечание

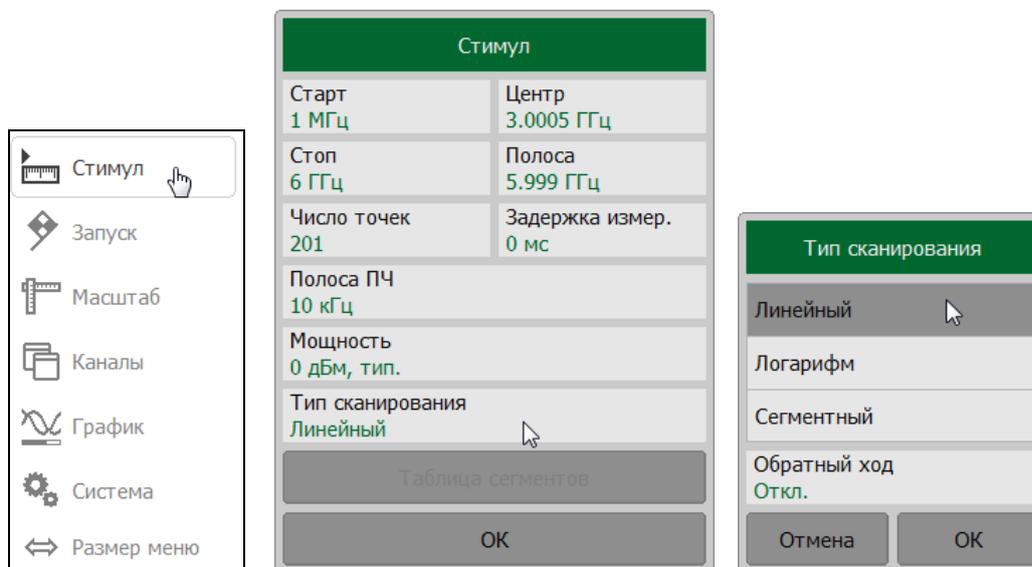
Поле **Полоса ПЧ** дублирует аналогичное поле окна **Фильтрация** (см. пункт 4.6.1).

4.4.1 Выбор типа сканирования

Нажмите программную кнопку **Стимул**. Щелкните по полю **Тип сканирования** выберите тип сканирования в открывшемся окне.

Для выбора сканирования с обратным ходом по частоте щелкните по полю **Обратный ход** и установите требуемый тип хода.

Быстрая установка типа сканирования описана в пункте 0.



Примечание

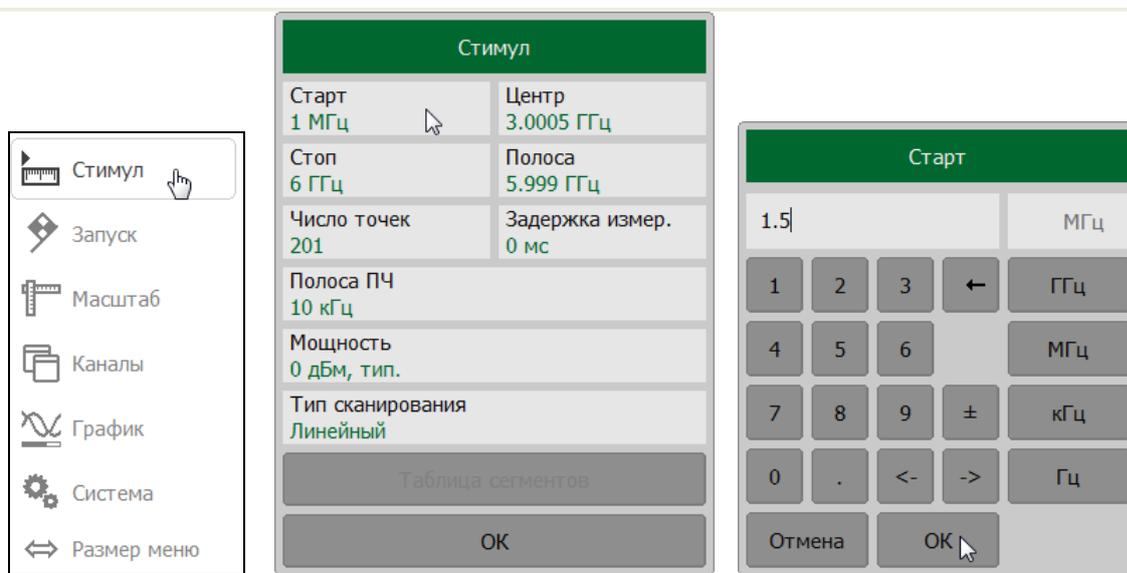
Выбор сегментного типа сканирования делает доступной кнопку **Таблица сегментов** в окне **Стимул**. Работа с таблицей сегментов описана в пункте 4.4.6.

4.4.2 Установка диапазона сканирования

Нажмите на программную кнопку **Стимул**. Для установки верхней или нижней границы временной области щелкните мышью под полям **Старт** и **Стоп**, для указания центра и полосы диапазона временной области – **Центр** и **Полоса**. Введите на клавиатуре требуемую величину с учетом единиц измерения.

Переключение между режимами **Старт/Стоп** и **Центр/Полоса** описано в пункте 3.9.9.

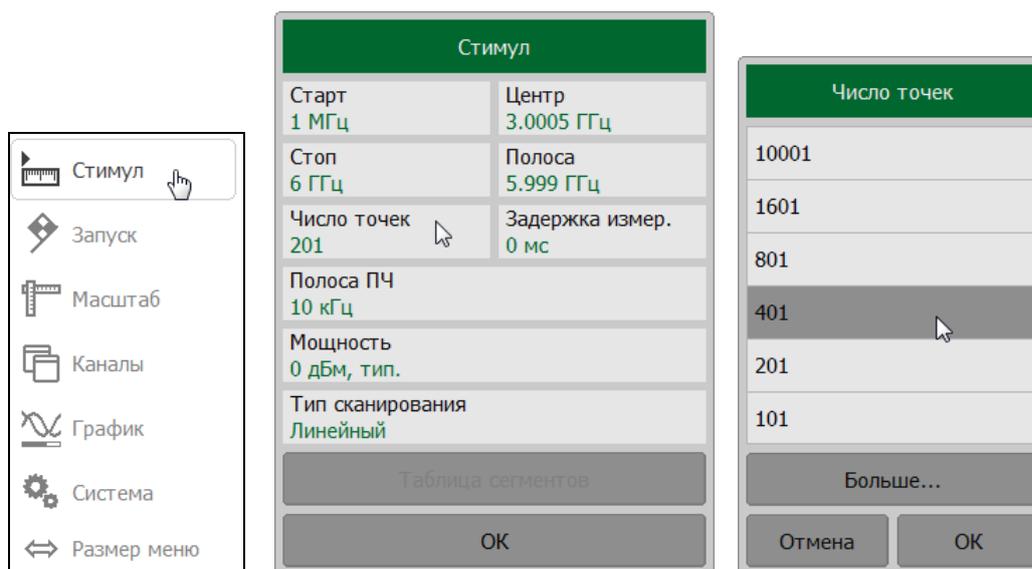
Быстрая установка диапазона сканирования описана в пунктах 3.9.11 и 3.9.11.



4.4.3 Установка количества точек

Нажмите на программную кнопку **Стимул**. Щелкните по полю **Число точек** и в открывшемся окне выберите требуемое количество точек.

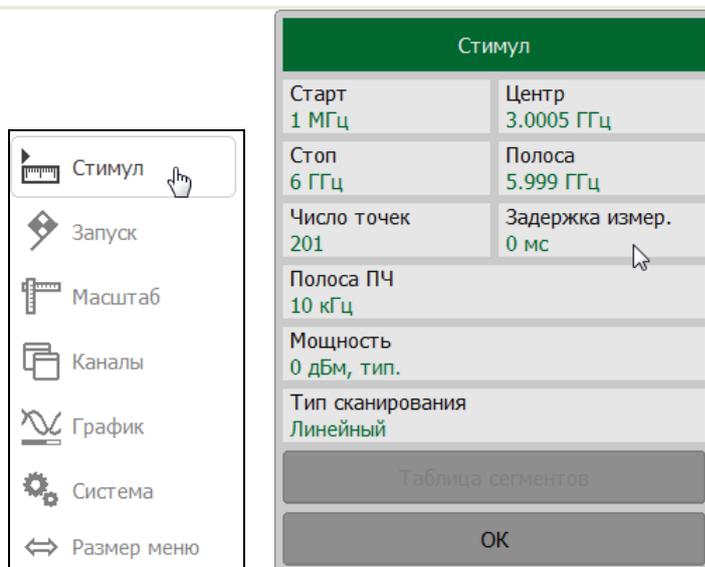
Быстрая установка числа точек описана в пункте 3.9.12.



4.4.4 Установка задержки измерения

Задержка измерения позволяет добавить дополнительную задержку от момента установления частоты на выходе источника до момента начала измерения. Данная возможность может быть полезна при измерении узкополосных цепей с большой длительностью переходного процесса, превышающей время измерения одной точки.

Нажмите на программную кнопку **Стимул**. Щелкните по полю **Задержка измер.** и в открывшемся окне выберите требуемую величину задержки.



Примечание Максимальная величина задержки измерения составляет 320 мс.

4.4.5 Установка выходной мощности

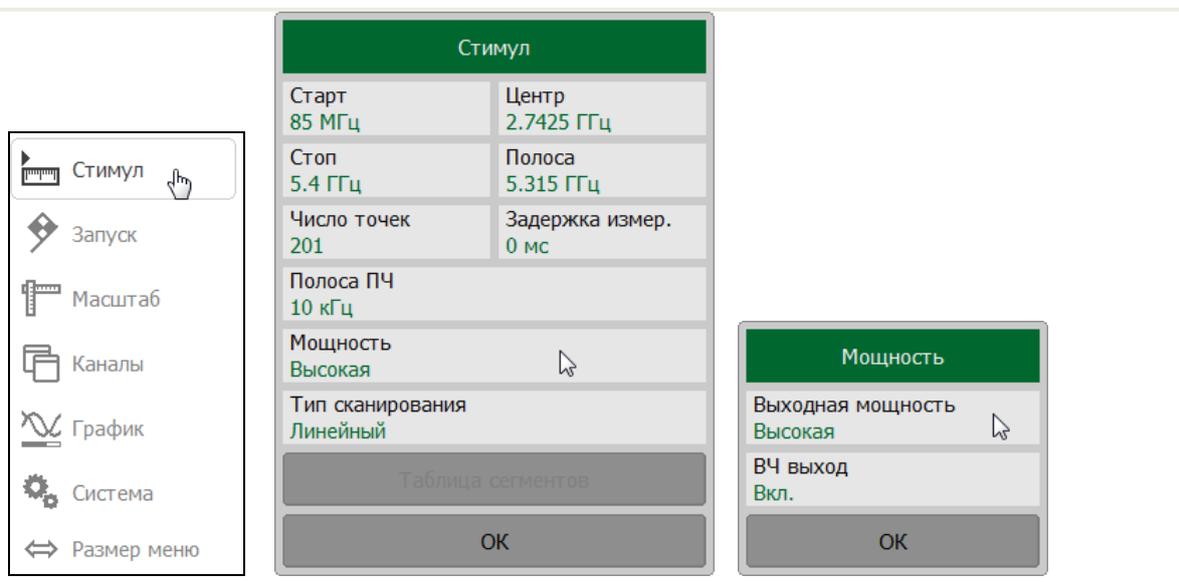
4.4.5.1 Установка входной мощности (для Caban R54 и Caban R140)

Уровень выходной мощности рефлектометра может принимать два фиксированных значения:

- **Высокая** – высокий уровень соответствует мощности источника сигнала минус 10 дБ/мВт;
- **Низкая** – низкий уровень соответствует мощности минус 30 дБ/мВт.

Нажмите программную кнопку **Стимул**. Щелкните по полю **Мощность**. В открывшемся окне щелкните по полю **Выходная мощность**, чтобы переключить высокий уровень выходной мощности на низкий уровень, и наоборот.

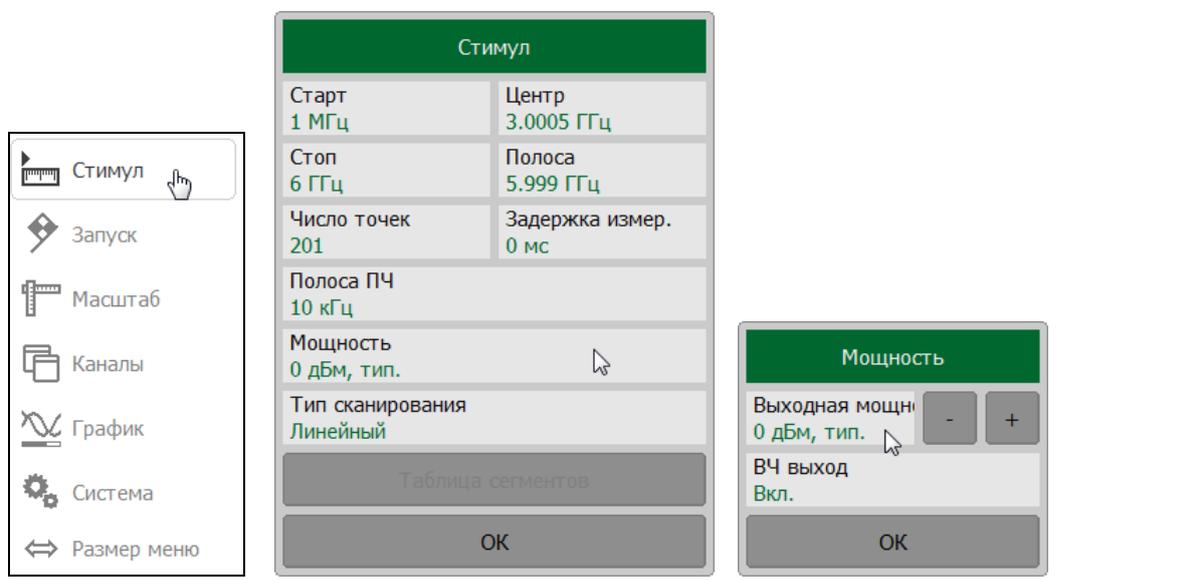
Быстрое переключение выходной мощности описано в пункте 3.9.14.



4.4.5.2 Установка выходной мощности (для Caban R60 и Caban R180)

Нажмите программную кнопку **Стимул**. Щелкните по полю **Мощность**. В открывшемся окне щелкните по полю **Выходная мощность** и введите на клавиатуре требуемую величину.

Быстрое переключение выходной мощности описано в пункте 3.9.14.

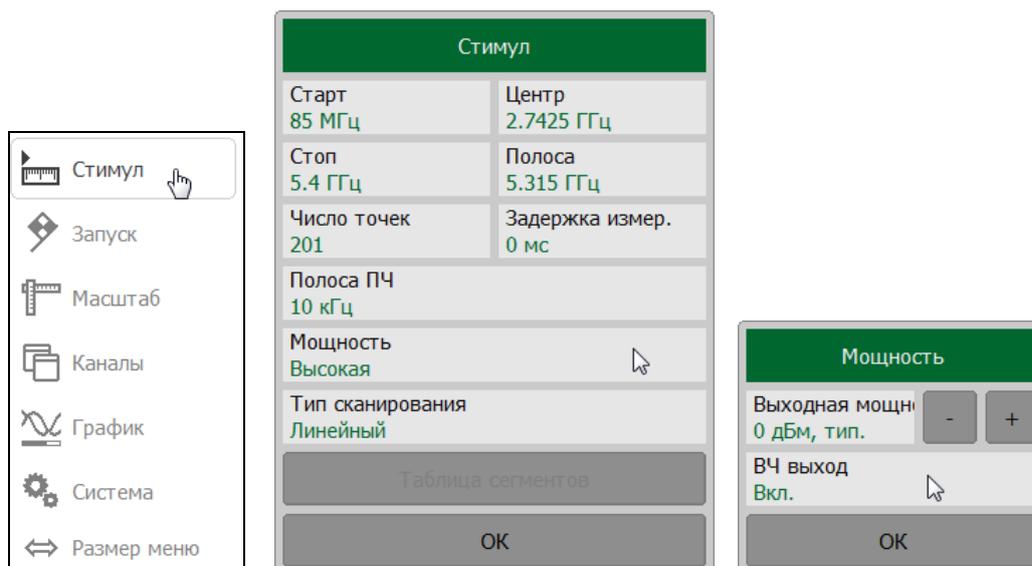


4.4.5.3 Установка стимулирующего сигнала

Нажмите программную кнопку **Стимул**. Щелкните по полю **Мощность**. В открывшемся окне щелкните по полю **ВЧ выход**, чтобы включить или выключить стимулирующий сигнал.

Быстрое переключение выходной мощности описано в пункте 3.9.14.

При отключении стимулирующего сигнала в строке состояния измерителя появится сообщение **ВЧ откл.**



4.4.6 Редактирование таблицы сегментов

Таблица сегментов (см. рисунок 4.7) определяет закон сканирования, когда включён режим сегментного сканирования (см. пункт 4.4.1).

Таблица сегментов						
	Старт	Стоп	Число точек	Полоса ПЧ	Задержка	Мощность
1	1.125 ГГц	3 ГГц	201	10 кГц	0 мс	0 дБм
2	3 ГГц	4 ГГц	801	10 кГц	0 мс	0 дБм
3	4 ГГц	5.47 ГГц	401	10 кГц	0 мс	0 дБм
Фильтр таблично Вкл.			Задержка таблично Вкл.		Мощность таблично Вкл.	
Добавить				Удалить		
Сохранить		Загрузить		ОК		

Рисунок 4.7 Пример таблицы сегментов

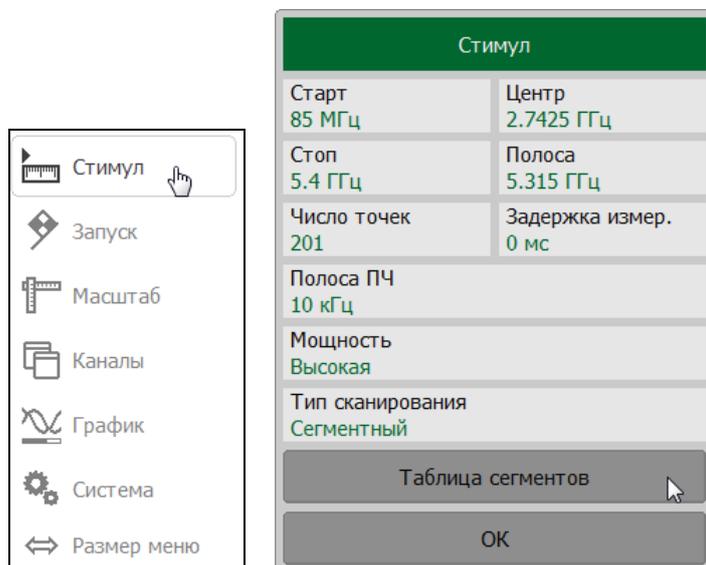
Таблица сегментов имеет три обязательных колонки – частотный диапазон (**Старт**, **Стоп**) и число точек сканирования (**Число точек**). Таблица сегментов имеет три необязательных колонки, которые могут быть включены или скрыты – **Полоса ПЧ**, **Задержка**, **Мощность таблично**.

Каждая строка таблицы определяет один сегмент. Таблица может содержать от одной до нескольких строк. Число строк ограничено суммарным числом точек всех сегментов (не более 10001).

4.4.6.1 Редактирование таблицы сегментов

1 Включите режим сегментного сканирования по частоте (см. пункт 4.4.1).

2 Нажмите программные кнопки **Стимул > Таблица сегментов**.

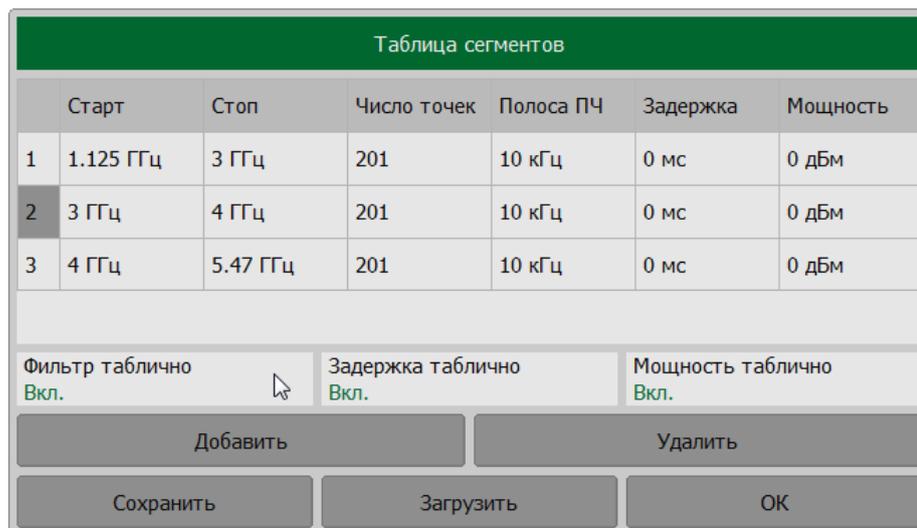


3 Для появления или скрытия необязательных полей щелкните по полям **Фильтр таблично**, **Задержка таблично** или **Мощность таблично**.

Для добавления новой строки в таблице сегментов нажмите кнопку **Добавить**.

Для удаления строки из таблицы сегментов нажмите кнопку **Удалить**.

Для ввода параметров сегмента в окне **Таблица сегментов** наведите указатель на ячейку и введите числовое значение. Перемещение по таблице сегментов также возможно при помощи клавиш: «↑», «↓», «←», «→», либо в помощьью мыши – нажать левую кнопку мыши над ячейкой таблицы и потянуть в нужную сторону.



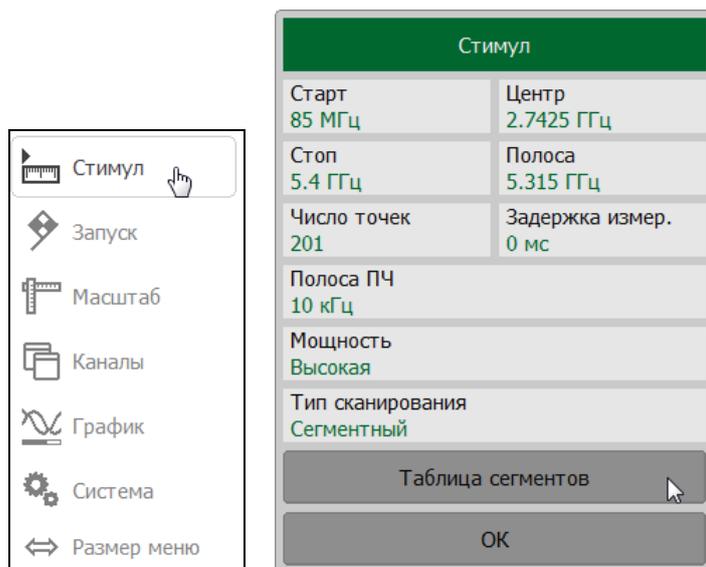
Примечание

Частотные диапазоны отдельных сегментов не могут пересекаться.

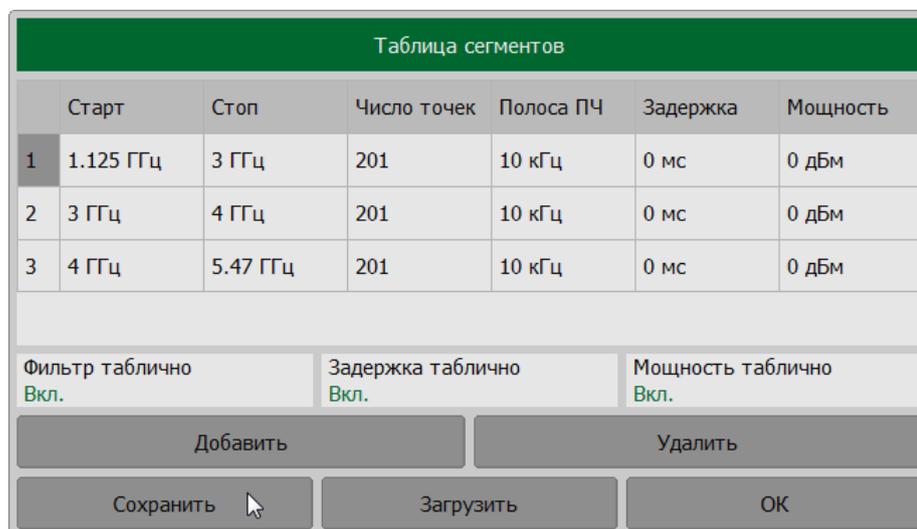
4.4.6.2 Сохранение таблицы сегментов

Таблицу сегментов можно сохранить на диске в файле с расширением *.seg и затем загрузить.

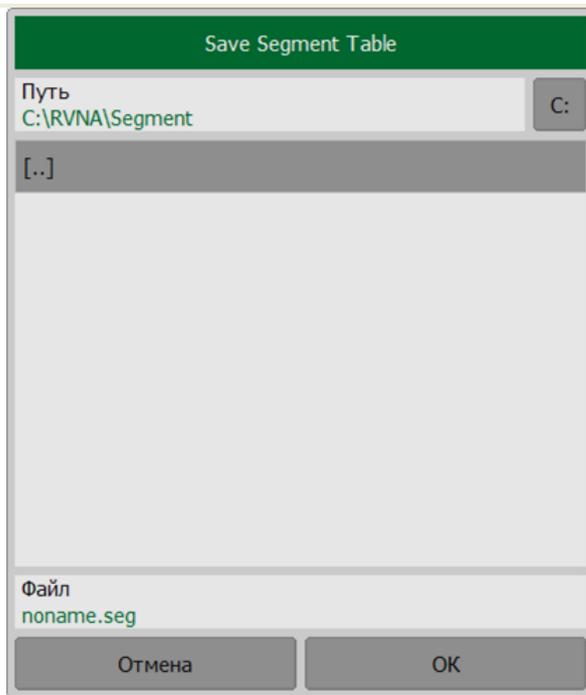
- 1 Нажмите программные кнопки **Стимул > Таблица сегментов**.



- 2 Далее нажмите в окне **Таблица сегментов** программную кнопку **Сохранить**.

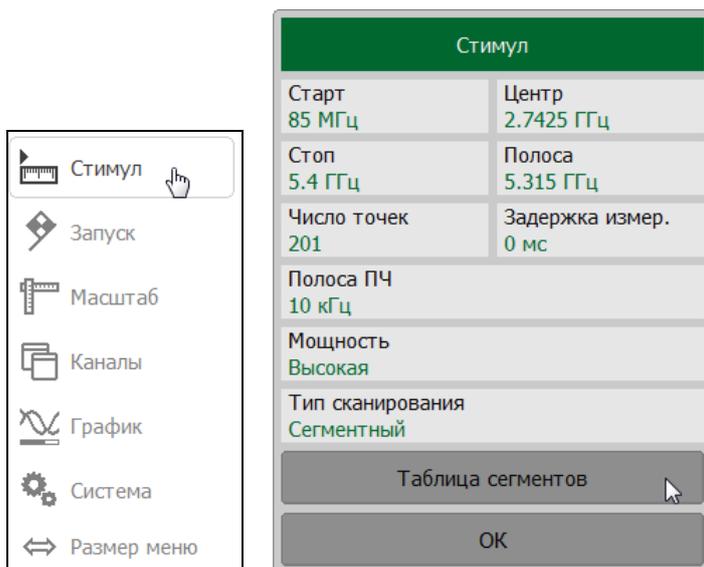


- 3 В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.
Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.
Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.
Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.

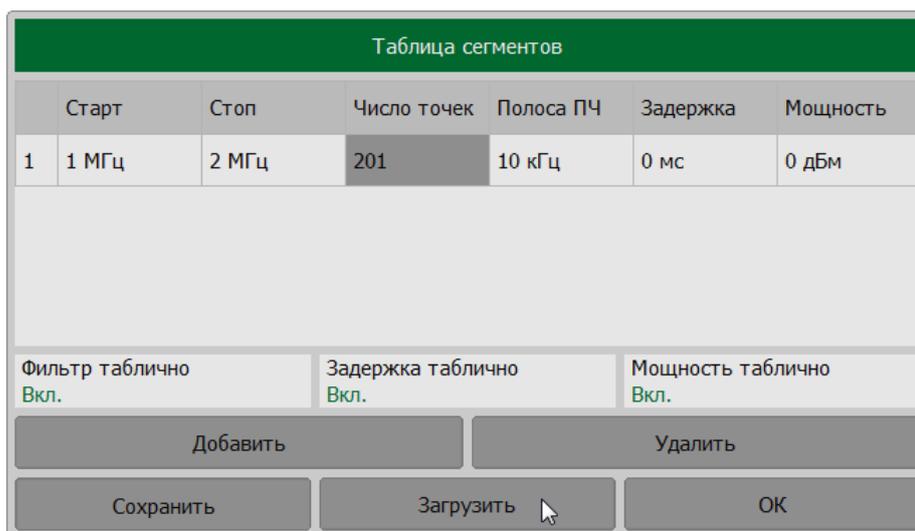


4.4.6.3 Загрузка таблицы сегментов

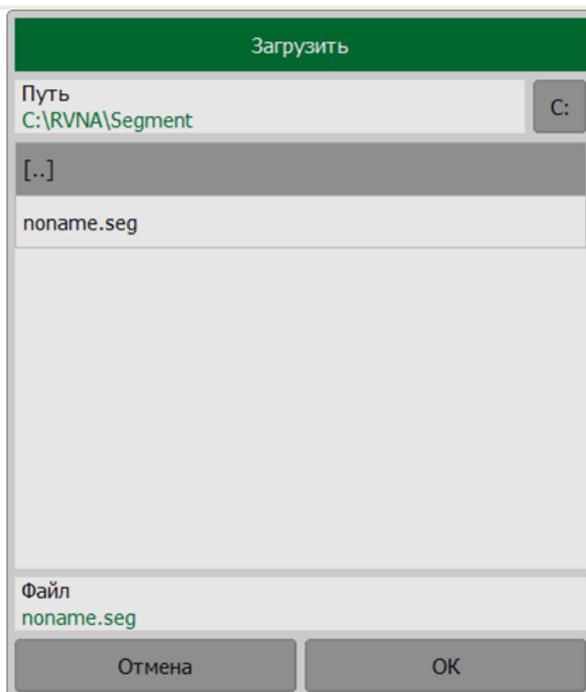
- 1 Нажмите программные кнопки **Стимул > Таблица сегментов**.



- 2 Далее нажмите кнопку **Загрузить**.



- 3 В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.
Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.
Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.
Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.



4.5 Управление запуском сканирования

Режим запуска сканирования определяет запуск сканирования всех каналов. Каналы могут работать в одном из трёх режимов запуска сканирования:

- **Повторный** – запуск производится каждый раз при завершении цикла сканирования в каждом канале индикации;
- **Однократный** – запуск производится однократно и, после завершения сканирования, триггер переходит в состояние **Стоп**;
- **Стоп** – сканирование остановлено. Запуск не производится.

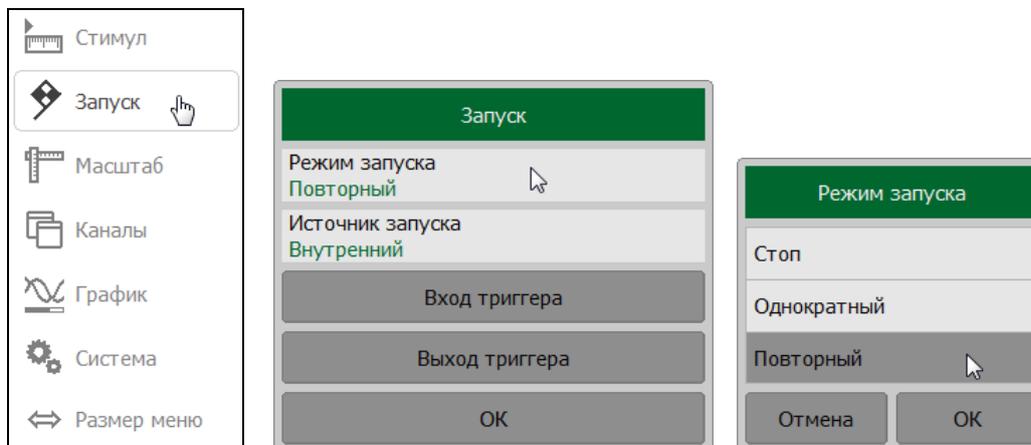
Сигнал запуска относится к рефлектометру в целом и влияет на запуск всех каналов. Если открыто более одного канала индикации, то сканирование в каждом из них будет происходить по очереди.

Источником сигнала запуска сканирования может служить один из трех источников, выбираемых пользователем:

- **Внутренний** – сигнал запуска вырабатывается измерителем по завершению сканирования всех каналов;
- **Внешний** – использует вход внешнего запуска для выработки сигнала запуска;
- **Шина** – сигнал запуска поступает от внешнего компьютера через интерфейс LAN или от программы, управляющей измерителем по COM/DCOM.

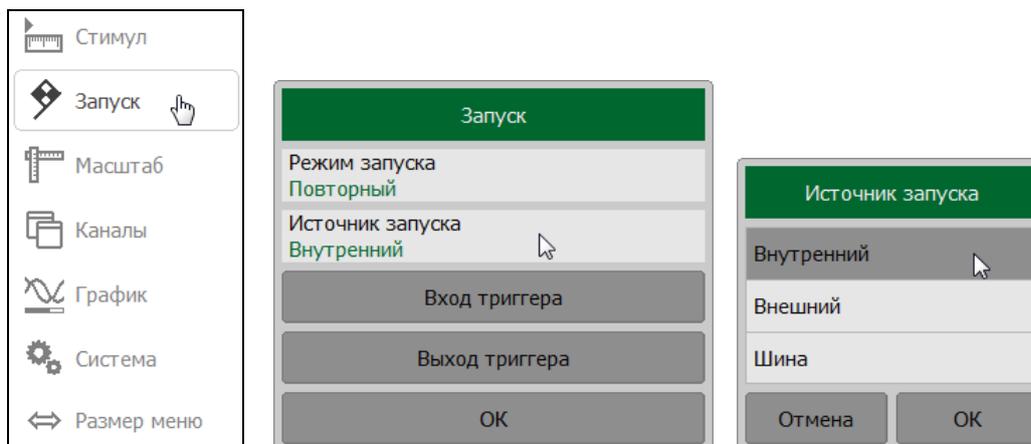
4.5.1 Установка состояния триггера запуска

Нажмите программную кнопку **Запуск**. Щелкните по полю **Режим запуска** и в открывшемся окне выберите режим запуска.



4.5.2 Установка источника запуска

Нажмите программную кнопку **Запуск**. Щелкните по полю **Источник запуска** и в открывшемся окне выберите источник запуска.

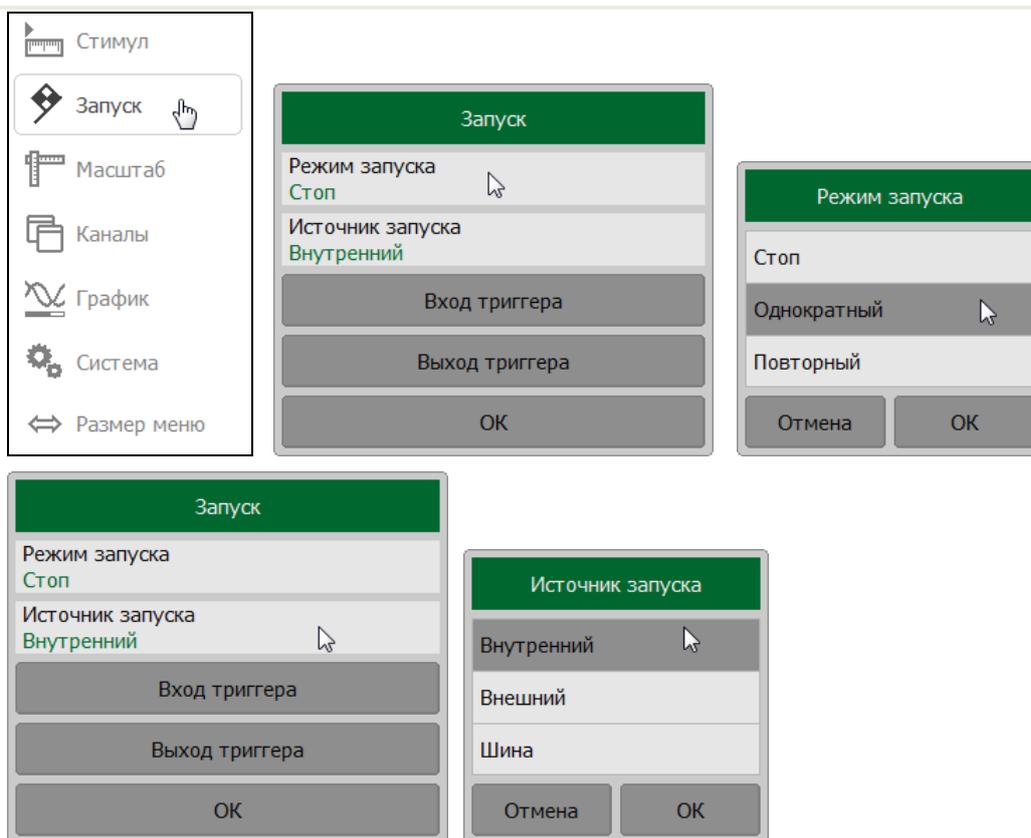


4.5.3 Ручной запуск

Кнопка **Ручной запуск** позволяет производить быстрый однократный запуск сканирования.

Кнопка **Ручной запуск** появляется внизу в правой панели программных кнопок.

Для активации нажмите программную кнопку **Запуск**. Щелкните по полю **Режима запуска** и в открывшемся окне выберите **Однократный**. Щелкните по полю **Источник запуска** и в открывшемся окне выберите **Внутренний**.

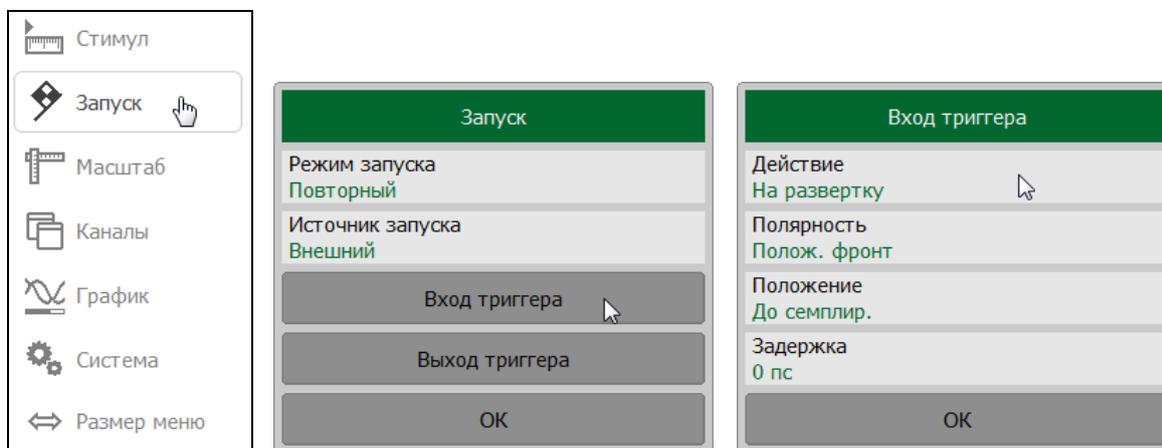


4.5.4 Внешний запуск (кроме Caban R54)

4.5.4.1 Действие внешнего запуска

По умолчанию использование внешнего запуска инициирует измерение развертки по частоте. Запуск действует «на развертку» (см. рисунки 4.8 а, б). При выборе функции запуска «на точку» каждое действие запуска инициирует измерение единственной частотной точки развертки (см. рисунки 4.8 в, г).

Нажмите программные кнопки **Запуск > Вход триггера**. Щелкните по полю **Действие** и установите действие внешнего запуска.

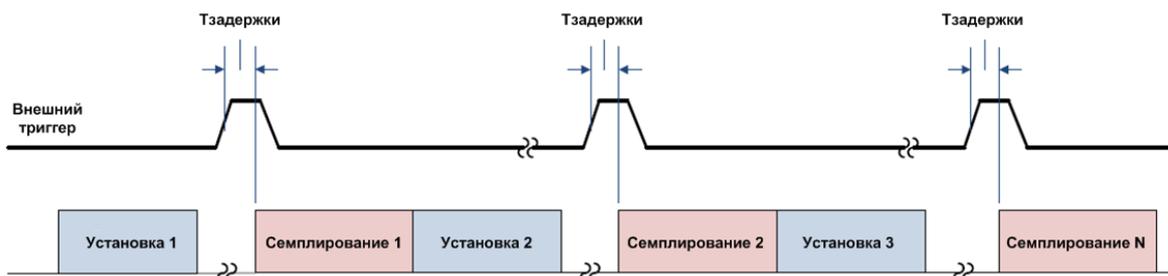




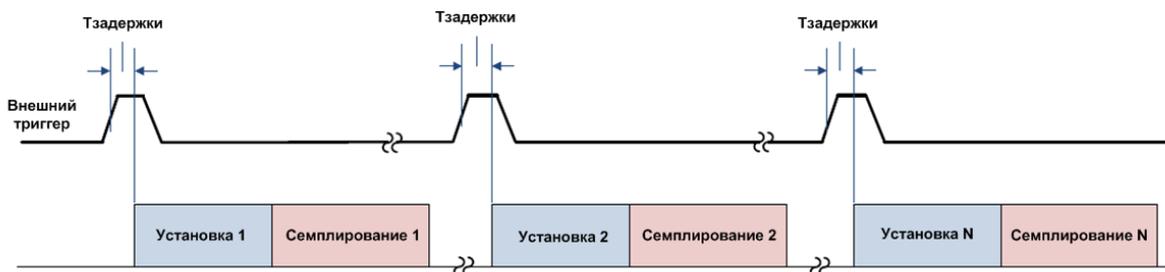
а. До семплирования. Функция «на точку» выключена



б. До загрузки. Функция «на точку» выключена



в. До семплирования. Функция «на точку» включена

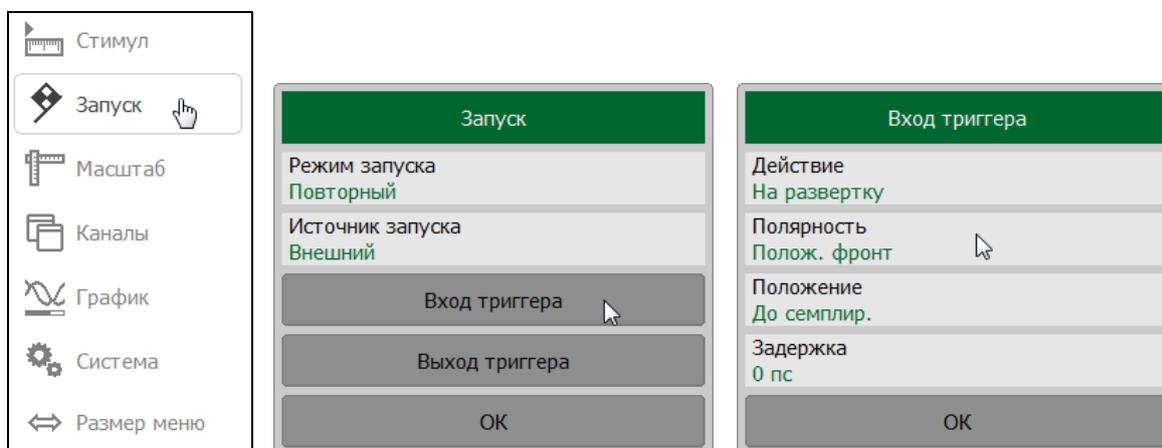


г. До загрузки. Функция «на точку» включена

Рисунок 4.8 Внешний запуск

4.5.4.2 Полярность внешнего запуска

Нажмите программные кнопки **Запуск > Вход триггера**. Щелкните по полю **Полярность** для выбора полярности внешнего запуска.



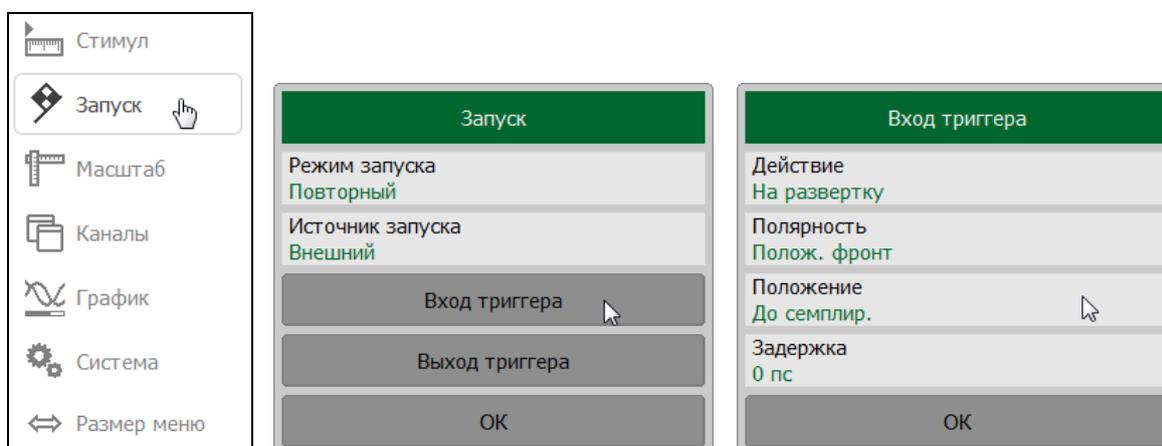
4.5.4.3 Положение внешнего запуска

Возможен выбрать два варианта ожидания сигнала запуска:

- до семплирования (до выборки), когда частота стимула уже установлена. Изменение частоты стимула начинается после семплирования (см. рисунки 4.8 а, в);
- до установки частоты и последующего измерения. Изменение частоты стимула начинается с момента поступления сигнала внешнего триггера (см. рисунки 4.8 б, г).

В зависимости от настроек действия внешнего запуска внешний триггер ожидается перед каждой точкой или перед первой точкой полного цикла развертки по частоте.

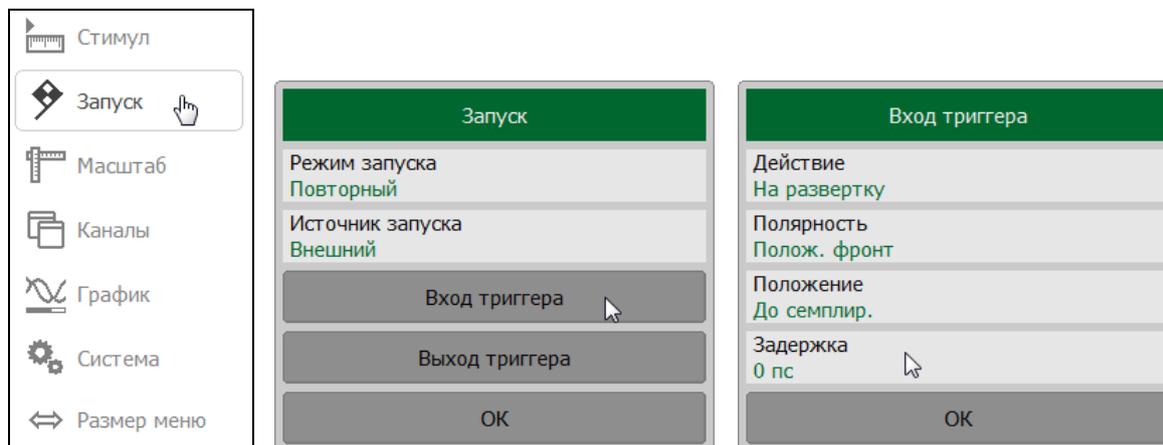
Нажмите программные кнопки **Запуск > Вход триггера**. Щелкните по полю **Положение** и установите положение внешнего запуска.



4.5.4.4 Задержка внешнего запуска

Задержка внешнего запуска устанавливает задержку срабатывания по отношению к внешнему сигналу запуска (см. рисунок 4.8). Диапазон задержки составляет от 0 до 100 с шагом 0.1 мкс.

Нажмите программные кнопки **Запуск > Вход триггера**. Щелкните по полю **Задержка** и введите на клавиатуре требуемую величину с учетом единиц измерения.



4.5.5 Выход триггера (кроме Caban R54 и Caban R140)

Выход триггера генерирует сигналы в зависимости от выбранных настроек выхода триггера (см. рисунки 4.9, 4.10):

- до загрузки;
- до семплирования (до выборки);
- после семплирования (после выборки);
- готов к триггеру;
- измерение;
- конец развертки.

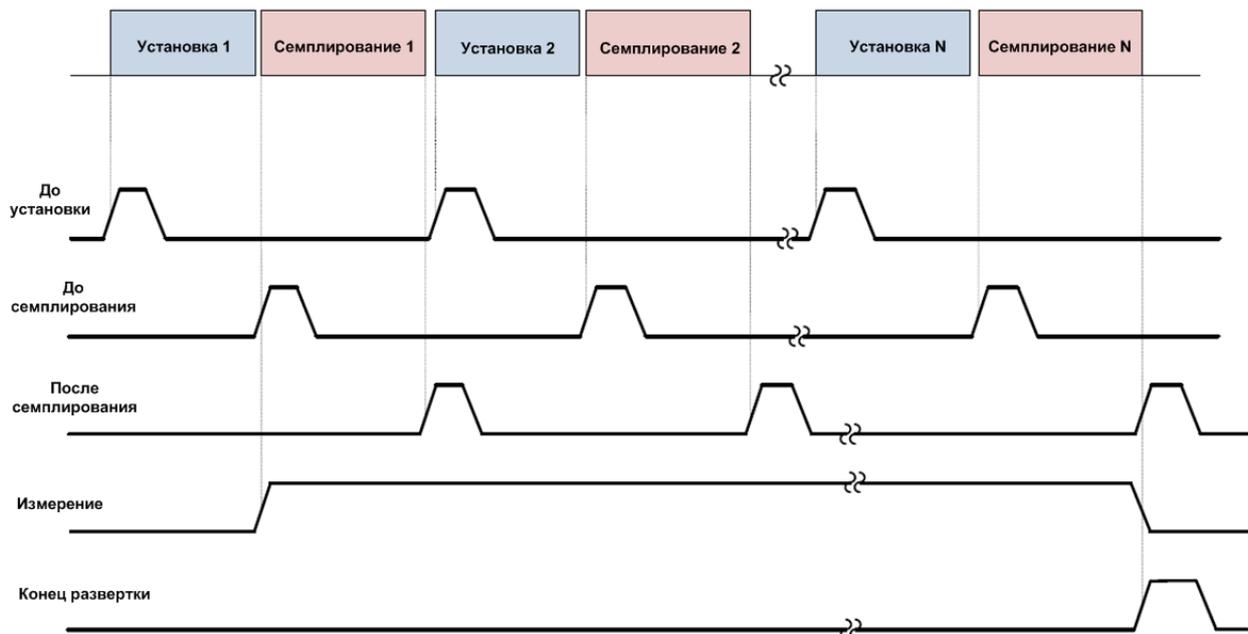


Рисунок 4.9 Выход триггера (кроме готовности к триггеру)

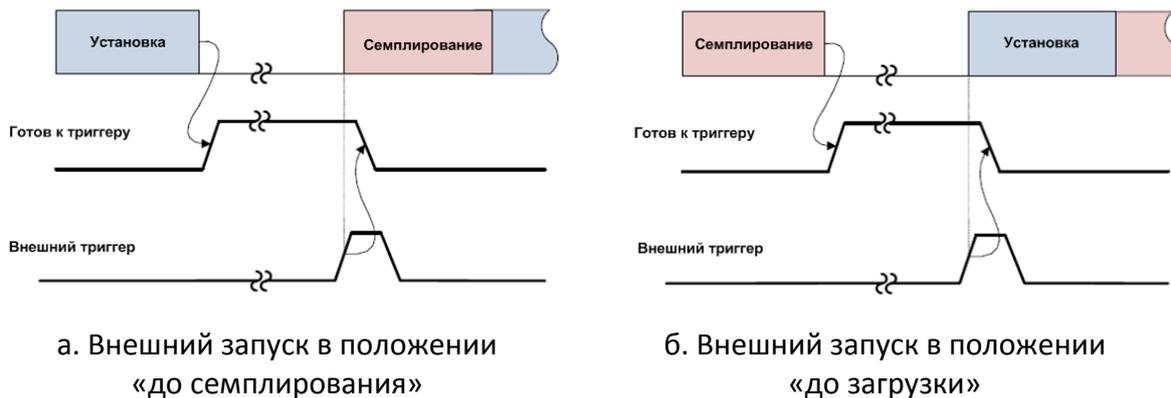
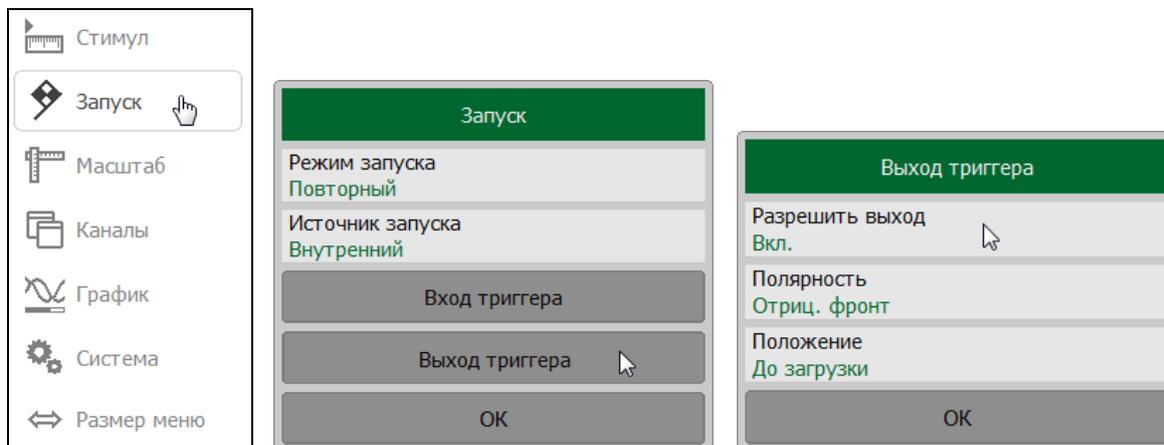


Рисунок 4.10 Выход триггера (готовность к триггеру)

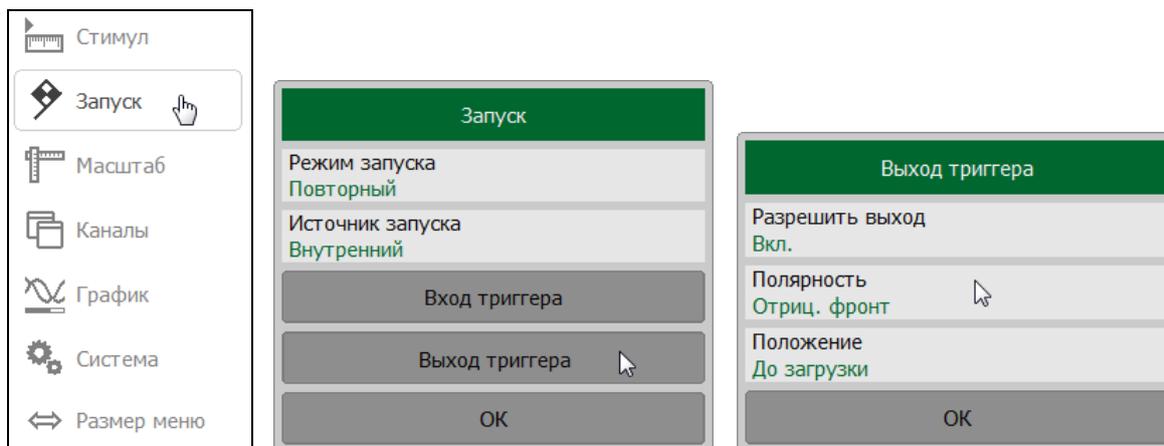
4.5.5.1 Установка выхода триггера

Нажмите программные кнопки **Запуск > Выход триггера**. Щелкните по полю **Разрешить выход** для включения или отключения выхода триггера.



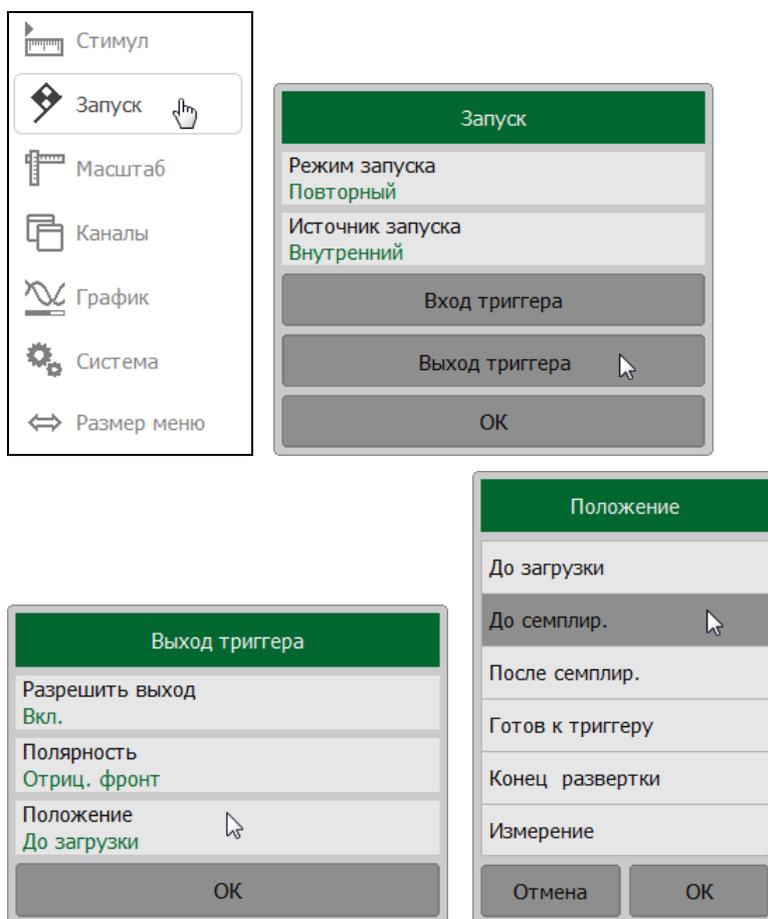
4.5.5.2 Полярность выхода триггера

Нажмите программные кнопки **Запуск > Выход триггера**. Щелкните по полю **Полярность** и установите полярность выхода триггера.



4.5.5.3 Функция выхода триггера

Нажмите программные кнопки **Запуск** > **Выход триггера**. Щелкните по полю **Положение**. В открывшемся окне выберите функцию выхода триггера.



Примечание

При выборе функции **Готов к триггеру** источник запуска должен быть переключен на **Внешний** (см. пункт 4.5.2), чтобы запустить триггер.

4.6 Фильтрация

В разделе меню **Фильтрация** производится установка полосы ПЧ, усреднение и сглаживания измерений.

4.6.1 Установка полосы ПЧ

Полоса ПЧ определяет полосу пропускания измерительных приёмников.

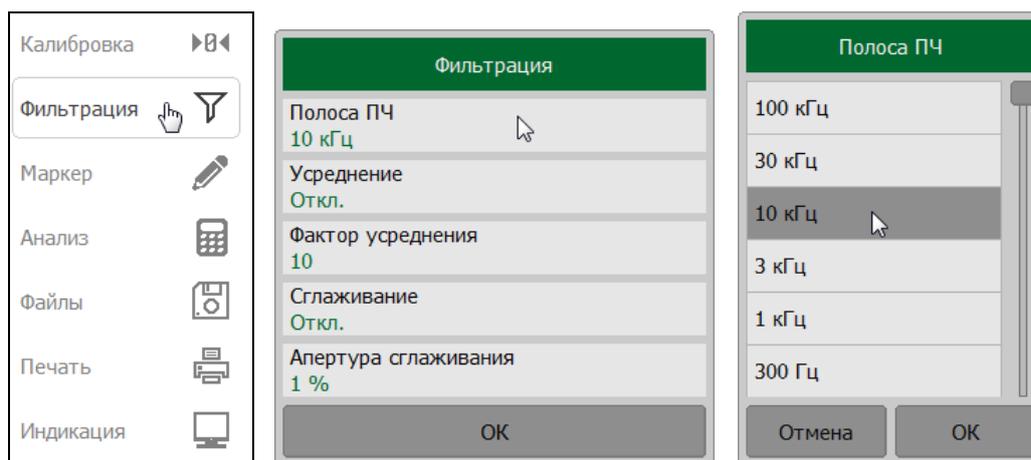
Ширина полосы частот	10 Гц, 30 Гц, 100 Гц, 300 Гц; 1 кГц, 3 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 100 кГц
----------------------	--

Сужение полосы ПЧ позволяет снизить собственные шумы, и расширить динамический диапазон измерений, при этом увеличивается время измерения. Сужение полосы измерительного фильтра в 10 раз приводит к снижению уровня шума примерно на 10 дБ.

Полоса ПЧ задаётся для каждого канала отдельно. Перед заданием полосы ПЧ необходимо назначить активный канал (см. пункт 4.1.2).

Нажмите программную кнопку **Фильтрация**. Щёлкните по полю **Полоса ПЧ** и выберите в открывшемся окне полосу ПЧ.

Быстрая настройка полосы ПЧ описана в пункте 3.9.13.



4.6.2 Установка усреднения

Установка усреднения действует аналогично сужению полосы ПЧ, она позволяет снизить собственные шумы, и расширить динамический диапазон измерений.

Усреднение в каждой измеряемой точке производится за несколько циклов сканирования методом экспоненциального окна в соответствии со следующей формулой:

$$\begin{cases} M_i = S_i, & i = 0 \\ M_i = \left(1 - \frac{1}{n}\right) \cdot M_{i-1} + \frac{S_i}{n}, & i > 0, n = \min(i + 1, N) \end{cases}'$$

где M_i – результат усреднения на i – цикле сканирования;

S_i – значение измеряемой величины (S –параметра) на i – цикле сканирования;

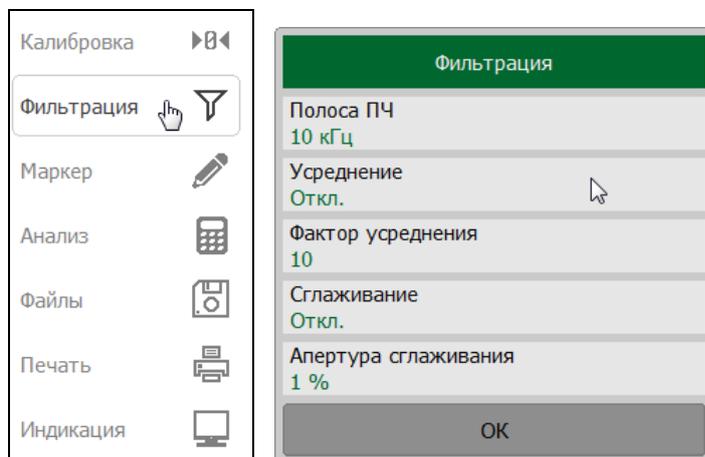
N – фактор усреднения задается пользователем от 1 до 999, чем выше фактор, тем сильнее степень усреднения.

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

Усреднение задаётся для каждого канала отдельно. Перед заданием усреднения необходимо назначить активный канал (см. пункт 4.1.2).

Нажмите программную кнопку **Фильтрация**. В открывшемся окне щёлкните по полю **Усреднение**, чтобы включить или выключить усреднение.

Чтобы изменить фактор усреднения щёлкните левой кнопкой мыши по полю **Фактор усреднения**. Введите значение с помощью клавиатуры.



4.6.3 Установка сглаживания

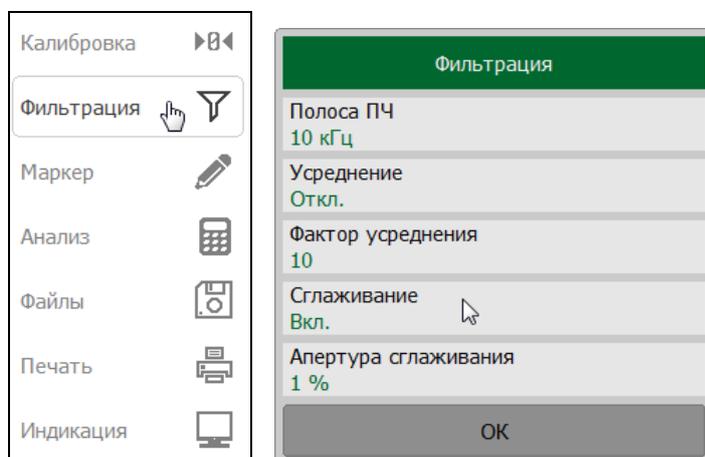
Сглаживание осуществляется путём усреднения результатов измерений соседних точек графика скользящим окном. Ширина окна (апертура) задаётся пользователем в процентах от числа точек графика.

Сглаживание не увеличивает динамический диапазон измерения. Сглаживание сохраняет средний уровень графика, уменьшая шумовые выбросы.

Сглаживание задаётся для каждого графика отдельно. Перед заданием сглаживания необходимо назначить активный график (см. пункт 4.1.5).

Нажмите программную кнопку **Фильтрация**. В открывшемся окне щёлкните по полю **Сглаживание** для включения или выключения функции сглаживания.

Чтобы изменить апертуру сглаживания щёлкните левой кнопкой мыши по полю **Апертура сглаживания**. Введите значение с помощью клавиатуры.



4.7 Установка параметров кабеля

По умолчанию, потери в кабеле при DTF измерениях не компенсируются (см. главу 7). Однако, чтобы сделать такие измерения более точными должны быть введены потери в кабеле и коэффициент замедления. Ввести эти параметры можно двумя методами:

- выбрать тип кабеля из списка, в котором содержатся потери в кабеле в дБ/м и коэффициент замедления;
- воспользоваться пользовательской установкой типа и параметров кабеля и ввести данные вручную.

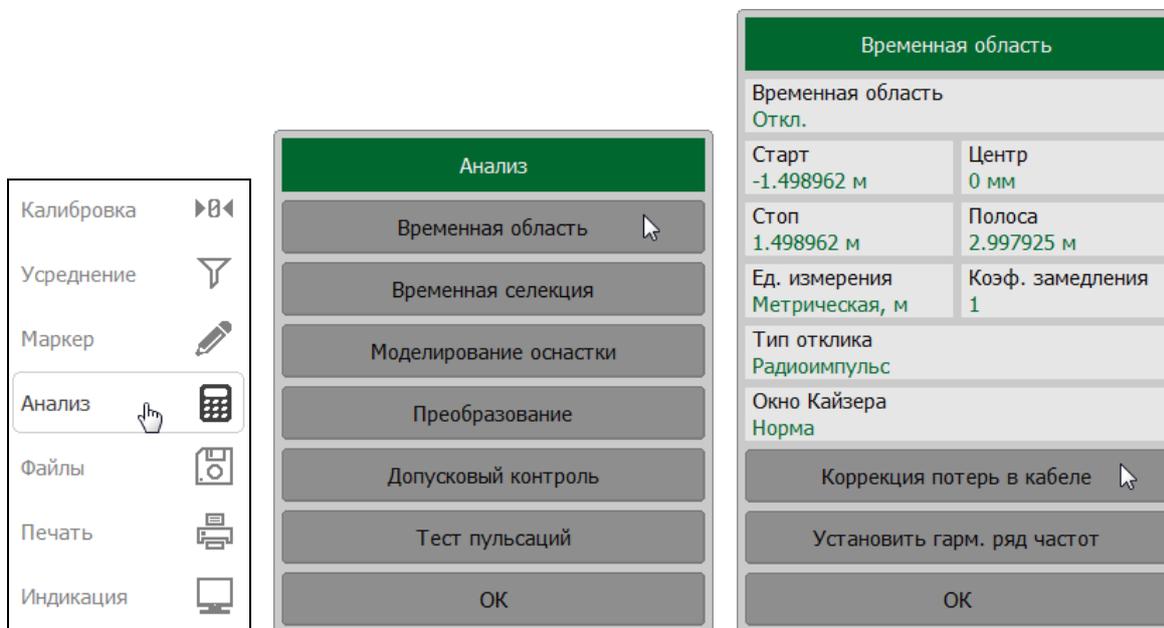
Коэффициент замедления – это физическое свойство материала кабеля. Коэффициент замедления, равный единице, соответствует скорости света в вакууме. Кабель с полиэтиленовым изолятором имеет коэффициент замедления 0,66, с тефлоновым изолятором – 0,7.

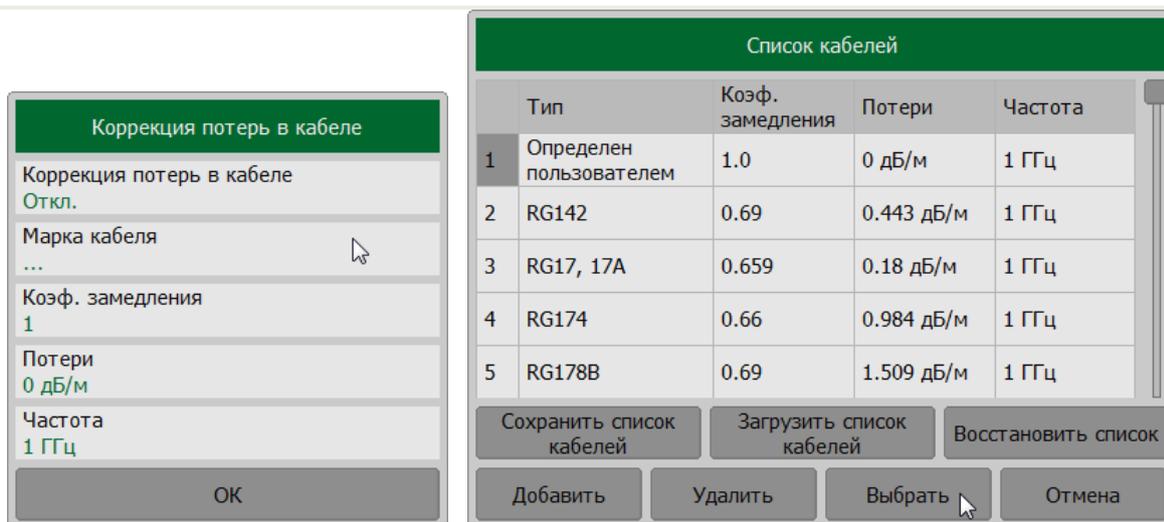
Потери в кабеле выражаются в дБ/м. Потери пропорциональны длине кабеля и частоте сигнала, который проходит через этот кабель.

4.7.1 Выбор типа кабеля

Нажмите на программные кнопки **Анализ > Временная область > Коррекция потерь в кабеле**.

В открывшемся окне щелкните по полю **Марка кабеля**. В окне **Список кабелей** выберите нужный тип кабеля. Завершите ввод кнопкой **Выбрать**.

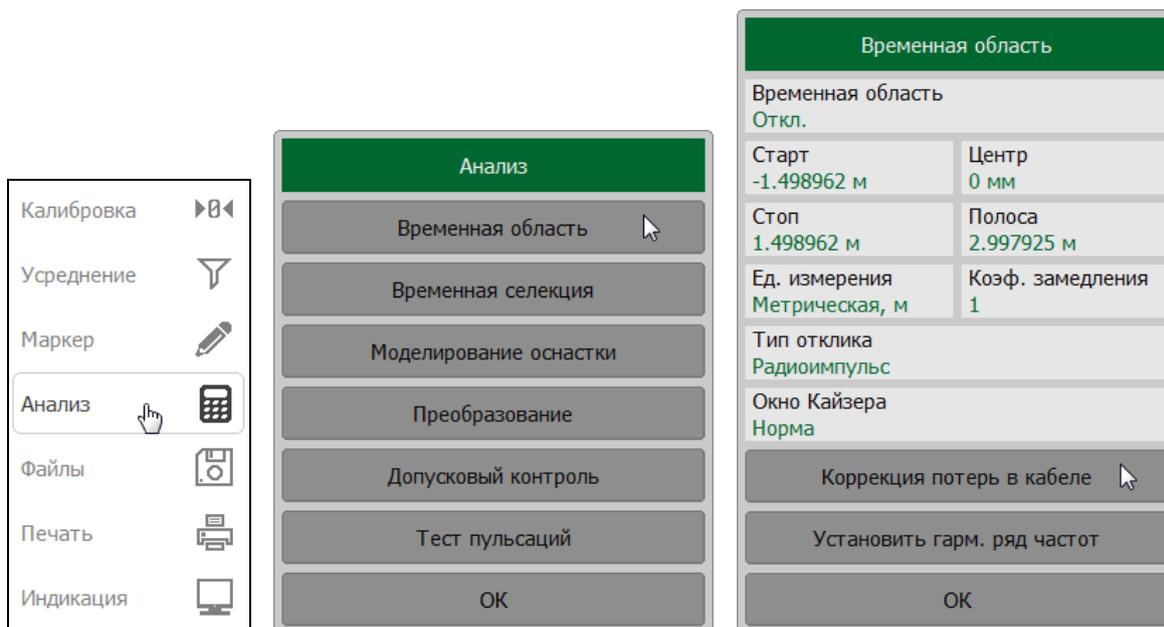


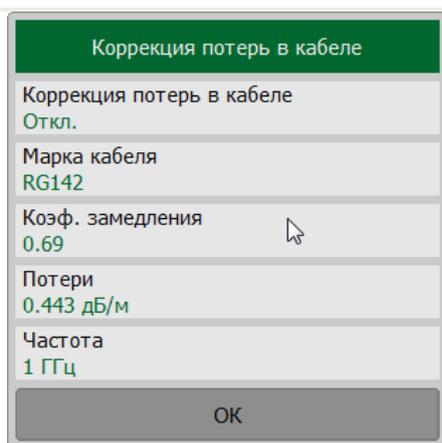


4.7.2 Пользовательская установка параметров кабеля

Нажмите на программные кнопки **Анализ > Временная область > Коррекция потерь в кабеле**.

В открывшемся окне щёлкните по полю **Козф. замедления** и введите требуемое значение с помощью клавиатуры.





Коррекция потерь в кабеле	
Коррекция потерь в кабеле	Откл.
Марка кабеля	RG142
Кэф. замедления	0.69
Потери	0.443 дБ/м
Частота	1 ГГц
ОК	

Примечание

Изменение параметров кабеля в окне **Коррекция потерь в кабеле** не влияет на параметры этого кабеля в таблице **Список кабелей**.

4.7.3 Редактирование таблицы кабелей

Нажмите на программные кнопки **Анализ > Временная область > Коррекция потерь в кабеле**.

В открывшемся окне щелкните по полю **Марка кабеля**.

В окне **Список кабелей**:

- для добавления/удаления строки в таблице нажмите кнопки **Добавить/Удалить** соответственно;
- для редактирования значений нажмите двойным щелчком мыши по полям таблицы **Тип**, **Кэф. замедления**, **Потери**, **Частота** и отредактируйте значения с помощью клавиатуры;
- для сохранения таблицы кабелей на диск нажмите кнопку **Сохранить список кабелей**.

В открывшемся окне **Сохранить** выберите путь и введите имя файла.

Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.

Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла;

- для восстановления таблицы кабелей с диска нажмите кнопку **Восстановить список кабелей**.

Калибровка

Усреднение

Маркер

Анализ

Файлы

Печать

Индикация

Анализ

Временная область

Временная селекция

Моделирование оснастки

Преобразование

Допусковый контроль

Тест пульсаций

ОК

Временная область

Временная область
Откл.

Старт -1.498962 м	Центр 0 мм
Стоп 1.498962 м	Полоса 2.997925 м
Ед. измерения Метрическая, м	Кэф. замедления 1

Тип отклика
Радиоимпульс

Окно Кайзера
Норма

Коррекция потерь в кабеле

Установить гарм. ряд частот

ОК

Коррекция потерь в кабеле

Коррекция потерь в кабеле
Откл.

Марка кабеля
...

Кэф. замедления
1

Потери
0 дБ/м

Частота
1 ГГц

ОК

Список кабелей

	Тип	Кэф. замедления	Потери	Частота
1	Определен пользователем	1.0	0 дБ/м	1 ГГц
2	RG142	0.69	0.443 дБ/м	1 ГГц
3	RG17, 17A	0.659	0.18 дБ/м	1 ГГц
4	RG174	0.66	0.984 дБ/м	1 ГГц
5	RG178B	0.69	1.509 дБ/м	1 ГГц

Сохранить список кабелей Загрузить список кабелей Восстановить список

Добавить Удалить Выбрать Отмена

5 Калибровка рефлектометра

5.1 Общие сведения

5.1.1 Ошибки измерения

На результаты измерения S–параметров влияют различные ошибки измерения.

Ошибки измерения можно разделить на две категории:

- систематические ошибки измерения;
- случайные ошибки измерения.

Случайные ошибки измерения – это шумовые флуктуации и температурные дрейфы в электронных компонентах, изменение механических размеров соединителей при изменении температуры, ошибки повторяемости при их повторном соединении. Случайные ошибки, в силу своей непредсказуемости, не могут быть заранее измерены и учтены. Для уменьшения случайных ошибок можно принимать определённые меры: правильный выбор мощности источника, сужение полосы ПЧ, поддержание постоянной температуры окружающей среды, соблюдение времени прогрева рефлектометра, осторожное обращение с соединителями, уменьшение изгибов кабелей после калибровки, использование ключа с калиброванным усилением при подключениях «вилка–розетка» коаксиальных СВЧ соединителей.

Случайные ошибки и методы их уменьшения не рассматриваются далее в данном разделе.

Систематические ошибки измерения – это ошибки, вызванные не идеальностью компонентов измерительной системы. Они повторяемы, их характеристики не изменяются со временем. Систематические ошибки можно вычислить, а затем уменьшить их величину путём введения поправок в результаты измерений математическим способом.

Процесс измерения параметров прецизионных физических устройств с известными параметрами с целью вычисления систематических ошибок измерения называется **калибровкой**, а такие физические устройства – называются **калибровочными мерами**. Наиболее распространены калибровочные меры короткого замыкания (КЗ), холостого хода (ХХ), согласованной нагрузки (Нагрузка).

Процесс компенсации (уменьшения величины) систематических ошибок измерения в результатах измерений математическим способом называется – **коррекцией ошибок**.

5.1.2 Систематические ошибки измерения

В векторных анализаторах цепей, к которым относится рефлектометр, подразделяют следующие источники систематических ошибок измерения:

- направленность;
- согласование источника;
- частотная неравномерность.

Значения систематических ошибок измерения до применения процедуры коррекции ошибок называются – **нескорректированными**.

Остаточные значения систематических ошибок измерения после применения процедуры коррекции называются – **эффективными**.

5.1.2.1 Направленность

Ошибка измерения, вызванная направленным ответчиком в источнике сигнала, из-за неспособности последнего абсолютно разделить сигналы падающей и отражённой волны. При этом часть энергии сигнала падающей волны проникает в приёмник отражённого сигнала. Погрешность, вносимая направленностью, не зависит от характеристик ИУ и обычно оказывает наибольшее влияние при измерении отражения.

Для обозначения направленности далее используется – E_d .

5.1.2.2 Согласование источника

Ошибка измерения, вызванная не согласованием тестового порта – источника сигнала с входом ИУ. При этом часть сигнала, отражённого от входа ИУ, отражается от тестового порта и снова поступает на вход ИУ. При этом возникает ошибка при измерении отражённого сигнала, и при измерении переданного сигнала. Ошибка, вносимая согласованием источника, зависит от соотношения входного импеданса ИУ и импеданса тестового порта.

Ошибка согласования источника оказывает значительное влияние при измерении ИУ с плохим согласованием входа.

Для обозначения согласования источника далее используется – E_s .

5.1.2.3 Частотная неравномерность отражения

Ошибка измерения, вызванная различием частотно – зависимых амплитудных и фазовых характеристик путей распространения отражённого и опорного сигнала в тестовом порте.

Для обозначения частотной неравномерности отражения далее используется – E_r .

5.1.3 Однопортовая модель ошибок измерения

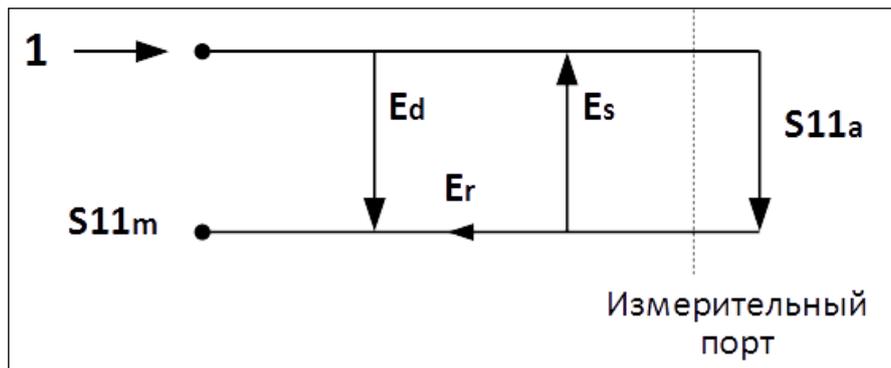
Для анализа систематических ошибок используют модели ошибок в виде сигнальных (направленных) графов.

При измерении коэффициента отражения ИУ используется измерительный порт рефлектометра. Сигнальный граф модели ошибок измерения для измерительного порта, показан на рисунке 5.1.

На результат измерения отражения в однопортовой модели влияют три систематических ошибки измерения:

- E_d – направленность;

- E_s – согласование источника;
- E_r – частотная неравномерность отражения.



S_{11a} – истинное значение коэффициента отражения

S_{11m} – измеренные значения коэффициента отражения

Рисунок 5.1 Однопортовая модель ошибок

Значение стимулирующего сигнала принято равным 1 для нормировки. Значения всех величин в модели – комплексные.

Установив в процессе полной однопортовой калибровки все три ошибки E_d , E_s , E_r для каждой измеряемой частоты, можно получить истинное значение коэффициента отражения S_{11a} , математически устранив ошибки из измеряемой величины S_{11m} .

Существуют упрощённые методы калибровки, которые устраняют влияние только одной систематической ошибки из трёх.

5.1.4 Определение положения измерительного порта

Процесс калибровки определяет положение измерительного порта. Измерительным портом считается соединитель, к которому подключаются калибровочные меры в процессе калибровки.

Измерительным портом называется соединитель рефлектометра с импедансом 50 Ом, тип N вилка, потому что к нему при калибровке подключаются калибровочные меры.

В некоторых случаях для проведения измерений необходимо подключить к соединителю адаптер или коаксиальный кабель для перехода к другому типу соединителя. В таких случаях в процессе калибровки калибровочные меры необходимо подключать к соединителю кабеля или адаптера.

На рисунке 5.2 приведены два случая определения положения измерительного порта при измерении ИУ. Использование кабелей и/или адаптеров не влияет на результат измерений, если они включены в процесс калибровки.

В некоторых случаях используют термин **плоскость калибровки**, под которым понимают воображаемую плоскость, проходящую по срезу соединителя, к которому подключаются калибровочные меры.

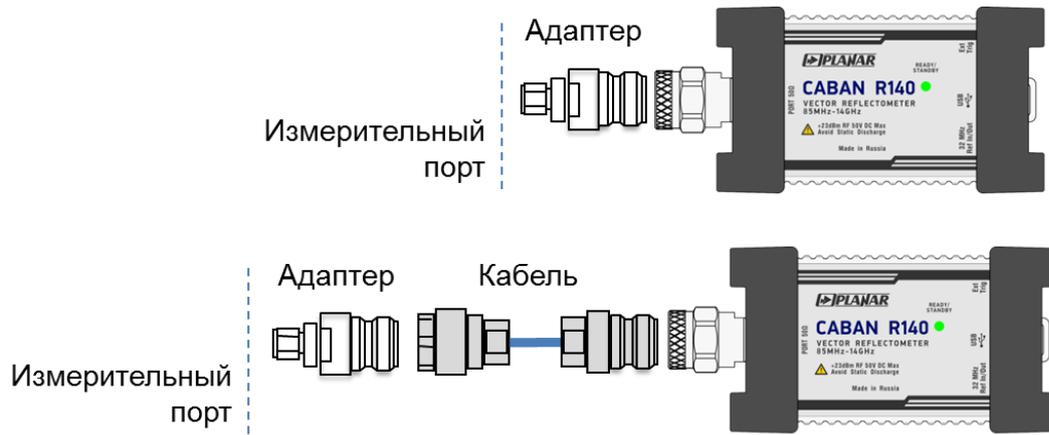


Рисунок 5.2 Примеры определения измерительного порта

5.1.5 Стадии процесса калибровки

Процесс калибровки включает в себя следующие стадии:

- выбор комплекта калибровочных мер, соответствующих типу соединителя измерительного порта;
- выбор метода калибровки, исходя из требуемой точности измерений. Метод калибровки определяет, какая часть ошибок (либо все ошибки) модели ошибок будет скомпенсирована;
- измерение калибровочных мер в заданном диапазоне частот. Число измерений мер зависит от метода калибровки;
- сравнение рефлектометром измеренных параметров калибровочных мер с их заранее известными параметрами. Разница используется для вычисления калибровочных коэффициентов (систематических ошибок);
- сохранение таблицы калибровочных коэффициентов в рефлектометре и использование для коррекции измерений.

Калибровка применяется к рефлектометру в целом и влияет на все каналы индикации. Это означает, что одна таблица калибровки хранится для всех каналов.

5.1.6 Методы калибровки

Рефлектометр поддерживает несколько методов калибровки. Методы калибровки различаются количеством и типом используемых калибровочных мер, набором корректируемых систематических ошибок. В таблице 5.1 приведён обзор методов калибровки.

Таблица 5.1 Методы калибровки

Метод калибровки	Измеряемый параметр	Меры	Ошибки
Нормализация отражения	S11	K3 или XX	Er
Нормализация отражения расширенная	S11	<ul style="list-style-type: none"> • K3 или XX • Нагрузка 	Er, Ed
Полная калибровка однопортовая	S11	<ul style="list-style-type: none"> • K3 • XX • Нагрузка 	Er, Ed, Es

5.1.6.1 Нормализация отражения

Нормализация – это простейший метод калибровки, так как он требует измерения только одной калибровочной меры для измеряемого S–параметра.

Измерение коэффициента отражения S11 калибруется с помощью меры K3 или XX, давая оценку частотной неравномерности отражения – Er.

Метод называется нормализацией, так как измеряемый S–параметр в каждой частотной точке делится на соответствующий S–параметр калибровочной меры (т.е. нормируется). Нормализация устраняет частотно зависимое ослабление и сдвиг фазы в цепи измерения, она не компенсирует ошибки направленности и согласования.

5.1.6.2 Нормализация отражения расширенная

Расширенная нормализация требует подключения двух калибровочных мер к тестовому порту: K3 или XX и Нагрузка. Измерение двух мер позволяет получить оценку частотной неравномерности отражения – Er и оценку направленности – Ed.

5.1.6.3 Полная однопортовая калибровка

Полная однопортовая калибровка требует подключения трёх калибровочных мер к тестовому порту: K3, XX, Нагрузка.

Измерение трёх мер позволяет компенсировать все три ошибки однопортовой модели – Ed, Es, Er.

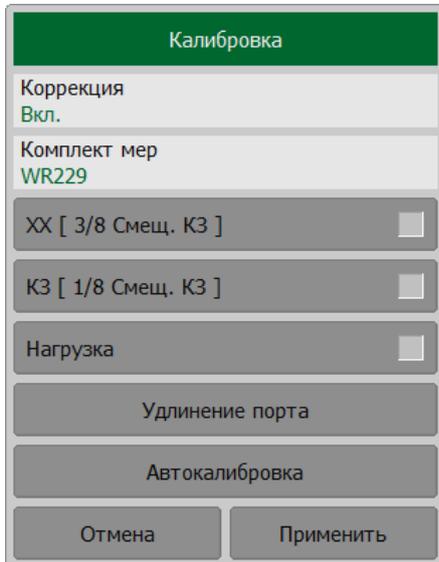
5.1.6.4 Калибровка в волноводном тракте

Калибровка в волноводном тракте имеет следующие особенности:

- системное сопротивление анализатора Z0 устанавливается равным 1 Ом;
- значения волнового сопротивления смещения и импеданс нагрузки в определении волноводного набора калибровочных мер также должны быть равными 1 Ом;

- вместо пары мер ХХ и КЗ в волноводной калибровке используется пара смещенных мер КЗ, как правило $1/8\lambda_0$ и $3/8\lambda_0$, где λ_0 – длина волны в волноводе на средней частоте.

В волноводной калибровке в качестве меры ХХ назначена одна из смещенных мер КЗ. Поэтому на кнопке отвечающей за измерение ХХ находится наименование одной из мер КЗ.



5.1.7 Калибровочные меры и комплекты мер

Калибровочные меры – это прецизионные физические устройства, используемые для определения погрешностей в измерительной системе.

Комплект мер – это набор калибровочных мер с соединителями определённого типа, и с определённым волновым сопротивлением. Комплект включает в себя меры трёх различных типов: КЗ, ХХ, Нагрузка.

Характеристики реальных калибровочных мер имеют отклонения от идеальных значений. Так, идеальная мера **КЗ** должна иметь модуль коэффициента отражения 1.0 и фазу коэффициента отражения 180° во всем частотном диапазоне. Реальная мера КЗ имеет отклонения от данных величин, зависящие от частоты. Для учёта таких отклонений вводится **модель калибровочной меры** в виде эквивалентной цепи с определёнными параметрами.

Рефлектометр содержит определения комплектов калибровочных мер различных производителей. Работая с программным обеспечением к рефлектометру, пользователь может добавлять определения своих комплектов калибровочных мер или модифицировать predetermined. Порядок редактирования комплектов калибровочных мер описан в разделе 5.3.

Для обеспечения точности калибровки необходимо выбрать в программе используемый комплект калибровочных мер. Порядок выбора комплекта калибровочных мер описан в пункте 5.2.1.

5.1.7.1 Типы калибровочных мер

Тип калибровочной меры – это категория физических устройств, к которой относится мера, используемая для определения её параметров. Рефлектометр поддерживает следующие типы калибровочных мер:

- XX,
- КЗ,
- Нагрузка.

5.1.7.2 Модель калибровочных мер

Модель калибровочной меры, представленная в виде эквивалентной цепи, используется для вычисления её S-параметров. Для мер типа XX, КЗ, Нагрузка используется однопортовая модель (см. рисунок 5.3).



Рисунок 5.3 Модель однопортовой меры

Описание числовых параметров модели эквивалентной цепи калибровочных мер даны в таблице 5.2.

Таблица 5.2 Параметры модели эквивалентной цепи калибровочных мер.

Параметр (обозначение в программе)	Описание параметра
Z0 (Z0 смещения [Ом])	Волновое сопротивление смещения (линии передачи) от плоскости калибровки до цепи с сосредоточенными параметрами.
T (Задержка смещ. [пс])	Задержка смещения. Определяется как время распространения сигнала в одну сторону (в секундах) от плоскости калибровки до цепи с сосредоточенными параметрами или до второй плоскости калибровки. Задержка может быть измерена или получена математически делением точно известной физической длины на скорость распространения сигнала в линии.

<p>Rn (Потери смещ. [ГОМ/с])</p>	<p>Потери смещения за счёт скин-эффекта при распространении сигнала в одну сторону. Потери определяются в единицах [Ом/с] на частоте 1 ГГц. Потери в линии определяются путём измерения времени задержки T[с] и потерь L[дБ] на частоте 1 ГГц. Измеренные значения подставляются в формулу:</p> $Rn[Ом/с] = \frac{L[дБ] \cdot Z0[Ом]}{4,3429[дБ] \cdot T[с]}$
<p>C (C0, C1, C2, C3)</p>	<p>Краевая ёмкость меры холостого хода, вызывающая сдвиг фазы коэффициента отражения на высоких частотах. Модель краевой ёмкости описывается функцией частоты, в виде полинома третьего порядка:</p> $C = C_0 + C_1 f + C_2 f^2 + C_3 f^3,$ <p>где f – частота [Гц], C₀ ... C₃ – коэффициенты полинома. Размерность: C₀[Ф], C₁[Ф/Гц], C₂[Ф/Гц²], C₃[Ф/Гц³].</p>
<p>L (L0, L1, L2, L3)</p>	<p>Паразитная индуктивность меры короткого замыкания, вызывающая сдвиг фазы коэффициента отражения на высоких частотах. Модель паразитной индуктивности описывается функцией частоты, в виде полинома третьего порядка:</p> $L = L_0 + L_1 f + L_2 f^2 + L_3 f^3,$ <p>где f – частота [Гц], L₀ ... L₃ – коэффициенты полинома. Размерность: L₀[Гн], L₁[Гн/Гц], L₂[Гн/Гц²], L₃[Гн/Гц³].</p>

5.2 Выполнение калибровки

5.2.1 Выбор комплекта калибровочных мер

Программа содержит таблицу на 50 различных комплектов калибровочных мер (см. рисунок 5.4). Первая часть таблицы содержит predetermined комплекты калибровочных мер. Вторая часть таблицы служит для ввода пользовательских комплектов мер.

Предопределённые комплекты мер включают комплекты фирм Rosenberger, Agilent и Планар.

Для получения нормируемой точности измерений необходимо использовать при калибровке комплект калибровочных мер с известными характеристиками.

Комплекты мер		
1	He опр 50 Ом	
2	He опр 75 Ом	
3	05CK10A-150 -F-	Type-N 50Ohm 18GHz Cal Kit (Rosenberger)
4	05CK10A-150 -M-	Type-N 50Ohm 18GHz Cal Kit (Rosenberger)
5	N1.1 -F-	Type-N 50Ohm 1.5GHz Cal Kit (PLANAR)
6	N1.1 -M-	Type-N 50Ohm 1.5GHz Cal Kit (PLANAR)

Редактировать комплект мер

Отмена ОК

Рисунок 5.4 Пример таблицы комплектов мер

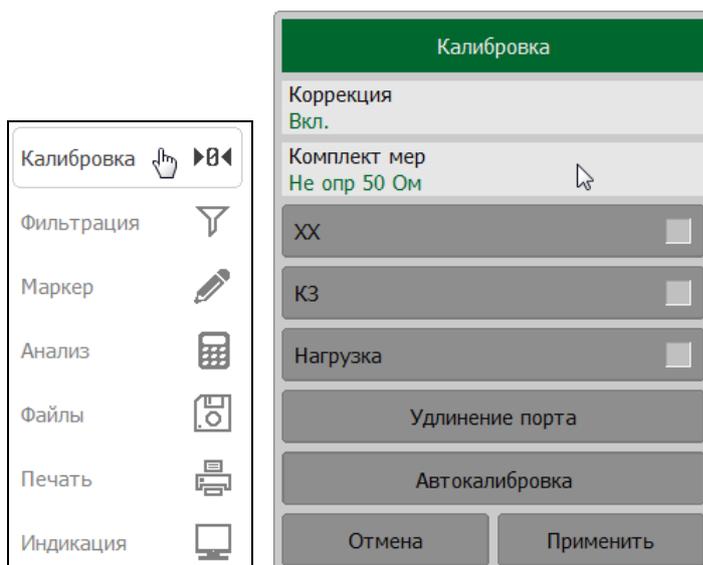
Перед калибровкой необходимо в программе выбрать используемый комплект калибровочных мер из числа определённых, либо создать пользовательский комплект мер.

Обязательно проверьте соответствие значений параметров ваших калибровочных мер со значениями, находящимися в памяти рефлектометра. В случае различия, внесите необходимые изменения.

Процедура ввода и корректировки параметров комплекта калибровочных мер приведена в разделе 5.3.

Нажмите программную кнопку **Калибровка**. Щёлкните по полю **Комплект мер** и выберите нужный комплект мер.

Текущий комплект калибровочных мер индицируется в поле **Комплект мер**.



Комплекты мер		
4	05CK10A-150 -M-	Type-N 50Ohm 18GHz Cal Kit (Rosenberger)
5	N1.1 -F-	Type-N 50Ohm 1.5GHz Cal Kit (PLANAR)
6	N1.1 -M-	Type-N 50Ohm 1.5GHz Cal Kit (PLANAR)
7	85032B/E -F-	Type-N 50Ohm 6GHz Cal Kit (KeySight)
8	85032B/E -M-	Type-N 50Ohm 6GHz Cal Kit (KeySight)
9	85036B/E -F-	Type-N 750hm 3GHz Cal Kit (KeySight)

Редактировать комплект мер

Отмена ОК

Примечание

-M- или **-F-** в наименовании комплекта, обозначают соединитель калибровочной меры вилка или розетка соответственно.

5.2.2 Калибровка нормализации отражения

Нормализация отражения требует измерения одной калибровочной меры КЗ или ХХ (рисунок 5.5).

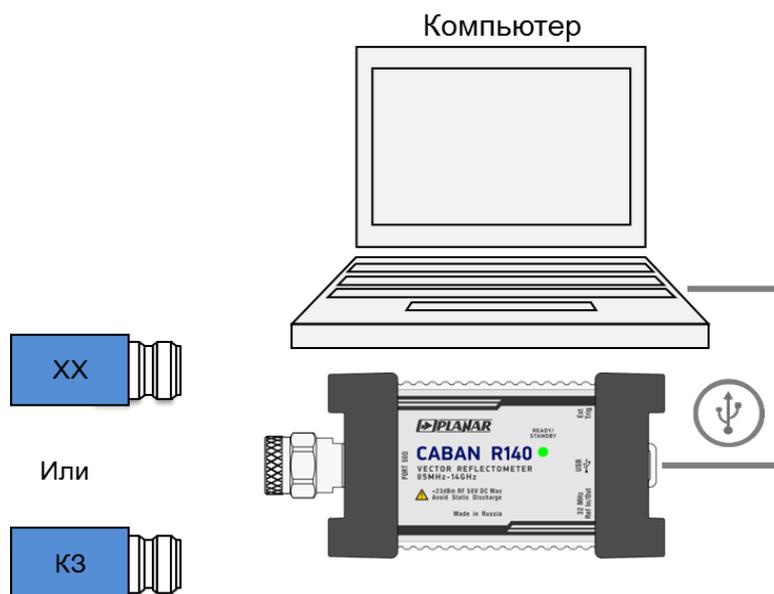


Рисунок 5.5 Калибровка нормализации отражения.

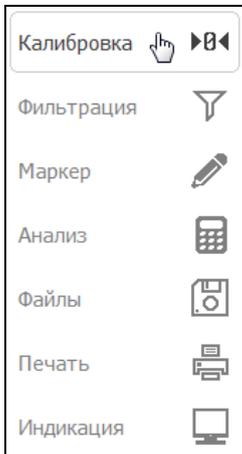
Предварительные установки рефлектометра перед калибровкой:

- назначить активный канал (см. пункт 4.1.2);

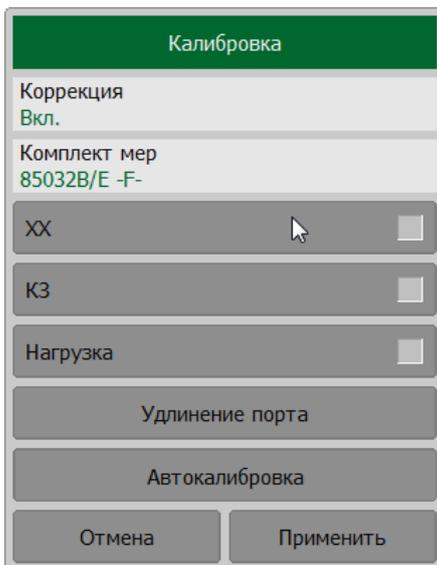
- установить параметры канала (частотный диапазон, полосу ПЧ и другие, см. разделы 4.4 и 4.6;
- выбрать комплект калибровочных мер (см. пункт 5.2.1).

Порядок выполнения калибровки

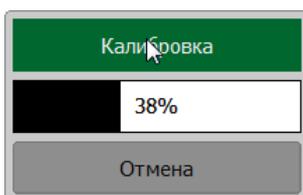
1 Нажмите программную кнопку **Калибровка**.



2 Подключите к тестовому порту меру **XX** или **КЗ** как показано на рисунке 5.5. Нажмите кнопку с обозначением меры **XX** или **КЗ**, соответственно.



3 В окне канала рефлектометра во время измерения откроется окно с индикацией процесса выполнения калибровки. По завершению измерения в правой части кнопки с обозначением меры **XX** или **КЗ** появится цветовая индикация.

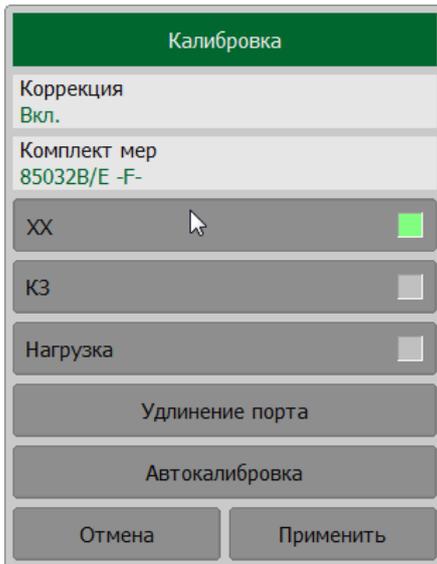


- 4 Для завершения калибровки нажмите на программную кнопку **Применить**. По нажатию кнопки **Применить** рассчитывается таблица калибровочных коэффициентов и сохраняется в памяти рефлектометра.

В строке состояния графика появится состояние [RO] или [RS] (см. пункт 2.2.2).

Если требуется отменить результаты измерения мер – нажмите программную кнопку **Отмена**.

Данная кнопка не отменяет существующую калибровку. Если требуется отменить существующую калибровку – отключите коррекцию ошибок (раздел 5.2.4).



5.2.3 Полная однопортовая калибровка

Полная однопортовая калибровка используется при измерении коэффициента отражения S11. Она требует измерения трёх калибровочных мер КЗ, XX, Нагрузка (рисунок 5.6 5.6 Полная однопортовая калибровка.).

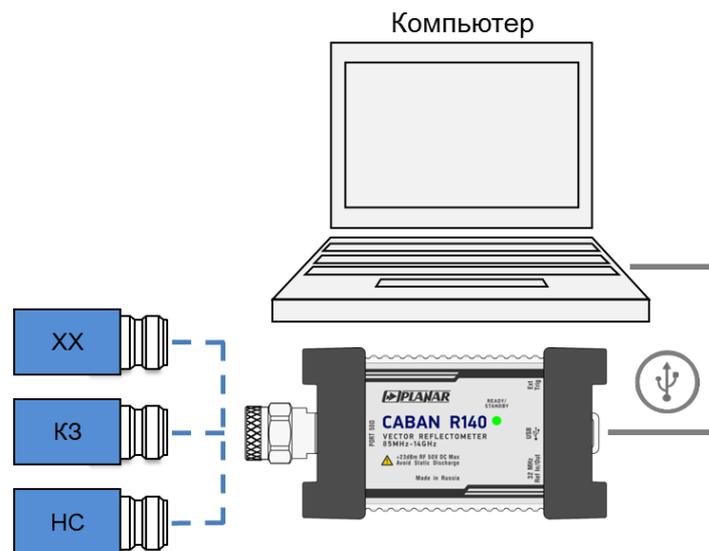


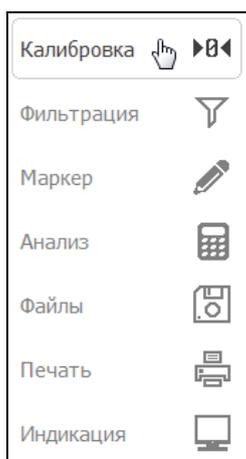
Рисунок 5.6 Полная однопортовая калибровка.

Предварительные установки рефлектометра перед калибровкой:

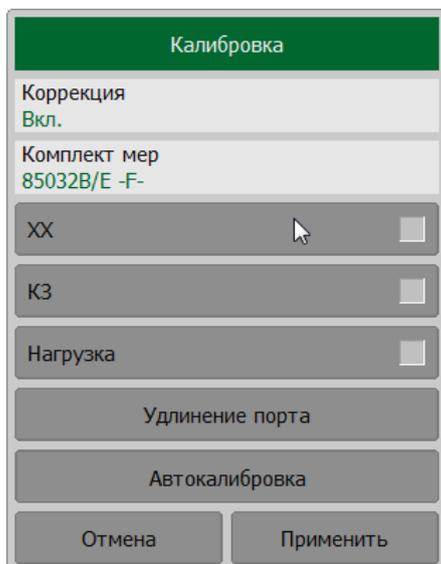
- назначить активный канал (см. пункт 4.1.2);
- установить параметры канала (частотный диапазон, полосу ПЧ и другие, см. разделы 4.4 и 4.6);
- выбрать комплект калибровочных мер (см. пункт 5.2.1).

Порядок выполнения калибровки

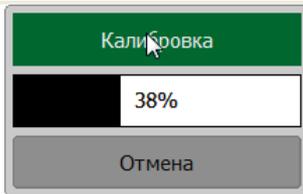
1 Нажмите программную кнопку **Калибровка**.



2 Подключите к тестовому порту меру **XX**, **КЗ** или **Нагрузка** как показано на рисунке 5.6. Нажмите на кнопку с обозначением меры **КЗ**, **XX** или **Нагрузка**, соответственно.



3 В окне канала рефлектометра во время измерения откроется окно с индикацией процесса выполнения калибровки. По завершению измерения в правой части кнопки с обозначением меры **КЗ**, **XX**, **Нагрузка** появится цветовая индикация.



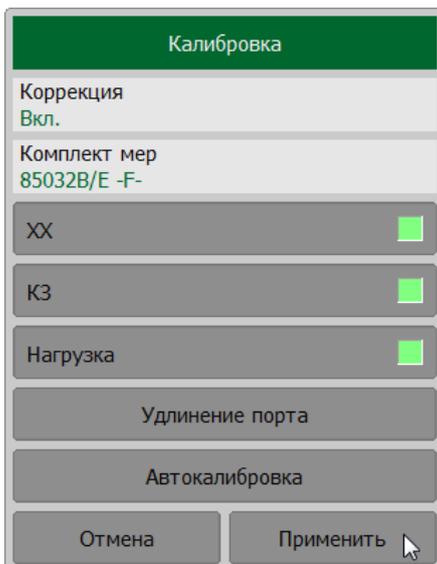
- 4 Повторите пункты 2 и 3 для двух оставшихся мер.
- 5 Для завершения калибровки нажмите в окне **Калибровка** на программную кнопку **Применить**.

По нажатию кнопки **Применить** рассчитывается таблица калибровочных коэффициентов и сохраняется в памяти рефлектометра.

В строке состояния графика появится состояние **[F1]** (см. пункт 2.2.2).

Если требуется отменить результаты измерения мер – нажмите программную кнопку **Отмена**.

Данная кнопка не отменяет существующую калибровку. Если требуется отменить существующую калибровку – отключите коррекцию ошибок (раздел 5.2.4).

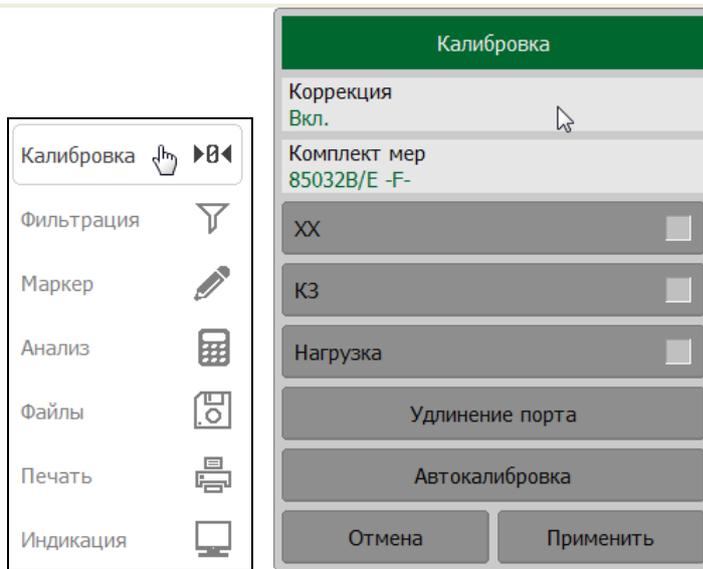


5.2.4 Функция коррекции ошибок

Функция позволяет включать и отключать коррекцию ошибок.

Нажмите программную кнопку **Калибровка**. Затем в окне **Калибровка** щёлкните по полю **Коррекция** для включения или отключения функции коррекции ошибок.

При отключении коррекции ошибок в строке состояния программы отображается сообщение **Коррекция откл** (см. пункт 2.1.2).



5.2.5 Проверка состояния коррекции ошибок

Состояние коррекции ошибок для каждого графика в отдельности отражается в строке состояния графика (см. пункт 2.2.2).

5.2.6 Системное сопротивление Z0

Системное сопротивление Z0 – это волновое сопротивление измерительного тракта. Оно совпадает с волновым сопротивлением используемых при калибровке калибровочных мер. Величина Z0 используется при расчёте калибровочных коэффициентов.

Примечание

Выбор комплекта калибровочных мер автоматически устанавливает величину Z0 из определения комплекта.

5.2.7 Удлинение порта

Удлинение порта позволяет устранить влияние соединительных кабелей (с потерями или без) на результаты измерений. Эта функция практически перемещает плоскость калибровки измерительного порта к соединителю тестируемого устройства. Параметры соединителей определяются для порта индивидуально (см. рисунок 5.7).

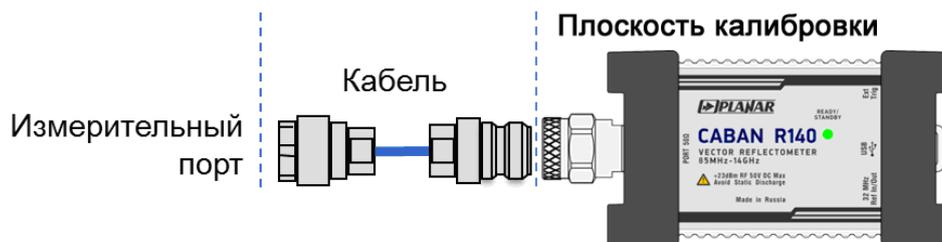


Рисунок 5.7 Удлинение порта

Фазовый набег, вызванный электрической задержкой, может быть компенсирован исключением цепи без потерь:

$$e^{j \cdot 2\pi \cdot f \cdot t},$$

где f - частота, Гц,

t - электрическая задержка, с.

Возможность исключения устройства без потерь аналогична установлению электрической задержки для графика (см. пункт 4.3.7), но в отличие от неё применяется ко всем графикам канала индикации. При этом компенсируется электрическая длина цепи при измерении коэффициента передачи и удвоенная электрическая длина цепи при измерении коэффициента отражения.

Для исключения линии с потерями используются следующие методы задания потерь, в одной, двух или трех частотных точках:

Частотно-независимые потери на постоянном токе L_0

$$L(f) = L_0$$

Частотно-зависимые потери, определённые потерями в двух частотных точках: L_0 на постоянном токе, L_1 на частоте F_1

$$L(f) = L_0 + (L_1 - L_0) \sqrt{\frac{f}{F_1}}$$

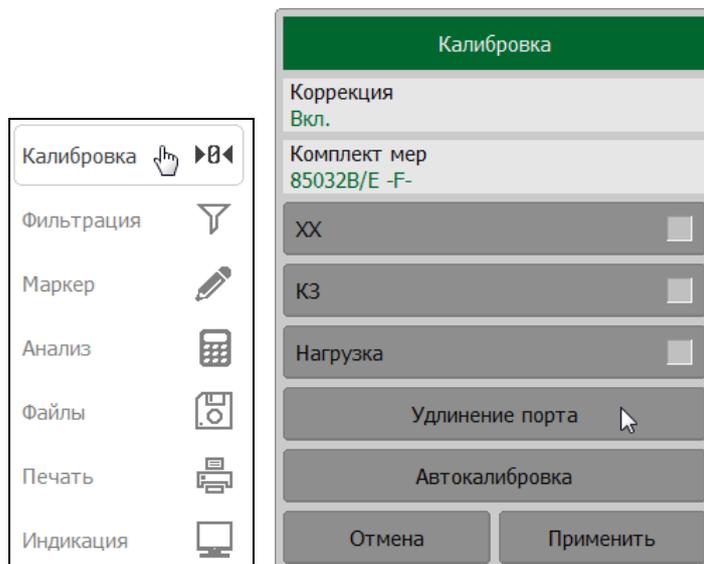
Частотно-зависимые потери, определённые потерями в трёх частотных точках: L_0 на постоянном токе, L_1 на частоте F_1 , L_2 на частоте F_2

$$L(f) = L_0 + (L_1 - L_0) \left(\frac{f}{F_1}\right)^n,$$

$$n = \frac{\log(L_1/L_2)}{\log(F_1/F_2)}$$

Порядок установки удлинения порта

- 1 Нажмите программные кнопки **Калибровка > Удлинение порта**.



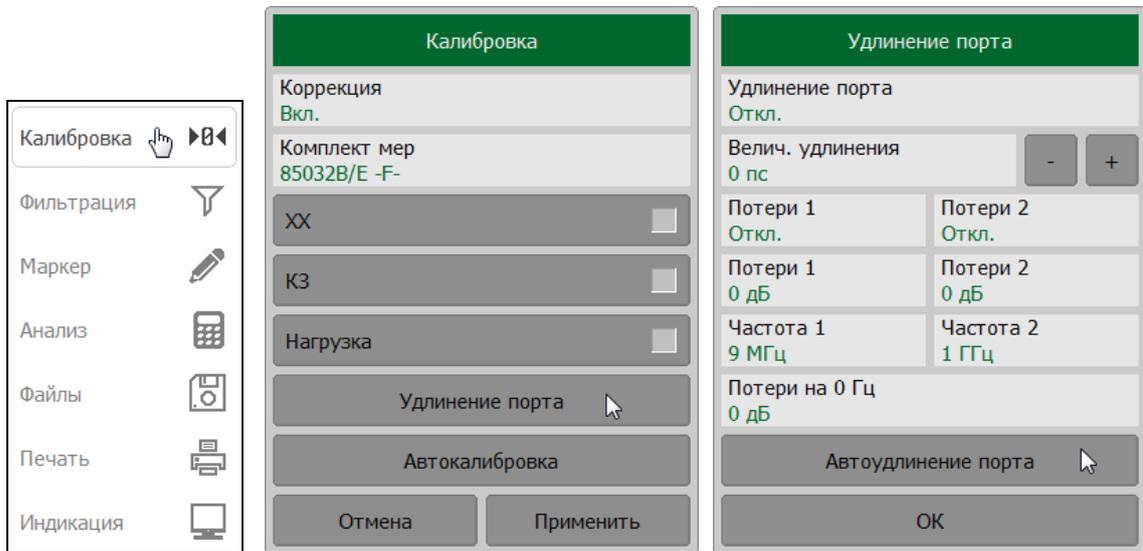
2 В окне **Удлинение порта**:

- нажмите на поле **Удлинение порта**, чтобы включить или выключить удлинение;
- введите значение удлинения в поле **Велич. удлинения**, щёлкнув мышью по нему. Введите значение с помощью клавиатуры;
- введите значение частотно-независимых потерь L_0 в поле **Потери на 0 Гц**, щёлкнув мышью по нему. Введите значение с помощью клавиатуры;
- при необходимости включите определения частотно-зависимых потерь, нажав на поля **Потери 1** и **Потери 2**. Установите параметры L_1 и F_1 , L_2 и F_2 в полях **Потери 1** и **Частота 1**, **Потери 2** и **Частота 2**, щёлкнув мышью по ним. Введите значения с помощью клавиатуры.

Удлинение порта	
Удлинение порта Откл.	
Велич. удлинения 0 пс	- +
Потери 1 Откл.	Потери 2 Откл.
Потери 1 0 дБ	Потери 2 0 дБ
Частота 1 1 ГГц	Частота 2 1 ГГц
Потери на 0 Гц 0 дБ	
Автоудлинение порта	
ОК	

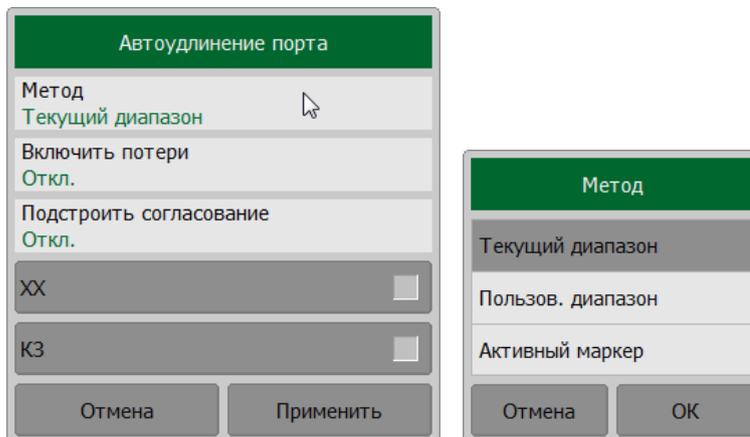
5.2.8 Автоматическое удлинение порта

- 1 Нажмите программные кнопки **Калибровка > Удлинение порта > Автоудлинение порта**.



- 2 Щёлкните по полю **Метод** и выберите метод вычисления удлинения.

При выборе пункта **Пользов. диапазон** в окне **Автоудлинение порта** щёлкните мышью по полям **Частота 1** и **Частота 2** и введите значения пользовательских частот с помощью клавиатуры.

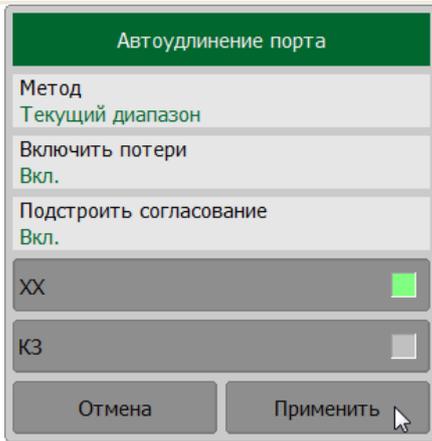


- 3 В полях **Включить потери** или **Подстроить согласование** установите параметры расчета потерь и согласования, щёлкнув мышью по ним.

- 4 Для выполнения измерений и вычисления удлинения порта нажмите на кнопки **XX** и (или) **K3**.

По завершению измерения в правой части кнопки с обозначением меры XX или K3 появится цветовая индикация.

По нажатию кнопки **Применить** результаты сохраняются. Если требуется отменить результаты измерения— нажмите программную кнопку **Отмена**.



5.3 Редактирование комплектов мер

Данный раздел описывает, как вносить изменения в определение комплектов калибровочных мер.

Программа содержит таблицу на 50 различных комплектов калибровочных мер (см. рисунок 5.4). Первая часть таблицы содержит predetermined комплекты калибровочных мер. Вторая часть таблицы служит для ввода пользовательских комплектов мер.

Внесение изменений в predetermined комплекты мер может потребоваться, в случае уточнения параметров мер, для повышения точности калибровки.

Ввод пользовательских комплектов мер необходим в случае отсутствия комплекта калибровочных мер в списке predetermined.

Удаление комплектов мер возможно только для пользовательских комплектов мер.

Изменения predetermined комплектов мер в любой момент можно отменить, вернув его в исходное состояние.

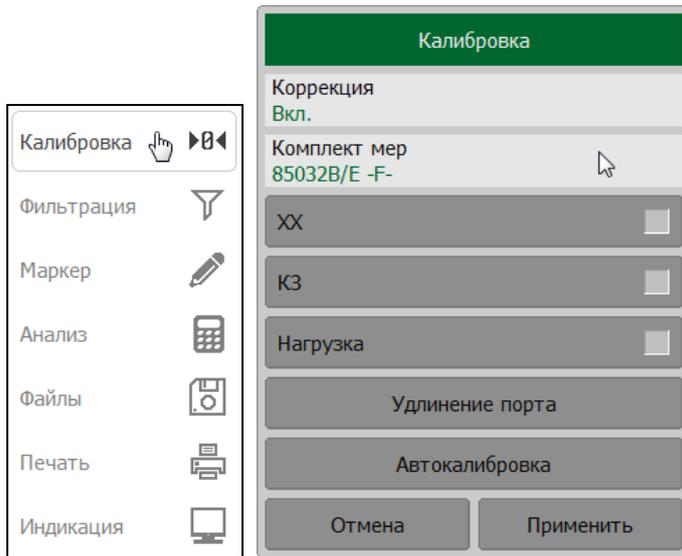
Внесённые пользователем изменения в определение комплекта мер сохраняются в файле конфигурации комплекта мер в рабочей папке программы. Для сохранения изменений не требуется дополнительных нажатий кнопок.

5.3.1 Выбор комплекта мер для редактирования

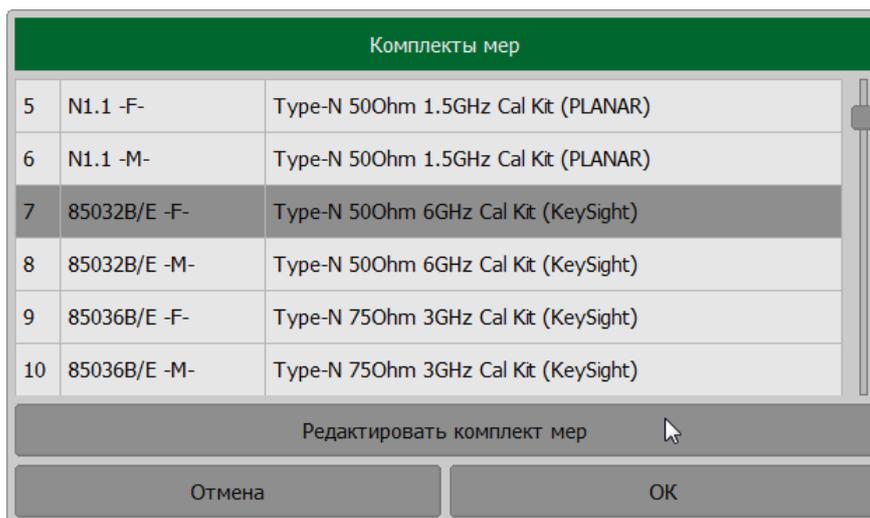
При редактировании используется текущий комплект мер, который выбран для калибровки. Активный комплект мер выбирается пользователем в соответствии с пунктом 5.2.1.

5.3.2 Редактирование наименования и описания комплекта мер

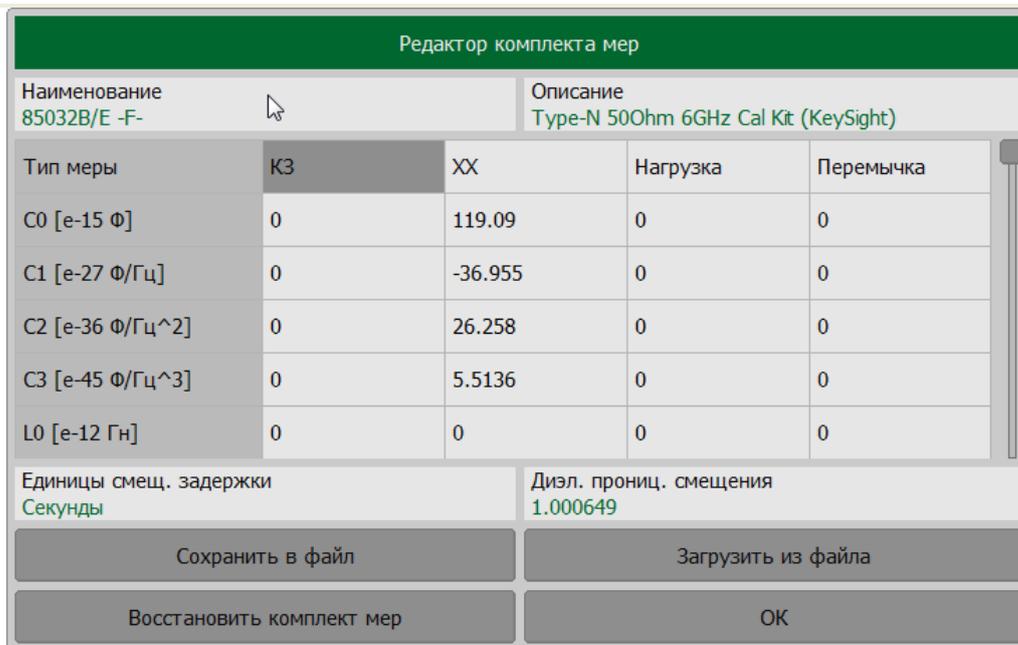
- 1 Нажмите программную кнопку **Калибровка**. Щелкните по полю **Комплект мер**.



- 2 Выберите требуемый комплект из списка и нажмите кнопку **Редактировать комплект мер**.



- 3 Далее щелкните по полю **Название** и введите новое название комплекта мер с помощью клавиатуры. Затем щелкните по полю **Описание** и введите новое описание комплекта мер с помощью клавиатуры.

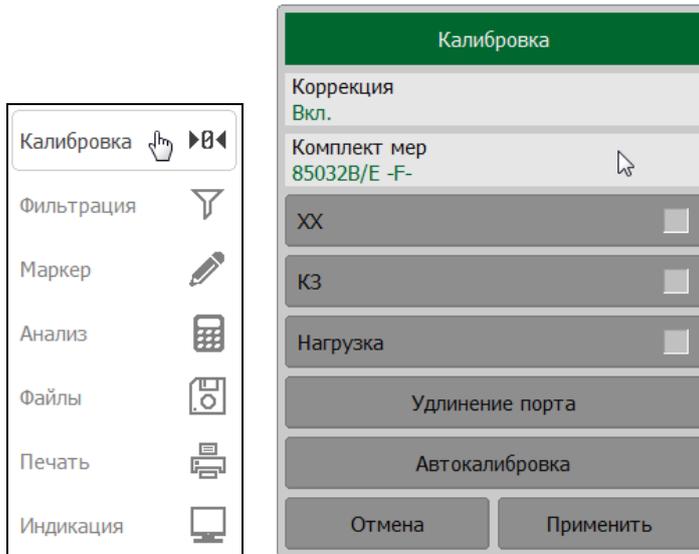


5.3.3 Редактирование параметров калибровочной меры

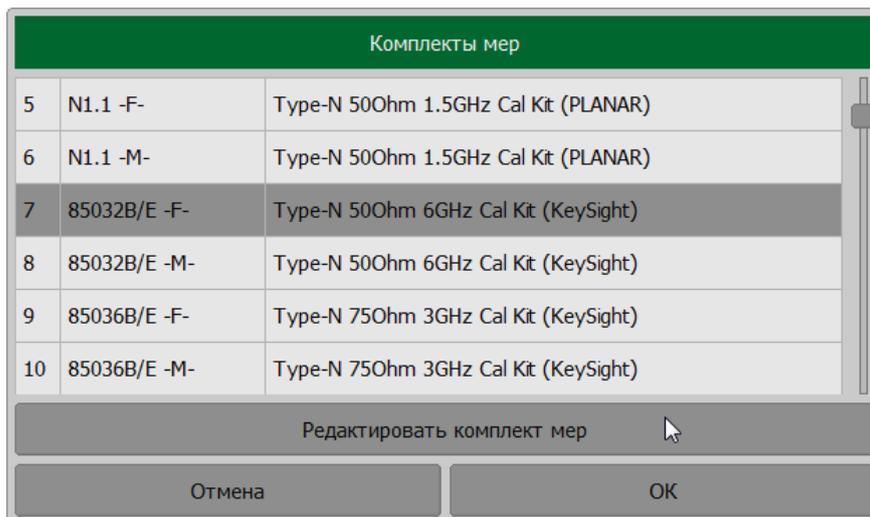
Редактор мер содержит общую таблицу для мер XX, КЗ, Нагрузка и Перемычка. Параметры задаются в зависимости от типа меры.

Мера	Обязательные параметры					
XX	<table border="1"> <tr><td>C0 [e-15 Ф]</td></tr> <tr><td>C1 [e-27 Ф/Гц]</td></tr> <tr><td>C2 [e-36 Ф/Гц^2]</td></tr> <tr><td>C3 [e-45 Ф/Гц^3]</td></tr> </table>	C0 [e-15 Ф]	C1 [e-27 Ф/Гц]	C2 [e-36 Ф/Гц^2]	C3 [e-45 Ф/Гц^3]	<p>Значения краевых ёмкостей модели XX. Модель краевой ёмкости описывается функцией частоты, в виде полинома третьего порядка:</p> $C = C_0 + C_1 f + C_2 f^2 + C_3 f^3,$ <p>где f – частота [Гц], C₀...C₃ – коэффициенты полинома.</p>
C0 [e-15 Ф]						
C1 [e-27 Ф/Гц]						
C2 [e-36 Ф/Гц^2]						
C3 [e-45 Ф/Гц^3]						
КЗ	<table border="1"> <tr><td>L0 [e-12 Гн]</td></tr> <tr><td>L1 [e-24 Гн/Гц]</td></tr> <tr><td>L2 [e-33 Гн/Гц^2]</td></tr> <tr><td>L3 [e-42 Гн/Гц^3]</td></tr> </table>	L0 [e-12 Гн]	L1 [e-24 Гн/Гц]	L2 [e-33 Гн/Гц^2]	L3 [e-42 Гн/Гц^3]	<p>Значения паразитной индуктивности модели КЗ. Модель паразитной индуктивности описывается функцией частоты, в виде полинома третьего порядка:</p> $L = L_0 + L_1 f + L_2 f^2 + L_3 f^3,$ <p>где f – частота [Гц], L₀...L₃ – коэффициенты полинома.</p>
L0 [e-12 Гн]						
L1 [e-24 Гн/Гц]						
L2 [e-33 Гн/Гц^2]						
L3 [e-42 Гн/Гц^3]						
Все	<table border="1"> <tr><td>Задержка смещ. [пс]</td></tr> <tr><td>Z0 смещения [Ом]</td></tr> <tr><td>Потери смещ. [ГОм/с]</td></tr> </table>	Задержка смещ. [пс]	Z0 смещения [Ом]	Потери смещ. [ГОм/с]	<p>Параметры линии передачи модели:</p> <ul style="list-style-type: none"> • значение задержки смещения в одном направлении (пс); • значение волнового сопротивления смещения (Ом); • значение потерь смещения (ГОм/с). 	
Задержка смещ. [пс]						
Z0 смещения [Ом]						
Потери смещ. [ГОм/с]						

- 1 Нажмите программную кнопку **Калибровка**. Щелкните по полю **Комплект мер**.



- 2 Выберите требуемый комплект из списка и нажмите кнопку **Редактировать комплект мер**.



- 3 Далее щелкните в таблице по ячейке с параметром калибровочной меры, которую необходимо изменить, и введите новое значение с помощью клавиатуры.

Редактор комплекта мер				
Наименование 85032В/Е -F-		Описание Type-N 50Ohm 6GHz Cal Kit (KeySight)		
Тип меры	КЗ	ХХ	Нагрузка	Перемычка
С0 [e-15 Ф]	0	119.09	0	0
С1 [e-27 Ф/Гц]	0	-36.955	0	0
С2 [e-36 Ф/Гц^2]	0	26.258	0	0
С3 [e-45 Ф/Гц^3]	0	5.5136	0	0
L0 [e-12 Гн]	0	0	0	0
Единицы смещ. задержки Секунды		Диэл. прониц. смещения 1.000649		
Сохранить в файл		Загрузить из файла		
Восстановить комплект мер		ОК		

5.3.4 Определение параметров калибровочной меры с помощью файла S-параметров

Калибровочная мера может быть задана с помощью файла S-параметров в формате Touchstone.

- 1 Нажмите программную кнопку **Калибровка**. Щелкните по полю **Комплект мер**.

Калибровка

Фильтрация

Маркер

Анализ

Файлы

Печать

Индикация

Калибровка

Коррекция
Вкл.

Комплект мер
85032В/Е -F-

ХХ

КЗ

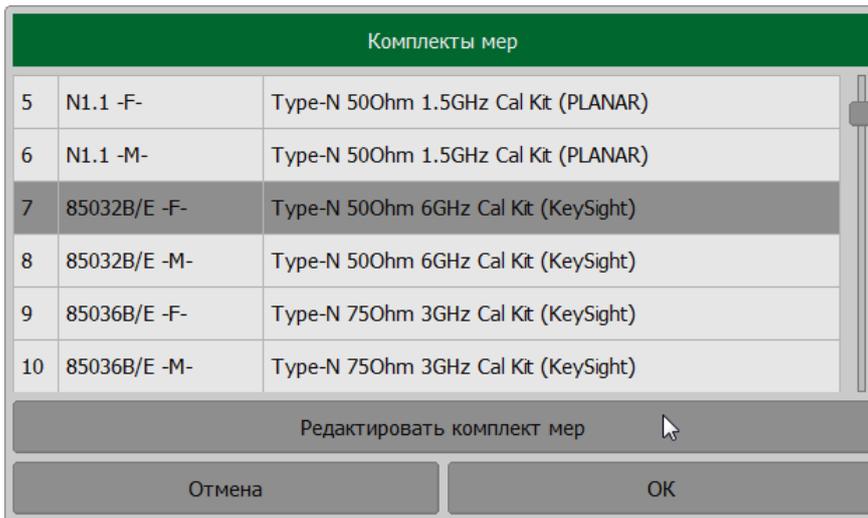
Нагрузка

Удлинение порта

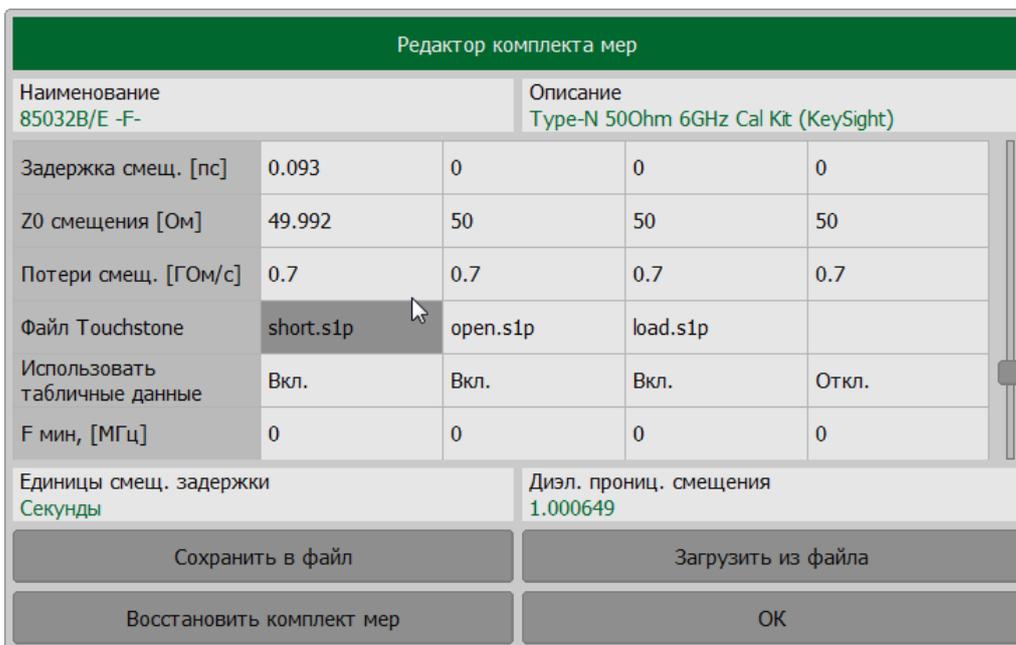
Автокалибровка

Отмена Применить

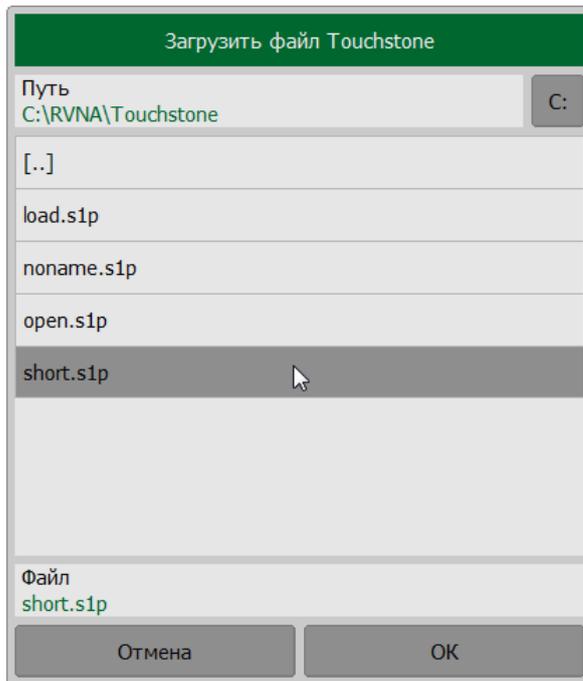
- 2 Выберите требуемый комплект из списка и нажмите кнопку **Редактировать комплект мер.**



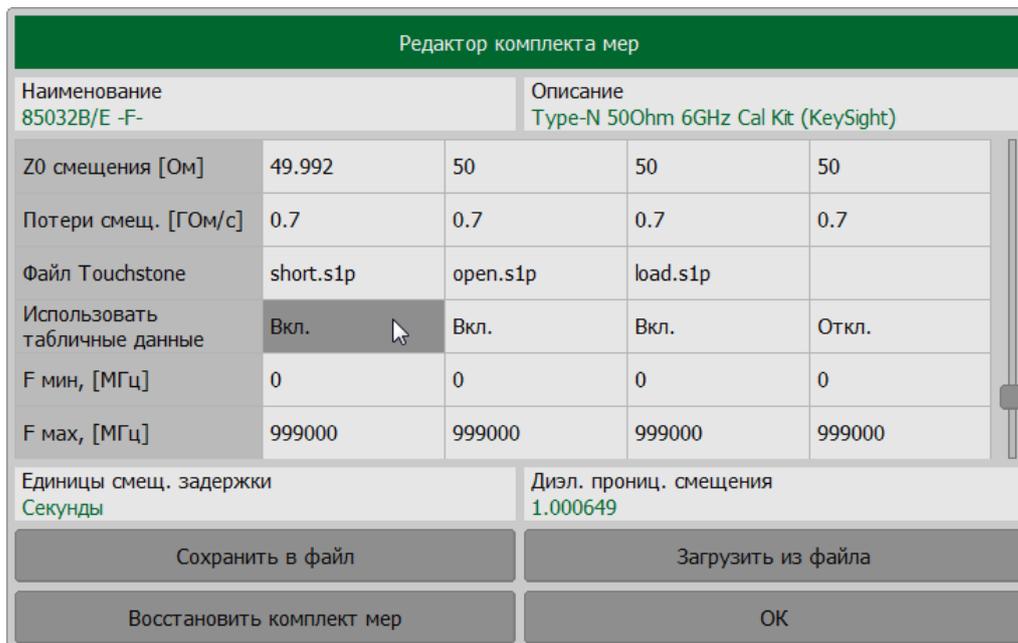
- 3 Для выбранного типа калибровочной меры, который нужно задать файлом S-параметров, дважды щелкните по ячейке в строке **Файл Touchstone.**



- 4 В открывшемся окне **Загрузить файл Touchstone** выберите файл. Выбор каталога осуществляется двойным щелчком левой кнопки мыши по нему. Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска. Для редактирования имени файла щёлкните двойным щелчком мыши по полю **Файл.** Завершите ввод нажатием на программную кнопку **ОК.**



- 5 Затем для выбранного типа калибровочной меры, который нужно задать файлом S–параметров, щелкните по ячейке в строке **Использовать табличные данные**, чтобы включить или отключить определение параметров калибровочной меры с помощью файла S–параметров.

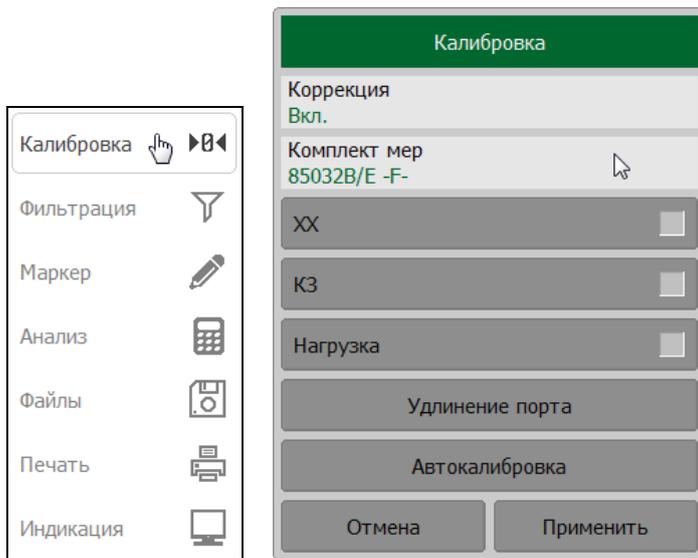


Примечание

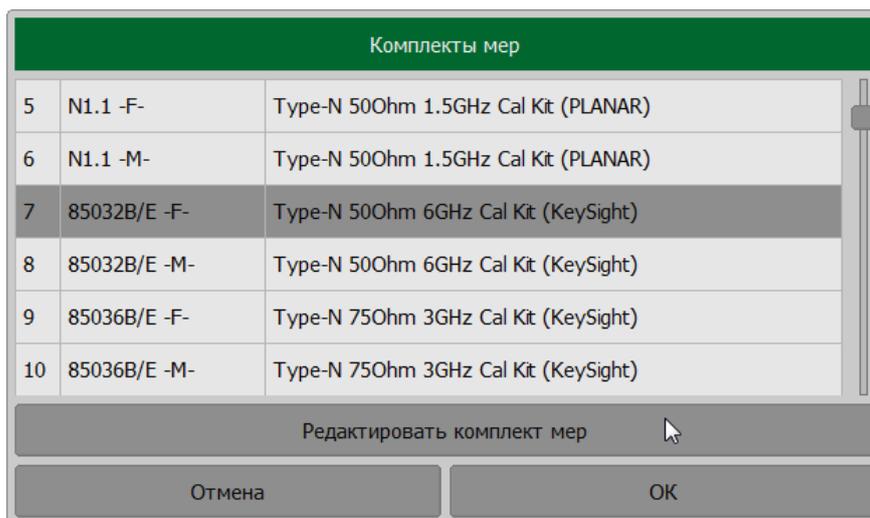
Калибровочная мера может быть задана только с помощью файла S–параметров в формате Touchstone *.s1p.

5.3.5 Отмена изменений predetermined комплектов мер

- 1 Нажмите программную кнопку **Калибровка**. Щелкните по полю **Комплект мер**.



- 2 Выберите требуемый комплект из списка и нажмите кнопку **Редактировать комплект мер**.



- 3 Нажмите на кнопку **Восстановить комплект мер**.

Редактор комплекта мер				
Наименование 85032B/E -F-		Описание Type-N 50Ohm 6GHz Cal Kit (KeySight)		
Тип меры	КЗ	ХХ	Нагрузка	Перемычка
C0 [e-15 Ф]	0	119.09	0	0
C1 [e-27 Ф/Гц]	0	-36.955	0	0
C2 [e-36 Ф/Гц^2]	0	26.258	0	0
C3 [e-45 Ф/Гц^3]	0	5.5136	0	0
L0 [e-12 Гн]	0	0	0	0
Единицы смещ. задержки Секунды		Диэл. прониц. смещения 1.000649		
Сохранить в файл		Загрузить из файла		
Восстановить комплект мер		ОК		

5.4 Автоматический калибровочный модуль

Автоматический калибровочный модуль (АКМ) – это специальное устройство, позволяющее автоматизировать процесс калибровки. АКМ показан на рисунке 5.8.



Рисунок 5.8 Пример автоматического калибровочного модуля

АКМ имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционной полной однопортовой калибровкой, где используется набор механических калибровочных мер:

- уменьшает количество подключений калибровочных мер;
- уменьшает время калибровки;
- уменьшает вероятность ошибки (человеческий фактор);
- потенциально обеспечивает более высокую точность.

АКМ имеет два соединителя СВЧ и USB-разъем для управления. АКМ содержит электронные переключатели, которые переключаются между различными состояниями

отражения и передачи, а также энергонезависимую память, в которой хранятся точные S–параметры этих состояний.

После того, как вы подключили АКМ к рефлектометру и запустили процедуру автоматической калибровки, программное обеспечение выполняет процедуру калибровки автоматически, т.е. переключается между различными состояниями, проводит измерения и вычисляет калибровочные коэффициенты, использует данные, хранящиеся в памяти АКМ.

5.4.1 Возможности автоматического калибровочного модуля

Типы калибровок	<p>АКМ позволяет выполнять полную однопортовую калибровку одним нажатием кнопки.</p> <p>Рекомендуется к неиспользуемому порту АКМ во время выполнения калибровки присоединять нагрузку.</p>
Характеризация	<p>Таблица S–параметров всех состояний ключей АКМ, сохранённая в энергонезависимой памяти АКМ.</p> <p>Существует два типа характеристики: пользовательская и заводская.</p> <p>АКМ имеет две секции памяти. Первая защищена от записи и хранит заводскую характеристику. Вторая секция позволяет сохранять до трёх пользовательских характеристик.</p> <p>До калибровки необходимо выбрать заводскую или пользовательскую характеристику, сохранённую в памяти АКМ.</p> <p>Опция пользовательской характеристики служит для сохранения новых S–параметров АКМ с учётом присоединённого на порт АКМ адаптера.</p>
Автоматическая ориентация	<p>Ориентация определяет порты АКМ относительно измерительного порта рефлектометра. Порт рефлектометра обозначается цифрой, порты АКМ обозначаются буквами А и В.</p> <p>Пользователь может выбрать ручной или автоматический метод ориентации. В случае выбора автоматической ориентации, программное обеспечение рефлектометра определяет ориентацию портов АКМ каждый раз перед калибровкой или характеристикой.</p>
Температурная компенсация	<p>Большая точность калибровки может быть достигнута, если температура АКМ соответствует температуре, при которой проводилась характеристика. При изменении температуры параметры состояний АКМ меняются и начинают отличаться от сохранённых в памяти. Это влечёт за собой снижение точности калибровки.</p>

Для снижения температурных ошибок АКМ имеет функцию температурной компенсации. Температурная компенсация – это программная функция коррекции S-параметров на основании известной зависимости от температуры и данных от датчика температуры внутри АКМ. Температурная зависимость каждого АКМ определяется при производстве и сохраняется в его памяти.

Функция температурной компенсации может быть включена или отключена пользователем.

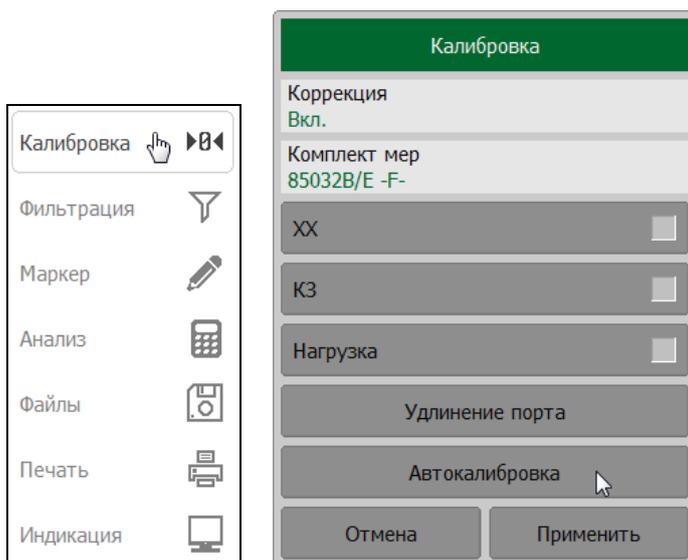
Доверительный тест

Доверительный тест заключается в одновременной индикации на экране анализатора измеряемых и записанных в памяти АКМ S-параметров аттенюатора. Измеренные параметры индицируются на графике данных, а считанные из АКМ – на графике памяти. Пользователь имеет возможность сравнить два графика, оценить степень их совпадения и сделать вывод корректности проведенной калибровки.

Для детального сравнения пользователь может использовать функцию математики (деления) данных и памяти (см. пункт 6.2.5).

5.4.2 Порядок автоматической калибровки

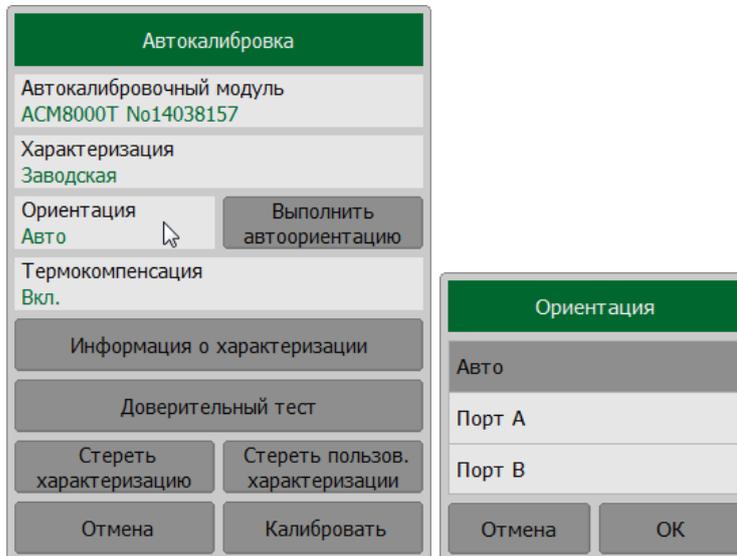
- 1 Активируйте канал (см. пункт 4.1.2) и установите необходимые параметры (диапазон частот, полоса измерительного фильтра и т.д., см. раздел 4.4).
- 2 Присоедините АКМ к измерительному порту рефлектометра, подключите USB разъем АКМ к USB порту компьютера.
- 3 Нажмите программные кнопки **Калибровка > Автокалибровка**.



- 4 Нажмите на поле **Ориентация** и выберите тип ориентации.

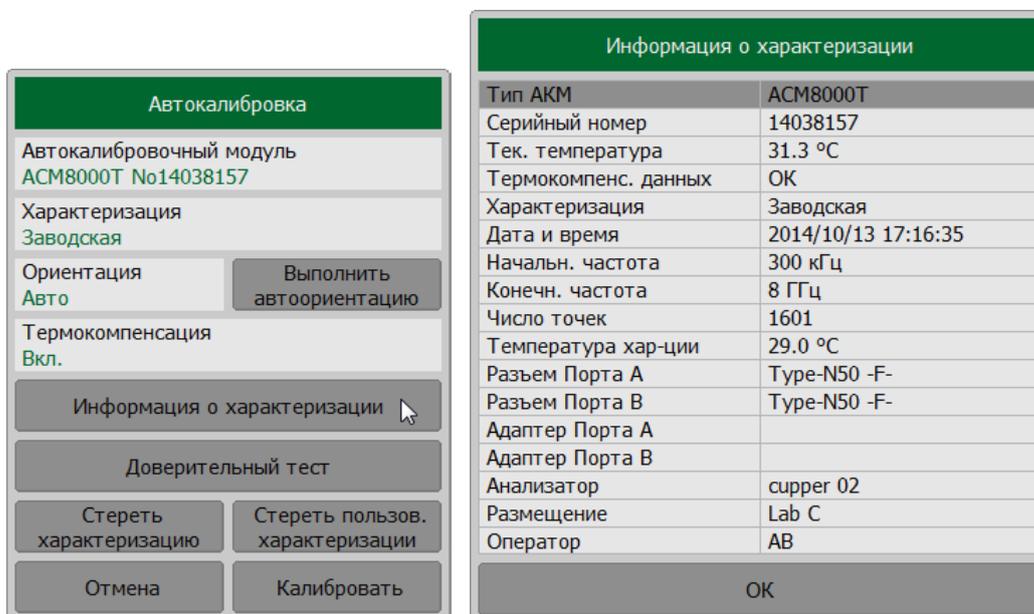
Рекомендуется использовать ориентацию **Авто**.

Если требуется выполнить автоориентацию до калибровки и характеристики, нажмите кнопку **Выполнить автоориентацию**.

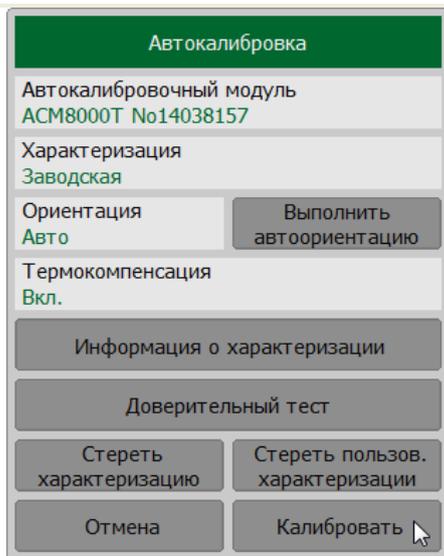


- 5 Включите или выключите температурную компенсацию, для чего в окне **Автокалибровка** нажмите на поле **Термокомпенсация**.

- 6 Для отображения детальной информации о характеристиках нажмите программную кнопку **Информация о характеристиках**.



- 7 Нажмите кнопку **Калибровать**.



5.4.3 Порядок проведения доверительного теста

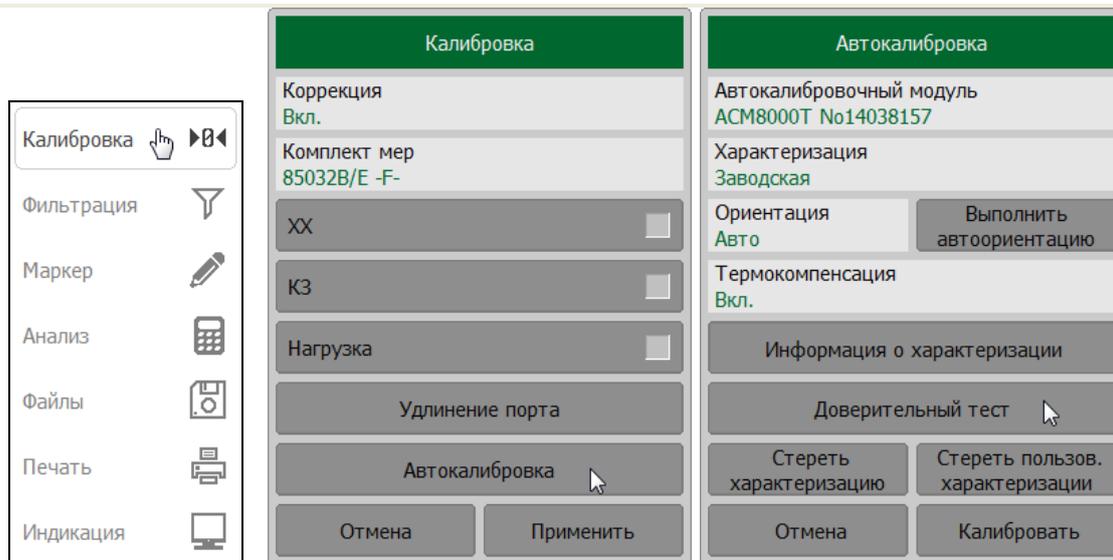
- 1 Активируйте канал (см. пункт 4.1.2) и установите необходимые параметры (диапазон частот, полоса измерительного фильтра и т.д., см. раздел 4.4).
- 2 Присоедините АКМ к измерительному порту рефлектометра, подключите USB разъем АКМ к USB порту компьютера.

Примечание – При выполнении доверительного теста ко всем свободным портам АКМ рекомендуется присоединить согласованные нагрузки ¹.

- 3 Включите графики параметров, которые хотите наблюдать (см. пункты 4.1.4).
- 4 Нажмите программные кнопки **Калибровка > Автокалибровка > Доверительный тест**.

На экран, после измерения, будут выведены два графика для каждого S-параметра. Измеренные параметры индицируются на графике данных, а считанные из АКМ – на графике памяти.

¹ Согласованные нагрузки не входят в комплект поставки.



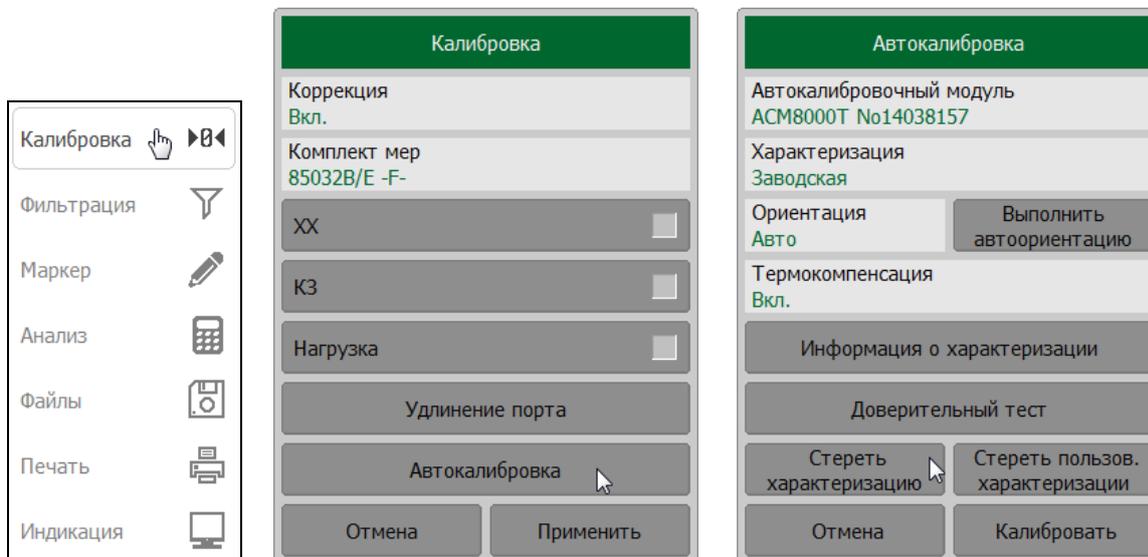
5 Включите математические операции (см. пункт 6.2.5):

- **Данные / Память** – в формате логарифмической амплитуды или фазы;
- **Данные - Память** – в формате линейной амплитуды.

5.4.4 Удаление пользовательской характеристики АКМ

Нажмите программные кнопки **Калибровка > Автокалибровка**.

Для удаления одной калибровки нажмите кнопку **Стереть характеристику**. Для удаления всех пользовательских калибровок нажмите кнопку **Стереть польз. характеристики**.



5.4.5 Измерение S-параметров длинной линии

Примечание

Раздел относится только к модулю со встроенным элементом питания АСМВ2506.

Используя анализатор и АКМ АСМВ2506, можно производить измерение S-параметров длинной линии.

Для измерения S-параметров длинной линии нужно произвести следующие действия:

- Подготовьте анализатор и АКМ к проведению измерений (см. п. 5.4.5.2);
- Проведите калибровку измерительного порта анализатора с помощью АКМ и настройте **Время цикла измерений** АКМ (см. п. 5.4.5.3);
- Подключите ближний конец линии к порту анализатора;
- Подключите АКМ к дальнему концу линии и включите АКМ, нажав на кнопку  (для включения автономного режима работы);
- Проведите измерений S-параметров длинной линии (см. п. 5.4.5.4).

Во время автономной работы АКМ через измеряемую линию передает анализатору пакеты синхронизации и выполняет циклы измерения (рисунок 5.9). В пакете синхронизации содержится идентифицирующая АКМ информация, и его параметры. Пакет синхронизации генерируется АКМ в начале каждого цикла измерения. В цикле измерения АКМ подключает к тестируемой линии одну за другой три своих внутренние калибровочные меры (КЗ, ХХ, Нагрузка).

В это же время, с другой стороны измеряемой линии, анализатор непрерывно измеряет сигнал отражения для поиска пакетов синхронизации. После обнаружения пакета синхронизации анализатор запускает свой измерительный цикл, в котором измеряет калибровочные меры, подключаемые АКМ.

Программное обеспечение анализатора математически рассчитывает полную матрицу S-параметров линии по результатам калибровки и результатам измерений. Расчетная матрица эквивалентна матрице при двухпортовом измерении.

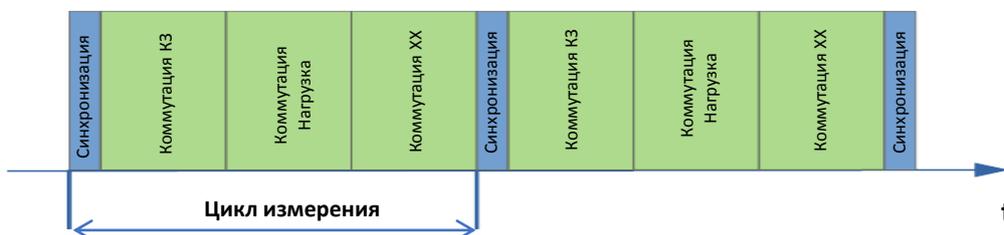


Рисунок 5.9 Временная диаграмма рабочего цикла АКМ

5.4.5.1 Ограничения метода

Точность описываемого метода имеет ограничения, связанные с потерями в исследуемой линии. При затухании в линии более 25 дБ (см. рисунок 5.9) начинают нарастать отклонения между результатами двухпортовых измерений коэффициентов передачи и отражения и измерений с помощью ACMB2506 (см. рисунки 5.10 – 5.12).

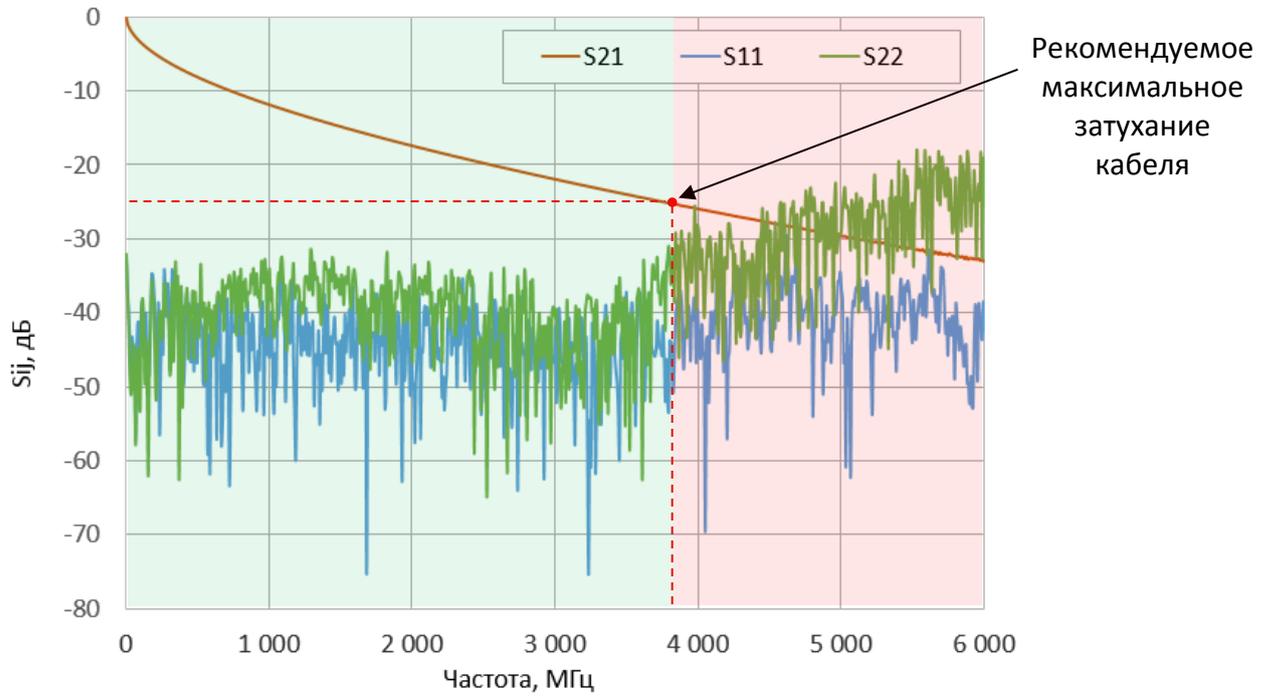


Рисунок 5.10 Коэффициенты передачи и отражения S_{11}^{ACMB} , S_{21}^{ACMB} , S_{22}^{ACMB}

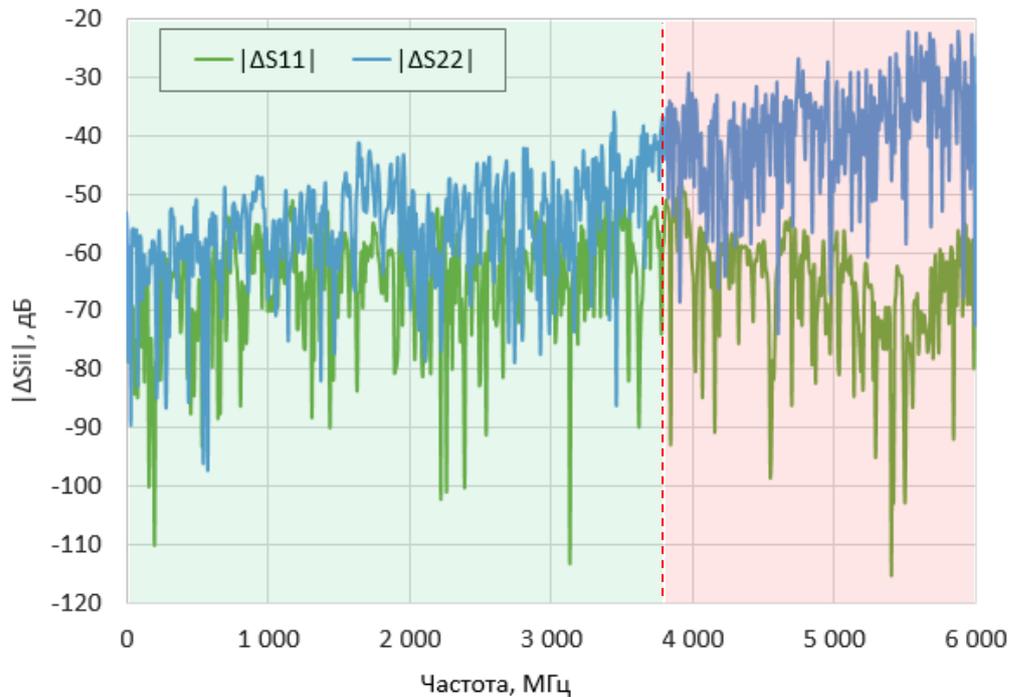


Рисунок 5.11 Отклонение коэффициента передачи $|\Delta S_{ii}| = 20 \lg |S_{ii}^{ACMB} - S_{ii}^{BAI}|$

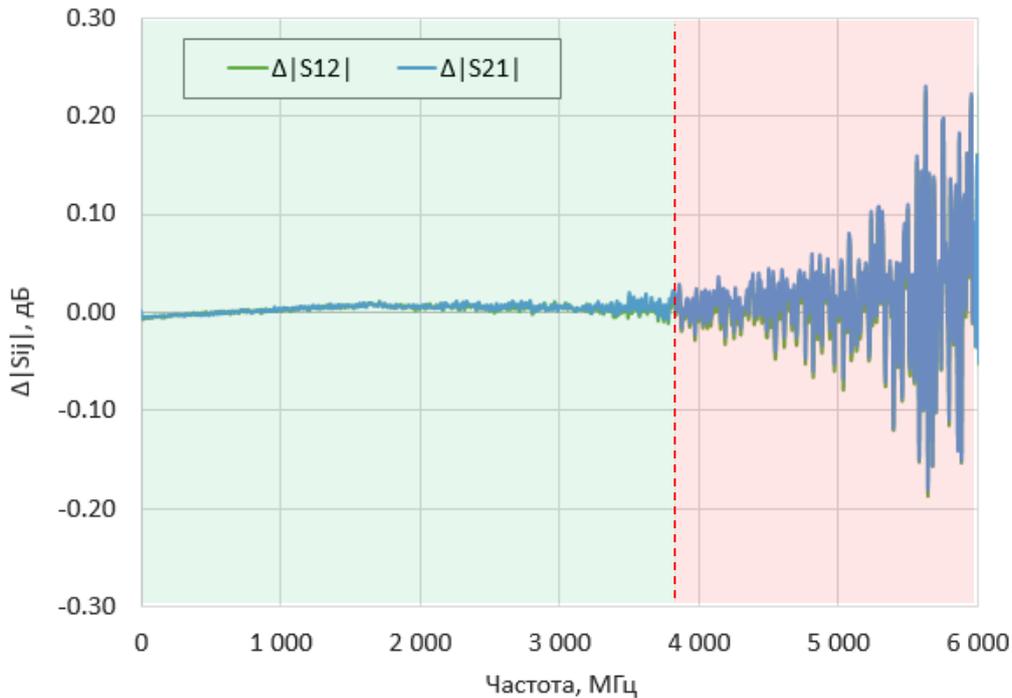


Рисунок 5.12 Отклонение коэффициента передачи $\Delta|S_{ij}| = |S_{ii}^{ACMB} - S_{ii}^{BAЦ}|$

5.4.5.2 Подготовка анализатор и АКМ к проведению измерений

Перед началом измерений необходимо установить параметры стимула для канала измерений (диапазон частот, число точек, полосу ПЧ и мощность выходного сигнала) в программе.

Примечание

Верхняя частота диапазона сканирования не должна превышать 6 ГГц.

Подготовка АКМ заключается в регистрации подключенного АКМ и установке **Времени цикла измерений** – это время, за которое АКМ должен последовательно подключить к выходному порту три калибровочные меры отражения (рисунок 5.9). Для этого подключите АКМ к управляющему компьютеру по USB интерфейсу и к измерительному порту анализатора (см. рисунок 5.13).

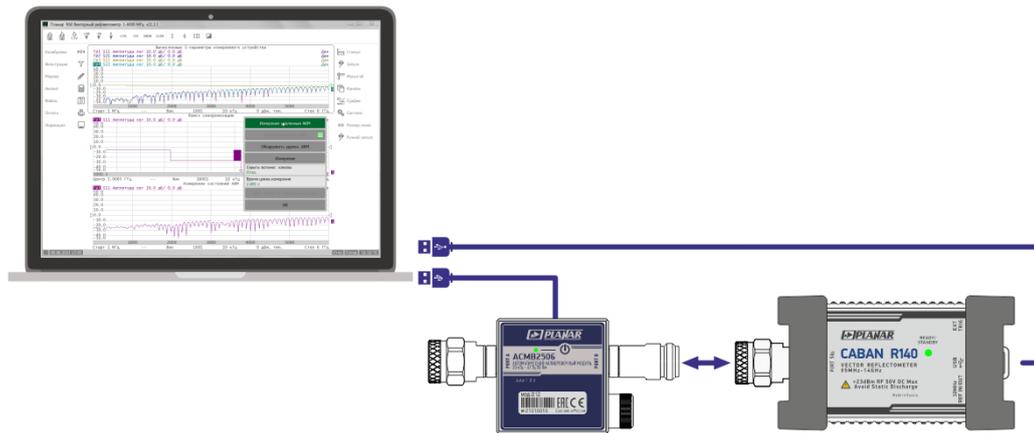
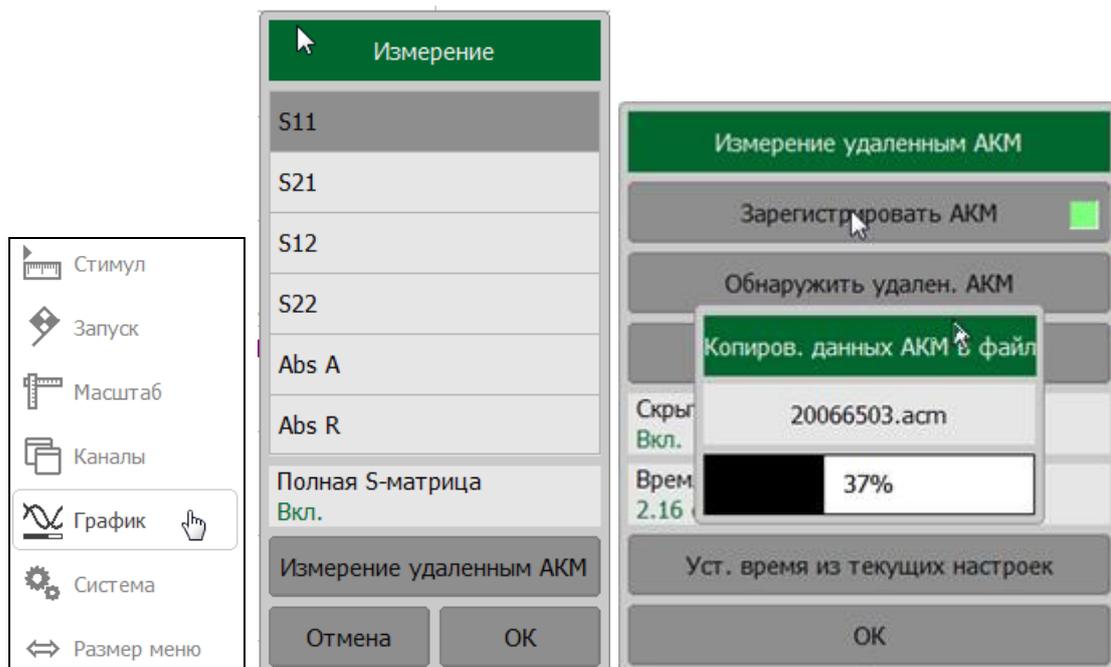


Рисунок 5.13 Схема включения АКМ для подготовки к измерениям

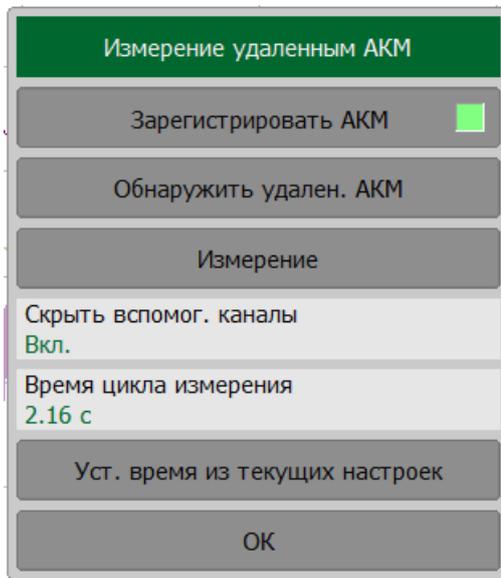
5.4.5.3 Порядок подготовки анализатора и АКМ к проведению измерений

- 1 Активируйте канал (см. пункт 4.1.2) и установите необходимые параметры (диапазон частот, полоса измерительного фильтра и т.д., см. раздел 4.4).
- 2 Подключите АКМ к управляющему компьютеру по USB интерфейсу и к измерительному порту анализатора (см. рисунок 5.13).
- 3 Зарегистрируйте подключенный АКМ нажав программные кнопки **График > Измерение > Измерение удаленного АКМ > Зарегистрировать АКМ**. Дождитесь окончания регистрации.



- 4 Установите **Время цикла измерений**. Значение может быть задано:

- ручную – для этого щелкните по полю **Время цикла измерений** и введите значение;
- установлено из текущих настроек – для этого нажмите кнопку **Уст. Время из текущих настроек**.



5 Отключите АКМ от управляющего компьютера.

5.4.5.4 Проведение измерений S-параметров длинной линии

Для проведения измерений S-параметров длинной линии, подключите к откалиброванному порту анализатора соединитель кабельной сборки, ко второму соединителю кабельной сборки подключите порт АКМ (см. рисунок 5.14). Включите

АКМ, нажав на кнопку .

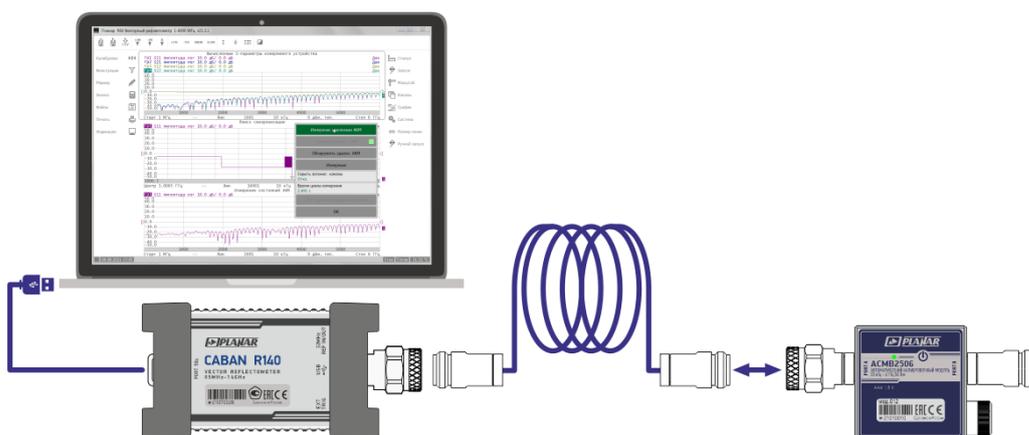


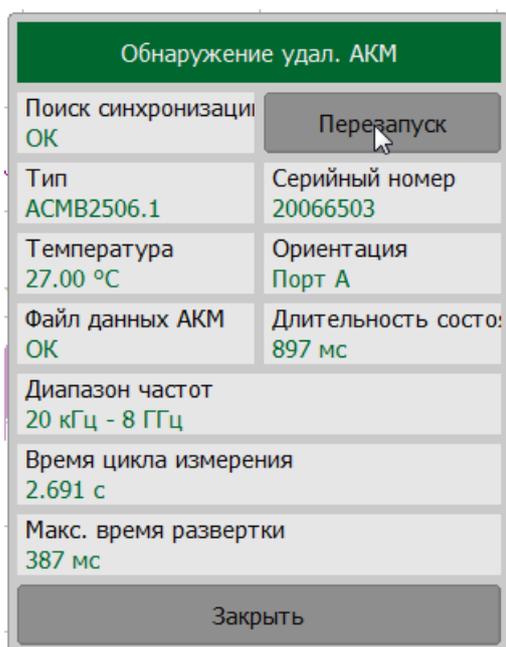
Рисунок 5.14 Схема включения АКМ для проведения измерений S-параметров длинной линии

Примечание

При подключении АСМВ2506 к управляющему компьютеру через кабель mini USB, удаленная работа АСМВ2506 не возможна. При таком подключении АСМВ2506 выполняет все функции АСМ6000Т.

5.4.5.5 Порядок проведения измерений S-параметров длинной линии

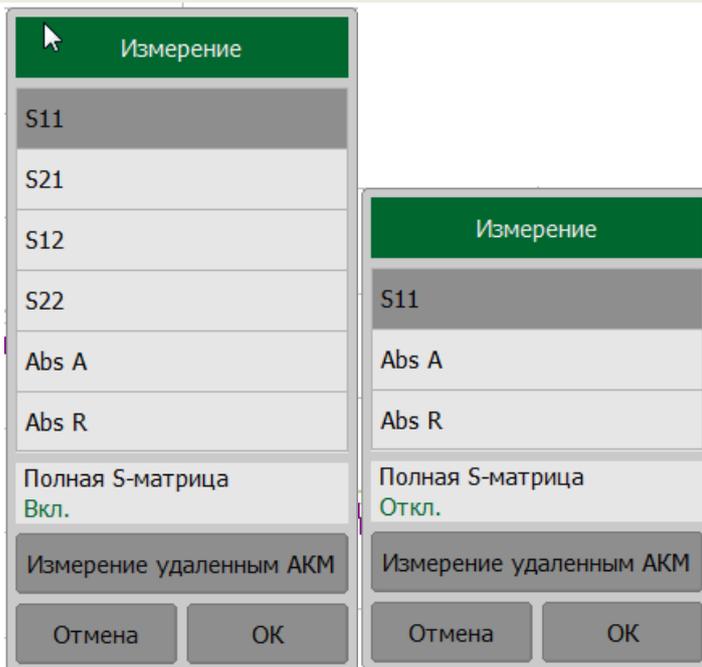
- 1 Проведите проверку связи с удаленным АКМ, нажав на кнопку **Обнаружить удален. АКМ**. В результате нажатия откроется окно с идентификационными данными АКМ. Проверьте правильность установки параметра **Время цикла измерений**.



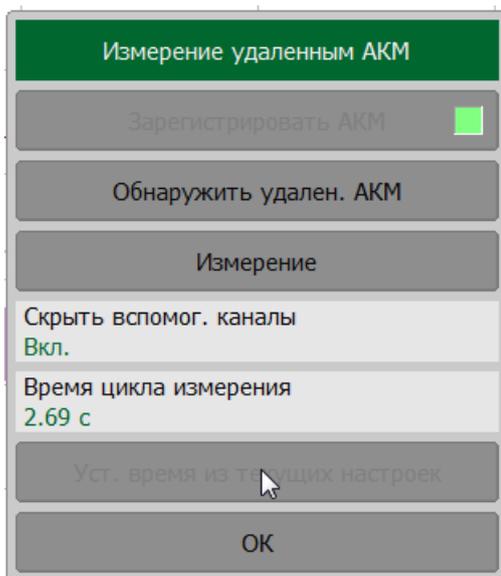
При необходимости обновления идентификационными данными АКМ используйте кнопку **Перезапуск**.

Закройте окно.

- 2 Задайте нужные для измерения S-параметры, нажав на кнопки **График > Измерение**. При необходимости скройте/отобразите полную матрицу S-параметров, нажав на кнопку **Полная S-матрица**.



- 3 Для проведения измерения длинной линии нажмите однократно на кнопки **График > Измерение > Измерение удаленного АКМ > Измерение.**



- 4 При необходимости скройте вспомогательные каналы «Поиск синхронизации» и «Измерение состояния АКМ», нажав на кнопку **Скрыть вспомог. каналы** (данные каналы необходимы для диагностики соединения анализатора с АКМ и не несут информации о параметрах измеряемой линии).

В результате измерений будут получены графики S-параметров длинной линии (см. рисунок 5.15).

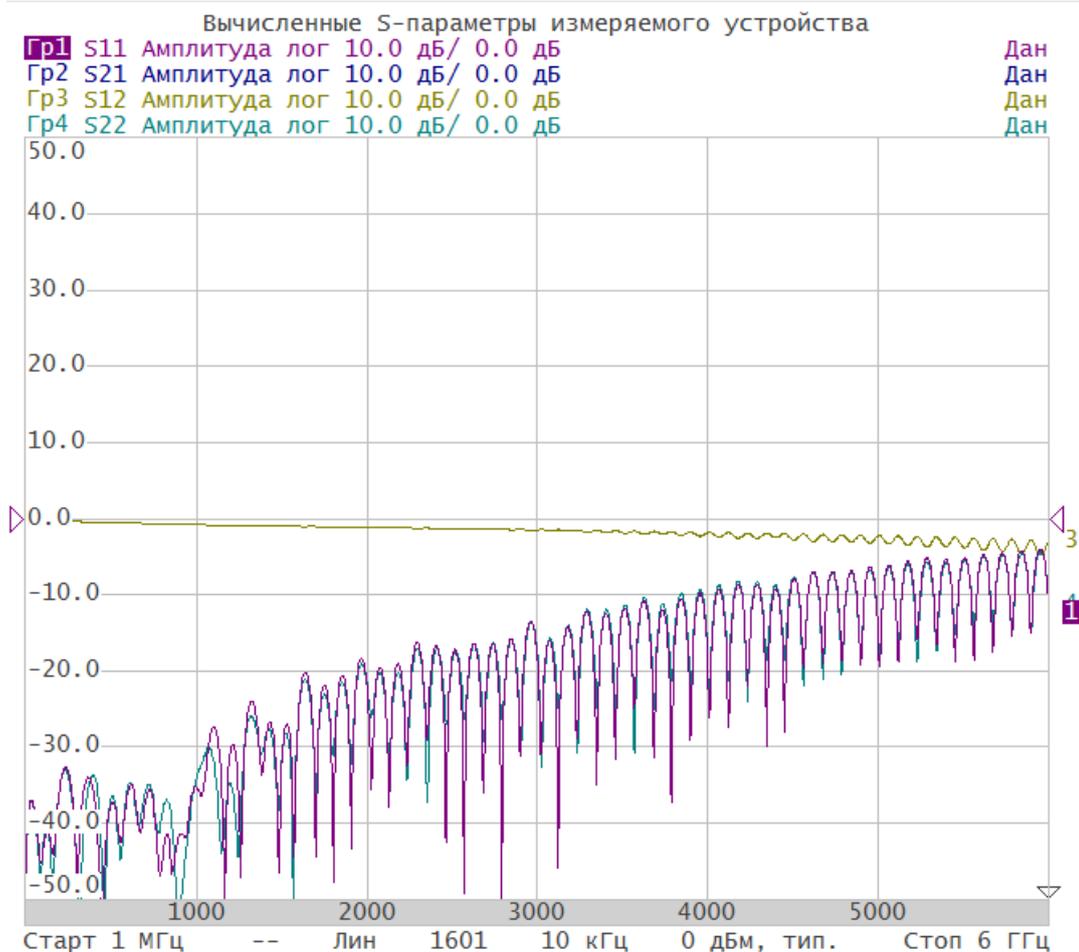


Рисунок 5.15 Пример измерения S-параметров длинной линии

Если в результате измерений графики S-параметров не были получены, то следует проверить соединение с АКМ и считать его идентификационные данные.

Примечание

Далее следует увеличить значение **Время цикла измерений** на 1-2 с (см. п. 5.4.5.3) и повторить измерение.

В случае, когда анализатор не может детектировать сигналы синхронизации от АКМВ2506 из-за высокого затухания кабеля, измерение невозможно.

Примечание

Для экономии заряда батареи рекомендуем после завершения измерений выключать АКМ, нажав на кнопку .

Примечание

Рекомендуем использовать щелочные элементы питания (алкалиновые батарейки).

Не используйте солевые батареи, т.к. это может привести к разрушению контактных клемм АКМ.

6 Анализ измерений

6.1 Маркеры

Маркеры – это инструмент для считывания числовых значений стимула и измеряемой величины на выбранных точках графика. Программа позволяет включать до 16 маркеров на каждый график. Пример графика с маркерами показан на рисунке 6.1.



Рисунок 6.1 Пример графика с маркерами

Элемент маркера	Описание
1 ▼	Метка и номер активного маркера на графике. Метка указателя закрашена сплошным цветом.
2 ▽	Метка и номер не активного маркера на графике.
▲	Метка на оси стимулов активного маркера. Метка указателя закрашена сплошным цветом.
△	Метка на оси стимулов не активного маркера.

Маркеры позволяют решать следующие задачи:

- считывание абсолютных значений измеряемой величины и стимула в конкретных точках графика;
 - считывание относительных значений измеряемой величины и стимула относительно опорного маркера;
 - поиск на графике минимума, максимума, пика и заданного значения;
- вычисление различных параметров графика (статистика, полоса пропускания и др.).

Числовые данные содержат номер маркера, значение стимула, значение измеряемой величины. Номер активного маркера выделен инверсным цветом.

Значение измеряемой величины маркера различается в прямоугольных и полярных форматах.

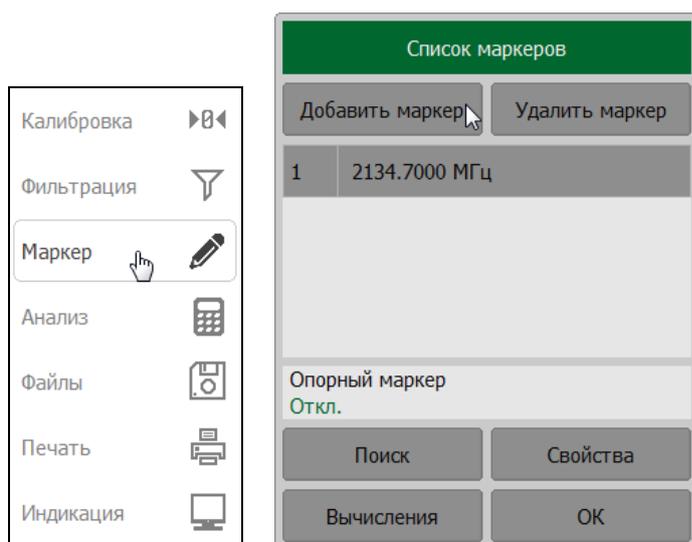
В прямоугольных координатах маркер показывает одно значение измеряемой величины по вертикальной оси в текущем формате (таблица 4.3).

В полярных координатах и на диаграмме Вольперта-Смита маркер показывает:

- активная часть сопротивления (Ом);
- реактивная часть сопротивления (Ом);
- эквивалентная ёмкость или индуктивность реактивной части (Ф / Гн).

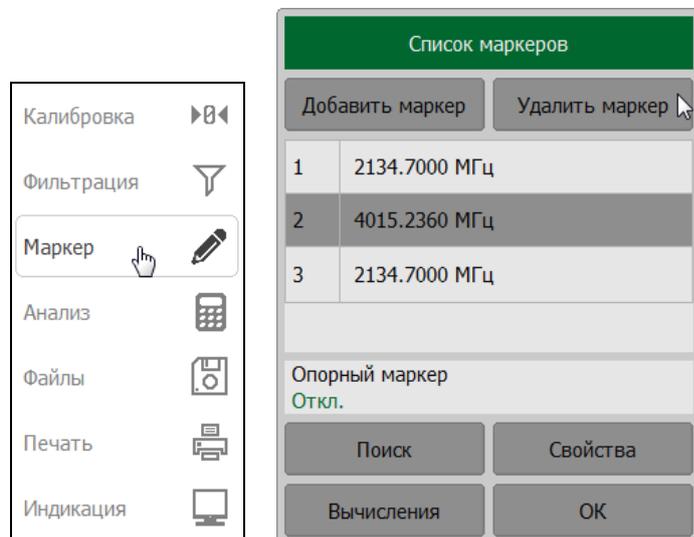
6.1.1 Добавление маркера

Нажмите программные кнопки **Маркер > Добавить маркер** или кнопку добавить маркер в верхней панели программный кнопок (см. пункт 2.1.1). Новый маркер устанавливается в центре оси стимула и назначается активным маркером.



6.1.2 Удаление маркера

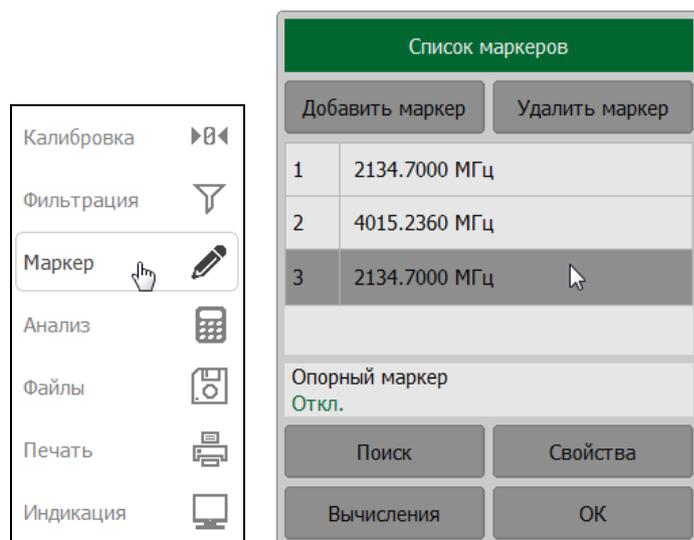
Для удаления активного маркера нажмите программные кнопки **Маркер > Удалить маркер** или кнопку удалить маркер в верхней панели программный кнопок (см. пункт 2.1.1). В программном окне **Список маркеров** активный маркер подсвечен в списке.



6.1.3 Выбор активного маркера

Для выбора активного маркера нажмите программную кнопку **Маркер**. Выделите в списке строку с маркером, который необходимо сделать активным.

Выбор активного маркера в окне канала индикации осуществляется щелчком мыши по нему.

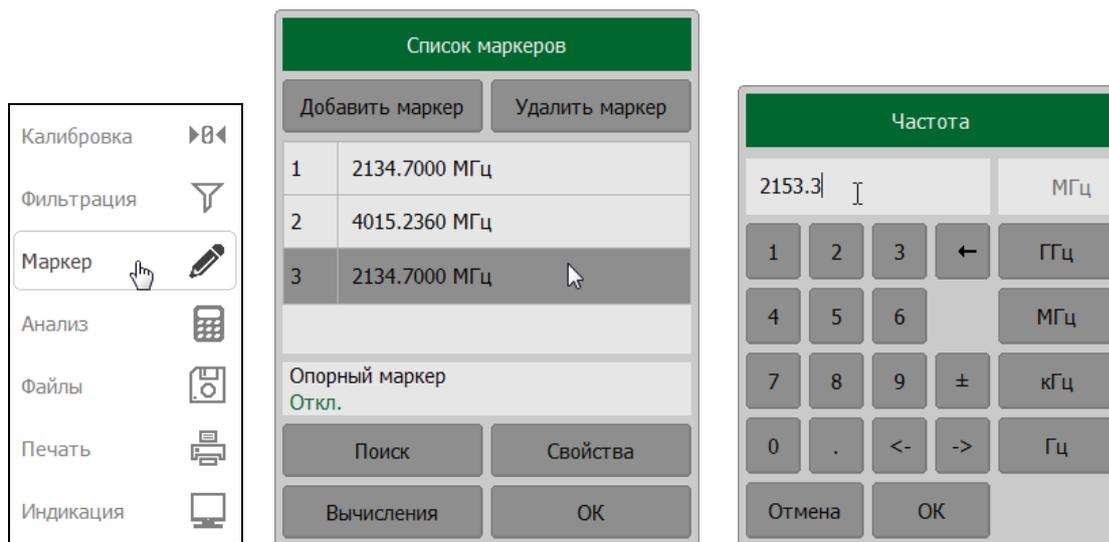


6.1.4 Установка значения стимула маркера

Перед установкой стимула назначьте активный маркер. Установка стимула возможна путём ввода значения с клавиатуры или перемещения маркера мышью.

Для ввода значения с клавиатуры нажмите программную кнопку **Маркер**. Выберите в списке маркер, стимул которого нужно установить. Двойным щелчком мыши по значению стимула маркера в таблице вызовите клавиатуру и введите значение стимула. Завершите ввод нажатием на кнопку **ОК**.

Перемещение маркера мышью и быстрая установка числового значения стимула в строке данных маркера описаны в пункте 3.9.8.



6.1.5 Режим опорного маркера

Режим опорного маркера служит для получения относительных данных на маркерах. Данные маркеров считаются в приращениях относительно специального маркера, называемого опорным. Опорный маркер показывает абсолютные данные. Вместо номера опорный маркер обозначается символом **R** (рисунок 6.2). Включение опорного маркера переводит все остальные маркеры в режим относительных измерений.

Опорный маркер показывает абсолютные значения стимула и измеряемой величины. Все остальные маркеры показывают относительные значения:

- значение стимула – разность между абсолютными значениями стимула маркера и опорного маркера;
- значение измерения – разность между абсолютными значениями измерения маркера и опорного маркера.

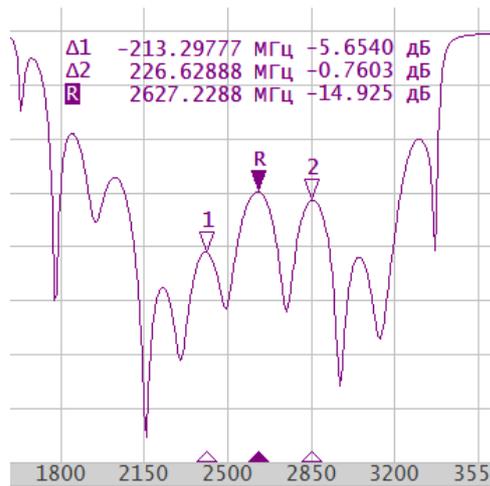
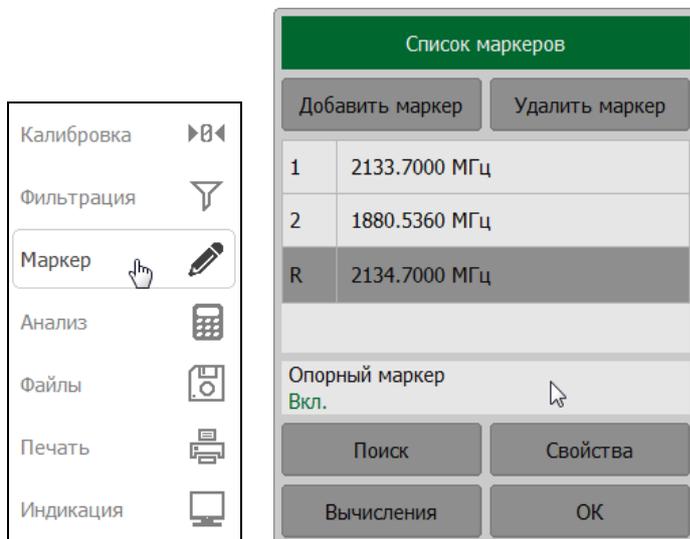


Рисунок 6.2 Пример графика с опорным маркером

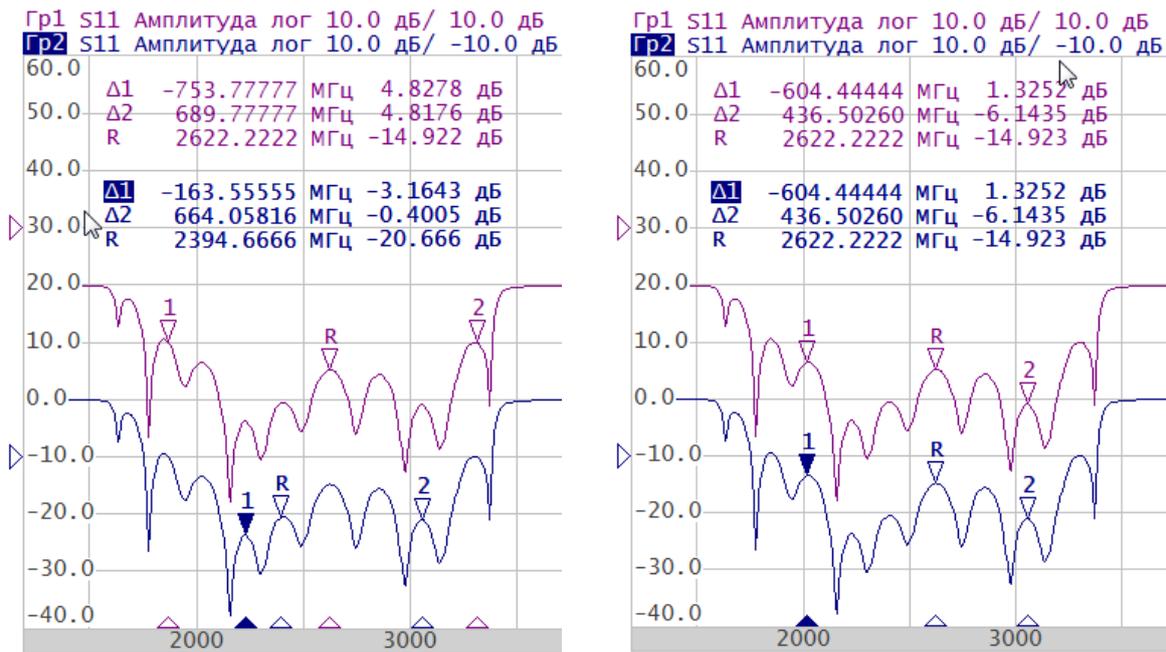
Нажмите программную кнопку **Маркер**. Щелкните по полю **Опорный маркер** для включения или отключения опорного маркера.



6.1.6 Свойства маркеров

6.1.6.1 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 (рисунок 6.3).

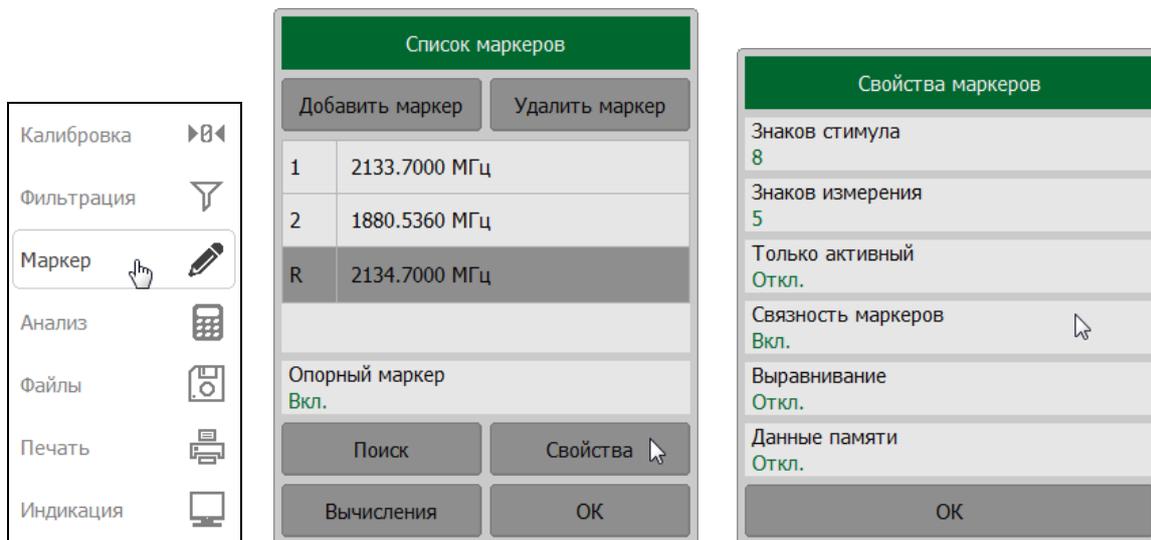


Связность маркеров: Вкл

Связность маркеров: Откл

Рисунок 6.3 Режим связности маркеров

Нажмите программные кнопки **Маркер > Свойства**. Щелкните по полю **Связность маркеров** для включения или отключения связности маркеров.

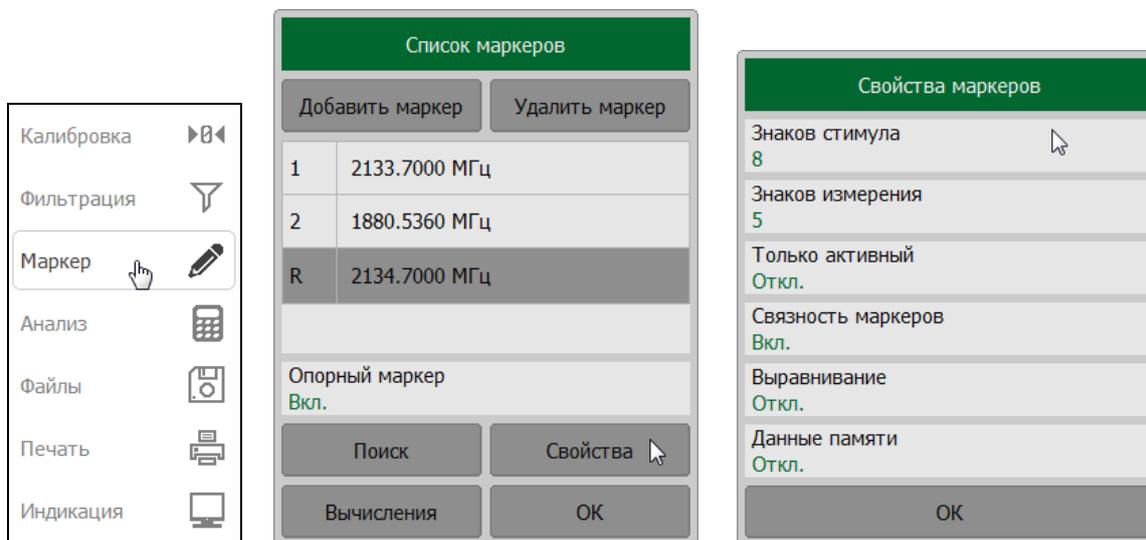


6.1.6.2 Настройка точности представления маркеров

По умолчанию число десятичных знаков индикации данных маркеров составляет: 8 для стимула и 5 для измерения. Пользователь может изменить эти значения. Диапазон изменения количества знаков стимула составляет от 5 до 10 знаков, знаков измерения – от 3 до 8 знаков.

Нажмите программные кнопки **Маркер > Свойства**. Щелкните по полю **Знаков стимула** и в появившемся окне введите число десятичных знаков стимула.

Нажмите программные кнопки **Маркер > Свойства**. Щелкните по полю **Знаков измерения** и в появившемся окне введите число десятичных знаков стимула.

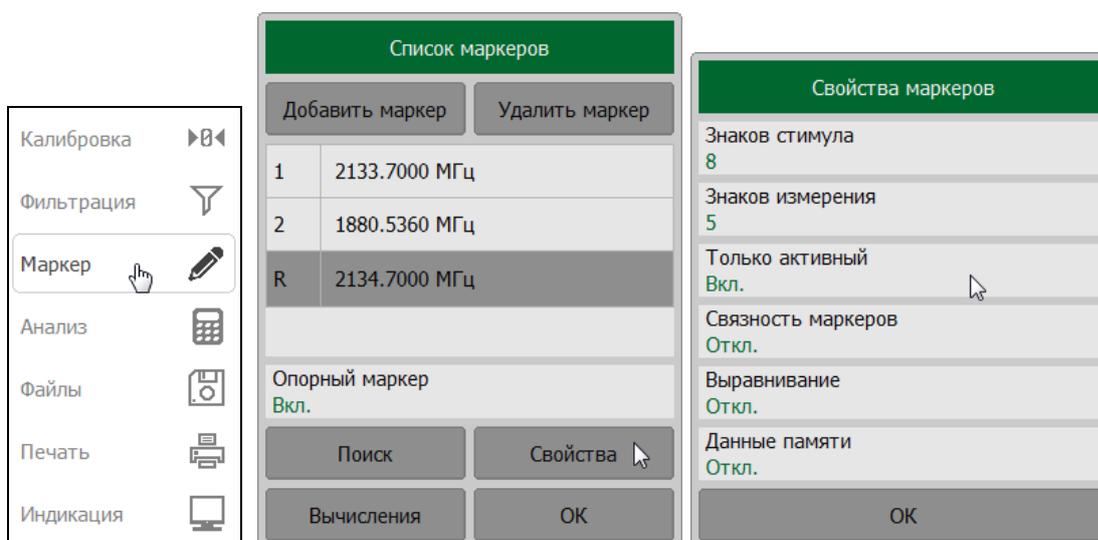


6.1.6.3 Групповая индикация данных маркеров

При выводе нескольких графиков в одном канале индикации, данные маркеров по умолчанию индицируются только для активного графика. Пользователь имеет возможность включить групповую индикацию маркеров всех графиков одновременно. Маркеры различных графиков различаются по цвету, каждый маркер имеет цвет своего графика.

После включения групповой индикации данные маркеров на экране накладываются друг на друга. Во избежание наложения пользователю необходимо их разнести.

Нажмите программные кнопки **Маркер > Свойства**. Щелкните по полю **Только активный** для включения или отключения групповой индикации.

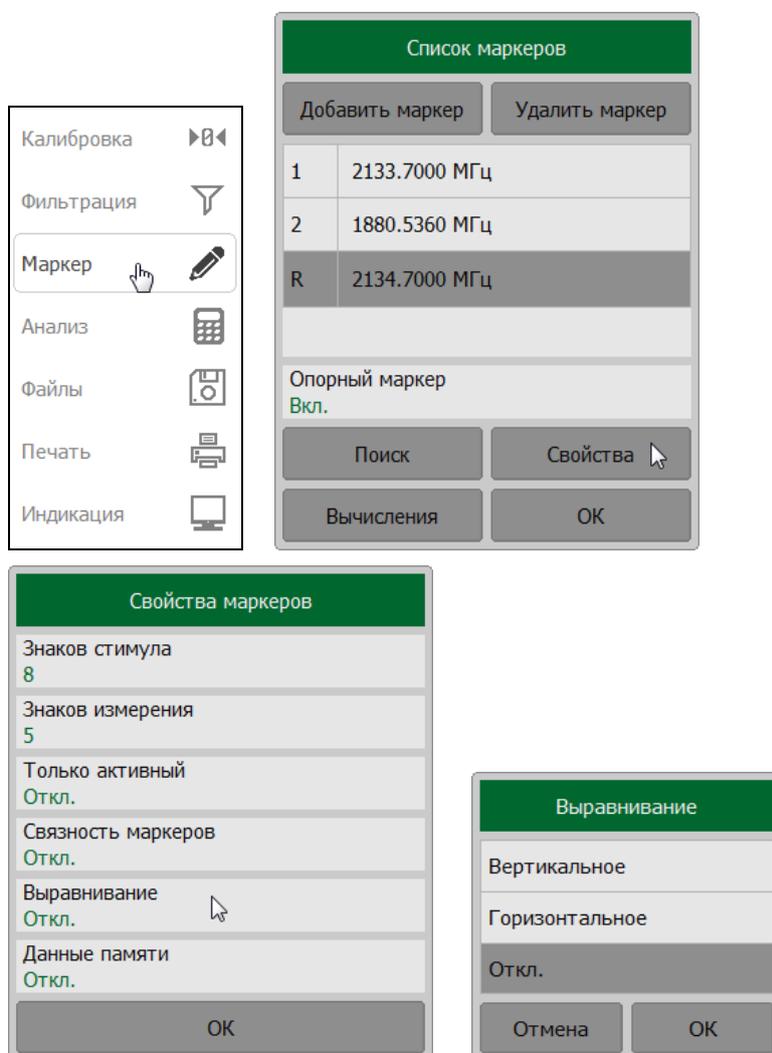


6.1.6.4 Выравнивание положения данных маркеров на экране

Данные маркеров по умолчанию располагаются для каждого графика независимо. Пользователь имеет возможность включить выравнивание положения данных маркеров на экране. Выравнивание отменяет независимое расположение данных маркеров различных графиков. Данные маркеров всех следующих графиков выравниваются по отношению к первому графику. Выравнивание может быть:

- **Вертикальное** – данные маркеров различных графиков располагаются друг под другом;
- **Горизонтальное** – данные маркеров различных графиков располагаются в строчку;
- **Откл** – данные маркеров располагаются произвольно.

Нажмите программные кнопки **Маркер > Свойства**. Щелкните по полю **Выравнивание**. В открывшемся окне выберите тип выравнивания из списка.



6.1.6.5 Индикация маркеров на графиках памяти данных

По умолчанию маркеры индицируют данные графиков измерений. Пользователь имеет возможность включить индикацию данных памяти, если имеется запомненный график. При включении маркеров на графиках данных памяти (см. рисунок 6.4), появляются указатели маркеров такие же как и на графике данных. Запомненные данные индицируются одновременно с текущими. Указатели маркеров интерактивны. Их можно перемещать с помощью мыши для отслеживания запомненных данных.

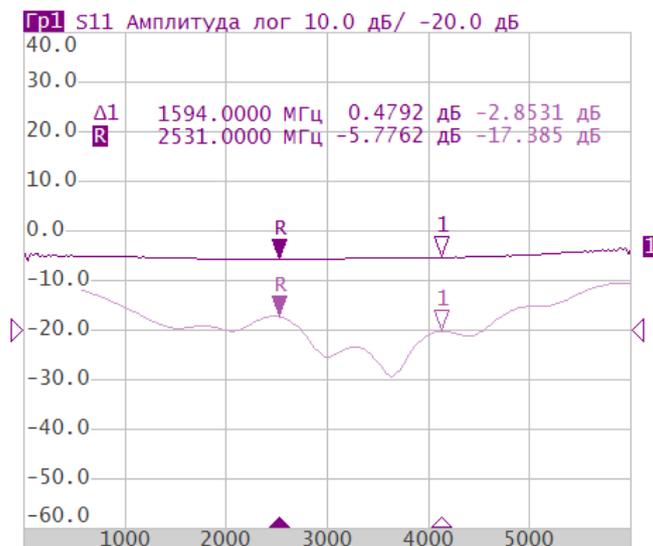
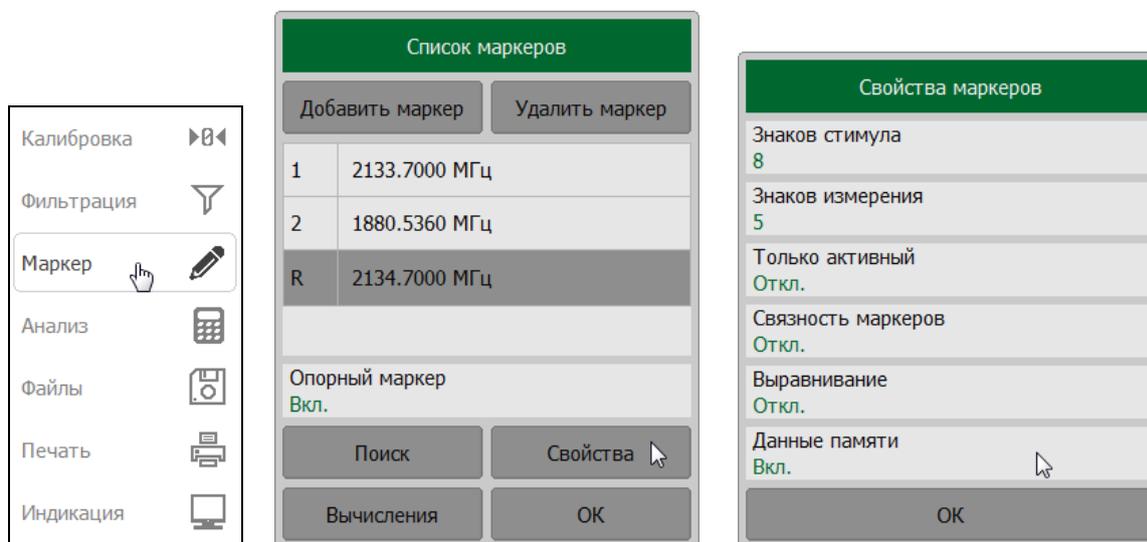


Рисунок 6.4 Индикация данных памяти с помощью маркеров

Нажмите программные кнопки **Маркер > Свойства**. Щелкните по полю **Данные памяти** для включения или отключения индикации маркеров.



6.1.7 Функции поиска положения маркеров

Функции поиска положения маркера на графике:

- максимальное значение;

- минимальное значение;
- пиковое значение;
- целевой уровень.

Примечание

Перед поиском должен быть назначен активный маркер (см. пункт 6.1.3).

6.1.7.1 Поиск максимума или минимума

Функции поиска максимума или минимума находят положение маркера, соответствующие наибольшему или наименьшему значению измеряемой величины (рисунок 6.5).

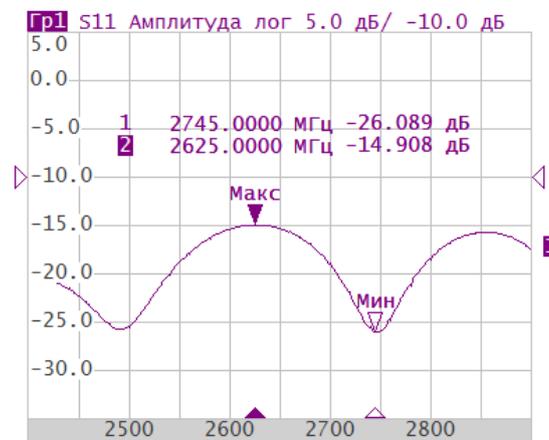
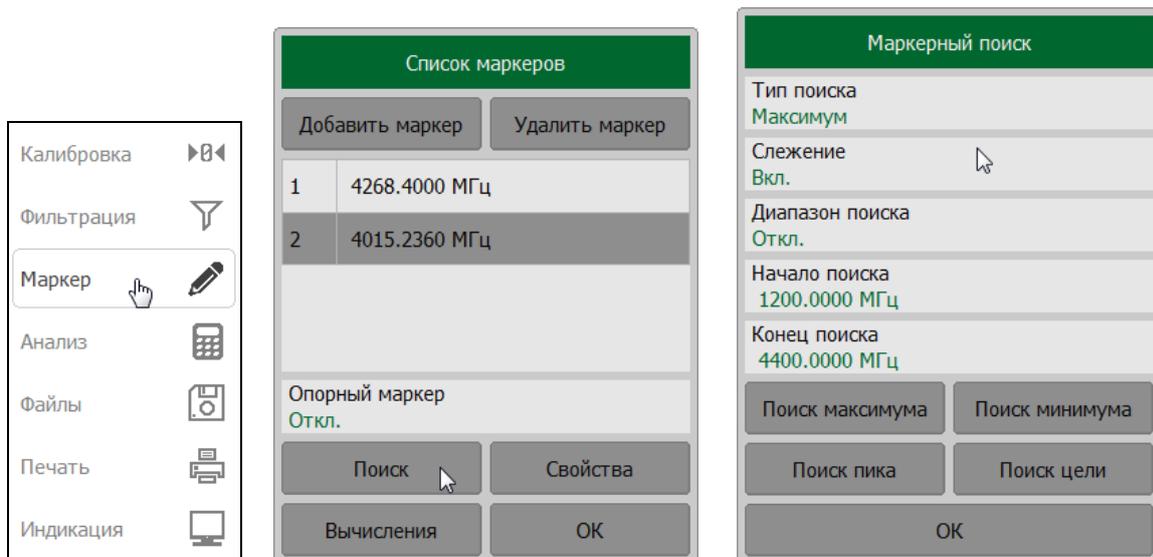


Рисунок 6.5 Пример поиска минимума или максимума

Нажмите программные кнопки **Маркер > Поиск > Поиск минимума** или **Маркер > Поиск > Поиск максимума**.

Последний тип поиска, применённый к маркеру, отображается в поле **Тип поиска**.



Примечание

В случае если включен режим слежения (см. пункт 6.1.7.4), номер маркера меняет название на **Макс**, **Мин** или **Пик**.

6.1.7.2 Поиск пикового значения

Функция поиска пика находит положение маркера, соответствующие пиковому значению измеряемой величины (рисунок 6.6).

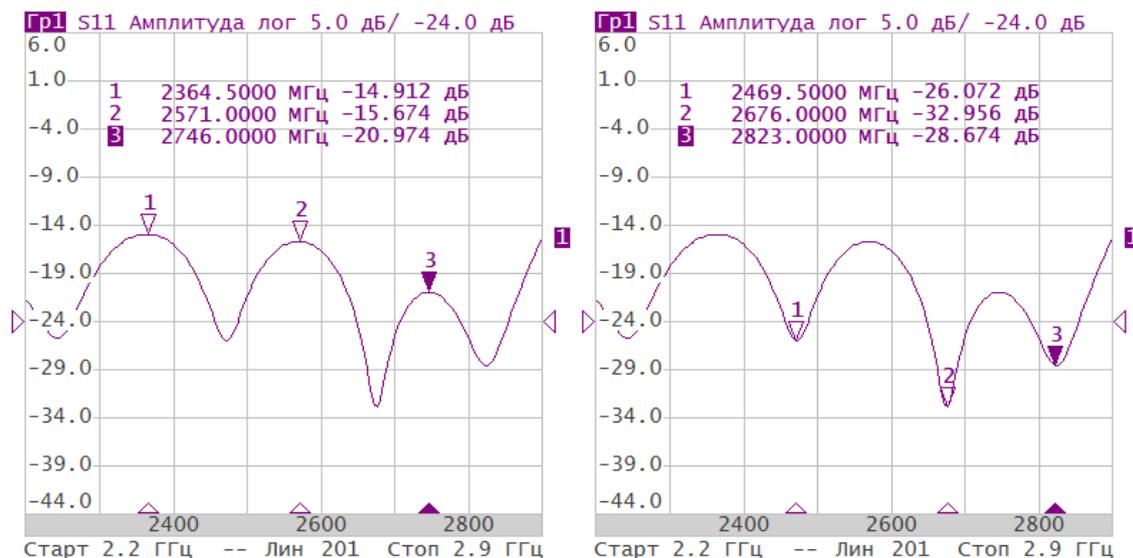


Рисунок 6.6 Положительные и отрицательные пики

Пик	Локальный экстремум функции.
Положительный пик	Пик, значение которого превышает значения в соседних точках.
Отрицательный пик	Пик, значение которого меньше значения в соседних точках.
Пиковое отклонение	Наименьший модуль разности измеряемой величины между точкой пика и двумя соседними пиками противоположной полярности.

В поиске участвуют только те пики, которые удовлетворяют двум критериям поиска:

- пики должны иметь определённую пользователем полярность (положительную, отрицательную, или обе полярности);
- пики должны иметь значение пикового отклонения, не менее заданного пользователем.

Функции поиска пиков

Поиск пика	Поиск самого близкого пика к текущему положению маркера вдоль оси стимулов (в зависимости от текущих установок полярности пика).
-------------------	--

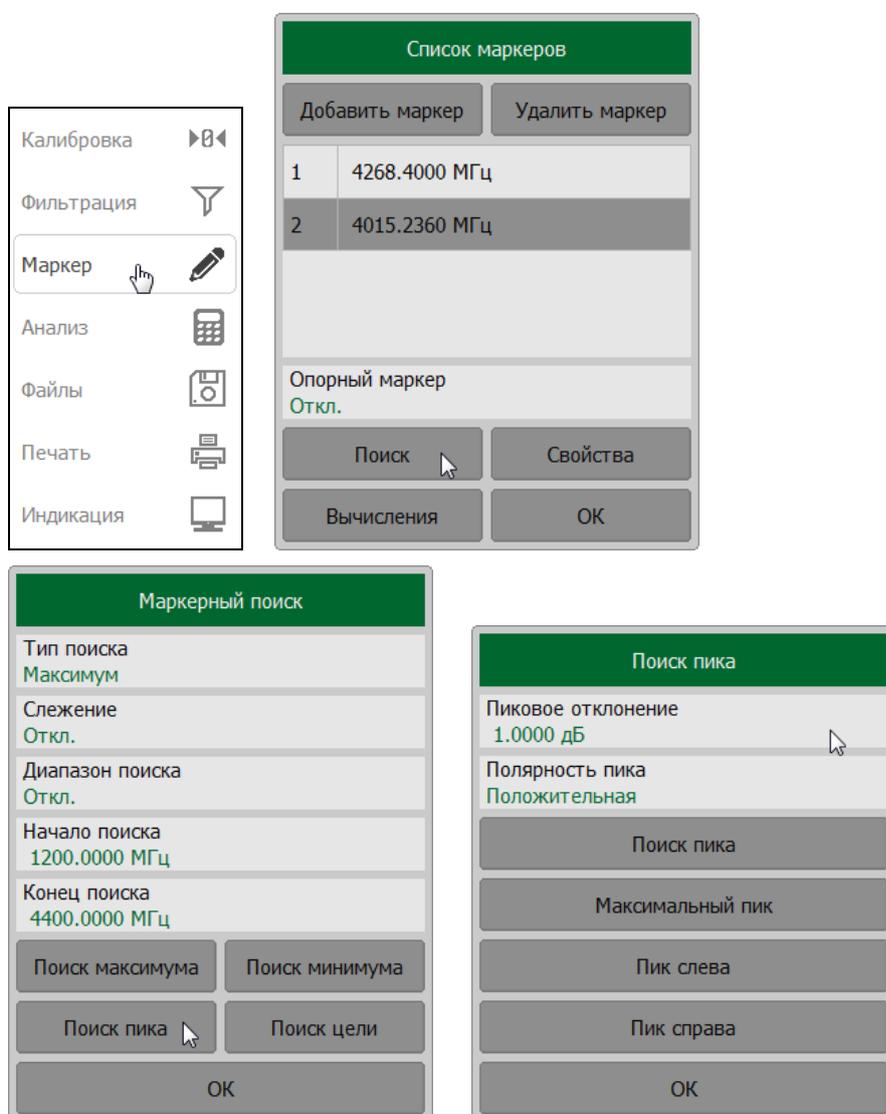
Максимальный пик Пик с максимальным или минимальным значением (в зависимости от текущих установок полярности пика).

Поиск наибольшего пика отличается от поиска минимума или максимума, так как пик не может быть обнаружен в крайних точках графика, если даже они имеют минимальное или максимальное значение.

Пик слева Поиск ближайшего пика слева или справа (в зависимости от текущих установок полярности пика).

Пик справа

Нажмите программные кнопки **Маркер > Поиск > Поиск пика**. Задайте значения полей **Порог пика** и **Полярность пика**. Затем нажмите одну из кнопок поиска **Поиск пика**, **Максимальный пик**, **Пик слева**, **Пик справа**.



6.1.7.3 Поиск целевого уровня

Функция поиска целевого уровня находит положение маркера, соответствующее заданному (целевому) уровню измеряемой величины (рисунок 6.7).

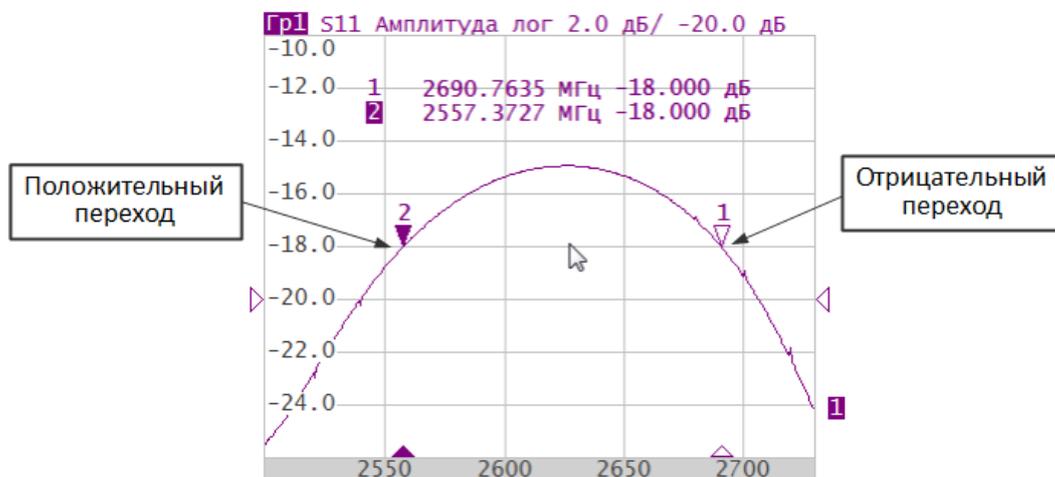


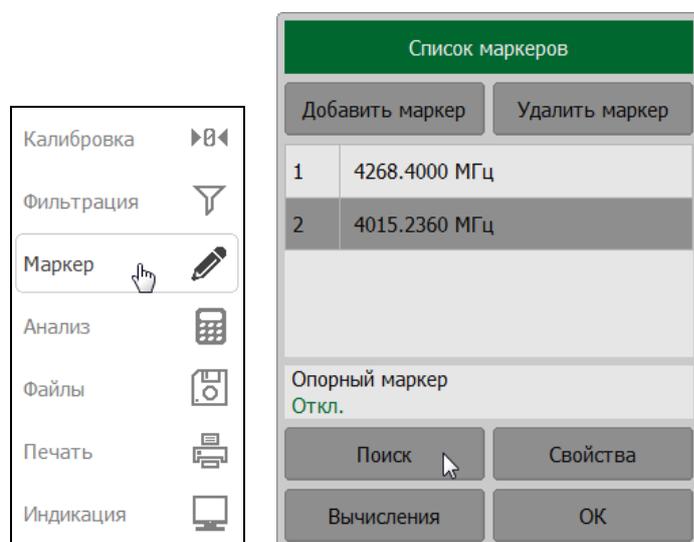
Рисунок 6.7 Пример поиска целевого уровня (значение целевого уровня минус 20 дБ)

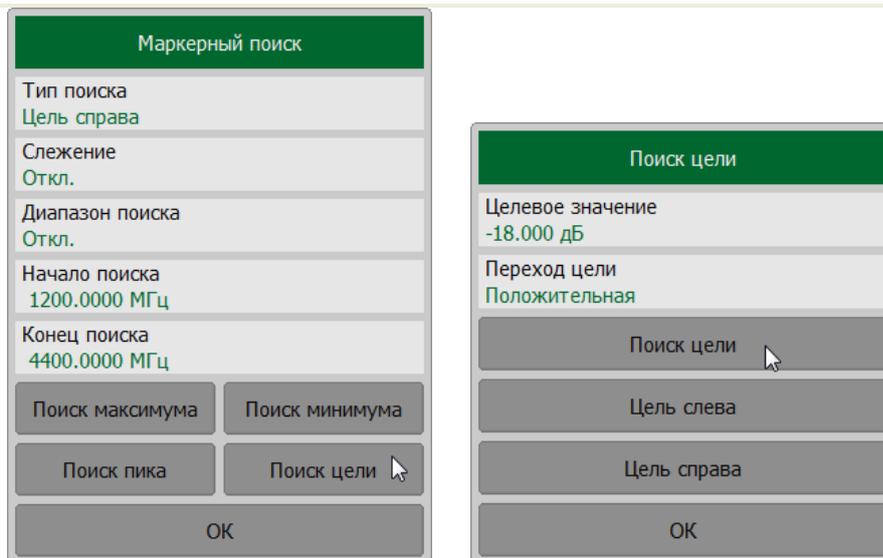
В точках пересечения целевого уровня график функции может иметь тип перехода:

- положительный, если производная функции (наклон графика) в точке пересечения целевого уровня больше нуля;
- отрицательный, если производная функции (наклон графика) в точке пересечения целевого уровня меньше нуля.

В поиске участвуют не все точки пересечения графика с целевым уровнем, а только те, которые имеют определённую пользователем полярность перехода (положительную, отрицательную, или обе полярности).

Нажмите программные кнопки **Маркер > Поиск > Поиск цели**. Щёлкните по полю **Целевое значение** и с помощью клавиатуры задайте значение. Установите тип перехода, щёлкнув левой кнопкой мыши по полю **Переход цели**. Далее для поиска нажмите на одну из кнопок поиска **Поиск цели, Поиск слева, Поиск справа**.



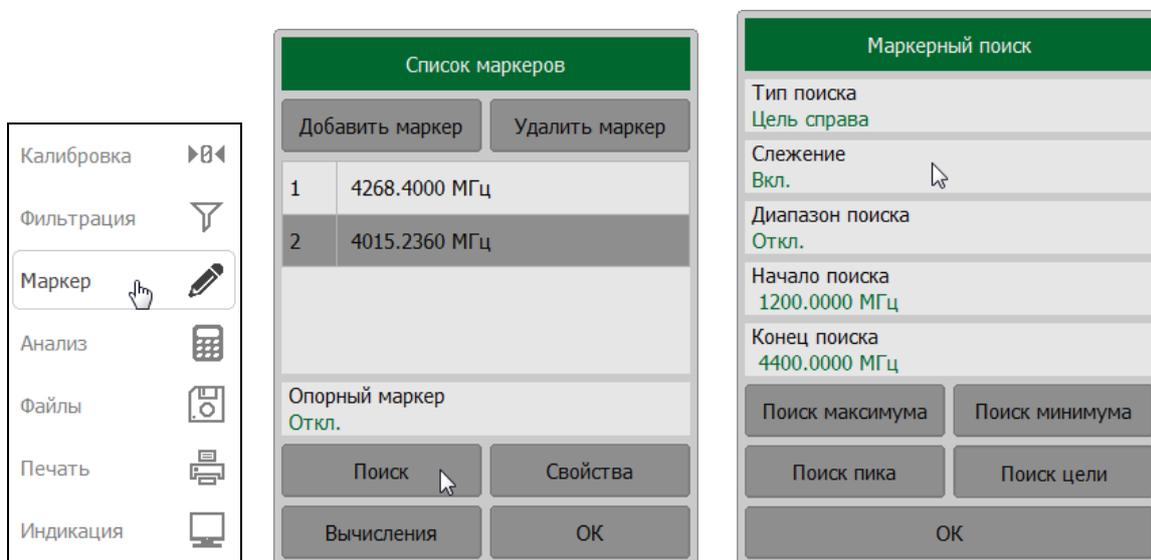


6.1.7.4 Режим слежения

По умолчанию осуществляется однократный поиск после нажатия на любую кнопку поиска. Режим слежения служит для непрерывного поиска положения маркера, пока данный режим не будет отключён.

При включении режима слежения номер маркера на графике данных меняет название на **Макс**, **Мин** или **Пик** в зависимости от установленного типа поиска (см. пункт 6.1.7.1).

Нажмите программные кнопки **Маркер > Поиск**. Щелкните по полю **Слежение** для включения или отключения режима слежения.

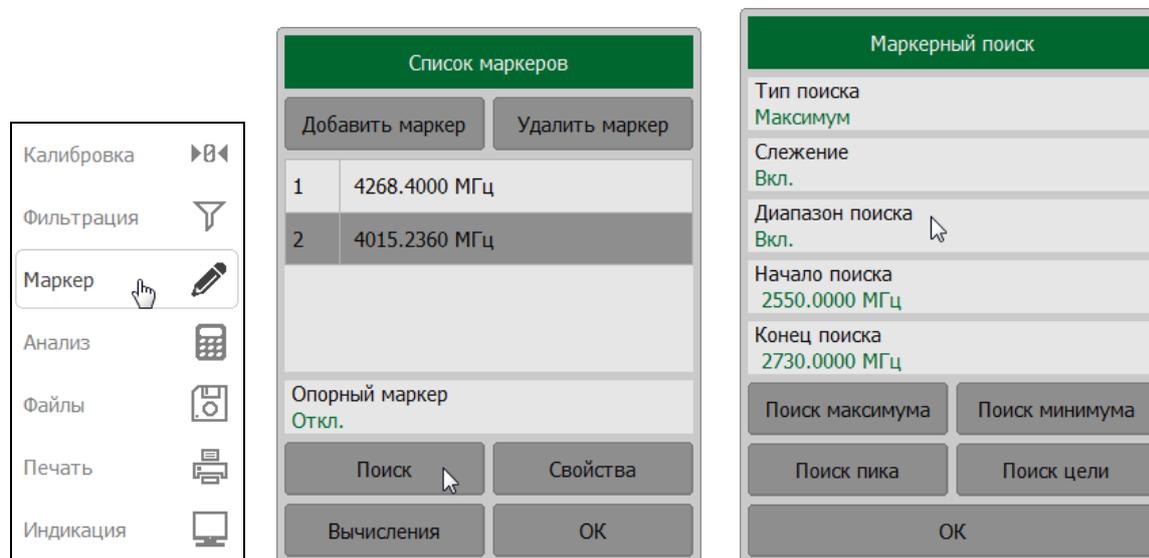


6.1.7.5 Ограничение диапазона поиска

При осуществлении поиска положения маркера можно ограничить диапазон поиска заданными границами стимула.

Нажмите программные кнопки **Маркер > Поиск**. Щелкните по полю **Диапазон поиска** для включения или отключения режима ограничения диапазона поиска.

Для изменения границ диапазона поиска щёлкните левой кнопкой мыши по полю **Начало поиска** или **Конец поиска** соответственно. Ведите значения стимула с помощью клавиатуры.



6.1.8 Маркерные вычисления

Маркерные вычисления – это функции, использующие маркеры для вычисления различных характеристик графика.

В маркерные вычисления входят четыре функции:

- **Статистика;**
- **Неравномерность;**
- **Поиск полосы;**
- **Полосовой фильтр.**

6.1.8.1 Статистика

Функция **Статистика** вычисляет и индицирует следующие параметры графика: среднее значение, стандартное отклонение, фактор пик-пик (см. таблицу 6.1). Диапазон вычисления может быть ограничен, для ограничения используются два маркера (рисунок 6.8).

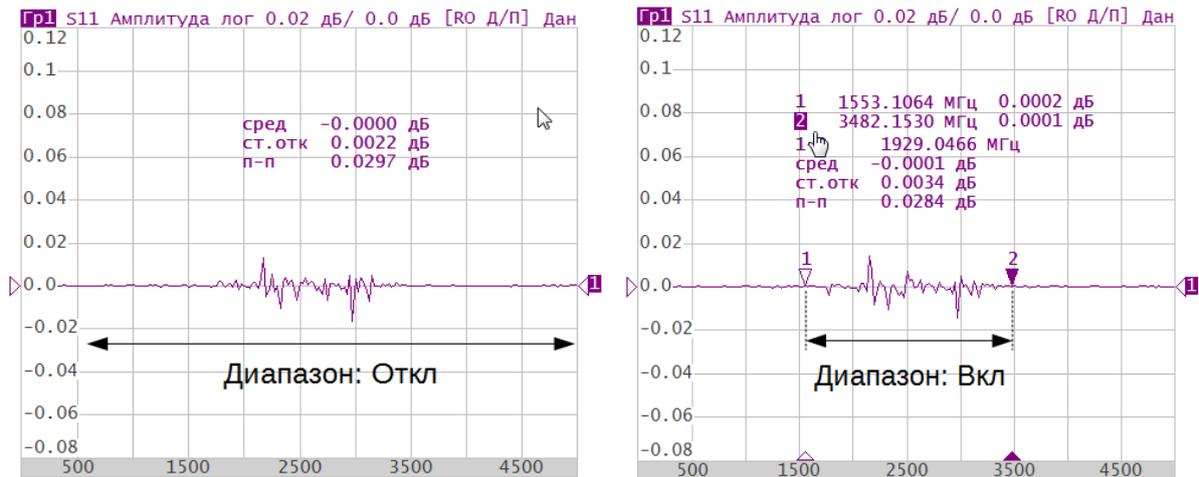


Рисунок 6.8 Пример использования функции Статистика

Таблица 6.1 Определение статистических параметров

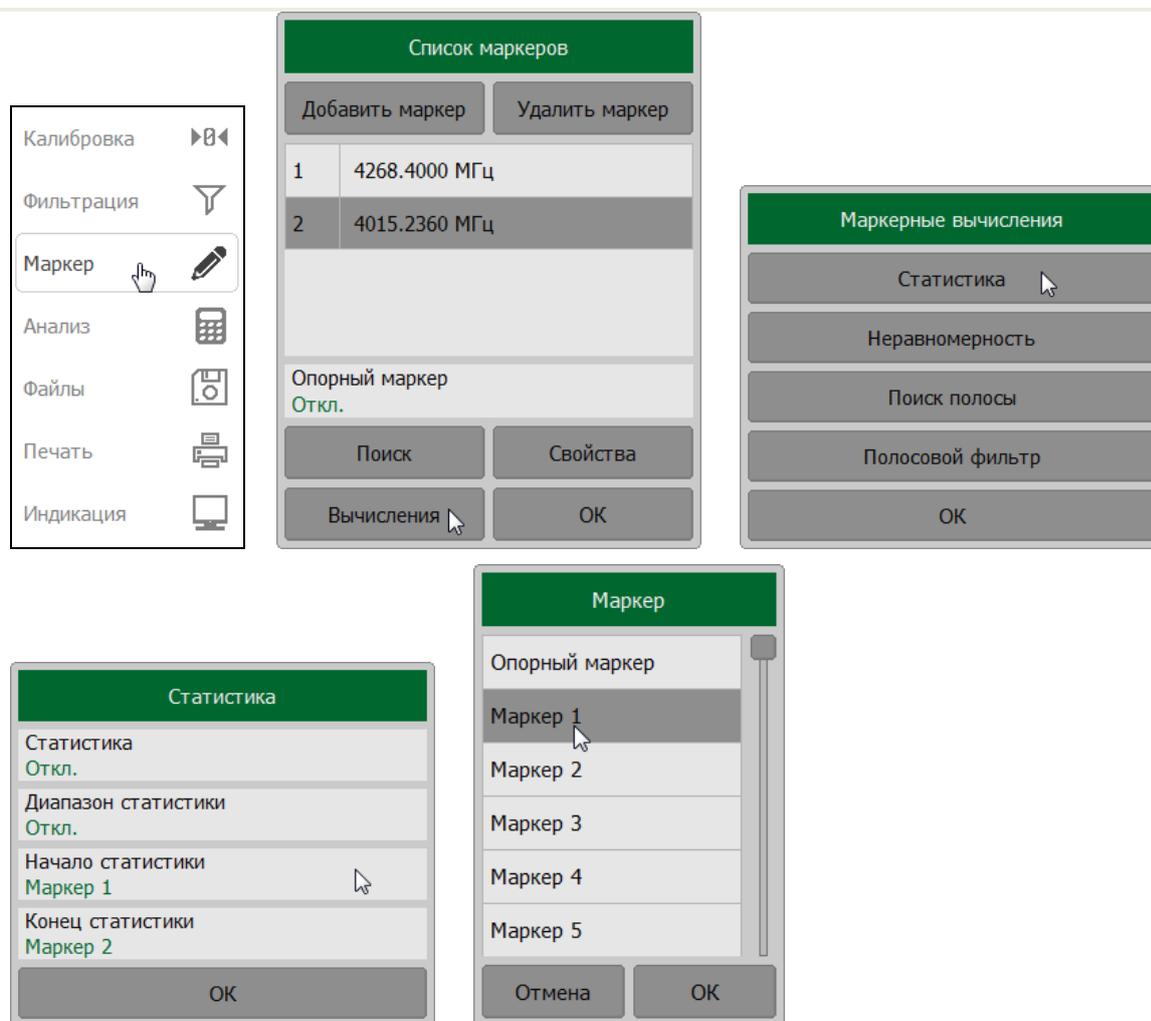
Обозначение	Определение	Формула
сред	Среднее арифметическое	$M = \frac{1}{N} \cdot \sum_{i=1}^N x_i$
ст.отк	Стандартное отклонение	$\sqrt{\frac{1}{N-1} \cdot \sum_{i=1}^N (x_i - M)^2}$
п-п	Фактор пик-пик: разность между максимальным и минимальным значением	Макс - Мин

Нажмите программные кнопки **Маркер > Вычисления > Статистика**.

Щелкните по полю **Статистика** для включения или отключения функции статистики.

Щелкните по полю **Диапазон статистики** для включения или отключения функции ограничения диапазона.

Для установки границ диапазона статистики щёлкните левой кнопкой мыши по полям **Начало статистики** и **Конец статистики**, где выберите номера маркеров из списка для установки границ.



6.1.8.2 Неравномерность

Функция **Неравномерность** вычисляет и индицирует следующие параметры графика: усиление, наклон, неравномерность. Функция неравномерности использует два маркера для задания диапазона расчёта параметров (рисунок 6.9).

Функция поиска полосы не активна, если на графике присутствует только один маркер.

Таблица 6.2 Определение параметров функции неравномерности

Обозначение	Наименование	Определение
усил	Усиление	Значение маркера 1
наклон	Наклон	Разность между значениями маркера 2 и маркера 1
+откл -откл	Неравномерность	Находятся максимумы отклонений в «плюс» и в «минус» от прямой линии, соединяющей маркеры 1 и 2. Неравномерность определяется как их сумма (рисунок 6.10).

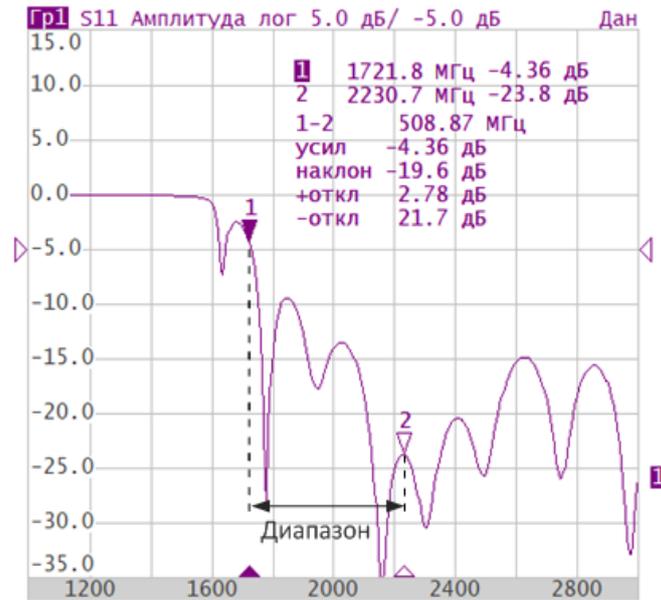


Рисунок 6.9 Пример функции неравномерности

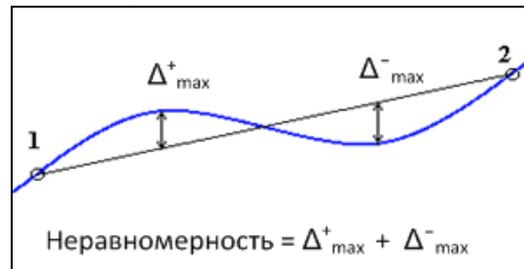


Рисунок 6.10 Пример определения неравномерности

Нажмите программные кнопки **Маркер > Вычисления > Неравномерность**. Щелкните по полю **Неравномерность** для включения или отключения функции статистики.

Для установки границ диапазона неравномерности щёлкните мышью по полям **Начало неравномерности** и **Конец неравномерности**, где выберите номера маркеров из списка для установки границ.

Калибровка

Фильтрация

Маркер

Анализ

Файлы

Печать

Индикация

Список маркеров

Добавить маркер Удалить маркер

1	4268.4000 МГц
2	4015.2360 МГц

Опорный маркер
Откл.

Поиск Свойства

Вычисления ОК

Маркерные вычисления

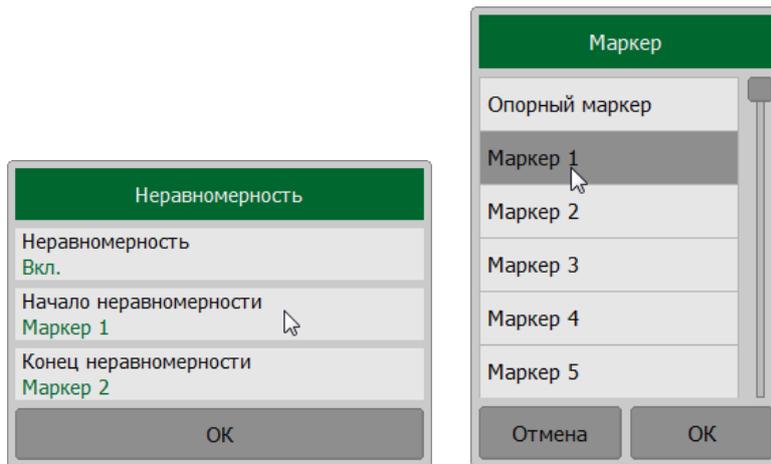
Статистика

Неравномерность

Поиск полосы

Полосовой фильтр

ОК



6.1.8.3 Поиск полосы

Функция осуществляет поиск полосы пропускания или заграждения и индицирует следующие параметры полосы: ширина полосы, центр, нижняя и верхняя частота среза, добротность, потери (рисунок 6.11). Символами F1 и F2 на рисунке обозначены верхняя и нижняя частота среза, соответственно.

Поиск полосы производится относительно опорной точки. Опорной точкой служит либо максимум графика, либо активный маркер, по выбору пользователя. Относительно значения графика в опорной точке определяются верхняя и нижняя частоты среза, в которых значение графика уменьшается на заданный пользователем **уровень поиска полосы** (обычно минус 3 дБ).





Рисунок 6.11 Пример поиска полосы

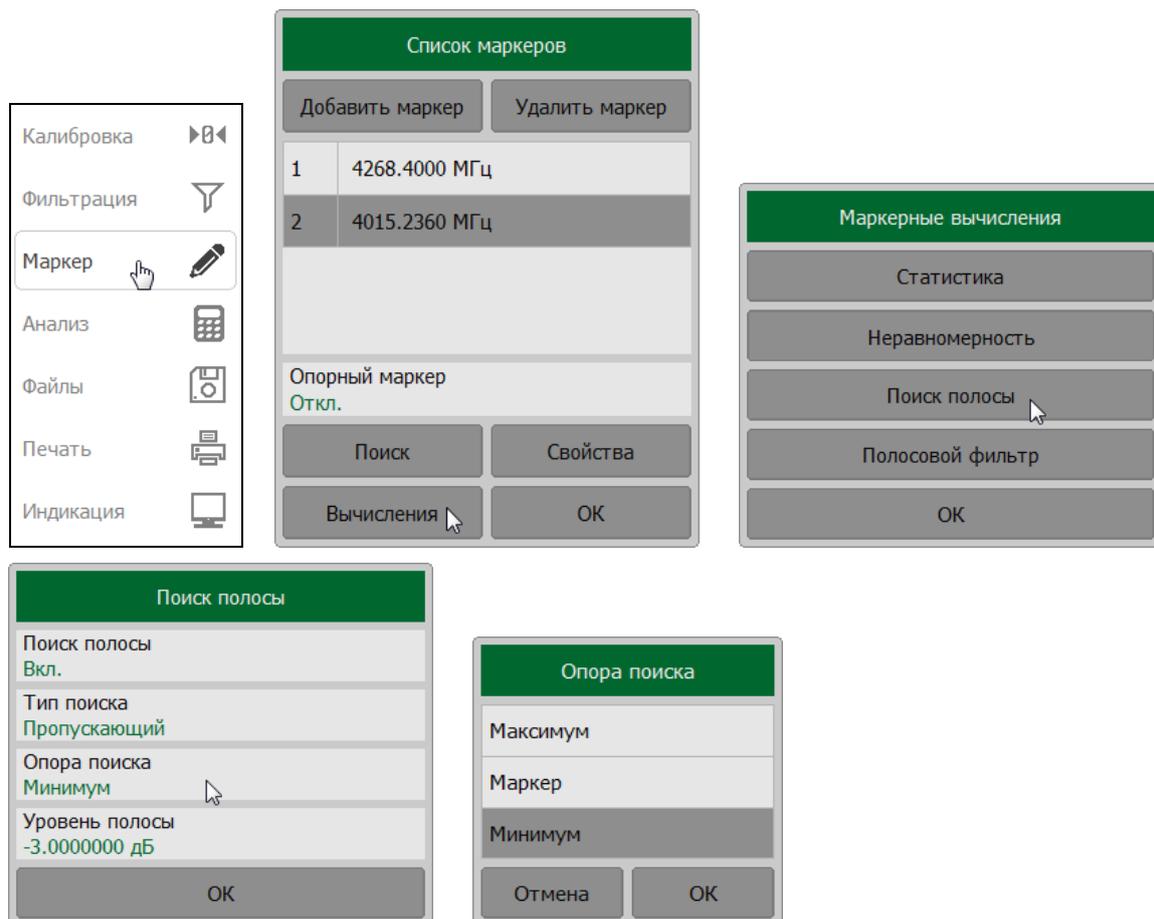
Таблица 6.3 Определение параметров полосы

Наименование параметра	Обозначение	Определение	Формулы
Полоса пропускания	полоса	Разность между верхней и нижней частотой среза	$F2 - F1$
Центральная частота полосы пропускания	центр	Среднее значение между верхней и нижней частотой среза	$(F1+F2) / 2$
Нижняя частота среза	ниж	Нижняя частота пересечения графика и уровня определения полосы пропускания	F1
Верхняя частота среза	верх	Верхняя частота пересечения графика и уровня определения полосы пропускания	F2
Добротность	Q	Отношение центральной частоты к полосе пропускания	цент / П
Потери	потер	Значение графика в опорной точке поиска полосы	-

Нажмите программные кнопки **Маркер > Вычисления > Поиск полосы**.

В окне **Поиск полосы**:

- щелкните по полю **Поиск полосы** для включения или отключения функции поиска;
- задайте тип полосы для чего щелкните по полю **Тип поиска**;
- задайте опору поиска для чего щелкните по полю **Опора поиска** и выберите в открывшемся окне требуемый вариант;
- задайте уровень поиска полосы для чего щелкните по полю **Уровень полосы** и введите требуемое значение с помощью клавиатуры.



6.1.8.4 Полосовой фильтр

Функция **Полосовой фильтр** вычисляет и индицирует следующие параметры фильтра: потери, фактор пик-пик в полосе пропускания, величину заграждения в полосе заграждения. Границы полосы пропускания задаются первой парой маркеров, границы полосы задержания задаются второй парой маркеров (рисунок 6.12).

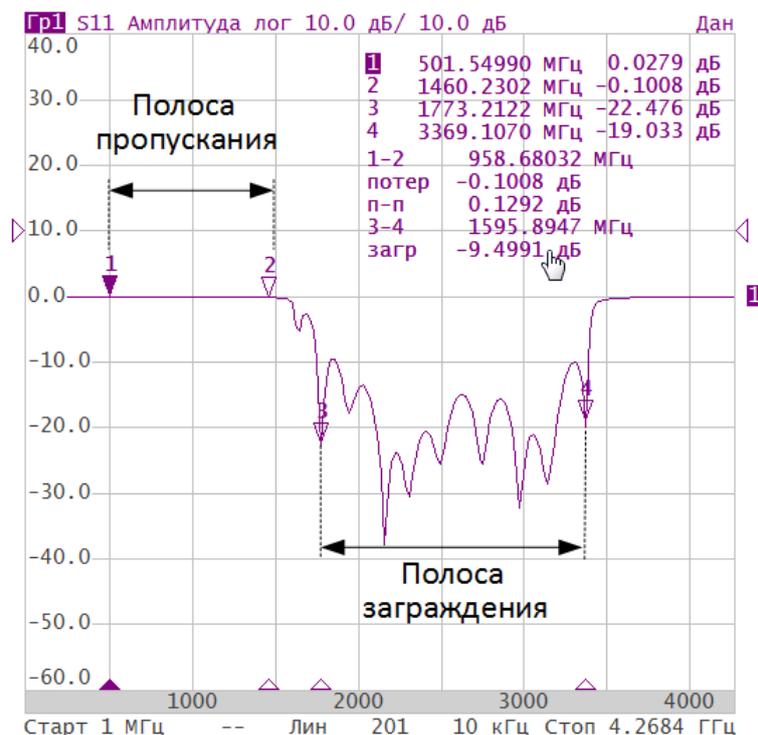


Рисунок 6.12 Пример использования функции полосового фильтра

Функция поиска полосы не активна, если на графике присутствует только один маркер.

Таблица 6.4 Определение параметров функции полосовой фильтр

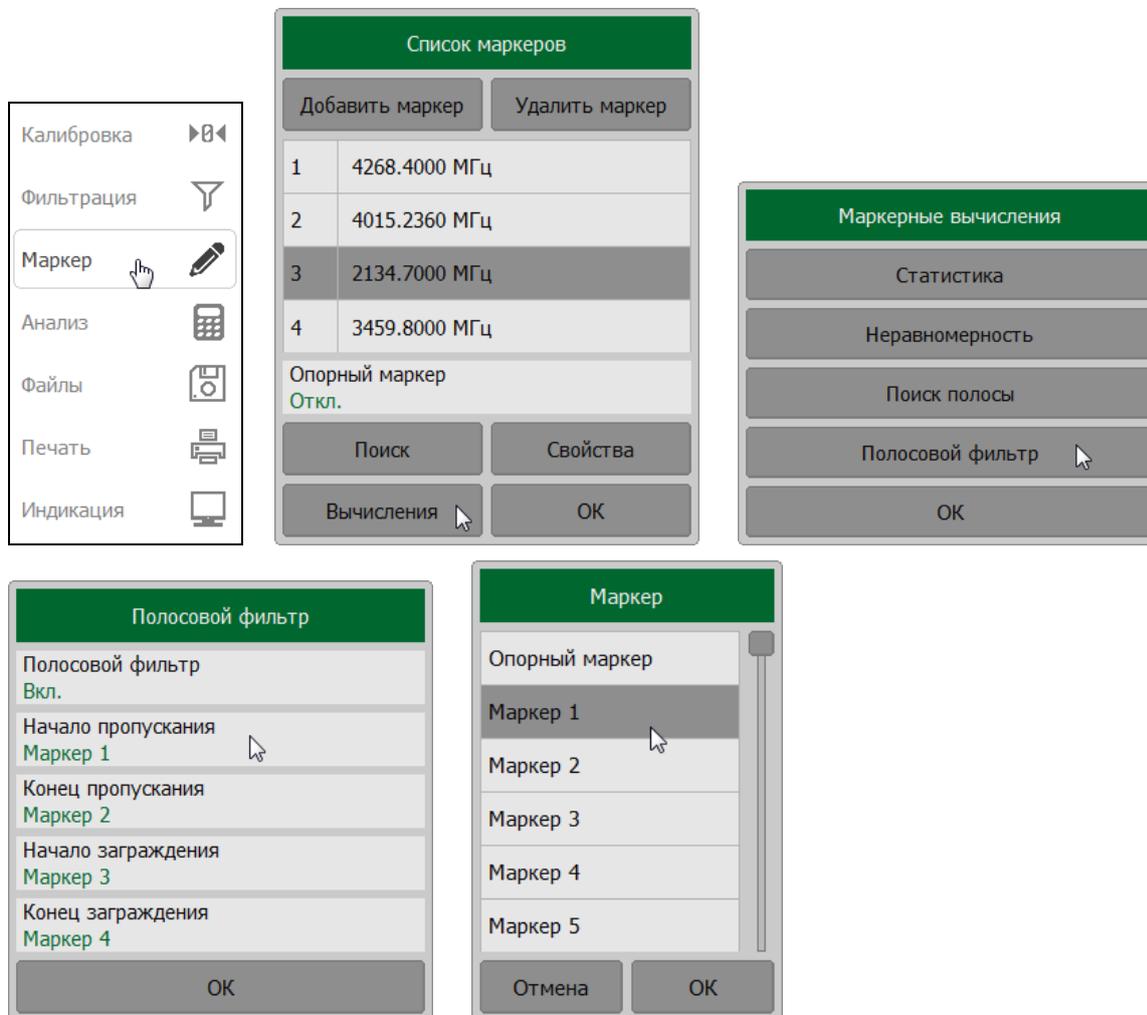
Наименование параметра	Обозначение	Определение
Потери в полосе пропускания	потер	Минимальное значение в полосе пропускания
Фактор пик-пик в полосе пропускания	п-п	Разность между максимумом и минимумом в полосе пропускания
Заграждение	загр	Разность между максимумом в полосе заграждения и минимумом в полосе пропускания

Нажмите программные кнопки **Маркер > Вычисления > Полосовой фильтр**.

В окне **Полосовой фильтр**:

- щелкните по полю **Полосовой фильтр** для включения или отключения функции полосового фильтра.

- для изменения номеров маркеров, которые служат границами полосы пропускания щелкните по полям **Начало пропускания** и **Конец пропускания** и выберите в открывшейся форме нужный маркер;
- для изменения номеров маркеров, которые служат границами полосы заграждения щелкните по полям **Начало заграждения** и **Конец заграждения** и выберите в открывшейся форме нужный маркер.



6.2 Функция памяти графиков

Для каждого графика измеряемых данных, который отображается на экране, предусмотрена функция запоминания. При отображении графика запомненных данных используется тот же цвет, который имеет график данных, но его яркость уменьшена.

Данные графика запоминаются из текущего измерения, после нажатия кнопки запоминания графика (см. пункт 2.1.1). После включения функции памяти графиков, в окне канала отображаются одновременно график данных и память графика данных.

Варианты отображения графиков данных и памяти

Дан Гр1 Данные	Индицируется только график данных
Пам Гр1 Память	Индицируется только график памяти
Д&П Гр1 Данные и память	Индицируются оба графика данных и памяти
Откл Гр1 График откл	Индикация отключена для обоих графиков

График памяти наследует следующие установки графика данных:

- диапазон частот;
- число точек;
- тип сканирования.

График памяти использует общие установки с графиком данных, изменение которых действуют на оба графика:

- формат;
- масштаб;
- сглаживание;
- электрическая задержка.

На график памяти не влияют следующие установки графика данных, произведенные после запоминания:

- изменение мощности при сканировании частоты;
- полоса ПЧ;
- усреднение;
- калибровка.

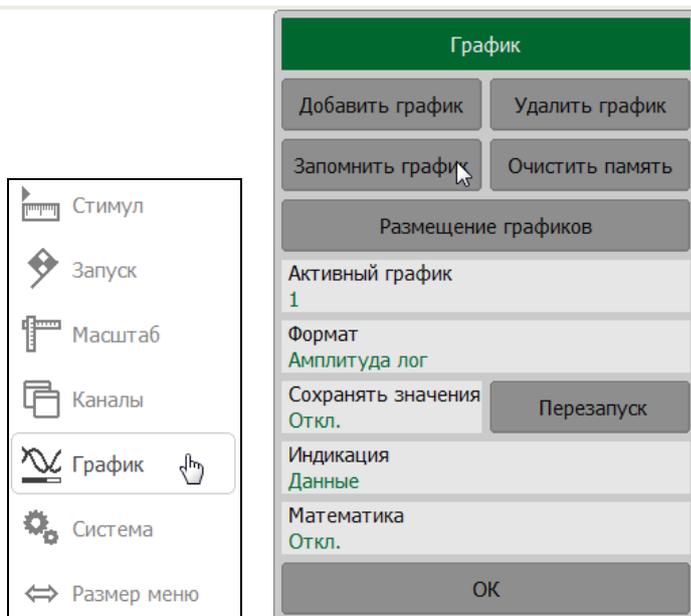
6.2.1 Включение функции памяти графика

Функция памяти графиков данных применима к отдельным графикам канала. Перед использованием данной функции выберите активный график (см. пункт 4.1.5).

После установки функции памяти графиков индицируются оба графика данных и памяти (Д&П).

Нажмите программные кнопки **График > Запомнить график**.

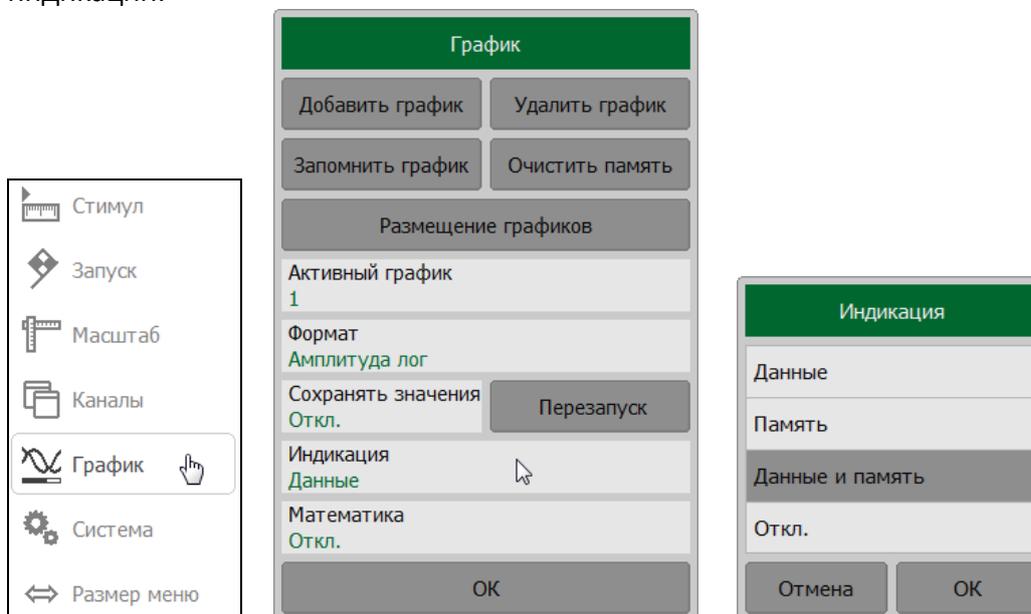
Для быстрого включения функции запоминания используйте кнопку **Память графика** (см. пункт 2.1.1).



6.2.2 Выбор варианта отображения

Нажмите программную кнопку **График**. Щелкните по полю **Индикация** и выберите в открывшемся окне требуемый вариант отображения.

Для быстрой настройки нажмите на функцию памяти графика в строке состояния графика (см. пункт 2.2.2) и в появившемся окне выберите требуемый вариант индикации.

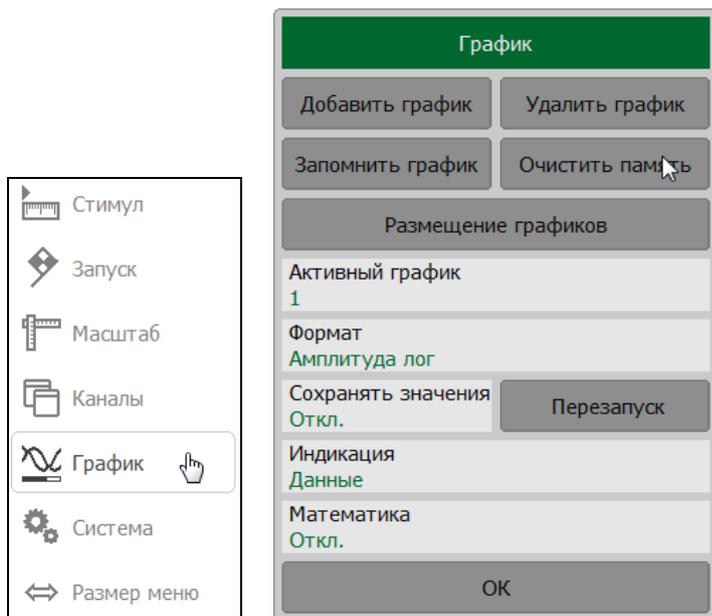


6.2.3 Удаление памяти графика

Функция удаления памяти графиков данных применима к отдельным графикам канала. Перед использованием этой функции выберите активный график (см. пункт 4.1.5).

После удаления функции запоминания графиков индицируется график данных (**Дан**).

Нажмите программные кнопки **График > Очистить график**.

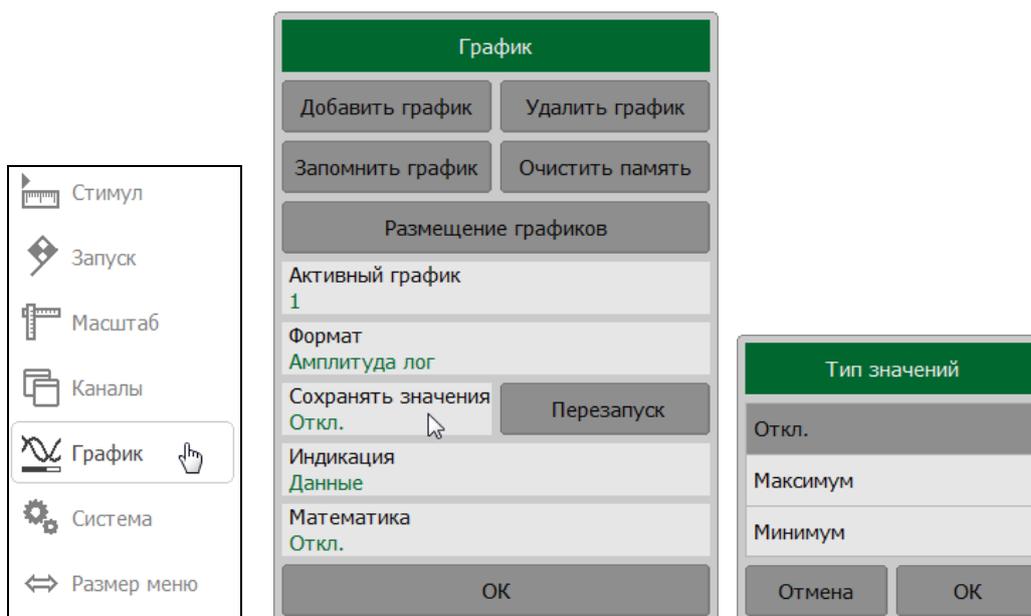


6.2.4 Сохранение максимального и минимального значений

Включение функции сохранения значения позволяет запоминать максимальные или минимальные значения, полученные для текущего измерения. Запомненные значения отражаются в активном графике вместо данных реального времени.

Функция сохранения значения задаётся для каждого графика отдельно. Перед включением этой функции необходимо назначить активный график (см. пункт 4.1.5).

Нажмите программную кнопку **График**. Щелкните по полю **Сохранять значения** и выберите в открывшемся окне функции сохранения значений.



6.2.5 Математические операции с памятью графиков

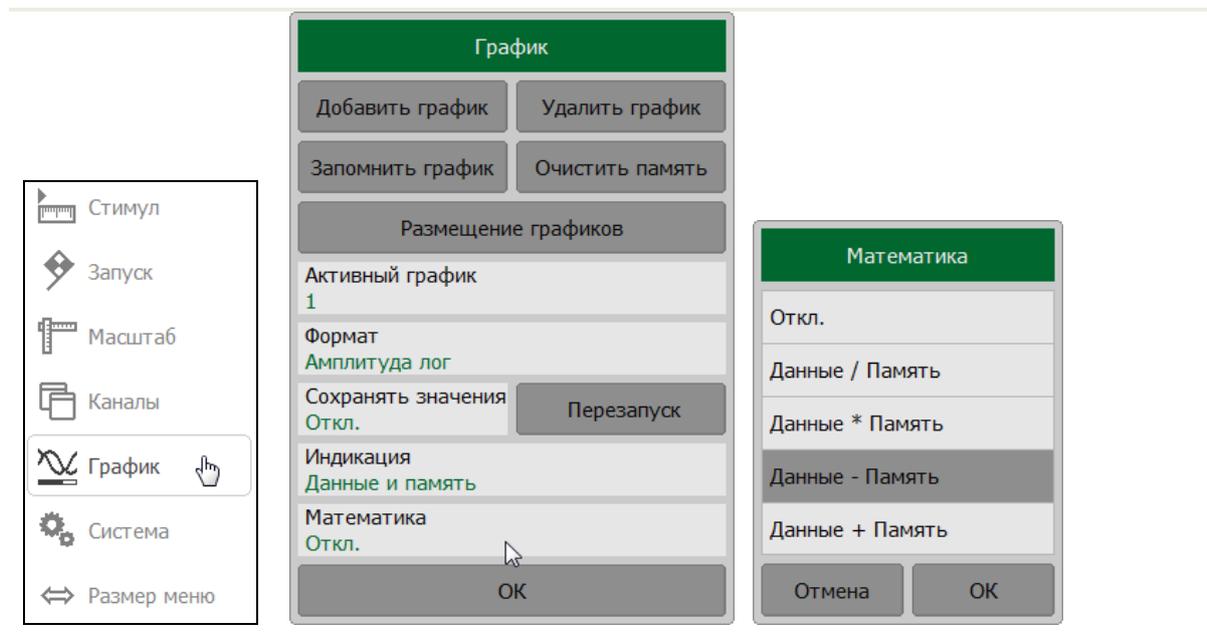
График памяти можно использовать для осуществления математических операций между ним и графиком данных. При этом результат математической операции замещает график данных. Математические операции над памятью и данными осуществляются как над комплексными числами.

Функция памяти графиков данных применима к отдельным графикам канала. Перед использованием данной функции выберите активный график (см. пункт 4.1.5).

Для отображения результата математических операций включите функцию памяти графиков .

Математическая операция	Описание
Данные / Память	Деление измеряемых данных на память. Строка состояния графика (свойства графика) содержит Д/П .
Данные * Память	Умножение измеряемых данных на память. Строка состояния графика содержит (свойства графика) Д*П .
Данные - Память	Вычитание памяти из измеряемых данных. Строка состояния графика содержит (свойства графика) Д-П .
Данные + Память	Сложение измеряемых данных и памяти. Строка состояния графика содержит (свойства графика) Д+П .

Нажмите на программную кнопку **График**. Щелкните по полю **Математика** и выберите в открывшемся окне тип математической операции.



6.3 Моделирование оснастки

Моделирование оснастки – это программная функция моделирования условий измерения, которые отличаются от реальных условий измерения. Она включает моделирование следующих условий:

- преобразование импеданса порта;
- исключение цепи;
- встраивание цепи.

Перед моделированием оснастки выберите активный канал (см. пункт 4.1.2). Функции моделирования оснастки действуют для всех графиков канала и индицируется в строке состояния графика (см. пункт 2.2.2).

6.3.1 Преобразование импеданса порта

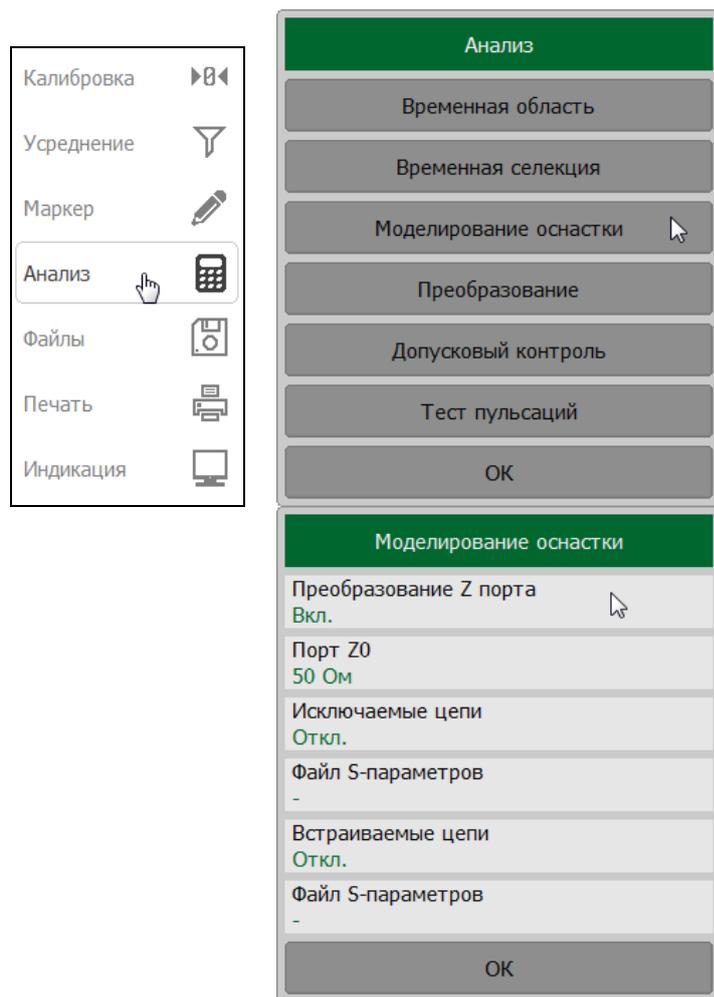
Преобразование импеданса порта – это функция преобразования S-параметров при моделировании изменения волнового сопротивления портов.

Примечание

Значение импеданса измерительного порта определяется в процессе калибровки. Оно определяется значением волнового сопротивления используемого комплекта калибровочных мер.

Нажмите программные кнопки **Анализ > Моделирование оснастки**. Щёлкните по полю **Преобразование Z порта** для включения или отключения функции преобразования импеданса порта.

Для ввода значения моделируемого импеданса порта щёлкните левой кнопкой мыши по полю **Порт Z0**. Введите требуемое значение с помощью клавиатуры.



6.3.2 Исключение цепи

Исключение цепи – это функция преобразования S–параметров при исключении из результатов измерений влияния некоторой цепи.

Исключаемая цепь должна быть определена своими S–параметрами в файле данных. Исключаемая цепь должна быть определена как четырёхполюсник в файле формата Touchstone (*.s2p), который содержит таблицу S–параметров: S11, S21, S12, S22 для ряда частот.

Функция исключения цепи позволяет математически исключить влияние на результат измерения оснастки, которая включена между плоскостью калибровки и исследуемым устройством. Оснастка используется для подключения устройств, которые не могут быть непосредственно подключены к измерительному порту.

Функция исключения цепи смещает плоскость калибровки в направлении исследуемого устройства так, как если бы калибровка была проведена с учётом этой исключаемой цепи (рисунок 6.13).

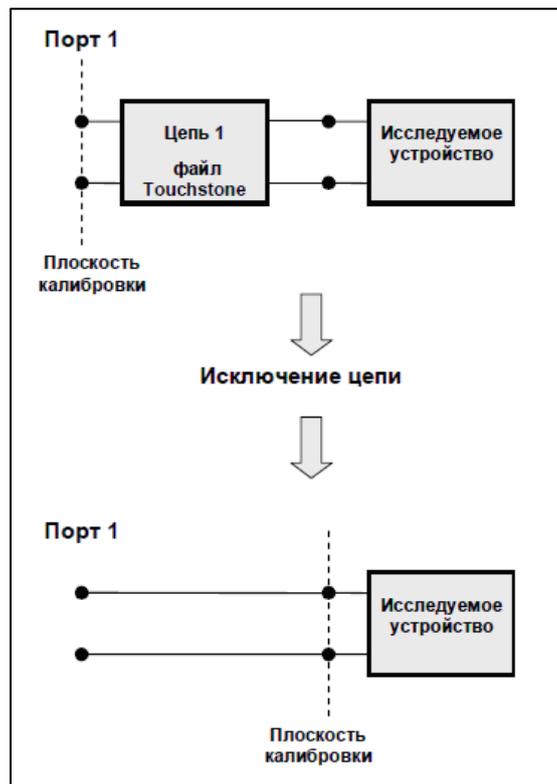


Рисунок 6.13 Исключение цепи

Нажмите программные кнопки **Анализ > Моделирование оснастки**. Щёлкните по полю **Исключаемые цепи** для включения или отключения функции исключения цепи.

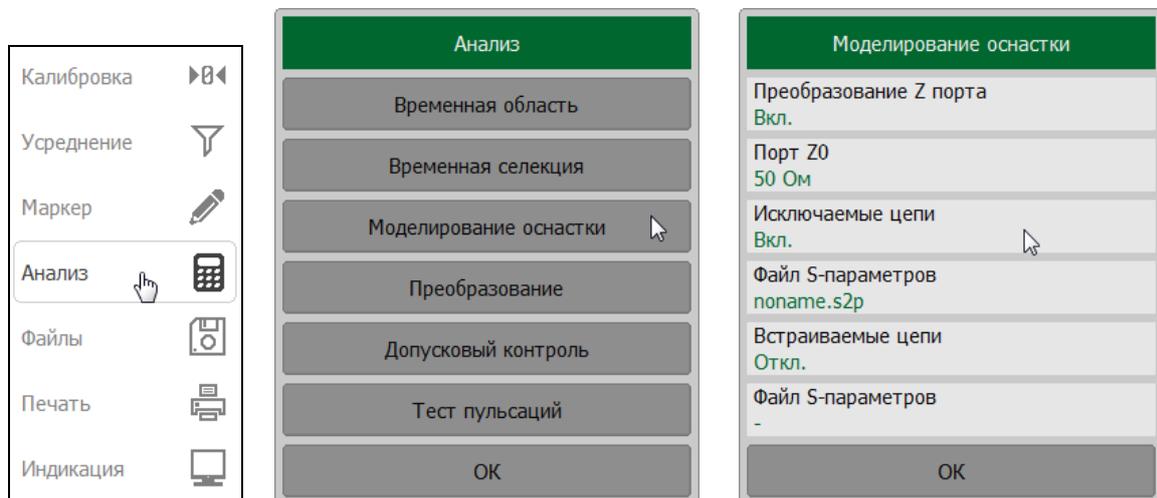
Для ввода имени файла S–параметров исключаемой цепи для порта щёлкните левой кнопкой мыши по полю **Файл S-параметров** под полем **Исключаемые цепи**.

В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.

Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.

Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.



Примечание

Если файл S-параметров для порта не указан – соответствующее поле включения данной функции не доступно.

6.3.3 Встраивание цепи

Встраивание цепи – это функция преобразования S-параметров при моделировании добавления некоторой цепи (рисунок 6.14). Функция встраивания цепи является обратной по отношению к функции исключения цепи.

Встраиваемая цепь должна быть определена через файл данных, содержащий S-параметры этой цепи. Цепь должна быть определена как четырёхполюсник в файле формата Touchstone (*.s2p), который содержит таблицу S-параметров: S11, S21, S12, S22 для ряда частот.

Функция встраивания цепи позволяет математически смоделировать параметры устройства после добавления согласующих цепей.

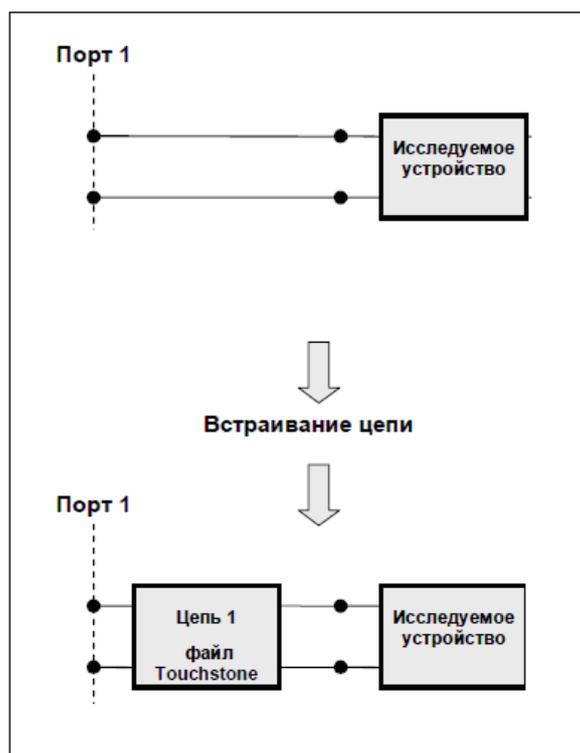


Рисунок 6.14 Встраивание цепи

Нажмите программные кнопки **Анализ > Моделирование оснастки**. Щёлкните по полю **Встраиваемые цепи** для включения или отключения функции встраивания цепи.

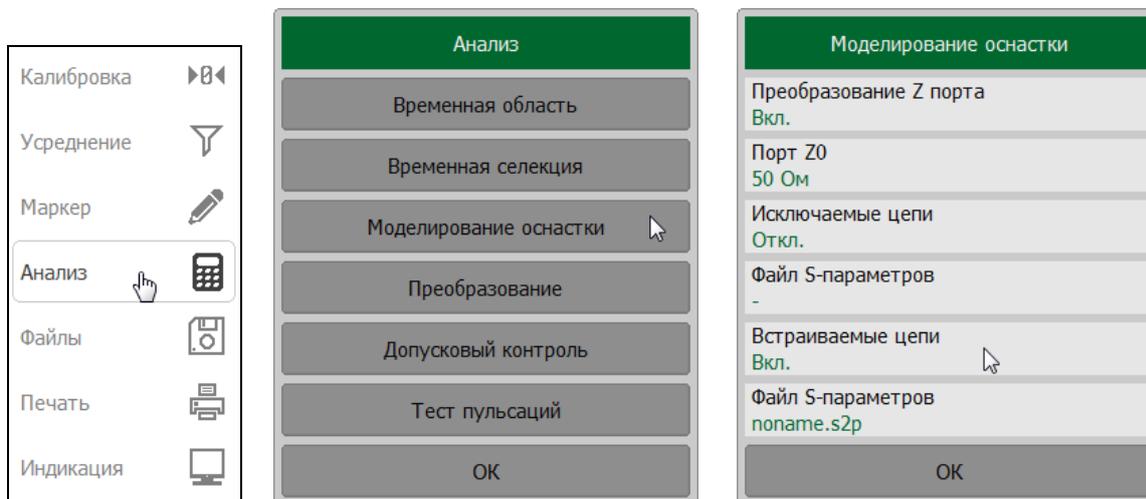
Для ввода имени файла S-параметров исключаемой цепи для порта щёлкните левой кнопкой мыши по полю **Файл S-параметров** под полем **Встраиваемые цепи..**

В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.

Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.

Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.



Примечание

Если файл S-параметров для порта не указан – соответствующее поле включения данной функции не доступно.

6.4 Временная область

Временная область – это функция преобразования измеряемых характеристик цепи в частотной области в отклик цепи во временной области.

Для преобразования во временную область используется Z-преобразование частотных данных предварительно умноженных на функцию окна.

Функция применяется к отдельным графикам канала. Частотная характеристика устройства, отображаемая на графике (S11) преобразуется во временную область.

Примечание

В канале могут одновременно присутствовать графики в частотной и временной области. Оцифровка оси стимулов даётся для активного графика – в единицах частоты или времени.

Функция преобразования позволяет устанавливать диапазон измерения во временной области в пределах периода однозначности Z-преобразования. Период однозначности ΔT определяется шагом измерения в частотной области:

$$\Delta T = \frac{1}{\Delta F}; \quad \Delta F = \frac{F_{\max} - F_{\min}}{N-1},$$

где N – количество точек.

Функция временной области позволяет выбрать тип преобразования:

- режим радиосигнала (**Радиоимпульс**) – моделирует отклик цепи на импульсный радиосигнал. Позволяет получать временной отклик цепей, не пропускающих постоянный ток. В этом режиме диапазон частот может выбираться произвольно. Разрешающая способность во временной области в два раза ниже, чем в следующем режиме;
- режим видеосигнала (**Видеоимпульс и Видеоперепад**) – моделирует отклик цепи на видеоимпульс или видеоперепад. Подходит для цепей, пропускающих постоянный ток, при этом значение постоянной составляющей (в точке $F = 0$ Гц) интерполируется исходя из измерения в начальной частоте диапазона с частотой F_{min} . В этом режиме диапазон частот должен представлять собой гармонический ряд – частоты в точках измерения должны быть кратны начальной частоте диапазона F_{min} . Разрешающие способности (длительности импульсов) для режимов видеоимпульса и видеоперепада приведены в таблице 6.5.

Функция временной области использует **окно Кайзера** для предварительной обработки данных в частотной области. Использование окна позволяет уменьшить паразитные биения (боковые лепестки) во временной области, вызванные резким изменением данных на границах диапазона частотной области. Платой за уменьшение боковых лепестков является расширение длительности главного лепестка отклика на импульсный сигнал или увеличение длительности фронта реакции на видеоперепад.

Окно Кайзера имеет числовой параметр β , который плавно регулирует форму окна от минимальной (прямоугольной) до максимальной. Пользователь имеет возможность плавной регулировки формы окна с помощью числового параметра β , либо он может выбрать одно из трёх фиксированных типов окон:

- **Минимум** (прямоугольное);
- **Норма**;
- **Максимум**.

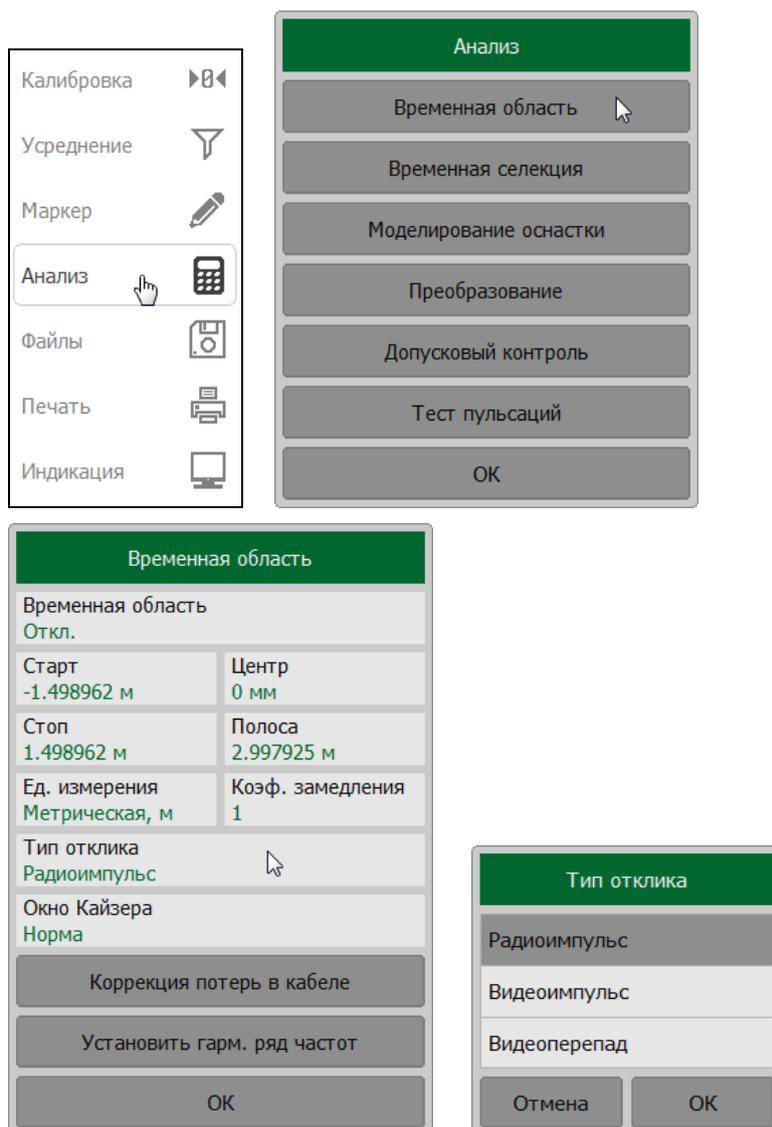
Таблица 6.5 Характеристики фиксированных видов окон

Окно	Видеоимпульс		Видеоперепад	
	Уровень боковых лепестков	Длительность импульса ¹	Уровень боковых лепестков	Длительность фронта
Минимум	минус 13 дБ	$\frac{0.6}{F_{max} - F_{min}}$	минус 21 дБ	$\frac{0.45}{F_{max} - F_{min}}$

¹ Длительность в режиме радиоимпульса в 2 раза превышает значение в режиме видеоимпульса

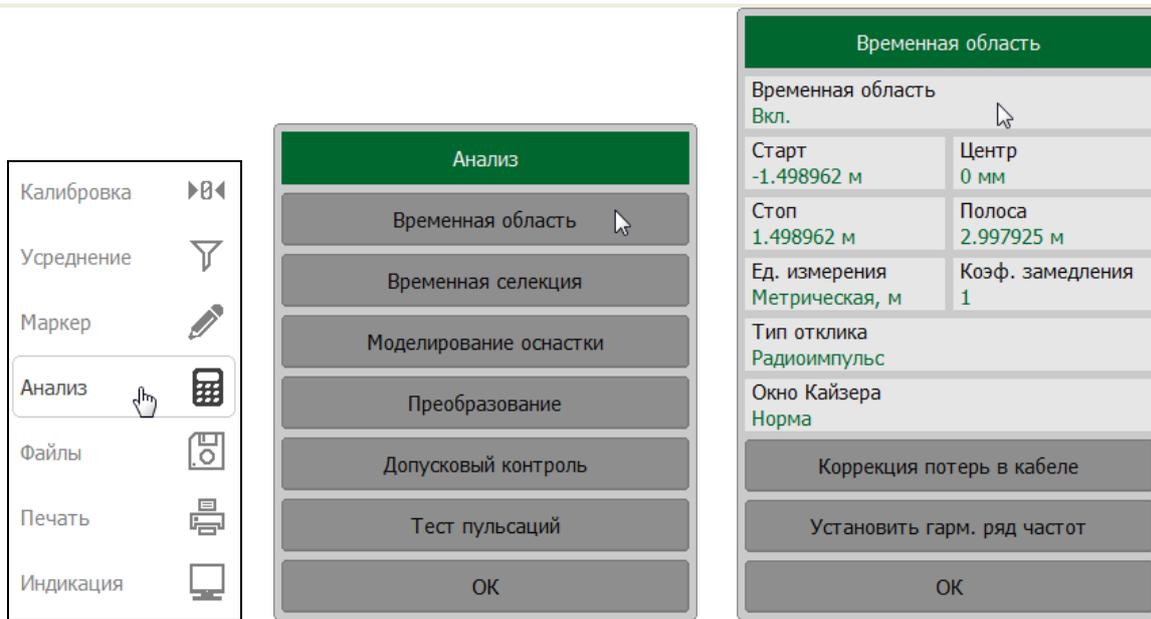
Норма	минус 44 дБ	$\frac{0.98}{F_{\max} - F_{\min}}$	минус 60 дБ	$\frac{0.99}{F_{\max} - F_{\min}}$
Максимум	минус 75 дБ	$\frac{1.39}{F_{\max} - F_{\min}}$	минус 70 дБ	$\frac{1.48}{F_{\max} - F_{\min}}$

Нажмите программные кнопки **Анализ > Временная область**. Щёлкните по полю **Тип отклика** и выберите тип преобразования.



6.4.1 Установка преобразования временной области

Нажмите программные кнопки **Анализ > Временная область**. Щёлкните по полю **Временная область** для включения или отключения функции преобразования временной области.

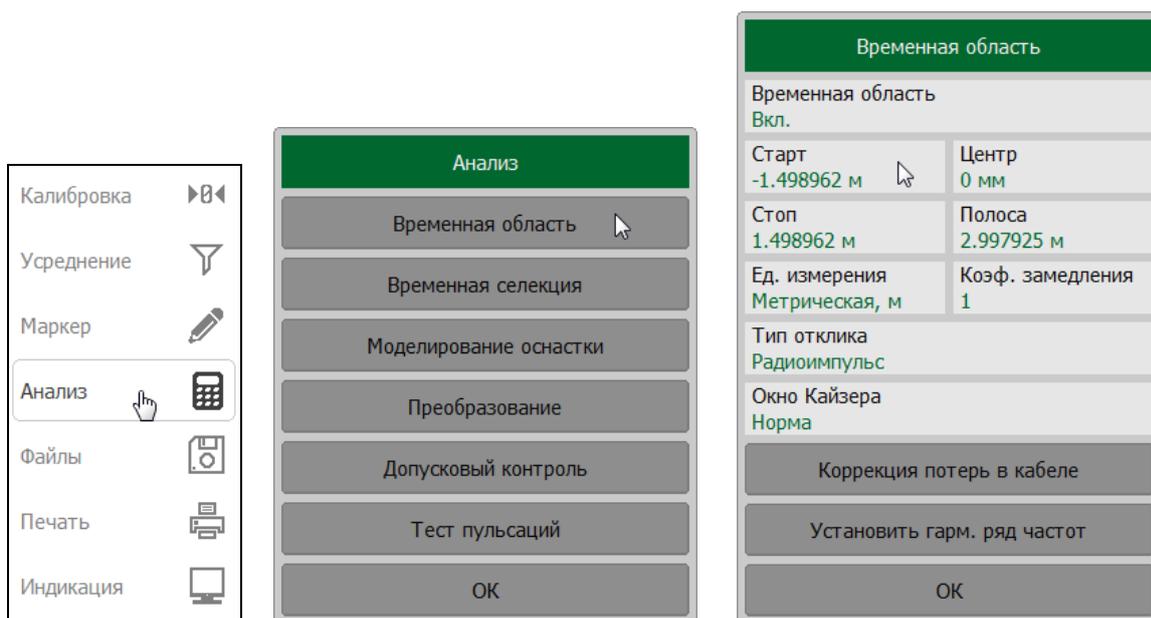
**Примечание**

Функция временной области доступна только для линейного режима сканирования частоты (см. пункт 4.4.1).

6.4.2 Установка диапазона преобразования

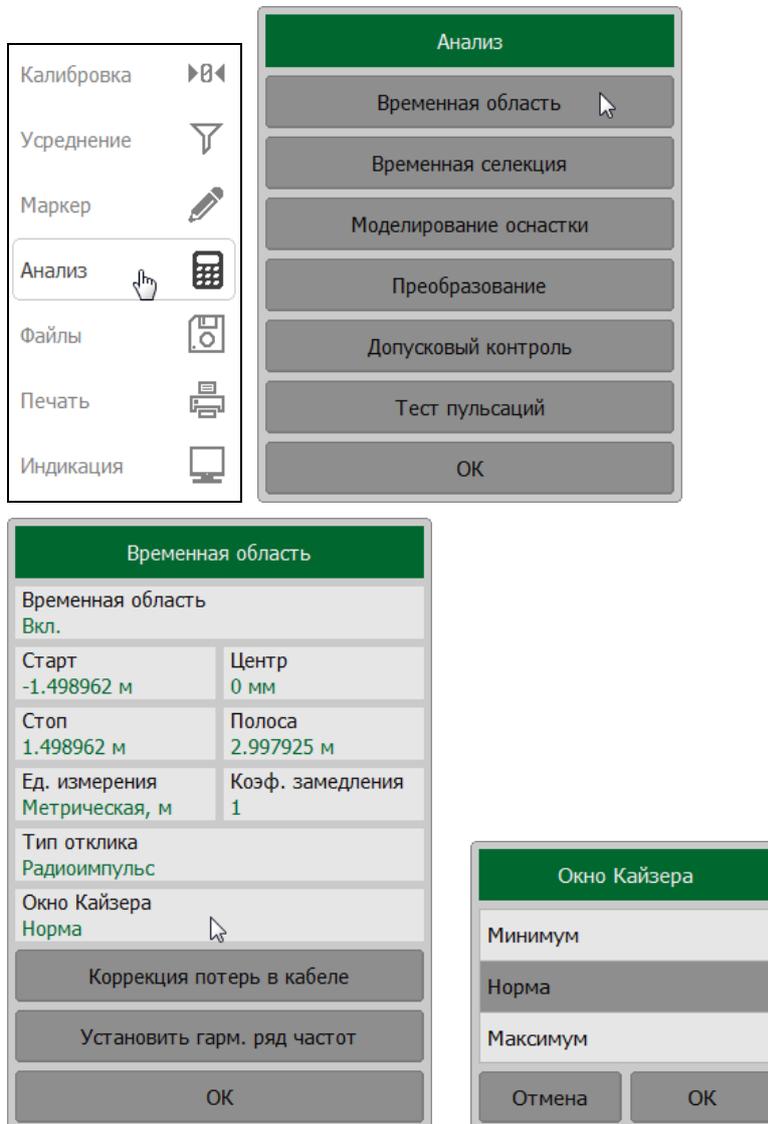
При установке диапазона преобразования во временной области укажите нижнюю и верхнюю границы, либо укажите центр и полосу диапазона.

Нажмите программные кнопки **Анализ > Временная область**. Щёлкните по полям **Старт**, **Стоп** для указания верхней или нижней границы временной области. Для указания центра и полосы диапазона временной области щёлкните по полям **Центр**, **Полоса**. Введите в помощьу клавиатуры требуемые значения.



6.4.3 Установка вида окна

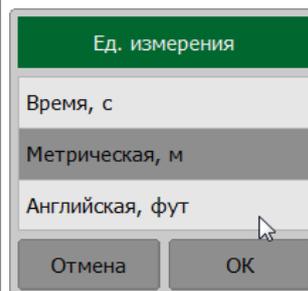
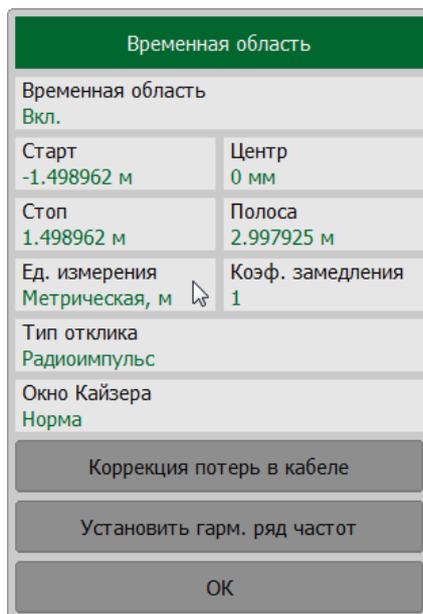
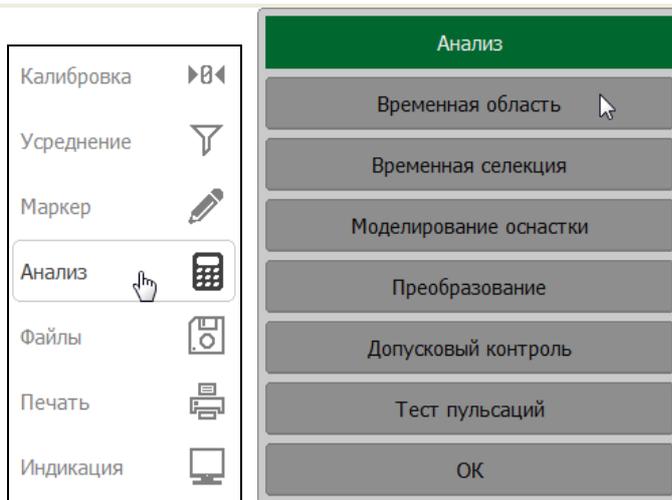
Нажмите программные кнопки **Анализ > Временная область**. Щёлкните левой кнопкой мыши по полю **Окно**. В открывшемся окне выберите требуемый тип окна.



6.4.4 Установка единиц измерения временной области

Нажмите программные кнопки **Анализ > Временная область**. Щёлкните левой кнопкой мыши по полю **Ед. измерения**.

Выберите в открывшемся окне требуемую единицу измерения из списка.



6.5 Селекция во временной области

Селекция во временной области – это функция математического устранения нежелательных откликов во временной области. Функция использует преобразование во временную область, вырезает заданную пользователем часть временной области, и использует обратное преобразование для возврата в частотную область. Функция позволяет устранить из частотной характеристики устройства паразитные влияния устройств подключения, если полезный сигнал и паразитный сигнал во временной области разделены.

Примечание

Используйте функцию временной области для принятия решения о локализации во временной области полезного и паразитного отклика. Затем включите временную селекцию и установите границы временного окна для наилучшего устранения паразитного отклика. В результате будет получена частотная характеристика устройства без паразитных влияний.

Функция использует два типа окна временной селекции:

- **Полосовой** – удаляет отклик за пределами временного окна;
- **Режекторный** – удаляет отклик внутри временного окна.

Окно прямоугольной формы приводит к появлению паразитных осцилляций (боковых лепестков) в частотной области из-за резких изменений сигнала на границах окна. Для уменьшения боковых лепестков применяются различные формы окна:

- **Максимум;**
- **Широкая;**
- **Норма;**
- **Минимум.**

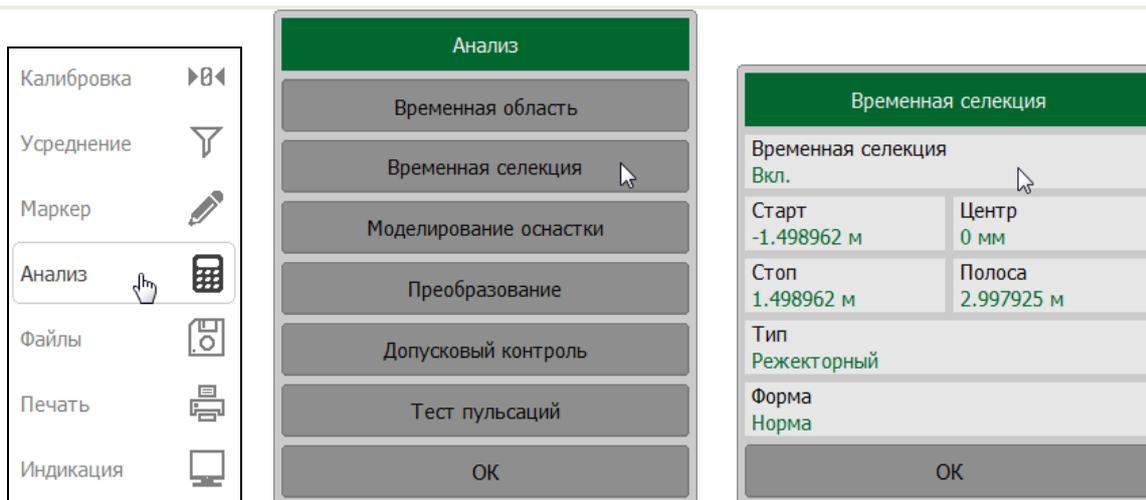
Минимальное окно имеет форму приближенную к прямоугольной, максимальное – наиболее сглаженное по форме окно. При движении от минимального окна к максимальному уменьшается уровень боковых лепестков, и одновременно падает разрешающая способность окна. Выбор формы окна всегда является компромиссом между разрешающей способностью и уровнем паразитных боковых лепестков. Характеристики различных форм окон, применяемых в функции временной селекции приведены в таблице 6.6.

Таблица 6.6 Характеристики окон временной селекции

Форма окна	Видеоимпульс Уровень боковых лепестков	Разрешающая способность (минимальная длительность окна)
Минимум	минус 48 дБ	$\frac{2.8}{F_{\max} - F_{\min}}$
Норма	минус 68 дБ	$\frac{5.6}{F_{\max} - F_{\min}}$
Широкая	минус 57 дБ	$\frac{8.8}{F_{\max} - F_{\min}}$
Максимум	минус 70 дБ	$\frac{25.4}{F_{\max} - F_{\min}}$

6.5.1 Установка временной селекции

Нажмите программные кнопки **Анализ > Временная селекция**. Щёлкните по полю **Временная селекция** для включения или отключения функции селекции во временной области.

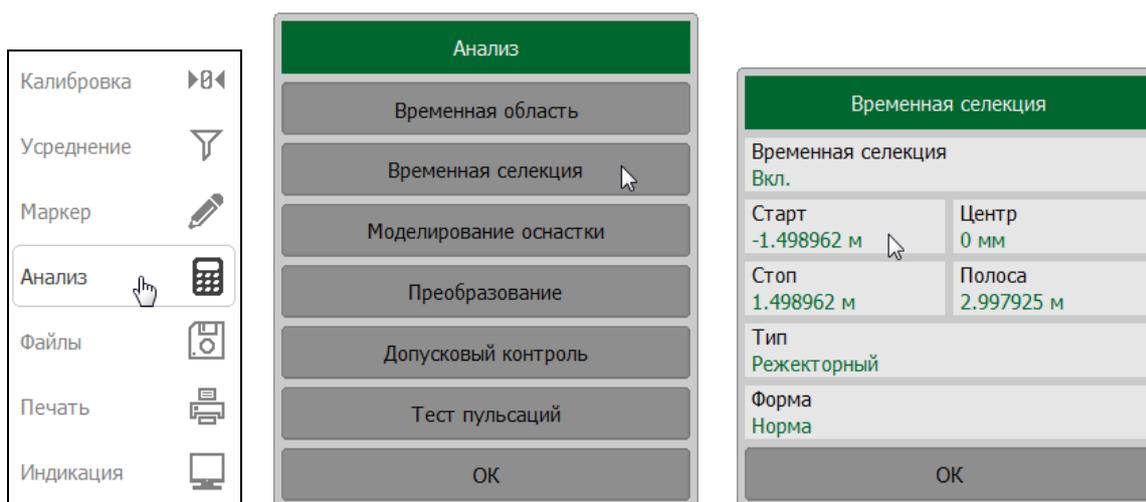
**Примечание**

Функция временной селекции доступна только при линейном режиме сканирования частоты (см. пункт 4.4.1).

6.5.2 Установка границ окна временной селекции

При установке границ окна временной селекции, возможно указать верхнюю и нижнюю границы, либо указать центр и полосу окна.

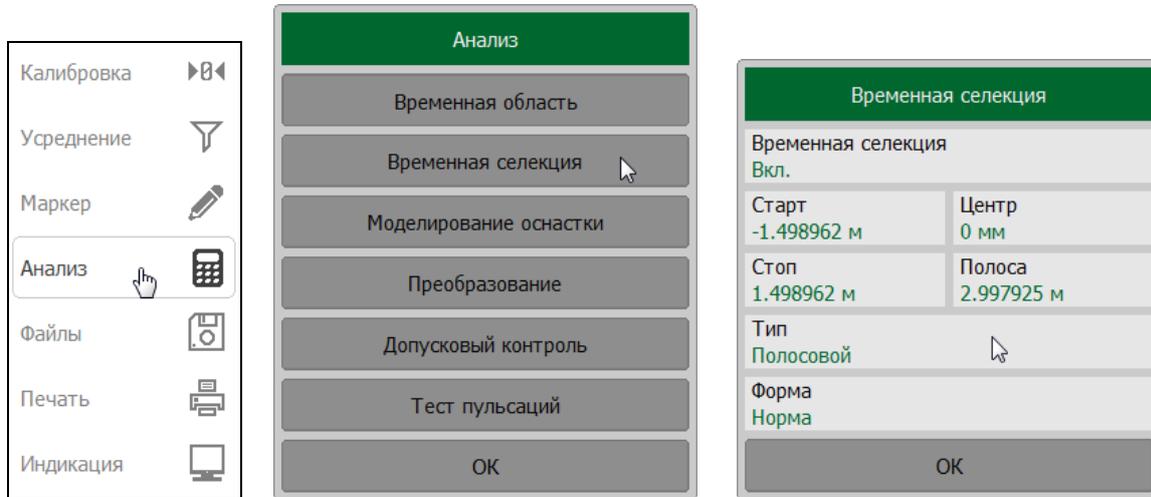
Нажмите программные кнопки **Анализ > Временная селекция**. Щёлкните по полям **Старт**, **Стоп** для указания верхней или нижней границы временной области. Для указания центра и полосы диапазона временной области щёлкните по полям **Центр**, **Полоса**. Введите в помощь клавиатуры требуемые значения.

**Примечание**

Единица измерения для временной области выбирается из списка: секунды, метры или футы и может быть изменена в окне **Временная область** (см. пункт 6.4.4).

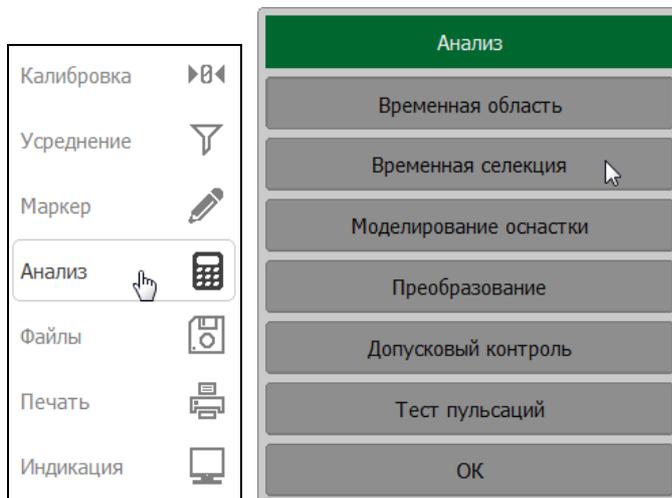
6.5.3 Установка типа окна временной селекции

Нажмите программные кнопки **Анализ > Временная селекция**. Щёлкните по полю **Тип** для переключения между типами окон временной селекции.



6.5.4 Установка формы окна временной селекции

Нажмите программные кнопки **Анализ > Временная селекция**. Щёлкните по полю **Форма**. Выберите в открывшемся окне требуемую форму окна.



Временная селекция	
Временная селекция Вкл.	
Старт -1.498962 м	Центр 0 мм
Стоп 1.498962 м	Полоса 2.997925 м
Тип Полосовой	
Форма Норма	
OK	

Форма	
Минимум	
Норма	
Широкая	
Максимум	
Отмена	OK

6.6 Преобразования S–параметров

Виды преобразований измеряемых S–параметров

эквивалентный импеданс (Z_r)

$$Z_r = Z_0 \cdot \frac{1 + S_{11}}{1 - S_{11}}$$

эквивалентная проводимость (Y_r) при измерении отражения

$$Y_r = \frac{1}{Z_r}$$

обратный S–параметр ($1/S$) при измерении отражения

$$\frac{1}{S_{11}}$$

комплексное сопряжение S–параметра

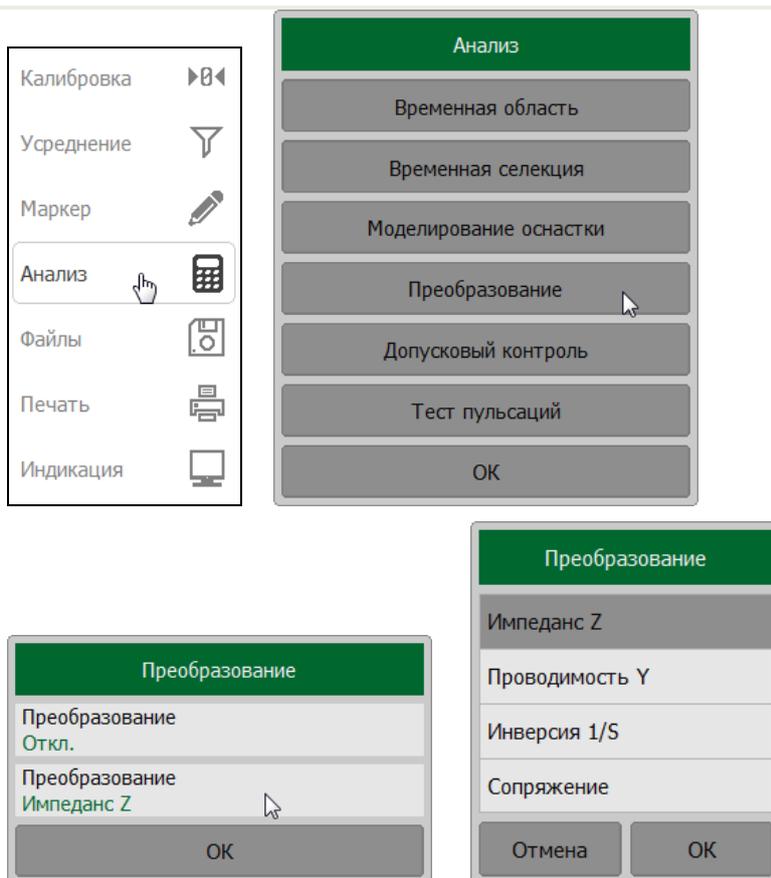
Функция преобразования применима к отдельным графикам канала. Перед использованием данной функции выберите активный график (см. пункт 4.1.5).

Нажмите программные кнопки **Анализ > Преобразование** для включения или отключения преобразования.

При включении функции преобразования формат активного графика будет преобразован в тип **Амплитуда лин.**

Щёлкните мышью по полю **Преобразование** для включения или отключения функции преобразования.

Щёлкните мышью по полю **Функция** и выберите тип преобразования.

**Примечание**

Вид преобразования индицируется в строке состояния графика, если он включён (см. пункт 2.2.2).

6.7 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 (рисунок 6.15). Каждый отрезок контролирует выход измеряемой величины за верхний или нижний предел. Отрезок задаётся координатами начала (X_0 , Y_0), конца (X_1 , Y_1) и типом. Тип предела **Макс** или **Мин**, определяет контроль выхода за верхний или нижний предел, соответственно.

Линия пределов задаётся пользователем в виде таблицы пределов. Каждая строка таблицы пределов определяет один отрезок. Редактирование таблицы пределов описано ниже. Таблица может быть сохранена на диске в файле *.lim, и затем загружена с диска.

Индикация линии пределов может быть включена либо отключена, независимо от состояния функции допускового контроля.



Рисунок 6.15 Пример линии пределов

Результат допускового контроля индицируется по центру графика.

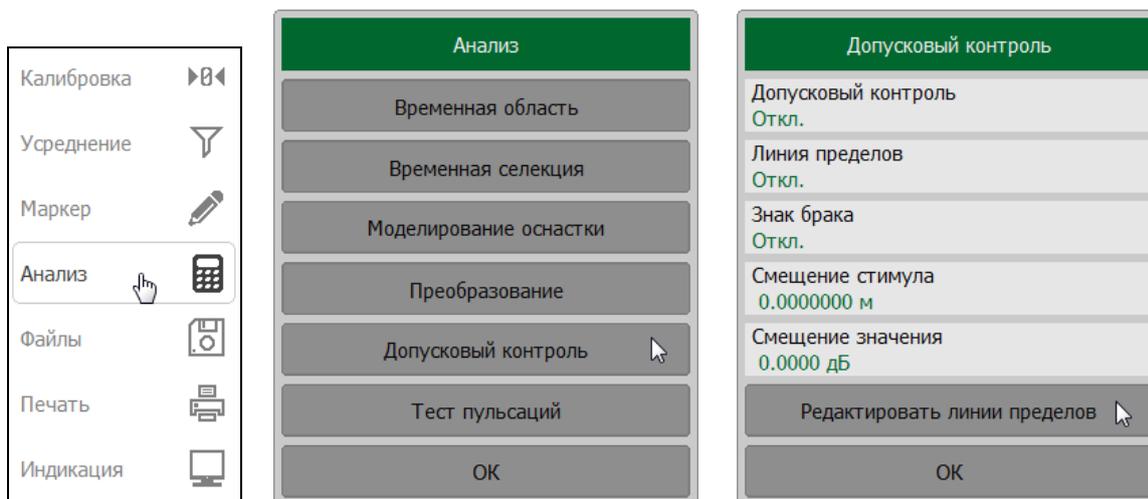
В случае положительного результата испытания индицируется зелёным цветом знак **Норма**. В случае отрицательного результата – красным цветом знак **Брак**.

6.7.1 Редактирование таблицы пределов

Нажмите программные кнопки **Анализ > Допусковый контроль > Редактировать линии пределов**.

В окне **Редактировать линии пределов**:

- нажмите программную кнопку **Добавить** для добавления новой строки. Новая строка добавляется после выделенной строки таблицы;
- нажмите программную кнопку **Удалить** для удаления строки. Удаляется выделенная строка;
- нажмите программную кнопку **Очистить таблицу пределов** для очистки всех таблицы;
- нажмите программную кнопку **Сохранить таблицу пределов** для сохранения таблицы на диске в файле *.lim;
- нажмите программную кнопку **Загрузить таблицу пределов**, чтобы загрузить таблицу с диска из файла *.lim;
- введите значения параметров и типа отрезка, перемещаясь по таблице с помощью мыши или клавиш навигации.



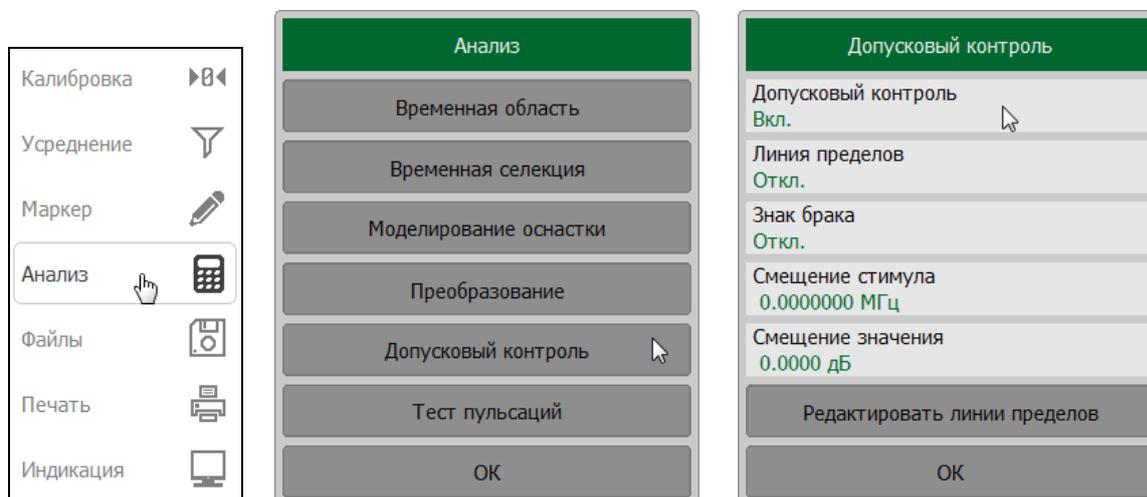
Редактировать линии пределов					
	Начало стимула	Конец стимула	Начальное значение	Конечное значение	Тип
1	100.0 МГц	500.0 МГц	0.0 дБ	1.0 дБ	Откл.

Buttons below the table: Добавить, Удалить, Очистить таблицу пределов, Сохранить таблицу пределов, Загрузить таблицу пределов, ОК

Начало стимула	Значение стимула начальной точки отрезка
Конец стимула	Значение стимула конечной точки отрезка
Начальное значение	Значение измеряемой величины начальной точки отрезка
Конечное значение	Значение измеряемой величины конечной точки отрезка
Тип	Выбирает тип отрезка из следующих вариантов: <ul style="list-style-type: none"> • Макс – верхний предел; • Мин – нижний предел; • Откл – отключён.

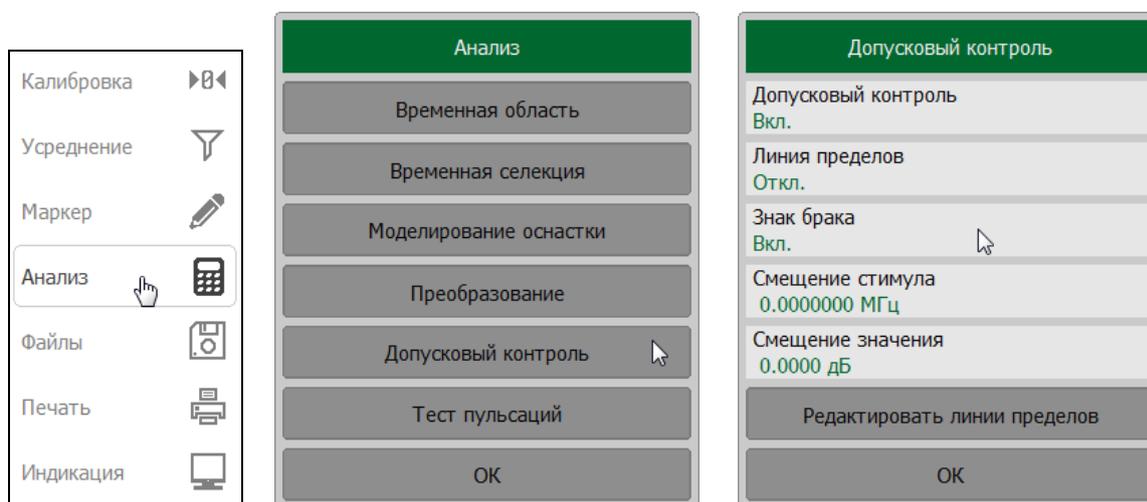
6.7.2 Установка допускового контроля

Нажмите программные кнопки **Анализ > Допусковый контроль**. Щёлкните мышью по полю **Допусковый контроль** и включите или выключите функцию допускового контроля.



6.7.3 Настройка индикации допускового контроля

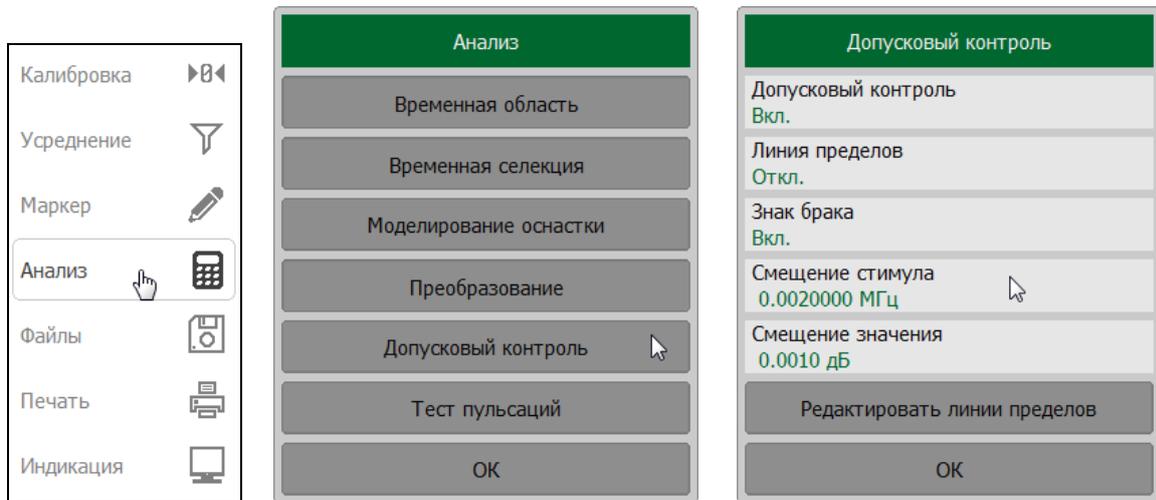
Нажмите программные кнопки **Анализ > Допусковый контроль**. Щёлкните мышью по полю **Линия пределов** и включите или выключите индикацию линии пределов. Щёлкните мышью по полю **Знак брака** для отображения результата испытаний в графической области.



6.7.4 Смещение линии пределов

Функция смещения линии пределов позволяет смещать все сегменты линии пределов одновременно на заданную величину по оси стимула и оси значений.

Нажмите программные кнопки **Анализ > Допусковый контроль**. Щёлкните мышью по полю **Смещение стимула** или **Смещение значения**. Введите данные с помощью клавиатуры.



6.8 Тест пульсаций

Тест пульсаций – это функция автоматического определения критерия «годен / брак» для графика измеряемых данных. Критерий основан на проверке величины пульсаций графика с помощью заданных пользователем пределов пульсаций. Пульсации определяются как разность между максимальным и минимальным значением графика в полосе частот.

Предел пульсаций состоит из одного или нескольких сегментов (рисунок 6.16), каждый из которых контролирует превышение уровня пульсаций в своей полосе частот. Сегмент задаётся полосой частот и предельным уровнем пульсаций.

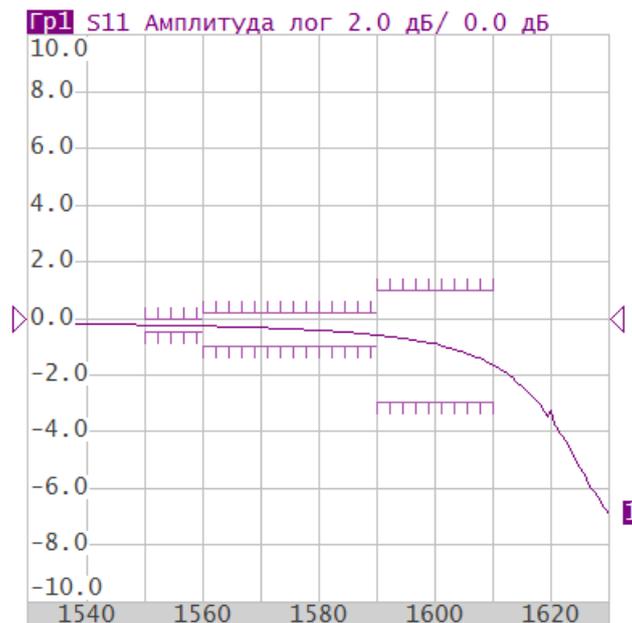


Рисунок 6.16 Пример пределов пульсаций

Предел пульсаций задаётся пользователем в виде таблицы. Каждая строка таблицы содержит полосу частот и предельный уровень пульсаций. Редактирование таблицы пределов описано ниже. Таблица может быть сохранена на диске в файле *.rlm, и затем загружена с диска.

Индикация линий пределов пульсаций может быть отключена пользователем.

Результат теста пульсаций индицируется по центру графика. В случае положительного результата испытания индицируется знак **Норма** зелёного цвета, в случае отрицательного результата знак **Брак** красного цвета.

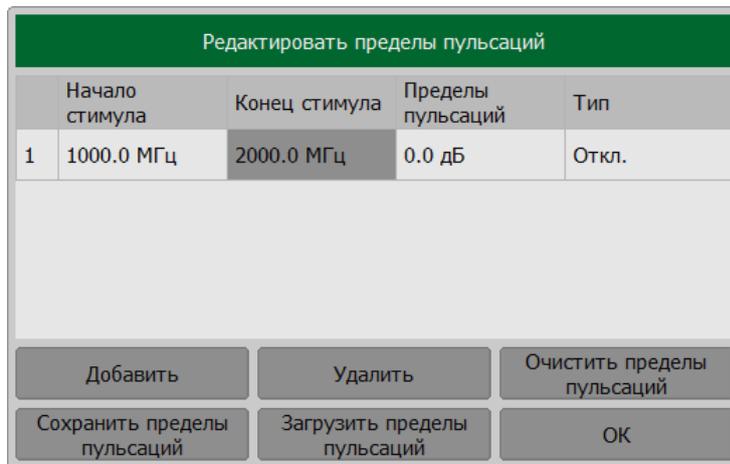
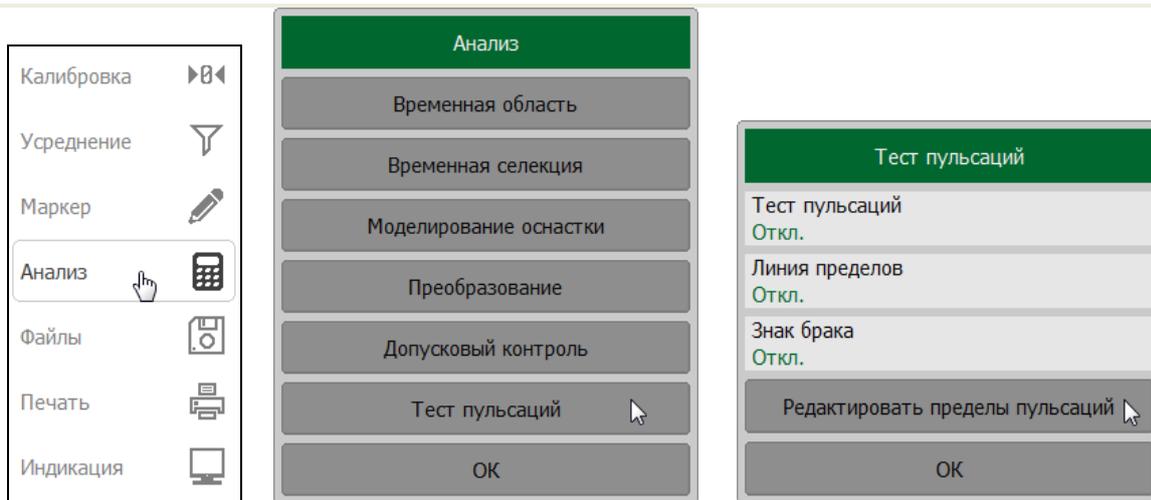
6.8.1 Редактирование таблицы пределов пульсаций

Начало стимула	Значение стимула начальной точки отрезка
Конец стимула	Значение стимула конечной точки отрезка
Пределы пульсаций	Значение предельной величины пульсаций
Тип	Выбирает тип отрезка из следующих вариантов: <ul style="list-style-type: none"> • Вкл – включен; • Откл – отключён.

Нажмите программные кнопки **Анализ > Тест пульсаций > Редактировать пределы пульсаций**.

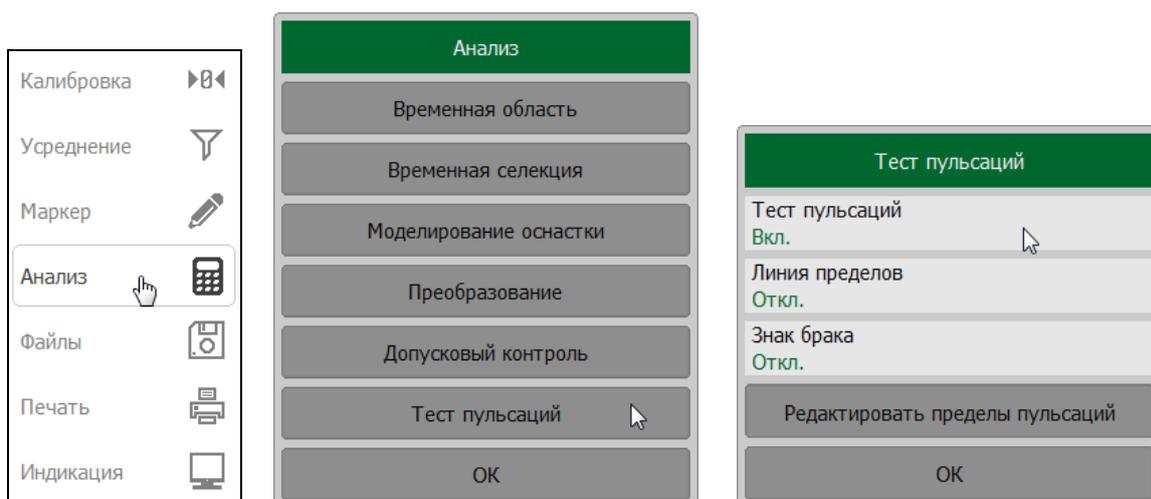
В окне **Редактировать пределы пульсаций**:

- нажмите программную кнопку **Добавить** для добавления новой строки. Новая строка добавляется после выделенной строки таблицы;
- нажмите программную кнопку **Удалить** для удаления строки. Удаляется выделенная строка;
- нажмите программную кнопку **Очистить таблицу пределов** для очистки всех таблицы;
- нажмите программную кнопку **Сохранить таблицу пределов** для сохранения таблицы на диске в файле *.rlm;
- нажмите программную кнопку **Загрузить таблицу пределов**, чтобы загрузить таблицу с диска из файла *.rlm;
- введите значения параметров и типа отрезка, перемещаясь по таблице с помощью мыши или клавиш навигации.



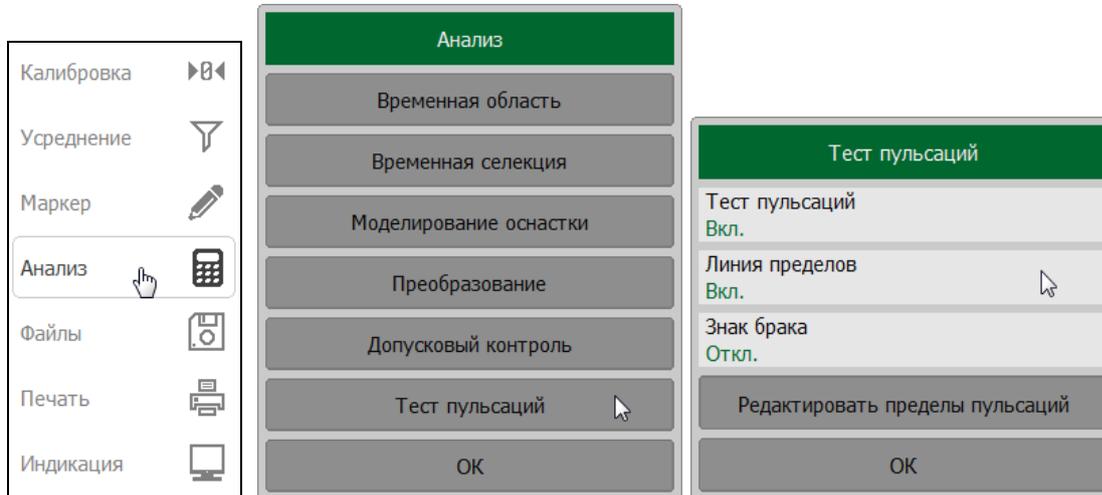
6.8.2 Установка теста пульсаций

Нажмите программные кнопки **Анализ > Тест пульсаций**. Щёлкните левой кнопкой мыши по полю **Тест пульсаций** для включения или отключения теста пульсаций.



6.8.3 Настройка индикации теста пульсаций

Нажмите программные кнопки **Анализ > Тест пульсаций**. Щёлкните мышью по полю **Линия пределов** и включите или выключите индикацию линии пределов. Щёлкните мышью по полю **Знак брака** для отображения результата испытаний в графической области.



7 Измерение потерь в кабеле

Все кабели имеют неотъемлемые потери. Свойства кабеля могут ухудшаться из-за погодных условий или с течением времени. Это приводит к тому, что все больше энергии будет поглощено кабелем и все меньше энергии передано.

Методом измерений расстояния до повреждения (DTF), как правило, могут быть выявлены различные проблемы в кабеле. Измерение потерь в кабеле необходимо для оценки накопленных потерь по всей протяженности кабеля.

В условиях высоких потерь измерение потерь в кабеле может быть затруднено, так как тестовый сигнал становится неразличим на фоне шумов. Это может случиться при измерении очень длинного кабеля или если для измерения используются относительно высокие частоты. Помочь в этой ситуации может использование высокого уровня выходной мощности и включение режима усреднения (см. пункт 4.6.2).

7.1 Методика измерения потерь в кабеле

- 1 Приведите рефлектометр в начальное состояние **Система > Начальная установка** (см. пункт 9.1).
- 2 Выберите для текущего графика тип измерения **Потери в кабеле** (см. пункт 4.2.5).
- 3 Установите начальную и конечную частоту измерения (см. пункт 4.4.2).
- 4 Выполните полную однопортовую калибровку для измерительного порта устройства (см. пункт 5.2.3).
- 5 Присоедините к устройству кабель, который должен быть измерен.
- 6 Присоедините меру **Нагрузка** к концу измеряемого кабеля.
- 7 Сохраните данные графика в памяти с помощью кнопок **График > Память графика** (см. пункт 2.1.1).
- 8 Отсоедините меру **Нагрузка** от конца измеряемого кабеля и оставьте его открытым, либо присоедините меру **XX**.
- 9 Нажмите **График > Математика > Данные - Память**. Это позволит убрать из измерения потерь в кабеле мешающие пульсации из-за отражения от неоднородностей (см. пункт 6.2.5).
- 10 Включите усреднение с помощью кнопок **Фильтрация > Усреднение**, чтобы удалить случайный шум при измерениях с высокими потерями (см. пункт 4.6.2).

При выполнении данной последовательности действий на графике будут отражены потери в кабеле в одном направлении.

Пример измерения потерь для 30-ти метрового отрезка коаксиального кабеля с параметрами потерь 0,397 дБ/м на частоте 1 ГГц (см. рисунок 7.1).

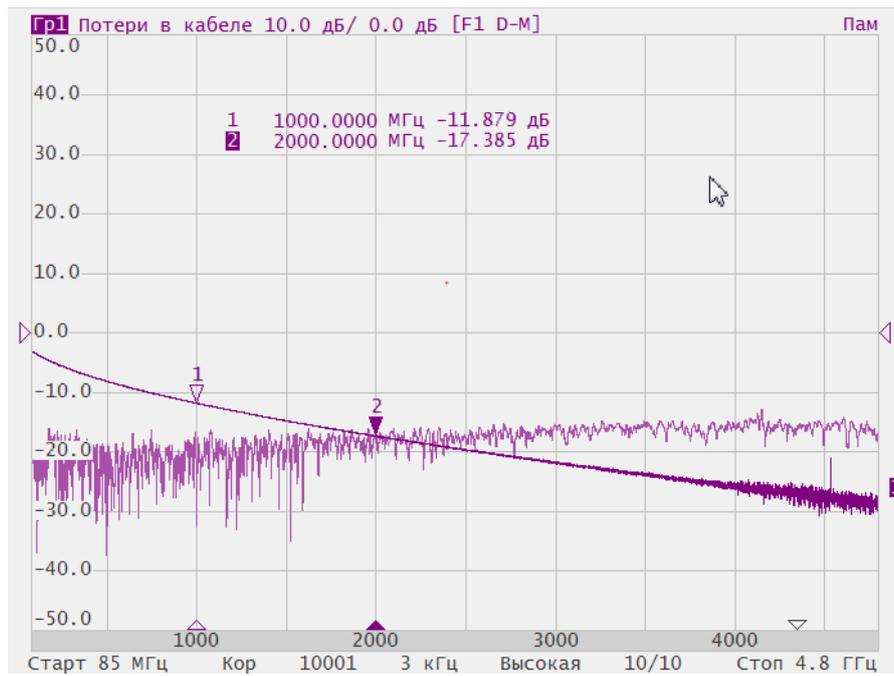


Рисунок 7.1 Измерение потерь в кабеле

8 Сохранение состояния и данных

8.1 Сохранение состояния измерителя

Установленные параметры измерителя, калибровка и память данных могут быть сохранены в файле состояния, и затем повторно загружены.

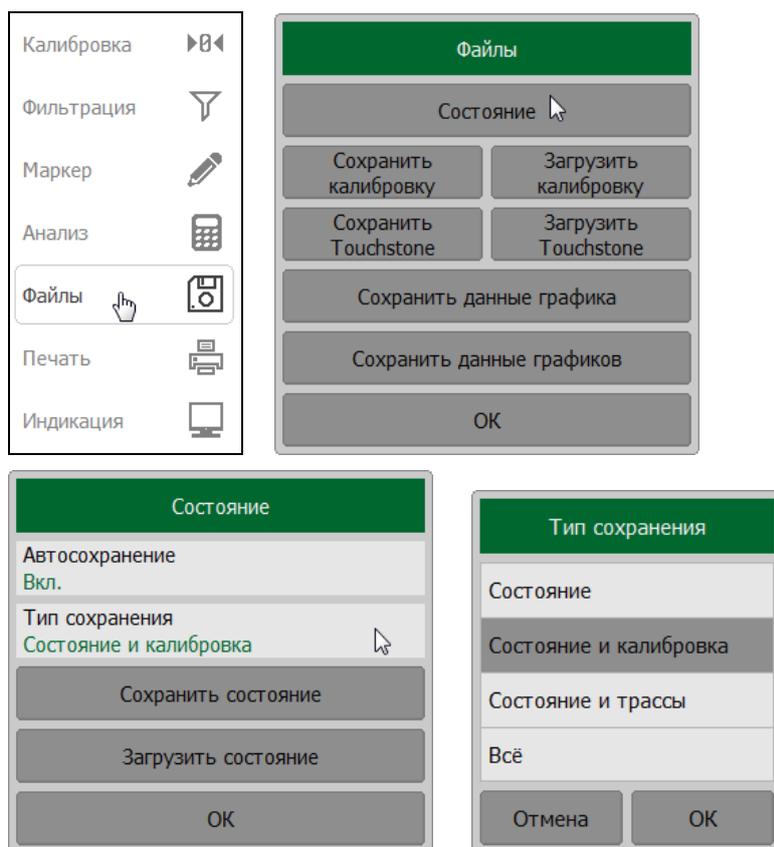
Тип сохранения	Сохраняемые параметры измерителя
Состояние	Параметры измерителя
Состояние и калибровка	Параметры измерителя и таблицы калибровочных коэффициентов
Состояние и трассы	Параметры измерителя и данные графиков
Всё	Параметры измерителя, таблицы калибровочных коэффициентов и данные графиков

Параметры измерителя, сохраняемые в файле состояния – это параметры, которые могут быть установлены из следующих разделов меню программных кнопок:

- все параметры раздела **Стимул**;
- все параметры раздела **Масштаб**;
- все параметры раздела **Каналы**;
- все параметры раздела **График**;
- все параметры раздела **Система**;
- все параметры раздела **Фильтрация**;
- все параметры раздела **Маркер**;
- параметры раздела **Анализ**.

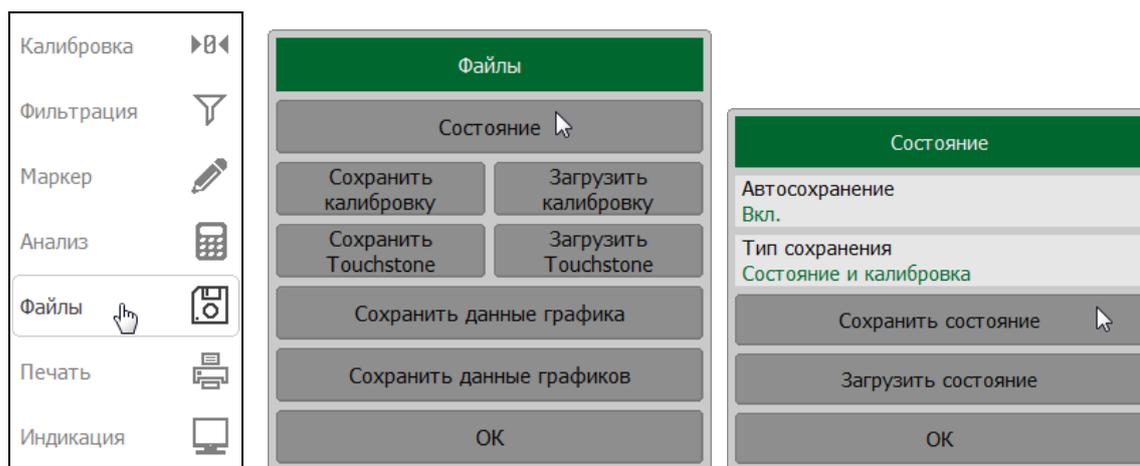
Для автоматического восстановления состояния после запуска измерителя служит специальный файл с наименованием "Autosave.cfg". Чтобы использовать данную возможность пользователь должен включить опцию **Автосохранение** (см. пункт 8.1.3).

Нажмите программные кнопки **Файлы > Состояние**. Щелкните по полю **Тип сохранения** и в открывшемся окне выберите тип сохранения.



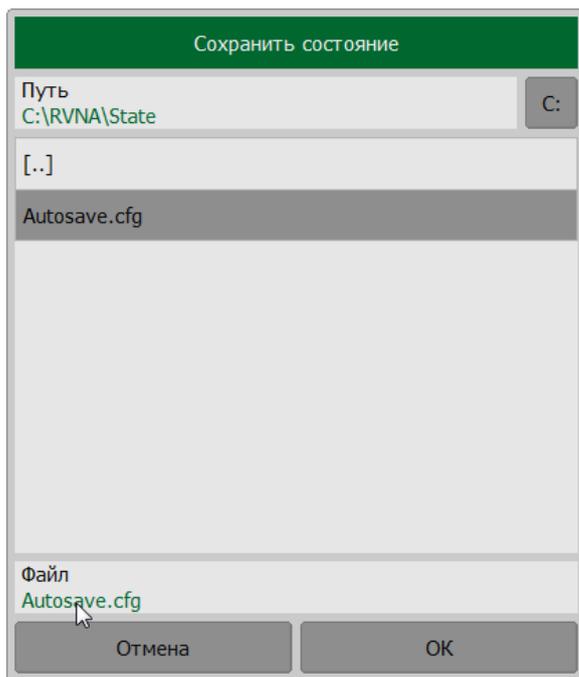
8.1.1 Порядок сохранения состояния

- 1 Нажмите программные кнопки **Файлы > Состояние > Сохранить состояние**.



- 2 В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.
Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.
Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

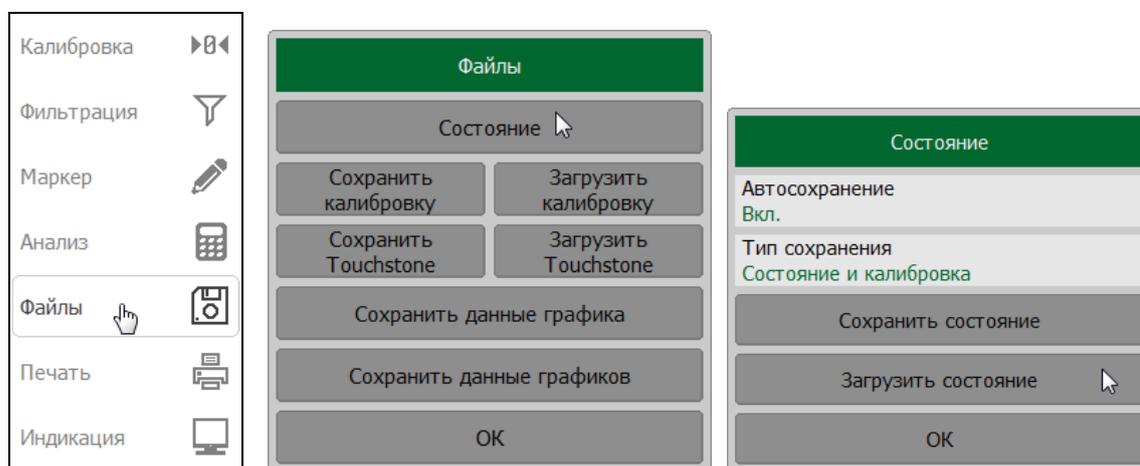
Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.



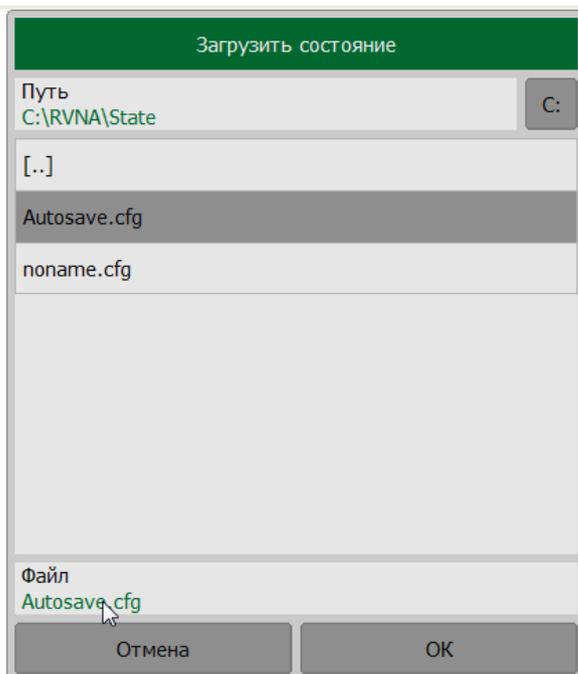
- 3 Для завершения сохранения файла состояния нажмите кнопку **ОК**.

8.1.2 Порядок восстановления состояния

- 1 Нажмите программные кнопки **Файлы > Состояние > Загрузить состояние**.



- 2 В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.
Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.
Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.
Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.

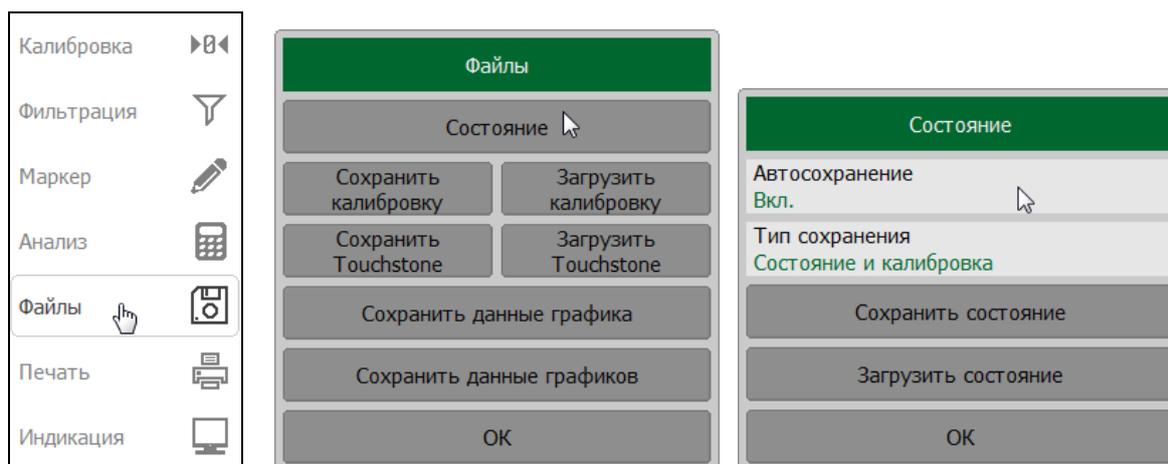


- 3 Для восстановления состояния из выбранного файла нажмите кнопку **ОК**.

8.1.3 Автосохранение и автовосстановление состояния

Установление функции автоматического сохранения и восстановления состояния позволяет при завершении работы программы сохранять параметры рефлектометра и восстанавливать их при следующем запуске.

Нажмите программные кнопки **Файлы > Состояние**. Щелкните по полю **Автосохранение** для включения или отключения функции автоматического сохранения и восстановления состояния.



8.2 Состояние канала

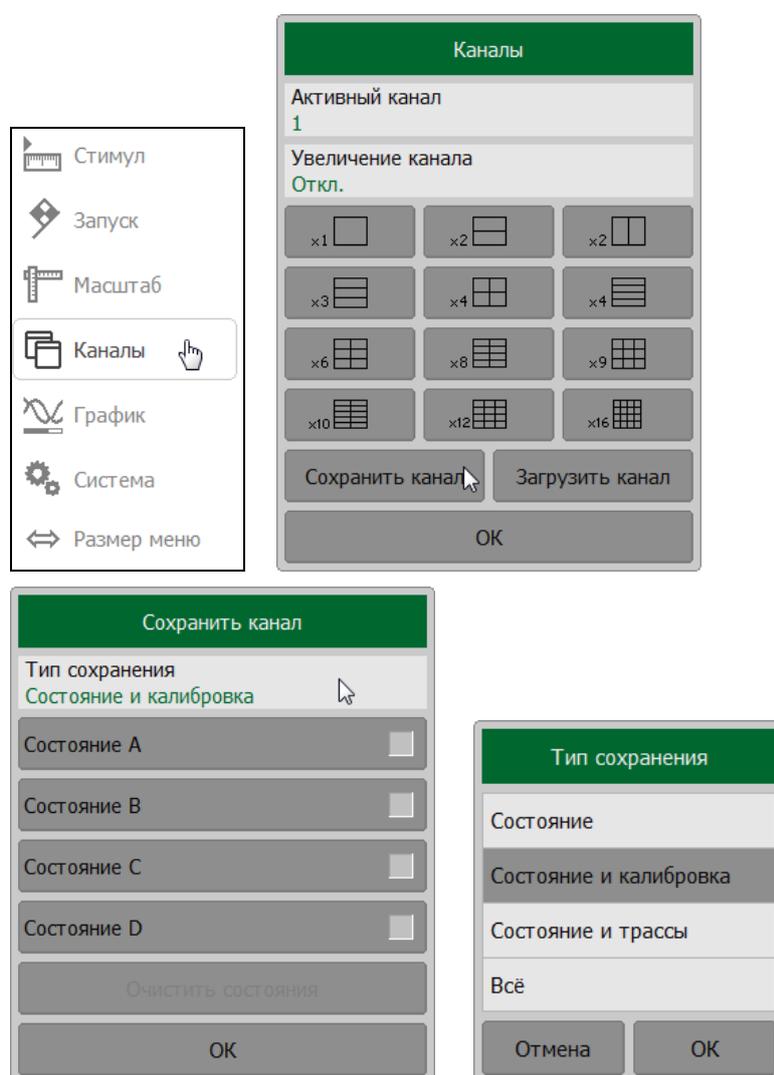
Состояние канала может быть сохранено в оперативной памяти. Тип сохранения и сохраняемые параметры аналогичны пункту 8.1.

В отличие от сохранения состояния измерителя, состояние канала сохраняется в оперативной памяти (а не на жёстком диске) и очищается при завершения программы.

Для сохранения состояний каналов предусмотрены четыре регистра памяти, обозначенные А, В, С, D.

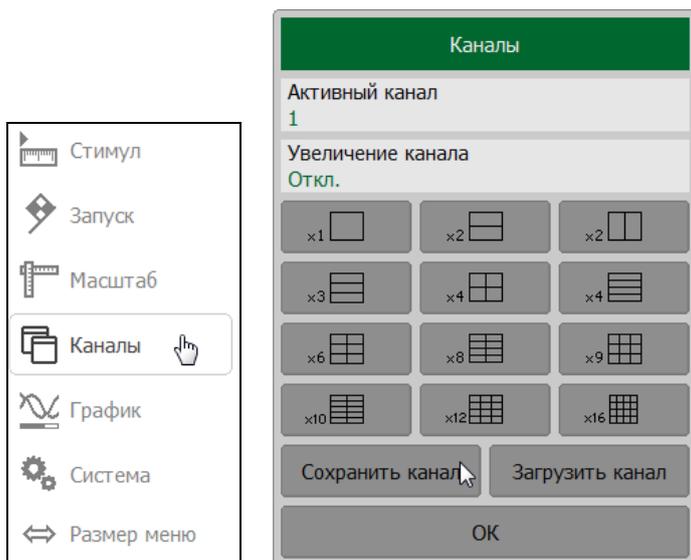
Сохранение состояния канала позволяет пользователю легко копировать настройки, калибровки и данные трассы из одного канала в другой.

Нажмите программные кнопки **Каналы > Сохранить канал**. Щелкните по полю **Тип сохранения** и в открывшемся окне выберите тип сохранения.



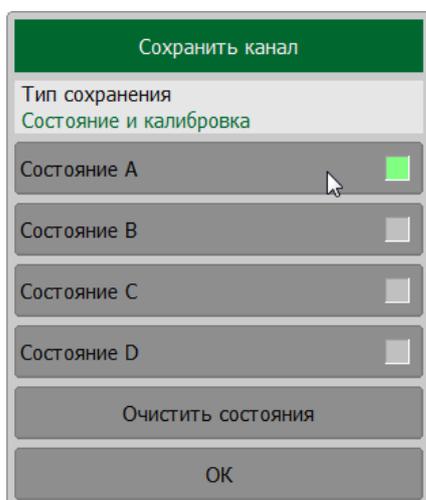
8.2.1 Порядок сохранения и очистки состояния канала

- 1 Нажмите программные кнопки **Каналы > Сохранить канал**.



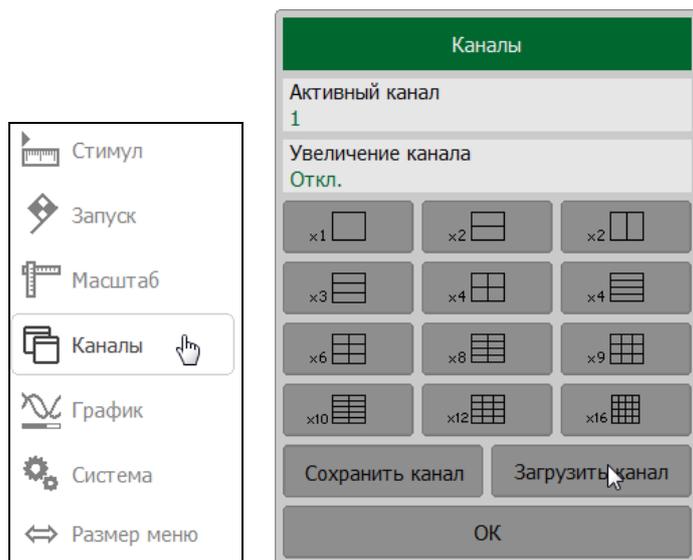
- 2 Нажмите одну из кнопок **Состояние А**, **Состояние В**, **Состояние С**, **Состояние D** для сохранения состояния. По сохранению состояния в правой части кнопки появится цветовая индикация.

Для очистки всех сохранённых состояний нажмите кнопку **Очистить состояния**.

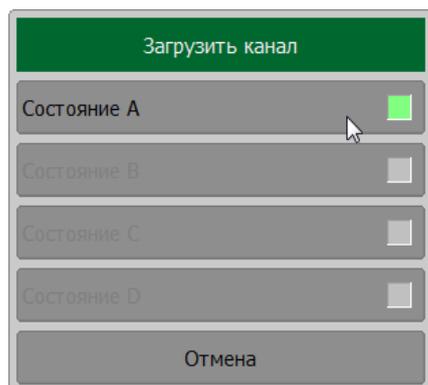


8.2.2 Порядок восстановления состояния канала

- 1 Нажмите программные кнопки **Каналы > Загрузить канал**.



- 2 Нажмите требуемую кнопку **Состояние А, Состояние В, Состояние С, Состояние D**. Если состояние с определённым номером не сохранено, то соответствующая программная кнопка будет неактивна.



8.3 Сохранение данных графиков

Программа позволяет сохранять данные отдельных графиков в файле типа *.csv (comma separated values). Файлы формата *. csv содержат цифровые данные, разделённые запятыми. Программа сохраняет в файле *. csv значения стимула графика и измеряемой величины в текущем формате.

В файле сохраняются измерения одного (активного) графика.

Формат файла *. csv для одного графика:

F[0],	Data1 ¹ ,	Data2 ¹
F[1],	Data1 ¹ ,	Data2 ¹

	...	
F[N],	Data1 ¹ ,	Data2 ¹

Формат файла *.csv для нескольких графиков:

F[0],	Data1 ¹ ,	Data2 ¹ ,	...	Data1 ^K ,	Data2 ^K
F[1],	Data1 ¹ ,	Data2 ¹ ,	...	Data1 ^K ,	Data2 ^K
	
F[N],	Data1 ¹ ,	Data2 ¹ ,	...	Data1 ^K ,	Data2 ^K

Обозначения:

K – количество графиков;

F[n] – частота измерения в точке n;

Data1 – значение графика в прямоугольных форматах, реальная часть в формате Вольперта-Смита и полярном;

Data2 – нуль в прямоугольных форматах, мнимая часть в формате Вольперта-Смита и полярном.

8.3.1 Сохранения данных графика

Перед сохранением данных графика выберите активный график (см. пункт 4.1.5).

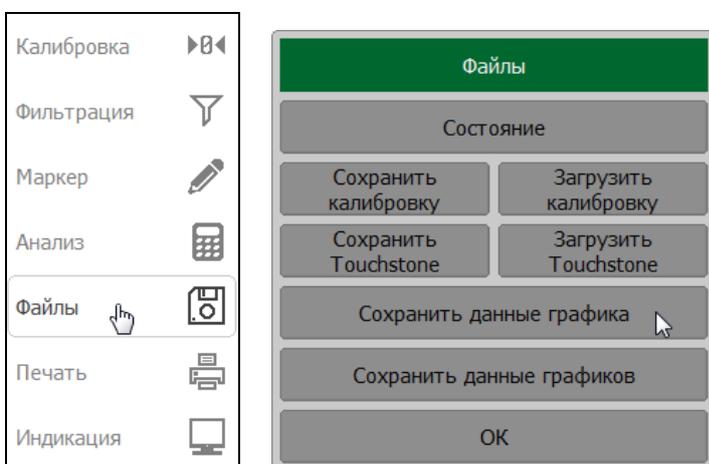
Нажмите программные кнопки **Файлы > Сохранить данные графика**.

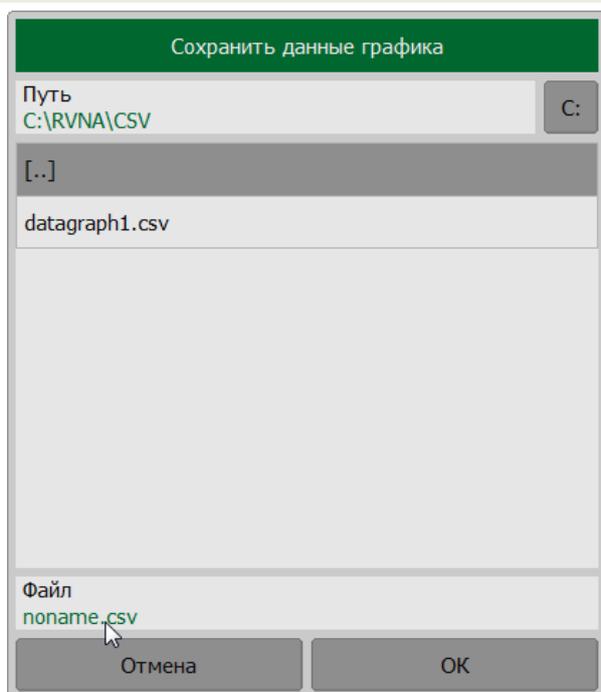
В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.

Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.

Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.





8.3.2 Сохранения всех графиков в канале

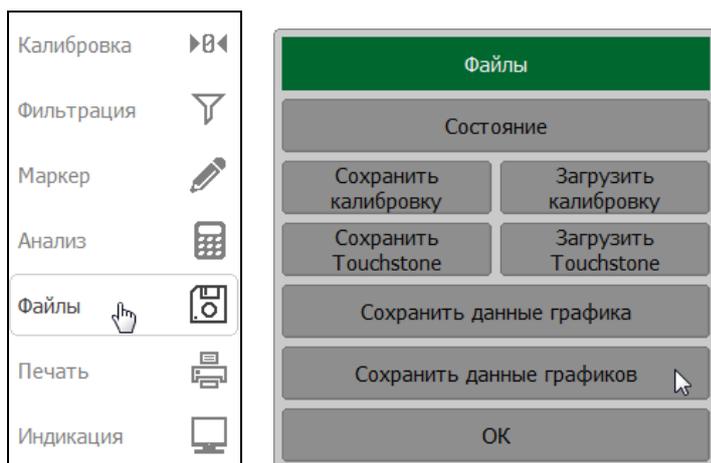
Нажмите программные кнопки **Файлы > Сохранить данные графиков**.

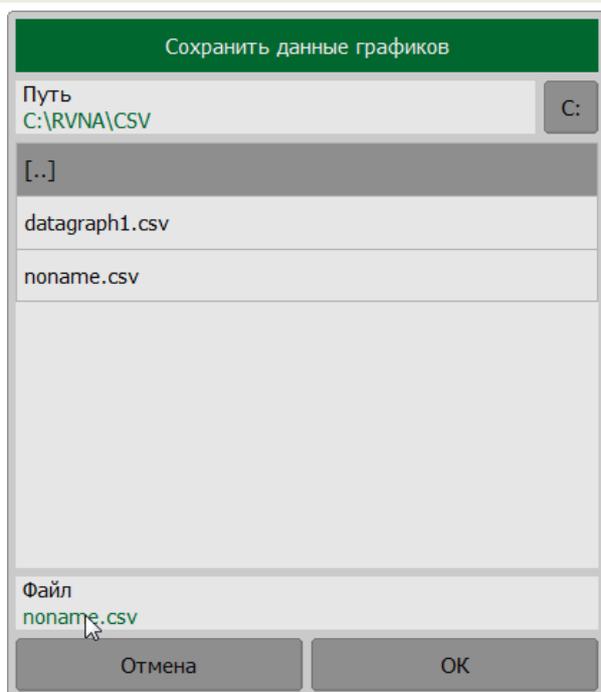
В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.

Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.

Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.





8.4 Сохранение файлов данных формата Touchstone

Программа позволяет сохранить S-параметры устройства в файле типа Touchstone. Файл формата Touchstone содержит значения частот и S-параметров. Файлы этого формата являются стандартными для многих программных пакетов моделирования.

Программа позволяет сохранять файлы с расширением *.s1p, используемые для однопортовых устройств и файлы *.s2p для двухпортовых устройств.

В файле сохраняются измерения одного активного канала.

Функция сохранения файлов данных в формате Touchstone применима к отдельным каналам. Перед использованием данной функции выберите активный канал.

Файл типа Touchstone состоит из комментариев, заголовка и строк данных. Комментарии начинаются с символа «!». Заголовок начинается с символа «#».

Формат файла типа Touchstone для однопортовых измерений *.s1p:

```
! Comments
# Hz S FMT R Z0
F[1]      {S11}'   {S11}"
F[2]      {S11}'   {S11}"
...
F[N]      {S11}'   {S11}"
```

Формат файла типа Touchstone для двухпортовых измерений *.s2p:

! Comments								
# Hz S FMT R ZO								
F[1]	{S11}'	{S11}''	{S21}'	{S21}''	{S12}'	{S12}''	{S22}'	{S22}''
F[2]	{S11}'	{S11}''	{S21}'	{S21}''	{S12}'	{S12}''	{S22}'	{S22}''
	
F[N]	{S11}'	{S11}''	{S21}'	{S21}''	{S12}'	{S12}''	{S22}'	{S22}''

Обозначения:

Hz – единицы измерения частоты (kHz, MHz, GHz);

FMT – формат данных:

- **RI** – действительная и мнимая часть,
- **MA** – линейная амплитуда и фаза в градусах,
- **DB** – логарифмическая амплитуда в децибелах и фаза в градусах;

ZO – числовое значение системного сопротивления;

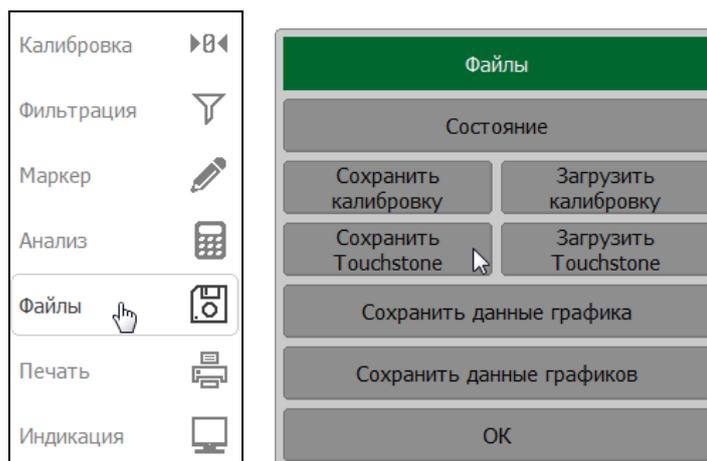
F[n] – частота измерения в точке n;

{...}' – {реальная часть (RI) | линейная амплитуда (MA) | логарифм. амплитуда (DB)};

{...}'' – {мнимая часть (RI) | фаза в градусах (MA) | фаза в градусах (DB)}.

8.4.1 Порядок сохранения файлов данных формата Touchstone

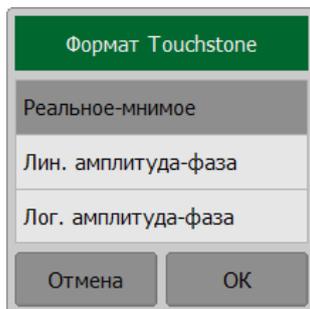
- 1 Нажмите программные кнопки **Файлы > Сохранить Touchstone**.



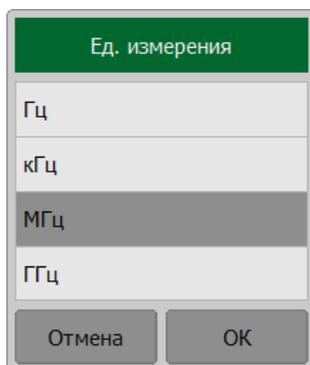
- 2 Щелкните по полю **Тип** и выберите тип файла Touchstone.



- 3 Щелкните по полю **Формат Touchstone** и выберите в открывшемся окне формат сохраняемого файла.



- 4 Щелкните по полю **Ед. измерения** и установите в открывшемся окне единицу измерения частоты.



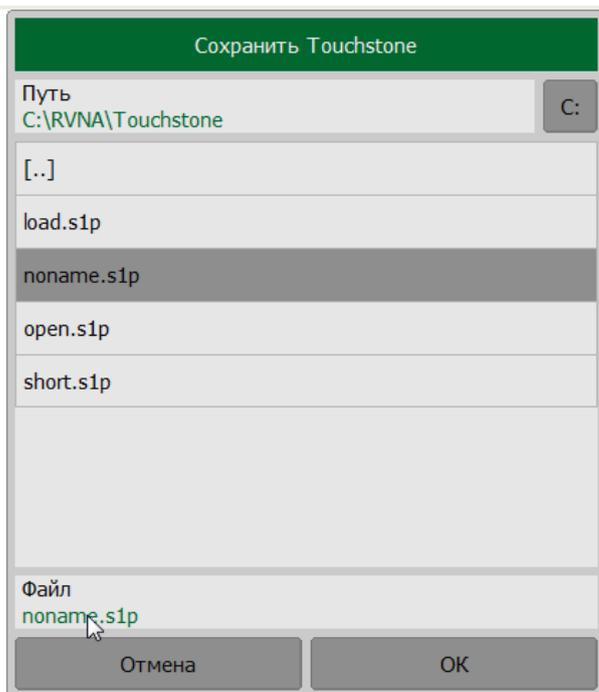
- 5 Нажмите на кнопку **Сохранить Touchstone**.

В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.

Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.

Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.

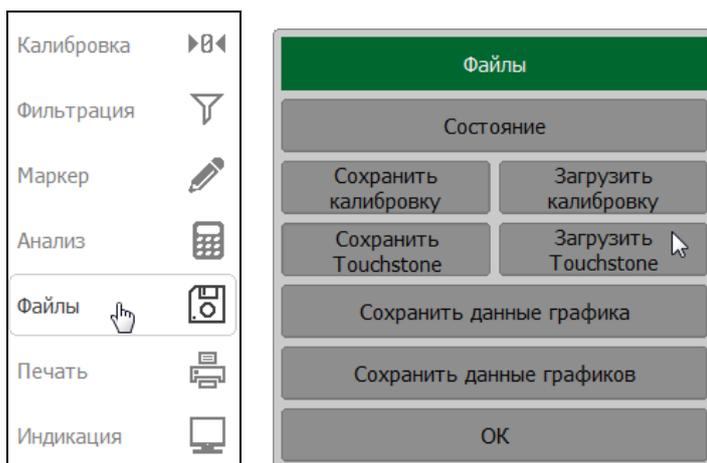


Примечание

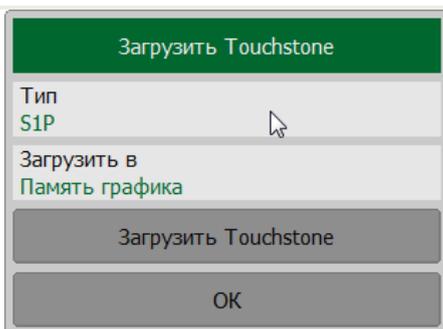
При сохранении файлов типа *.s2p для значений S11 используются данные измерений, при этом S21, S12, S22 имеют нулевые значения.

8.4.2 Восстановление файлов данных формата Touchstone

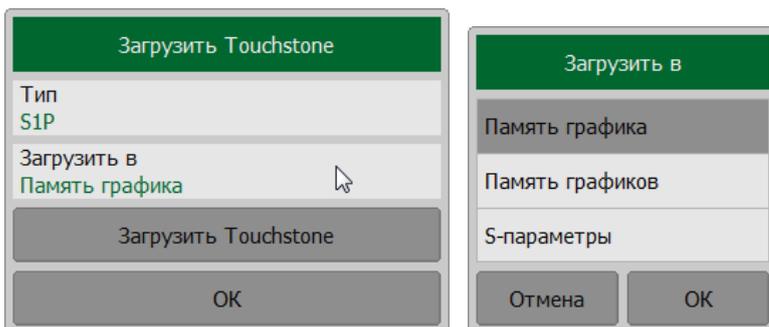
- 1 Нажмите программные кнопки **Файлы > Загрузить Touchstone**.



- 2 Щелкните по полю **Тип** и выберите тип файла Touchstone.



- 3 Щелкните по полю **Загрузить в** и выберите в открывшемся окне вариант восстановления. Возможна загрузка данных в память активного графика, в память всех графиков или в измеряемые S-параметры.



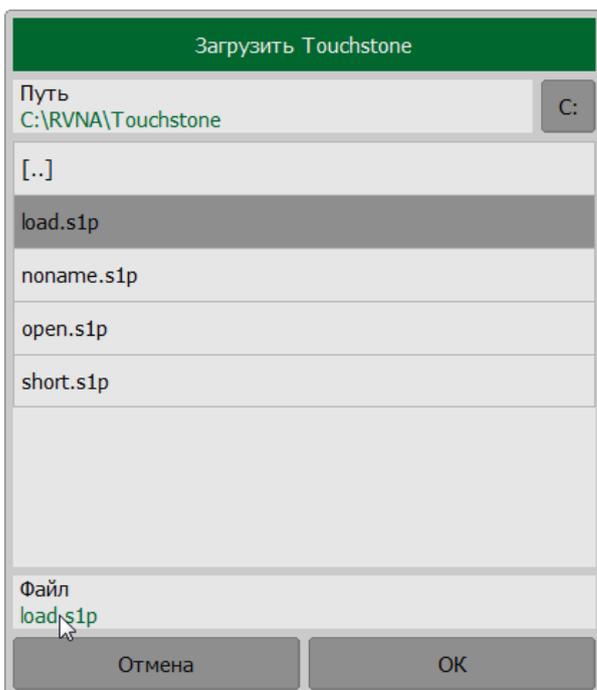
- 4 Нажмите кнопку **Загрузить Touchstone**.

В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.

Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.

Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.



Примечание

После загрузки файла в формате Touchstone в измеряемые S-параметры сканирование по частоте останавливается. Это необходимо для того, чтобы не затереть загруженные данные.

8.5 Сохранение калибровки

Программа позволяет сохранять и загружать пользовательскую калибровку в файле типа *.cal.

8.5.1 Сохранения калибровки в файл

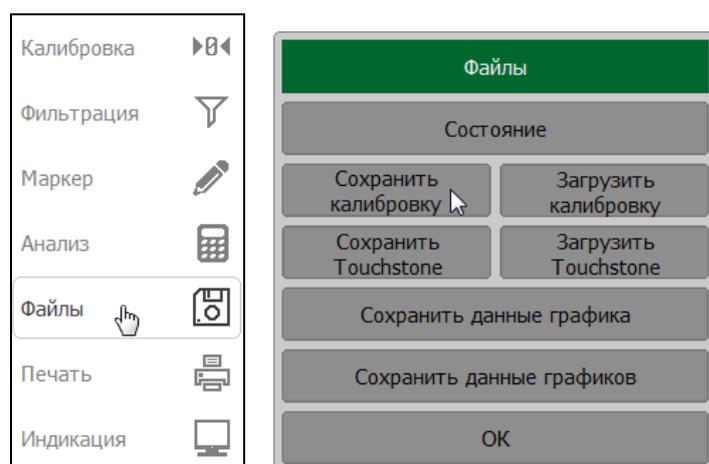
Нажмите программные кнопки **Файлы > Сохранить калибровку**.

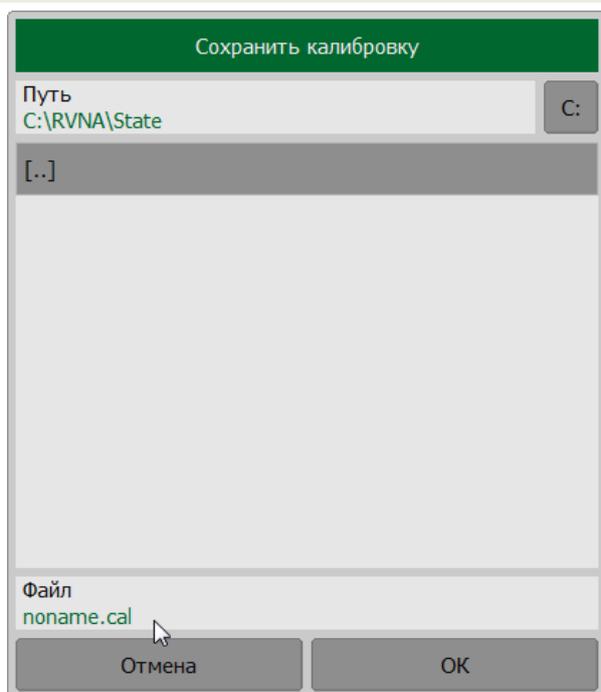
В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.

Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.

Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.





8.5.2 Восстановление калибровки из файла

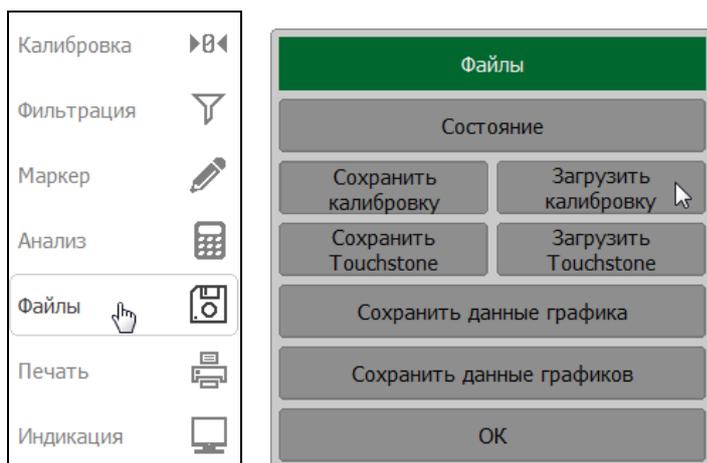
Нажмите программные кнопки **Файлы > Загрузить калибровку**.

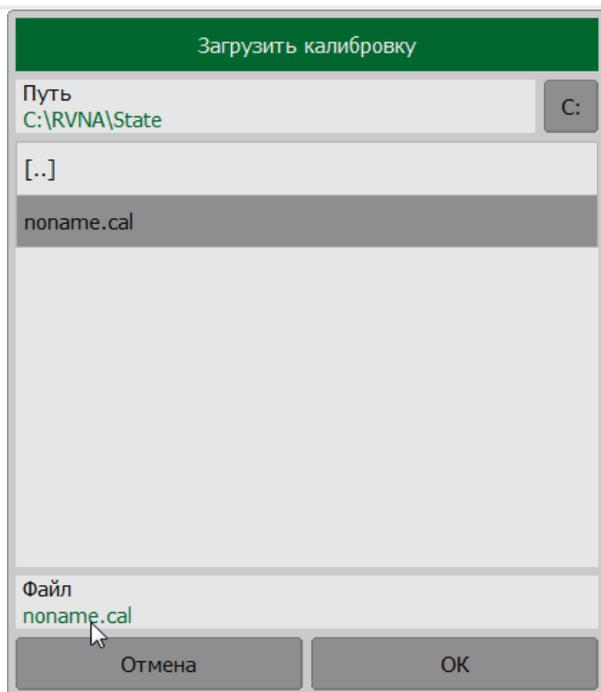
В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.

Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.

Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.





8.6 Печать графиков

Данный раздел описывает процедуру распечатки и сохранения в файле графических данных.

Поддерживаемые программа печати

- MS Word (программа должна быть установлена в ОС Windows);
- программа просмотра изображений ОС Windows
- программное меню для быстрого сохранения изображения экрана (снимок экрана) программы в *.png формате;

Варианты преобразования цвета

- **Полноцветная** (нет преобразования);
- **Шкала серого** (преобразование в градации серого цвета);
- **Черно-белый** (преобразование в черно – белый цвет).

Дополнительные возможности

- инвертирование изображения перед передачей изображения программе – агенту печати;
- добавление текущей даты и времени в изображение перед передачей изображения программе – агенту.

8.6.1 Печать графиков

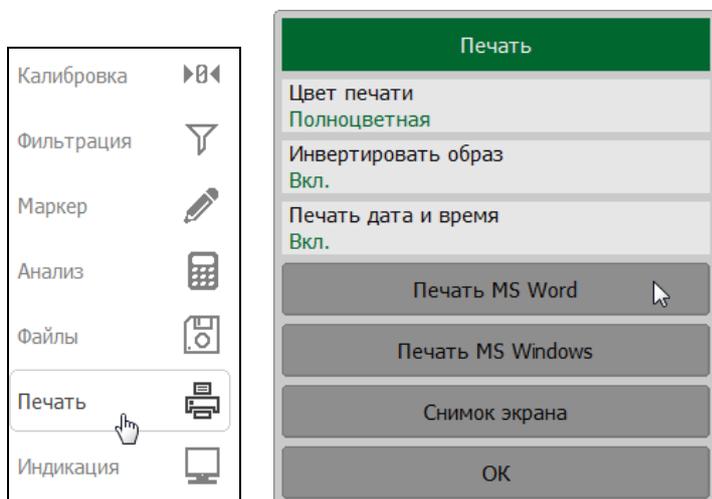
Нажмите программную кнопку **Печать**.

Щелкните по полю **Цвет печати** и выберите вариант преобразования цвета.

Щелкните по полю **Инvertировать образ** и включите или выключите инvertирования изображения.

Щелкните по полю **Печать дата и время** и включите или выключите добавление даты и времени.

Нажмите для печати кнопку **Печать MS Word** или **Печать из проводника**.



8.6.2 Быстрое сохранение снимка экрана

Сохраняемые файлы автоматически размещаются в папке **Image**, находящейся в рабочей папке программы и им автоматически присваивается имя `scrXXXXX.png` (XXXXX – автоматически инкрементируемый порядковый номер).

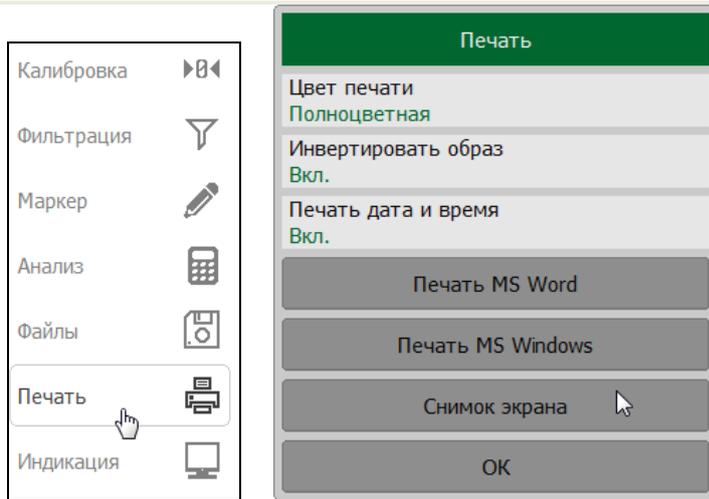
Нажмите программную кнопку **Печать**.

Щелкните по полю **Цвет печати** и выберите вариант преобразования цвета.

Щелкните по полю **Инvertировать образ** и включите или выключите инvertирования изображения.

Щелкните по полю **Печать дата и время** и включите или выключите добавление даты и времени.

Нажмите для сохранения снимка экрана кнопку **Снимок экрана**.



Примечание

Процесс сохранения отображается в строке состояния рефлектометра.

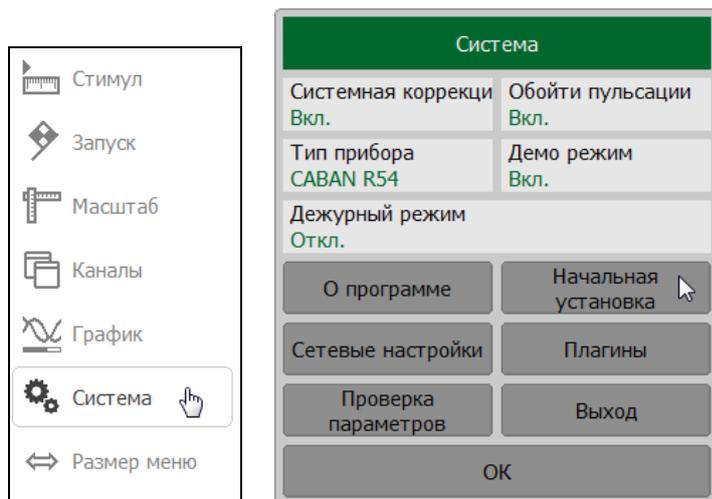
9 Системные установки

9.1 Начальная установка

Начальная установка служит для приведения рефлектометра в известное (начальное) состояние.

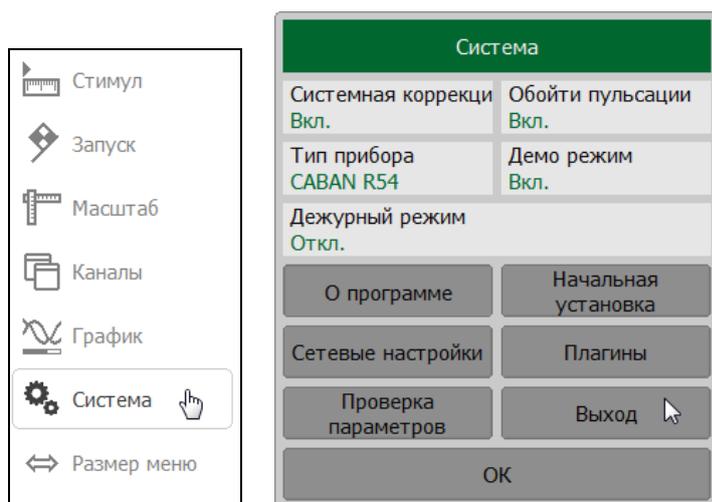
Значения параметров рефлектометра, устанавливаемые в процедуре начальной установки приведены в приложении А.

Нажмите программные кнопки **Система > Начальная установка**.



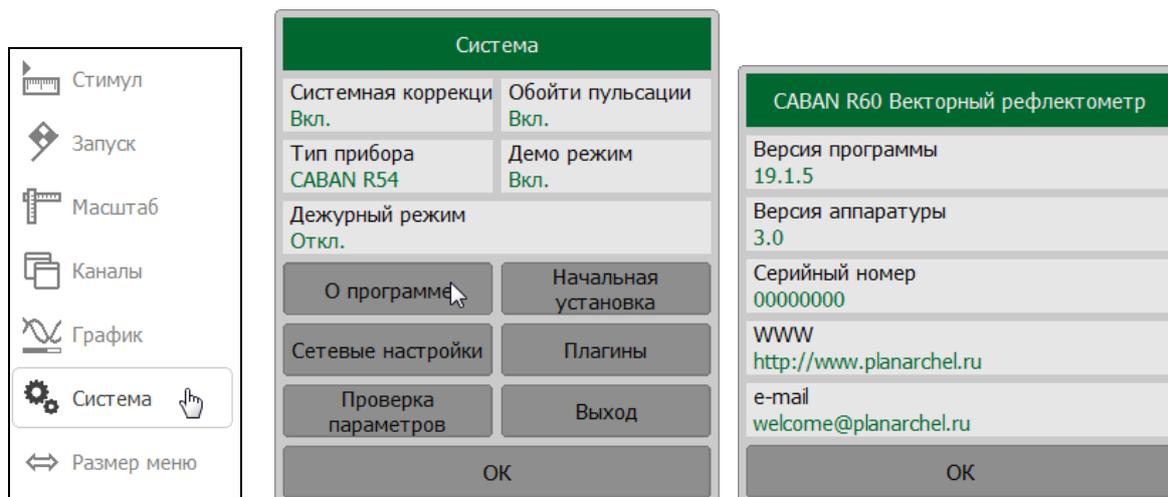
9.2 Завершение работы программы

Нажмите программные кнопки **Система > Выход**.



9.3 Информация о версии программы и серийном номере прибора

Нажмите программные кнопки **Система > О программе**.



9.4 Отключение системной калибровки

При выпуске с предприятия-изготовителя каждый рефлектометр калибруется и калибровочные коэффициенты сохраняются в его постоянной памяти. По умолчанию рефлектометр осуществляет начальную коррекцию измеряемых S-параметров на основании заводской калибровки. Такая калибровка называется системной калибровкой, а коррекция ошибок – системной коррекцией.

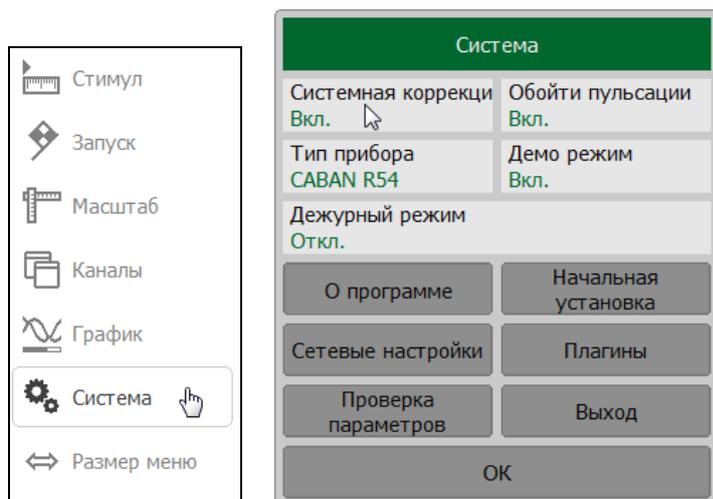
Системная коррекция обеспечивает начальное значение измеряемых S-параметров до проведения калибровки рефлектометра пользователем. Системная калибровка осуществляется по плоскости соединителя измерительного порта и не может учитывать соединительные кабели и другие цепи, используемые для подключения исследуемого устройства. Погрешность измерений без калибровки рефлектометра и измерительной установки, производимой пользователем, не нормируется.

Обычно системная коррекция **не требует** отключения при осуществлении калибровки и последующих измерений.

Системная коррекция может быть отключена пользователем при условии проведения пользователем надлежащей калибровки. При этом погрешность измерений определяется калибровкой пользователя и не зависит от состояния системной коррекции. Единственное правило, которое необходимо соблюдать – это отключение/включение системной коррекции до проведения калибровки пользователем с тем, чтобы калибровка и последующие измерения осуществлялись в одинаковых условиях.

При отключении системной коррекции пользователем, индицируется соответствующее предупреждение **Системная коррекция откл** в строке состояния измерителя (см. рисунок 2.3).

Нажмите программную кнопку **Система**. Щелкните по полю **Системная коррекция** для включения или отключения системной коррекции.

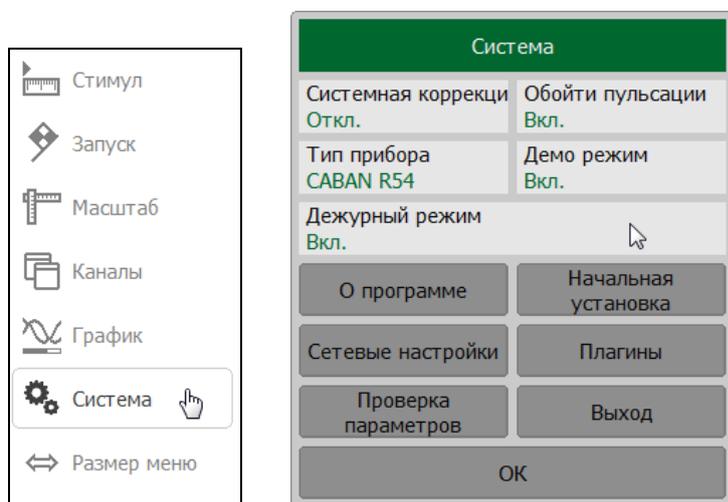


9.5 Режим ожидания

Для экономии потребления электроэнергии можно перевести прибор в режим ожидания. В режиме ожидания прибор отключен от программы.

Нажмите программную кнопку **Система**. Щелкните по полю **Дежурный режим** для включения или отключения режима ожидания.

При включении дежурного режима в строке состояния программы отображается сообщение **Ожидание** (см. пункт 2.1.2).



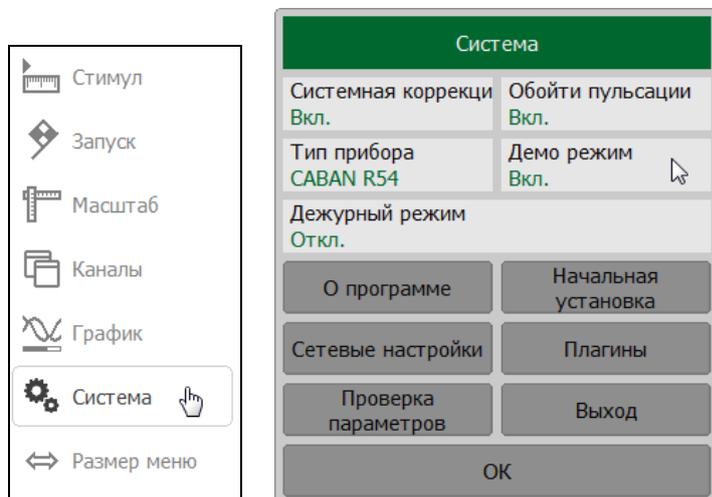
9.6 Демо режим

В программе заложена возможности ознакомления и демонстрации без подключения прибора. При этом не доступны или ограничены ряд функций, а именно:

- не регулируется мощность;

- не реализуемы расширенные типы калибровки;
- не доступен режим внешнего триггера;
- не доступен режим внешней опорной частоты.

Нажмите программную кнопку **Система**. Щелкните по полю **Демо режим** для включения или отключения режима демонстрации.



9.7 Проверка параметров

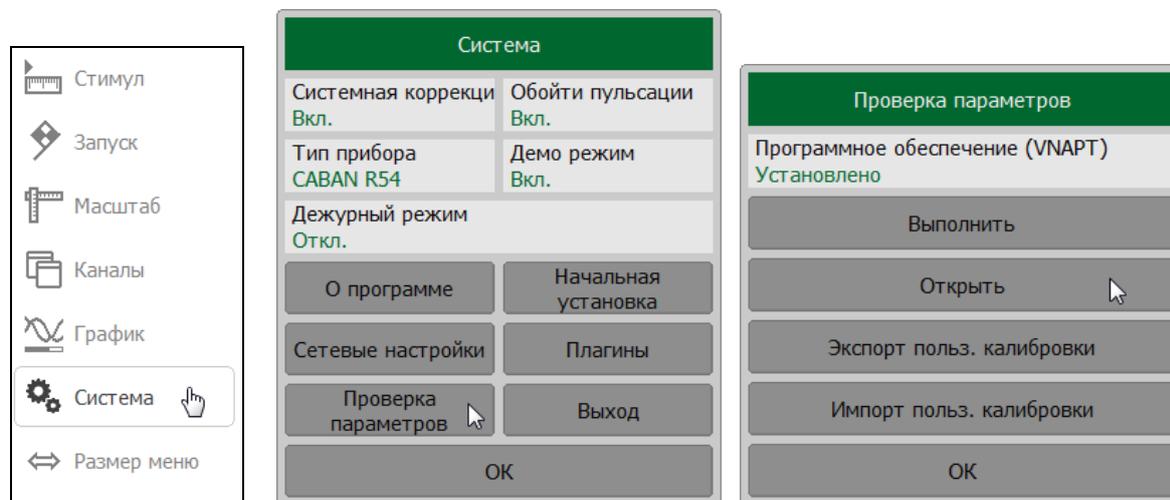
Проверка параметров прибора может выполняться в автоматическом режиме с помощью программного обеспечения VNA Performance Test, которое должно быть установлено на компьютере.

Для запуска программы проверки параметров нажмите программные кнопки **Система > Проверка параметров > Выполнить**. Далее следуйте инструкциям по работе с ПО VNA Performance Test.



9.7.1 Просмотр отчетов

Нажмите программные кнопки **Система > Проверка параметров > Открыть**. Далее выберите файл с результатом измерений.



9.7.2 Экспорт пользовательской калибровки

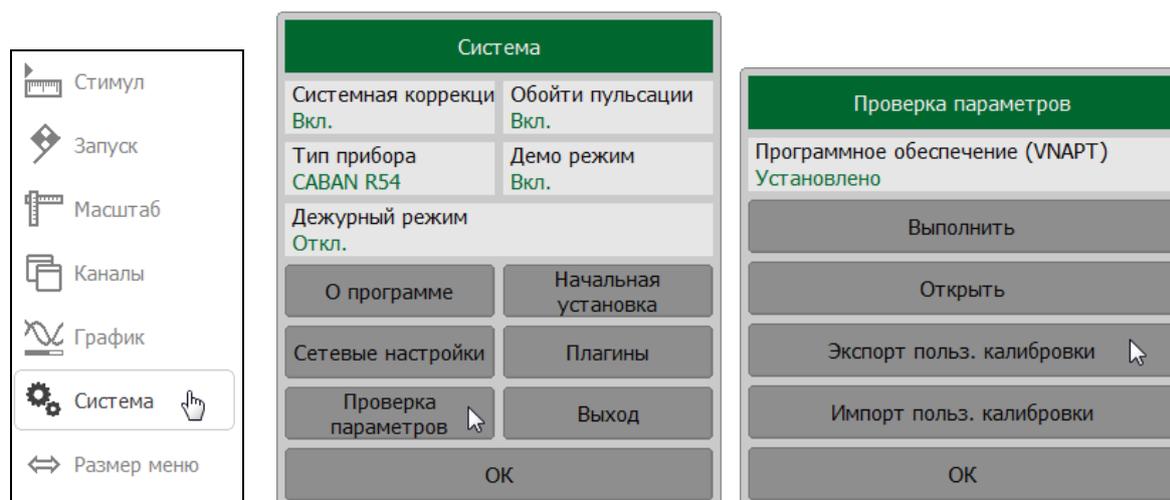
Нажмите программные кнопки **Система > Проверка параметров > Экспорт польз. калибровки**.

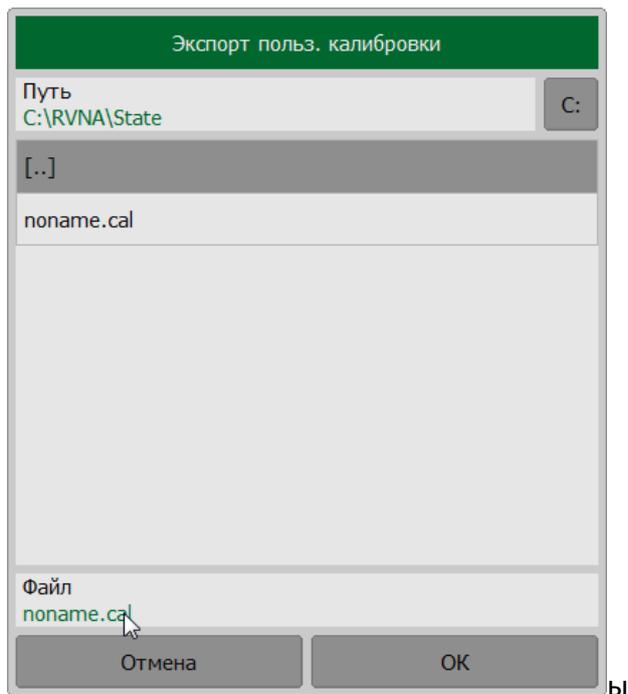
В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.

Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.

Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.





9.7.3 Импорт пользовательской калибровки

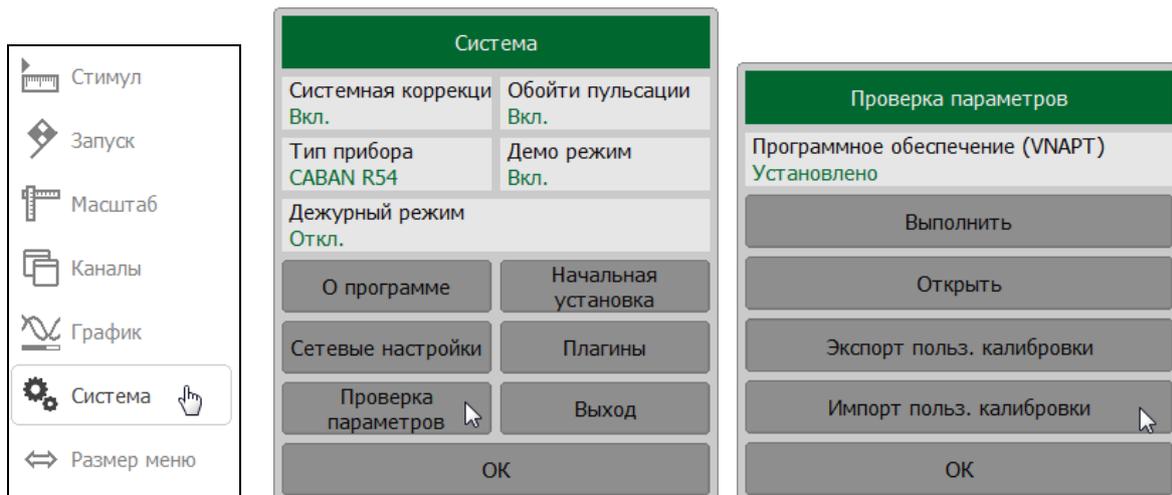
Нажмите программные кнопки **Система > Проверка параметров > Импорт польз. калибровки**.

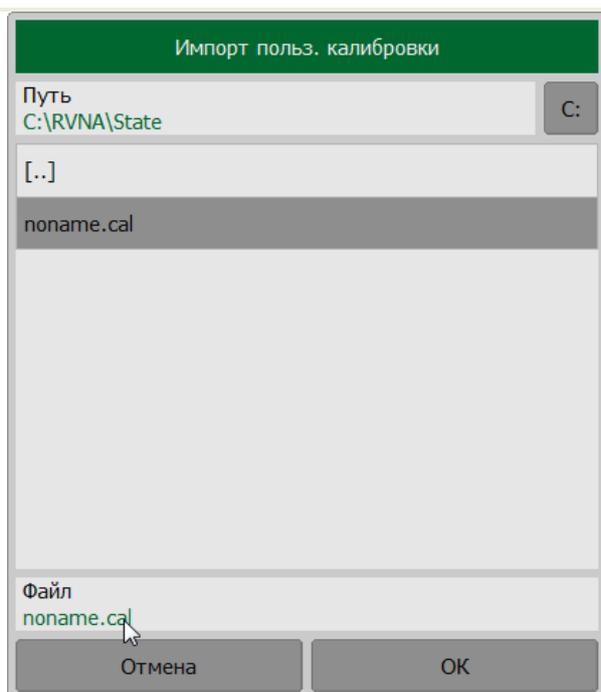
В открывшемся окне выберите путь и введите имя файла.

Выбор каталога осуществляется двойным щелчком мыши по нему.

Для выбора диска нажмите программную кнопку с обозначением буквы диска.

Для редактирования имени файла щёлкните по полю **Файл** и введите имя файла.





9.8 Тип прибора

Программа позволяет подключаться:

- ко всем приборам (автоопределение);
- к выбранной модели прибора, игнорируя все остальные модели;
- только к прибору выбранной модели с заданным серийным номером.

Настройка выбирается при установке программы, но может быть изменена в дальнейшем.

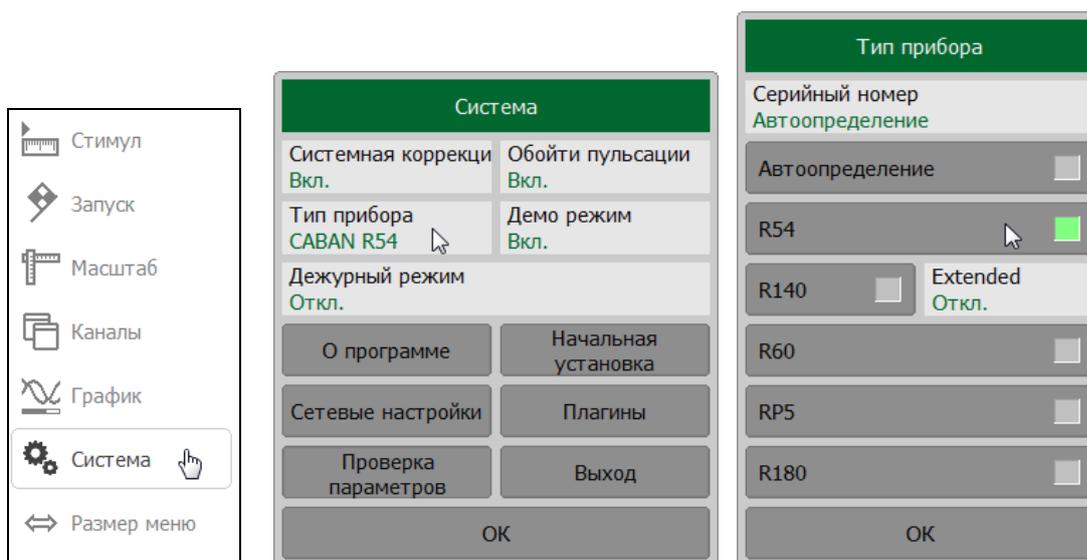
9.8.1 Автоопределение типа прибора

Нажмите программную кнопку **Система**. Щелкните по полю **Тип прибора**. Нажмите на кнопку **Автоопределение**. При установке автоопределения в правой части кнопки с появится цветовая индикация.



9.8.2 Выбор модели прибора

Нажмите программную кнопку **Система**. Щелкните по полю **Тип прибора**. Нажмите на кнопку с названием подключаемого рефлектометра **R54, R140, R60, R180**. После установки в правой части кнопки выбранной модели с появится цветная индикация.



9.8.3 Подключение к прибору по серийному номеру

Нажмите программную кнопку **Система**. Щелкните по полю **Тип прибора**. В открывшемся окне щелкните по полю **Серийный номер** и введите номер прибора.

При вводе значения 0 отображается **Автоопределение**.



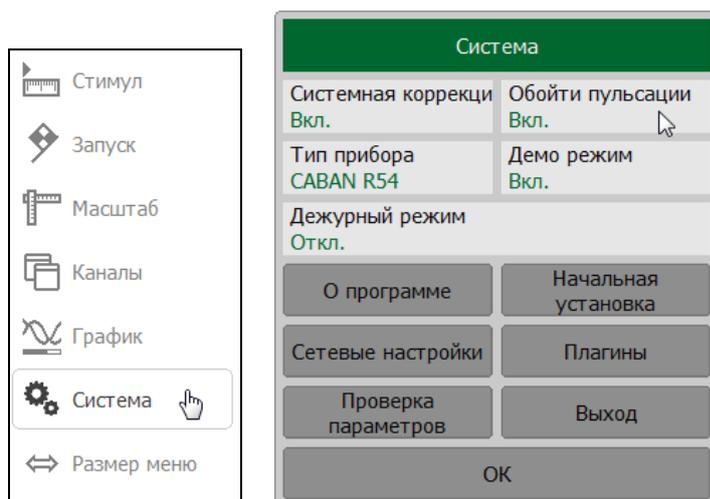
9.9 Прочие системные настройки

В программе возможно изменять дополнительные системные настройки в зависимости от типа прибора.

9.9.1 Обойти пульсации (кроме CABAN 60, CABAN 180)

Настройка позволяет обойти пульсации для в частотных точках кратных опорной частоте 32 МГц.

Нажмите программную кнопку **Система**. Щелкните по полю **Обойти пульсации** для включения или отключения функции.

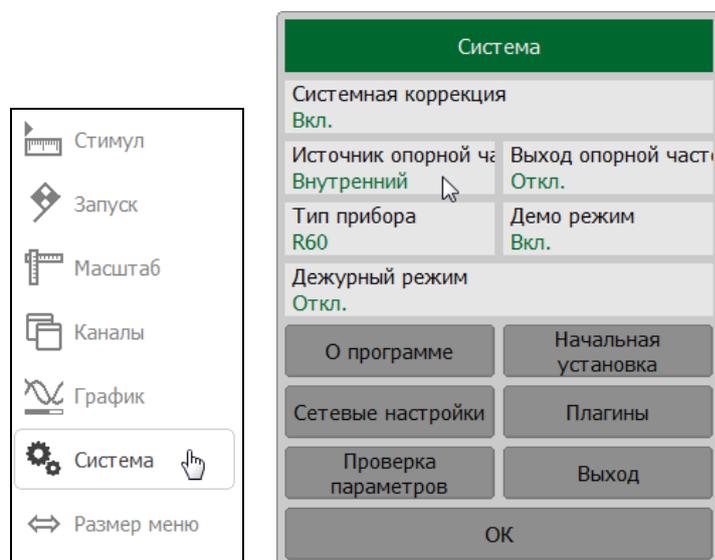


9.9.2 Источник опорной частоты (кроме CABAN 54)

Настройка позволяет выбирать источник опорной частоты: внутренний или внешний. Начальная установка анализатора соответствует работе от внутреннего источника

опорной частоты. Переключение режима работы от внутреннего или от внешнего источника опорной частоты осуществляется программным способом.

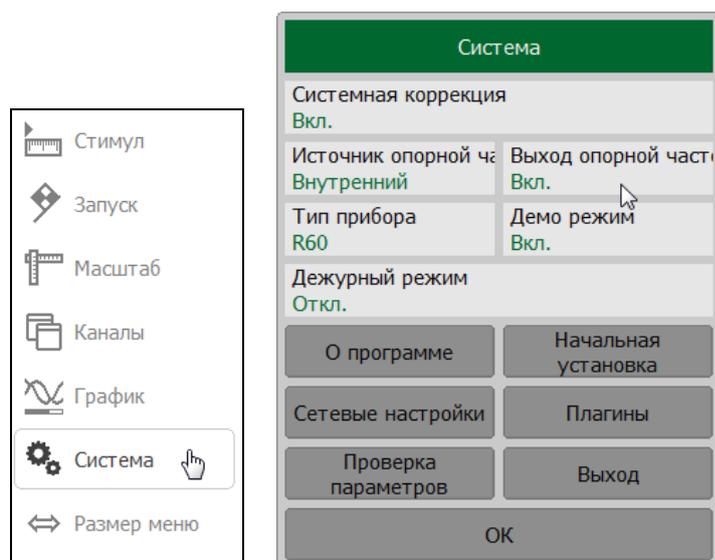
Нажмите программные кнопки **Система**. Щелкните по полю **Источник опорной частоты** для выбора источника опорной частоты.



9.9.3 Выход опорной частоты (кроме САВАН 54, САВАН 140)

Настройка позволяет подключать внутренний генератор опорной частоты на выход опорной частоты. Настройка используется для синхронизации.

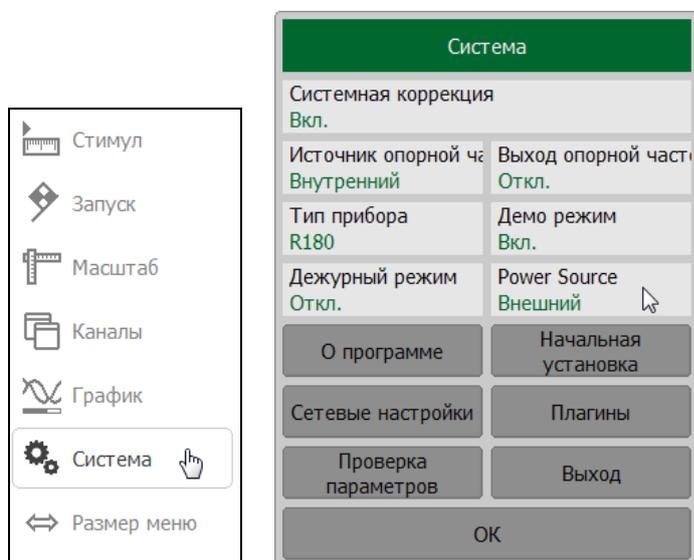
Нажмите программные кнопки **Система**. Щелкните по полю **Выход опорной частоты** для выбора выхода опорной частоты.



9.9.4 Источник питания (для CABAN R180)

Выбор источника питания для рефлектометра CABAN R180 (по шине USB тип С или от штатного источника питания).

Нажмите программную кнопку **Система**. Щелкните по полю **Источник питания** для выбора типа источника питания.

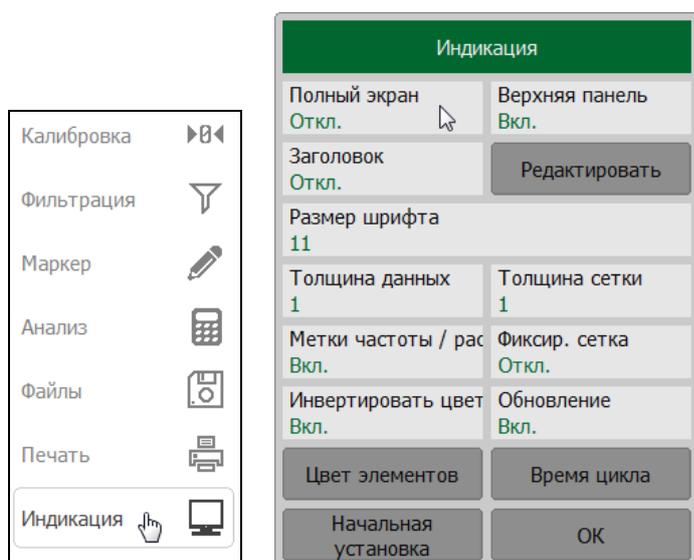


9.10 Настройка интерфейса

В программе предусмотрены следующие настройки интерфейса пользователя.

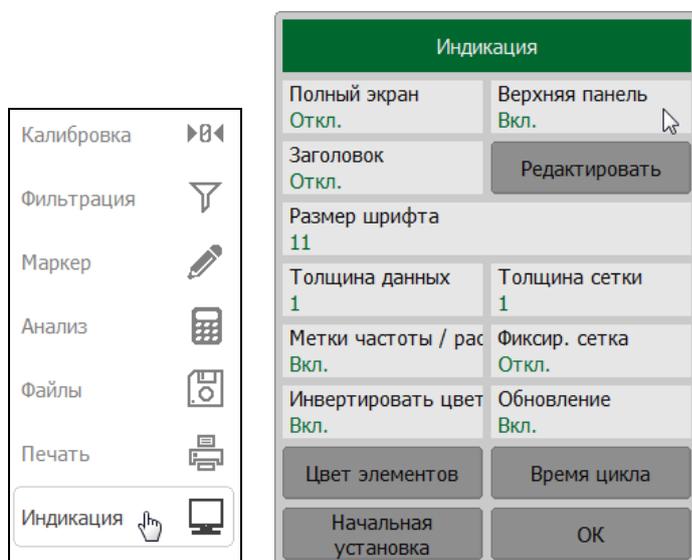
9.10.1 Переключение полноэкранного или оконного режима индикации

Нажмите программную кнопку **Индикация**. Щелкните по полю **Полный экран** для включения или отключения полноэкранного режима.



9.10.2 Включение и отключение верхней панели

Нажмите программную кнопку **Индикация**. Щелкните по полю **Верхняя панель** для включения или отключения верхней панели.



9.10.3 Заголовок канала

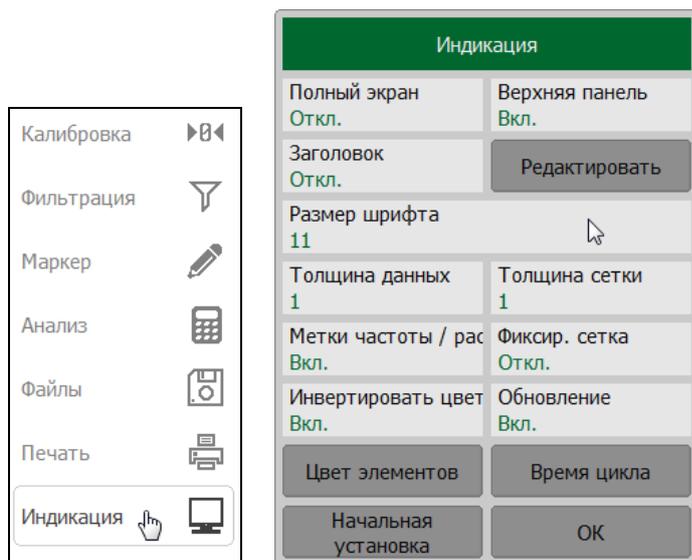
Изменение параметров заголовка описано в пункте 0.

9.10.4 Изменение размера шрифта

Размера шрифта изменяется от 8 до 24.

Изменение шрифта влияет на всю программу.

Нажмите программную кнопку **Индикация**. Щелкните по полю **Размер шрифта** и введите требуемое значение размера шрифта с помощью клавиатуры.

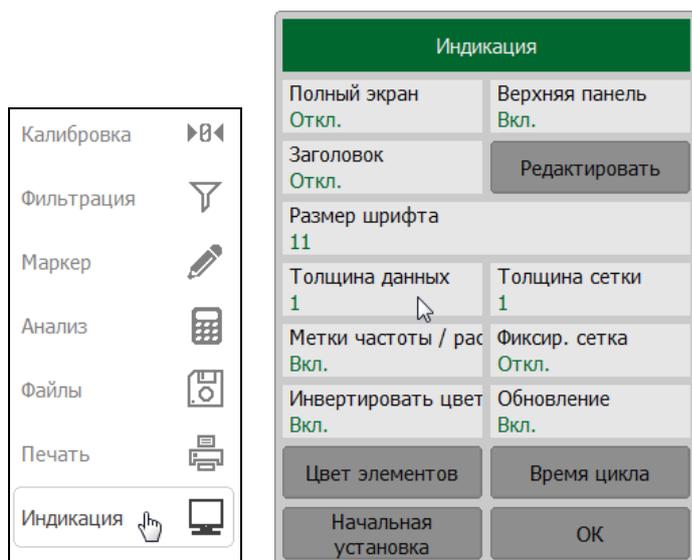


9.10.5 Изменение толщины данных и толщины сетки графиков

Толщина данных и толщина сетки изменяется от 1 до 4.

Изменение толщины данных и толщины сетки влияет на все каналы индикации.

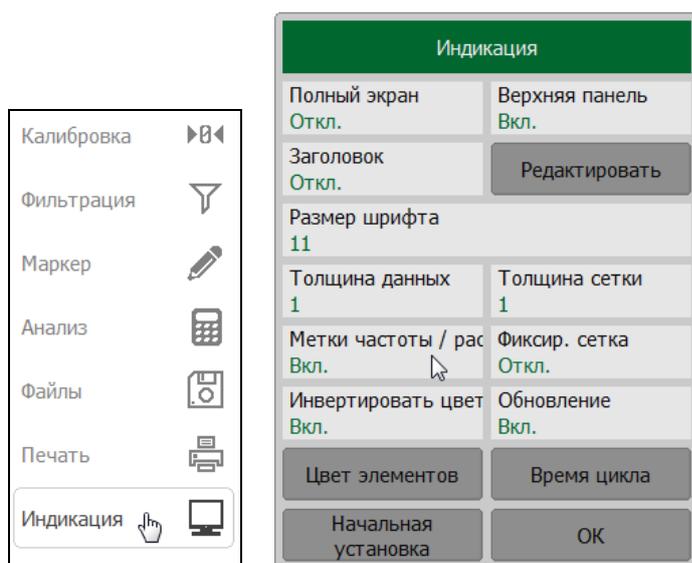
Нажмите программную кнопку **Индикация**. Щелкните по полю **Толщина данных** и введите требуемое значение толщины данных графиков с помощью клавиатуры. Щелкните по полю **Толщина сетки** и введите требуемое значение толщины данных графиков с помощью клавиатуры.



9.10.6 Отображение меток частоты

Параметр позволяет скрывать горизонтальную шкафу на окна канала индикации.

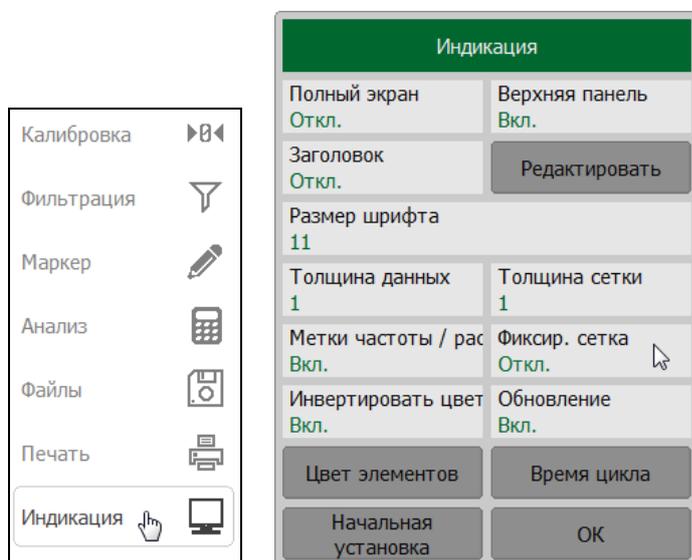
Нажмите программную кнопку **Индикация**. Щелкните по полю **Метки частоты** для включения и выключения отображения меток.



9.10.7 Фиксированная сетка

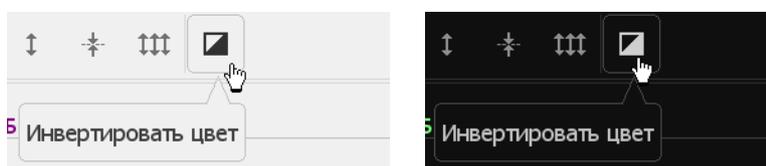
Параметр устанавливает фиксированное число 10 делений сетки окна канала индикации по горизонтальной оси графика.

Нажмите программную кнопку **Индикация**. Щелкните по полю **Фиксир. сетка** для включения и выключения функции.



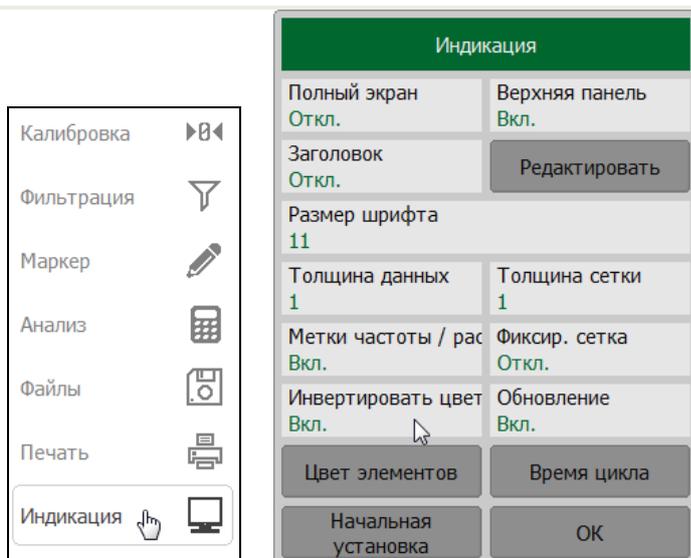
9.10.8 Инвертировать цвет

Параметр позволяет выбирать цвет всего окна программы.



Нажмите программную кнопку **Индикация**. Щелкните по полю **Инвертировать цвет** для включения и выключения функции инвертирования.

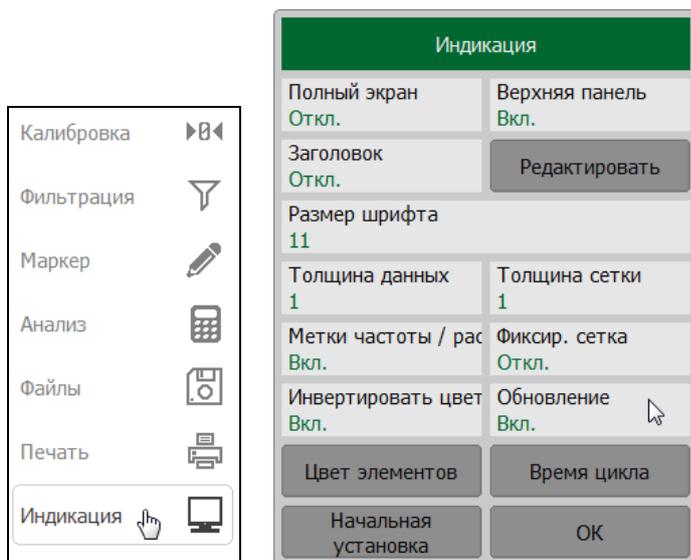
Для быстрой настройки нажмите на кнопку **Инвертировать цвет** в верхней панели программных кнопок (см. пункт 2.1.1).



9.10.9 Обновление информации в окне индикации

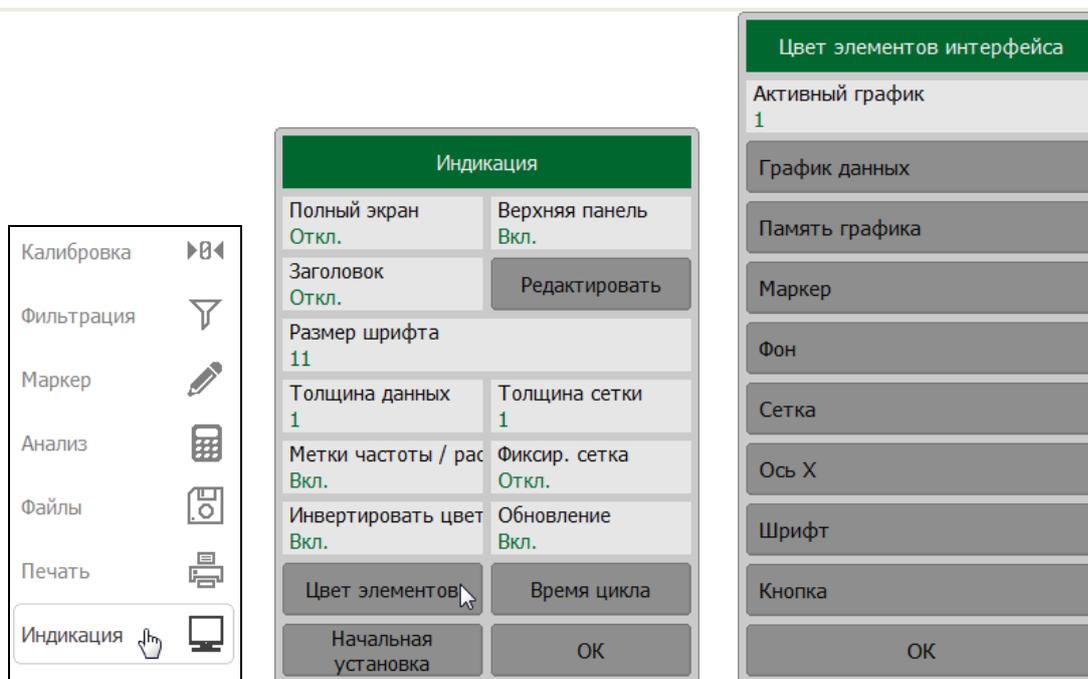
Параметр позволяет отключать графического обновлении информации в окне индикации.

Нажмите программную кнопку **Индикация**. Щелкните по полю **Обновление** для включения и выключения функции обновления.



9.10.10 Изменение цвета элементов интерфейса

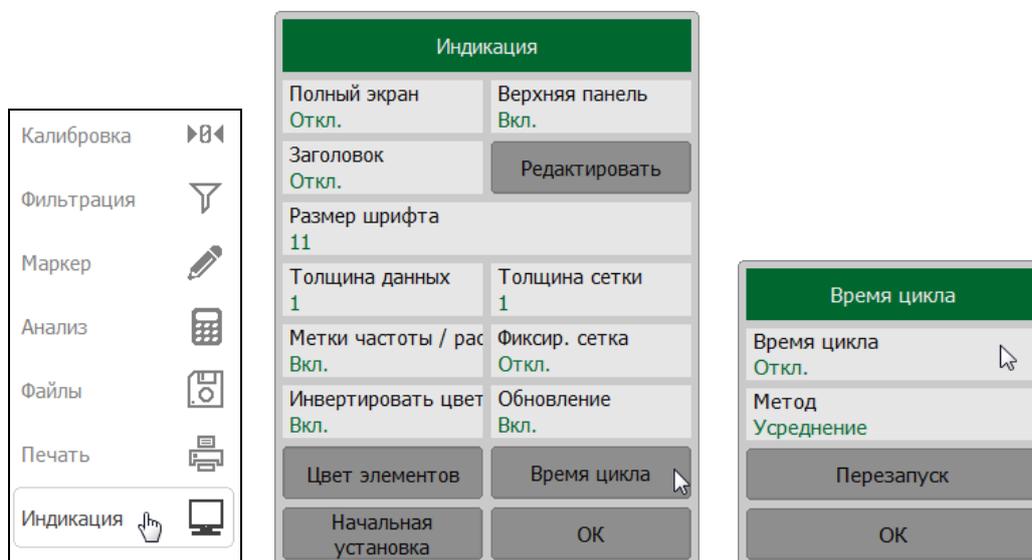
Нажмите программные кнопки **Индикация > Цвет элементов**. В открывшемся окне нажмите на элемент и измените его цвет.



9.10.11 Время цикла

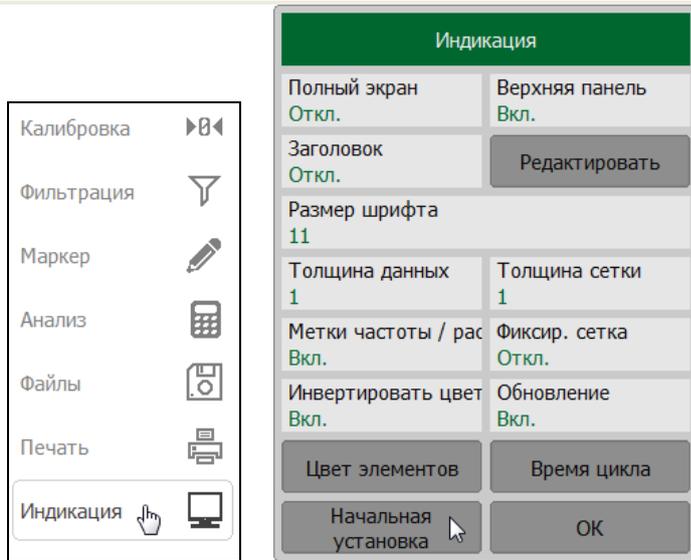
Настройки для отображения в строке состояния измерителя время цикла измерений.

Нажмите программные кнопки **Индикация > Время цикла**. Щелкните по полю **Время цикла** и включите или отключите параметр. Параметр **Метод** задает тип измерений времени.



9.10.12 Возврат к начальном установкам

Для восстановления заводских настроек интерфейса программы нажмите программные кнопки **Индикация > Начальная установка**.



10 Работа с двумя и более рефлектометрами, с анализаторами цепей RNVNA

Дополнительное программное обеспечение позволяет использовать в работе одновременно до восьми рефлектометров (в случае использования анализатора цепей RNVNA – до шестнадцати рефлектометров). Это расширяет перечень измеряемых параметров скалярными коэффициентами передачи. Измерять скалярный коэффициент передачи можно в двух направлениях, например $|S_{21}|$ и $|S_{12}|$.

Единовременно источником сигнала может быть только один рефлектометр (активный). Остальные рефлектометры (пассивные) будут работать приёмниками сигнала. Активный имеет зелёный цвет индикатора READY/STANDBY, расположенного на лицевой стороне. У пассивного одновременно горят и красный и зелёный индикаторы.

Активный назначается в зависимости от измеряемых в канале индикации S-параметров. Например, при измерении параметров S_{11} и S_{21} активным будет первый рефлектометр, при измерении S_{12} и S_{22} – второй. Если в канале индикации указан перечень S-параметров, программа сделает несколько запусков сканирования, где рефлектометры будут меняться своими ролями.

10.1 Установка дополнительного программного обеспечения

Для одновременной работы с несколькими рефлектометрами или анализаторами цепей RNVNA установите дополнительное программное обеспечение Setup_RNVNA_RUS_vXX.Y.Z.exe, где XX.Y.Z – версия программного обеспечения.

Процедура установки описана в главе 1.

10.2 Подключение рефлектометров к интерфейсу USB

При работе программного обеспечения с несколькими рефлектометрами каждому из них присваивается номер порта в порядке их подключения к персональному компьютеру. Если до запуска программы рефлектометры были подключены в USB интерфейсам компьютера, то нумерация портов будет идти согласно внутренней нумерации интерфейсов USB хоста.



Если при работе устройств предполагается использовать режим синхронизации работы по шине USB, то все рефлектометры должны быть подключены к USB интерфейсам, которые обслуживаются одним контроллером. Обычно, это рядом расположенные USB порты персонального компьютера. Если, при использовании синхронизации по шине USB, рефлектометры подключить к разным USB контроллерам в пределах одного компьютера, то синхронизировать работу устройств не удастся. Хорошим решением будет использовать внешний концентратор USB HUB с собственным блоком питания.

10.3 Описание программного обеспечения

При работе с несколькими рефлектометрами в правой панели программных кнопок отображается дополнительная кнопка **Устройства** (см. рисунок 10.1).

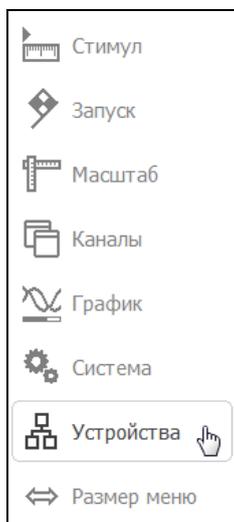


Рисунок 10.1 Правая панель программных кнопок при работе с несколькими приборами рефлектометрами

В строке состояния измерителя (см. пункт 2.1.2) добавляется информация о синхронизации. В поле состояние DSP в нормальном режиме работы отображается количество работающих рефлектометров (рисунок 10.2).



Рисунок 10.2 Пример строки состояния при работе с несколькими рефлектометрами

10.4 Синхронизация работы рефлектометров

Для выполнения измерения коэффициентов передачи между рефлектометрами необходимо синхронизировать их работу. Если задачи измерения коэффициентов передачи не ставится и измеряются независимые цепи, где источник сигнала одного рефлектометра не может быть помехой в работе другому, то можно использовать режим независимой работы рефлектометров, то есть работать без синхронизации.

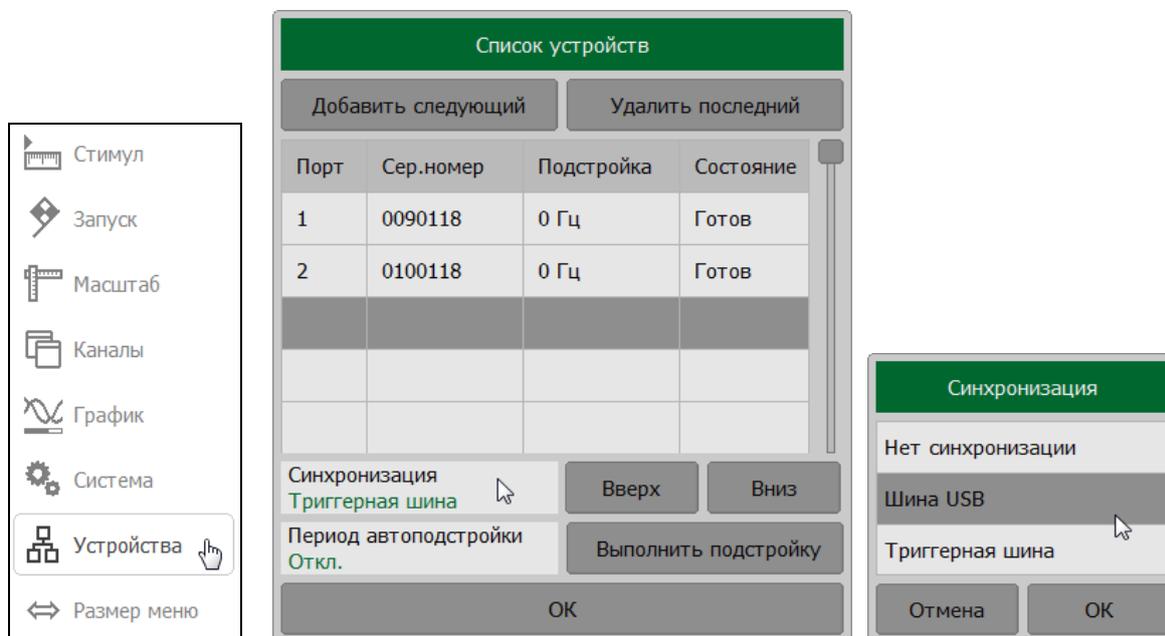
Программное обеспечение позволяет выбрать следующие варианты работы:

- **Нет синхронизации;**
- **Шина USB;**
- **Триггерная шина.**

Для синхронизации по триггерной шине двух рефлектометров необходимо соединить входы / выходы внешнего триггера каждого устройства друг с другим коаксиальным

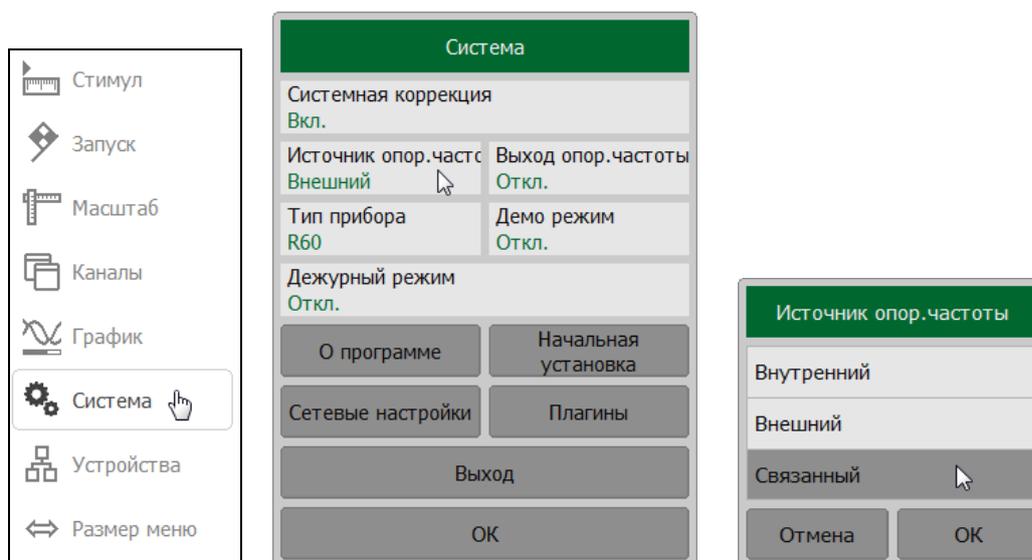
Работа с двумя и более рефлектометрами, с анализаторами цепей RNVNA кабелем. Если необходимо синхронизировать работу более двух рефлектометров, то использовать распределитель сигнала триггера TD – 16, что позволит нивелировать расхождение частот между рефлектометрами.

Нажмите программную кнопку **Устройства**. Щелкните по полю **Синхронизация** и в открывшемся окне выберите тип синхронизации.



10.5 Установка источника опорной частоты

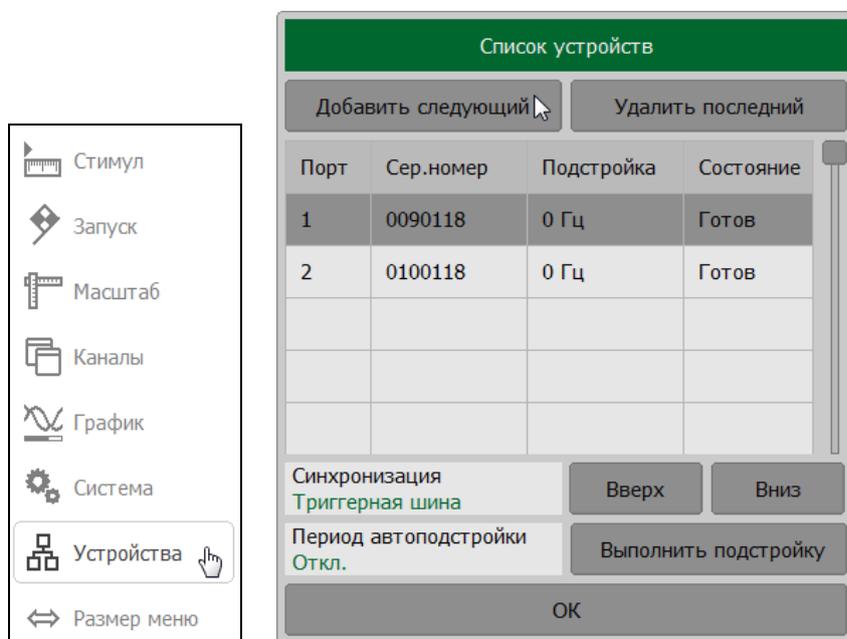
Нажмите программную кнопку **Система**. Щелкните по полю **Источник опор. частоты** и в открывшемся окне выберите источник опорной частоты.



10.6 Добавление и удаление устройств

Для подключения устройства нажмите программные кнопки **Устройства > Добавить следующий**.

Для отключения устройства нажмите программные кнопки **Устройства > Удалить последний**.



10.7 Подстройка частоты внутренних генераторов

Внутренние опорные генераторы рефлектометров имеют конечную точность установления частоты. При работе с несколькими рефлектометрами необходимо подстроить выходную частоту каждого из них относительно первого в списке устройств. Это делается для того, чтобы устранить ошибку при измерении модулей коэффициентов передачи, связанную со смещением частоты одного из рефлектометров и непопаданием в полосу пропускания фильтра ПЧ другого.

В программном обеспечении присутствует функционал автоматической подстройки частоты. Функция автоматической подстройки частоты и периодичность её выполнения могут быть заданы пользователем.

При выполнении подстройки частоты порты рефлектометров должны быть соединены между собой. Необходимо обеспечить ослабление сигнала между портами не более 50 дБ.

Программа осуществляет автоподстройку по центральной частоте в том диапазоне рабочих частот, который используется в активном канале индикации.

Перед использованием рефлектометры следует прогреть, чтобы минимизировать температурный дрейф опорных генераторов.

Подстройка частоты необходима в том случае, если каждое устройство имеет собственный источник опорной частоты.

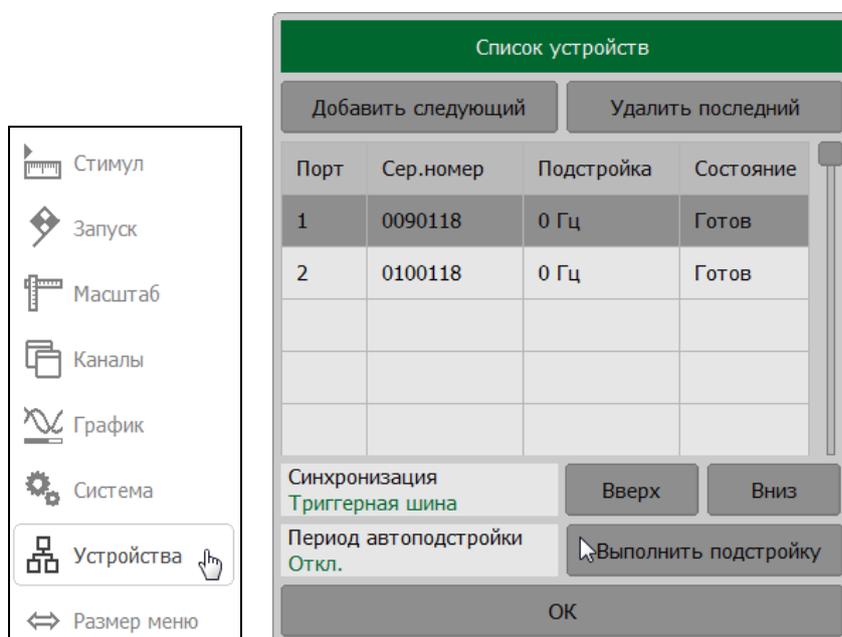
При выборе источника опорной частоты **Связанный** (см. пункт 10.5) устройство использует общую шину опорной частоты, в этом случае первое устройство является источником, остальные – приемниками.

Примечание

При условии соединения входов опорной частоты двух рефлектометров между собой коаксиальным кабелем и выборе источника опорной частоты **Внешний** или **Связанный** подстройка частоты не требуется. Величина подстройки частоты в этом случае принимается нулевой.

10.7.1 Ручная подстройка частоты

Для выполнения ручной нажмите программные кнопки **Устройства > Выполнить подстройку**.

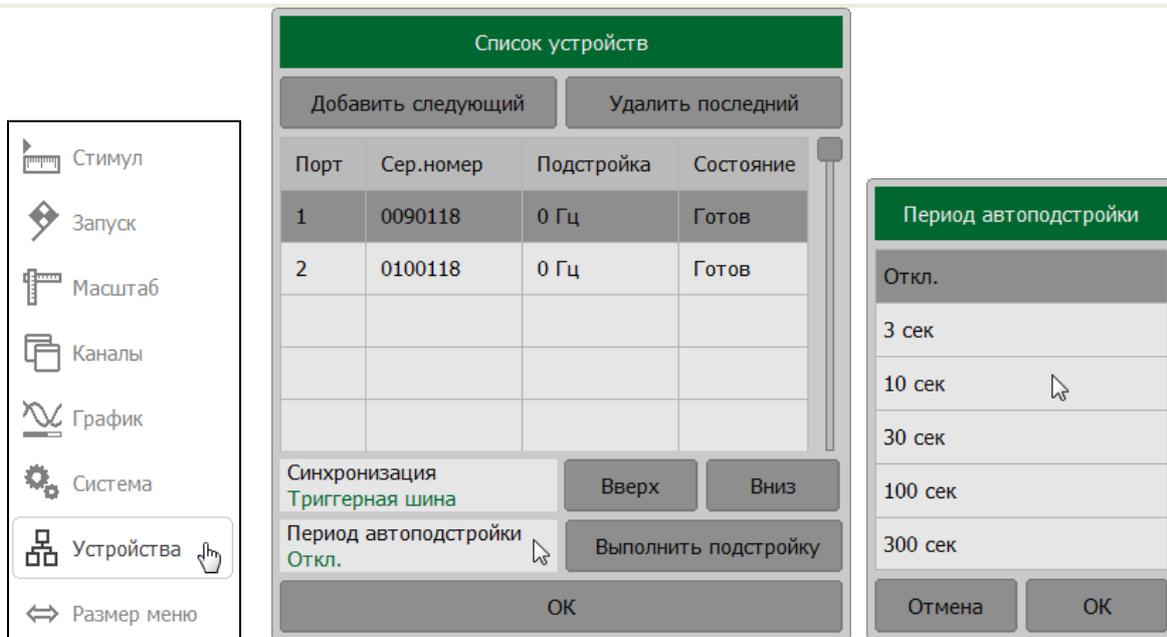


После выполнения подстройки в окне **Список устройств** в поле **Подстройка** будет показана величина коррекции частоты опорного генератора второго рефлектометра.

10.7.2 Автоматическая подстройка частоты

В режиме автоматической подстройки частоты программа выполняет подстройку через заданный временной интервал. Проверка времени выполняется после завершения сканирования в каналах индикации, поэтому реальный интервал подстройки может быть больше заданного.

Для выполнения автоматической подстройки частоты нажмите программную кнопку **Устройства**. Щёлкните по полю **Период автоподстройки** и в открывшемся окне выберите требуемый временной интервал.



10.8 Особенности калибровки рефлектометров

Процедура калибровки, описанная в главе 5. При работе с несколькими рефлектометрами расширена возможностью выбора комбинации портов, задействованных в измерении, и возможностью калибровки модуля коэффициента передачи.

Перед выполнением калибровки меры Перемычка будет принудительно выполнена подстройка частоты генераторов.

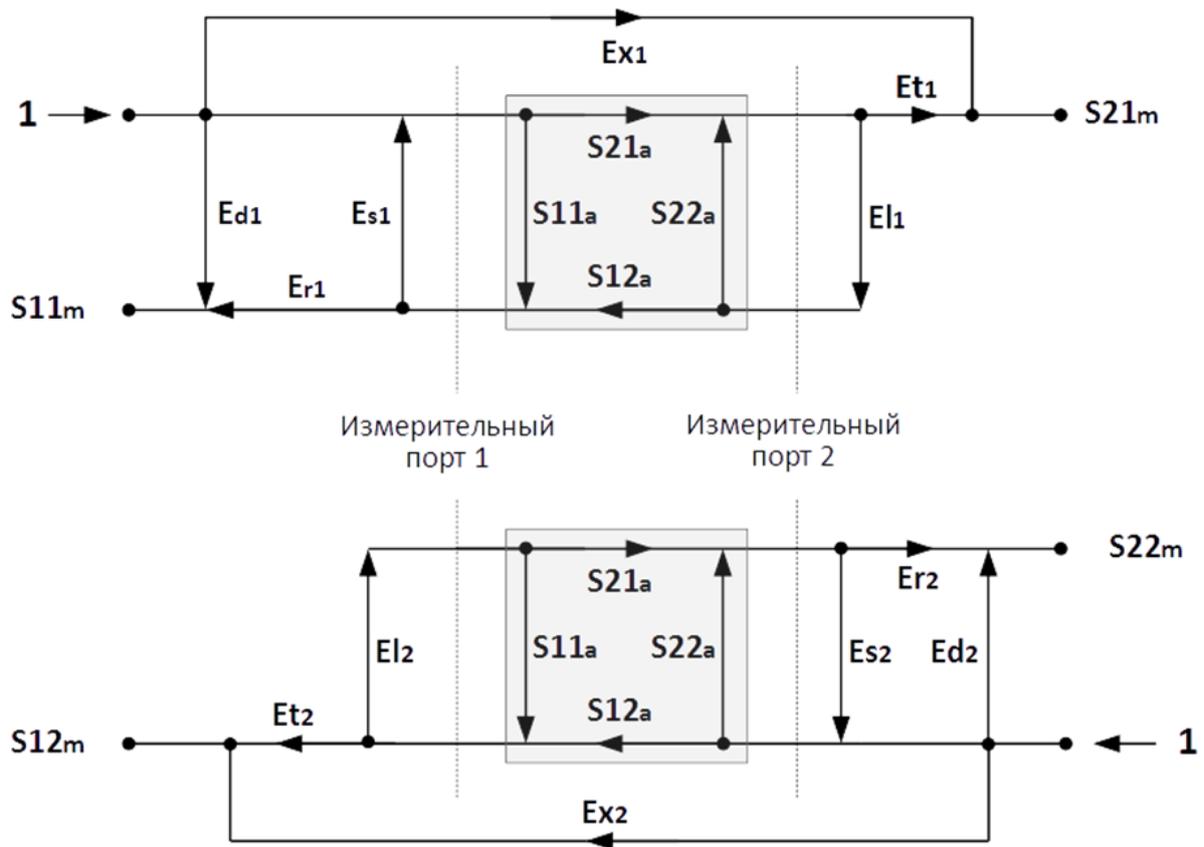
Таблица 10.1 Статус коррекции ошибок графика с калибровкой меры Перемычка.

Символы	Значение
ST	Нормализация модуля коэффициента передачи.
F1ST	Полная однопортовая калибровка с нормализацией модуля коэффициента передачи.
F2ST	Полная двухпортовая калибровка с нормализацией модуля коэффициента передачи.
MATH	Эквивалент калибровки F2ST, полученный математическим методом.

10.8.1 Двухпортовая модель ошибок

При измерении двухпортовых устройств (четырёхполюсников) используют два сигнальных графа воздействия на систему ошибок измерения. Один сигнальный граф соответствует случаю, когда источником сигнала является порт 1, второй – когда источником сигнала является порт 2. Сигнальные графы влияния ошибок измерения в двухпортовой системе представлены на рисунке 10.3.

Значение стимулирующего сигнала принято равным **1** для нормировки. Значения всех величин в модели – комплексные.



S_{11a} , S_{21a} , S_{12a} , S_{22a} – истинные значения параметров ИУ,
 S_{11m} , S_{21m} , S_{12m} , S_{22m} – измеренные значения параметров ИУ,
 E_{d1} , E_{d2} – направленность, E_{s1} , E_{s2} – согласование источника,
 E_{r1} , E_{r2} – частотная неравномерность отражения,
 E_{t1} , E_{t2} – частотная неравномерность передачи,
 E_{11} , E_{12} – согласование приемника, E_{x1} , E_{x2} – развязка

Рисунок 10.3 Двухпортовая модель ошибок

На результат измерения в двухпортовой системе влияют двенадцать систематических ошибок.

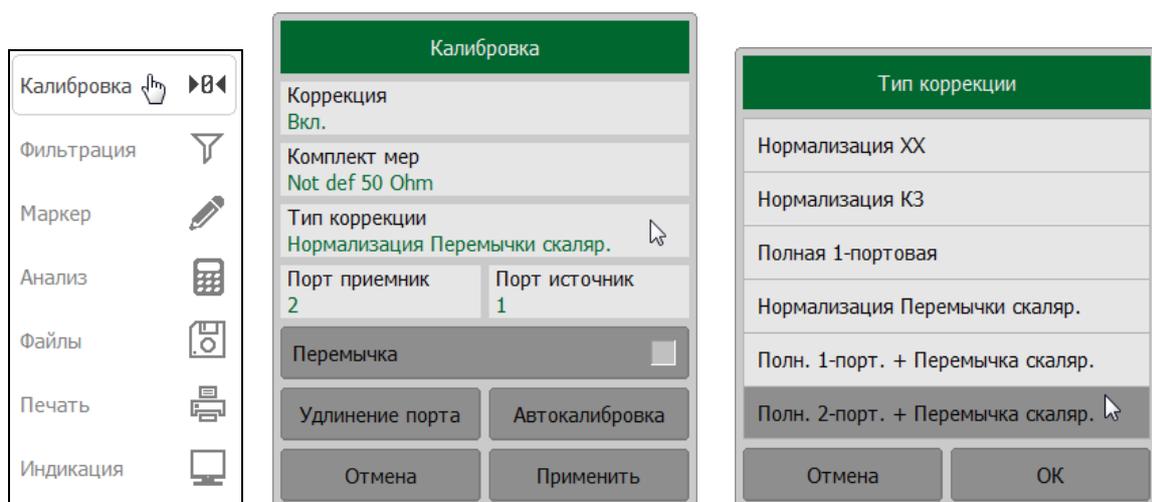
Наименования	Источник сигнала	
	Измерительный порт 1	Измерительный порт 2
Направленность	Ed1	Ed2
Согласование источника	Es1	Es2
Частотная неравномерность отражения	Er1	Er2
Частотная неравномерность передачи	Et1	Et2
Согласование приемника	EI1	EI2
Развязка	Ex1	Ex2

После определения всех двенадцати слагаемых ошибок для каждой частоты измерений с помощью двухпортовой калибровки можно рассчитать истинное значение S-параметров S11a, S22a и модуль S-параметров |S12a|, |S21a|.

Существуют упрощённые методы калибровки, которые устраняют влияние одной или нескольких из двенадцати систематических ошибок.

10.8.2 Выбор типа коррекции

Нажмите программную кнопку **Калибровка**. Выберите номер порта источника (или источника и приемника), щелкнув кнопкой мыши по полю **Порт источник**. Щёлкните мышью по полю **Тип коррекции** и выберите в открывшемся окне тип коррекции.

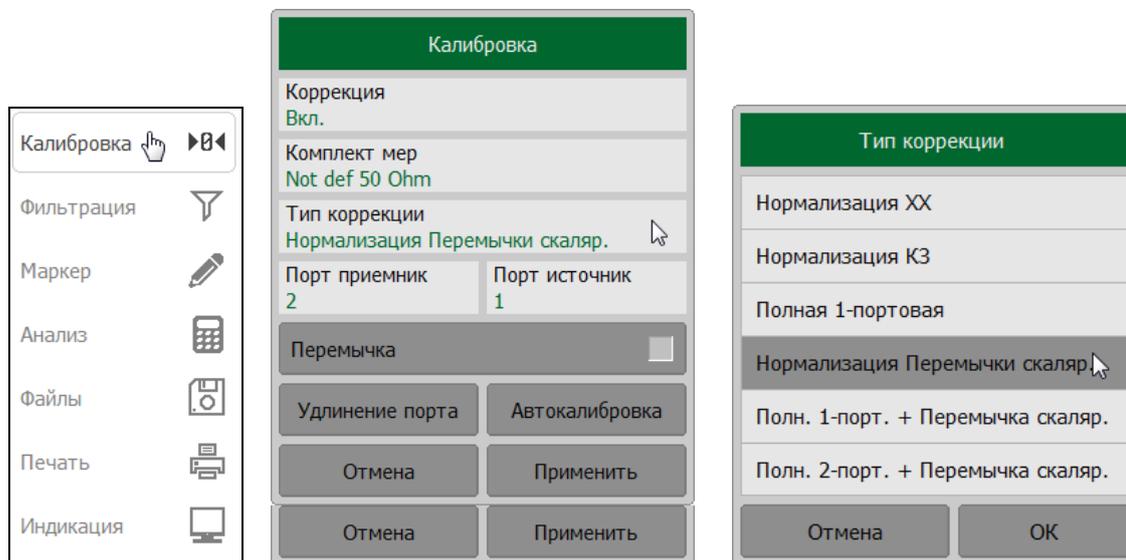


В зависимости от типа коррекции будет доступен выбор порта источника либо порта источника и порта приемника сигнала.

Тип коррекции	Выбор порта источника	Выбор порта приемника	Калибровочная мера
Нормализация XX	+	–	XX, Нагрузка
Нормализация КЗ	+	–	КЗ, Нагрузка
Полная 1-портовая	+	–	XX, КЗ, Нагрузка
Нормализация Перемиčky скаляр.	+	+	Перемиčka
Однонапр. 2-порт. скаляр.	+	+	XX, КЗ, Нагрузка, Перемиčka
Пол. 2-порт. + Перемиčka скаляр.	+	+	XX, КЗ, Нагрузка, Перемиčka

10.8.3 Нормализация модуля коэффициента передачи

- 1 Нажмите программную кнопку **Калибровка**. Щёлкните мышью по полю **Тип коррекции** и в открывшемся окне выберите **Нормализация Перемиčky скаляр**.



- 2 Далее в окне **Калибровка** щёлкните мышью по полям **Порт приемник** и **Порт источник** и назначьте порт источник сигнала и порт приемник сигнала, соответственно.
- 3 Соедините порты рефлектометров мерой Перемиčka.

- 4 Нажмите программную кнопку **Перемычка** и дождитесь завершения измерений.
 - 5 Нажмите программную кнопку **Применить**. По нажатию кнопки рассчитывается таблица калибровочных коэффициентов и сохраняется в памяти рефлектометра. Автоматически включается функция коррекции ошибок.
Если требуется отменить результаты измерения меры – нажмите программную кнопку **Отмена**.
-

Примечание В строке состояния графика появится состояние **[ST]** (см. пункт 2.2.2).

10.8.4 Расширенная нормализация

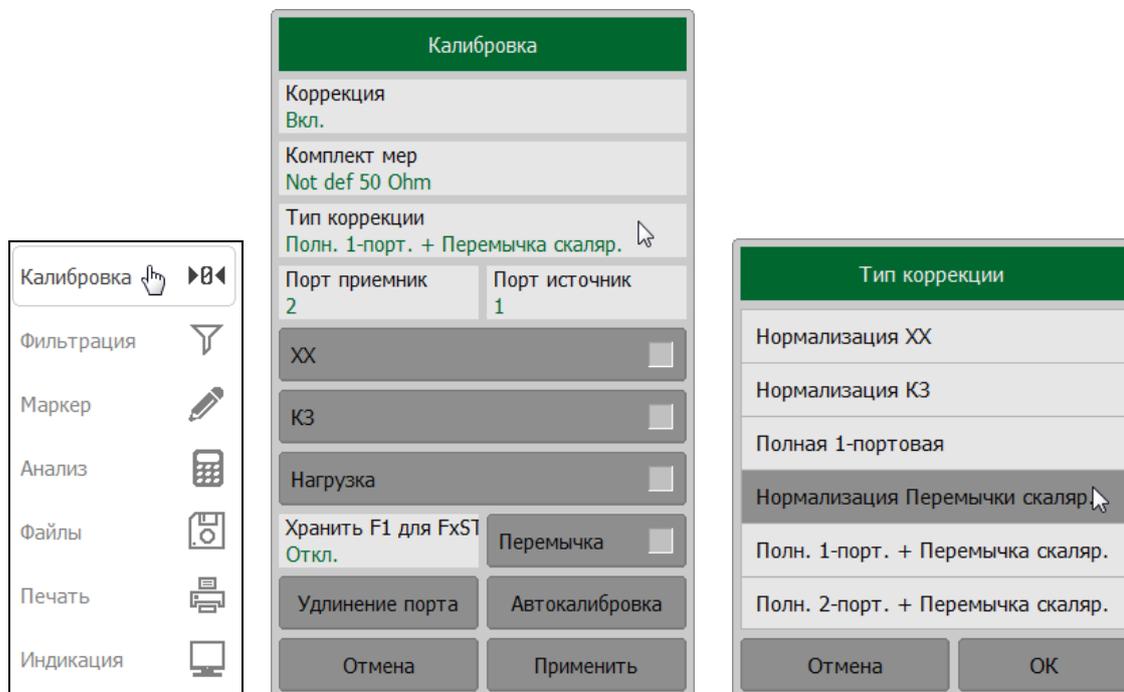
Расширенная нормализация модуля коэффициента передачи отличается наличием полной однопортовой калибровки порта источника сигнала или полных однопортовых калибровок источника и приемника сигналов. Это позволяет увеличить точность измерений коэффициента передачи за счет учета согласования источника сигнала или источника и приемника сигнала с измеряемым устройством.

Перед калибровкой необходимо выполнить следующие предварительные установки рефлектометра:

- активировать канал (см. пункт 4.1.2);
- установить параметры (диапазон частот, полоса измерительного фильтра и т.д., см. раздел 4.4);
- выбрать комплект калибровочных мер (см. пункт 5.2.1).

10.8.4.1 Однонаправленная двухпортовая калибровка с нормализацией модуля коэффициента передачи (F1ST)

- 1 Нажмите программную кнопку **Калибровка**. Щёлкните мышью по полю **Тип коррекции** и в открывшемся окне выберите **Однонапр. 2-порт. скаляр**.



- 2 Далее в окне **Калибровка** щёлкните мышью по полям **Порт приемник** и **Порт источник** и назначьте порт источник сигнала и порт приемник сигнала, соответственно.

- 3 Соедините порты рефлектометров мерой Перемычка.

- 4 Подключите к порту источника сигнала в любом порядке меры КЗ, XX, Нагрузка. Выполните измерения, нажав кнопку с обозначением меры **КЗ**, **XX** или **Нагрузка** соответственно.

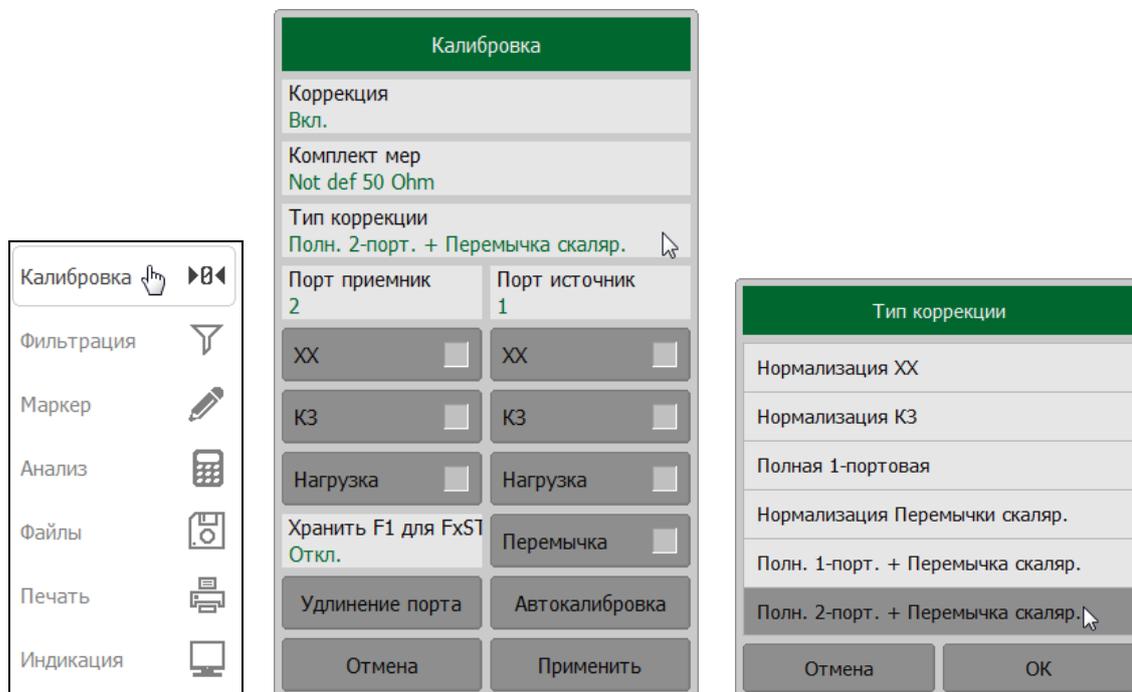
Повторите измерения для двух других мер.

- 5 Нажмите программную кнопку **Применить**. По нажатию кнопки рассчитывается таблица калибровочных коэффициентов и сохраняется в памяти рефлектометра. Автоматически включается функция коррекции ошибок.

Если требуется отменить результаты измерения меры – нажмите программную кнопку **Отмена**.

10.8.4.3 Полная двухпортовая калибровка с нормализацией модуля коэффициента передачи (F2ST)

- 1 Нажмите программную кнопку **Калибровка**. Щёлкните мышью по полю **Тип коррекции** и в открывшемся окне выберите **Полн. 2-Порт. + Перемычка скаляр**.



- 2 Далее в окне **Калибровка** щёлкните мышью по полям **Порт приемник** и **Порт источник** и назначьте порт источник сигнала и порт приемник сигнала, соответственно.

- 3 Соедините порты рефлектометров мерой Перемычка.

- 4 Нажмите программную кнопку **Перемычка** и дождитесь завершения измерений.

- 5 Подключите к порту источника сигнала в любом порядке меры K3, XX, Нагрузка. Выполните измерения, нажав кнопку с обозначением меры **K3**, **XX** или **Нагрузка** соответственно.

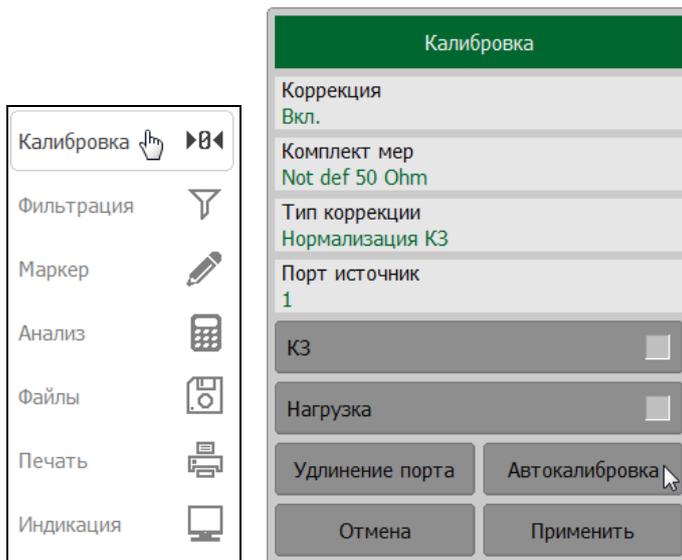
Повторите измерения для двух других мер.

- 6 Нажмите программную кнопку **Применить**. По нажатию кнопки рассчитывается таблица калибровочных коэффициентов и сохраняется в памяти рефлектометра. Автоматически включается функция коррекции ошибок.

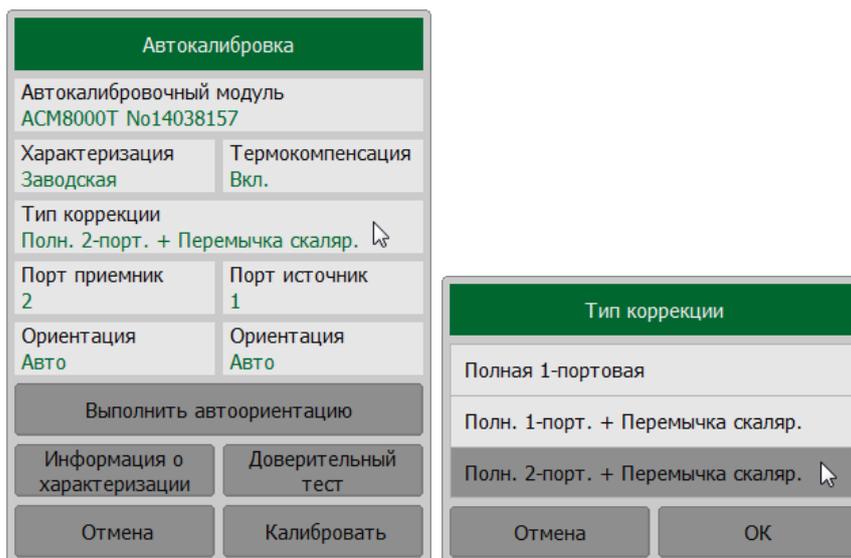
Если требуется отменить результаты измерения меры – нажмите программную кнопку **Отмена**.

10.8.5 Порядок автоматической калибровки

- 1 Перед калибровкой с помощью АКМ необходимо сделать настройки:
 - активировать канал (см. пункт 4.1.2);
 - установить параметры (диапазон частот, полоса измерительного фильтра и т.д., см. раздел 4.4).
- 2 Присоедините АКМ к измерительным портам рефлектометров, подключите USB разъем АКМ к USB порту компьютера.
- 3 Нажмите программные кнопки **Калибровка > Автокалибровка**.



- 4 Щёлкните мышью по полю **Тип коррекции** и в открывшемся окне выберите тип калибровки.



- 4 Нажмите на поле **Характеризация** и установите тип **Заводская**.

- 5 Далее щёлкните мышью по полям **Порт приемник** и **Порт источник** и назначьте порт источник сигнала и порт приемник сигнала, соответственно.

Нажмите на поле **Ориентация** и выберите тип ориентации.

Рекомендуется использовать ориентацию **Авто**.

Если требуется выполнить автоориентацию до калибровки и характеристики, нажмите кнопку **Выполнить автоориентацию**.

- 6 Нажмите на поле **Термокомпенсация** и включите или выключите температурную компенсацию.

- 7 Нажмите кнопку **Калибровать**. Дождитесь окончания процесса калибровки.

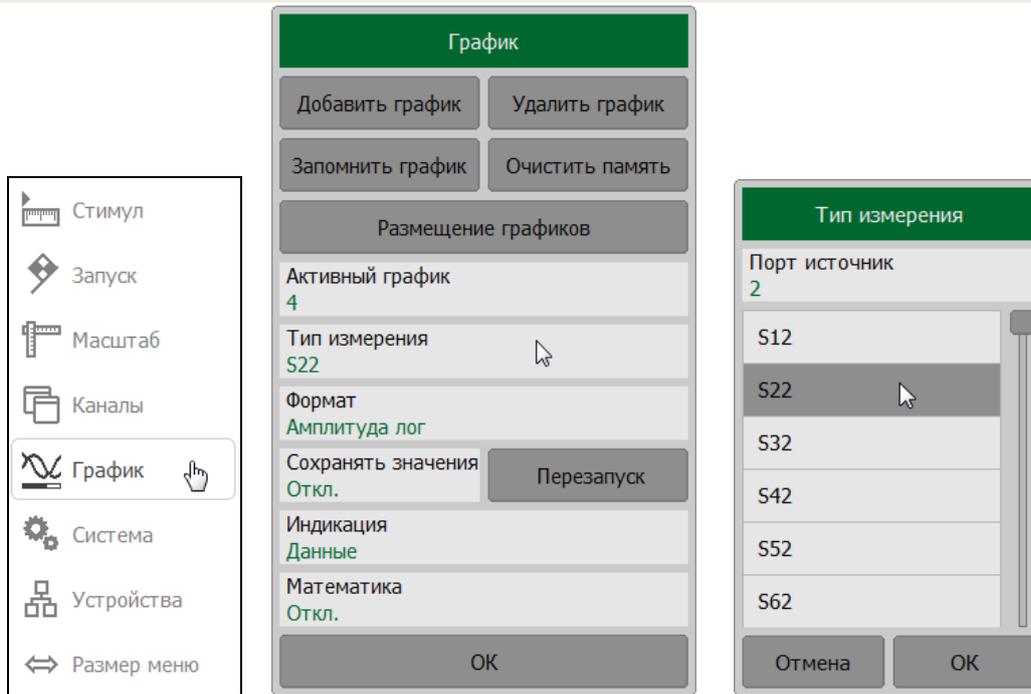
Примечание

При выполнении автокалибровки в строке состояния измерителя отображается сообщение **Выполнение калибровки...** (см. пункт 2.1.2).

10.9 Выбор измеряемых S–параметров

Измеряемый параметр **S11**, **S21**, **S31** и т.д. устанавливается для каждого графика. Перед установкой измеряемого параметра необходимо назначить активный график (см. пункт 4.1.5).

Нажмите программную кнопку **График**. Щелкните по полю **Тип измерения** и выберите в открывшемся окне строку с требуемым параметром.



Для быстрой установки измеряемого параметра щёлкните мышью по названию измеряемого S–параметра в строке состояния графика. В открывшемся окне выберите строку с требуемым параметром.

Гр1	S11	Амплитуда лог	5.0 дБ/	-20.0 дБ	[F1]
Гр2	S12	Амплитуда лог	0.5 дБ/	-5.5 дБ	[F2ST]
Гр3	S22	Амплитуда лог	5.0 дБ/	-20.0 дБ	[F1]

Приложение А (справочное)

Список параметров рефлектометра, устанавливаемых по умолчанию

Наименование параметра	Значение по умолчанию	Объект ¹⁾
Формат данных Touchstone	RI – реальная и мнимая часть	Изм
Число каналов индикации	1	Изм
Номер активного канала	1	Изм
Знаков стимула на маркерах	8 знаков	Изм
Знаков измерения на маркерах	5 знаков	Изм
Число вертикальных делений	10	Кан
Индикация заголовка канала	Выключено	Кан
Значение заголовка канала	Пусто	Кан
Число графиков канала	1	Кан
Номер активного графика	1	Кан
Закон сканирования	Линейный	Кан
Точек	201	Кан
Начальная частота	85 МГц	Кан
Конечная частота	14 ГГц	Кан
Уровень выходной мощности	Высокий	Изм
Полоса ПЧ	10 кГц	Кан
Задержка измерения	0 с	Кан
Режим задания диапазон	Старт / Стоп	Кан
Число сегментов	1	Кан
Точек в сегменте	2	Кан

Начальная частота сегмента	85 МГц	Кан
Конечная частота сегмента	85 МГц	Кан
Полоса ПЧ сегмента	10 кГц	Кан
Полоса ПЧ сегментов таблично	Выключено	Кан
Задержка измерения сегментов таблично	Выключено	Кан
Режим запуска	Повторный	Изм
Таблица калибровочных коэффициентов	Пусто	Изм
Коррекция ошибок	Включено	Изм
Масштаб графика	10 дБ/Дел	Гр
Значение опорной линии	0 дБ	Гр
Положение опорной линии	5 деление	Гр
Смещение фазы	0°	Гр
Электрическая задержка	0 с	Гр
Формат	Возвратные потери (дБ)	Гр
Максимальное расстояние	1,49 м	Гр
Окно Кайзера окна преобразования временной области	Нормальное	Кан
Число маркеров	0	Гр
Примечание: ¹⁾ Объект установки параметра (Изм - рефлектометр, Кан - канал, Гр – график)		