SpectrumMeter

Программное обеспечение для анализа спектра сигналов с помощью векторных анализаторов цепей

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Версия 26.5 11.11.26

PLANAR

АНАЛИЗ СПЕКТРА СИГНАЛОВ

ПРОГРАММНАЯ ОПЦИЯ SPM

ДЛЯ

ВЕКТОРНЫХ АНАЛИЗАТОРОВ ЦЕПЕЙ

КОМПАКТ-М К201, К203, К204, К206, К209

S50180

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Ноябрь 2026 г

Содержание

Введение **9**

Общие сведения **10**

Технические характеристики 10

Принцип работы 15

Установка программного обеспечения **17**

Настройка подключения ПО к анализатору **25**

Интерфейс программы **28**

Боковая панель 29

Панель быстрого доступа 32

Окно канала 33

Менеджер графика 34

Диаграмма 37

Маркеры 38

Строка состояния канала 39

Строка состояния анализатора 40

Изменение значения параметра в поле редактирования 41

Установка параметров анализатора **42**

Установка канала и графика 43

Размещение графика 45

Установка параметров сканирования 46

Выбор приемного порта 46

Установка диапазона сканирования 47

Установка шага изменения центральной частоты 49

Установка количества точек 50

Установка разрешающей полосы пропускания (РПП) 51

Установка полосы видеофильтра (ВФ) 52

Установка соотношения РПП к полосе ВФ 53

Установка соотношения полосы к РПП 54

Выбор типа окна 55

Выбор подавления зеркальной составляющей 56

Содержание

Выбор типа детектора 57

Выбор типа усреднения 58

Настройки триггера 59

Диаграмма состояний и переходов триггера 60

Источник триггера 65

Режим инициации канала 66

Настройки источника 68

Формат прямоугольных координат 77

Установка масштаба графика 79

Масштаб 80

Функция автомасштабирования 83

Фильтрация 84

Установка усреднения 85

Калибровка 86

Анализ данных измерений 87

Маркеры 88

Свойства маркеров 94

Дискретизация маркера 95

Вид метки маркера 96

Функции поиска положения маркеров 97

Поиск максимума и минимума 98

Поиск пика 99

Поиск целевого уровня 104

Режим слежения 108

Ограничение диапазона поиска 110

Маркерные вычисления 114

Статистика 115

Поиск ширины полосы 117

Установка параметров с помощью маркеров 119

Поиск в полосе 121

Содержание

Функция памяти графика 125

Буфер памяти 129

Математические операции 131

Удержание графика 134

Сохранение состояния и данных 135

Сохранение состояния анализатора 136

Сохранение данных графика 137

Начальная конфигурация состояния 140

Системные установки 141

Начальная установка 141

Сохранение изображения 142

Управление лицензиями 143

Демонстрационный режим 145

Настройки интерфейса 146

Локализация 147

Сетевые настройки 150

О программе 154

Руководство по программированию 156

Установление соединения 157

Настройка программы 158

Настройка клиента 159

Библиотека VISA 161

Отличия в использовании протоколов HiSLIP и Socket 162

Конец сообщения в командах анализатору 163

Конец сообщения в ответах анализатора 164

Ошибка interrupted 165

Система статуса IEEE488.2 165

Пересылка двоичных данных 166

Введение в SCPI 167

Сообщения 168

Содержание

Дерево команд 168

Подсистемы 168

Необязательные подсистемы 169

Полный и сокращенный формат 169

Нечувствительность к регистру 169

Параметры 170

Числовые параметры 170

Приставки Множители 171

Системы счисления 172

Логические параметры 172

Символьные параметры 173

Строковые параметры 173

Числовые списки 173

Команды запроса 174

Числовые суффиксы 174

Составные команды 175

Общие команды IEEE488.2 176

Справочник команд 177

Общие команды IEEE488.2 179

*IDN? 180

*OPC? 181

*TRG 182

CALCulate 183

CALC:DATA:FDAT? 184

CALC:FORM 185

CALC:SA:PAR:DEF 187

DISPlay 189

DISP:WIND:TRAC:Y:AUTO 190

DISP:WIND:TRAC:Y:PDIV 191

DISP:WIND:TRAC:Y:RLEV 193

Содержание

DISP:WIND:TRAC:Y:RPOS 195

INITiate 197

INIT 198

INIT:CONT 199

MMEMory 201

MMEM:STOR:FDAT 202

MMEM:STOR:FDAT:COMM 203

MMEM:STOR:FDAT:STIM 204

MMEM:STOR:FDAT:SEP 205

SENSe 208

SENS:FREQ:CENT 210

SENS:FREQ:CENT:STEP:AUTO 212

SENS:FREQ:CENT:STEP:SIZE 214

SENS:FREQ:DATA? 216

SENS:FREQ:SPAN 217

SENS:FREQ:STAR 219

SENS:FREQ:STOP 221

SENS:SA:BAND 223

SENS:SA:BAND:AUTO 225

SENS:SA:BAND:SHAP 227

SENS:SA:BAND:VID 229

SENS:SA:BAND:VID:AUTO 231

SENS:SA:BAND:VID:AVER:TYPE 233

SENS:SA:BAND:VID:RAT 235

SENS:SA:DET:FUNC 237

SENS:SA:FREQ:SPAN:BAND:RAT 239

SENS:SA:IMAG:REJ 241

SENS:SWE:POIN 243

SENS:SWE:POIN:AUTO 244

SYSTem 247

Содержание

SYST:CYCL:TIME:MEAS? 248
SYST:READ? 249
SYST:TERM 250
SYST:PRES 251
TRIGger 252
TRIG 253
TRIG:SING 254
TRIG:SOUR 256
Рекомендации по программированию 258
Программный запуск и ожидание сканирования 259
Настройка параметров анализатора 260
Приложение А Таблица настроек по умолчанию 262

Введение

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для изучения устройства и применения программного обеспечения (далее ПО) SpectrumMeter для анализа спектра сигналов с помощью векторных анализаторов цепей (далее — ВАЦ).

В руководстве приведены инструкции по установке и настройке SpectrumMeter (версия 1.5.0) на ПК, дано описание функционала программы и порядок действий при работе с ней.

SpectrumMeter — это решение для спектрального анализа сигналов с помощью векторных анализаторов цепей:

Компакт-М К201, К203, К204, К206, К209

S50180

Перед началом эксплуатации SpectrumMeter необходимо ознакомиться с настоящим руководством, а также руководством по эксплуатации на используемый ВАЦ.

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

Предприятие-изготовитель не несет ответственности за последствия неправильной эксплуатации программы и анализаторов, нарушения правил безопасности и несоблюдения прочих необходимых мер предосторожности.

Общие сведения

ПО предназначено для реализации функций спектрального анализа в векторных анализаторах цепей и обеспечивает расширение измерительных возможностей приборов для комплексного анализа нелинейных параметров устройств (гармонические и интермодуляционные искажения, шумовые характеристики).

ПО позволяет проводить калибровку в режиме анализа спектра, выполнять измерения и обработку результатов, совмещая в одном приборе функции векторного анализатора цепей и анализатора спектра.

Технические характеристики

Таблица 1 — Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение характеристики
Диапазон рабочих частот:	
S50180	
в однопроходном режиме с верхним или нижним гетеродином	от 100 кГц до 18 ГГц
в двухпроходном режиме для подавления зеркальной составляющей	от 2 МГц до 18 ГГц
Компакт-М К201, К203, К204, К206, К209	
в однопроходном режиме с верхним или нижним гетеродином	от 9 кГц до 1,5/3/4,5/6,5/9 ГГц
в двухпроходном режиме для подавления зеркальной составляющей	от 1,6 МГц до 1,5/3/4,5/6,5/9 ГГц
Максимально допустимый уровень входной мощности на измерительном порту, дБм	23
Максимальный измеряемый уровень несущей	0
Максимальный измеряемый уровень несущей с компрессией не более 0,1 дБ, дБм	10

Наименование характеристики	Значение характеристики
Точка пересечения со второй гармоникой[1] (SHI), дБм	
S50180	
на 500 МГц	56
на 2,9 ГГц	55
Компакт-М К201, К203, К204, К206, К209	
на 500 МГц	46
на 2,9 ГГц	41
Точка пересечения с третьей гармоникой[1] (TOI), дБм	
S50180	
на 500 МГц	16
на 2,9 ГГц	30
Компакт-М К201, К203, К204, К206, К209	
на 500 МГц	30
на 2,9 ГГц	29
Абсолютная погрешность измерения уровня мощности гармонического сигнала 0 дБм, дБ	±1,5
Уровень собственного шума приёмника в полосе частот, дБм/Гц, не более[2]	
S50180	
от 100 кГц до 1 МГц	-100
от 1 МГц до 6,5 ГГц	-130
от 6,5 ГГц до 12 ГГц	-125
от 12 ГГц до 18 ГГц	-122

Наименование характеристики	Значение характеристики
Компакт-М К201, К203, К204, К206, К209	
от 9 кГц до 300 кГц	-90
от 300 кГц до 2 МГц	-125
от 2 МГц до 1,5 ГГц	-140
от 1,5 ГГц до 3 ГГц	-138
от 3 ГГц до 4,5 ГГц	-137
от 4,5 ГГц до 9 ГГц	-135
Полоса выборки (полоса анализа), МГц:	
S50180	1,25
Компакт-М К201, К203, К204, К206, К209	1,24
Разрешающая полоса пропускания (РПП)	30 Гц, 100 Гц, 300 Гц, 1 кГц, 3 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 100 кГц
Полоса видеофильтра (ВФ)	30 Гц, 100 Гц, 300 Гц, 1 кГц, 3 кГц, 10 кГц, 30 кГц, 100 кГц
Селективность (по уровням -3 дБ// -60 дБ) оконной функции:[3]	
с плоской вершиной	2,10:1
Хемминга	2,15:1
синусоидальная	2,11:1
прямоугольная	1,25:1
Длительность измерения и индикации (при РПП 100 кГц), мс:	
S50180:	
старт 100 кГц, стоп 18 ГГц	1775
центр 8 ГГц, полоса 1 ГГц	99
центр 8 ГГц, полоса 1,25 МГц	1,5

Наименование характеристики	Значение характеристики
Компакт-М К201, К203, К204, К206, К209	
старт 9 кГц, стоп 9 ГГц	900
центр 8 ГГц, полоса 1 ГГц	100
центр 8 ГГц, полоса 1,24 МГц	1,5
Количество точек отображения спектра	от 101 до 100001
Выбор диапазона сканирования	Старт/Стоп, Центр/Полоса
Тип калибровки	заводская, пользовательская[4]
Оконная функция	с плоской вершиной, Хемминга, синусоидальная, прямоугольная
Детектор отображения	нормальный, мгновенный, усредняющий, положительный пик, отрицательный пик
Режим подавления зеркального канала	без подавления, двухпроходный (LO < RF, LO > RF)
Тип усреднения	по мощности, по напряжению, логарифмическое
Маркер	частота/мощность, максимум/минимум, память, статистика
Маркерный поиск	поиск максимума, минимума, пика, целевого значения, мультипик (до 20 пиков), многоцелевой

Наименование характеристики	Значение характеристики
Функции маркеров	установка стимула по маркеру (старт, стоп, центр, опорный уровень), маркерная статистика, поиск ширины полосы
Полосовые маркеры	мощность в полосе, спектральная плотность шума в полосе

ПРИМЕЧАНИЯ:

1 Измерено на двухтоновом сигнале с уровнем каждого тона -15 дБм, и отстройке второго тона на 20 МГц.

2 Результат получен при подаче на измерительный порт немодулированного сигнала (несущая частота 1 ГГц) и при настройках анализатора: режим подавления зеркального канала — авто; детектор отображения — усредняющий; тип усреднения — логарифмический.

3 Селективность вычисляется как отношение ширины окна по уровню -60 дБ к ширине окна по уровню -3 дБ.

Принцип работы

Встроенное программное обеспечение анализаторов выполняет непрерывное измерение входного сигнала и передает полученные данные на ПК. К данным измерения применяется алгоритм быстрого преобразования Фурье (БПФ) для преобразования сигнала из временной области в частотную. Для подавления зеркального канала производится несколько измерений с разной частотой гетеродина и выполняется идентификация сигнала путем анализа полученных результатов. Использование в ПО SpectrumMeter типового для спектрального анализа окна с плоской вершиной позволяет минимизировать искажения отображаемого спектра сигнала.

Измерение спектра во всём диапазоне рабочих частот анализатора происходит за счет его разбиения на необходимое количество полос анализа. Спектр измеряется для каждой полосы, после чего все полосы анализа стыкуются.

Видеофильтр (ВФ) предназначен для уменьшения зашумленности отображаемых данных, что обеспечивает различимость сигналов малой амплитуды на фоне шума. Для уменьшения объёма данных отображения применяются детекторы, которые сокращают количество точек измеренных данных до установленного в настройках. Различные типы детекторов обеспечивают необходимое представление сигнал на экране в соответствии с заданными критериями анализа.

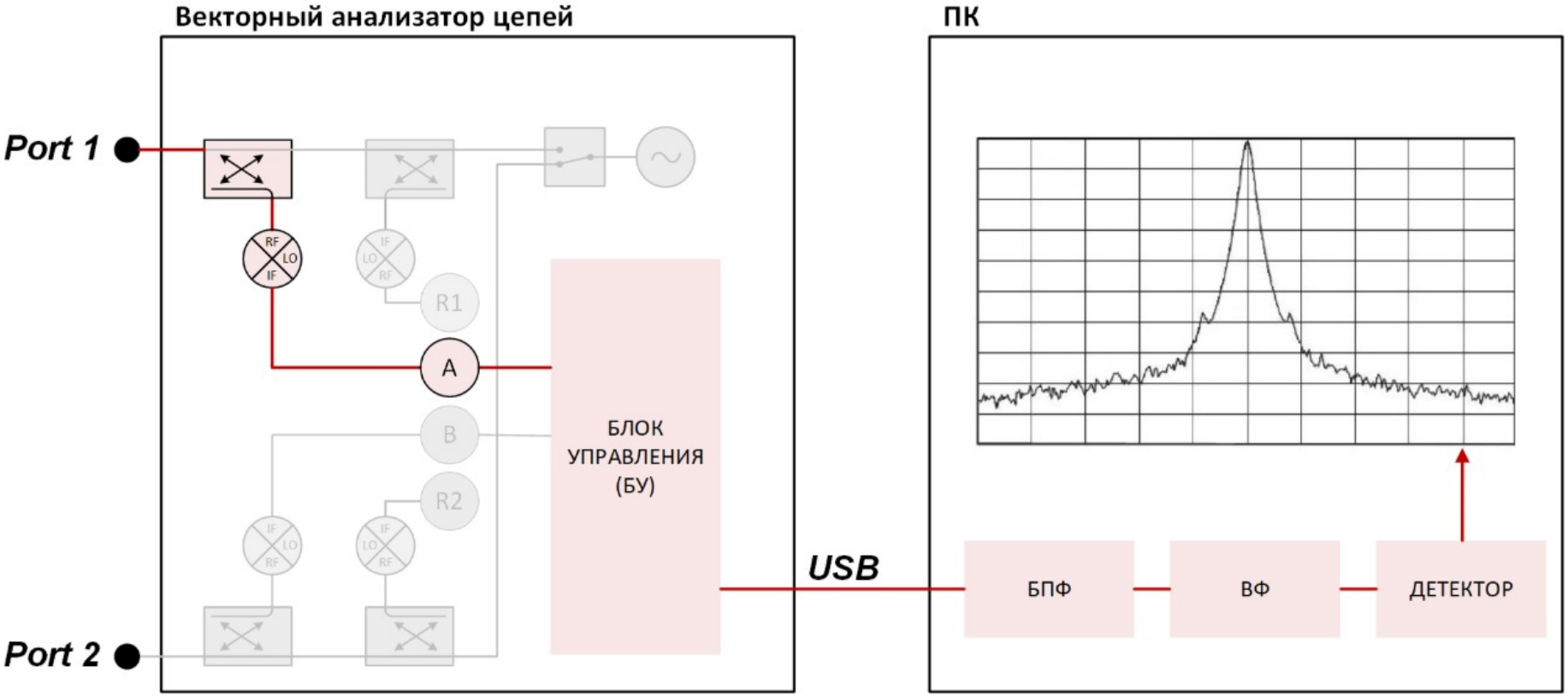


Рисунок 1 — Блок схема

Установка программного обеспечения

Плагин предназначен для анализа спектра сигналов с помощью ВАЦ. Плагин функционирует совместно с ПО S2VNA, взаимодействуя с ним через интерфейс удаленного управления. Связь между анализатором и компьютером осуществляется по USB интерфейсу. Внешний компьютер, работающий под управлением ОС Windows, не входит в комплект поставки.

Минимальные технические требования к персональному компьютеру	WINDOWS 10 (1809 или более поздняя версия) и выше Процессор: Intel(R) Core(TM) i3-3220 CPU 3.30 ГГц RAM: 8 ГБайт Тип системы: 64-разрядная операционная система Разрешение экрана (не менее): 1280x1024 Свободное место на диске: 1 ГБайт USB 2.0

Процедура установки для ОС Windows

Найдите установочный файл программного обеспечения анализатора SpectrumMeter_Installer_X.X.X.X.exe на прилагаемом к анализатору flash-накопителе или загрузите его с сайта www.planarchel.ru. Номер vX.X.X в название файла является номером версии программного обеспечения.

ПРИМЕЧАНИЕ SpectrumMeter работает с версией S2VNA не ниже 26.2.2.

---

1. Запустите установочный файл SpectrumMeter_Installer_X.X.X.X.exe. На экране появится мастер установки SpectrumMeter. Для продолжения установки нажмите кнопку **Далее**.

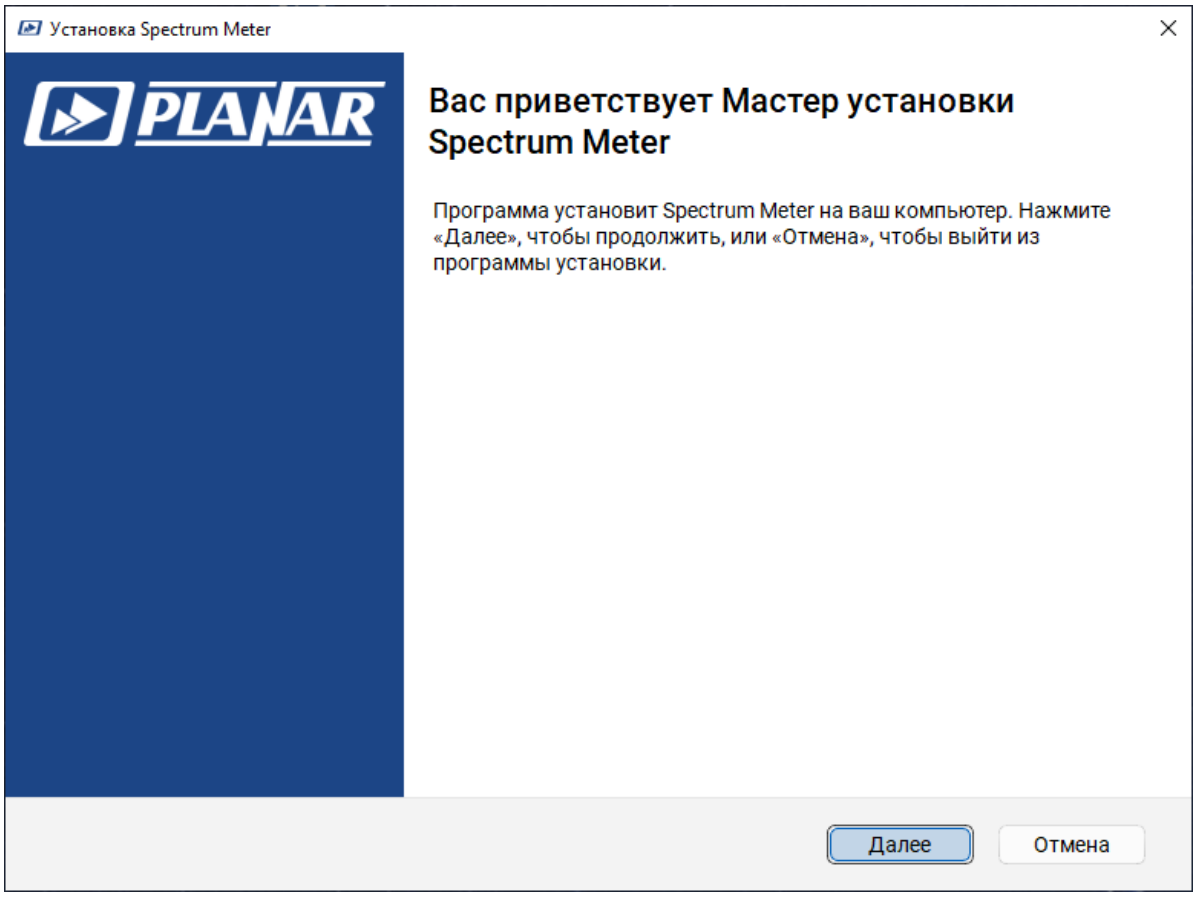


Рисунок 2 — Мастер установки SpectrumMeter

2. Далее Вам будет предложено ознакомиться с текстом лицензионного соглашения. Внимательно ознакомьтесь с данной информацией перед продолжением установки. Если Вы принимаете условия данного соглашения, установите флажок **Я принимаю условия соглашения**. Для продолжения установки нажмите кнопку **Далее**.

ВНИМАНИЕ! Если флажок не установлен, кнопка **Далее** не активна. Дальнейшая установка будет невозможна.

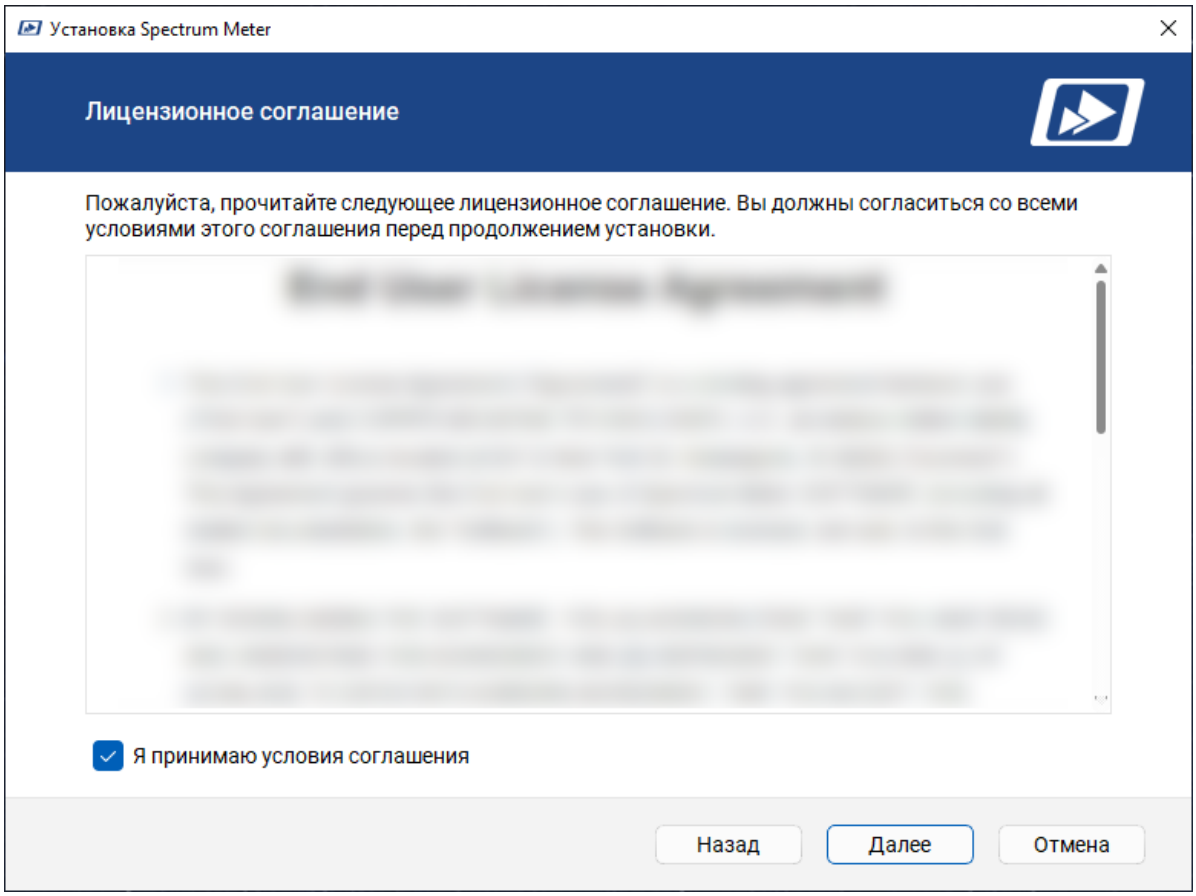


Рисунок 3 — Лицензионное соглашение

3. Если необходимо изменить путь установки, нажмите кнопку **Обзор** и выберите пусть установки. Для продолжения установки нажмите кнопку **Далее**.

ПРИМЕЧАНИЕ	По умолчанию путь установки программного обеспечения C:\VNA\SpectrumMeter.

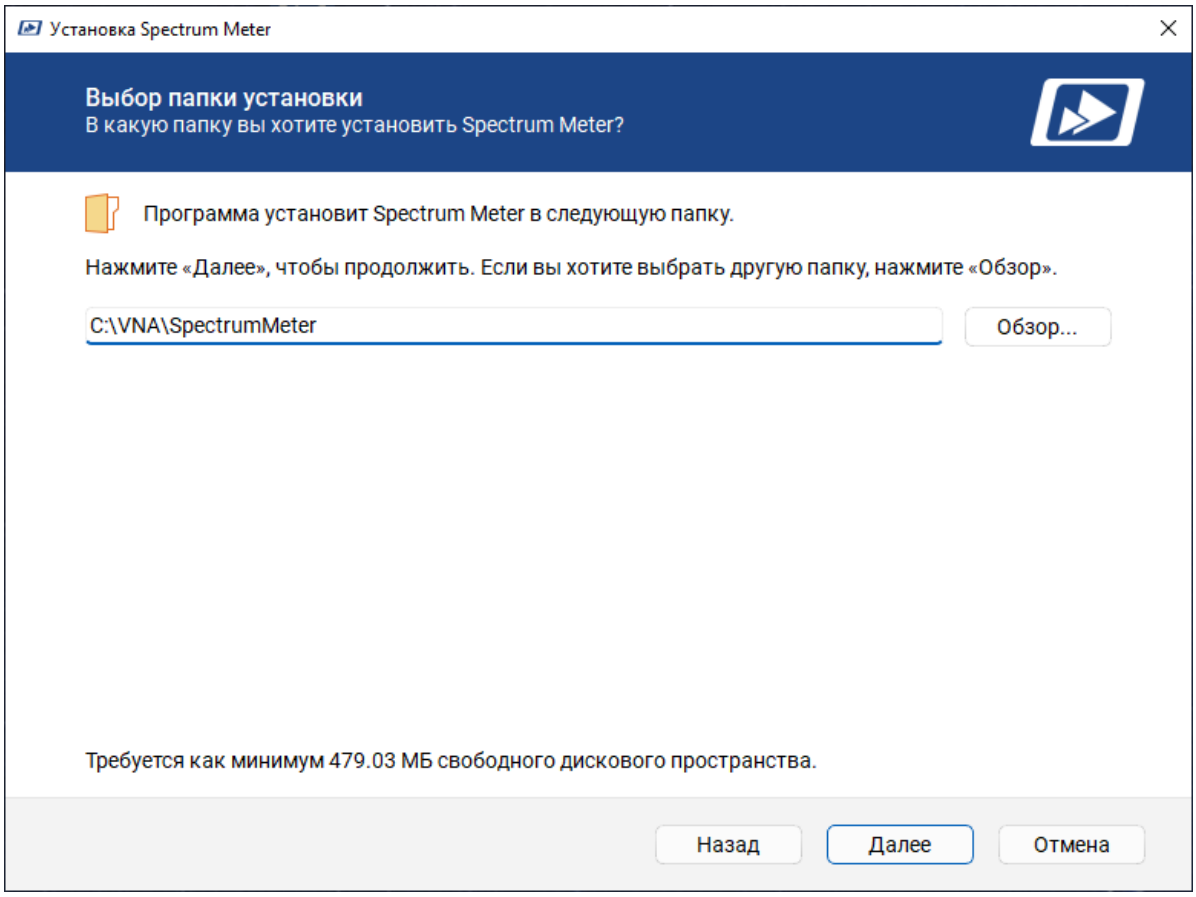


Рисунок 4 — Выбор папки установки

4. На экране появится окно выбора создания ярлыка на рабочем столе и папки в меню Пуск для запуска программы. При необходимости установите флажки **Создать значок на Рабочем столе** и(или) **Создать папку в меню Пуск**. Для продолжения установки нажмите кнопку **Далее**.

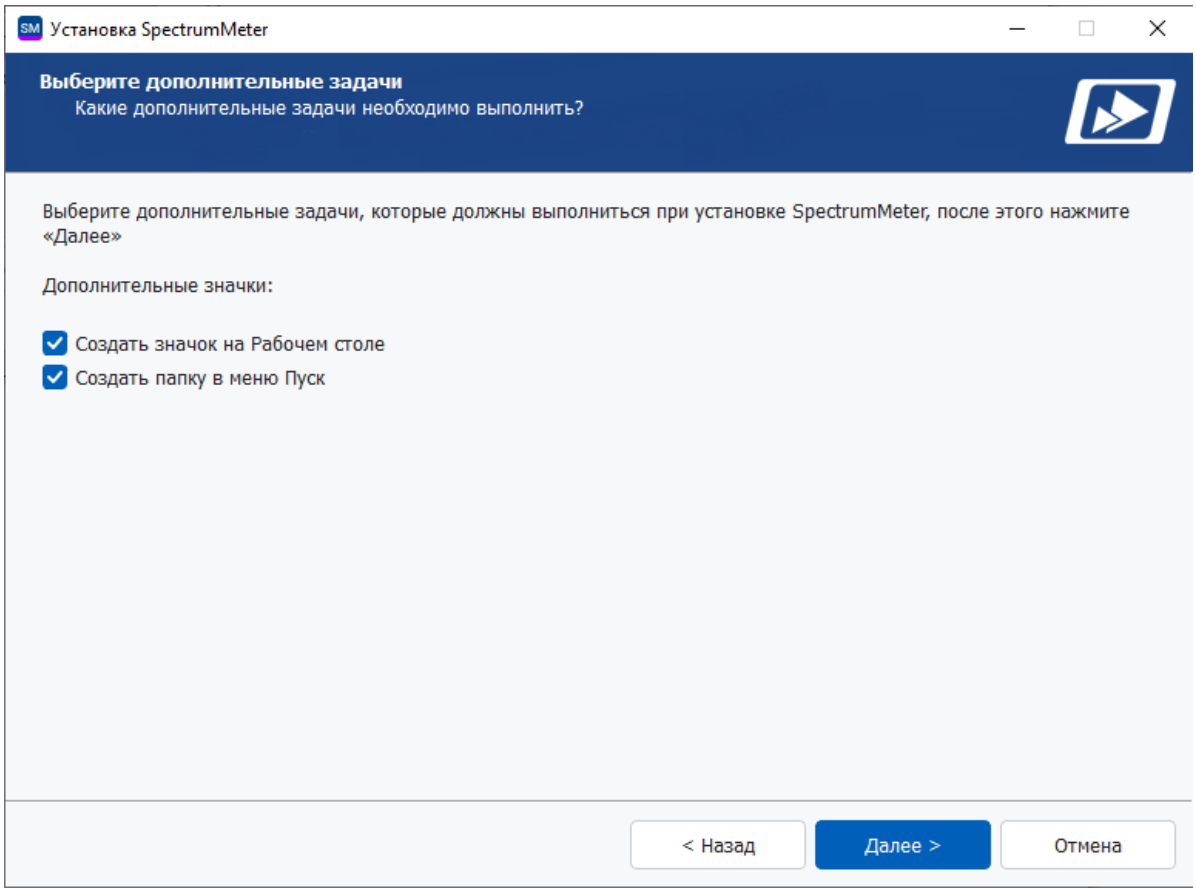


Рисунок 5 — Выбор создания ярлыка на рабочем столе и папки в меню Пуск

5. В случае, если флажок **Создать папку в меню Пуск** установлен, выберите папку в меню Пуск для создания ярлыка программы. Если необходимо изменить папку, нажмите кнопку **Обзор** и выберите необходимую папку. Для продолжения установки нажмите кнопку **Далее**.

ПРИМЕЧАНИЕ По умолчанию папка Planar\SpectrumMeter.

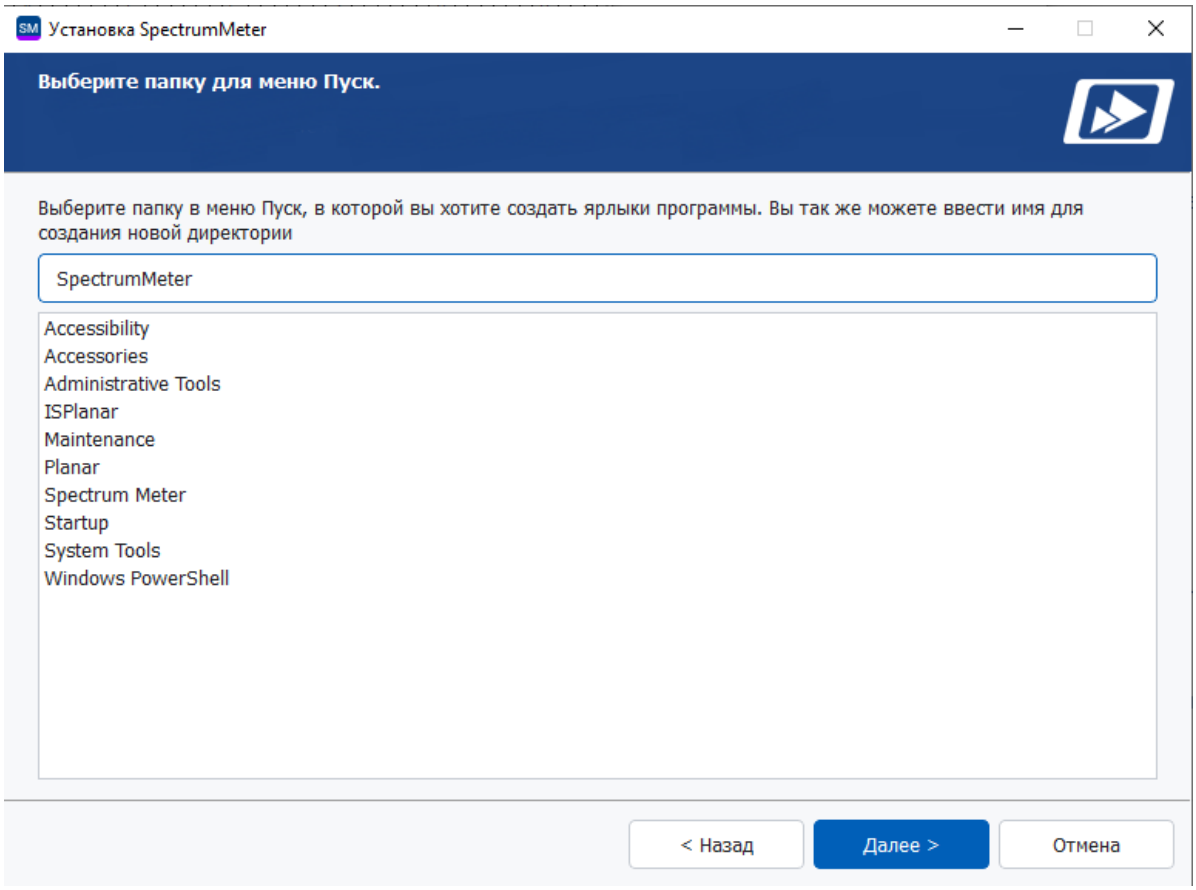


Рисунок 6 — Выбор папки для создания ярлыка SpectrumMeter в меню Пуск

6. Для запуска установки нажмите кнопку **Установить**. Дождитесь окончания установки

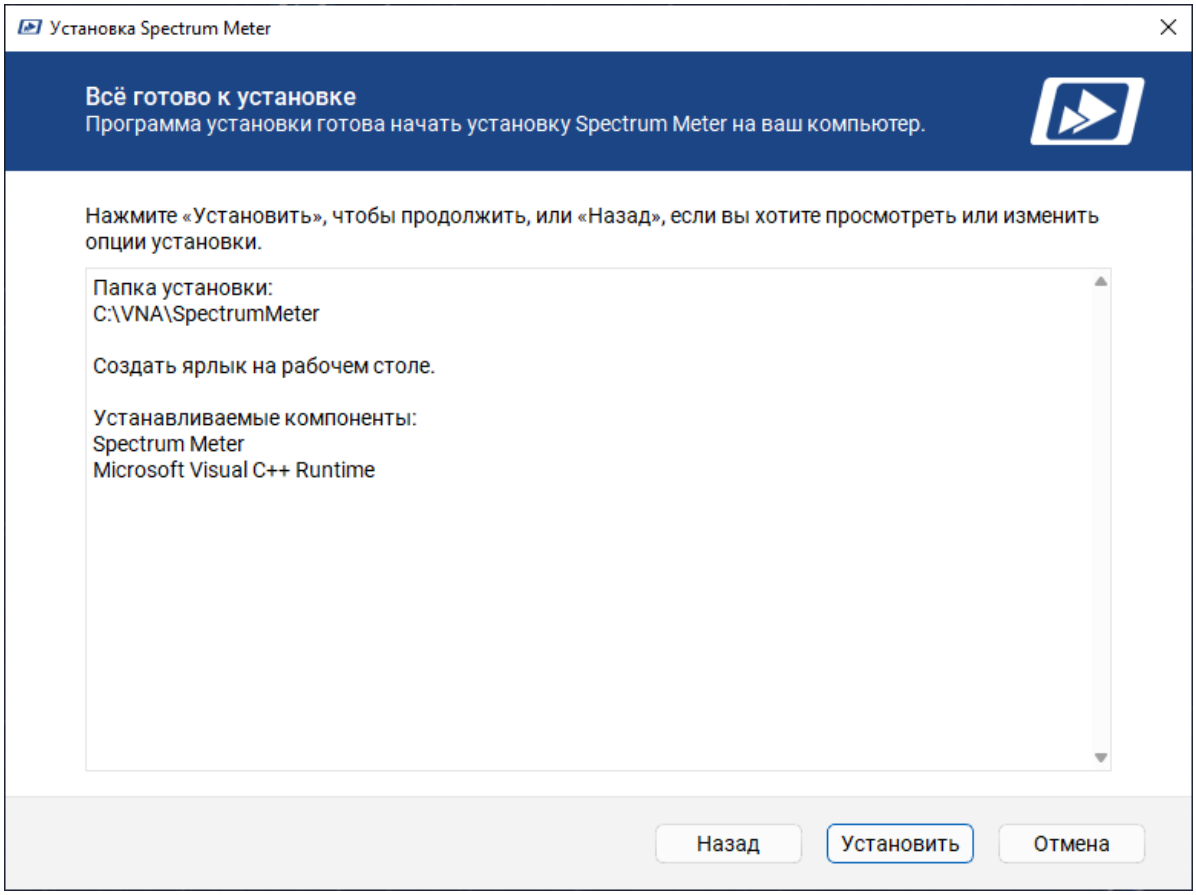


Рисунок 7 — Запуск установки программы

7. После завершения установки установите флажок **Запустить SpectrumMeter сейчас**. Для выхода из мастера установки нажмите кнопку **Завершить**.

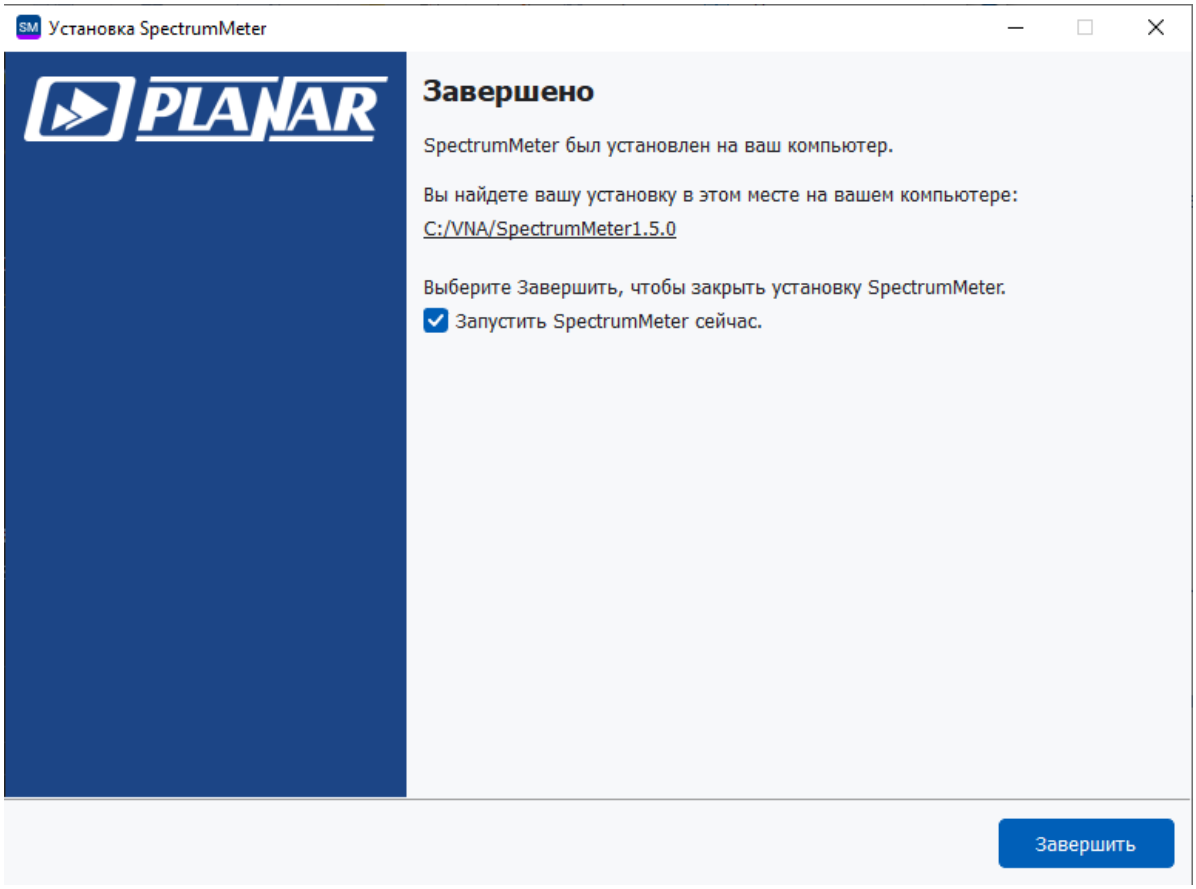


Рисунок 8 — Завершение установки

Пути установки файлов, используемые по умолчанию в ОС Windows

Компоненты ПО	Путь установки
SpectrumMeter	C:\VNA\SpectrumMeter
Документация	C:\VNA\SpectrumMeter\doc
Файлы данных	C:\VNA\SpectrumMeter

Настройка подключения ПО к анализатору

Для работы программы SpectrumMeter необходимо:

1. Включить удаленное управление в ПО анализатора (см. п. Порядок настройки удаленного управления ПО S2VNA)
2. Установить соединение SpectrumMeter с ПО анализатора (см. п. Порядок подключения программы SpectrumMeter к ПО анализатора)

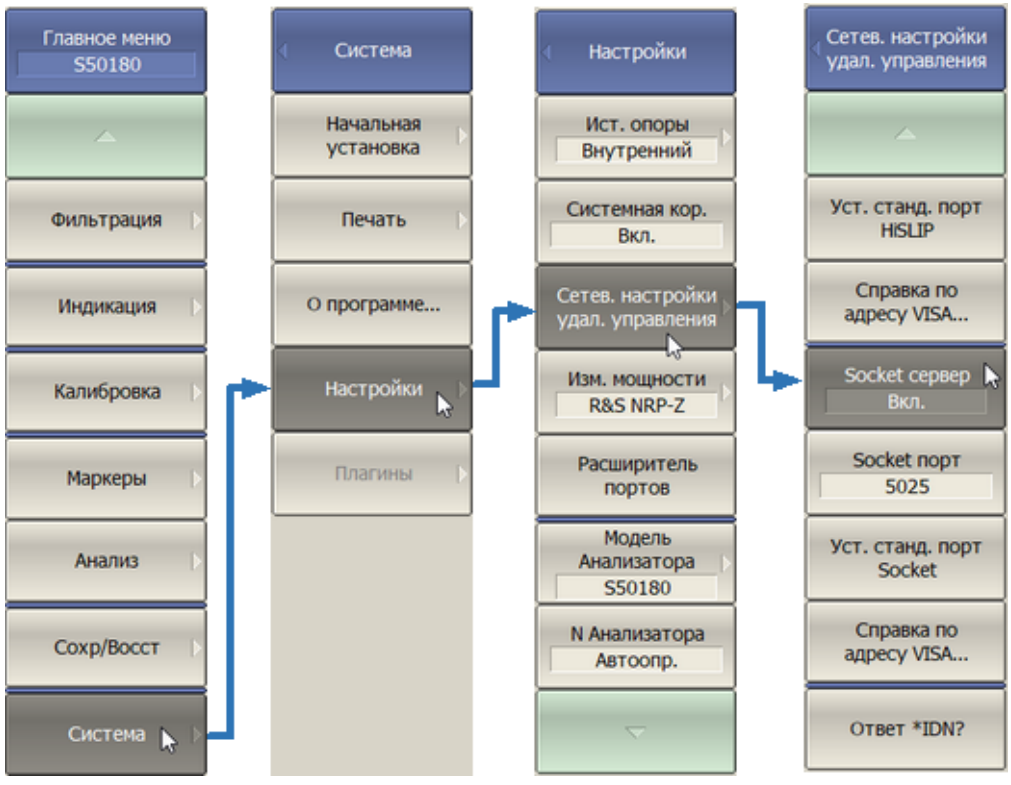
ПРИМЕЧАНИЕ Удаленное управление осуществляется по протоколу TCP/IP Socket.

Порядок настройки удалённого управления ПО S2VNA

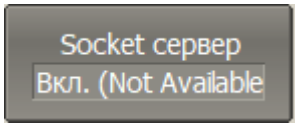
---

1. В ПО анализатора включите Socket сервер, нажав кнопки:

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



2. Если порт используется другими процессами, то в кнопке **Socket сервер** отобразиться надпись **Вкл. (Not Available)**



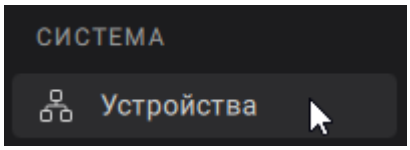
В этом случае назначьте любой другой номер порта, нажав кнопки:

Система > Настройки > Сетев. настройки удал. управления > Socket сервер > Выкл



Порядок подключения программы SpectrumMeter к ПО анализатора

1. В программе SpectrumMeter нажмите кнопку **Устройства**.

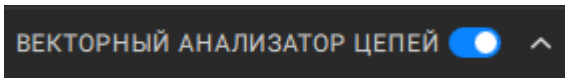


2. Проверьте, что номер порта в поле **Порт** совпадает с настройками в ПО анализатора.



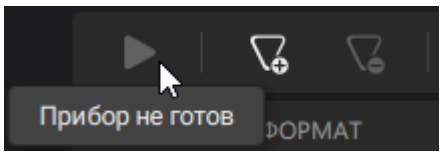
Если порты не совпадают, то измените Socket порт в поле **Порт**, на соответствующий в ПО анализатора (см. п. Сетевые настройки).

3. Включите переключатель в аккордеоне ВЕКТОРНЫЙ АНАЛИЗАТОР ЦЕПЕЙ в подменю.



Если адрес и номер порта Socket, установленные в SpectrumMeter, не совпадает с настройками в ПО анализатора, в строке состояния анализатора SpectrumMeter появится сообщение **Запустите программное обеспечение ВАЦ и включите Socket-сервер** (см. п. Строка состояния анализатора), при этом кнопка начала измерений в панели быстрого доступа будет не активна (см. п. Панель быстрого доступа).

ВНИМАНИЕ!



В случае, если в строке состояния анализатора отображается сообщение **Требуется использование S2VNA версии не ниже 26.2.2. Текущая версия не поддерживает опцию SPM**, следует перейти на сайт www.planarchel.ru, скачать и установить последнюю версию программного обеспечения анализатора.



Интерфейс программы

Программное обеспечение анализатора отображается на экране ПК, как окно программы. Окно программы содержит:

- боковую панель и панель быстрого доступа для управления анализатором;
- окно канала для отображения результатов измерений в виде графика и числовых значений;
- строку состояния для отображения информации его состояния.

Далее в этом разделе будет подробное описание элементов окна программы.

Общий вид программного обеспечения анализатора приведен на рисунке ниже.

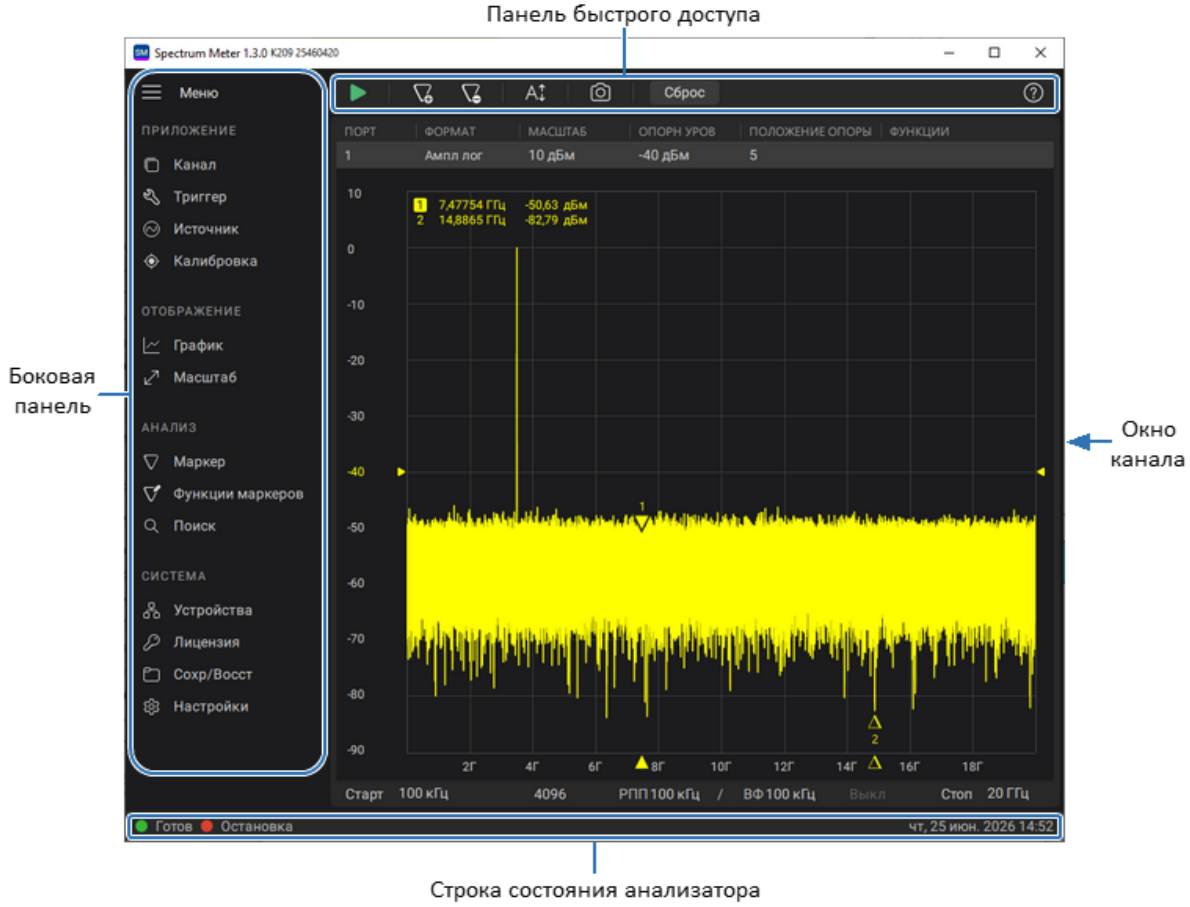


Рисунок 9 — Элементы окна программы

Боковая панель

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

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

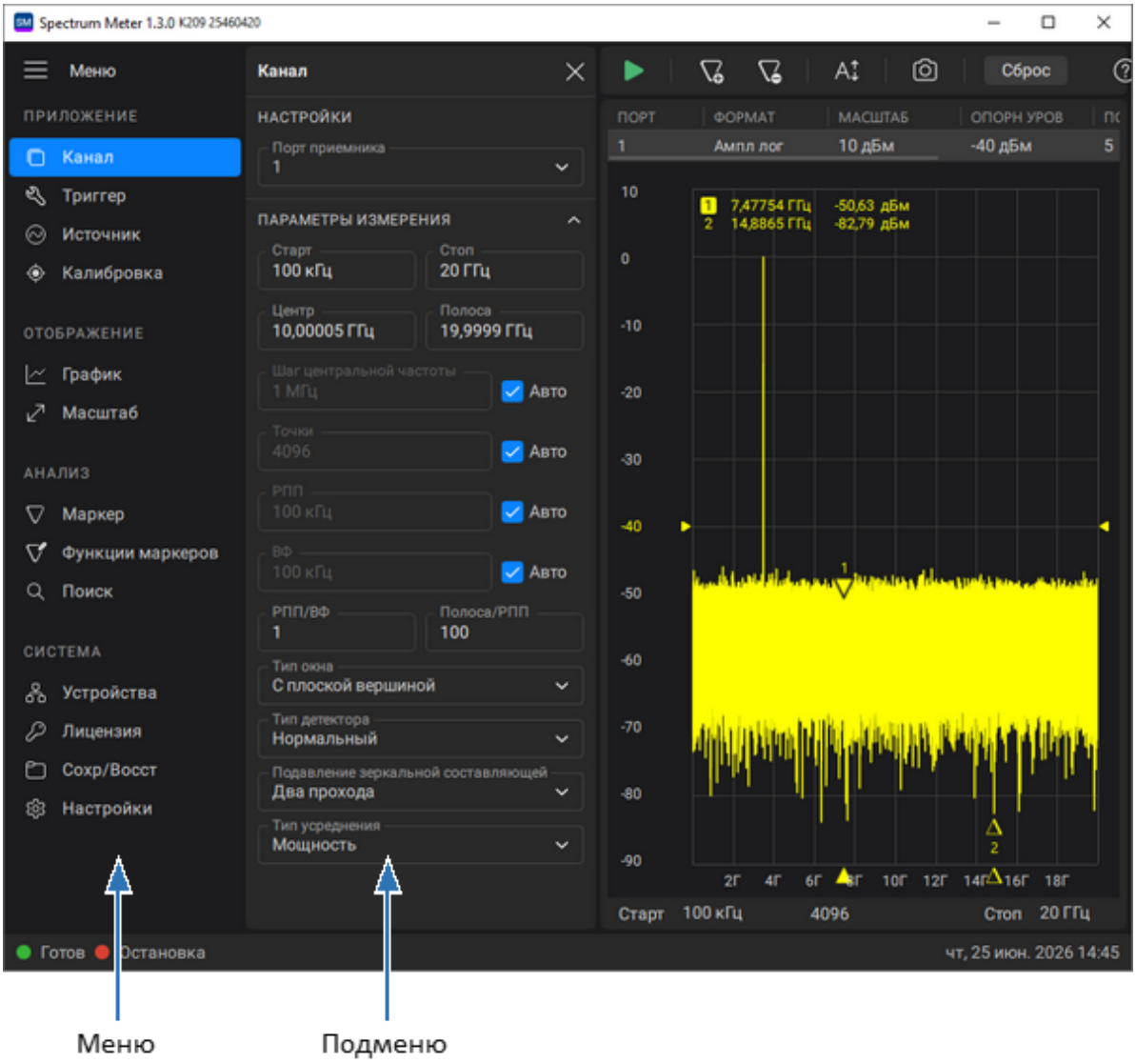


Рисунок 10 — Боковая панель

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

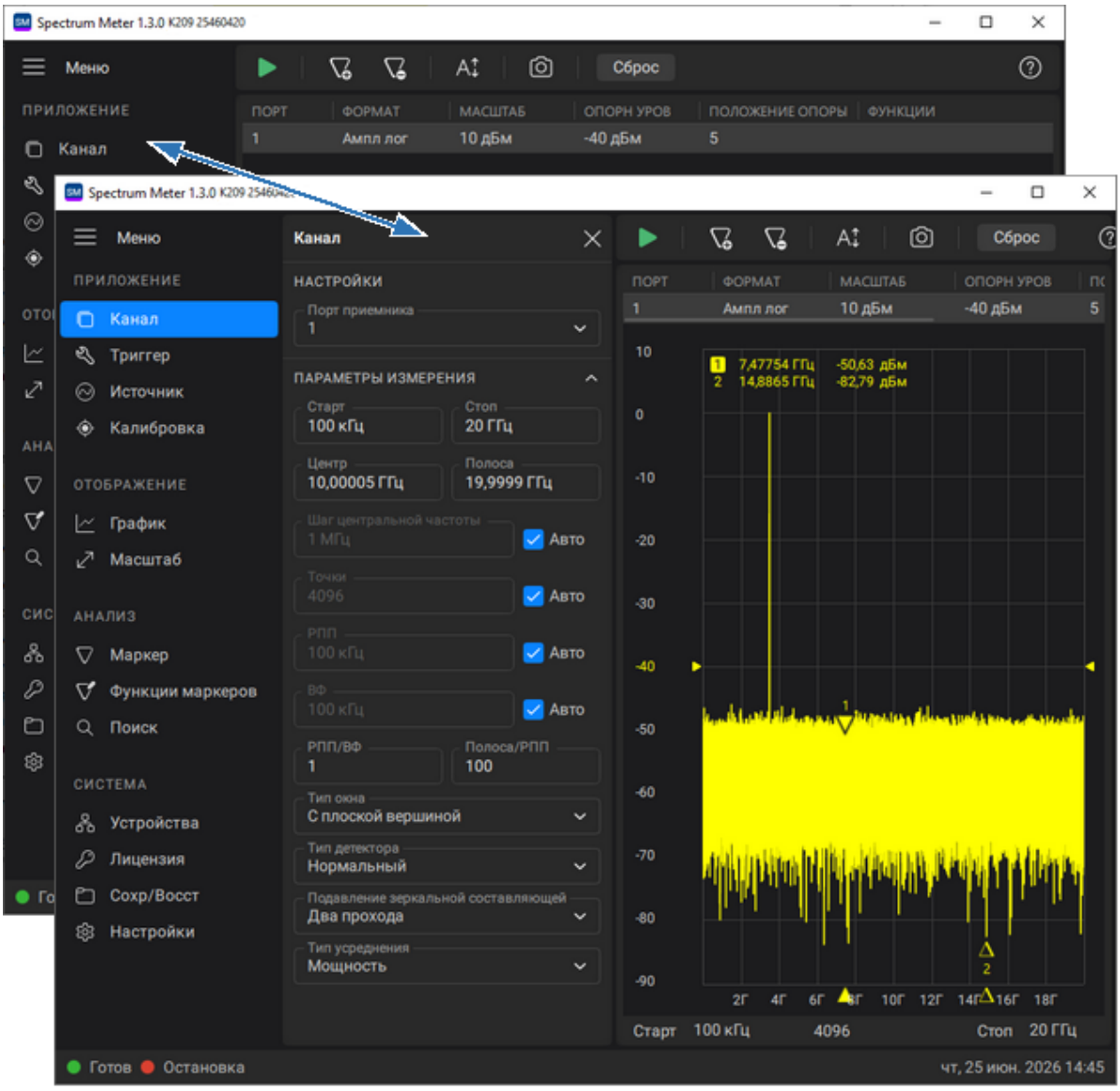


Рисунок 11 — Подменю в свернутом и развернутом виде

ПРИМЕЧАНИЕ	Подменю можно закрыть, нажав на значок ✕ в правом верхнем углу подменю.

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



Рисунок 13 — Меню в свернутом и развернутом виде

ПРИМЕЧАНИЕ	Для увеличения размера окна канала рекомендуется сворачивать меню.

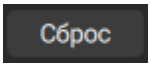
Панель быстрого доступа

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



Рисунок 14 — Панель быстрого доступа

Описание кнопок приведено в таблице ниже.

Кнопка	Описание
	Кнопка начала/остановки измерений.
	Кнопка добавления маркера (соотвествует кнопке **Добавить** в подменю Маркер, см. п. Маркеры).
	Кнопка удаления активного маркера (соотвествует кнопке **Удалить** в подменю Маркер, см. п. Маркеры).
	Кнопка автомасштабирования графика канала (см. п. Функция автомасштабирования).
	Кнопка сохранения диаграммы в файл в формате *.PNG или *.JPG (см. п. Сохранение изображения).
	Кнопка приведения анализатора к заводским настройкам (см. п. Начальная установка).
	Версии программного обеспечения, ссылка на сайт производителя, электронная почта технической поддержки (см. п. О программе).

Окно канала

Окно канала предназначено для отображения результатов измерений в виде графика и числовых величин.

Общий вид окна канала представлен на рисунке ниже.

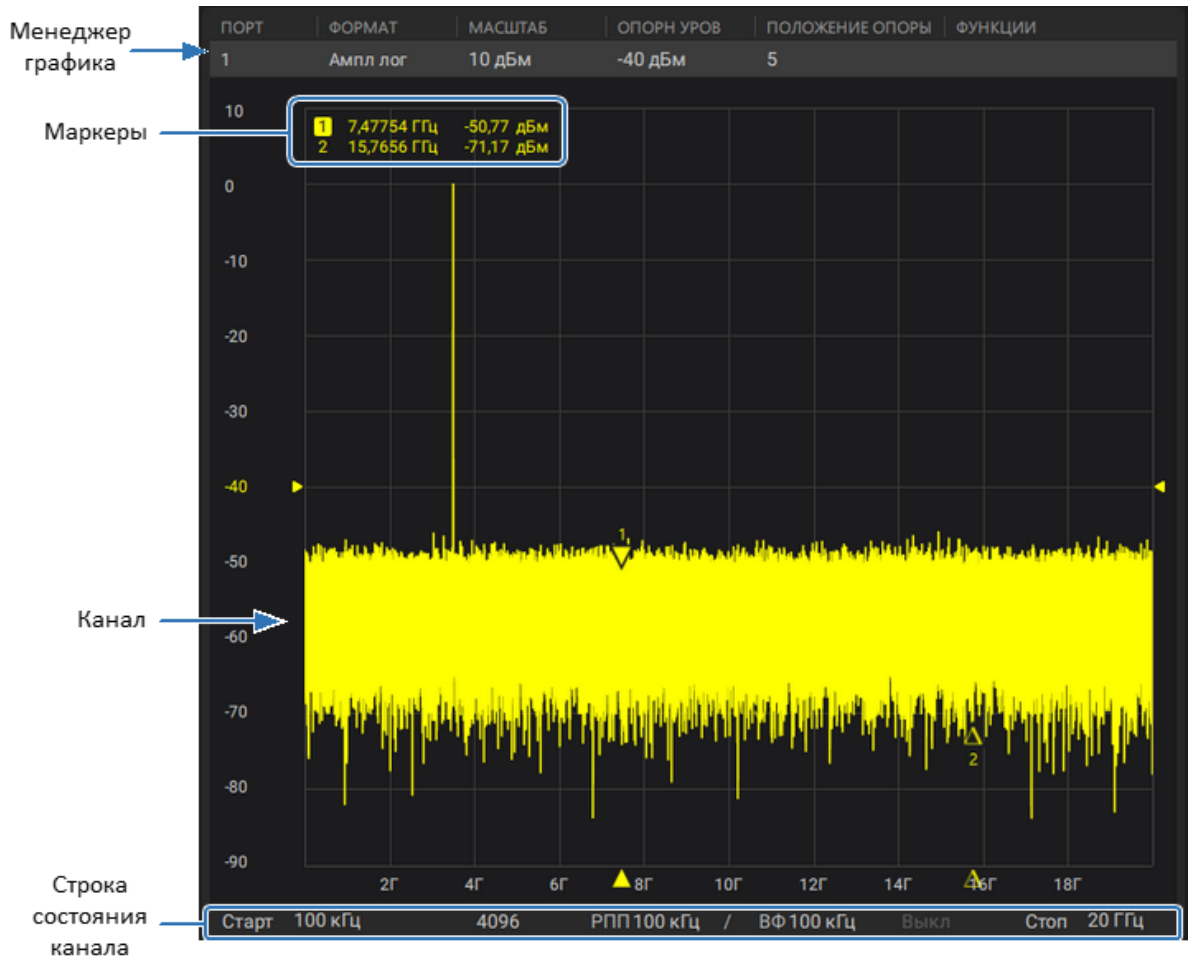


Рисунок 15 — Окно канала

Окно канала содержит:

- менеджер графика, отображающий параметры графика (см. п. Менеджер графика);
- диаграмма для отображения графика (см. п. Диаграмма);
- строка состояния канала, отображающая настройки и состояние канала (см. п. Строка состояния канала);
- маркеры, отображающие измеренные величины в указанных точках графика (см. п. Маркеры).

Менеджер графика

Менеджер графика служит для отображения наименования и параметров графика. Менеджер графика представлен на рисунке ниже.

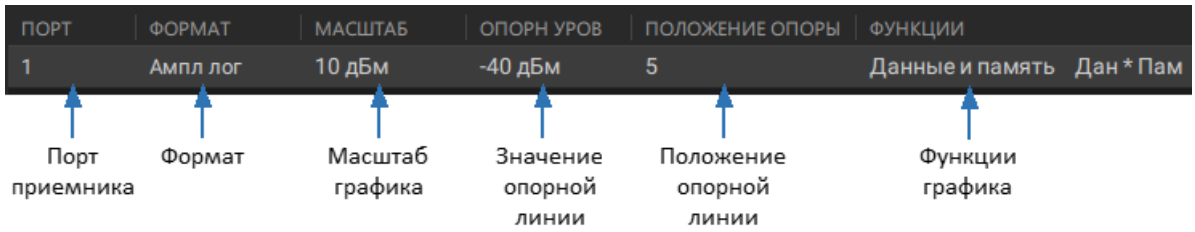


Рисунок 16 — Строки состояния графика

Менеджер графика позволяет быстро и легко настроить наиболее часто используемые параметры графика. Доступ к полному набору функций можно получить через боковую панель. Менеджер графика содержит следующую информацию:

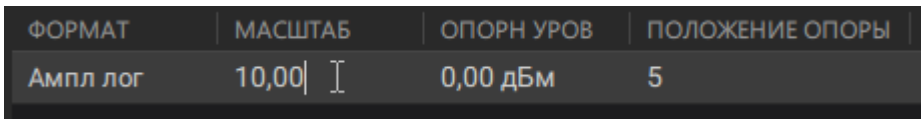
- выбор цвета графика. Настройку цвета можно провести в менеджере графика или в подменю График (см. п. Выбор цвета графика);
- формат представления, например, **Ампл лог** (см. п. Установка формата);
- масштаб графика в единицах измерения на деление, например **4,00 дБм** (см. п. Масштаб);
- значение опорной линии, например, **80,00 дБм** (см. п. Масштаб);
- положение опорной линии, например, **5** (см. п. Масштаб);
- функции графика – символы (см. таблицу ниже):

Функция	Символ	Значение
Индикация графика	индикация отсутствует	График данных, график памяти выключен / График памяти не создан
	Данные и память	График данных, график памяти существует
	Данные	График данных
	Память	График памяти
Удержание графика	индикация отсутствует	Удержание графика выключено
	Удерж. макс	Удержание максимума графика
	Удерж. мин	Удержание минимума графика
Буфер памяти	индикация отсутствует	Буфер памяти выключен (график памяти один)
	FIFO: n/m	График памяти n, m – существующее количество графиков памяти.
Математическая операция над графиками	индикация отсутствует	График памяти не создан / Математические операции выключены
	Дан/Пам	Данные = Данные / Память
	Дан*Пам	Данные = Данные * Память
	Дан+Пам	Данные = Данные + Память
	Дан–Пам	Данные = Данные - Память

Быстрое редактирование параметров графика

1. Щелкните по параметру в менеджере графика.

2. В зависимости от параметра выберите необходимое значение из списка или введите его с помощью клавиатуры.



Диаграмма

Диаграммой называется графическая область, предназначенная для размещения графика и цифровых данных.

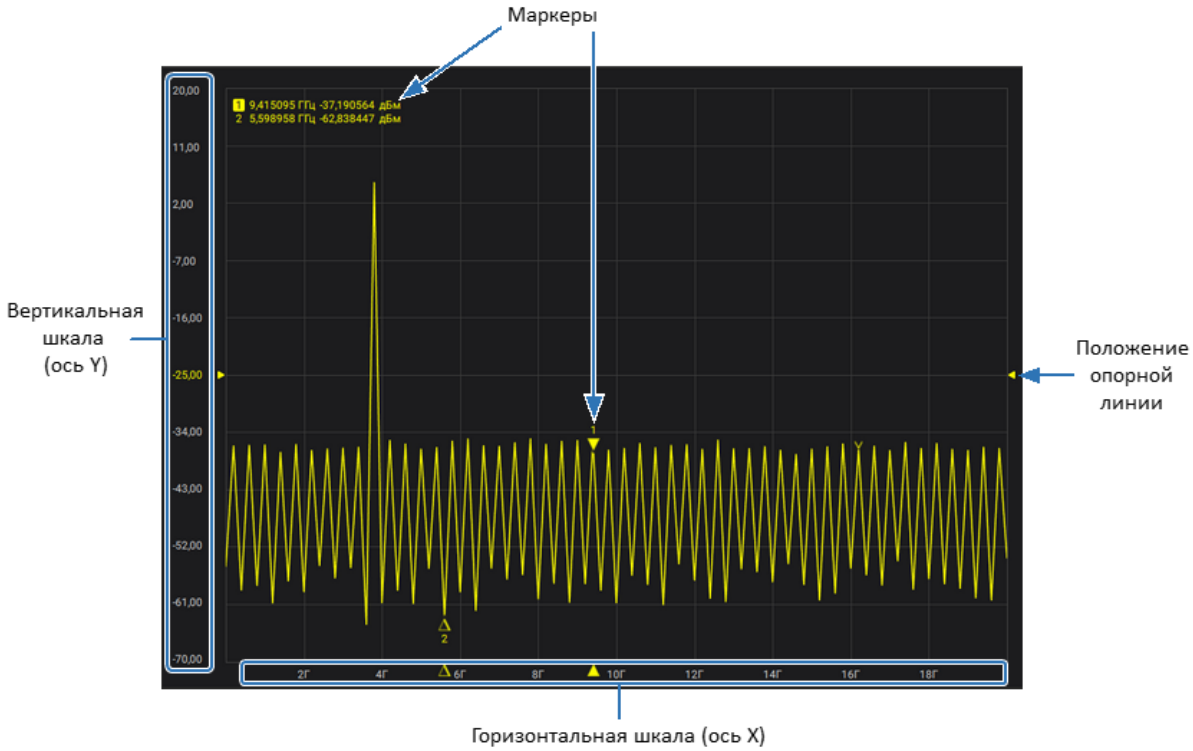


Рисунок 17 — Диаграмма

Диаграмма содержит следующие элементы:

- **вертикальную шкалу (ось Y)** для индикации цифровых значений вертикальной шкалы графика;
- **горизонтальную шкалу (ось X)** для индикации цифровых значений;
- индикатор **положения опорной линии**, указывающий положение опорной линии графика;
- **маркеры** для отображения значений измеряемой величины в различных точках графика.

Маркеры

Маркеры служат для индикации значений стимула и измерений в указанных точках графика (см. рисунок ниже).

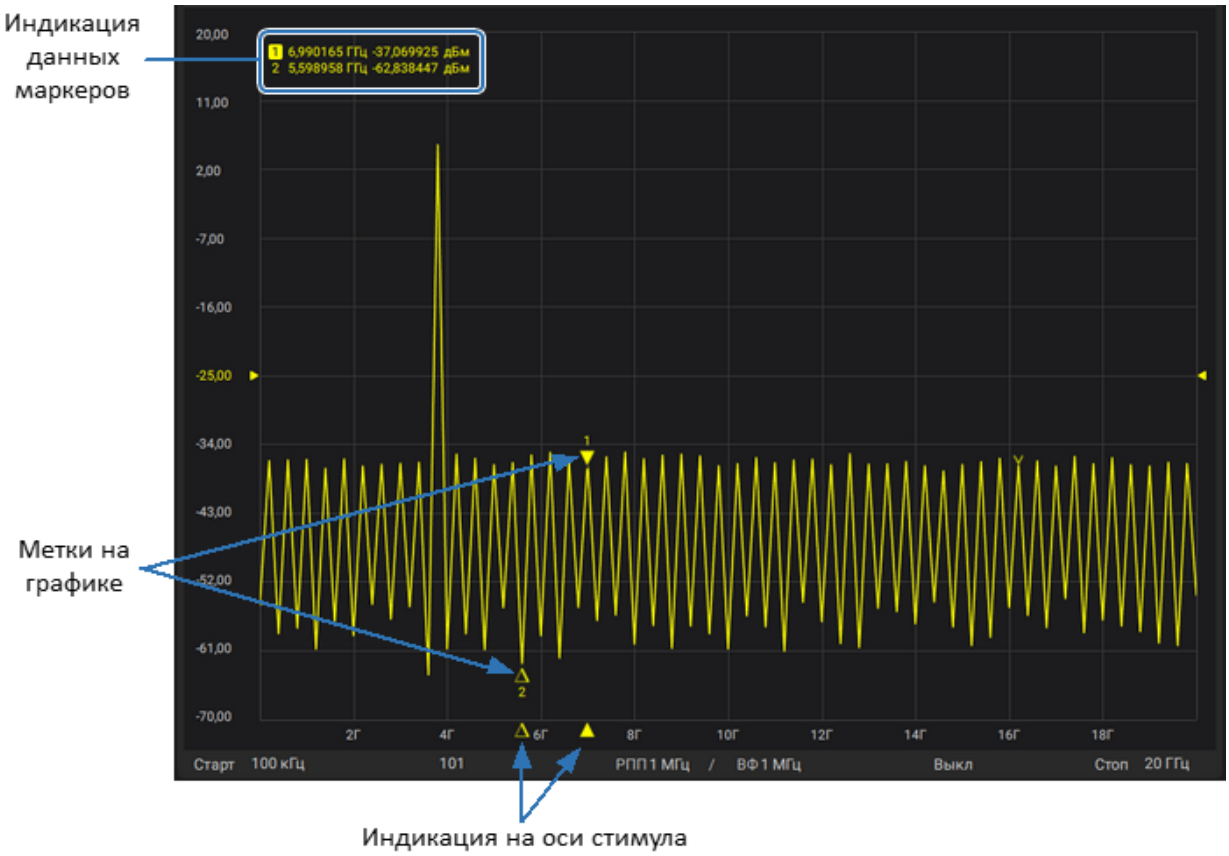


Рисунок 18 — Маркеры

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

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

ПРИМЕЧАНИЕ Использование маркеров описано в п. Маркеры.

Строка состояния канала

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

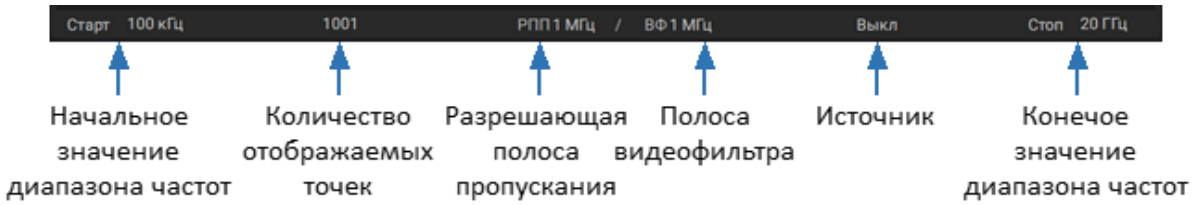


Рисунок 19 — Строка состояния канала

Строка содержит следующие элементы:

- поле **начало диапазона сканирования** служит для индикации и ввода начального значения диапазона частоты. Если поле переведено в режим индикации центрального значения, то слово «Старт» изменится на «Центр» (подробнее см. п. Установка диапазона сканирования);
- поле **количество точек** служит для индикации и ввода количества точек. Количество точек может быть установлено от 101 до 20001 (см. п. Установка количества точек);
- поле **РПП** служит для различия сигналов, частотные составляющие которых расположены близко друг к другу (см. п. Установка разрешающей полосы пропускания (РПП));
- поле **ВФ** служит для отфильтровывания шума за пределами видеодиапазона (см. п. Установка полосы видеофильтра (ВФ));
- поле **конец диапазона сканирования** служит для индикации и ввода конечного значения диапазона частоты. Если поле переведено в режим индикации полосы, то слово «Стоп» изменится на «Полоса» (подробнее см. п. Установка диапазона сканирования).

Строка состояния анализатора

Строка состояния анализатора располагается в нижней части экрана. В строке отображаются сообщения о состоянии анализатора (см. рисунок ниже).

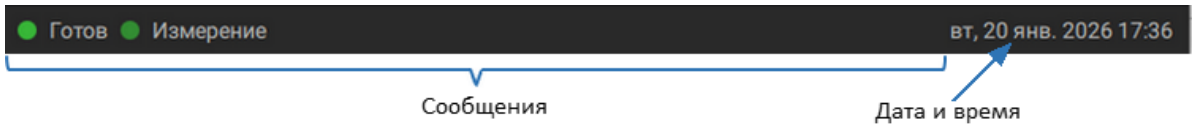


Рисунок 20 — Строка состояния анализатора

Таблица 2 — Сообщения в строке состояния анализатора

Наименование поля	Сообщение	Значение	Примечание
Состояние DSP	**Не готов**	Нет связи между анализатором и компьютером	
	Готов	DSP готов к работе	
Состояние триггера	**Измерение**	Выполняется цикл измерения	Подробнее см. п. Настройки триггера.
	Остановка	Измерения остановлены	

Изменение значения параметра в поле редактирования

Поле редактирования используется для ввода числовых значений и единиц измерения параметров в подменю боковой панели, а также окнах программы (см. рисунок ниже).

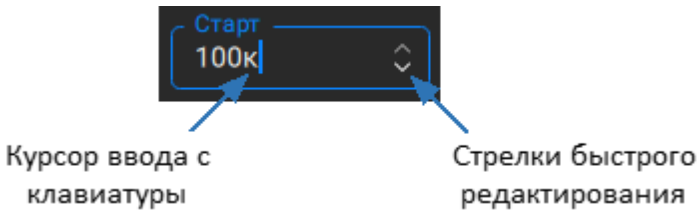


Рисунок 21 — Поле редактирования

Возможно изменять значение параметра в поле редактирования с помощью:

- клавиатуры ПК (ввод числовых значений и единиц измерения). Для изменения значения щелкните по полю и введите требуемое значение;
- стрелок  в поле редактирования или колесика мыши. В этом случае значение в поле будет меняться с некоторым шагом.

Установка параметров анализатора

В данном разделе описывается, как настроить анализатор для измерений исследуемого устройства. Для настройки анализатора в соответствии с измерительной задачей выполните следующие действия:

- установите параметры сканирующего сигнала (см. п. Установка параметров сканирования);
- назначьте формат отображения и масштаб (см. п. Установка формата, Установка масштаба графика);
- для синхронизации измерений с какими-либо событиями установите настройки триггера (см. п. Настройки триггера)
- установите параметры фильтрации для улучшения соотношения сигнал/шум (см. п. Фильтрация).

Установка канала и графика

Параметры, относящиеся к каналу, перечислены в таблице ниже.

Параметры и объекты управления, относящиеся к каналу

N	Наименование
1	Приемный порт
2	Диапазон сканирования
3	Количество точек отображения
4	Разрешающая полоса пропускания
5	Полоса пропускания видеофильтра
6	Тип окна
7	Тип детектора

Параметры, относящиеся к графику, перечислены в таблице ниже.

Параметры и объекты управления, относящиеся к графику

N	Наименование
1	Формат представления
2	Масштаб, значение и положение опорной линии
3	Буфер памяти, Математические операции
4	Усреднение
5	Удержание
6	Маркеры

Размещение графика

В окне канала можно разместить 1 график.

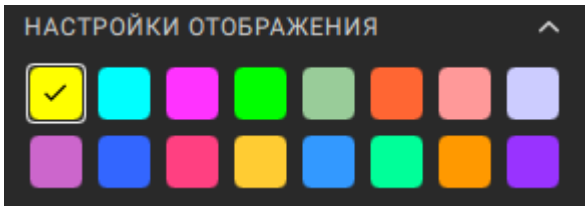
Графику присваиваются следующие настройки: формат, масштаб и цвет (настройки могут быть изменены):

- формат по умолчанию – амплитуда в логарифмическом масштабе (дБм). Изменение параметра описано в п. Установка формата;
- масштаб – 10 дБм в делении, значение опорной линии устанавливается на 0 дБм, положение опорной линии – в центре диаграммы. Изменение параметра описано п. Установка масштаба графика;
- цвет графика присваивается автоматически. Изменение параметра описано в п. Настройка цвета графика.

Настройка цвета графика

1. Нажмите кнопку **График** в меню.

2. Выберите цвет графика в аккордеоне НАСТРОЙКА ОТОБРАЖЕНИЯ в подменю.



Установка параметров сканирования

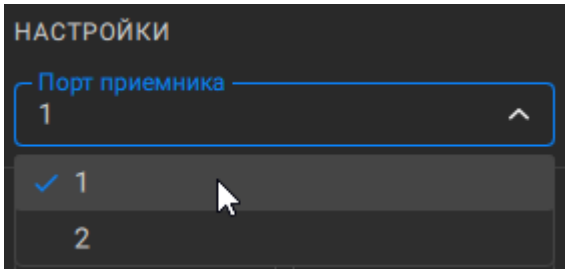
В данном разделе рассмотрен порядок установки параметров сканируемого диапазона частот.

Выбор приемного порта

Установка приемного порта

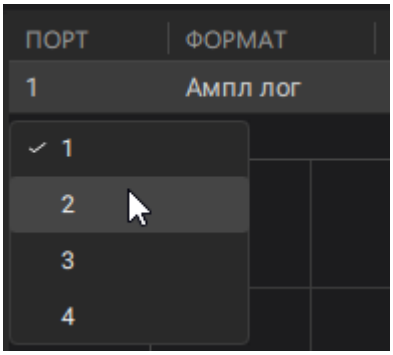
1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.

2. Выберите порт в выпадающем списке **Порт приемника** в аккордеоне НАСТРОЙКИ в подменю.



SCPI CALCulate:SA:PARameter:DEFine

ПРИМЕЧАНИЕ Приемный порт можно выбрать в менеджере графика. Для этого щелкните левой кнопкой мыши по соответствующему полю в менеджере графика и выберите нужный порт в выпадающем списке:



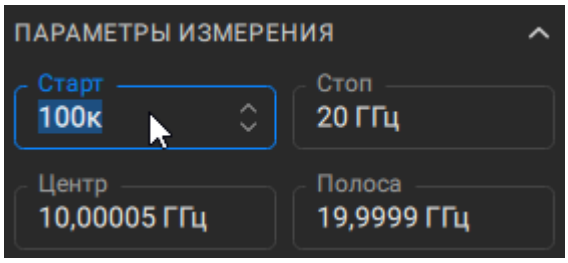
Установка диапазона сканирования

Диапазон сканирования задается с помощью начального и конечного значений (Старт/Стоп) или центрального значения и полосы (Центр/Полоса). По умолчанию диапазон сканирования установлен равным частотному диапазону анализатора.

Установка диапазона сканирования

1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.

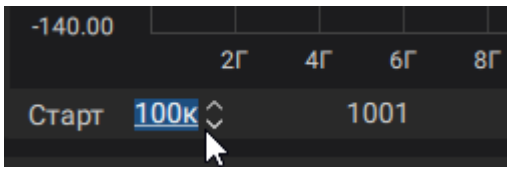
2. Нажмите на поля **Старт**/**Стоп** или **Центр**/**Полоса** в аккордеоне ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ в подменю и введите требуемое значение.



SCPI SENSe:FREQuency:CENTer, SENSe:FREQuency:SPAN

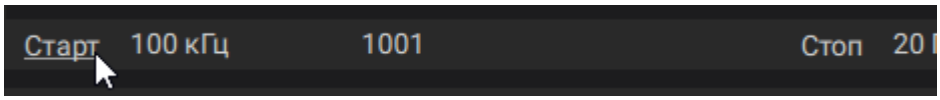
SENSe:FREQuency:STARt, SENSe:FREQuency:STOP

ПРИМЕЧАНИЕ Значения Старт и Стоп, Центр и Полоса можно установить в строке состояния канала. Для этого щелкните левой кнопкой мыши по соответствующему полю в строке состояния канала и введите требуемое значение:



Переключение между режимами Старт/Стоп и Центр/Полоса

1. Щелкните по соответствующему полю в строке состояния канала. При этом наименования **Старт** и **Стоп** меняются на **Центр** и **Полоса**, соответственно. Оцифровка шкалы стимулов также меняет свое представление.



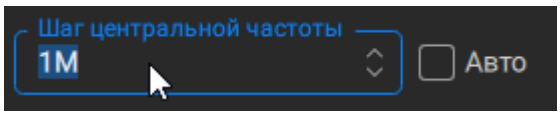
Установка шага изменения центральной частоты

Установка значения шага изменяет шаг изменения центральной частоты.

ПРИМЕЧАНИЕ	Параметр шаг центральной частоты по умолчанию установлен в режиме авто.

Установка значения шага центральной частоты

1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.
2. Снимите флажок **Авто** рядом с полем **Шаг центральной частоты**.
3. Нажмите на поле **Шаг центральной частоты** в аккордеоне ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ в подменю и введите требуемое значение.



SCPI	SENSe:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO, SENSe:FREQuency:CENTer:STEP:SIZE

Установка количества точек

Количество точек развертки соответствует количеству отображаемых точек развертки (от 101 до 20001).

Большее количество точек развертки улучшает визуальное разрешение формы сигнала и увеличивает время обработки данных.

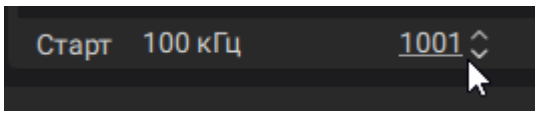
Установка количества точек

1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.
2. Снимите флажок **Авто** рядом с полем **Точки**.
3. Нажмите на поле **Точки** в аккордеоне ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ в подменю и введите требуемое значение.



SCPI SENSe:SWEep:POINts, SENSe:SWEep:POINts:AUTO

ПРИМЕЧАНИЕ Количество точек можно установить в строке состояния канала. Для этого щелкните левой кнопкой мыши по соответствующему полю в строке состояния канала и введите требуемое значение:



Установка разрешающей полосы пропускания (РПП)

Разрешающая полоса пропускания позволяет настроить разрешающую способность по частоте и позволяет добиться баланса точности и скорости измерения.

Уменьшение РПП увеличивает разрешение по частоте, что приводит к увеличению времени развертки.

ПРИМЕЧАНИЕ	Параметр РПП по умолчанию установлен в режиме авто.

Установка РПП

1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.

2. Снимите флажок **Авто** рядом с полем **РПП**.

   ПРИМЕЧАНИЕ — В режиме **Авто** РПП зависит от Полоса/РПП (см. п. Установка соотношения полосы к РПП).

3. Нажмите на поле **РПП** в аккордеоне ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ в подменю и введите требуемое значение.



SCPI	SENSe:SA:BANDwidth, SENSe:SA:BANDwidth:AUTO

Установка полосы видеофильтра (ВФ)

Полоса видеофильтра отфильтровывает шум за пределами видеодиапазона.

Уменьшение ВФ сглаживает график и выделяет слабые сигналы из-за шума, что приводит к увеличению времени развертки.

ПРИМЕЧАНИЕ Параметр ВФ по умолчанию установлен в режиме авто.

Установка ВФ

---

1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.

2. Снимите флажок **Авто** рядом с полем **ВФ**.

   ПРИМЕЧАНИЕ — В режиме **Авто** ВФ зависит от РПП (см. п. Установка разрешающей полосы пропускания (РПП)).

3. Нажмите на поле **ВФ** в аккордеоне ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ в подменю и введите требуемое значение.



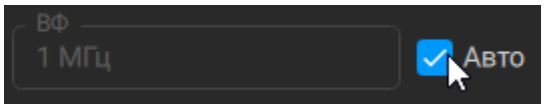
SCPI SENSe:SA:BANDwidth:VIDeo, SENSe:SA:BANDwidth:VIDeo:AUTO

Установка соотношения РПП к полосе ВФ

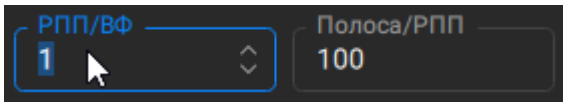
Параметр устанавливает отношение РПП к полосе ВФ, когда ВФ находится в режиме авто.

Установка РПП/ВФ

1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.
2. Установите флажок авто возле параметра **ВФ**.



3. Нажмите на поле **РПП/ВФ** в аккордеоне ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ в подменю и введите требуемое значение.



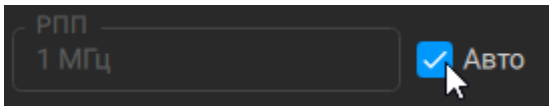
SCPI SENSe:SA:BANDwidth:VIDeo:RATio

Установка соотношения полосы к РПП

Параметр устанавливает отношение диапазона к РПП, когда РПП находится в режиме авто.

Установка Полоса/РПП

1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.
2. Установите флажок авто возле параметра **РПП**.



3. Нажмите на поле **Полоса/РПП** в аккордеоне ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ в подменю и введите требуемое значение.



SCPI SENSe:SA:FREQuency:SPAN:BANDwidth:RATio

Выбор типа окна

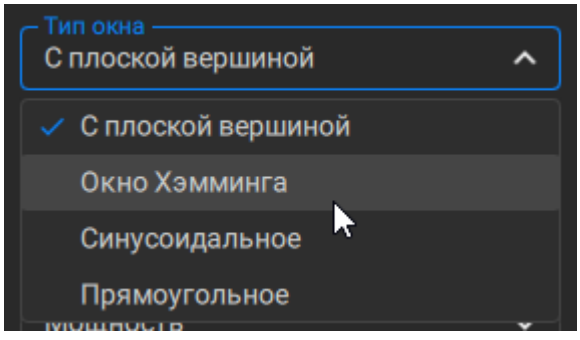
Параметр проводит фильтрацию во временной области.

Тип окна	Значение
С плоской вершиной [по умолчанию]	Обеспечивает лучшую амплитудную точность при компромиссе в разрешении по частоте.
Окно Хэмминга	Ослабляет входной сигнал на обоих концах временной записи.
Синусоидальное	Обеспечивает хорошее подавление боковых лепестков с незначительным расширением главного.
Прямоугольное	Временное окно с единичной амплитудой для всех временных выборок.

Установка типа окна

1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.

2. Выберите тип окна в выпадающем списке **Тип окна** в аккордеоне ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ в подменю.



SCPI SENSe:SA:BANDwidth:SHAPe

Выбор подавления зеркальной составляющей

Для получения полезного сигнала используется супергетеродинный принцип переноса в область промежуточной полосы.

При переносе сигнала возникает зеркальная частота, искажающая измерение и создающая паразитные частоты.

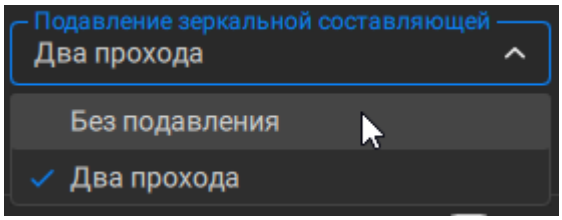
Для исключения зеркальной составляющей используется многопроходный режим работы, в котором измеряемая полоса снимается при верхней и нижней настройке гетеродина, после чего зеркальная составляющая фильтруется.

В режиме подавления зеркальной частоты время измерения увеличивается в два раза и предоставляет истинные значения спектральных составляющих.

Установка подавления зеркальной составляющей

1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.

2. Выберите подавление в выпадающем списке **Подавление зеркальной составляющей** в аккордеоне ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ в подменю.



SCPI SENSe:SA:IMAGe:REJect

Выбор типа детектора

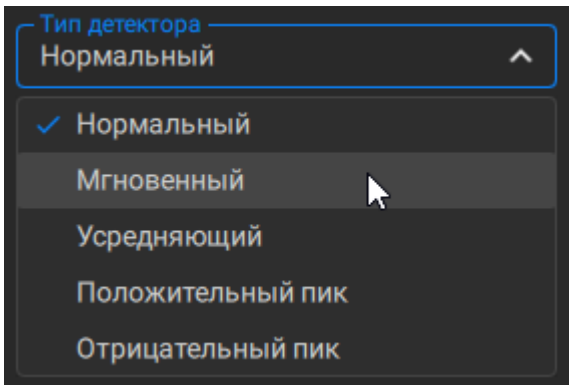
Анализатор отображает сигнал развертки на экране в виде графика. Для каждой точки графика анализатор захватывает данные в пределах определенного временного интервала и обрабатывает с помощью выбранного типа детектора.

Тип детектора	Значение
Нормальный [по умолчанию]	Измерение фактической мощности входного сигнала.
Мгновенный	Отображение уровня переходного процесса.
Усредняющий	Отображение среднего значения данных.
Положительный пик	Отображение максимального значения данных.
Отрицательный пик	Отображение минимального значения данных.

Установка типа детектора

1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.

2. Выберите тип детектора в выпадающем списке **Тип детектора** в аккордеоне ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ в подменю.



SCPI SENSe:SA:DETector:FUNCtion

Выбор типа усреднения

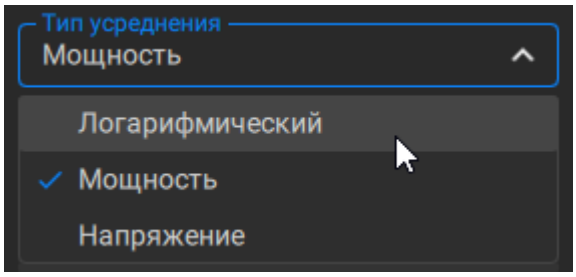
Тип усреднения влияет на принцип усреднения измеренных значений спектральных составляющих.

Тип усреднения	Значение
Мощность [по умолчанию]	Поиск гармонических /непрерывных сигналов вблизи шума.
Логарифмический	Измерение мощности сложных сигналов в реальном времени.
Напряжение	Наблюдение за поведением фронтов нарастания и спада сигналов с амплитудной или импульсной модуляцией.

Установка типа усреднения

1. Нажмите кнопку **Канал** в меню.

2. Выберите тип усреднения в выпадающем списке **Тип усреднения** в аккордеоне ПАРАМЕТРЫ ИЗМЕРЕНИЯ в подменю.



SCPI SENSe:SA:BANDwidth:VIDeo:AVERage:TYPE

Настройки триггера

В данном разделе описываются настройки запуска сканирования анализатора. Сигнал или событие, запускающее цикл сканирования анализатора, называется триггером. Запуск по триггеру используется, когда необходимо сканирование синхронно с другим оборудованием в составе измерительного комплекса.

Система запуска используется для управления работой анализатора от внутренних сигналов, сигналов от внешних устройств или действий пользователя (ручной запуск или запуск с помощью SCPI команд). Пользователь выбирает источник триггера в программе (см. п. Источник триггера). Настройка действует на анализатор.

По умолчанию цикл сканирования запускает сканирование канала анализатора. В одном сканирующем цикле канал сканируется последовательно. При некоторых условиях канал может быть исключен из цикла сканирования (см. п. Режим инициации канала).

Диаграмма состояний и переходов триггера

Система триггера работает на двух уровнях: на уровне анализатора и на уровне канала.

Состояние анализатора

Анализатор может находиться в одном из следующих состояний:

- **Стоп** — анализатор ожидает перехода канала в состояние "инициирован";
- **Ожидание триггера** — сканирования не производятся, анализатор ожидает сигнал триггера. Сигнал генерируется автоматически, если выбран источник триггера **Внутренний** (см. п. Источник триггера);
- **Цикл сканирования** — инициированный канал измеряется поочереди.

На рисунке ниже показаны состояния анализатора и переходы между ними.

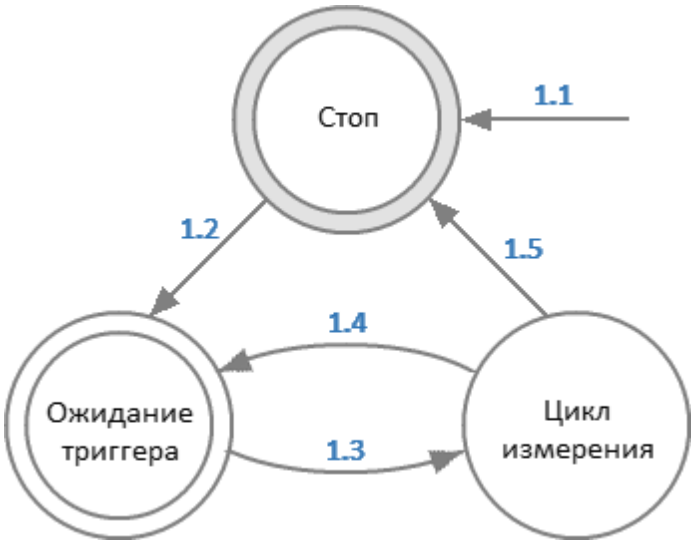


Рисунок 22 — Состояния и переходы анализатора

Состояния канала

Канал может находиться в одном из трех следующих состояний:

- **Остановлен** — канал исключен из цикла измерений, ожидает инициации. Канал инициируется автоматически, если выбран режим инициации Непрерывно (см. п. Режим инициации канала);
- **Инициирован** — канал ожидает сигнал триггера для начала измерений. Канал сразу переходит к измерению, если выбран источник триггера Внутренний (см. п. Источник триггера);
- **Измерение** — выполняется измерение в канале.

На рисунке ниже показаны состояния канала и переходы между ними.

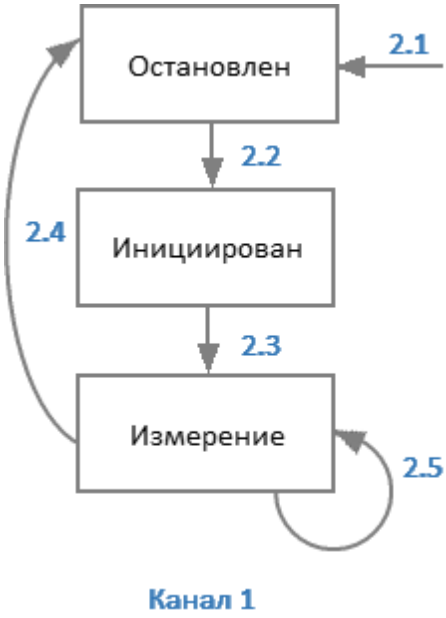


Рисунок 23 — Состояния и переходы канала

Таблица 3 — Переходы между состояниями анализатора и канала

Переход	Условие перехода	Программная кнопка	Команда SCPI
1.1 к состоянию **Стоп**	Включение питания.	—	—
	Сброс.	**Сохр/Восст > Сброс**	—
1.2 **Стоп –> Ожидание триггера**	Канал делает переход 2.2 в состояние "инициирован".	—	—
1.3 **Ожидание триггера –>Цикл измерения**	Автоматически, если источник триггера **Внутренний**.	**Триггер > Внутренний**	TRIGger:SOURce INT
	При получении команды SCPI, если источник триггера **Шина**.	**Триггер > Шина**	TRIGger:SOURce BUS TRIGger:SINGle, TRIGger, *TRG
1.4 **Цикл измерения –> Ожидание триггера**	По окончанию цикла измерения, если канал имеет режим инициации **Непрерывно**.	**Триггер > Непрерывно**	INITiate:CONTinuous ON

Переход	Условие перехода	Программная кнопка	Команда SCPI
1.5 **Цикл измерения –> Стоп**	По окончанию цикла измерения, если режим инициации канала **Непрерывно** отключен.	**Триггер > Стоп**	—
2.1 к состоянию **Остановлен**	При переходе анализатора в "Стоп" (при наступлении одного из условий перехода 1.1).	—	—
	Когда включается режим инициации канала **Стоп**.	**Триггер > Стоп**	INITiate:CONTinuous OFF
2.2 **Остановлен –> Инициирован**	Каждый раз, если режим инициации канала **Непрерывно**.	**Триггер > Непрерывно**	INITiate:CONTinuous ON
	Один раз, когда включается режим инициации канала **Однократно**.	**Триггер > Однократно**	INITiate

Переход	Условие перехода	Программная кнопка	Команда SCPI
2.3 **Инициирован –> Измерение**	При наступлении одного из условий перехода 1.3 и после измерения канала в очереди.	—	—
2.4 **Измерение –> Остановлен**	В конце измерения канала.	—	—

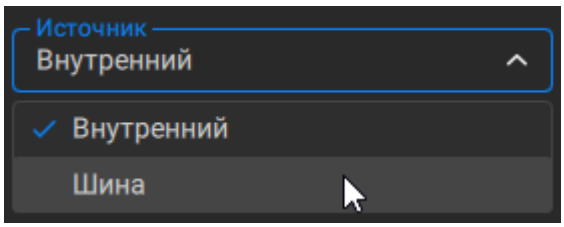
Источник триггера

Возможно выбрать один из двух источников триггера. Настройка действует на уровне анализатора.

Источник триггера	Значение
Внутренний [по умолчанию]	Сигнал триггера генерируется анализатором автоматически, когда это необходимо.
Шина	Сигналом триггера является SCPI команда программы автоматизации.

Выбор источника триггера

1. Нажмите кнопку **Триггер** в меню.
2. Выберите нужный источник в списке **Источник** в подменю.



SCPI TRIGger:SOURce

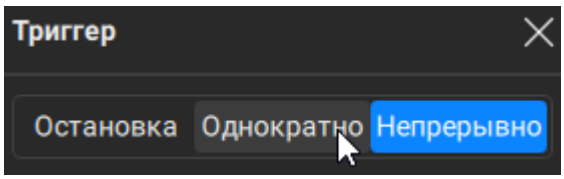
Режим инициации канала

Выбор режима инициации канала определяет включение канала в цикл измерения по сигналу триггера.

Источник триггера	Значение
Непрерывно [по умолчанию]	Канал постоянно включен в последовательные циклы сканирования, автоматически переходит в состояние "инициирован" в конце каждого цикла сканирования.
Однократно	Канал инициируется один раз и включен в следующий цикл сканирований однократно. По окончании измерения канал переходит в состояние "остановка".
Остановка	Канал не включен в цикл измерения и не обновляется.

Выбор режима инициации канала

1. Нажмите кнопку **Триггер** в меню.
2. Нажмите кнопку требуемого режима инициации канала в подменю.



SCPI INITiate, INITiate:CONTinuous

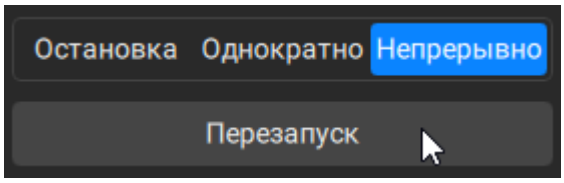
Прерывание текущего цикла измерения

Перезапуск прерывает сканирование и переводит анализатор в состояние "Остановка". Если канал в состоянии непрерывной инициации, анализатор переводится в состояние Ожидание триггера (см. п. Диаграмма состояний и переходов триггера).

---

1. Нажмите кнопку **Триггер** в меню.

2. Нажмите кнопку **Перезапуск** в подменю.



Настройки источника

Источник позволяет использовать порт ВАЦ в качестве источника сигнала.

ПРИМЕЧАНИЕ Источник недоступен в демо режиме.

Тип перестройки	Значение
Без перестройки [по умолчанию]	Источник работает на постоянной (неизменной частоте). В строке состояния графика отображается: **CW**.
По частоте	Перестройка источника в частотном диапазоне с фиксированной мощностью. В строке состояния графика отображается: **F↕**.
По мощности	Перестройка источника по диапазону мощности с фиксированной частотой. В строке состояния графика отображается: **P↕**.
По частоте и мощности	Последовательная перестройка источника по мощности и частоте. В строке состояния графика отображается: • Частота → Мощность: **FP↕**; • Мощность → Частота: **PF↕**.

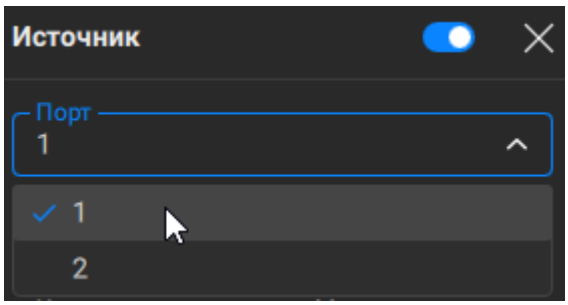
Включение и выбор порта источника

1. Нажмите кнопку **Источник** в меню.

2. Включите переключатель **Источник** в подменю.



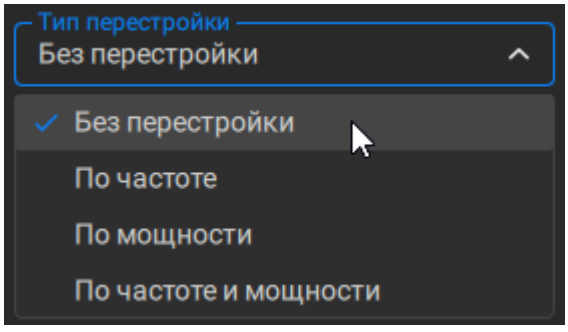
3. Нажмите на список **Порт** и выберите порт ВАЦ в подменю.



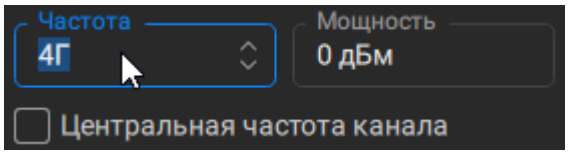
Установка параметров источника без перестройки

1. Включите и выберите порт источника (см. п. Включение и выбор порта источника)

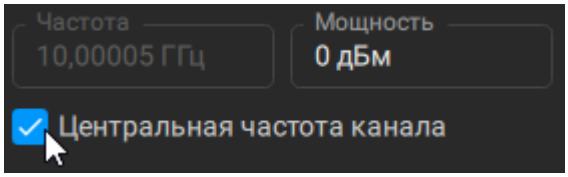
2. Нажмите на список **Тип перестройки** в подменю и выберите тип **Без перестройки**.



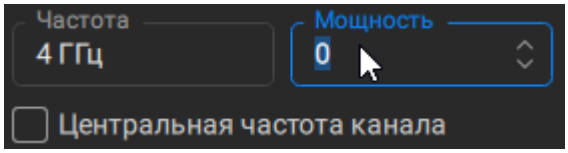
3. Нажмите на поле **Частота** в подменю и введите требуемое значение.



ПРИМЕЧАНИЕ — Установите флажок **Центральная частота канала** в подменю — чтобы установить центральную частоту автоматически, снимите флажок — чтобы ввести самостоятельно.



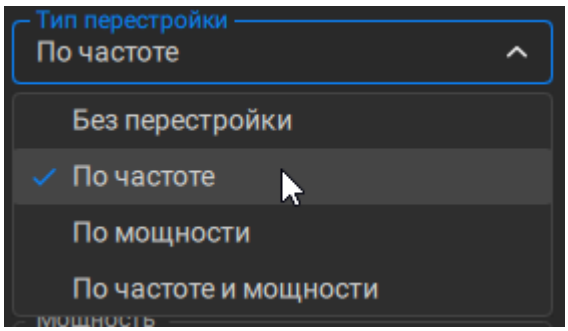
4. Нажмите на поле **Мощность** в подменю и введите требуемое значение.



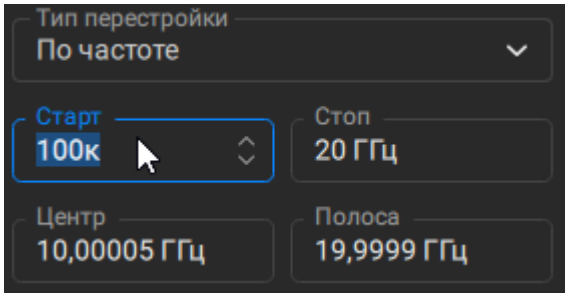
Установка параметров источника по частоте

1. Включите и выберите порт источника (см. п. Включение и выбор порта источника)

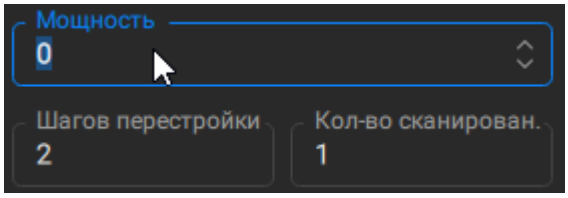
2. Нажмите на список **Тип перестройки** в подменю и выберите тип **По частоте**.



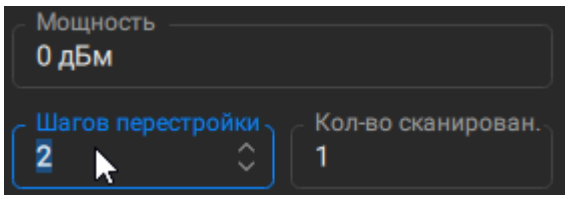
3. Нажмите на поля **Старт**/**Стоп** или **Центр**/**Полоса** в подменю и введите требуемое значение.



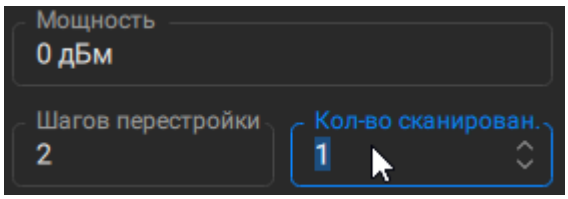
4. Нажмите на поле **Мощность** в подменю и введите требуемое значение.



5. Нажмите на поле **Шагов перестройки** в подменю и введите требуемое значение.



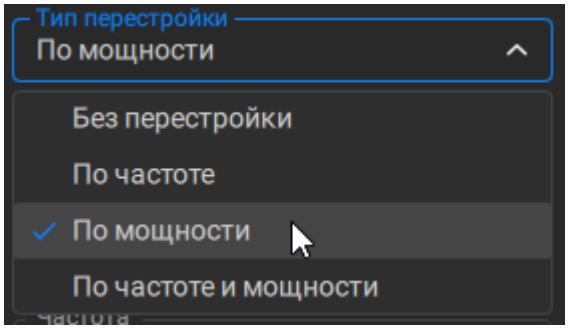
6. Нажмите на поле **Кол-во сканирован** в подменю и введите требуемое значение.



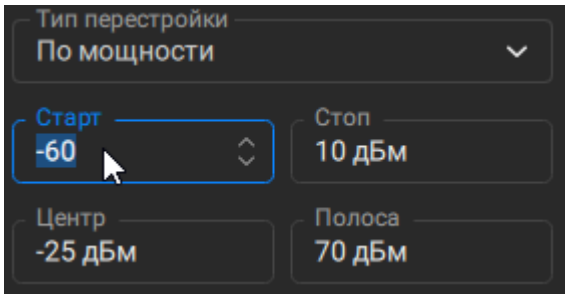
Установка параметров источника по мощности

1. Включите и выберите порт источника (см. п. Включение и выбор порта источника)

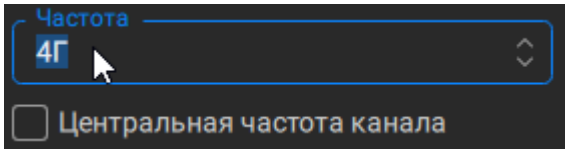
2. Нажмите на список **Тип перестройки** в подменю и выберите тип **По мощности**.



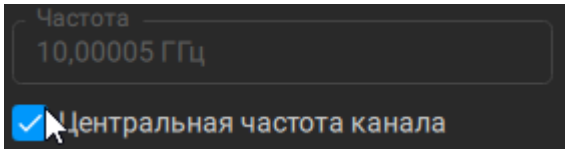
3. Нажмите на поля **Старт**/**Стоп** или **Центр**/**Полоса** в подменю и введите требуемое значение.



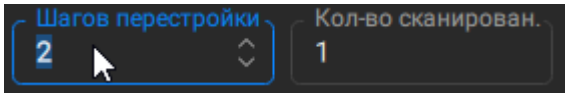
4. Нажмите на поле **Частота** в подменю и введите требуемое значение.



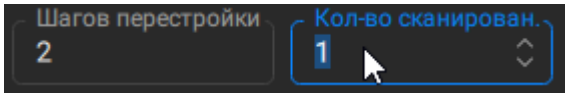
ПРИМЕЧАНИЕ — Установите флажок **Центральная частота канала** в подменю — чтобы установить центральную частоту автоматически, снимите флажок — чтобы ввести самостоятельно.



5. Нажмите на поле **Шагов перестройки** в подменю и введите требуемое значение.



6. Нажмите на поле **Кол-во сканирован** в подменю и введите требуемое значение.

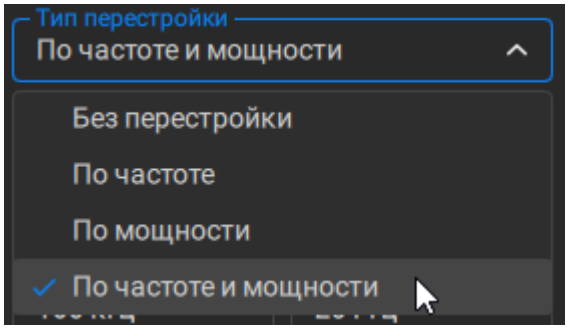


Установка параметров источника по частоте и мощности

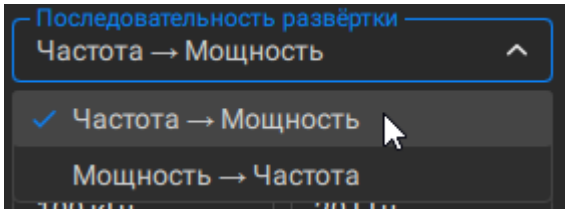
---

1. Включите и выберите порт источника (см. п. Включение и выбор порта источника)

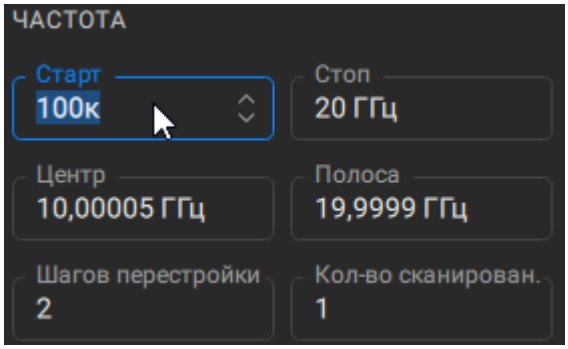
2. Нажмите на список **Тип перестройки** в подменю и выберите тип **Без перестройки**.



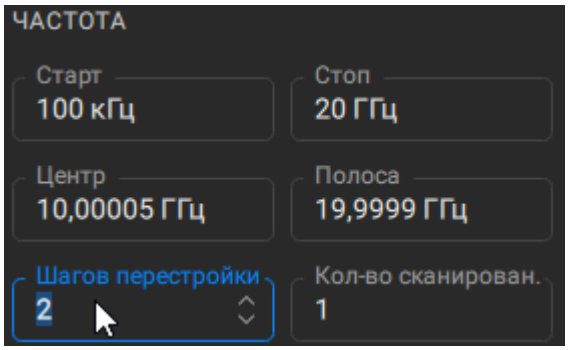
3. Нажмите на список **Последовательность развёртки** в подменю и выберите последовательность.



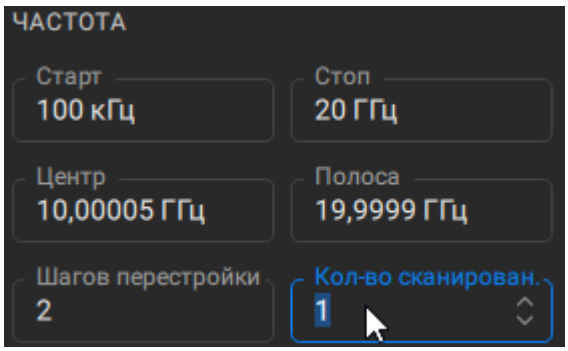
4. Нажмите на поля **Старт**/**Стоп** или **Центр**/**Полоса** в аккордеоне ЧАСТОТА в подменю и введите требуемое значение.



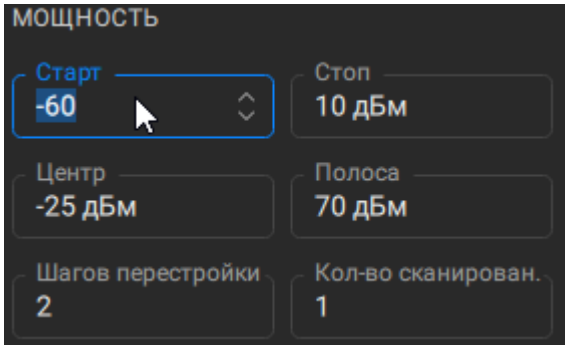
5. Нажмите на поле **Шагов перестройки** в аккордеоне ЧАСТОТА в подменю и введите требуемое значение.



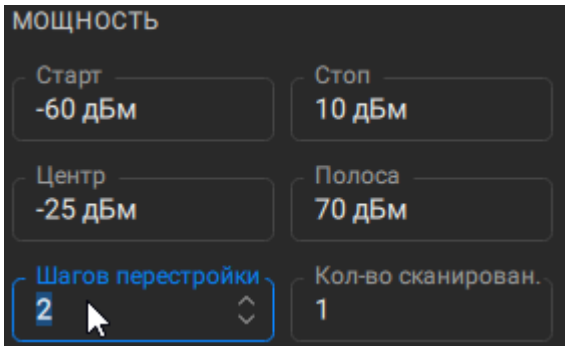
6. Нажмите на поле **Кол-во сканирован** в аккордеоне ЧАСТОТА в подменю и введите требуемое значение.



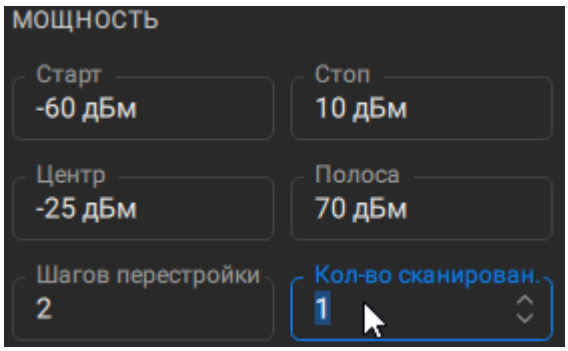
7. Нажмите на поля **Старт**/**Стоп** или **Центр**/**Полоса** в аккордеоне МОЩНОСТЬ в подменю и введите требуемое значение.



8. Нажмите на поле **Шагов перестройки** в аккордеоне МОЩНОСТЬ в подменю и введите требуемое значение.

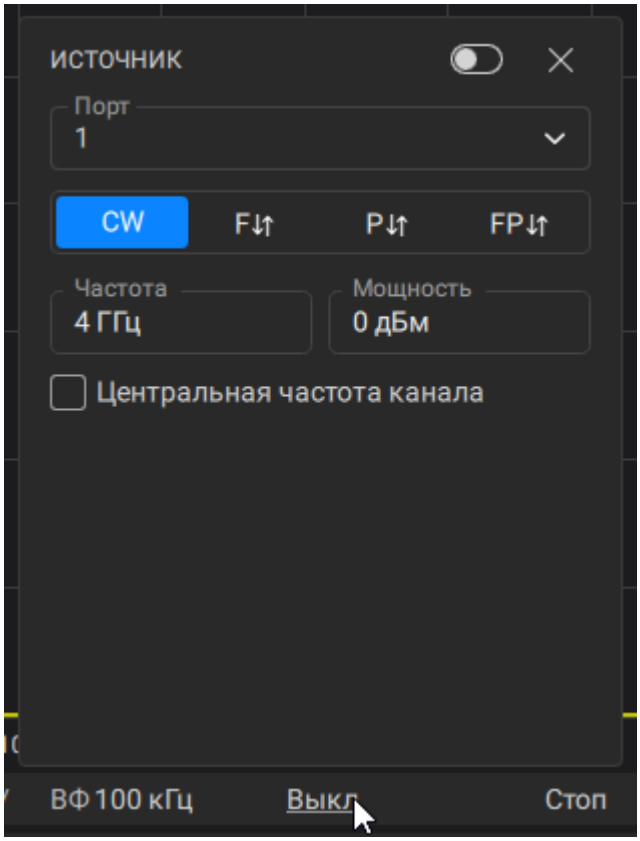


9. Нажмите на поле **Кол-во сканирован** в аккордеоне МОЩНОСТЬ в подменю и введите требуемое значение.



ПРИМЕЧАНИЕ

Включить источник и установить параметры можно в строке состояния канала. Для этого щелкните левой кнопкой мыши по соответствующему полю в строке состояния канала (см. п. Строка состояния канала) и проведите настройку в появившемся окне:



Выключение источника

1. Нажмите кнопку **Источник** в меню.
2. Выключите переключатель **Источник** в подменю.

Формат прямоугольных координат

Настройка формата определяет, как измеренные данные будут отображены на диаграмме.

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

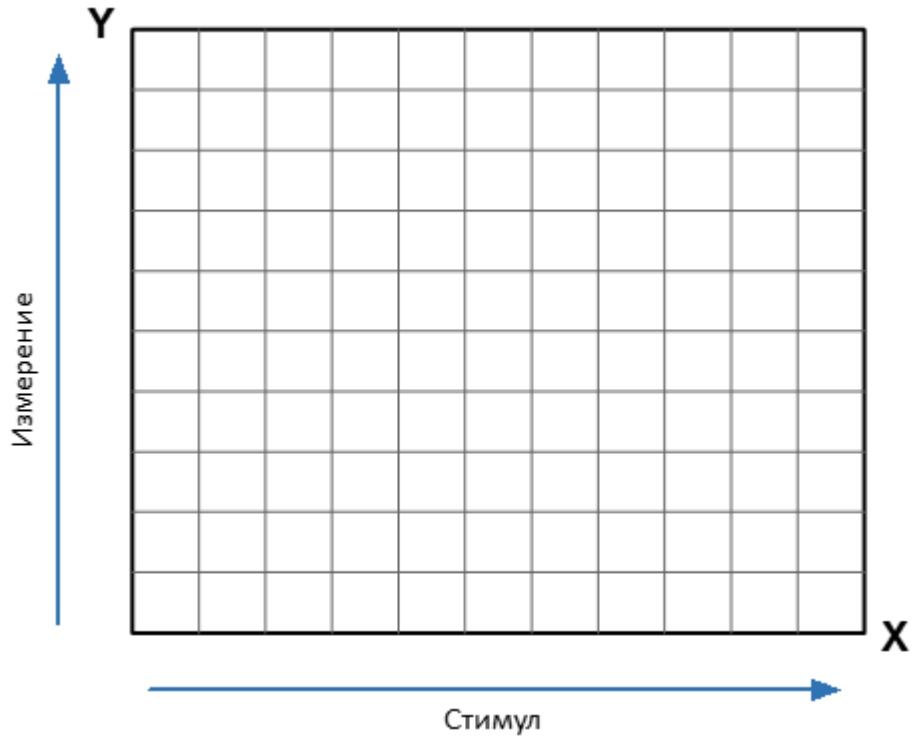


Рисунок 24 — Прямоугольные координаты

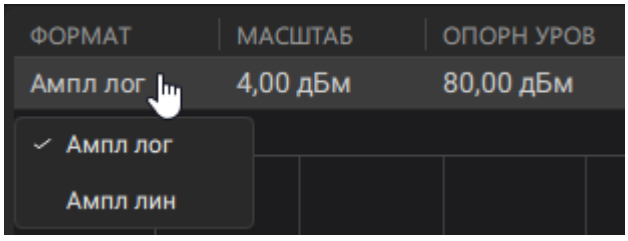
Наименование формата	Краткое наименование формата	Тип данных по оси Y	Единица измерения оси Y
Амплитуда в логарифмическом масштабе	**Ампл лог**	Модуль комплексного спектрального отсчета в логарифмическом масштабе: $A = 20 \cdot \log_{10}(\lvert X \rvert)$, X — комплексный спектральный отсчет	Децибел от милливатта (дБм)
Амплитуда в линейном масштабе	**Ампл лин**	Модуль комплексного спектрального отсчета	Ватт (Вт)

Установка формата прямоугольных координат

1. Нажмите кнопку **График** в меню.
2. В списке **Формат** в подменю выберите требуемый формат прямоугольных координат:
   - **Ампл лог** — амплитуда в логарифмическом масштабе;
   - **Ампл лин** — амплитуда в линейном масштабе;

SCPI CALCulate:FORMat

ПРИМЕЧАНИЕ Формат можно установить в менеджере графика. Для этого щелкните по соответствующему полю в менеджере графика и выберите формат:



Установка масштаба графика

В данном разделе описывается, как настроить масштаб для отображения данных на экране графика.

Параметры установки масштаба зависят от выбранного формата отображения данных. Подробное описание настроек масштаба см. в п. Масштаб прямоугольных координат.

Для формата возможно применение функции автомасштабирования.

Масштаб

Масштаб прямоугольных форматов устанавливается с помощью следующих параметров (см. рисунок ниже):

- цена деления сетки;
- величина опорного уровня;
- положение опорной линии;
- число делений сетки.

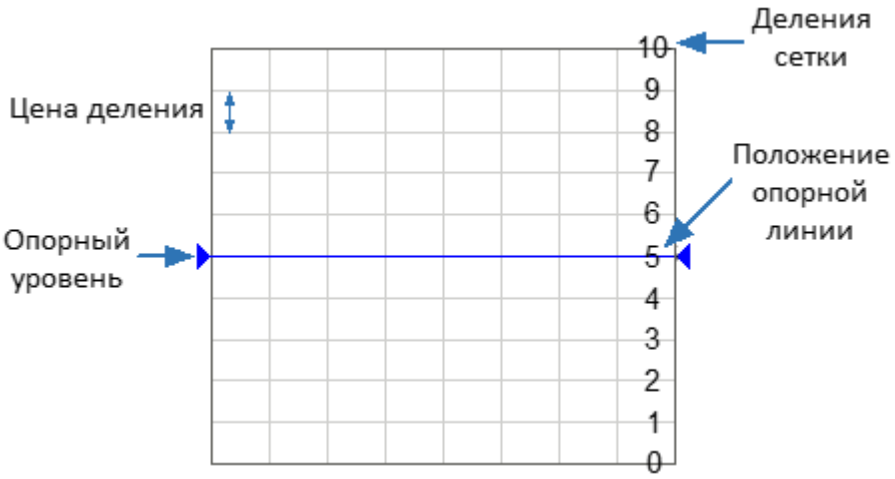


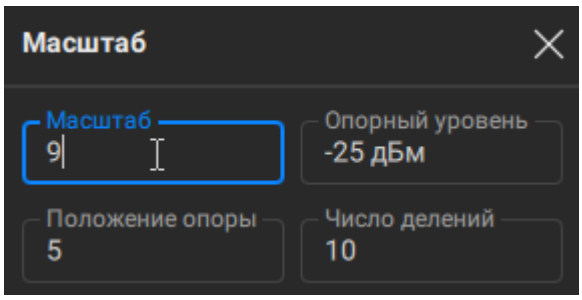
Рисунок 25 — Масштаб прямоугольных координат

Установка масштаба прямоугольных координат

1. Нажмите кнопку **Масштаб** в меню.
2. Установите требуемый формат прямоугольных координат (см. п. Формат прямоугольных координат).

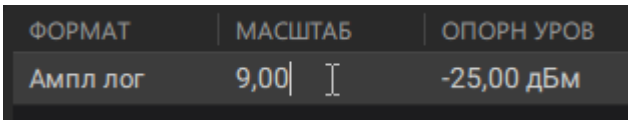
3. Введите значения параметров масштаба в соответствующие поля в подменю:

- **Масштаб** — цена деления;
- **Опорный уровень** — значение опорного уровня;
- **Число делений** — число делений сетки;
- **Положение опоры** — положение опорной линии.



SCPI DISPlay:WINDow:TRACe:Y:PDIVision,
DISPlay:WINDow:TRACe:Y:RLEVel,
DISPlay:WINDow:TRACe:Y:RPOSition

ПРИМЕЧАНИЕ Параметры масштаба можно установить в менеджере графика. Для этого щелкните по соответствующему полю в менеджере графика и введите параметр в открывшемся окне:

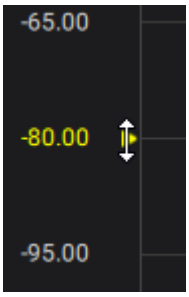


Также параметры масштаба могут быть установлены на диаграмме:

- для установки параметра **Масштаб** наведите указатель на вертикальную ось и прокрутите колесико мыши (см. рисунок ниже). Движение вверх увеличивает масштаб, движение вниз — уменьшает;
- для установки параметра **Опорный уровень** наведите курсор на вертикальную ось, нажав левую кнопку мыши, двигайте указатель вверх или вниз (см. рисунок ниже). Движение вверх увеличивает значение опорной линии, движение вниз — уменьшает;



- для установки параметра **Положение опоры** наведите указатель на значок "▶" или "◀" на вертикальной шкале до появления стрелки (см. рисунок ниже), нажав левую кнопку мыши, двигайте указатель вверх или вниз. Знак опорной линии будет перемещаться вслед за указателем мыши, перетащите его в нужное положение.



Функция автомасштабирования

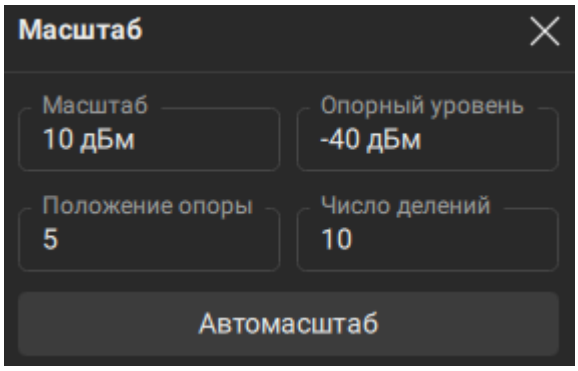
Функция автомасштабирования настраивает масштаб графика таким образом, чтобы график измеряемой величины полностью укладывался в диаграмму, занимая большую ее часть.

В прямоугольных координатах функцией подстраиваются два параметра: цена деления и опорный уровень.

Применение функции автоматического масштабирования

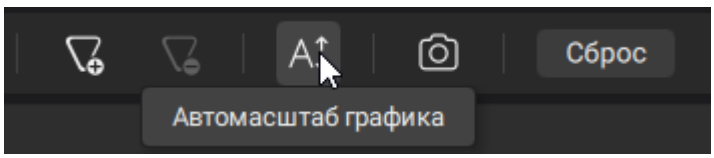
1. Нажмите кнопку **Масштаб** в меню.

2. Нажмите кнопку **Автомасштаб** в подменю для автомасштабирования активного графика.



SCPI DISPlay:WINDow:TRACe:Y:AUTO

ПРИМЕЧАНИЕ Автомасштаб графика можно применить в панели быстрого доступа:



Фильтрация

В данном разделе описываются различные способы фильтрации, применяемые для оптимизации измерений:

- усреднение результатов измерения за несколько циклов сканирования, позволяющее увеличить отношение сигнал/шум и расширить динамический диапазон измерений. Усреднение не увеличивает время цикла сканирования, но результат усреднения достигается после выполнения заданного количества циклов сканирования, что приводит к увеличению общего времени измерения (см. п. Установка усреднения).

Установка усреднения

Усреднение производится в каждой точке измерения за несколько циклов сканирования. С каждым новым циклом увеличивается отношение сигнал/шум и расширяется динамический диапазон измерения. Усреднение не вносит нелинейных искажений в результат измерений.

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

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

где M_i — результат усреднения на i – цикле сканирования,

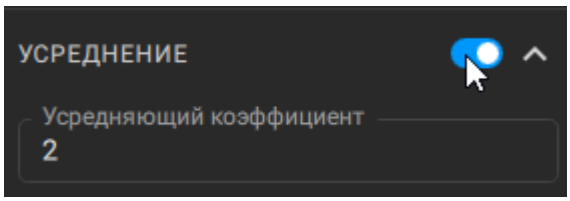
S_i — значение измеряемой величины (S-параметра) на i – цикле сканирования,

N — заданный фактор усреднения от 1 до 999, чем выше фактор, тем сильнее степень усреднения.

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

Включение усреднения и установка фактора усреднения

1. Нажмите кнопку **График** в меню.
2. Включите переключатель в аккордеоне УСРЕДНЕНИЕ в подменю.
3. Нажмите на поле **Усредняющий коэффициент** и введите требуемое значение параметра.



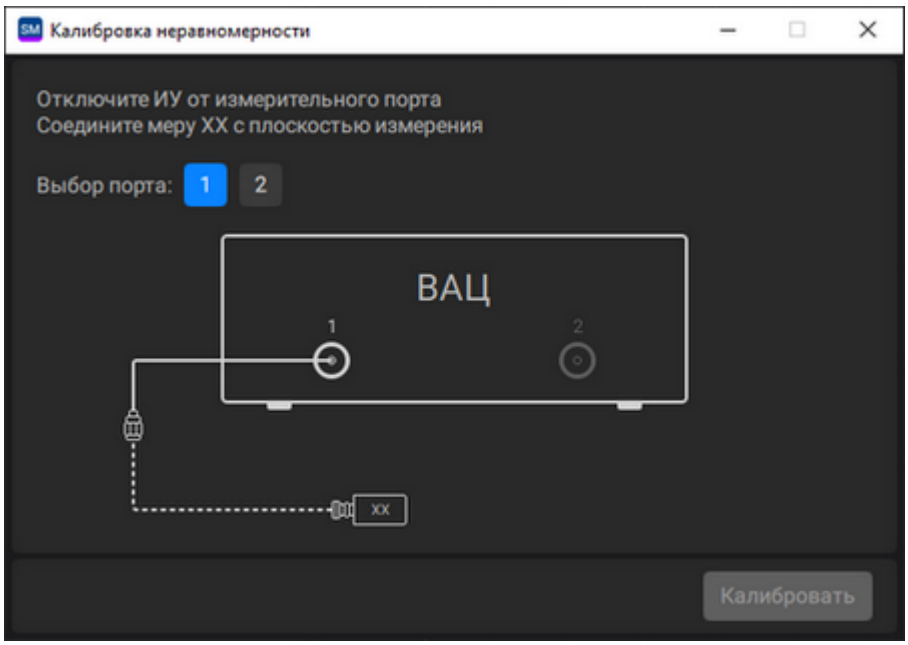
Калибровка

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

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

Проведение калибровки

1. Нажмите кнопку **Калибровка** в меню.
2. Нажмите кнопку **Калибровка неравномерности**.
3. Проведите калибровку следуя инструкции в появившемся окне.



Анализ данных измерений

В данном разделе описываются математические инструменты для анализа и преобразования параметров спектра сигнала:

- маркеры — программный инструмент для считывания в выбранных точках графика значения стимула и измеряемой величины. Маркерные функции выполняют поиск на графике, вычисление параметров графика, настройку стимула по положению маркеров;
- функция памяти графика — инструмент для запоминания данных измерений и осуществления математических операций между данными памяти и данными текущего измерения.

Маркеры

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

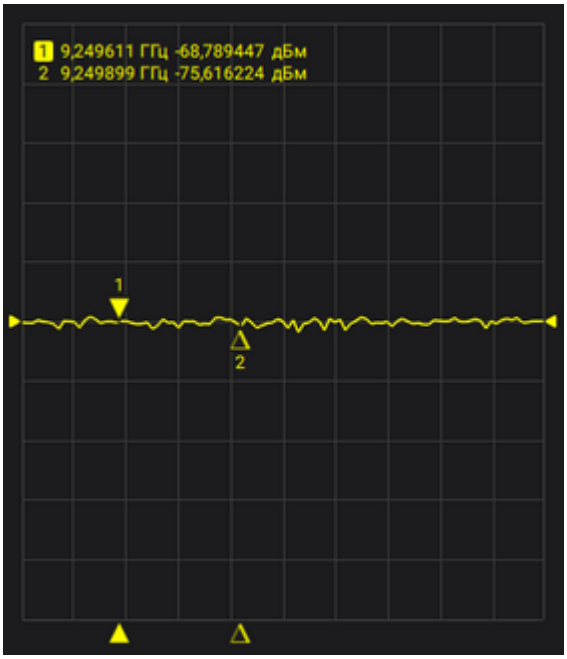


Рисунок 26 — Два маркера на графике

Маркеры позволяют решать следующие задачи:

- считывание абсолютных значений измеряемой величины и сканирования в конкретных точках графика;
- поиск на графике минимума, максимума, пиков или целевого уровня;
- вычисление различных параметров графика (маркерная статистика, поиск ширины полосы);
- изменение параметров сканирования с использованием положения маркеров (старт, стоп, центр и др.).

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

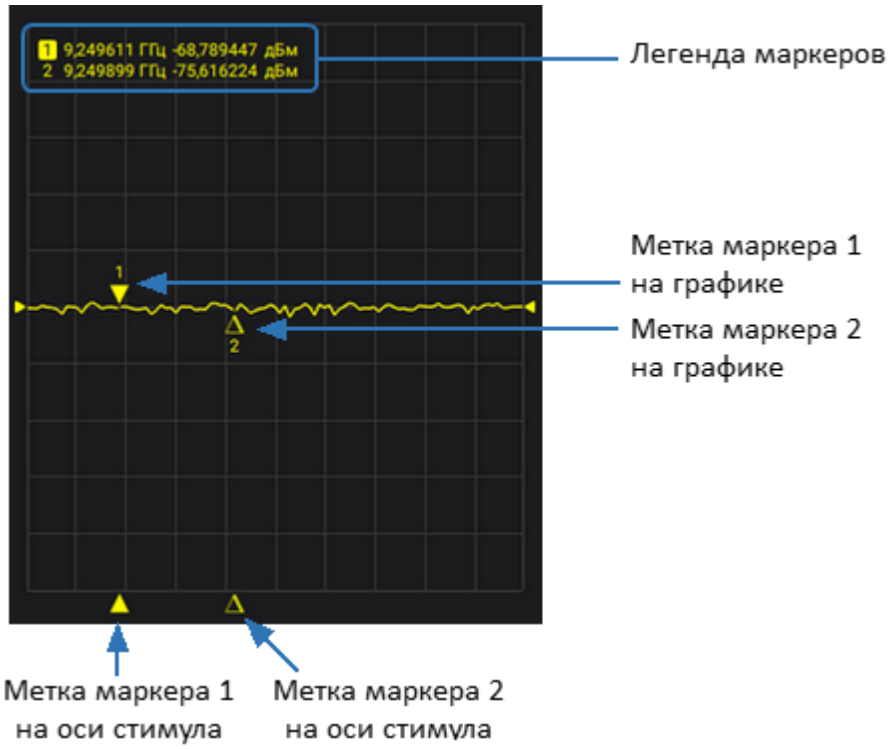


Рисунок 27 — Отображение маркера на диаграмме

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

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

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

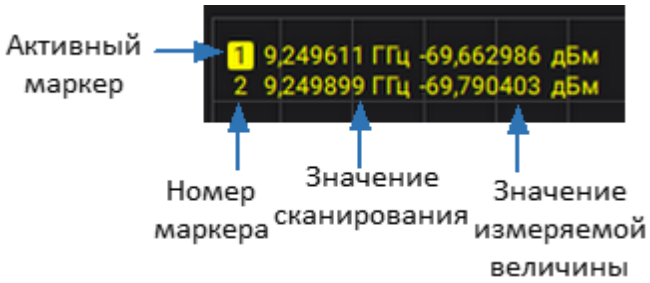


Рисунок 28 — Легенда маркеров

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

В прямоугольных координатах маркер показывает одно значение измеряемого параметра по оси Y в текущем формате (см. таблицу ниже);

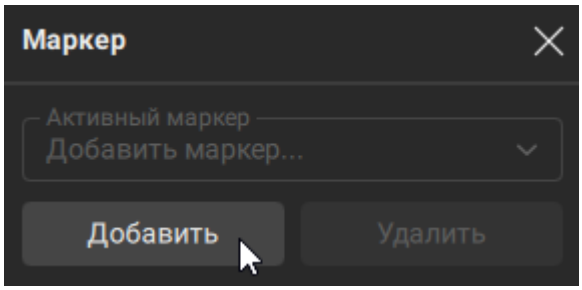
Таблица 4 — Измеряемые величины маркера в прямоугольном формате

Наименование формата	**Краткое наименование формата**	**Тип данных по оси Y**	**Единица измерения оси Y**
Амплитуда в логарифмическом масштабе	**Ампл лог**	Модуль комплексного спектрального отсчета в логарифмическом масштабе: $A = 20 \cdot \log_{10}(\lvert X \rvert)$, X — комплексный спектральный отсчет	Децибел от милливатта (дБм)
Амплитуда в линейном масштабе	**Ампл лин**	Модуль комплексного спектрального отсчета	Ватт (Вт)

Добавление маркера

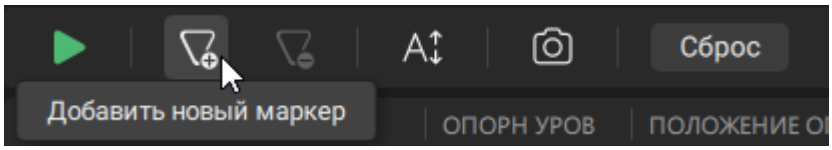
1. Нажмите кнопку **Маркер** в меню.

2. Нажмите кнопку **Добавить** в подменю.



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

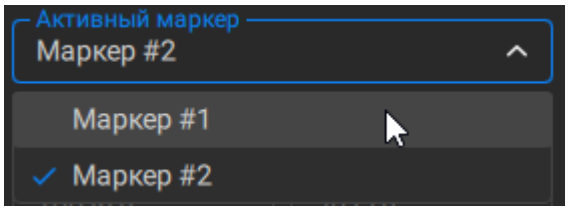
ПРИМЕЧАНИЕ Маркер можно добавить с помощью [панели быстрого доступа](#).



Выбор активного маркера

1. Нажмите кнопку **Маркер** в меню.

2. Нажмите на список **Активный маркер** в подменю и выберите маркер из списка.



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

ПРИМЕЧАНИЕ

Значение сканирования маркера может быть установлено перемещением мышью и вводом с помощью клавиатуры в поле данных маркеров.

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



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

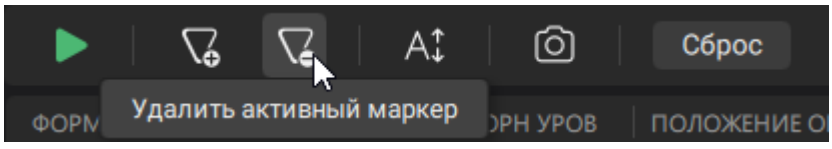


Удаление маркера

1. Нажмите кнопку **Маркер** в меню.
2. Нажмите на список **Активный маркер** в подменю и выберите маркер из списка.
3. Нажмите кнопку **Удалить** в подменю.

ПРИМЕЧАНИЕ

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



Свойства маркеров

В данном разделе описаны следующие свойства маркеров:

- дискретизация маркера — включает режим перемещения маркера только по установленным значениям стимула;
- вид метки маркера — изменяет отображение данных маркера на графике, а также включение линии, соответствующей значению маркера.

Дискретизация маркера

По умолчанию маркер можно перемещать по интерполированным значениям стимула. Для перемещения маркера только по установленным значениям стимула (по точкам измерения) следует включить дискретный режим маркера.

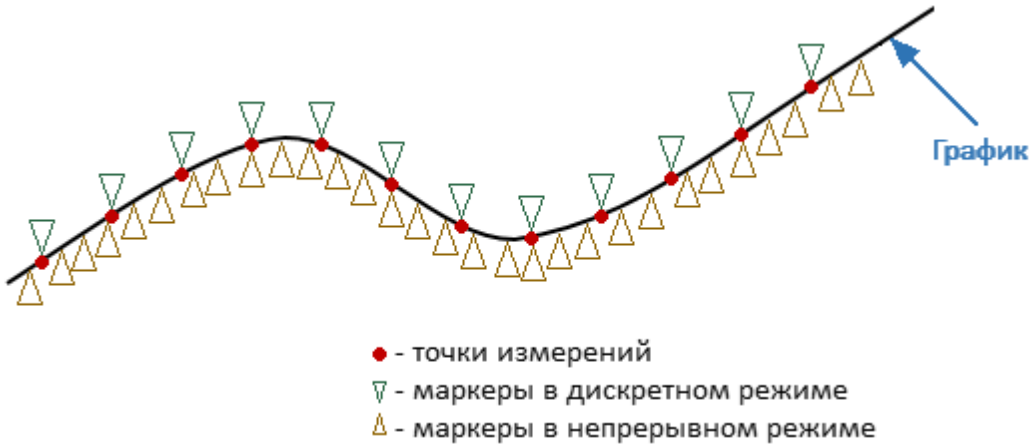
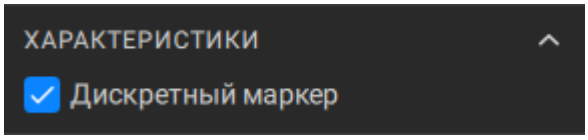


Рисунок 29 — Дискретный и непрерывный режимы маркера

Включение дискретного режима маркера

1. Нажмите кнопку **Маркер** в меню.

2. Установите флажок **Дискретный маркер** в аккордеоне ХАРАКТЕРИСТИКИ в подменю.



Вид метки маркера

По умолчанию для каждого маркера метка на графике отображается в виде треугольника, а ярлык маркера не отображается (см. п. Маркеры). Для каждого маркера возможно изменить вид метки маркера.

Метка каждого маркера может быть в виде: треугольника, горизонтальной или вертикальной линии (см. рисунок ниже).

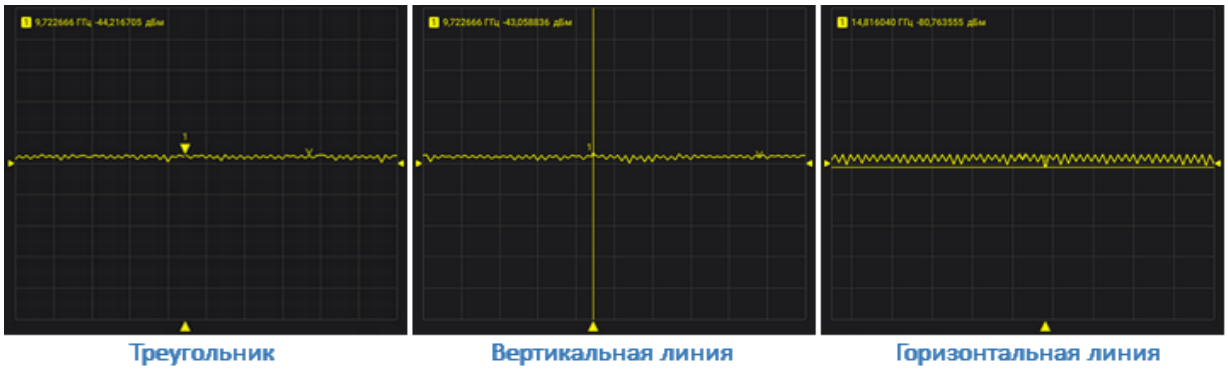
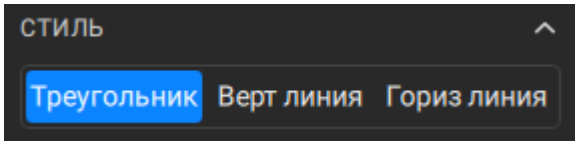


Рисунок 30 — Вид метки маркера

Выбор метки маркера

1. Нажмите кнопку **Маркер** в меню.
2. Выберите маркер (см. п. Выбор активного маркера).
3. Нажмите кнопку **Треугольник | Верт линия | Гориз линия** в переключателе в аккордеоне СТИЛЬ в подменю.



Функции поиска положения маркеров

Функция поиска положения маркеров позволяет найти на графике следующие заданные значения отклика и поместить в эту точку маркер:

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

В разделе так же описаны режим непрерывного поиска положения маркера (см. п. Режим слежения) и функция устанавливающая диапазон маркерного поиска (см. п. Ограничение диапазона поиска)

Поиск максимума и минимума

Функция поиска максимума или минимума находит максимальное или минимальное значение измеряемого параметра и перемещает маркер в эту точку на графике (см. рисунок ниже).

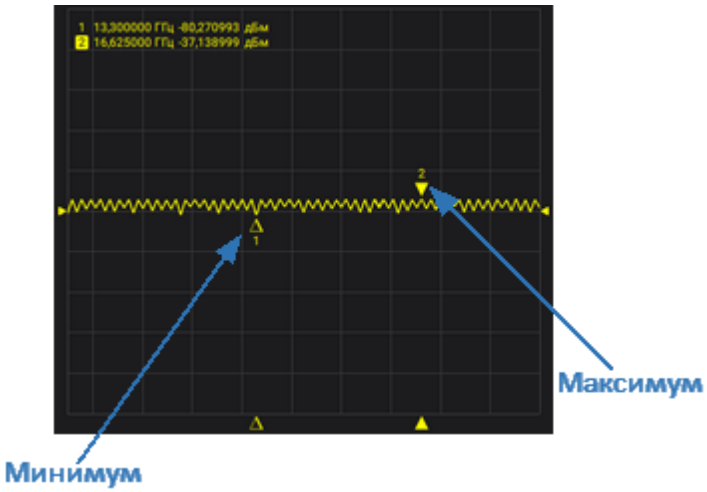
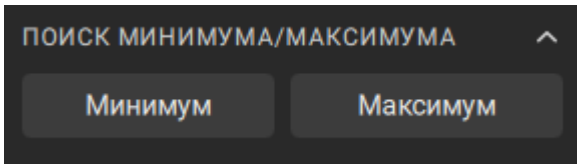


Рисунок 31 — Поиск максимума или минимума

Поиск максимальных и минимальных значений на графике

1. Выберите маркер (см. п. Выбор активного маркера).
2. Нажмите кнопку **Поиск** в меню.
3. Для однократного поиска нажмите кнопку **Максимум** или **Минимум** в аккордеоне ПОИСК МИНИМУМА/МАКСИМУМА в подменю.



Поиск пика

Функция находит пиковое значение измеряемой величины с заданной полярностью и перемещает маркер в эту точку на графике. **Пик** – это локальный экстремум функции.

Пик является **положительным**, если значение в точке пика превышает значения в соседних точках (см. рисунок ниже).

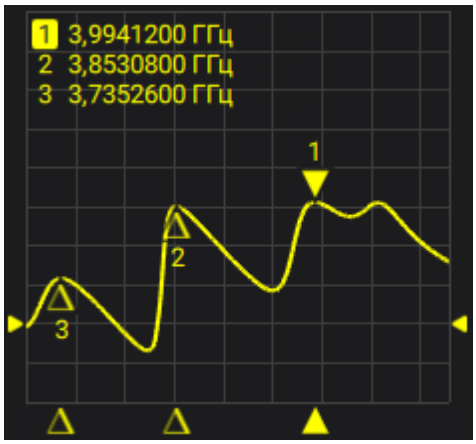


Рисунок 32 — Пример положительных пиков

Пик является **отрицательным**, если значение в точке пика меньше, чем значения в соседних точках (см. рисунок ниже).

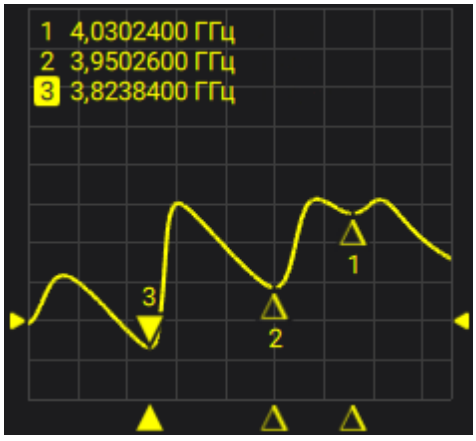


Рисунок 33 — Пример отрицательных пиков

Пиковым отклонением называется наименьший модуль разности измеряемой величины между точкой пика и двумя соседними пиками противоположной полярности.

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

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

Возможны следующие варианты поиска пика:

- поиск ближайшего пика;
- поиск наибольшего пика;
- поиск пика слева;
- поиск пика справа;
- поиск множества пиков.

Ближайший пик – это самый близкий пик к текущему положению маркера по оси сканирования.

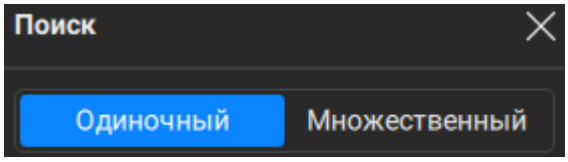
Наибольший пик – это пик с максимальным или минимальным значением, в зависимости текущих установок полярности пика.

ПРИМЕЧАНИЕ	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.

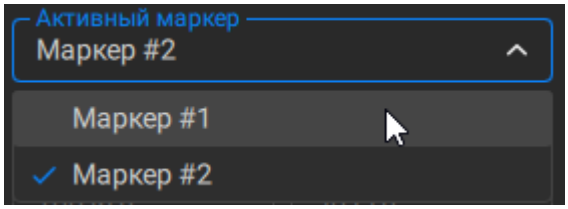
Установка параметров и включение функции одиночного поиска пика

1. Нажмите кнопку **Поиск** в меню.

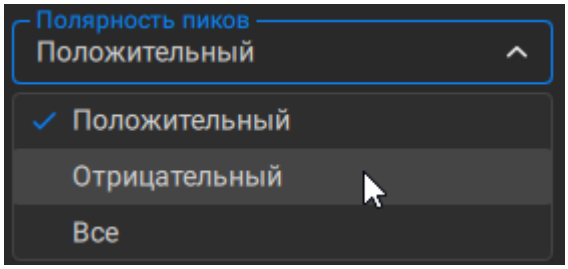
2. Нажмите кнопку **Одиночный** в подменю.



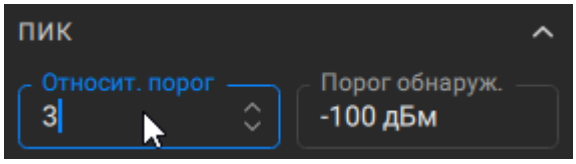
3. Выберите активный маркер в подменю.



4. Нажмите на списке **Полярность пиков** и выберите полярность пиков в аккордеоне ПИК в подменю.



5. Щелкните по полю **Относит порог** и введите значение отклонения в аккордеоне ПИК в подменю.

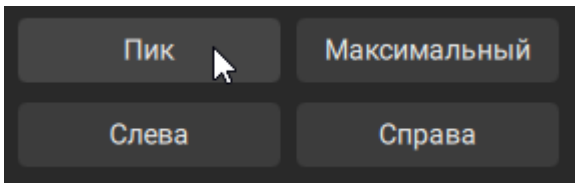


6. Щелкните по полю **Порог обнаруж** и введите значение отклонения в аккордеоне ПИК в подменю.



7. Для однократного поиска нажмите на одну из кнопок в аккордеоне ПИК в подменю:

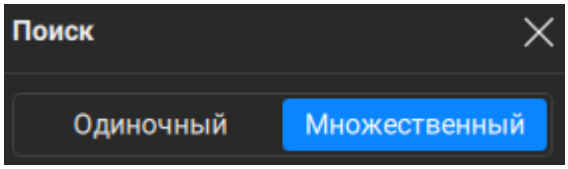
- **Пик** — поиск положения ближайшего пика.
- **Максимальный** — поиск положения наибольшего пика.
- **Слева** — поиск пика слева от маркера.
- **Справа** — поиск пика справа от маркера.



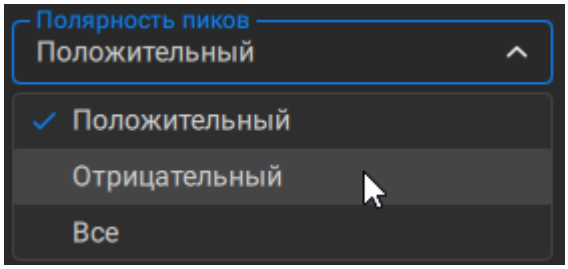
Установка параметров и включение функции множественного поиска пика

1. Нажмите кнопку **Поиск** в меню.

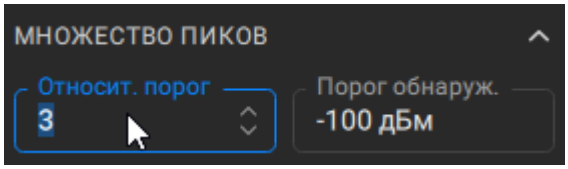
2. Нажмите кнопку **Множественный** в подменю.



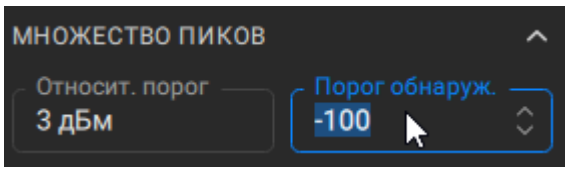
3. Нажмите на списке **Полярность пиков** и выберите полярность пиков в аккордеоне МНОЖЕСТВО ПИКОВ в подменю.



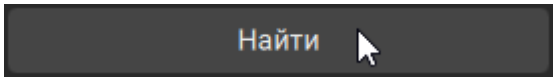
4. Щелкните по полю **Относит порог** и введите значение отклонения в аккордеоне МНОЖЕСТВО ПИКОВ в подменю.



5. Щелкните по полю **Порог обнаруж** и введите значение отклонения в аккордеоне МНОЖЕСТВО ПИКОВ в подменю.



6. Нажмите кнопку **Найти** в аккордеоне МНОЖЕСТВО ПИКОВ в подменю.



Поиск целевого уровня

Функция находит значение измеряемой величины, соответствующее заданному (целевому) уровню и перемещает маркер в эту точку на графике.

В точках пересечения линии целевого уровня график функции может иметь два типа 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.

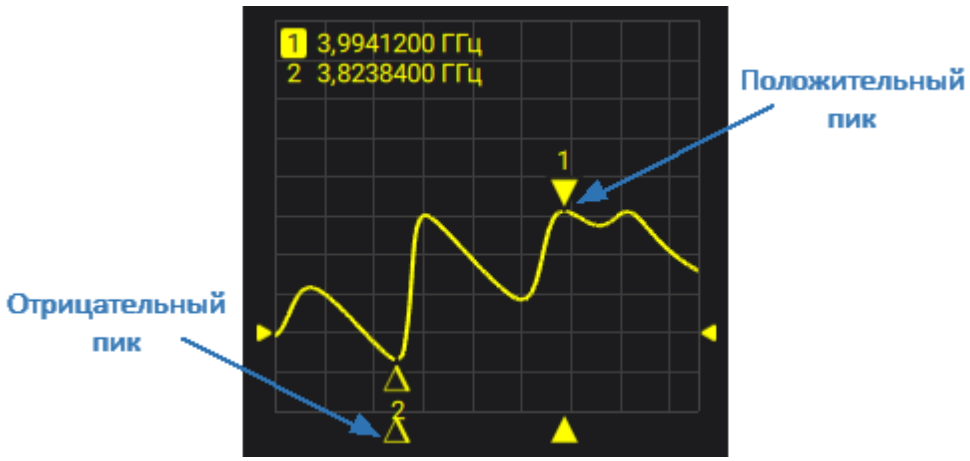


Рисунок 34 — Поиск целевого уровня

Поиск выполняется только для тех точек пересечения графика с целевым уровнем, которые имеют заданную полярность перехода (положительную, отрицательную, или обе полярности).

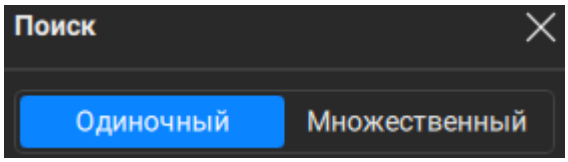
Доступны следующие варианты поиска целевого уровня:

- поиск ближайшей цели;
- поиск цели слева;
- поиск цели справа;
- поиск множества целей.

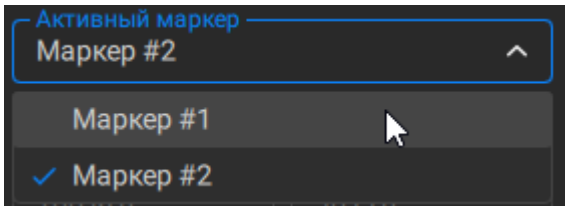
Установка параметров и включение функции поиска целевого уровня

1. Нажмите кнопку **Поиск** в меню.

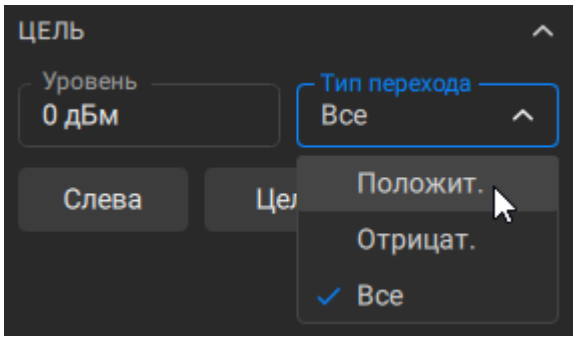
2. Нажмите кнопку **Одиночный** в подменю.



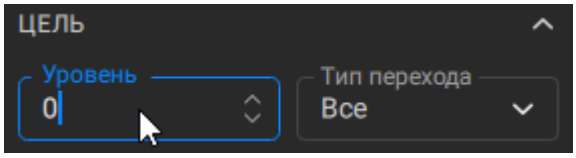
3. Выберите активный маркер в подменю.



4. Нажмите на список **Тип перехода** и выберите полярность пиков в аккордеоне ЦЕЛЬ в подменю.

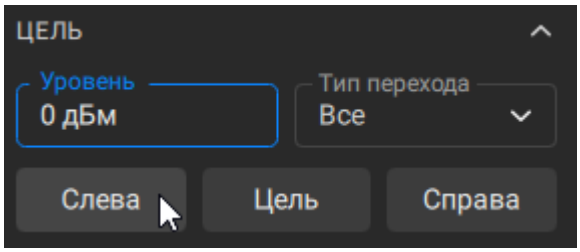


5. Щелкните по полю **Уровень** и введите значение отклонения в аккордеоне ЦЕЛЬ в подменю.



6 Для однократного поиска нажмите на одну из кнопок под переключателем:

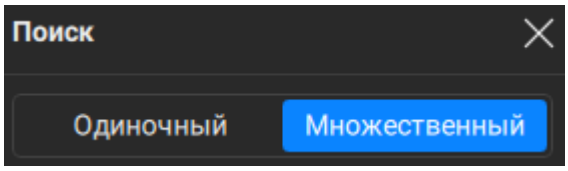
- **Слева** — поиск целевого значения слева от маркера.
- **Цель** — поиск положения ближайшей цели.
- **Справа** — поиск целевого значения справа от маркера.



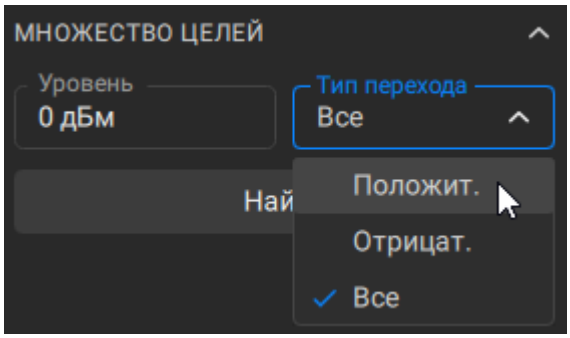
Установка параметров и включение функции поиска целевого уровня

1. Нажмите кнопку **Поиск** в меню.

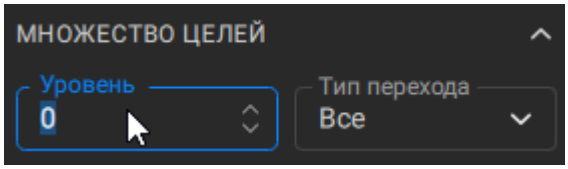
2. Нажмите кнопку **Множественный** в подменю.



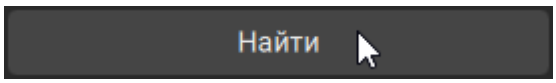
3. Нажмите на список **Тип перехода** и выберите полярность пиков в аккордеоне МНОЖЕСТВО ЦЕЛЕЙ в подменю.



4. Щелкните по полю **Уровень** и введите значение отклонения в аккордеоне МНОЖЕСТВО ЦЕЛЕЙ в подменю.



5. Нажмите кнопку **Найти** в аккордеоне МНОЖЕСТВО ЦЕЛЕЙ в подменю.



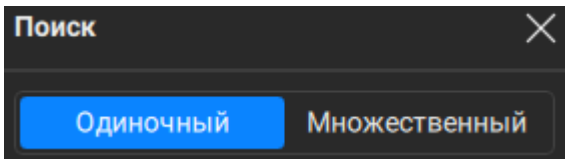
Режим слежения

По умолчанию функции маркерного поиска выполняют однократный запуск после нажатия на любую кнопку поиска. При включении режима слежения осуществляется непрерывный поиск положения маркера, пока данный режим не будет отключен.

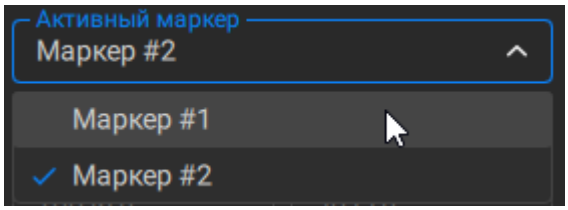
Включение режима слежения при одиночном поиске

1. Нажмите кнопку **Поиск** в меню.

2. Нажмите кнопку **Одиночный** в подменю.

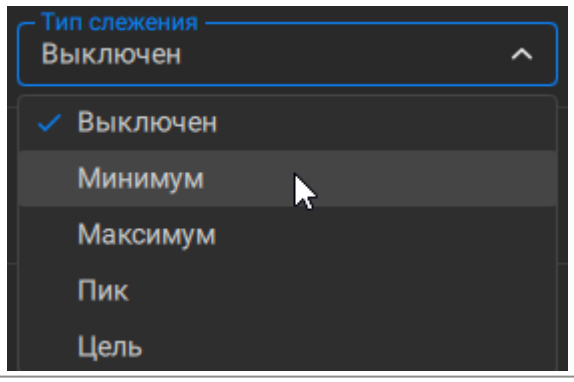


3. Нажмите на список **Активный маркер** в подменю и выберите маркер из списка.



4. Нажмите на список **Тип слежения** и выберите тип слежения в подменю.

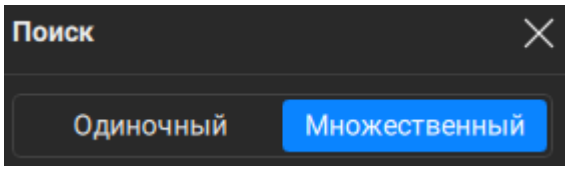
ПРИМЕЧАНИЕ — Для поиска целевого уровня, установите необходимые параметры (см. п. Поиск целевого уровня), для поиска пика, установите необходимые параметры (см. п. Поиск пика)



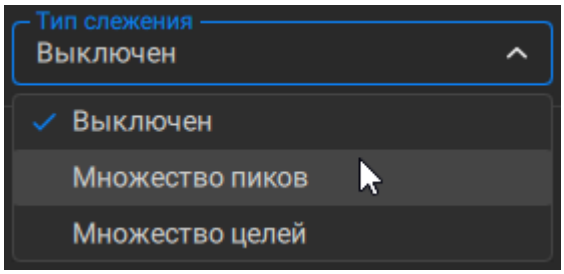
Включение режима слежения при множественном поиске

1. Нажмите кнопку **Поиск** в меню.

2. Нажмите кнопку **Множественный** в подменю.



3. Нажмите на список **Тип слежения** и выберите тип слежения в подменю.



Ограничение диапазона поиска

При осуществлении поиска положения маркеров возможно ограничить диапазон поиска заданными границами стимула. Данная функция обладает следующими дополнительными возможностями:

- включение связанности границ – устанавливаются единые границы стимула для графика канала;
- включение индикации границ поиска в виде вертикальных линий.

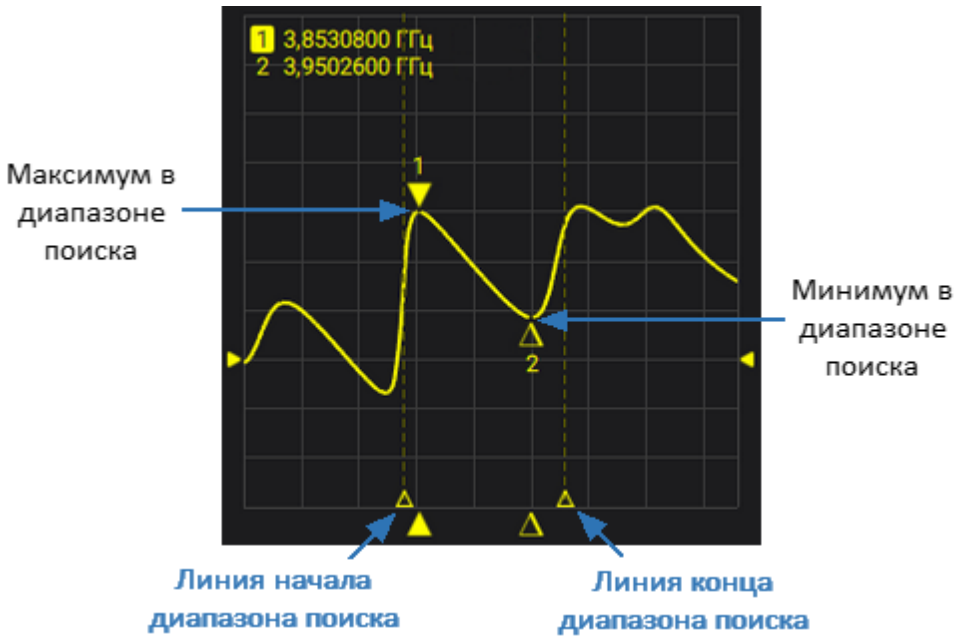


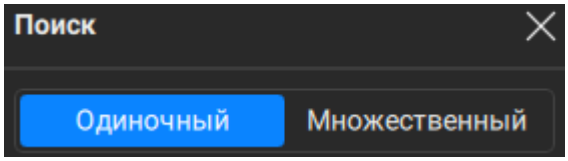
Рисунок 35 — Диапазон поиска

Установка параметров и включение одиночного поиска в заданном диапазоне

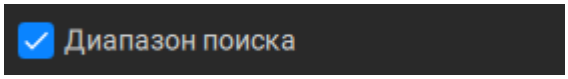
---

1. Нажмите кнопку **Поиск** в меню.

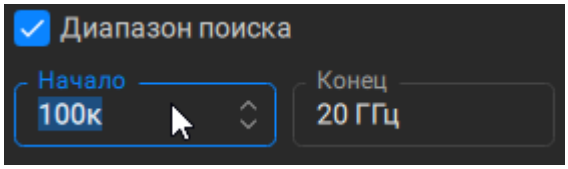
2. Нажмите кнопку **Одиночный** в подменю.



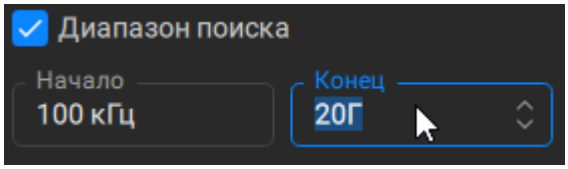
3. Установите флажок **Диапазон поиска** в подменю.



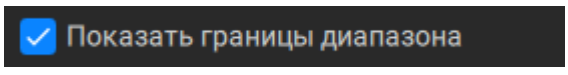
4. Щелкните по полю **Начало** и введите значение начала границы диапазона поиска.



5. Щелкните по полю **Конец** и введите значение конца границы диапазона поиска.



6. Для отображения границ на диаграмме установите флажок **Показать границы диапазона** в подменю.



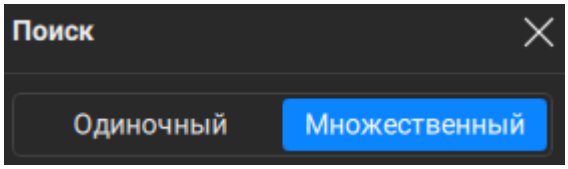
7. Выполните поиск положения маркера (см. пп. Поиск максимума или минимума, Поиск пика, Поиск целевого уровня).

Установка параметров и включение множественного поиска в заданном диапазоне

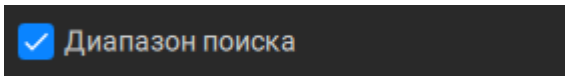
---

1. Нажмите кнопку **Поиск** в меню.

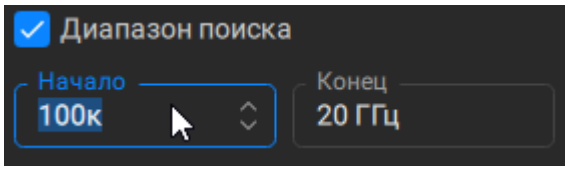
2. Нажмите кнопку **Множественный** в подменю.



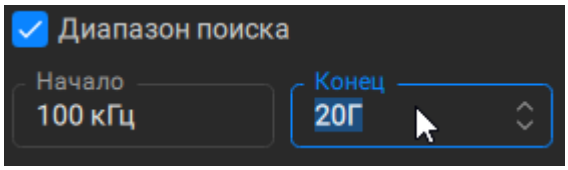
3. Установите флажок **Диапазон поиска** в подменю.



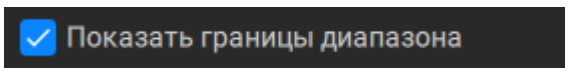
4. Щелкните по полю **Начало** и введите значение начала границы диапазона поиска.



5. Щелкните по полю **Конец** и введите значение конца границы диапазона поиска.

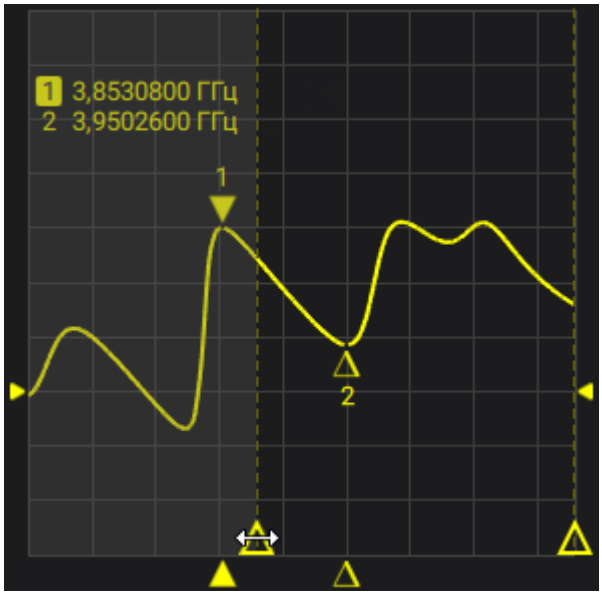


6. Для отображения границ на диаграмме установите флажок **Показать границы диапазона** в подменю.



7. Выполните поиск положения маркера (см. пп. Поиск пика, Поиск целевого уровня).

ПРИМЕЧАНИЕ Для установки границ на диаграмме наведите указатель мыши на метку начала или конца поиска на оси стимула, как показано на рисунке ниже, затем переместите метку в сторону. (на рисунке ниже показана настройка начала диапазона).



Маркерные вычисления

Маркерные вычисления – это математические функции, использующие маркеры для вычисления различных характеристик графика. К маркерным вычислениям относятся следующие функции:

- Статистика;
- Поиск в полосе;
- Поиск ширины полосы.

Статистика

Функция статистики вычисляет и отображает следующие параметры графика: среднее арифметическое значение, стандартное отклонение, фактор пик-пик. Диапазон вычисления может быть ограничен двумя маркерами (см. рисунок ниже).

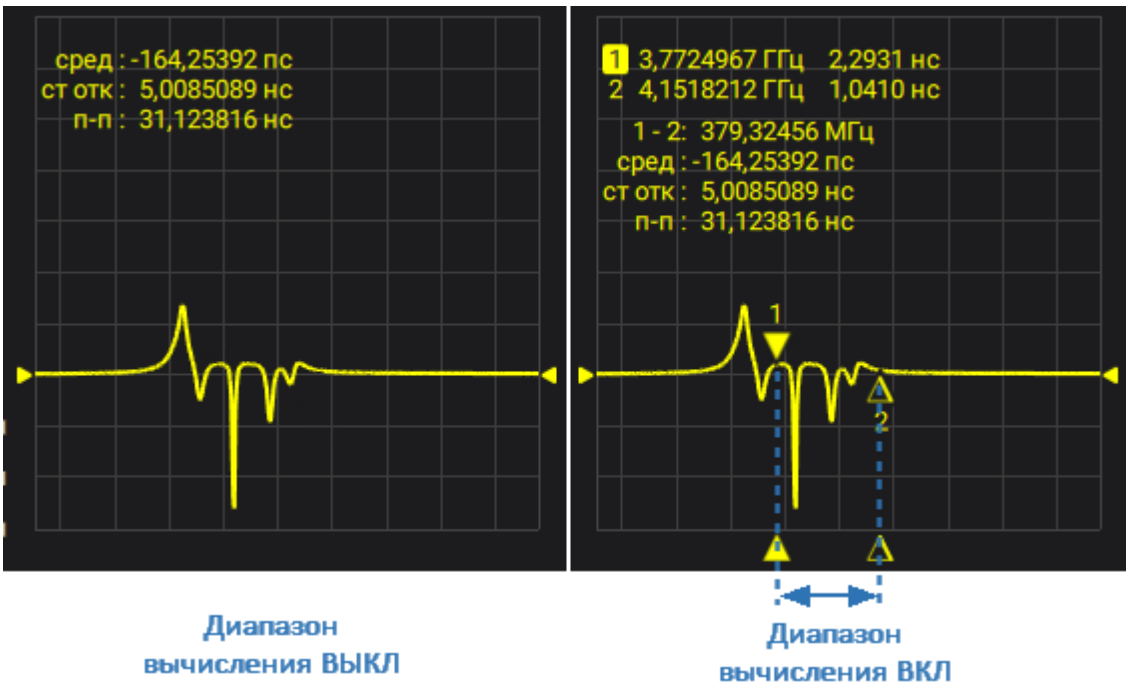


Рисунок 36 — Статистика

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	Max – Min

Установка параметров и включение функции статистики

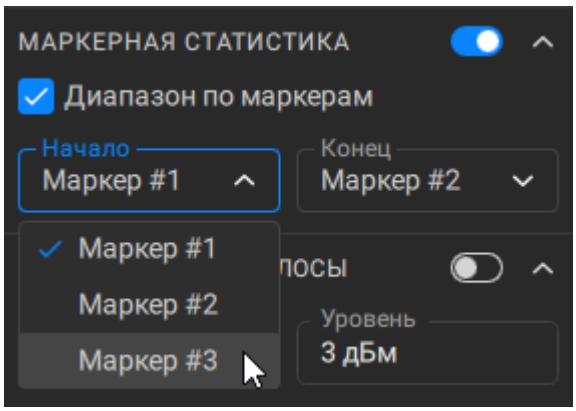
1. Нажмите кнопку **Функции маркеров** в меню.

2. Включите переключатель в аккордеоне МАРКЕРНАЯ СТАТИСТИКА в подменю.

   ПРИМЕЧАНИЕ — Если переключатель включен, то все статистические параметры будут отображаться на диаграмме (см. рисунок выше).

3. Для ограничения диапазона статистики двумя маркерами:

   - добавьте не менее 2 маркеров (см. п. Добавление маркера);
   - нажмите на список **Начала**, затем **Конец** и выберите маркеры начала и конца диапазона определения статистических параметров аккордеоне МАРКЕРНАЯ СТАТИСТИКА в подменю;
   - если необходимо отобразить диапазон статистики, заданный двумя маркерами, установите флажок **Диапазон по маркерам**.



Выключение функции статистики

1. Нажмите кнопку **Функции маркеров** в меню.

2. Выключите переключатель в аккордеоне МАРКЕРНАЯ СТАТИСТИКА в подменю.

Поиск ширины полосы

Поиск полосы производится относительно опорной точки, в качестве которой может быть выбран пик, либо активный маркер. Относительно значения графика в опорной точке определяются верхняя и нижняя частоты среза, в которых значение графика изменяется на величину заданного уровня поиска полосы (обычно –3 дБ).

Для найденной полосы функция определяет и отображает следующие параметры: ширина полосы, центр, нижняя и верхняя частота среза, добротность, потери.

Определение параметров полосы

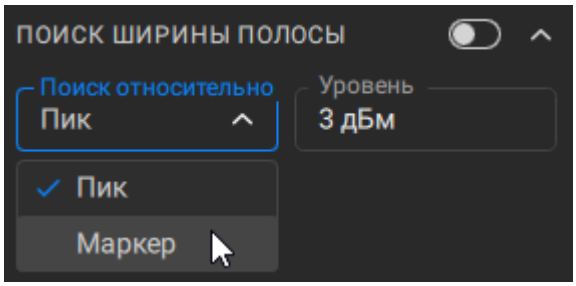
Наименование параметра	Обозначение	Определение	Формула
Полоса	**полоса**	Разность между верхней и нижней частотой среза.	F2 – F1
Центральная частота полосы	**центр**	Среднее значение между верхней и нижней частотой среза.	(F1+F2)/2
Нижняя частота среза	**низ**	Нижняя частота пересечения графика и уровня 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	**потери**	Значение графика в опорной точке поиска полосы.	—

Установка параметров и включение функции поиска полосы

1. Добавьте маркер (см. п. Добавление маркера).

2. Нажмите кнопку **Функции маркеров** в меню.

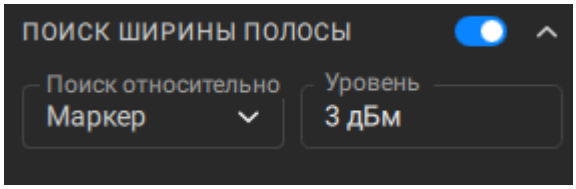
3. Нажмите на список **Поиск относительно** и выберите опорную точку поиска в аккордеоне ПОИСК ШИРИНЫ ПОЛОСЫ в подменю.



4. Нажмите на поле **Уровень** в аккордеоне ПОИСК ШИРИНЫ ПОЛОСЫ в подменю и введите значение уровня поиска.

5. Включите переключатель в аккордеоне ПОИСК ШИРИНЫ ПОЛОСЫ в подменю.

   ПРИМЕЧАНИЕ — Если переключатель включен, то все параметры поиска будут отображаться на диаграмме (см. рисунок выше).



Выключение функции поиска полосы

1. Нажмите кнопку **Функции маркеров** в меню.

2. Выключите переключатель в аккордеоне ПОИСК ШИРИНЫ ПОЛОСЫ в подменю.

Установка параметров с помощью маркеров

Функция позволяет установить следующие параметры канала, используя текущее положение маркера:

- нижнюю границу диапазона сканирования;
- верхнюю границу диапазона сканирования;
- центр диапазона сканирования;
- значение опорного уровня;

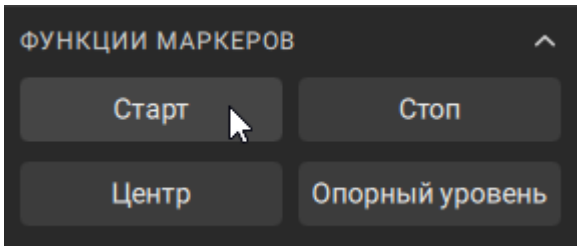
Установка границ диапазона стимула с помощью маркера

---

1. Нажмите кнопку **Маркер** в меню.

2. Выберите маркер (см. п. Выбор активного маркера).

3. Нажмите кнопку **Старт | Стоп | Центр** в аккордеоне ФУНКЦИИ МАРКЕРОВ в подменю.

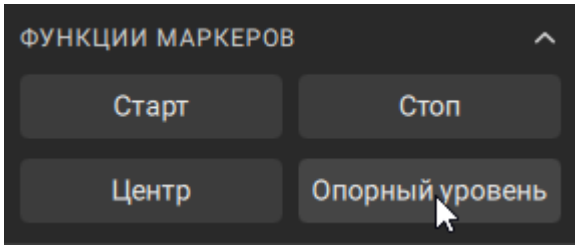


Установка опорного уровня с помощью маркера

1. Нажмите кнопку **Маркер** в меню.

2. Выберите маркер (см. п. Выбор активного маркера).

3. Нажмите кнопку **Опорный уровень** в аккордеоне ФУНКЦИИ МАРКЕРОВ в подменю.



Поиск в полосе

Мощность в полосе определяет суммарную мощность сигнала путем интегрирования спектральной мощности в заданной полосе частот с центром на частоте маркера.

Функция вычисления спектральной плотности шума определяет среднюю мощность шума, приходящуюся на полосу частот шириной 1 Гц, и отображает результат в дБм/Гц. Расчет выполняется на основе суммарной мощности шума, измеренной в заданной полосе частот вокруг маркера.

Занимаемая полоса частот осуществляет отображение частотного диапазона, содержащего заданный процент от общей мощности в полосе.

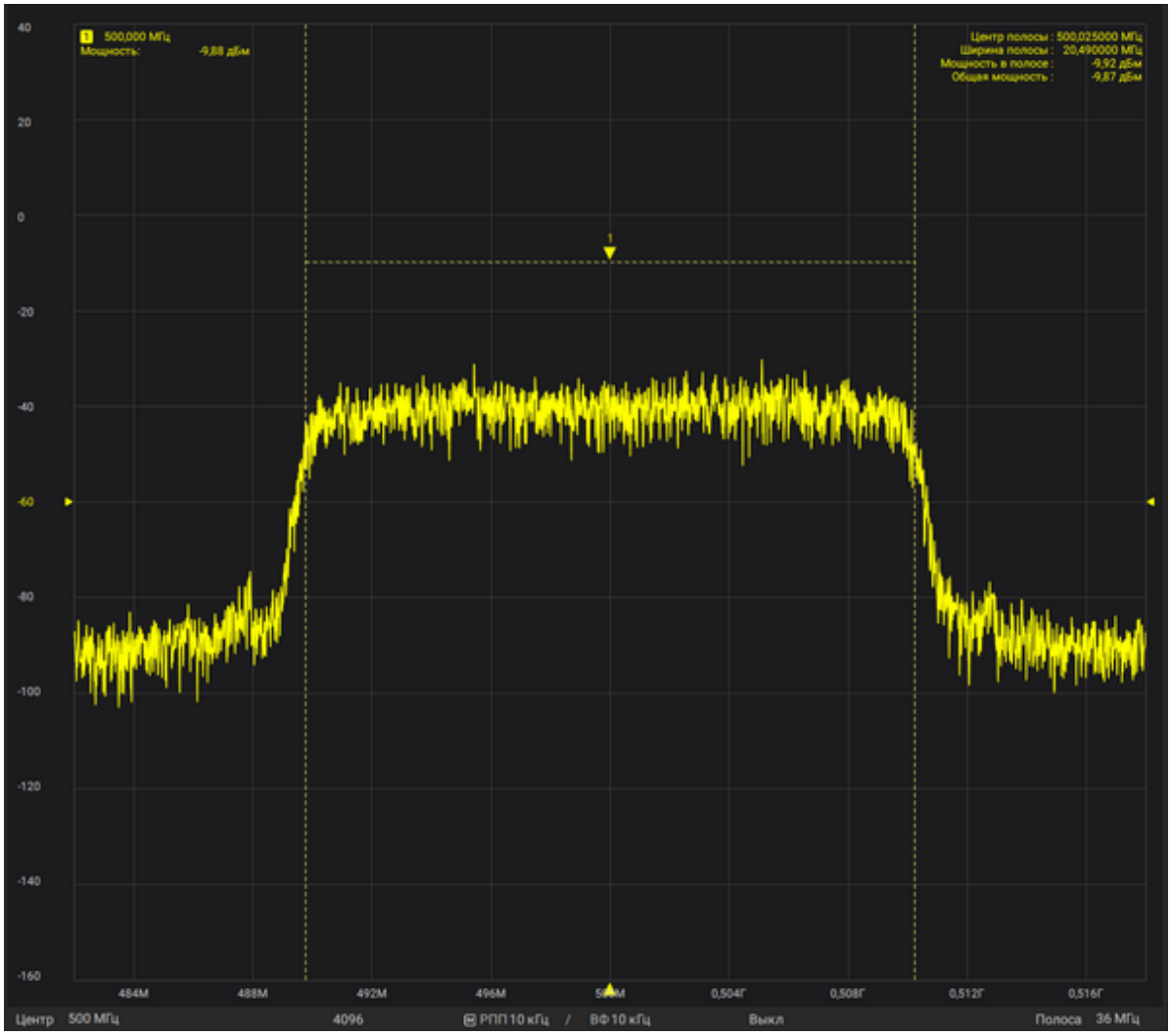
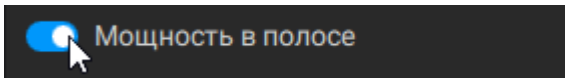


Рисунок 37 — Поиск в полосе

Включение функции мощность в полосе

1. Выберите маркер (см. п. Выбор активного маркера).
2. Нажмите кнопку **Поиск в полосе** в меню.
3. Включите переключатель **Мощность в полосе** в подменю.



Выключение функции мощность в полосе

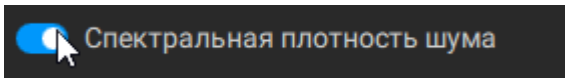
1. Выберите маркер (см. п. Выбор активного маркера).
2. Нажмите кнопку **Поиск в полосе** в меню.
3. Выключите переключатель **Мощность в полосе** в подменю.

Установка параметров и включение функции спектральная плотность шума

1. Выберите маркер (см. п. Выбор активного маркера).
2. Нажмите кнопку **Поиск в полосе** в меню.
3. Нажмите на поле **Ширина полосы** в подменю и введите значение ширины полосы.



4. Включите переключатель **Спектральная плотность шума** в подменю.



Выключение функции спектральная плотность шума

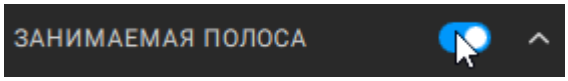
1. Выберите маркер (см. п. Выбор активного маркера).
2. Нажмите кнопку **Поиск в полосе** в меню.
3. Выключите переключатель **Спектральная плотность шума** в подменю.

Установка параметров и включение функции занимаемая полоса

1. Выберите маркер (см. п. Выбор активного маркера).
2. Нажмите кнопку **Поиск в полосе** в меню.
3. Нажмите на поле **Процент мощности** в аккордеоне ЗАНИМАЕМАЯ ПОЛОСА в подменю и введите значение процента мощности.



4. Включите переключатель **Занимаемая полоса** в подменю.



Выключение функции спектральная плотность шума

1. Выберите маркер (см. п. Выбор активного маркера).
2. Нажмите кнопку **Поиск в полосе** в меню.
3. Выключите переключатель **Занимаемая полоса** в подменю.

Функция памяти графика

Для графика измеренных данных можно создать связанный с ним график памяти. График памяти сохраняется в момент нажатия соответствующей программной кнопки или получения команды. После сохранения графика памяти на экране отображаются два графика — данных и памяти. Возможные варианты индикации графиков памяти и данных представлены в таблице ниже.

Индикация графика	**Индикация в менеджере графика**	**Настройки в программе**
Данные и память	**Данные и память**	Установлены флажки **Показывать данные** и **Показывать память**.
Память	**Память**	Установлен флажок **Показывать память**.
Данные	**Данные**	Установлен флажок **Показывать данные**.
Данные и память ВЫКЛ	**Выкл**	Флажки **Показывать данные** и **Показывать память** не установлены.

График памяти имеет тот же цвет, что и связанный с ним график данных, но его яркость уменьшена в два раза (см. рисунок ниже). Цвет и яркость графиков данных и памяти можно настроить (см. п. Настройка цвета графика).

График памяти используется для отображения сохраненных данных и математических операций между ним и графиком данных (подробнее см. п. Математические операции).

Фактически в памяти сохраняются комплексные данные измерений, а не их графическое представление, следовательно:

- математические операции выполняются между текущими и сохраненными данными;
- график памяти изменяется аналогично связанному с ним графику данных при изменении таких настроек, как формат и т. д.

К графику применяется функция сохранения графиков данных в памяти.

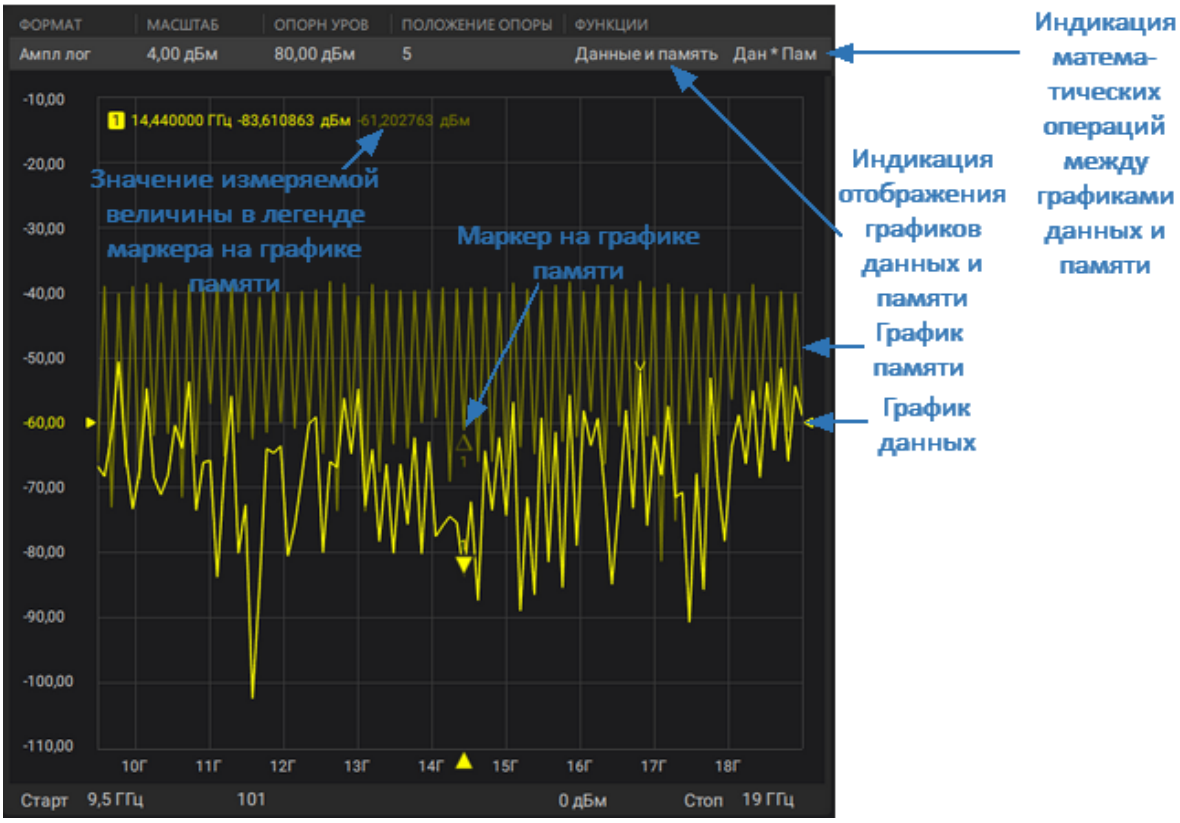


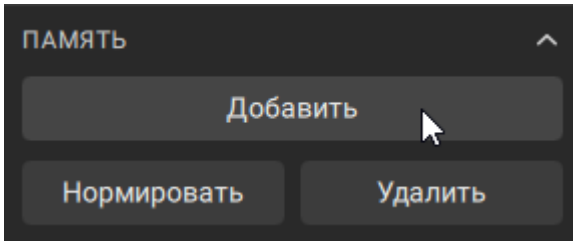
Рисунок 38 — График памяти на диаграмме

ПРИМЕЧАНИЕ Используйте функцию буфера памяти для увеличения количества графиков памяти для каждого графика данных. Для каждого графика данных может быть создано до 10 графиков памяти. Подробное описание см. в п. Буфер памяти.

ПРИМЕЧАНИЕ График памяти нельзя экстраполировать или интерполировать, поэтому при изменении частотного диапазона или типа сканирования, произведенных после запоминания, содержимое памяти становится неверным. При изменении количества точек измерения память автоматически очищается.

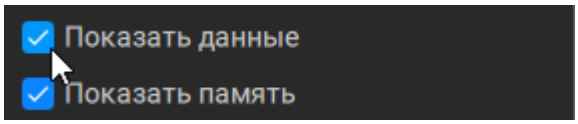
Сохранение графиков данных в памяти

1. Нажмите кнопку **График** в меню.
2. Нажмите кнопку **Добавить** в аккордеоне ПАМЯТЬ в подменю.



Выбор отображаемого графика

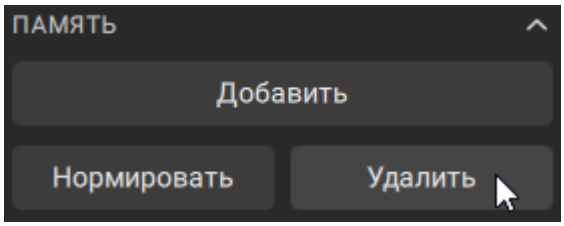
1. Нажмите кнопку **График** в меню.
2. Установите или снимите флажки **Показать данные** и **Показать память** в аккордеоне ПАМЯТЬ в подменю (см. таблицу выше).



Удаление графика из памяти

1. Нажмите кнопку **График** в меню.

2. Нажмите кнопку **Удалить** в аккордеоне ПАМЯТЬ в подменю.



Буфер памяти

Функция буфер памяти увеличивает для каждого графика данных количество связанных с ним графиков памяти. Графики памяти сохраняются в ячейках памяти, организованных в очередь типа FIFO ("первый пришел – первый ушел").

По умолчанию функция буфера памяти отключена, что эквивалентно единичной глубине очереди (с каждым графиком данных связан только один график памяти). Этот режим описан в п. Функция памяти графика. Включение функция буфера приводит к увеличению глубины очереди, поэтому для графика данных может быть записано до 10 графиков памяти.

Графики памяти сохраняются в хронологическом порядке при нажатии кнопки **Добавить**. Если количество графиков памяти в FIFO памяти превышает 10, последний сохраненный график стирается.

Количество графиков, сохраненных в данный момент в буфере, отображается в менеджере графика.

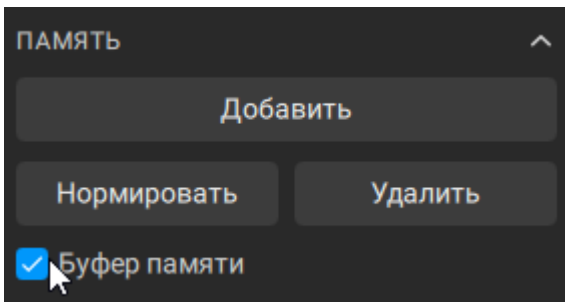
Все графики памяти, содержащиеся в буфере, отображаются одновременно.

Для математических операций из буфера используется только один активный график памяти. По умолчанию активным является график, сохраненный последним. Активным можно сделать любой график из буфера.

Включение функции буфера памяти и добавление графика памяти в буфер

1. Нажмите кнопку **График** в меню.

2. Установите флажок **Буфер памяти** в аккордеоне ПАМЯТЬ в подменю.

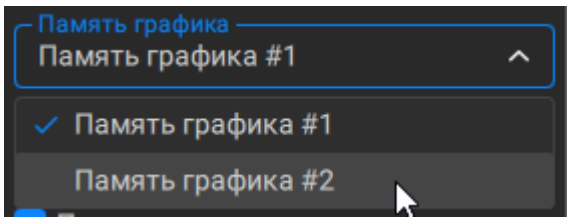


3. Нажмите кнопку **Добавить** в аккордеоне ПАМЯТЬ в подменю. Каждое нажатие на кнопку — добавляет в буфер новый график памяти.

Выбор активного графика памяти

1. Нажмите кнопку **График** в меню.

2. Нажмите на список **График памяти** аккордеоне ПАМЯТЬ в подменю и выберите график памяти.

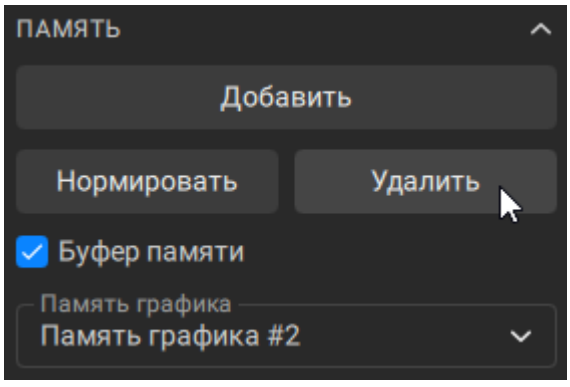


Удаление графика памяти из буфера

1. Нажмите кнопку **График** в меню.

2. Нажмите на список **График памяти** аккордеоне ПАМЯТЬ в подменю и выберите график памяти.

3. Нажмите кнопку **Удалить** аккордеоне ПАМЯТЬ в подменю.



Математические операции

График памяти можно использовать для математических операций между ним и графиком данных. Результат математической операции замещает график данных. Математические операции выполняются над неформатированными для вывода на экран в логарифмическом формате, а не их графическим представлением. Доступные математические операции приведены в таблице ниже.

Математическая операция	Описание
Данные / Память	Деление измеряемых данных на память. В строке состояния графика отображается: **Дан/Пам**.
Данные * Память	Умножение измеряемых данных на память. В строке состояния графика отображается: **Дан*Пам**.
Данные – Память	Вычитание памяти из измеряемых данных. В строке состояния графика отображается: **Дан - Пам**.
Данные + Память	Сложение измеряемых данных и памяти. В строке состояния графика отображается: **Дан+Пам**.
Нормирование	При нажатии на программную кнопку **Нормировать** последовательно выполняется 3 операции: • текущие данные измерения сохраняются в памяти; • выполняется математическая операция **Данные / Память** (измеренные данные нормируются); • включается индикация графика **Данные**. В строке состояния графика отображается: **Данные Дан/Пам**.

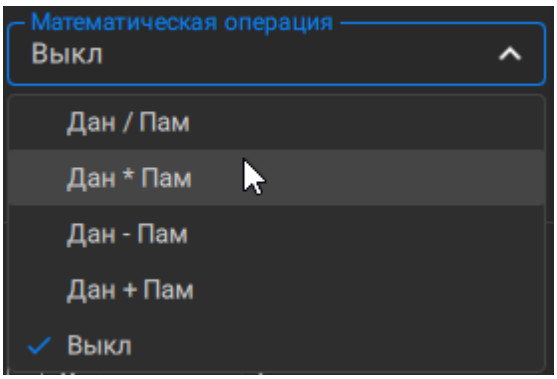
Математические операции **Дан/Пам** и **Дан - Пам** выполняются над данными в линейном формате до того как к ним применено форматирование. Однако, если данные представляются в логарифмическом формате, не всегда очевидно какая из операций должна использоваться. Следует помнить, что деление данных в линейном формате соответствует вычитанию данных в логарифмическом формате.

Математические операции **Дан*Пам** и **Дан+Пам** позволяют выполнить математические вычисления на активном графике данных на основе собственных формул и алгоритмов, а не данных измерений.

Выбор математической операции

1. Нажмите кнопку **График** в меню.

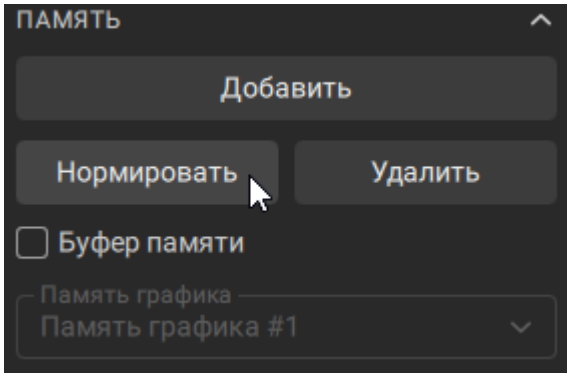
2. Нажмите на список **Математическая операция** в аккордеоне ПАМЯТЬ в подменю и выберите операцию между графиками данных и памяти.



Нормирование графика

1. Нажмите кнопку **График** в меню.

2. Нажмите кнопку **Нормировать** в аккордеоне ПАМЯТЬ в подменю.



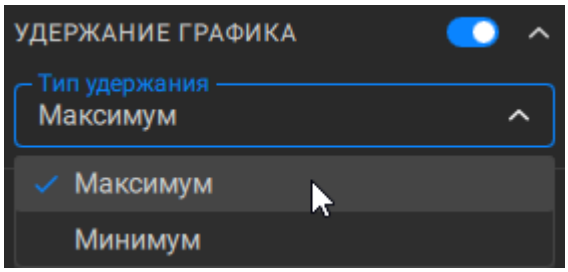
ПРИМЕЧАНИЕ При включенной функции буфера памяти и наличии нескольких графиков памяти в буфере, следует указать активную память, относительно которой будут выполняться математические операции (см. п. Буфер памяти).

Удержание графика

Функция удержание графика служит для удержание максимальных и минимальных значений графика на экране.

Включение и выключение функции удержания графика

1. Нажмите кнопку **График** в меню.
2. Включите переключатель в аккордеоне УСРЕДНЕНИЕ ГРАФИКА в подменю.
3. Выберите тип удержания в выпадающем списке **Тип удержания** в аккордеоне УСРЕДНЕНИЕ ГРАФИКА в подменю.



Сохранение состояния и данных

В данном разделе описываются процессы сохранения и восстановления данных анализатора:

- установленные параметры анализатора, измеренные и сохраненные в памяти данные сохраняются в файле состояния анализатора и могут быть загружены повторно (см. п. Сохранение состояния анализатора);
- данные графика могут быть сохранены в файле *.CSV (см. п. Сохранение данных графика);
- данные, отображаемые при запуске приложения (см. п. Начальная конфигурация состояния).

Сохранение состояния анализатора

В файл состояния *.INI сохраняется следующая информация:

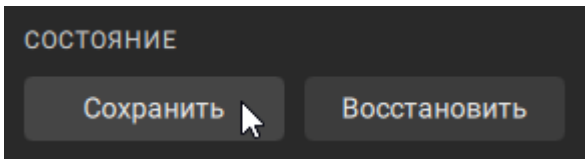
- данные о методе и конфигурации измерений;
- установленные параметры;
- результаты проведенной калибровки;
- расположение окон, графика, маркеров и ограничительных линий.

При необходимости файл состояния может быть загружен.

Сохранение состояния анализатора в файл

1. Нажмите кнопку **Сохр/Восст** в меню.

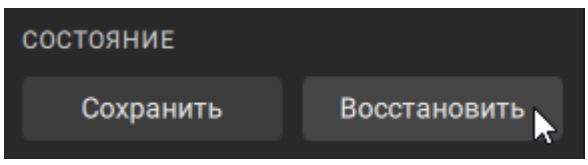
2. Нажмите кнопку **Сохранить** в аккордеоне СОСТОЯНИЕ в подменю и выберите путь и имя файла в открывшемся окне.



Загрузка состояния анализатора из файла

1. Нажмите кнопку **Сохр/Восст** в меню.

2. Нажмите кнопку **Восстановить** в аккордеоне СОСТОЯНИЕ и выберите путь и имя файла в открывшемся окне.



Сохранение данных графика

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

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

! Header			
F[0],	Data1,	…	DataN
F[1],	Data1,	…	DataN
. . .			
F[n],	Data1,	…	DataN

! Header — комментарий содержит 3 строки:

1 производитель, программное обеспечение (SpectrumMeter), версия программного обеспечения.

2 дату сохранения (в формате дд.мм.гггг чч:мм:сс).

3 название сохраненных параметров и их размерность.

F[n] — частота измерения в точке n;

Data1 — значение графика 1 в точке n;

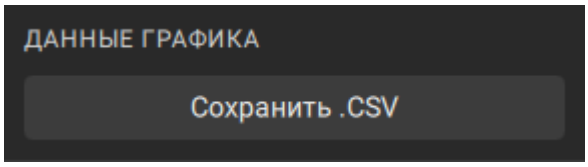
DataN — значение графика N в точке n.

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

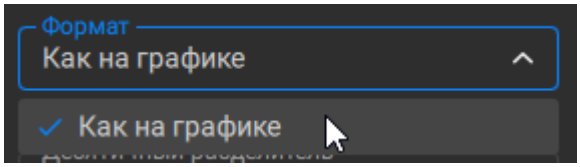
Настройка параметров сохранения и сохранение в файл CSV

1. Нажмите кнопку **Сохр/Восст** в меню.

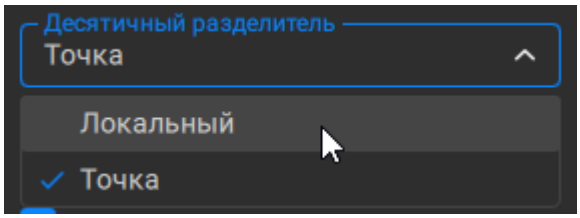
2. Нажмите кнопку **Сохранить.CSV** в аккордеоне ДАННЫЕ ГРАФИКА в подменю.



3. В открывшемся окне нажмите на список **Формат** и выберите формат сохраняемых данных.



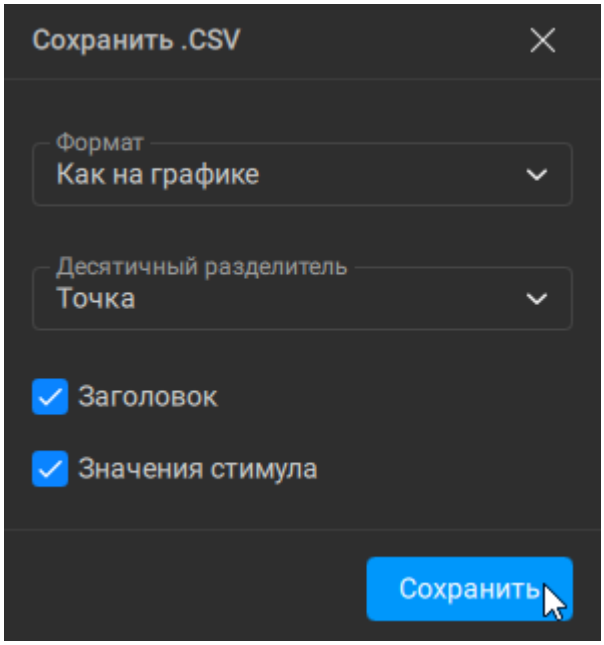
4. Нажмите на список **Десятичный разделитель** и выберите формат разделителя между сохраненными значениями.



5. Если в .CSV файл не требуется запись заголовка, снимите флажок **Заголовок**.

6. Если в .CSV файл не требуется запись частот точек измерения, снимите флажок **Значение стимула**.

7 Нажмите кнопку **Сохранить**. Выберите путь и имя сохраняемого файла.



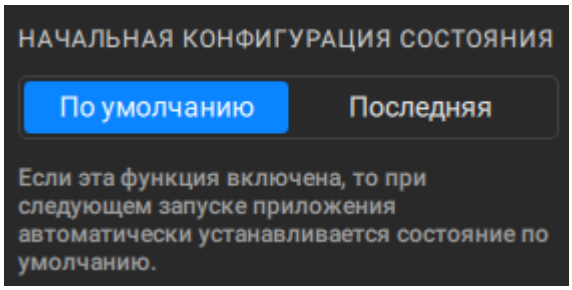
Начальная конфигурация состояния

Функция позволяет настроить данные, которые будут отображаться при запуске программы.

Конфигурация состояния запуска	Описание
По умолчанию	При следующем включении программа восстанавливает состояние по умолчанию (см. п. Приложение А).
Пользовательская	При следующем включении программа восстанавливает состояние пользователя (см. п. Сохранение состояния анализатора).

Установка начальной конфигурации состояния

1. Нажмите кнопку **Сохр/Восст** в меню.
2. Нажмите одну из кнопок **По умолчанию | Пользовательская** в переключателе в области НАЧАЛЬНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ СОСТОЯНИЯ.



Системные установки

Начальная установка

Начальная установка для приведения анализатора к заводским настройкам. Значение параметров анализатора, устанавливаемые в процедуре начальной установки, приведены в Приложение А.

Приведение анализатора в начальное состояние

1. Нажмите кнопку **Сброс** в панели быстрого доступа.



ПРИМЕЧАНИЕ — Настройки, относящиеся к системным, не сбрасываются.

Сохранение изображения

В данном разделе описывается процедура сохранения в файл графических данных.

График может быть сохранен в файл с использованием программы просмотра изображений Windows.

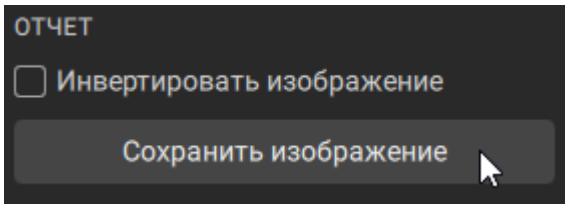
Может быть выполнена инверсия изображения перед сохранением.

Сохранение изображения

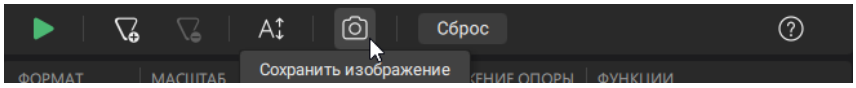
1. Нажмите кнопку **Сохр/Восст** в меню.

2. Если требуется инверсия изображение, установите флажок **Инвертировать изображение** в области ОТЧЕТ в подменю.

3. Нажмите кнопку **Сохранить изображение** в области ОТЧЕТ в подменю. Выберите путь и имя сохраняемого файла.



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



Управление лицензиями

Раздел содержит информацию об управлении бессрочными и временными лицензиями программного обеспечения.

ПРИМЕЧАНИЕ Для использования временных лицензий и просмотра их состояния требуется программное обеспечение SpectrumMeter версии 1.1.0 и выше.

Бессрочная лицензия

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

Файл лицензии имеет расширение *.LIC и должен находиться в подкаталоге \Licenses основного каталога плагина.

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

Временная лицензия

Временные лицензии предоставляют пользователю полнофункциональный доступ к программным опциям на ограниченный срок и предназначены, в том числе, для проведения предварительной оценки перед приобретением бессрочной лицензии.

Для работы с временной лицензией требуется:

- файл временной лицензии, который следует разместить в основном каталоге приложения или в подкаталоге \Licenses основного каталога плагина до подключения анализатора;
- аппаратный ключ (Dongle) для контроля времени, который необходимо подключить к персональному компьютеру с ПО анализатора до подключения прибора.

Файл временной лицензии и аппаратный ключ высылаются по запросу на почту support@planarchel.ru. В запросе укажите:

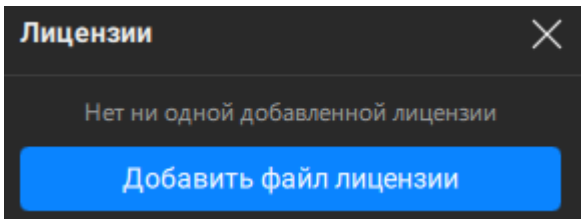
- наименование организации;
- модель прибора;
- серийный номер прибора;
- версию ПО;
- перечень необходимых программных опций.

Загрузка файла лицензии

---

1. Нажмите кнопку **Лицензии** в меню.

2. Нажмите кнопку **Добавить файл лицензии** в подменю.



3. Выберите путь и имя файла в открывшемся окне.

4. После добавления файла лицензии в плагин он отобразится в списке лицензий

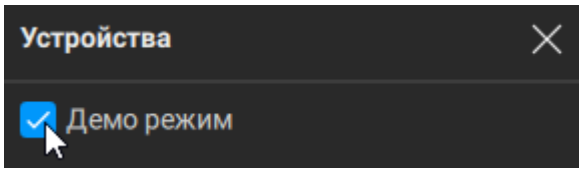
Демонстрационный режим

Демонстрационный режим служит для ознакомления с работой программного обеспечения. В этом режиме имитируется измерение некого ИУ, заранее записанное в память программы.

ПРИМЕЧАНИЕ	Имитация измерений в демонстрационном режиме может отличаться от реальных измерений анализатора. Например, не гарантируется точность имитации зависимости длительности развертки от установленной ширины фильтра ПЧ.

Включение демонстрационного режима

1. Нажмите кнопку **Устройства** в меню.
2. Установите флажок **Демо режим** в подменю.



Настройки интерфейса

Программное обеспечение позволяет настроить следующие параметры интерфейса:

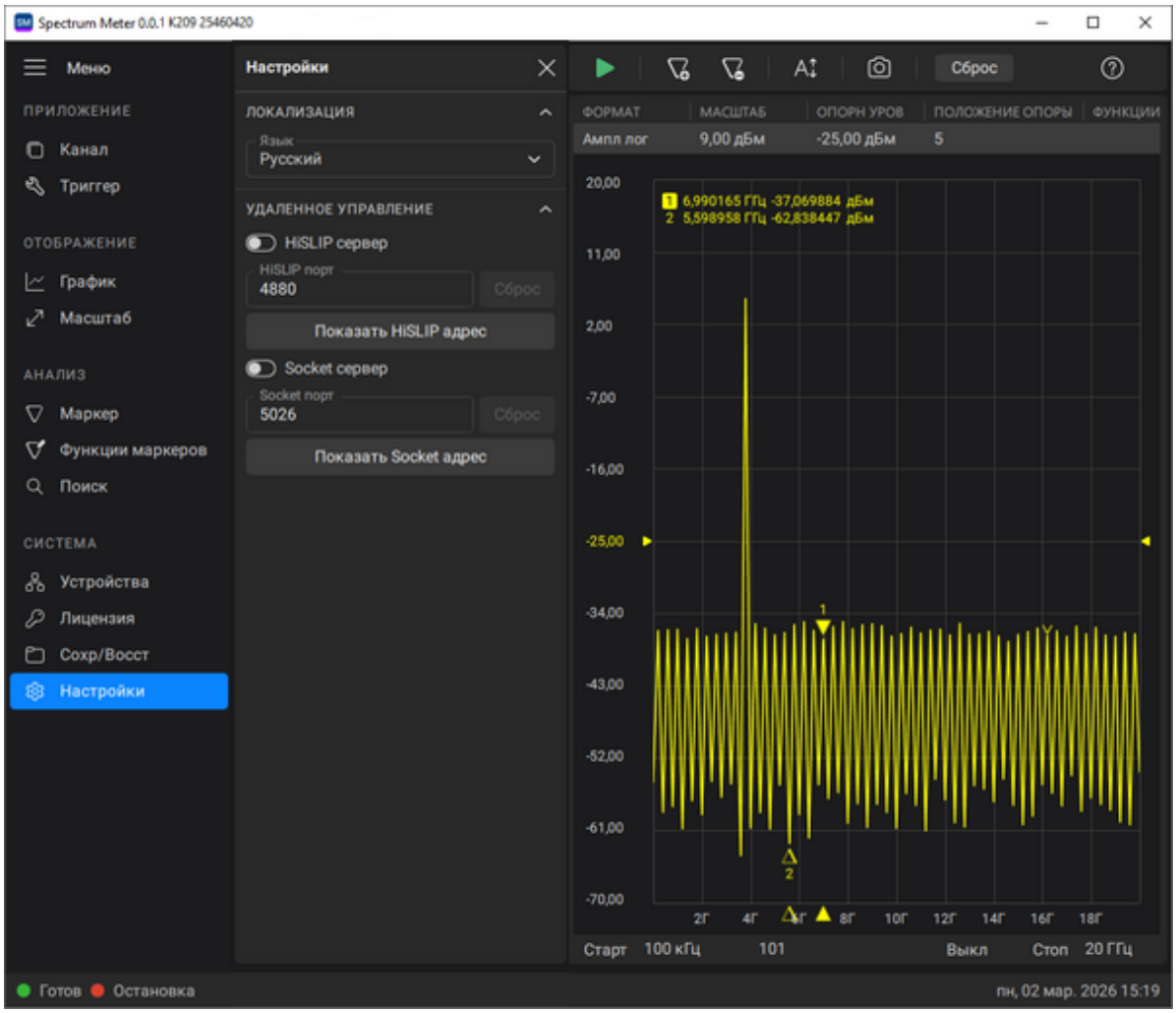
- изменить язык интерфейса (см. п. Локализация).

Пользовательские настройки интерфейса автоматически сохраняются при выключении программного обеспечения и будут восстановлены при следующем включении анализатора.

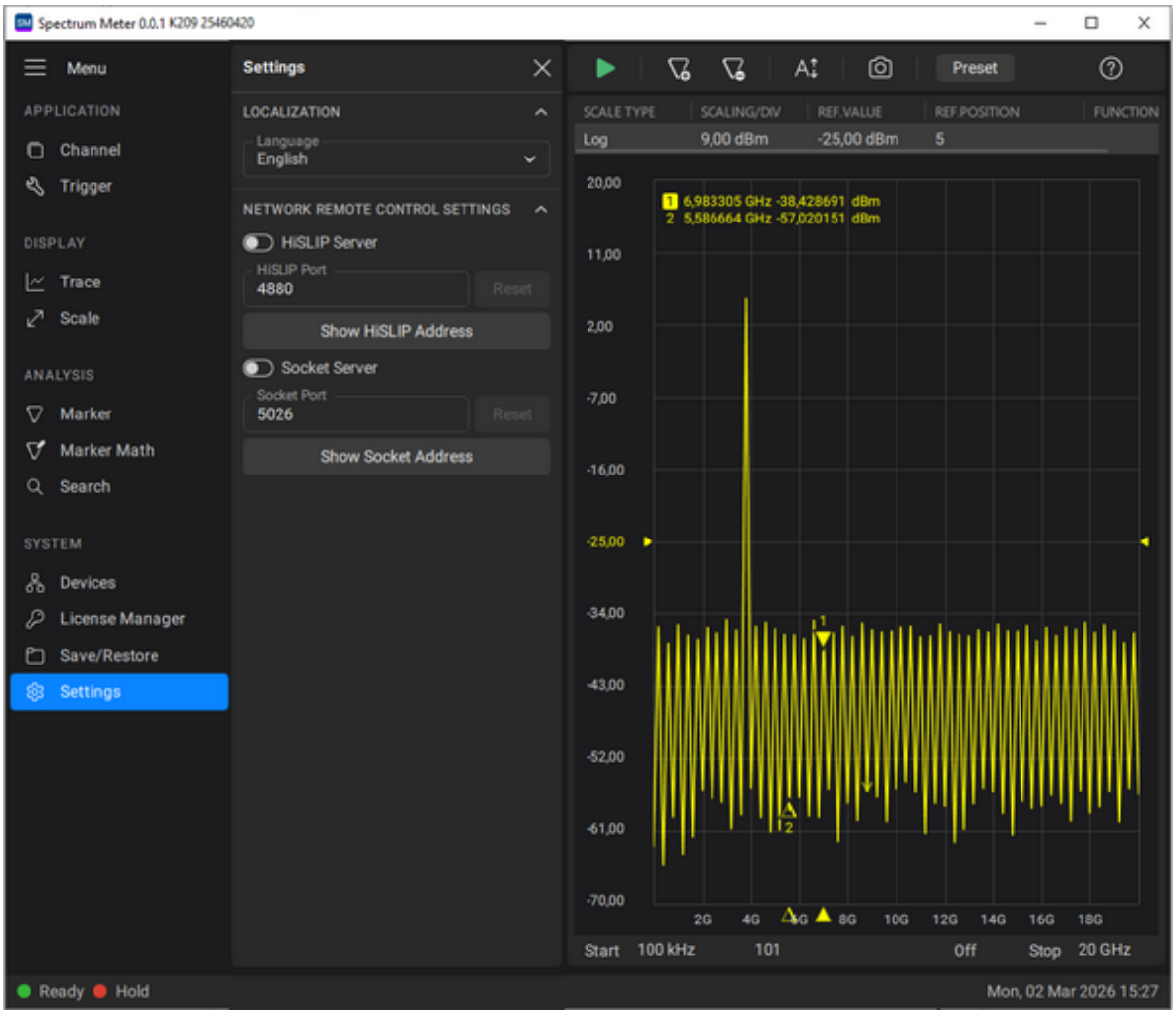
Настройки интерфейса можно сбросить до заводских (см. п. Приложение А).

Локализация

По умолчанию язык интерфейса программного обеспечения — русский. Язык интерфейса программы может быть переключен на английский язык.



Русский язык



Английский язык

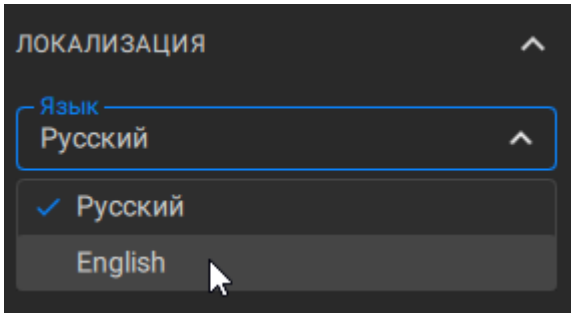
Рисунок 39 — Локализация программного обеспечения

ПРИМЕЧАНИЕ Языковые настройки вступят в силу после перезапуска программы. Перед изменением языковых настроек убедитесь, что все необходимые данные сохранены (см. п. Сохранение состояния и данных).

Настройка локализации

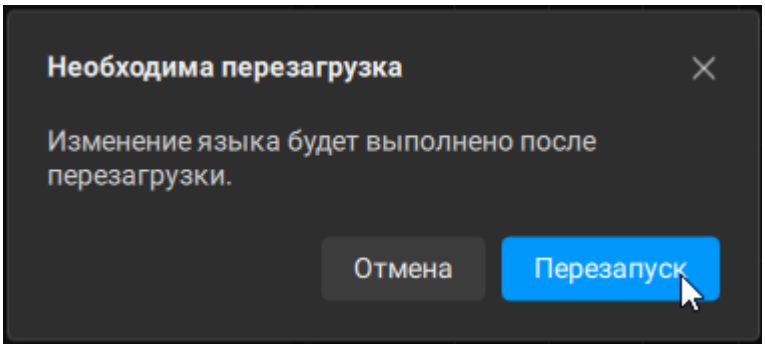
1. Нажмите кнопку **Настройки** в меню

2. Нажмите на список **Язык** в аккордеоне ЛОКАЛИЗАЦИЯ в подменю и выберите язык.



3. Нажмите кнопку **Перезапуск** во всплывающем окне.

ВНИМАНИЕ! После нажатия кнопки программа перезапустится. Несохраненные данные будут удалены.



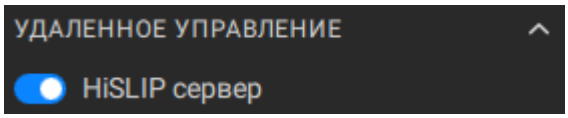
Сетевые настройки

Сетевые настройки используются для включения удаленного управления анализатором.

Удаленное управление анализатором через сеть возможно по протоколу HiSLIP или TCP/IP Socket.

Включение/выключение удаленного управления анализатором по протоколу HiSLIP

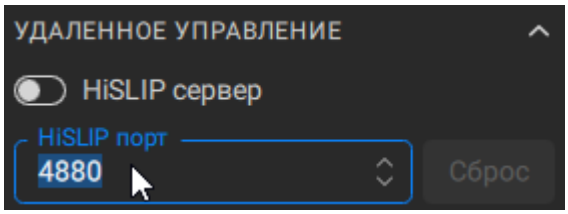
1. Нажмите кнопку **Настройки** в меню.
2. Включите или выключите переключатель **HiSLIP сервер** в аккордеоне УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ в подменю.



Установка номера порта HiSLIP

1. Нажмите кнопку **Настройки** в меню.
2. Выключите переключатель **HiSLIP сервер** в аккордеоне УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ в подменю.
3. Нажмите на поле **HiSLIP порт** в подменю и введите требуемое значение параметра с помощью клавиатуры или стрелок редактирования.

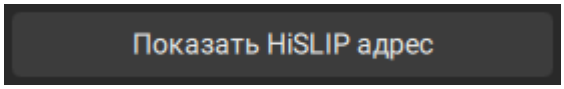
   ПРИМЕЧАНИЕ — Номер порта HiSLIP можно установить в значение по умолчанию 4880, нажав кнопку **Сброс** в подменю.



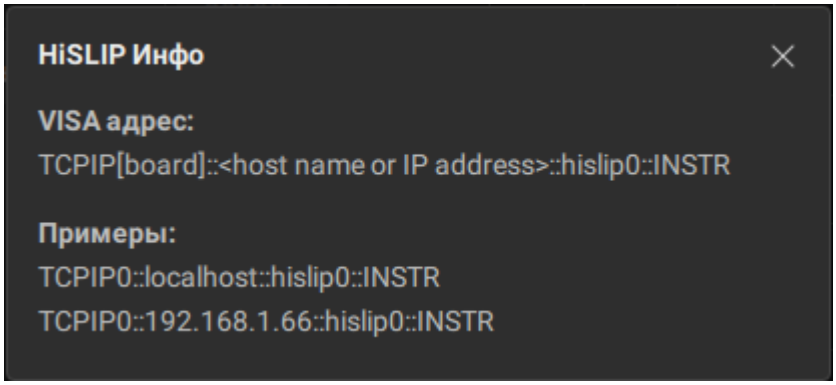
Запрос VISA-адреса анализатора через HiSLIP

1. Нажмите кнопку **Настройки** в меню.

2. Нажмите кнопку **Показать HiSLIP адрес** в аккордеоне УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ в подменю.



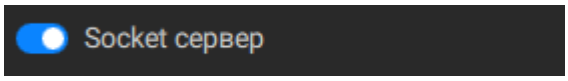
Информация отобразится в окне:



Включение/выключение удаленного управления анализатором по протоколу TCP/IP

1. Нажмите кнопку **Настройки** в меню.

2. Включите или выключите переключатель **Socket сервер** в аккордеоне УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ в подменю.



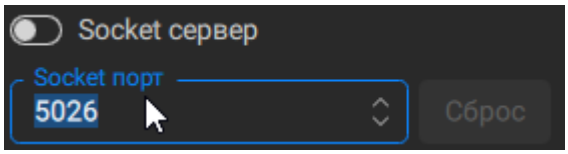
Установка номера порта Socket

1. Нажмите кнопку **Настройки** в меню.

2. Выключите переключатель **Socket сервер** в аккордеоне УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ в подменю.

3. Нажмите на поле **Socket порт** в подменю и введите требуемое значение параметра с помощью клавиатуры или стрелок редактирования.

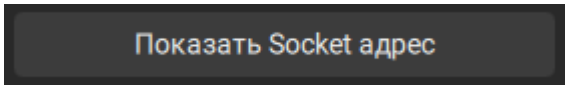
   ПРИМЕЧАНИЕ — Номер порта Socket можно установить в значение по умолчанию 5025, нажав кнопку **Сброс** в подменю.



Запрос VISA-адреса анализатора через Socket

1. Нажмите кнопку **Настройки** в меню.

2. Нажмите кнопку **Показать Socket адрес** в аккордеоне УДАЛЕННОЕ УПРАВЛЕНИЕ в подменю.



   Информация отобразится в окне:



ПРИМЕЧАНИЕ	Удаленное управление анализатором в один момент времени возможно только по одному из интерфейсов: Socket или сеть. При указании номера порта, убедитесь, что порт не занят другим процессом. Подробнее об удаленном управлении анализатора см. в пп. Руководство по программированию.

О программе

Версию программного обеспечения можно найти во всплывающем окне **О программе** (см. рисунок ниже).

ПРИМЕЧАНИЕ Всплывающее окно **О программе** появляется при нажатии на соответствующую кнопку в правом углу панели быстрого доступа в полноэкранном режиме или когда подменю свернуто или окно анализатора расширено.

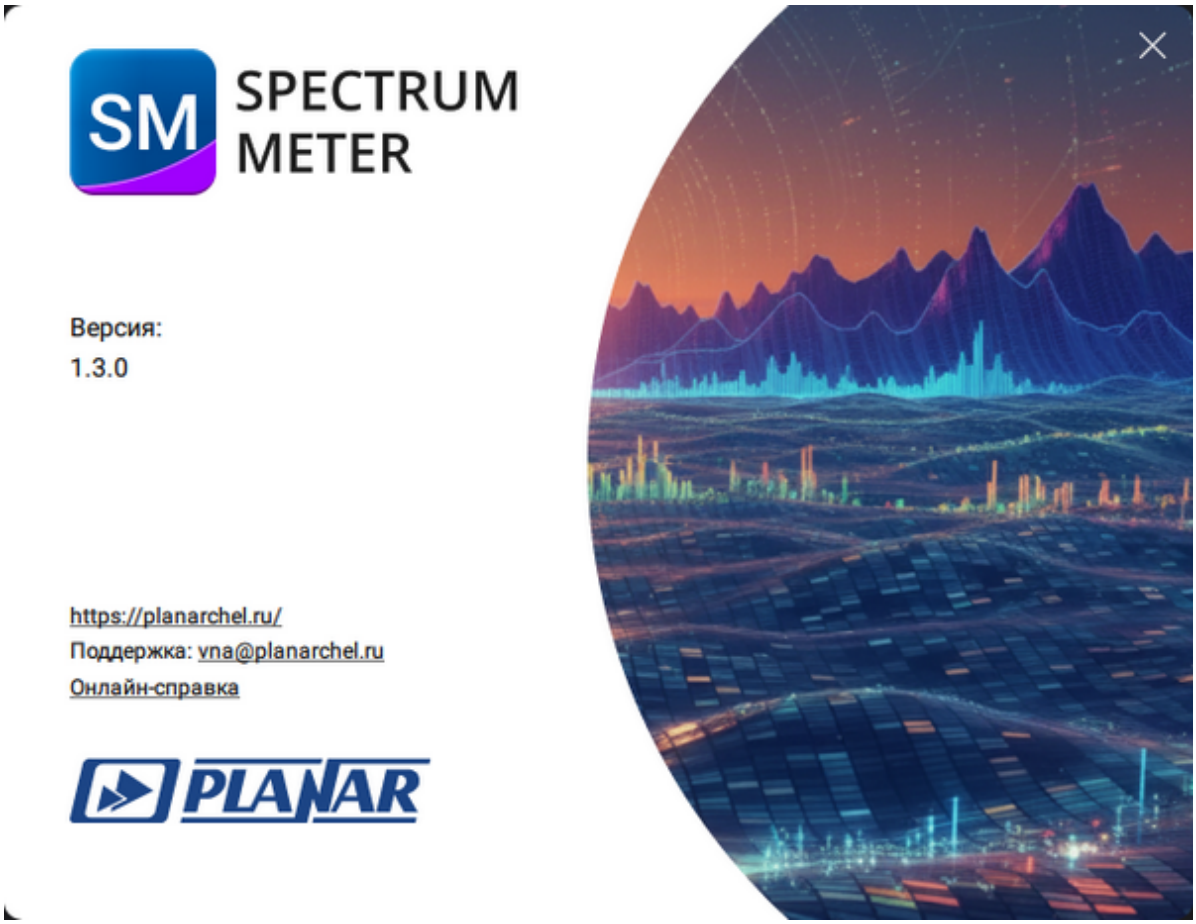
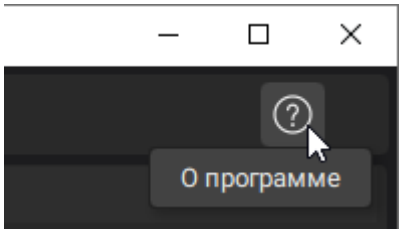


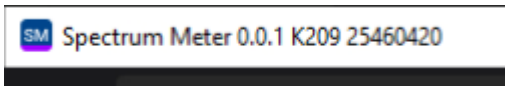
Рисунок 40 – Информация о программе

Запрос информации

1. Нажмите кнопку **О программе** в правом углу панели быстрого доступа.



ПРИМЕЧАНИЕ Информация о программе и подключенном приборе также отображается в верхней строке программного окна.



Руководство по программированию

Данный раздел содержит информацию об удаленном управлении векторными анализаторами цепей производства ООО "ПЛАНАР" (далее анализаторы) и об обмене данными с ними,осуществляемом через компьютерную сеть с помощью программ, разработанных пользователем. Для удаленного управления используется технология передачи текстовых сообщений стандарта SCPI (Standard Commands for Programmable Instruments).

Технология SCPI

Команды, посылаемые анализатору и ответы от него, представляют собой текстовые сообщения, соответствующие стандарту SCPI. Текстовые сообщения доставляются по компьютерным сетям с использованием сетевых протоколов HiSLIP или TCP/IP Socket.

HiSLIP (High-Speed LAN Instrument Protocol) — сетевой протокол удаленного управления, предназначенный для измерительного и тестового оборудования, основан на протоколе TCP/IP. Программа пользователя, как правило, опирается на реализацию протокола HiSLIP в библиотеке VISA.

TCP/IP Socket — сетевой протокол общего назначения. Программа пользователя может устанавливать соединение с анализатором используя протокол TCP/IP Socket как непосредственно, так и через библиотеку VISA.

VISA (Virtual Instrument Software Architecture) — широко используемый программный интерфейс ввода-вывода в области тестирования и измерений для управления приборами с персонального компьютера. Представляет собой библиотеку функций для языков C/C++, C#, Visual Basic, MATLAB, LabVIEW и других. Унифицирует доступ ко всем измерительным приборам, независимо от используемого протокола и аппаратуры. Библиотека VISA устанавливается на клиентской стороне, то есть на компьютере, где исполняется программа пользователя. Библиотека VISA доступна на сайтах многих компаний для бесплатного скачивания. Есть версии для ОС Linux, Mac OS, Windows.

Ссылки

Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI), High-Speed LAN Instrument Protocol (HiSLIP) и VISA specifications,
http://www.ivifoundation.org/specifications

Установление соединения

Для разрешения удаленного управления анализатором пользователь должен быть включен Socket сервер в настройках программы анализатора. После чего программа анализатора ожидает соединения со стороны программы пользователя (клиента).

Socket сервер использует различные сетевые протоколы, базирующиеся на TCP/IP протоколе. TCP/IP Socket – протокол общего назначения.

После установления соединения по инициативе клиента, последний может посылать текстовые команды и считывать результаты измерений. Набор команд одинаков для обоих протоколов и описан в п. Справочнике команд.

Библиотека VISA скрывает от пользователя детали реализации протоколов и предоставляет единый интерфейс ввода – вывода.

Обычно программа пользователя и программа анализатора выполняются на различных компьютерах, соединенных по локальной сети. Однако не исключена ситуация, когда программа пользователя и анализатора выполняются на одном компьютере. В последнем случае клиент указывает IP адрес компьютера анализатора – 127.0.0.1, либо сетевое имя компьютера анализатора – localhost.

На одном компьютере могут исполняться несколько программ анализатора (при подключении нескольких аппаратных блоков анализатора по USB). При этом возможно удаленное управление каждым анализатором. Для чего пользователю необходимо в настройках каждой программы анализатора указать уникальный номер TCP/IP порта.

Одна программа анализатора не ограничивает число одновременно подключенных клиентов. Клиенты сами отвечают за отсутствие конфликтов при управлении анализатором.

Настройка программы

Для удаленного доступа к анализатору необходимо произвести следующие настройки в его программе:

- включите HiSLIP сервер и/или Socket сервер;
- настройте номер TCP/IP порта (необязательно).

Для получения более подробной информации о настройках удаленного доступа, см. п. Сетевые настройки.

ПРИМЕЧАНИЕ	Настройка номера TCP/IP порта необходима в единственном случае, когда несколько программ анализатора одновременно исполняются на одном компьютере, и эти программы требуют удаленного управления. В остальных случаях следует оставить значения номера TCP/IP порта по умолчанию: для HiSLIP сервера — 4880, а для Socket сервера — 5026.

Настройка клиента

Если клиентом выступает программа пользователя, работающая через библиотеку VISA, то проще всего настроить сетевое соединение с анализатором используя специальную графическую утилиту из комплекта VISA (например, NI-MAX, Keysight Connection Expert).

Согласно руководству по указанным выше утилитам, добавьте новое сетевое устройство, указав сетевое имя или IP адрес компьютера анализатора, и протокол. В результате успешного соединения с анализатором будет автоматически сформирована и выведена на экран строка адреса VISA анализатора. Строка адреса VISA анализатора используется в дальнейшем в программе пользователя для того, чтобы открыть соединение.

Формат адреса VISA для протокола Socket

HiSLIP	TCPIP[board]::*host address*[::*HiSLIP device name[,HiSLIP port*]][::INSTR]
Socket	TCPIP[board]::*host address*::*port*::SOCKET

Примеры адреса VISA для протокола Socket

HiSLIP	TCPIP0::192.168.0.1::hislip0::INSTR TCPIP0::localhost::hislip0::INSTR
Socket	TCPIP0::192.168.0.1::5026::SOCKET TCPIP0::localhost::5026::SOCKET

Если клиентом выступает программа пользователя, работающая без библиотеки VISA, то ей доступен только протокол TCP/IP Socket. В этом случае пользовательская программа устанавливает соединение, используя IP адрес Socket сервера анализатора.

Формат IP адреса Socket сервера анализатора

Socket	*host address:port*

Примеры IP адреса Socket сервера анализатора

Socket	192.168.0.1:5026 localhost:5026

Библиотека VISA

Библиотека VISA (Virtual Instrument Software Architecture) — широко используемый программный интерфейс ввода-вывода в области тестирования и измерений для управления приборами с персонального компьютера. Представляет собой библиотеку функций для языков C/C++, C#, Visual Basic, MATLAB, LabVIEW и других.

Унифицирует доступ ко всем измерительным приборам, независимо от используемого протокола и аппаратуры.

Библиотека VISA устанавливается на клиентской стороне, то есть на компьютере, где исполняется программа пользователя. Библиотека VISA доступна на сайтах многих компаний для бесплатного скачивания. Есть версии для Linux, Mac OS, Windows.

Отличия в использовании протоколов HiSLIP и Socket

В данном разделе описываются различия в методах написания пользовательских программ при использовании разных протоколов HiSLIP и TCP/IP Socket. Предполагается, что пользовательская программа работает через библиотеку VISA.

Список отличий:

1. Конец сообщения <newline> в командах анализатору.
2. Конец сообщения <newline> в ответах анализатора.
3. Детектирование ошибки interrupted в соответствии с протоколом обмена сообщениями IEEE488.2
4. Поддержка системы статуса IEEE488.2.
5. Поддержка пересылки двоичных данных.

Детальное описание приведено в соответствующих пунктах ниже.

Конец сообщения в командах анализатору

Программа пользователя посылает анализатору текстовые сообщения (одна или несколько команд) переменной длины. Конец сообщения, согласно IEEE488.2, передается либо средствами протокола (не символом), либо символом <newline> ('\n', 0x0A, 10), либо оба способа вместе. Протокол HiSLIP имеет механизм передачи признака конца сообщения, а протокол Socket – не имеет. Это предъявляет следующие требования к программам:

- программы, использующие протокол Socket **обязаны** посылать символ <newline> в конце сообщения;
- программы, использующие протокол HiSLIP **могут** посылать символ <newline> в конце сообщения.

ПРИМЕЧАНИЕ Замечание для графического языка LabVIEW при использовании протокола Socket: чтобы иметь возможность ввести символ <newline> в конце сообщения, необходимо по щелчку правой кнопки мыши на строковой константе включить **'\' Codes Display**. Символ <newline> вводится как **'\n'**.

ПРИМЕЧАНИЕ Замечание для текстовых языков: рекомендуется использовать символ <newline> в конце сообщения независимо от используемого протокола.

Конец сообщения в ответах анализатора

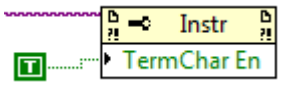
При использовании протокола HiSLIP анализатор завершает сообщения символом <newline> + признак конца сообщения, формируемый протоколом (не символ).

При использовании протокола Socket анализатор завершает сообщения только символом <newline>, так как протокол Socket не имеет механизма передачи признака конца сообщения.

В зависимости от используемого протокола необходимо сделать следующие настройки библиотеки VISA для того, чтобы она корректно определяла конец сообщения от анализатора:

- при использовании протокола HiSLIP – не требуется настроек, библиотека VISA нормально функционирует при настройках по умолчанию;
- при использовании протокола Socket программа пользователя должна установить атрибут VI_ATTR_TERMCHAR_EN в значение TRUE (завершение операции чтения при получении символа <newline>).

Примеры настройки библиотеки VISA при использовании протокола Socket

C/C++	viSetAttribute(instr, VI_ATTR_TERMCHAR_EN, VI_TRUE);
LabVIEW	

Ошибка interrupted

Протокол HiSLIP соответствует требованиям протокола обмена сообщениями IEEE Std 488.2 детектировать ошибку interrupted (анализатор реализует synchronized режим протокола HiSLIP). Ошибка interrupted индицирует, что анализатор получил входящее сообщение (команду или запрос) до того, как клиент принял ответ от предшествующего запроса. Иными словами, от клиента требуется считать результат каждого запроса перед посылкой следующего запроса или команды. Если клиент не выполняет это требование, то протокол генерирует сообщение об ошибке и ответ от предыдущего запроса очищается протоколом.

Протокол Socket не детектирует ошибку interrupted. Несколько запросов может послано в анализатор без операции чтения между ними. Ответы от запросов будут возвращены в том порядке, в котором они были посланы. Клиент сам определяет на какой запрос получен конкретный ответ.

Система статуса IEEE488.2

Протокол HiSLIP полностью поддерживает систему статуса IEEE488.2 анализатора, описанную в приложении, тогда как протокол Socket поддерживает ее только частично. Протокол Socket не поддерживает следующие функции:

- бит MAV (message available) в байте статуса;
- генерацию SRQ (service request) – запрос со стороны анализатора, реализуемый функциями обратного вызова в библиотеке VISA;
- чтение байта статуса с помощью специальной функции VISA – viReadSTB.

Пересылка двоичных данных

По умолчанию данные от анализатора посылаются в текстовой форме. Для увеличения скорости обмена пользователь имеет возможность включить пересылку двоичных данных.

Протокол HiSLIP поддерживает пересылку двоичных данных, так как он обеспечивает признак конца сообщения средствами протокола (не символьный).

В протоколе Socket признаком концом сообщения служит байт <newline> в конце сообщения. Байт<newline> может встретиться в пересылаемых двоичных данных и неверно интерпретирован как конец данных. Поэтому поддержка пересылки двоичных данных зависит от конкретной реализации библиотеки VISA. На момент написания только библиотека NI-VISA корректно поддерживала форматированный ввод двоичных данных.

Пользовательские программы, использующие протокол Socket напрямую, без библиотеки VISA также должны учитывать возможное наличие символа <newline> в пересылаемых двоичных данных.

Введение в SCPI

Анализатор реализует набор команд, основанный на стандарте SCPI – 1999 (Standard Commands for Programmable Instruments). Это набор команд, ориентированный на обмен символьными сообщениями.

SCPI разработан группой SCPI Consortium (в настоящее время поддерживается IVI Foundation). Основные детали стандарта SCPI описаны ниже. Более подробные сведения о стандарте SCPI можно загрузить с сайта IVI Foundation.

Сообщения

SCPI — это протокол, ориентированный на текстовые сообщения. Команды посылаются в виде символьных сообщений. Одно сообщение может содержать одну или несколько команд. По умолчанию ответ прибора считывается в виде текстового сообщения. Опционально прибор можно запрограммировать на вывод двоичных данных.

Дерево команд

Команды SCPI организованы в виде древовидных структур.

Каждая древовидная структура образует функциональную систему. Начало каждой функциональной системы называется корень. Каждая функциональная система может иметь подсистемы нижнего уровня. Конечные узлы называются листья. Полная последовательность всех узлов от корня до листа плюс сам лист образует команду.

Подсистемы

Символ двоеточие (':') разделяет подсистемы. Кроме того, этот символ понижает уровень подсистемы. Например, в команде:

:SENSe:FREQuency:STARt

Начальная мощность "STARt" является частью подсистемы "FREQuency", которая является частью подсистемы "SENSe". Конечная мощность также является частью подсистемы ":SENSe:FREQuency". Ее полная спецификация:

:SENSe:FREQuency:STOP

Первое двоеточие в строке может быть опущено, например:

SENSe:FREQuency:STOP

Необязательные подсистемы

Некоторые подсистемы могут быть объявлены необязательными, если их пропуск в команде не приводит к неоднозначности. Это означает, что подсистема может быть опущена при записи команды. Необязательные подсистемы заключаются в квадратные скобки ("[]"). Например, если указана полная спецификация команды:

SENSe:BANDwidth[:RESolution]:AUTO

Подсистема "RESolution" является необязательной. Таким образом обе команды являются правильными:

SENSe:BANDwidth:RESolution:AUTO

SENSe:BANDwidth:AUTO

Полный и сокращенный формат

Каждое ключевое слово в спецификации команды имеет полный и сокращенный формат. Сокращенный формат выделен заглавными буквами. Например, полная спецификация команды:

SENSe:FREQuency:CENTer

Может быть записана:

SENS:FREQ:CENT

SENS:FREQ:CENTer

Только полная или сокращенная форма отдельного ключевого слова является приемлемой, например следующая команда ошибочна:

:SENS:FREQuen:CEN

Нечувствительность к регистру

Команды являются нечувствительными к регистру. Заглавные и строчные буквы в спецификации команд используются только для различия сокращенной и полной формы команд. Например, следующие команды эквивалентны:

SENS:FREQ:STAR

sens:freq:star

Параметры

Команды могут иметь параметры. Параметры отделяются от команды пробелом. Если команда имеет несколько параметров, то они разделяются запятыми (',').

Числовые параметры

Это целые или действительные числа. Числовые параметры могут иметь единицы измерения. Например:

SENS:FREQ 1000000000

SENS:FREQ 1000 MHz

SENS:FREQ 1 GHz

SENS:FREQ 1E9

Приставки Множители

Стандарт SCPI допускает ввод числовых параметров с приставками единиц измерения.

Приставка	Множитель
A	1e-18
F	1e-15
P	1e-12
N	1e-9
U	1e-6
M	1e-3
K	1e3
MA	1e6
G	1e9
T	1e12
PE	1e15
EX	1e18

Исключения: если используются единицы измерения HZ или OM, тогда приставка M означает 1e6 (Мега), а не 1e–3 (мили), то есть MHZ означает Мегагерц, то же что и MAHZ.

Системы счисления

Стандарт SCPI допускает ввод числовых параметров в различных системах счисления. По умолчанию используется десятичная система счисления. Для использования других систем числовые параметры записываются как показано ниже:

Обозначение	Префикс	Пример
Binary	**#B**	#B11001010 = 202_{10}
Octal	**#Q**	#Q107 = 71_{10}
Hexadecimal	**#H**	#H10FF = 4351_{10}

Логические параметры

Это параметры, принимающие два значения: логическое да или логическое нет (включено или выключено). В командах эти параметры записываются следующим образом:

ON или 1 – логическое да

OFF или 0 – логическое нет

Например:

DISPlay:ENABle OFF

DISPlay:ENABle 0

Символьные параметры

Стандарт SCPI допускает ввод символьных данных в качестве параметров. Например, в следующей спецификации команды:

TRIGger:SOURce {INTernal|EXTernal|MANual|BUS}

возможные значения символьного параметра это – "INTernal", "EXTernal", "MANual", "BUS".

Символьные параметры имеют полную и краткую форму и сокращаются по тем же правилам, что и команды (см. п. Полный и сокращенный формат).

Кроме того, символьные параметры могут комбинироваться с числовыми данными. Например, следующая спецификация команды:

SENSe:FREQuency:STARt {MINimum|MAXimum|<value>}

допускает ввод следующих команд:

SENSe:FREQuency:STARt MIN

SENSe:FREQuency:STARt maximum

SENSe:FREQuency:STARt 1000000

Строковые параметры

В некоторых случаях анализатор может принимать параметры, составленные из строк символов. Строки заключаются в одинарные (') или двойные кавычки ("). Например, имя файла в команде сохранения состояния:

MMEMory:STORe "state01.sta"

Числовые списки

Для ввода переменного количества числовых параметров используются числовые списки (<numeric list>), например:

CALC:LIMit:DATA 2,1,1E9,3E9,0,0,2,1E9,3E9,–3,–3

Команды запроса

Команды запроса используются для чтения значения параметра из анализатора. После посылки команды запроса ожидается, что данные будут посланы в обратном направлении через интерфейс удаленного управления.

Команды запроса имеют знак вопроса ('?') в конце команды. Многие команды имеют две формы. Форма без вопроса записывает параметр, а форма с вопросом считывает его. Например:

SENSe:FREQuency:STARt 1MHz

SENSe:FREQuency:STARt?

Числовые суффиксы

Анализатор содержит несколько однородных объектов, например 32 канала, в каждом канале в свою очередь 64 графика и так далее. Для того, чтобы указать номер объекта в команде, используются числовые суффиксы, добавляемые к ключевому слову объекта (канала, графика и т. д.). Например, в следующей спецификации команды указываются номер канала <Ch> и номер графика <Tr>, к которым данная команда применяется:

CALCulate<Ch>:PARameter<Tr>:DEFine

Согласно данной спецификации, команда, которая применяется к графику 2 канала 1, записывается следующим образом:

CALC1:PAR2:DEF

Числовой суффикс может быть опущен, тогда он считается равным 1, например, следующие команды эквивалентны:

CALC:PAR:DEF

CALC1:PAR1:DEF

Составные команды

Возможна посылка более одной команды в строке. Команды в строке отделяются символом точка с запятой (';'). Символ – разделитель (';') сохраняет ветвь предыдущей команды, кроме последнего листа. Поэтому следующая команда возможна в сокращенной форме, например:

```
SENS:FREQ:STAR 1 MHZ;STOP 2MHZ
```

Если в следующей команде необходимо вернуться к начальному уровню иерархии, то следующая команда должна начинаться с символа двоеточие (':').

```
SENS:FREQ:STAR 1 MHZ;:CALC:PAR:DEF S21
```

Общие команды IEEE488.2

Анализатор, совместимый с SCPI, должен поддерживать небольшой набор общих команд стандарта IEEE488.2. Эти команды начинаются с символа звездочка ('*'). Это следующие команды:

*IDN?

*OPC?

*TRG

Они используются для сброса анализатора, опроса регистров состояния и т. д.

Для получения дополнительной информации о функциях см. п. Общие команды IEEE488.2.

Справочник команд

Соглашения об обозначениях

В документе используются следующие соглашения об обозначениях.

Синтаксис

Обозначения символов, используемых в синтаксических выражениях:

<>	Идентификаторы, заключенные в "<>", обозначают, что должны быть предоставлены данные определенного типа.
[]	Части, заключенные в "[]", могут быть опущены.
{}	Части, заключенные в "{}", обозначают выбор одного элемента из множества. Отдельные элементы разделены символом "|".
Пробел	Служит для разделения команд от параметров.
,	Запятая служит разделителем между параметрами.
…	Три точки обозначают пропущенные обязательные параметры.

Используемые идентификаторы

Идентификатор	Параметр	Определение
<numeric>	Число	{<integer>|<real>}
<frequency>	Частота	<numeric>{[HZ]|KHZ|MHZ|GHZ}
<power>	Мощность	<numeric>{[DBM]|DBMW|DBW|KW|W|MW|UW|NW}
<time>	Время	<numeric>{[S]|MS|US|NS|PS|FS}
<phase>	Фаза	<numeric>{[DEG]|MADEG|KDEG|MDEG|UDEG}

Идентификатор	Параметр	Определение
<stimulus>	Стимул	{<frequency>|<power>|<time>}
<numeric list>	Числовой список	<numeric 1>,<numeric 2>,...<numeric N>
<bool>	Логический параметр	{0|1|ON|OFF}
<char>	Символьный параметр	Предопределенный набор символьных ключевых слов. Используется без кавычек.
<port>	Номер порта	<integer>
<string>	Строка	Строка в кавычках

Общие команды IEEE488.2

Набор общих команд стандарта IEEE488.2. Эти команды начинаются со звездочки ('*').

Команда	Описание
*IDN?	Идентификация анализатора
*OPC?	Фиксация завершения предыдущих операций
*TRG	Сигнал триггера

*IDN?

SCPI команда

*IDN?

Описание

Считывает строку идентификации анализатора. Формат строки: <производитель>, <модель>, <серийный номер>, <номер программной/аппаратной версии>.
только запрос

Объект

Анализатор

Ответ

Идентификационная строка до 40 символов в формате: <производитель>, <модель>, <серийный номер>, <номер программной/аппаратной версии>.

Например: Planar, S50180, 08080188, 1.3.0/2

Раздел руководства по эксплуатации

Нет

Кнопки

Нет

Перейти в Общие команды IEEE488.2

*OPC?

SCPI команда

*OPC?

Описание

Считывает "1" по окончанию незавершенных операций. Запрос блокирует выполнение пользовательской программы до завершения всех команд, предшествующих ему.

Запрос *OPC? может быть использован для ожидания окончания сканирования, инициированного командой TRIG:SING.

только запрос

Объект

Анализатор

Ответ

1

Раздел руководства по эксплуатации

Нет

Кнопки

Нет

Перейти в Общие команды IEEE488.2

*TRG

SCPI команда

*TRG

Описание

Вырабатывает сигнал триггера и запускает сканирование при соблюдении следующих условий.

1. Источник триггера установлен командой TRIG:SOUR BUS в состояние "Шина", в противном случае возникает ошибка и команда игнорируется.
2. Анализатор должен находиться в состоянии "Ожидание триггера", если анализатор находится в состоянии "Цикл измерения" или "Стоп" возникает ошибка и команда игнорируется.

Команда завершается немедленно после генерации сигнала триггера.

нет запроса

Объект

Анализатор

Связанные команды

TRIG:SOUR

INIT

INIT:CONT

Раздел руководства по эксплуатации

Нет

Кнопки

Нет

Перейти в Общие команды IEEE488.2

CALCulate

Команда	Описание	
CALC:DATA:FDAT?	Передача данных	Форматированные данные графика
CALC:FORM	Параметры графика	Формат графика
CALC:SA:PAR:DEF	Параметры измерения	Измеряемый параметр графика

CALC:DATA:FDAT?

SCPI команда

CALCulate<Ch>:DATA:FDATa?

Описание

Считывает массив форматированных измерений.

Форматированные измерения – это данные, прошедшие все этапы обработки, включая последний этап – форматирование. Они представляют значения графика данных, как он отображается на экране.

Размер массива равен N, где N – число точек измерения.

только запрос

Объект

CALCulate<Ch>[:SELected] — активный график в канале <Ch>,

<Ch>={[1]}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, …<numeric N>

Связанные команды

CALC:FORM

Раздел руководства по эксплуатации

Нет

Кнопки

Нет

Перейти в CALCulate

CALC:FORM

SCPI команда

CALCulate<Ch>:FORMat <char>

CALCulate<Ch>:FORMat?

Описание

Устанавливает или считывает формат графика.
команда/запрос

Объект

CALCulate<Ch> — активный график в канале <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<char> определяет формат графика

MLOGarithmic	Амплитуда в логарифмическом масштабе
MLINear	Амплитуда в линейном масштабе

Ответ

{MLOG|MLIN}

Начальное значение

MLOG

Раздел руководства по эксплуатации

Формат прямоугольных координат

Кнопки

График > Формат {Ампл лог | Ампл лин}

Перейти в CALCulate

CALC:SA:PAR:DEF

SCPI команда

CALCulate<Ch>:SA:PARameter<Tr>:DEFine <char>

CALCulate<Ch>:SA:PARameter<Tr>:DEFine?

Описание

Устанавливает или считывает измеряемый параметр графика.
команда/запрос

Объект

График <Tr> в канале <Ch>,

<Tr>={[1]}

<Ch>={[1]}

Параметр

<char> определяет формат графика

T1, T2, T3, T4	Тестовый приемник

ПРИМЕЧАНИЕ	Порт в параметре зависит от технических возможностей анализатора.

Ответ

{T1|T2|T3|T4}

Начальное значение

Зависит от выбранного порта-приемника

Раздел руководства по эксплуатации

Выбор приемного порта

Кнопки

Канал > Порт приемника > 1 | 2 | 3 | 4

Перейти в CALCulate

DISPlay

Команда	Описание	
DISP:WIND:TRAC:Y:AUTO	Масштаб	Автоматическая настройка масштаба графика
DISP:WIND:TRAC:Y:PDIV		Масштаб графика
DISP:WIND:TRAC:Y:RLEV		Значение опорного уровня
DISP:WIND:TRAC:Y:RPOS		Положение опорного уровня

DISP:WIND:TRAC:Y:AUTO

SCPI команда

DISPlay:WINDow<Ch>:TRACe<Tr>:Y[:SCALe]:AUTO

Описание

Выполняет автоматическую настройку масштаба графика.

только команда

Объект

График <Tr> в канале <Ch>,

<Tr> = {[1]}

<Ch>={[1]}

Связанные команды

DISP:WIND:TRAC:Y:PDIV

DISP:WIND:TRAC:Y:RLEV

Раздел руководства по эксплуатации

Функция автомасштабирования

Кнопки

Масштаб > Автомасштаб

Перейти в DISPlay

DISP:WIND:TRAC:Y:PDIV

SCPI команда

DISPlay:WINDow<Ch>:TRACe<Tr>:Y[:SCALe]:PDIVision <numeric>

DISPlay:WINDow<Ch>:TRACe<Tr>:Y[:SCALe]:PDIVision?

Описание

Устанавливает или считывает масштаб графика. Для прямоугольных форматов устанавливает цену деления шкалы измеряемой величины.

команда/запрос

Объект

График <Tr> в канале <Ch>,

<Tr> = {[1]}

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> значение масштаба графика

Выход за диапазон

<numeric>

Единицы измерения

дБм (децибел-милливатт)

Ответ

<numeric>

Начальное значение

Изменяется в зависимости от формата:

Амплитуда в логарифмическом масштабе: 10 дБм/дел

Амплитуда в линейном масштабе: 0,1 /дел

Раздел руководства по эксплуатации

Масштаб

Кнопки

Масштаб > Масштаб (поле)

Перейти в DISPlay

DISP:WIND:TRAC:Y:RLEV

SCPI команда

DISPlay:WINDow<Ch>:TRACe<Tr>:Y[:SCALe]:RLEVel <numeric>

DISPlay:WINDow<Ch>:TRACe<Tr>:Y[:SCALe]:RLEVel?

Описание

Устанавливает или считывает значение опорного уровня (измеряемой величины в опорной линии).
команда/запрос

Объект

График <Tr> в канале <Ch>,

<Tr> = {[1]}

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> значение опорного уровня

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Единицы измерения

дБм (децибел-милливатт)

Ответ

<numeric>

Начальное значение

0

Раздел руководства по эксплуатации

Масштаб

Кнопки

Масштаб > Опорный уровень (поле)

Перейти в DISPlay

DISP:WIND:TRAC:Y:RPOS

SCPI команда

DISPlay:WINDow<Ch>:TRACe<Tr>:Y[:SCALe]:RPOSition <numeric>

DISPlay:WINDow<Ch>:TRACe<Tr>:Y[:SCALe]:RPOSition?

Описание

Устанавливает или считывает положение опорной линии.
команда/запрос

Объект

График <Tr> в канале <Ch>,

<Tr> = {[1]}

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> положение опорной линии от 0 до числа делений шкалы (по умолчанию равно 10).

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

<numeric>

Начальное значение

5

Раздел руководства по эксплуатации

Масштаб

Кнопки

Масштаб > Положение опоры (поле)

Перейти в DISPlay

INITiate

Команда	Описание	
INIT	Триггер	Режим однократной инициации канала
INIT:CONT		ВКЛ/ВЫКЛ повторный режим инициации канала

INIT

SCPI команда

INITiate<Ch>[:IMMediate]

Описание

Переводит канал в режим "Ожидания триггера" для осуществления однократной развертки.
только команда

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Связанные команды

TRIG:SOUR

INIT:CONT

Раздел руководства по эксплуатации

Режим инициации канала

Кнопки

Триггер > Однократно

Перейти в INITiate

INIT:CONT

SCPI команда

INITiate<Ch>:CONTinuous {OFF|ON|0|1}

INITiate<Ch>:CONTinuous?

Описание

Устанавливает или считывает состояние ВКЛ/ВЫКЛ для режима инициации канала "Непрерывно".

При включенном режиме:

- если командой TRIG:SOUR INT установлен источник триггера "Внутренний", то канал непрерывно сканирует;
- если установлен иной источник триггера, то канал переходит в режим "Инициирован" и ожидает сигнал триггера. По приходу от выбранного источника сигнала триггера, начинается сканирование по очереди каналов, находящихся в состоянии "Инициирован". После окончания сканирования каналы возвращаются в состояние "Инициирован".

При выключенном режиме канал находится в состоянии "Остановлен", запуск сканирования производится командой INIT.

команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

Определяет состояние режима инициации канала:

{ON|1}	режим "Непрерывно" ВКЛ
{OFF|0}	режим "Непрерывно" ВЫКЛ

Ответ

{0|1}

Начальное значение

0

Связанные команды

TRIG:SOUR

INIT

Раздел руководства по эксплуатации

Режим инициации канала

Кнопки

Триггер > Непрерывно

Перейти в INITiate

MMEMory

Команда	Описание	
MMEM:STOR:FDAT	Сохранение данных графика в файл CSV	Сохранение CSV файла
MMEM:STOR:FDAT:COMM		ВКЛ/ВЫКЛ строку комментариев
MMEM:STOR:FDAT:STIM		ВКЛ/ВЫКЛ столбец с данными стимула
MMEM:STOR:FDAT:SEP		Тип десятичного разделителя

MMEM:STOR:FDAT

SCPI команда

MMEmory:STORe:FDATa <string>

Описание

Сохраняет форматированные данные в формате CSV в файле с заданным именем. Номер графика и параметры файла задаются командой MMEM:STOR:FDAT:XXXX.

ПРИМЕЧАНИЕ — По умолчанию файлы иеют расширение *.CSV.

только команда

Параметр

<string> имя файла

Раздел руководства по эксплуатации

Сохранение данных графика

Кнопки

Сохр/Восст > Сохранить .CSV > Сохранить

Перейти в MMEMory

MMEM:STOR:FDAT:COMM

SCPI команда

MMEmory:STORe:FDAT:COMMent[:STATe] {OFF|ON|0|1}

MMEmory:STORe:FDAT:COMMent[:STATe]?

Описание

Устанавливает или считывает состояние ВКЛ/ВЫКЛ строки комментариев в начале файла CSV, сохраненного с помощью команды MMEM:STOR:FDAT. Строка комментария начинается с символа "!".

команда/запрос

Параметр

{ON|1}	ВКЛ
{OFF|0}	ВЫКЛ

Ответ

{0|1}

Начальное значение

0

Раздел руководства по эксплуатации

Сохранение данных графика

Кнопки

Сохр/Восст > Сохранить .CSV > Заголовок (флажок в окне Сохранить .CSV)

Перейти в MMEMory

MMEM:STOR:FDAT:STIM

SCPI команда

MMEmory:STORe:FDAT:STIMulus[:STATe] {OFF|ON|0|1}

MMEmory:STORe:FDAT:STIMulus[:STATe]?

Описание

Устанавливает или считывает состояние ВКЛ/ВЫКЛ крайнего левого столбца с данными стимула, при сохранении данных графика командой MMEM:STOR:FDAT в файл формата CSV.

команда/запрос

Параметр

{ON|1}	ВКЛ
{OFF|0}	ВЫКЛ

Ответ

{0|1}

Начальное значение

0

Раздел руководства по эксплуатации

Сохранение данных графика

Кнопки

Сохр/Восст > Сохранить .CSV > Значение стимула (флажок в окне Сохранить .CSV)

Перейти в MMEMory

MMEM:STOR:FDAT:SEP

SCPI команда

MMEmory:STORe:FDAT:SEParator {POINt|LOCal}

MMEmory:STORe:FDAT:SEParator?

Описание

Устанавливает или считывает состояние ВКЛ/ВЫКЛ крайнего левого столбца с данными стимула, при сохранении данных графика командой MMEM:STOR:FDAT в файл формата CSV.

команда/запрос

Параметр

<char> выбор из:

POINt	используется точка ('.') в качестве десятичного разделителя и запятая (',') в качестве разделителя значений
LOCal	используются разделители из текущей локали Windows

Ответ

{POINt|LOCal}

Начальное значение

POINt

Раздел руководства по эксплуатации

Сохранение данных графика

Кнопки

Сохр/Восст > Сохранить .CSV > Десятичный разделитель {Локальный|Точка} (список в окне Сохранить .CSV)

Перейти в MMEMory

SENSe

Команда	Описание	
SENS:FREQ:CENT	Параметры сканирования	Центр частотного диапазона
SENS:FREQ:CENT:STEP:AUTO		Шаг изменения центральной частоты в режиме авто
SENS:FREQ:CENT:STEP:SIZE		Шаг изменения центральной частоты
SENS:FREQ:DATA?		Массив частот точек измерения
SENS:FREQ:SPAN		Частотный диапазон (Полоса)
SENS:FREQ:STAR		Начало частотного диапазона
SENS:FREQ:STOP		Конец частотного диапазона
SENS:SA:BAND		Значение разрешающей полосы пропускания
SENS:SA:BAND:AUTO		Значение разрешающей полосы пропускания в режиме авто
SENS:SA:BAND:SHAP		Тип оконной функции
SENS:SA:BAND:VID		Значение полосы видеофильтра

Команда	Описание	
SENS:SA:BAND:VID:AUTO		Значение полосы видеофильтра в режиме авто
SENS:SA:BAND:VID:AVER:TYPE		Тип усреднения
SENS:SA:BAND:VID:RAT		Значение отношения РПП к полосе ВФ
SENS:SA:FREQ:SPAN:BAND:RAT		Отношение полосы частотного диапазона к РПП
SENS:SA:DET:FUNC		Тип детектора
SENS:SA:IMAG:REJ		Способ подавления зеркальной составляющей
SENS:SWE:POIN		Число точек сканирования
SENS:SWE:POIN:AUTO		Число точек сканирования в режиме авто

SENS:FREQ:CENT

SCPI команда

SENSe<Ch>:FREQuency:CENTer <numeric>

SENSe<Ch>:FREQuency:CENTer?

Описание

Устанавливает или считывает значение центральной частоты.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> значение центральной частоты в пределах диапазона частот анализатора

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

<numeric>

Начальное значение

Центральная частота рабочего диапазона анализатора

Раздел руководства по эксплуатации

Установка диапазона сканирования

Кнопки

Канал > Центр (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:FREQ:CENT:STEP:AUTO

SCPI команда

SENSe<Ch>:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO {OFF|ON|0|1}

SENSe<Ch>:FREQuency:CENTer:STEP:AUTO?

Описание

Устанавливает или считывает состояние ВКЛ/ВЫКЛ режима авто для шага изменения центральной частоты.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

Определяет состояние режима:

{ON|1}	режим "Авто" ВКЛ
{OFF|0}	режим "Авто" ВЫКЛ

Ответ

{0|1}

Начальное значение

1

Раздел руководства по эксплуатации

Установка шага изменения центральной частоты

Кнопки

Канал > Шаг центральной частоты (флажок в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:FREQ:CENT:STEP:SIZE

SCPI команда

SENSe<Ch>:FREQuency:CENTer:STEP:SIZE <numeric>

SENSe<Ch>:FREQuency:CENTer:STEP:SIZE?

Описание

Устанавливает или считывает значение шага изменения центральной частоты.

ПРИМЕЧАНИЕ — Для изменения значения требуется предварительное отключение режима авто через команду SENS:FREQ:CENT:STEP:AUTO.

команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> значение шага изменения центральной частоты

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

<numeric>

Начальное значение

Зависит от установленной полосы частотного диапазона

Связанные команды

SENS:FREQ:CENT:STEP:AUTO

Раздел руководства по эксплуатации

Установка шага изменения центральной частоты

Кнопки

Канал > Шаг центральной частоты (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:FREQ:DATA?

SCPI команда

SENSe<Ch>:FREQuency:DATA?

Описание

Считывает массив частот точек измерения.

Размер массива равен N, где N – число точек измерения.

Для n-й точки, где n от 1 до N:

<numeric n> значение частоты для n-ой точки измерения.

только запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Ответ

<numeric 1>, <numeric 2>, …<numeric N>

Раздел руководства по эксплуатации

Нет

Кнопки

Нет

Перейти в SENSe

SENS:FREQ:SPAN

SCPI команда

SENSe<Ch>:FREQuency:SPAN <numeric>

SENSe<Ch>:FREQuency:SPAN?

Описание

Устанавливает или считывает значение полосы частотного диапазона.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> значение полосы частотного диапазона в пределах диапазона частот анализатора

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

<numeric>

Начальное значение

Максимальное значение полосы частотного диапазона анализатора

Раздел руководства по эксплуатации

Установка диапазона сканирования

Кнопки

Канал > Полоса (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:FREQ:STAR

SCPI команда

SENSe<Ch>:FREQuency:STARt <numeric>

SENSe<Ch>:FREQuency:STARt?

Описание

Устанавливает или считывает значение начальной частоты.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> значение начальной частоты в пределах диапазона частот анализатора

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

<numeric>

Начальное значение

Минимальный частотный диапазон анализатора

Раздел руководства по эксплуатации

Установка диапазона сканирования

Кнопки

Канал > Старт (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:FREQ:STOP

SCPI команда

SENSe<Ch>:FREQuency:STOP <numeric>

SENSe<Ch>:FREQuency:STOP?

Описание

Устанавливает или считывает значение конечной частоты при линейном или логарифмическом типе сканирования.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> значение конечной частоты в пределах диапазона частот анализатора

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

<numeric>

Начальное значение

Максимальный частотный диапазон анализатора

Раздел руководства по эксплуатации

Установка диапазона сканирования

Кнопки

Канал > Стоп (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SA:BAND

SCPI команда

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth[:RESolution] <numeric>

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth[:RESolution]?

Описание

Устанавливает или считывает значение разрешающей полосы пропускания.

ПРИМЕЧАНИЕ — Для изменения значения требуется предварительное отключение режима авто через команду SENS:SA:BAND:AUTO.

команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> значение разрешающей полосы пропускания

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

<numeric>

Начальное значение

В зависимости от выбранной полосы частотного диапазона и значения соотношения полосы к РПП

Связанные команды

SENS:SA:BAND:AUTO

Раздел руководства по эксплуатации

Установка разрешающей полосы пропускания (РПП)

Кнопки

Канал > РПП (флажок) > **Полоса/РПП** (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SA:BAND:AUTO

SCPI команда

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth[:RESolution]:AUTO {OFF|ON|0|1}

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth[:RESolution]:AUTO?

Описание

Устанавливает или считывает состояние ВКЛ/ВЫКЛ режима авто для значения разрешающей полосы пропускания.

команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

Определяет состояние режима:

{ON|1}	режим "Авто" ВКЛ
{OFF|0}	режим "Авто" ВЫКЛ

Ответ

{0|1}

Начальное значение

1

Раздел руководства по эксплуатации

Установка разрешающей полосы пропускания (РПП)

Кнопки

Канал > РПП (флажок в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SA:BAND:SHAP

SCPI команда

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth:SHAPe <char>

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth:SHAPe?

Описание

Устанавливает или считывает выбранный тип оконной функции.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<char> определяет тип оконной функции

FLATtop	С плоской вершиной
HAMMing	Окно Хэмминга
SIN	Синусоидальное
RECTangle	Прямоугольное

Ответ

{FLAT|HAMM|SIN|RECT}

Начальное значение

FLAT

Раздел руководства по эксплуатации

Выбор типа окна

Кнопки

Канал > Тип окна (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SA:BAND:VID

SCPI команда

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth:VIDeo <numeric>

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth:VIDeo?

Описание

Устанавливает или считывает значение полосы видеофильтра.

ПРИМЕЧАНИЕ — Для изменения значения требуется предварительное отключение режима авто через команду SENS:SA:BAND:VID:AUTO.

команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> значение полосы видеофильтра от 30 Гц до 300 кГц

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

<numeric>

Начальное значение

В зависимости от значения разрешающей полосы пропускания и значения соотношения РПП к полосе ВФ

ПРИМЕЧАНИЕ	Значение полосы видеофильтра не может превышать значения разрешающей полосы пропускания.

Связанные команды

SENS:SA:BAND:VID:AUTO

Раздел руководства по эксплуатации

Установка полосы видеофильтра (ВФ)

Кнопки

Канал > ВФ (флажок) >**РПП/ВФ** (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SA:BAND:VID:AUTO

SCPI команда

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth:VIDeo:AUTO {OFF|ON|0|1}

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth:VIDeo:AUTO?

Описание

Устанавливает или считывает состояние ВКЛ/ВЫКЛ режима авто для значения полосы видеофильтра.

команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

Определяет состояние режима:

{ON|1}	режим "Авто" ВКЛ
{OFF|0}	режим "Авто" ВЫКЛ

Ответ

{0|1}

Начальное значение

1

Раздел руководства по эксплуатации

Установка полосы видеофильтра (ВФ)

Кнопки

Канал > ВФ (флажок в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SA:BAND:VID:AVER:TYPE

SCPI команда

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth:VIDeo:AVERage:TYPE <char>

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth:VIDeo:AVERage:TYPE?

Описание

Устанавливает или считывает выбранный тип усреднения.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<char> определяет следующие параметры

POWer	Мощность
VOLTage	Напряжение
LOG	Логарифмический

Ответ

{POW|VOLT|LOG}

Начальное значение

POW

Раздел руководства по эксплуатации

Выбор типа усреднения

Кнопки

Канал > Тип усреднения (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SA:BAND:VID:RAT

SCPI команда

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth:VIDeo:RATio <numeric>

SENSe<Ch>:SA:BANDwidth:VIDeo:RATio?

Описание

Устанавливает или считывает значение отношения РПП к полосе ВФ.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> значение отношения РПП к полосе ВФ

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

<numeric>

Начальное значение

1

Раздел руководства по эксплуатации

Установка соотношения РПП к полосе ВФ

Кнопки

Канал > ВФ (флажок) >**РПП/ВФ** (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SA:DET:FUNC

SCPI команда

SENSe<Ch>:SA:DETector:FUNCtion <char>

SENSe<Ch>:SA:DETector:FUNCtion?

Описание

Устанавливает или считывает выбранный тип детектора.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<char> определяет следующие параметры

NORMal	Нормальный
SAMPle	Мгновенный
AVERage	Усредняющий
PEAK	Положительный пик
NEGPeak	Отрицательный пик

Ответ

{NORM|SAMP|AVER|PEAK|NEGP}

Начальное значение

NORM

Раздел руководства по эксплуатации

Выбор типа детектора

Кнопки

Канал > Тип детектора (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SA:FREQ:SPAN:BAND:RAT

SCPI команда

SENSe<Ch>:SA:FREQuency:SPAN:BANDwidth[:RESolution]:RATio <numeric>

SENSe<Ch>:SA:FREQuency:SPAN:BANDwidth[:RESolution]:RATio?

Описание

Устанавливает или считывает значение отношения полосы частотного диапазона к РПП.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> значение отношения полосы частотного диапазона к РПП

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

<numeric>

Начальное значение

100

Раздел руководства по эксплуатации

Установка соотношения полосы к РПП

Кнопки

Канал > Полоса/РПП (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SA:IMAG:REJ

SCPI команда

SENSe<Ch>:SA:IMAGe:REJect <char>

SENSe<Ch>:SA:IMAGe:REJect?

Описание

Устанавливает или считывает выбранный способ подавления зеркальной составляющей.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<char> определяет следующие параметры

NONE	Без подавления
MINimal	Два прохода

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

{NONE|MIN}

Начальное значение

MIN

Раздел руководства по эксплуатации

Выбор подавления зеркальной составляющей

Кнопки

Канал > Подавление зеркальной составляющей (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SWE:POIN

SCPI команда

SENSe<Ch>:SWEep:POINts <numeric>

SENSe<Ch>:SWEep:POINts?

Описание

Устанавливает или считывает число точек отображения.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

<numeric> число точек измерения от 101 до 100001

Выход за диапазон

Устанавливает значение, равное ближайшей границе

Ответ

<numeric>

Начальное значение

1001

Раздел руководства по эксплуатации

Установка количества точек

Кнопки

Канал > Точки (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SENS:SWE:POIN:AUTO

SCPI команда

SENSe<Ch>:SWEep:POINts:AUTO {OFF|ON|0|1}

SENSe<Ch>:SWEep:POINts:AUTO?

Описание

Устанавливает или считывает состояние ВКЛ/ВЫКЛ режима авто для числа точек отображения.
команда/запрос

Объект

Канал <Ch>,

<Ch>={[1]}

Параметр

Определяет состояние режима:

{ON|1}	режим "Авто" ВКЛ
{OFF|0}	режим "Авто" ВЫКЛ

Ответ

{0|1}

Начальное значение

1

Раздел руководства по эксплуатации

Установка количества точек

Кнопки

Канал > Точки (поле в области Параметры измерения)

Перейти в SENSe

SYSTem

Команда	Описание	
SYST:CYCL:TIME:MEAS?	Параметр анализатора	Измеренное время цикла
SYST:READ?		Состояние готовности анализатора
SYST:TERM		Температура анализатора
SYST:PRES	Начальная установка	Установка анализатора в начальное состояние

SYST:CYCL:TIME:MEAS?

SCPI команда

SYSTem:CYCLe:TIME:MEASurement?

Описание

Считывает измеренное время цикла.
только запрос

Объект

Анализатор

Единицы измерения

с (секунда)

Ответ

<numeric>

Раздел руководства по эксплуатации

нет

Кнопки

нет

Перейти в SYSTem

SYST:READ?

SCPI команда

SYSTem:READy[:STATe]?

Описание

Считывает состояние готовности анализатора к работе.
только запрос

Ответ

{0|1}, 1 — указывает, что анализатор готов, 0 — анализатор не готов.

Раздел руководства по эксплуатации

Строка состояния анализатора

Кнопки

Нет

Перейти в SYSTem

SYST:TERM

SCPI команда

SYSTem:TERMinate

Описание

Завершает работу программного обеспечения анализатора.
только команда

Раздел руководства по эксплуатации

Нет

Кнопки

Нет

Перейти в SYSTem

SYST:PRES

SCPI команда

SYSTem:PRESet

Описание

Устанавливает анализатор в начальное состояние.
только команда

Раздел руководства по эксплуатации

Начальная установка

Кнопки

Нет

Перейти в SYSTem

TRIGger

Команда	Описание	
TRIG	Триггер	Генерация сигнала триггера
TRIG:SING		Генерация сигнала триггера. Команда не завершается до окончания сканирования
TRIG:SOUR		Источник триггера

TRIG

SCPI команда

TRIGger[:SEQuence][:IMMediate]

Описание

Вырабатывает сигнал триггера и запускает сканирование при соблюдении следующих условий:

1. Источник триггера установлен командой TRIG:SOUR BUS в состояние "Шина", в противном случае возникает ошибка и команда игнорируется.
2. Анализатор должен находиться в состоянии "Ожидание триггера". Если анализатор находится в состоянии "Цикл измерения" или "Стоп" возникает ошибка и команда игнорируется.

Команда завершается немедленно после генерации сигнала триггера.

только команда

Связанные команды

TRIG:SOUR BUS

INIT:CONT

INIT

Раздел руководства по эксплуатации

Диаграмма состояний и переходов триггера

Источник триггера

Кнопки

Нет

Перейти в TRIGger

TRIG:SING

SCPI команда

TRIGger[:SEQuence]:SINGle

Описание

Вырабатывает сигнал триггера и запускает сканирование при соблюдении следующих условий:

- источник триггера установлен командой TRIG:SOUR BUS в состояние "Шина", в противном случае возникает ошибка и команда игнорируется;
- анализатор должен находиться в состоянии "Ожидание триггера", если анализатор находится в состоянии "Цикл измерения" или "Стоп" возникает ошибка и команда игнорируется.

В отличие от команды TRIG, данная команда является незавершенной до окончания сканирования. Для ожидания окончания сканирования, инициированного командой TRIG:SING может быть использован запрос *OPC?.

только команда

Связанные команды

TRIG:SOUR

*OPC?

INIT:CONT

INIT

Раздел руководства по эксплуатации

Диаграмма состояний и переходов триггера

Источник триггера

Кнопки

Нет

Перейти в TRIGger

TRIG:SOUR

SCPI команда

TRIGger[:SEQuence]:SOURce <char>

TRIGger[:SEQuence]:SOURce?

Описание

Выбирает источник триггера для запуска сканирования.

Если командой INIT:CONT ON включен режим инициации канала "Повторно", выбор INTernal приводит к непрерывному сканированию, выбор другого параметра переводит анализатор в режим ожидания триггера от соответствующего источника.

Если командой INIT:CONT OFF выключен режим инициации канала "Повторно", то различается последующая реакция на команду INIT. Выбор INTernal приводит к однократному сканированию в ответ на команду INIT, выбор другого параметра переводит анализатор в режим инициации канала "Однократно" в ответ на команду. См. также раздел Источник триггера.

команда/запрос

Параметр

<char> определяет следующие параметры

INTernal	Внутренний
BUS	Шина (программный запуск)

Ответ

{INT|BUS}

Начальное значение

INT

Связанные команды

INIT

INIT:CONT

TRIG:SING

*TRG

Раздел руководства по эксплуатации

Источник триггера

Кнопки

Триггер > Источник {Внутренний | Шина } (список в подменю)

Перейти в TRIGger

Рекомендации по программированию

В данном разделе даются рекомендации по программированию в некоторых конкретных ситуациях.

Программный запуск и ожидание сканирования

Программный запуск сканирования и ожидание его окончания осуществляется с помощью команд TRIG:SING и *OPC?.

Команда TRIG:SING вырабатывает сигнал триггера и запускает сканирование при соблюдении следующих условий:

- выбран программный источник триггера (командой TRIG:SOUR BUS);
- анализатор должен находиться в состоянии "Ожидание триггера", в противном случае (анализатор находится в состоянии "Цикл измерения" или "Стоп") возникает ошибка и команда игнорируется.

Переход анализатора в состояние "Ожидание триггера" зависит от режима инициации "Повторно", который устанавливается командой INIT:CONT. При включенном режиме инициации "Повторно", анализатор автоматически переходит в "Ожидание триггера" при выборе программного источника триггера, и затем каждый раз по окончанию сканирования. При выключенном режиме инициации канала "Непрерывно", анализатор переходит в "Ожидание триггера" однократно при подаче команды INIT.

Команда TRIG:SING является незавершенной до окончания сканирования, что позволяет использовать запрос *OPC? для ожидания окончания сканирования.

Пример 1.

Запуск сканирования во всех каналах и ожидание его окончания. Сканирование каналов осуществляется по очереди один за другим. Режим инициации канала "Непрерывно" включен по умолчанию (например, после начальной установки).

TRIG:SOUR BUS	Выбор программного источника триггера
<loop>:	Начало цикла
TRIG:SING	Запуск сканирования
*OPC?	Ожидание окончания сканирования
…	

После окончания сканирования анализатор возвращается в режим "Ожидание триггера", затем возможен следующий запуск сканирования.

Настройка параметров анализатора

Настройка основных параметров анализатора может выполняться программно с использованием соответствующих SCPI-команд. Установка параметров частоты (начальной, конечной, полосы и центральной), полос разрешения и видеополосы, а также параметров окна и детектора позволяет полностью определить режим измерения.

Команды настройки параметров могут выполняться последовательно перед запуском сканирования. Некоторые параметры взаимосвязаны: например, установка SENS:FREQ:SPAN автоматически изменяет значения SENS:FREQ:STAR и SENS:FREQ:STOP относительно SENS:FREQ:CENT.

Следующий набор команд демонстрирует управление параметрами анализатора и проведение измерения.

```
// Установка измеряемого порта-приемника T1
CALC:SA:PAR:DEF T1
// Установка начальной частоты диапазона: 1 МГц
SENS:FREQ:STAR 1MHZ
// Установка конечной частоты диапазона: 100 МГц
SENS:FREQ:STOP 100MHZ
// Установка разрешающей полосы пропускания: 10 кГц
SENS:SA:BAND:RES 10KHZ
// Установка полосы видеофильтра: 3 кГц
SENS:SA:BAND:VID:RES 3KHZ
// Установка оконной функции: с плоской вершиной
SENS:SA:BAND:SHAP FLAT
// Установка детектора: положительный пик
SENS:SA:DET:FUNC PEAK
// Установка источника триггера: шина
TRIG:SOUR BUS
// Установка анализатор в режим однократного измерения
INIT:SINGl
// Запуск одиночного измерения
TRIG:SING
// Ожидание завершения измерения
*OPC?
// Запрос точек для измеряемого частотного диапазона
SENS:FREQ:DATA?
// Получение измеренных данных
CALC:DATA:FDAT?
```

Приложение А Таблица настроек по умолчанию

Параметры анализатора, устанавливаемые при начальной установке.

Наименование параметра	Значение по умолчанию	Объект настройки параметра
Канал		
Приемный порт	1	Анализатор
Способ установки диапазона сканирования	Старт / Стоп	Канал
Начало частотного диапазона сканирования	Минимальная частота	Анализатор
Конец частотного диапазона сканирования	Максимальная частота	Анализатор
Размер шага	Авто	Канал
Количество точек развертки	1001	Канал
Разрешающая полоса пропускания	Авто	Канал
Полоса видеофильтра	Авто	Канал
Соотношение РПП к полосе ВФ	1	Канал
Соотношение полосы к РПП	100	Канал
Тип окна	С плоской вершиной	Канал
Тип детектора	Нормальный	Канал

Наименование параметра	Значение по умолчанию	Объект настройки параметра
Подавление зеркальной составляющей	Два перехода	Канал
Тип усреднения	Мощность	Канал
Источник	ВЫКЛ	Анализатор
Порт источника	1	Анализатор
Частота источника	100 кГц	Анализатор
Мощность источника	0 дБм	Анализатор
Триггер		
Режим инициации канала	Остановка	Канал
График		
Формат графика	Ампл лог	График
Математические операции	ВЫКЛ	График
Буфер памяти	ВЫКЛ	График
График данных	ВКЛ	График
График памяти	ВКЛ	График

Наименование параметра	Значение по умолчанию	Объект настройки параметра
Усреднение		
Усреднение	ВЫКЛ	График
Усредняющий коэффициент	2	Канал
Сглаживание	ВЫКЛ	График
Апертура сглаживания	5%	График
Удержание графика	ВЫКЛ	График
Тип удержания	Максимум	График
Масштаб		
Масштаб	10 дБм	График
Число делений	10	Канал
Опорный уровень	-40 дБм	График
Положение опоры	5	График
Маркеры и маркерные вычисления		
Количество маркеров	0	График
Вид метки маркера	Треугольник	Канал
Дискретный стимул	ВЫКЛ	График
Диапазон поиска	ВЫКЛ	График
Диапазон вычисления	ВЫКЛ	График

Наименование параметра	Значение по умолчанию	Объект настройки параметра
Поиск ширины полосы	ВЫКЛ	График
Полоса по уровню	3 дБм	График
Поиск относительно	Пик	График
Функции маркеров		
Маркерная статистика	ВЫКЛ	График
Диапазон по маркерам	ВЫКЛ	График
Поиск ширины полосы	ВЫКЛ	График
Поиск относительно	Пик	График
Уровень	3 дБм	График
Поиск		
Диапазон поиска	ВЫКЛ	График
Начало поиска	100 кГц	График
Конец поиска	20 ГГц	График
Границы диапазона	ВЫКЛ	График
Тип слежения	ВЫКЛ	График
Относительный порог	3 дБм	График
Порог обнаружения	-100 дБм	График
Полярность пиков	Положительный	График

Наименование параметра	Значение по умолчанию	Объект настройки параметра
Уровень	0 дБм	График
Тип перехода	Все	График
Система		
Начальная конфигурация состояния	Последнее состояние	Анализатор
Инвертирование	ВЫКЛ	Анализатор
Демо-режим	ВЫКЛ	Анализатор
Соединение ВАЦ	ВКЛ	Анализатор
IP	127.0.0.1	Анализатор
Порт	5025	Анализатор
Начальная конфигурация состояния	Последняя	Анализатор
Инвертировать изображение	ВЫКЛ	Анализатор
Язык	Русский	Анализатор
Менеджер графика		
Менеджер графика	Табличный вид	Анализатор