

Осциллограф цифровой настольный

Серия: Hantek DSO4000 BC



Руководство по эксплуатации

Содержание

1. Описание устройства	3
1.1. Подготовка к использованию.....	3
1.2. Элементы передней панели.....	4
1.3. Пользовательский интерфейс	5
2. Описание функций	6
2.1. Кнопки управления и меню	6
2.2. Разъемы	7
2.3. Универсальные регуляторы и функциональные кнопки	7
2.4. Настройка осциллографа.....	8
2.5. Управление горизонтальной разверткой	8
2.6. Управление вертикальной разверткой	10
2.6.1. Органы управления.....	10
2.6.2. Математические операции.....	11
3.1. Настройка формы и параметров сигнала	14
3.2. Редактирование сигнала произвольной формы	14
3.3. Выходной сигнал произвольной формы	16

1. Описание устройства

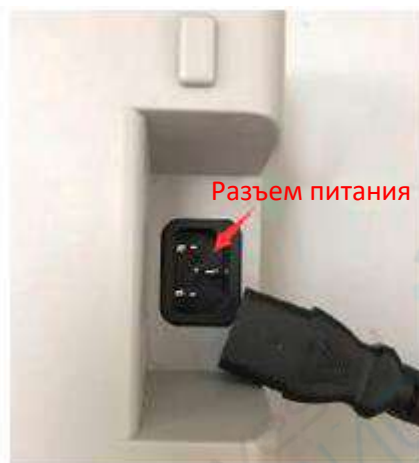
1.1. Подготовка к использованию

Регулировка опорных ножек

Отрегулируйте опорные ножки таким образом, чтобы осциллограф устойчиво стоял на поверхности, а с ним было удобно работать и считывать показания.

Подключение кабеля питания

Подключите кабель питания, как указано на рисунке.



Осциллограф работает от сети переменного тока 100-240 В, 45-440 Гц. Для подключения осциллографа к электросети используйте кабель питания из комплекта поставки.

Включите осциллограф с помощью выключателя, расположенного в нижнем левом углу на передней панели. Если осциллограф не включается, проверьте надежность подключения кабеля питания. Также убедитесь в наличии напряжения в сети питания.

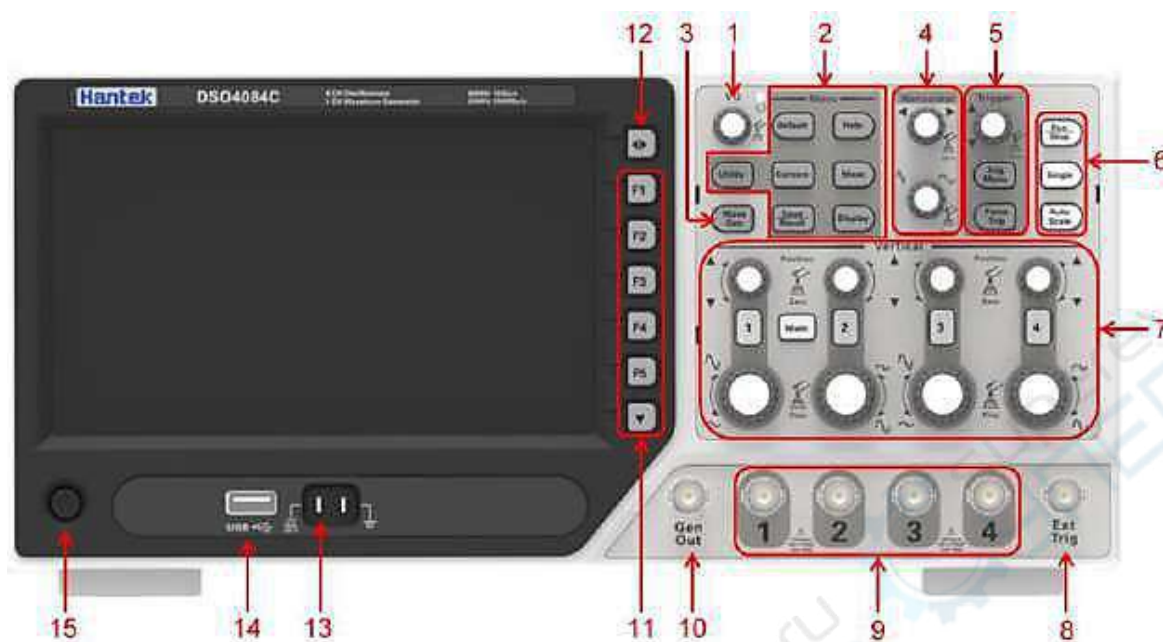
Выключатель питания:



Для выключения осциллографа нажмите на выключатель.

1.2. Элементы передней панели

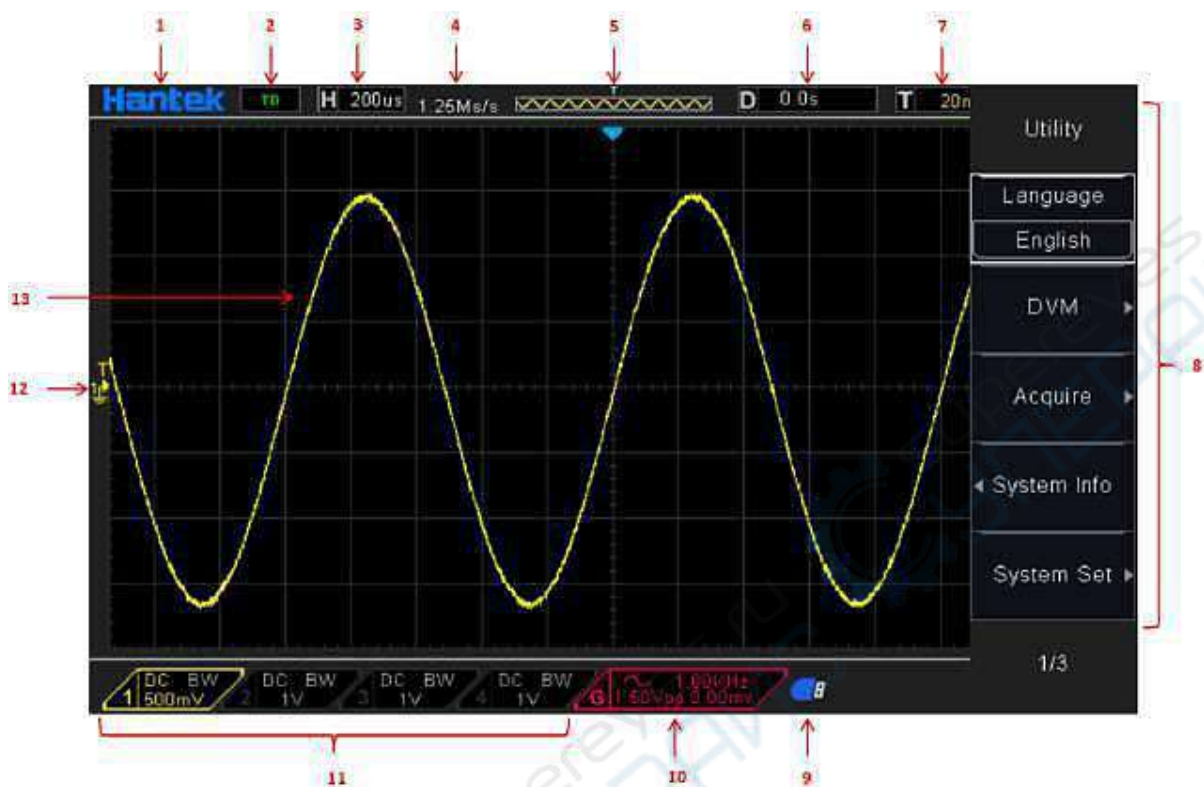
Ниже приведен перечень основных элементов передней и задней панелей цифровых осциллографов данной серии, позволяющий быстро ознакомиться с функционалом устройства.



Поз.	Наименование
1	Универсальный поворотный регулятор
2	Выбор функции
3	Генератор сигналов (только для осциллографов с функцией генератора сигналов)
4	Горизонтальная развертка
5	Система синхронизации (триггеров)
6	Кнопка быстрого действия (запуск/останов, одиночное измерение, автоматическое масштабирование)
7	Вертикальная развертка
8	Вход внешнего триггера
9	Входы сигнала CH1-CH4
10	Выход генератора сигналов
11	Функциональные кнопки
12	Кнопка меню
13	Контакт для настройки компенсации щупа
14	USB-порт
15	Выключатель питания

1.3. Пользовательский интерфейс

В данном разделе описан программный интерфейс цифрового осциллографа. С разделом необходимо ознакомиться до начала эксплуатации устройства.



Поз.	Наименование
1	Логотип компании Hantek
2	Состояние системы синхронизации (триггера) <ul style="list-style-type: none"> • Auto: автоматический режим. Осциллограф отображает осциллограммы в автоматическом режиме без сигналов синхронизации (триггеров). • Ready: все данные захвачены и осциллограф ждет появления триггера. • Roll: осциллограф непрерывно собирает и отображает форму сигнала в режиме прокрутки. • Stop: захват сигнала остановлен.
3	Текущее значение масштаба по времени
4	Частота дискретизации
5	Главное окно временной развертки
6	Время запуска
7	Уровень триггера
8	Рабочее меню (информация зависит от текущего функционала функциональных клавиш.)
9	Индикатор активен при подключенном USB-накопителе
10	Индикатор активен при активном генераторе сигналов
11	Связь по входу, полоса пропускания и вольт/дел для каналов CH1-CH4
12	Маркер канала
13	Окно осциллограммы

2. Описание функций

2.1. Кнопки управления и меню



Наименование	Описание
[CH1], [CH2], [CH3], [CH4]	Настройки каналов 1-4
[Math]	Меню арифметических операций («Arithmetical operation»)
[Horizontal]	Настройка горизонтальной системы
[Trig Menu]	Меню настройки синхронизации (триггеров)
[Force Trig]	Захватить осциллограмму независимо от наличия триггера, в основном используется в нормальном и однократном режиме («Normal» и «Single»)
[Default]	Активация заводских настроек
[Help]	Справка
[Utility]	Меню «UTILITY FUNCTION»
[Cursors]	Меню курсора («CURSOR»). При активном режиме курсора регулятор [V0] используется для регулировки положения курсора
[Meas]	Меню измерений («Measure»)
[Wave Gen]	Меню генератора сигналов
[Save Recall]	Меню сохранения настроек и осциллограмм («Save/Recall»)
[Display]	Меню настроек отображения («Display»)
[Auto Scale]	Автоматическое управление настройками осциллографа для отображения наиболее подходящей осциллограммы
[Run/Stop]	Запуск/останов отображения осциллограммы
[Single]	Единичная осциллограмма

2.2. Разъемы



Наименование	Описание
CH1, CH2, CH3, CH4	Сигнальный вход для соответствующего канала
EXT TRIG	Внешний синхросигнал (триггер). С помощью кнопки [Trig Menu] выберите внешний источник триггера («External», только для триггера Edge) для использования внешнего синхросигнала для запуска в третьем канале при захвате данных
Gen Out	Выход генератора сигнала
Probe compensation	Контакт для настройки компенсации щупа для его согласования с каналами осциллографа

2.3. Универсальные регуляторы и функциональные кнопки



V0: универсальный регулятор. В различных меню используется для выбора параметров (MEASURE), перемещения курсоров и уровней (Slope Trigger). Нажмите на регулятор для сброса настроек (задержка триггера, компенсация триггера, фронт триггера), выбора пунктов меню и пр. Прост в эксплуатации.



Открытие настроек генератора сигналов произвольной формы.



◀▶ — кнопка «Скрыть/Показать». Позволяет скрыть пункты меню в правой части экрана и отобразить осциллограммы в полноэкранном режиме. Нажмите кнопку повторно для отображения пунктов меню.

F1-F5: многофункциональные кнопки. Выбор соответствующих опций меню в различных режимах меню.

▼ — используется в основном для прокрутки страниц и подтверждения выбора, например «next page» (следующая страница), «previous page» (предыдущая страница).

2.4. Настройка осциллографа

При эксплуатации осциллографа часто используются 4 функции: Auto Scale, Saving a setup, Recalling a setup и Default setup.

Наименование	Описание
Auto Scale	Автоматическая регулировка масштаба по горизонтали и вертикали, типа триггера, положения триггера, уровня триггера, режима триггера и пр. для получения наиболее стабильной осциллограммы.
Saving a Setup	По умолчанию осциллограф сохраняет настройки при каждом закрытии и автоматически загружается их при включении (примечание: при редактировании настроек необходимо подождать 10 секунд перед выключением осциллографа для их корректного сохранения). Осциллограф позволяет сохранять до 10 настроек и сбрасывать их при необходимости.
Recalling a Setup	Загрузка любых сохраненных настроек или заводских настроек.
Default Setup	Осциллограф поставляется с оптимальными настройками. Эти настройки по умолчанию могут быть загружены в любое время.

2.5. Управление горизонтальной разверткой

Данные регуляторы используются для изменения масштаба и положения осциллограмм по горизонтали. Положение по горизонтали отображает время по центру экрана с принятием нуля в точке срабатывания триггера. При изменении масштаба по горизонтали осциллограмма будет расширяться или сжиматься относительно центра экрана. В правом верхнем углу экрана отображается текущее положение по горизонтали в секундах. В верхней части сетки также отображается стрелка, указывающая на горизонтальное положение.



1. Регулятор положения по горизонтали: используется для управления положением точки триггера относительно центра сигнала. Нажмите на регулятор для отображения точки срабатывания триггера по центру сигнала.

AN: сброс горизонтального положения к нулевому значению.

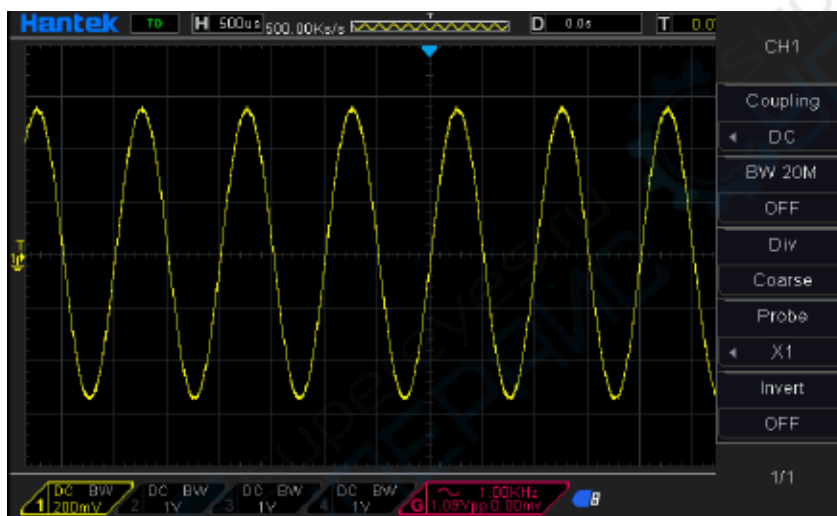
Универсальный регулятор



2. Регулятор SEC/DIV: изменение масштаба осциллограммы по горизонтали (по времени). Если захват осциллограммы остановлен (кнопкой **[Run/Stop]** или использовался режим однократного измерения **[Single]**), при вращении регулятора **SEC/DIV** осциллограмма будет сжиматься или расширяться.

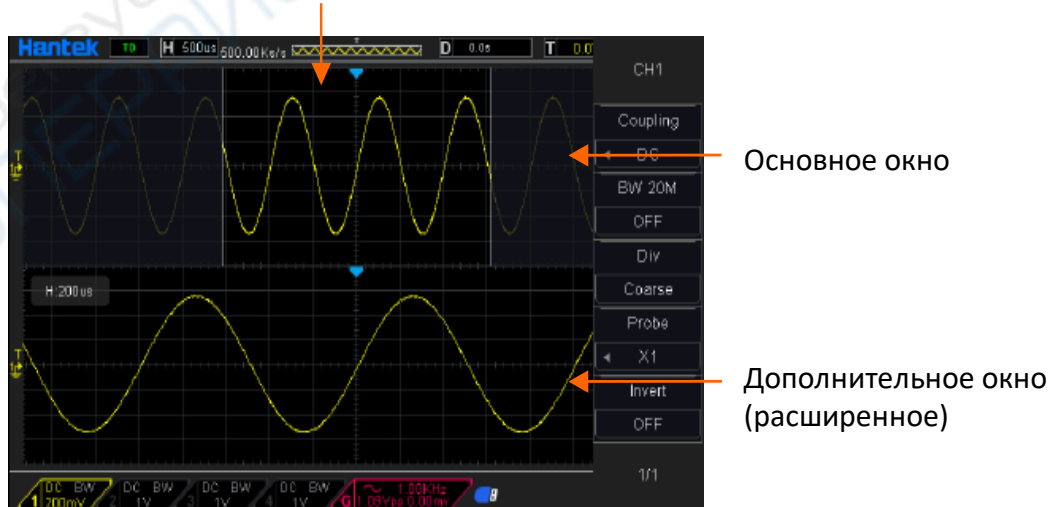
Примечание: для активации режима двойного окна нажмите на регулятор **SEC/DIV**.

Режим одиночного окна



Режим двойного окна (полный экран)

Положение отображаемой части осциллограммы в основном окне



Для выхода из режима двойного окна повторно нажмите на регулятор **SEC/DIV**.

2.6. Управление вертикальной разверткой

2.6.1. Органы управления

Органы управления вертикальной разверткой используются для отображения и скрытия осциллограмм, регулировки вертикального масштаба и положения по вертикали, настройки входных параметров и осуществления математических операций. Каждый канал имеет собственное меню настроек вертикальной развертки.



1. Регулятор вертикального положения:

Используется для перемещения осциллограммы вверх и вниз относительно центра экрана. В режиме двойного окна перемещаются обе осциллограммы. Нажмите на регулятор для возврата к нулевому положению по вертикали. Регуляторы соответствуют каналу.

2. Регулятор VOLTS/DIV

Изменение масштаба осциллограммы по вертикали (по напряжению). Масштаб изменяется относительно нулевого уровня.

3. Меню (CH1, CH2, CH3, CH4)

Меню настроек вертикальной развертки.

Опция	Настройки	Описание
Coupling	DC AC GND	DC — открытый режим входа, проходят постоянная и переменная составляющие входного сигнала. AC — закрытый режим входа, постоянная составляющая блокируется и ослабляются сигналы с частотой ниже 10 Гц. GND — сигнал не отображается.
BW 20MHz	OFF ON	Ограничение полосы пропускания для фильтрации шума и прочих побочных высокочастотных сигналов.
Div	Coarse Fine	Настройка точности регулятора VOLTS/DIV. Coarse — шаг 1-2-5. Fine — более мелкий шаг настройки.
Probe	1X 10X 100X 1000X	Выбор коэффициента ослабления щупа для корректного отображения осциллограммы по вертикали. При использовании 1X необходимо уменьшить полосу пропускания до 6 МГц.
Invert	OFF ON	Инвертировать сигнал (на 180 градусов) относительно исходного уровня. Уровень триггера также инвертируется.

Режим входа:

- В открытом режиме можно быстро измерить постоянную составляющую сигнала, вычислив разницу между уровнем земли и сигналом.
- В закрытом режиме постоянная составляющая сигнала фильтруется и переменная составляющая сигнала отображается с более высокой чувствительностью.
- В режиме GND входной сигнал отбрасывается и подключается на землю.

Точная настройка

В режиме точной настройки отображается фактический масштаб VOLTS/DIV. Масштаб по вертикали изменяется регулятором VOLTS/DIV при переключении в режим грубой настройки.

Скрытие осциллограммы

Для скрытия осциллограммы с экрана нажмите на кнопку меню для отображения вертикальных настроек, после чего повторно нажмите на кнопку меню. Скрытый сигнал можно использовать в качестве источника триггера или для математических операций.

2.6.2. Математические операции

Осциллограф поддерживает выполнение различных математических операций с каналами, включая сложение сигналов (+), вычитание сигналов (-), умножение сигналов (*), деление сигналов (/) и БПФ. Для измерений можно использовать курсоры. Содержание раздела:

- Единицы для расчетной осциллограммы;
- Математические операции;
- Регулировка масштаба и смещения расчетной осциллограммы.

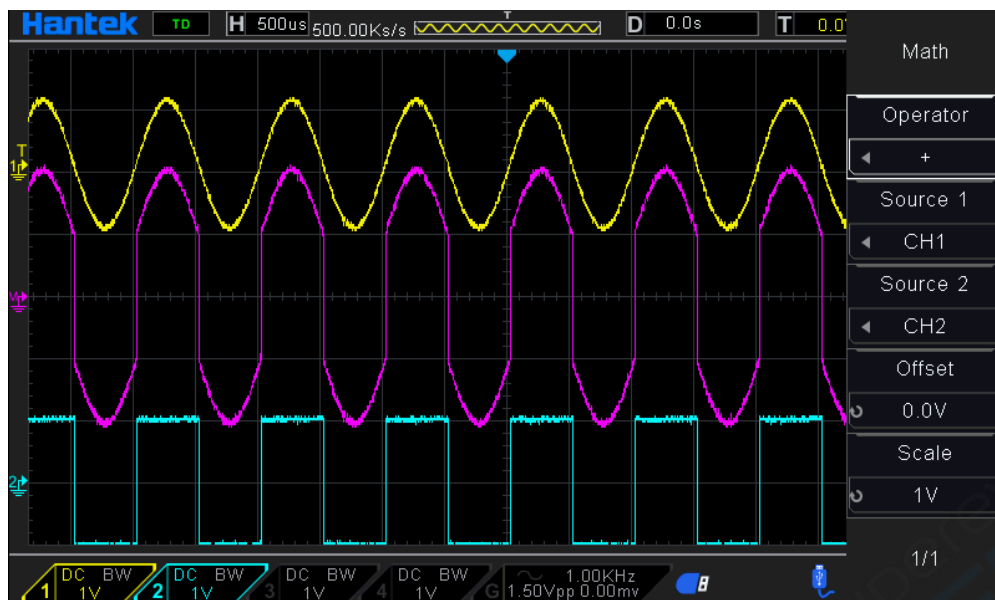
Примечание: если аналоговый канал или отображение математической функции усечено (осциллограммы отображаются на экране не полностью), результирующие математические данные также будут усечены.

Операция	Единицы измерения
Сложение (+) и вычитание (-)	V
Умножение (*)	V \wedge 2
Деление (/)	—
БПФ (FFT)	dB, V _{rms} ,

Сложение и вычитание

Выполнение арифметических операций (сложение и вычитание) над любыми двумя аналоговыми входными каналами. При активации сложения или вычитания, сигналы Source A и Source B поточечно складываются или вычитаются, результат операции отображается на экране.

1. Нажмите кнопку **[Math]** на передней панели осциллографа для открытия меню математических функций MATH.
2. Нажмите кнопку **Source 1** и **Source 2**, после чего поверните универсальный регулятор для выбора источника для математической операции. В качестве источника могут использоваться аналоговые каналы (CH1-CH4).
3. Нажмите кнопку **Operation** и поверните универсальный регулятор для выбора операции «+» или «-». Результирующая осциллограмма отображается на экране с меткой «M».



Масштаб: нажмите кнопку **Scale** и поверните универсальный регулятор для выбора вертикального масштаба.

Умножение и деление

Выполнение арифметических операций (умножение и деление) над любыми двумя аналоговыми входными каналами. При активации умножения или деления, сигналы Source 1 и Source 2 поточно умножаются или делятся, результат операции отображается на экране.

1. Нажмите кнопку **[Math]** на передней панели осциллографа для открытия меню математических операций.
2. Нажмите кнопку **Source 1** и **Source 2**, после чего поверните универсальный регулятор для выбора источника для математической операции. В качестве источника могут использоваться аналоговые каналы (CH1-CH4).
3. Нажмите кнопку **Operation** и поверните универсальный регулятор для выбора операции «*» или «/». Результирующая осциллограмма отображается на экране с меткой «M».

Масштаб: нажмите кнопку **Scale** и поверните универсальный регулятор для выбора вертикального масштаба.

Использование БПФ

БПФ используется для вычисления быстрого преобразования Фурье с применением аналоговых входных каналов или опорных сигналов. БПФ берет оцифрованную временную запись указанного источника и преобразует ее в частотную область. Если активна функция БПФ, на экране отображается спектр БПФ в виде зависимости дБВ от частоты. Значения по горизонтальной оси преобразуются от времени к частоте (герцы), а по вертикали — от вольт к децибелам. Операция БПФ позволяет упростить следующие операции:

- Измерение гармонических составляющих и искажений в системе;
- Измерение характеристик шума в сети постоянного тока;
- Анализ вибраций.

Отображение осциллограммы БПФ:

1. Нажмите кнопку **[Math]** на передней панели осциллографа для открытия меню математических операций.
2. Нажмите кнопку **Operation** и поверните универсальный регулятор для выбора операции FFT. Результирующая осциллограмма отображается на экране с меткой «М».
3. Нажмите кнопку **Source** и поверните универсальный регулятор для выбора источника сигнала для БПФ. В качестве источника могут использоваться аналоговые каналы (CH1-CH4).
4. Нажмите кнопку **Center** и отрегулируйте универсальным регулятором частоту сигнала частотной области, соответствующую центру экрана по горизонтали.
5. Нажмите кнопку **Span** и поверните универсальный регулятор для настройки горизонтального масштаба сигнала в частотной области.
6. Нажмите кнопку **Vertical Units** для выбора единиц измерения для вертикальной оси: dB для логарифмического отображения или Vrms для линейного отображения. При необходимости отображения частотного спектра БПФ в относительно большом динамическом диапазоне, рекомендуется использовать dBVrms.
7. Нажмите кнопку **Scale** для выбора вертикального масштаба.
8. Нажмите кнопку **Window** и выберите нужное окно универсальным регулятором.

Окна уменьшают просачивание спектральных составляющих в спектре БПФ. Осциллограф поддерживает шесть типов БПФ окон с различными характеристиками, применимыми для различных типов сигналов. Необходимо выбрать тип окна в соответствии с типом сигнала с учетом указанных в таблице параметров.

Окно	Измерение	Характеристики
Прямоугольное	Импульсный или переходный сигнал	Специальное окно для дискретных сигналов. Фактически отсутствие окна.
Окно Ганнинга	Периодический сигнал	Лучшая частота, более низкая точность по амплитуде, чем у окна с плоской вершиной
Окно Хэмминга	Переходный или короткий импульс	Чуть лучше разрешение по частоте, чем у окна Ганнинга.
Окно Блэкмена	Одночастотный сигнал, поиск гармоник более высокого порядка	Наилучшее разрешение по амплитуде; самое плохое разрешение по частоте.
Окно Барлетта (треугольник)	Узкополосный сигнал	Лучшее разрешение по частоте.
Окно с плоской вершиной	Периодический сигнал	Лучшая точность по амплитуде, более низкая точность по частоте, чем у окна Ганнинга

9. Нажмите кнопку **Show-Only** для отображения только результатов БПФ без источника сигнала.

Примечания:

- Сигналы с постоянными составляющими могут вызвать ошибку или отклонение составляющих сигнала БПФ. Для фильтрации постоянной составляющей используйте закрытый режим входа.
- Для фильтрации случайных шумов и частотных составляющих наложения спектров повторяющихся или одиночных импульсов, установите значение Average для параметра Acquisition.

Использование курсоров для БПФ

Для проведения курсорных измерений Для выполнения курсорных измерений нажмите кнопку **Cursors**, нажмите кнопку **Mode** и выберите режим **Manual** или **Track**. Курсоры **AX** и **BX** используются для измерения значений частоты и разницы между двумя значениями частоты (**BX-AX**). Курсоры **AY** и **BY** используются для измерения амплитуды в дБ и разницы амплитуд (**BY-AY**).



3. Генератор сигналов

3.1. Настройка формы и параметров сигнала

Порядок работы:

1. Нажмите кнопку **[Wave Gen]** на передней панели осциллографа для открытия меню генератора сигнала.
2. Нажмите кнопку **Wave**; универсальным регулятором выберите необходимую форму сигнала, после чего нажмите на регулятор для подтверждения выбора. Форму сигнала также можно выбрать кнопкой **Wave Type**.
3. Нажмите кнопку **Frequency** для настройки частоты.
4. Нажмите кнопку **Amplitude** для настройки амплитуды.
5. Нажмите кнопку **Offset** для настройки смещения.
6. Нажмите кнопку **Duty** на второй странице для настройки коэффициента заполнения прямоугольных и линейных сигналов.

Настройка частоты, амплитуды и смещения:

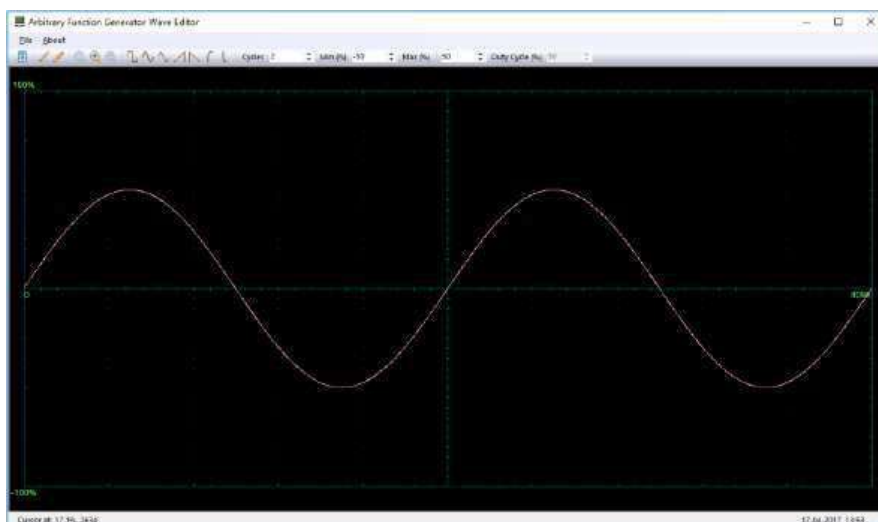
	Горизонтальные стрелки, универсальным регулятором выбирается разряд числа
	Вертикальные стрелки, универсальным регулятором выбирается значение для выбранного разряда. Сигнал будет выводиться через порт GEN OUT BNC.

7. Нажмите кнопку **Modulation** для настройки модуляции: AM (амплитудная) или FM (частотная).
8. Нажмите кнопку **Burst** для настройки импульсов: N cycle или Gate.

3.2. Редактирование сигнала произвольной формы

Редактирование сигнала произвольной формы недоступно напрямую из меню **Wave Gen**. Запустите приложение «WaveEditorSetup.exe» в папке WaveEditor на компакт-диске и установите приложение Arbitrary Waveform Editor, следуя подсказкам мастера установки. После завершения установки на рабочем столе появляется значок **WaveEditor**. Дважды щелкните по значку для запуска редактора сигнала произвольной формы.





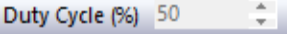
Меню:

Наименование	Описание
Import from CSV	Импортирование файла в формате CSV
Export as CSV	Сохранение файла в формате CSV
Import from ARB	Импортирование файла в формате ARB.
Export as ARB	Сохранение файла в формате ARB

Примечание: устройство поддерживает загрузку файлов с USB-накопителя в формате ARB и не поддерживает формат CSV.

Кнопки на панели управления

Изображение	Наименование	Описание
	—	Загрузка формы сигнала в устройство
	Режим рисования	Рисование формы сигнала левой кнопкой мыши
	Рисование линии	Рисование прямой линии с предыдущей точки
	Изменение масштаба	Нажмите кнопку «+» или «-» для изменения масштаба и нажмите на область осциллограммы. Нажмите кнопку 100% для возврата к первоначальному масштабу.
	Стандартные формы сигнала	Использование стандартной формы сигнала с настройками, указанными в числовых элементах управления под панелью инструментов. Текущий сигнал будет удален.
	Циклы	Количество циклов. Используется вместе с кнопками стандартных форм сигналов. Выберите одну из стандартных форм сигнала, а затем введите количество циклов сигнала.
	Минимум	Настройка минимального уровня сигнала для стандартной формы
	Максимум	Настройка максимального уровня сигнала для стандартной формы


Изображение	Наименование	Описание
	Коэффициент заполнения	При использовании квадратной, треугольной или линейной формы сигнала можно настроить коэффициент заполнения, который представляет собой отношение времени сигнала выше нулевого уровня к общему времени цикла. Симметричный прямоугольный или треугольный импульс имеет коэффициент заполнения 50%. При уменьшении значения коэффициента укорачивает положительную часть цикла и удлиняет отрицательную часть, и наоборот.

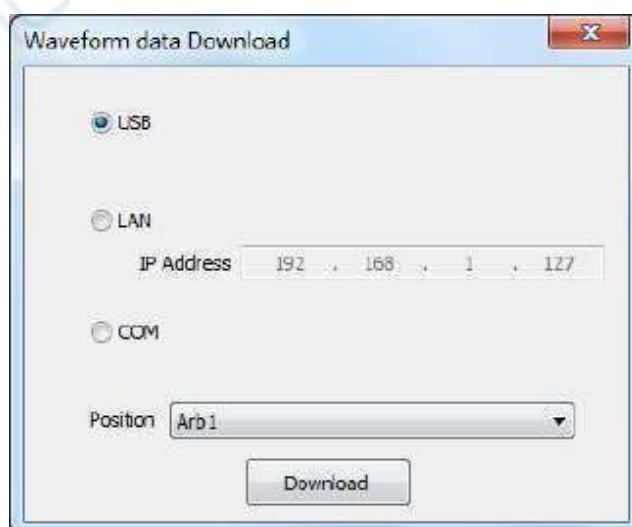
Примечания:

- Параметры **Frequency, Amplitude, Offset** сигнала ARB не регулируются в ПО WaveEditor, но могут быть настроены на самом осциллографе после загрузки сигнала в осциллограф.
- Не используйте одновременно ПО WaveEditor и DSO, поскольку это может привести к ошибкам.

3.3. Выходной сигнал произвольной формы

Порядок работы:

1. Нажмите кнопку **Wave Gen** для активации функции AWG и открытия меню настройки Wave Gen.
2. Подключите осциллограф к ПК с установленным ПО WaveEditor с помощью USB-кабеля.
3. Запустите WaveEditor двойным щелчком.
4. Выберите форму сигнала или нарисуйте произвольную форму сигнала, после чего нажмите кнопку  на панели инструментов для загрузки сигнала в осциллограф.



5. Сигнал будет выводиться через порт GEN OUT BNC.

Кроме того, сигнал может быть загружен через USB-накопитель из файла в формате ARB. Для этого выполните следующие действия:

1. Нажмите кнопку **Wave Gen** на передней панели для открытия меню генератора Wave Gen.
2. Нажмите кнопку **Wave**, затем с помощью универсального регулятора выберите пункт Arb1-Arb4 и подтвердите выбор нажатием на регулятор.
3. Нажмите кнопку **Recall** и выберите нужный файл в формате ARB на USB-накопителе.
4. Сигнал будет выводиться через порт GEN OUT BNC.

