

# Осциллограф цифровой настольный

Серия: Hantek DSO4000 BC



**Руководство по эксплуатации**

## Содержание

<b>1. Описание устройства</b> .....	3
<b>1.1. Подготовка к использованию</b> .....	3
<b>1.2. Элементы передней панели</b> .....	4
<b>1.3. Пользовательский интерфейс</b> .....	5
<b>1.4 Проверка щупов</b> .....	6
<b>1.5 Самокалибровка</b> .....	7
<b>2. Описание функций</b> .....	8
<b>2.1. Кнопки управления и меню</b> .....	8
<b>2.2. Разъемы</b> .....	9
<b>2.3. Универсальные регуляторы и функциональные кнопки</b> .....	9
<b>2.4. Настройка осциллографа</b> .....	10
<b>2.5. Управление горизонтальной разверткой</b> .....	10
<b>2.6. Управление вертикальной разверткой</b> .....	12
<b>2.6.1. Органы управления</b> .....	12
<b>2.6.2. Математические операции</b> .....	13
<b>2.7 Система синхронизации</b> .....	16
<b>3. Генератор сигналов</b> .....	23
<b>3.1. Настройка формы и параметров сигнала</b> .....	23
<b>3.2. Редактирование сигнала произвольной формы</b> .....	24
<b>3.3. Выходной сигнал произвольной формы</b> .....	25

## 1. Описание устройства

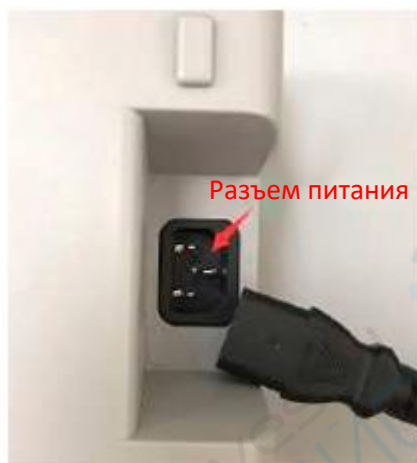
### 1.1. Подготовка к использованию

#### Регулировка опорных ножек

Отрегулируйте опорные ножки таким образом, чтобы осциллограф устойчиво стоял на поверхности, и 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.

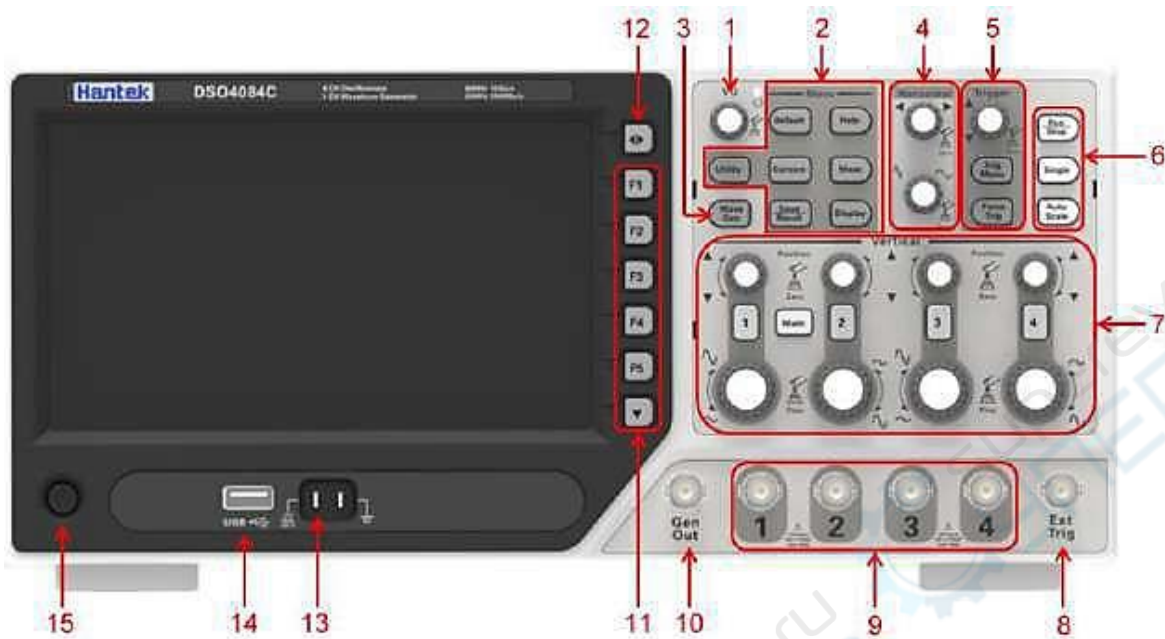
#### Выключатель питания:



Для выключения осциллографа нажмите на выключатель.

## 1.2. Элементы передней панели

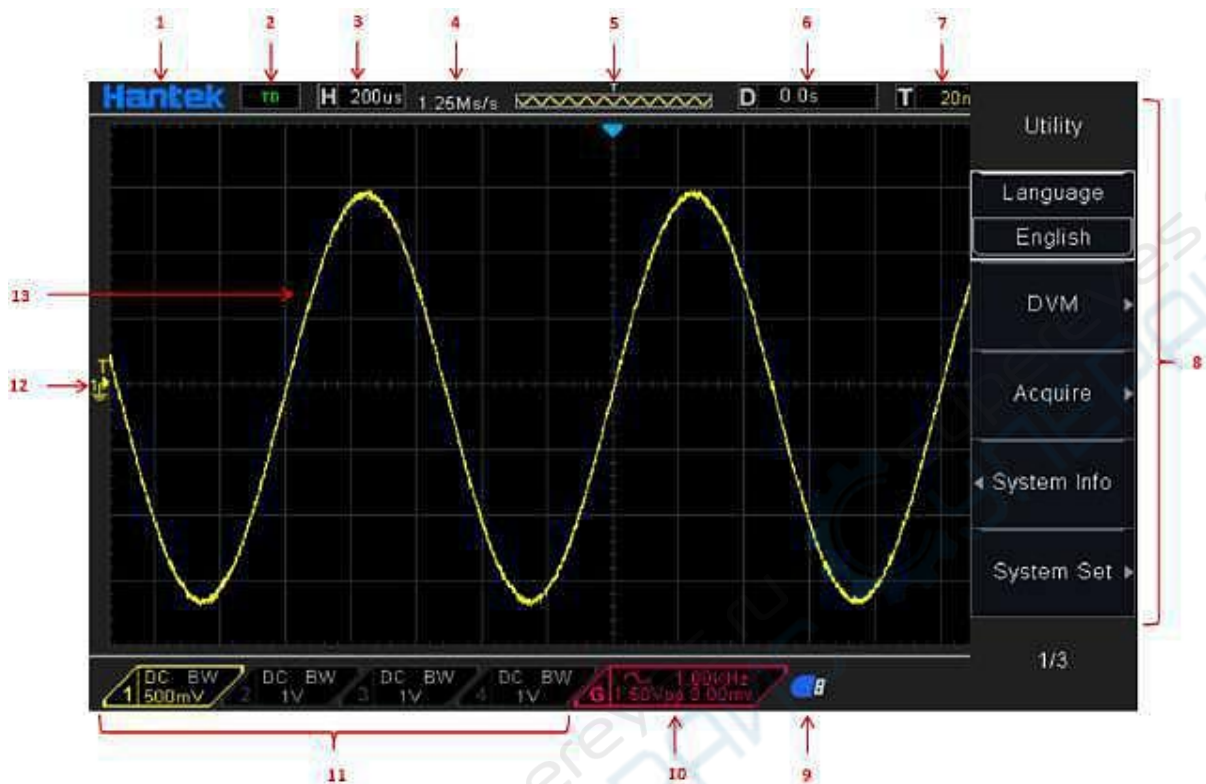
Ниже приведен перечень основных элементов передней и задней панелей цифровых осциллографов данной серии, позволяющий быстро ознакомиться с функционалом устройства.



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"> <li>• <b>Auto</b>: автоматический режим. Осциллограф отображает осциллограммы в автоматическом режиме без сигналов синхронизации (триггеров).</li> <li>• <b>Ready</b>: все данные захвачены и осциллограф ждет появления триггера.</li> <li>• <b>Roll</b>: осциллограф непрерывно собирает и отображает форму сигнала в режиме прокрутки.</li> <li>• <b>Stop</b>: захват сигнала остановлен.</li> </ul>
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

## 1.4 Проверка щупов

### Техника безопасности

При использовании щупа пальцы следует держать за ограждением на корпусе щупа, чтобы избежать удара электротоком. Запрещается касаться металлических деталей на головке щупа, если он подключен к источнику напряжения. Подключите щуп к осциллографу, а зажим заземления - к заземлению перед началом измерения.



### Использование мастера проверки щупов

При каждом подключении щупа к входному каналу следует использовать мастер проверки щупов, чтобы проверить правильность работы щупа. Используйте вертикальное меню (к примеру, нажмите кнопку CH1 MENU), чтобы настроить коэффициент деления щупа.

### Ручная компенсация щупов

При первом подключении щупа и входного канала следует вручную выполнить эту регулировку, чтобы совместить щуп и входной канал. Щупы без компенсации и неправильно компенсированные щупы могут стать причиной ошибок или сбоев измерения. Для настройки компенсации щупа выполните следующие действия.

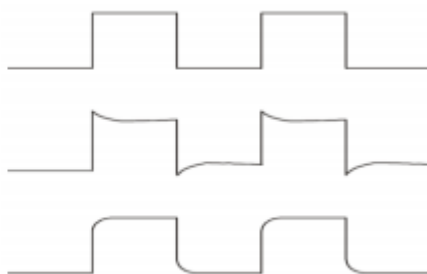
1. Задайте коэффициент деления щупа 10X в меню канала. Переведите переключатель на щупе на значение 10X и подключите щуп к каналу 1 на осциллографе. Если используется насадка-крючок на щупе, убедитесь, что она надежно вставлена в щуп. Закрепите наконечник щупа в разьеме PROBE COMP  $\sim 5V@1kHz$ , а зажим заземления - на разьеме заземления PROBE COMP. Отобразите канал и нажмите кнопку AUTOSET.

2. Проверьте форму отображаемого сигнала.

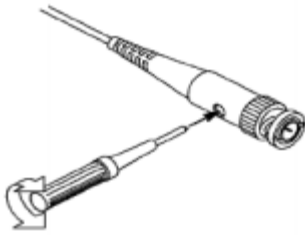
Правильная компенсация

Перекомпенсация

Недостаточная компенсация



3. При необходимости используйте неметаллическую отвертку, чтобы отрегулировать переменную емкость щупа, чтобы форма сигнала была такой же, как указано на рисунке. При необходимости повторите этот пункт. На следующем рисунке изображен способ регулировки.



## Настройки коэффициента деления щупа

Щупы имеют разные коэффициенты деления, которые влияют на вертикальное масштабирование сигнала. Функция проверки щупов используется для проверки того, соответствует ли настройки коэффициента деления действительному коэффициенту щупа.

В качестве альтернативы проверки щупов вы можете нажать кнопку вертикального меню (к примеру, кнопку CH 1 MENU) и выбрать опцию, которая соответствует коэффициенту вашего щупа.

Убедитесь, что переключатель деления на щупе соответствует выбранной опции в осциллографе. Настройки переключателя - 1X и 10X.

Если переключатель деления задан на 1X, то щуп ограничивает полосу пропускания осциллографа до 6 МГц. Чтобы использовать полную полосу пропускания осциллографа, задайте переключатель на 10X.



## 1.5 Самокалибровка

Самокалибровка позволяет оптимизировать путь прохождения сигнала осциллографа для достижения максимальной точности измерения. Вы можете выполнить данную процедуру в любое время, однако ее следует выполнять каждый раз при изменении окружающей температуры на значение, превышающее 5 градусов Цельсия. Для более точной калибровки включите осциллограф и подождите 20 минут для его достаточного прогрева.

Для компенсации пути прохождения сигнала отсоедините щупы или кабели от входных разъемов передней панели. Затем нажмите кнопку **UTILITY**, выберите опцию Do Self Cal и выполните инструкции на экране.



## 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 <b>[Trig Menu]</b> 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
<b>Auto Scale</b>	Автоматическая регулировка масштаба по горизонтали и вертикали, типа триггера, положения триггера, уровня триггера, режима триггера и пр. для получения наиболее стабильной осциллограммы.
<b>Saving a Setup</b>	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.
<b>Recalling a Setup</b>	Загрузка любых сохраненных настроек или заводских настроек.
<b>Default Setup</b>	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.

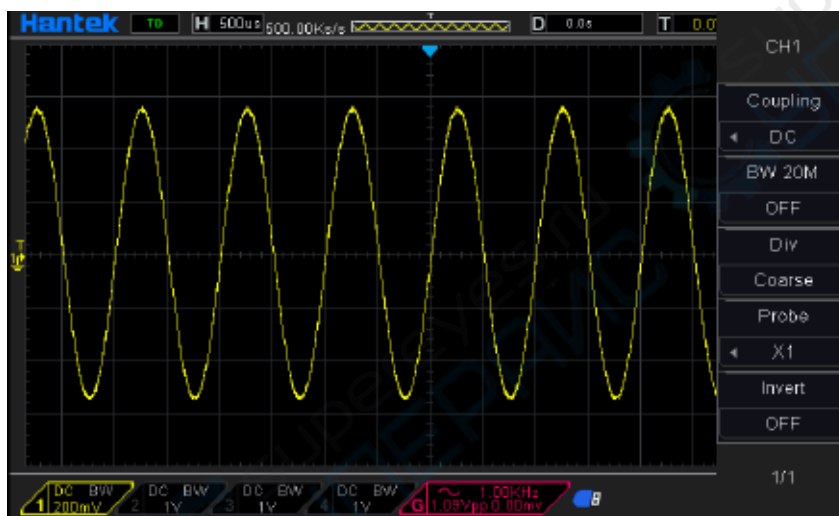
Универсальный регулятор



**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.

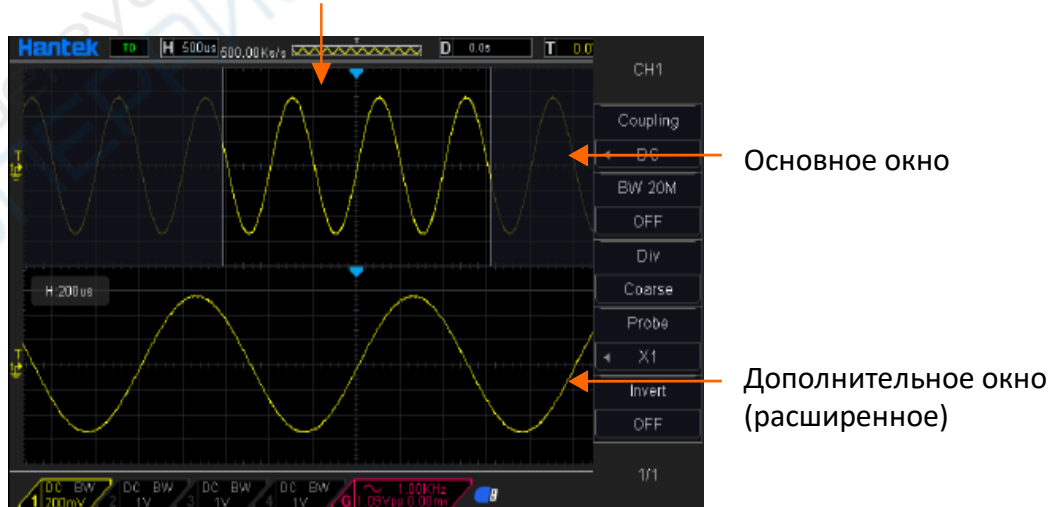
**Примечание:** для активации режима двойного окна нажмите на регулятор **SEC/DIV**.

### Режим одиночного окна



### Режим двойного окна (полный экран)

Положение отображаемой части осциллограммы в основном окне

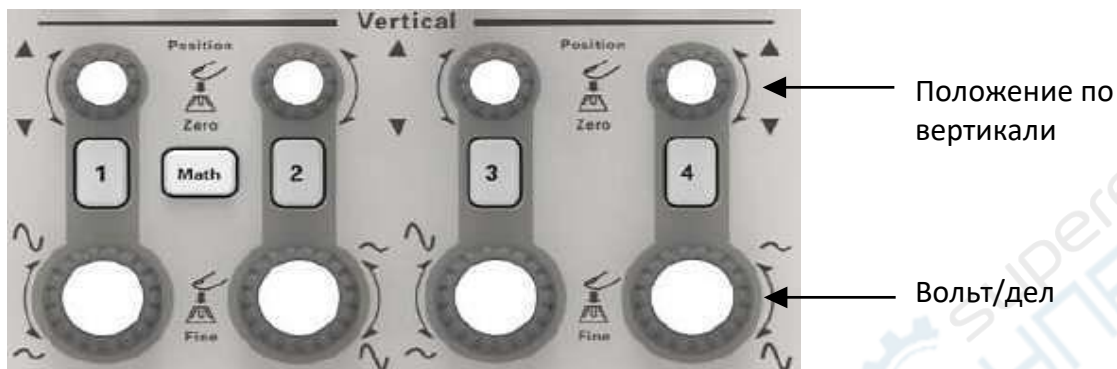


Для выхода из режима двойного окна повторно нажмите на регулятор **SEC/DIV**.

## 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.

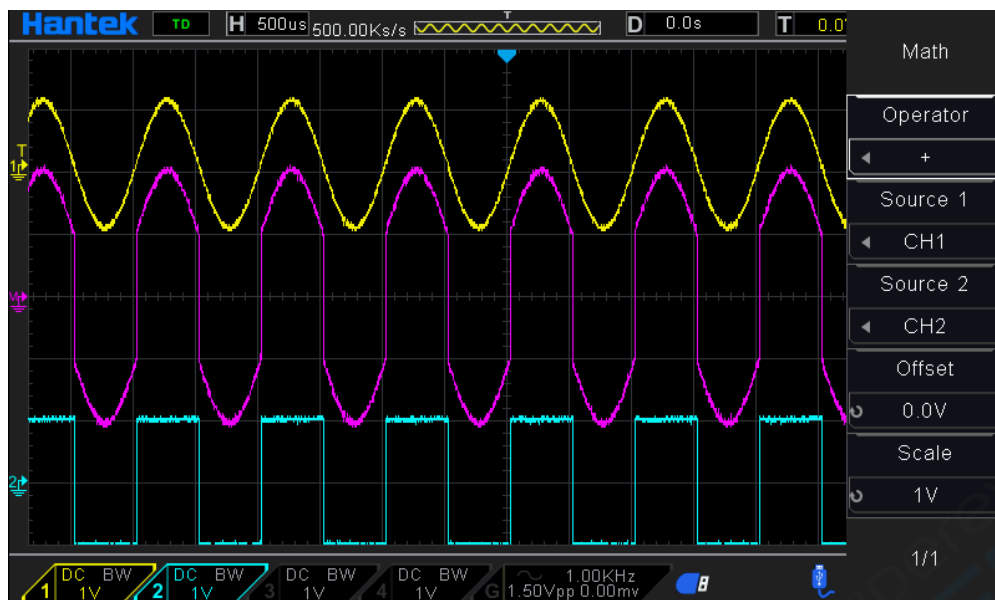
**Примечание:** если аналоговый канал или отображение математической функции усечено (осциллограммы отображаются на экране не полностью), результирующие математические данные также будут усечены.

Операция	Единицы измерения
Сложение (+) и вычитание (-)	V
Умножение (*)	V $\wedge$ 2
Деление (/)	—
БПФ (FFT)	dB, V <sub>rms</sub> ,

### 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 **AU** и **BV** используются для измерения амплитуды в дБ и разницы амплитуд (**BV-AU**).

## Побочные составляющие БПФ

Если сигнал временного интервала, полученный осциллографом, имеет частотные составляющие выше частоты Найквиста, то возникают проблемы. Частотные составляющие выше частоты Найквиста, будут иметь недостаточный шаг дискретизации и будут отображаться в виде низкочастотных составляющих, которые "выходят" из частоты Найквиста. Такие ошибочные составляющие называются помехи (побочные составляющие).

## Устранение побочных составляющих

Для устранения побочных составляющих используются следующие методы:

- Поверните регулятор SEC/DIV, чтобы задать более высокую частоту дискретизации. Так как частота Найквиста увеличивается вместе с повышением частоты дискретизации, то побочные составляющие частоты будут отображаться правильно. Если на экране появляется слишком много частотных составляющих, то вы можете использовать опцию FFT Zoom, чтобы увеличить спектр БПФ.
- Если требуется просмотреть частотные составляющие выше 20 МГц, следует задать опцию Bandwidth Limit на значение Limited.
- Отфильтруйте вход сигнала снаружи и ограничьте полосу пропускания сигнала источника, чтобы она была меньше частоты Найквиста.
- Выявите и отбросьте все побочные составляющие.
- Используйте средства увеличения и курсоры, чтобы увеличить и измерить спектр БПФ.

## 2.7 Система синхронизации

Триггер обозначает тот момент, когда осциллограф запускается для получения данных и отображения сигнала. Если триггер настроен правильно, он может преобразовывать нестабильные изображения или пустой экран в отчетливый сигнал. Ниже приводятся базовые сведения о триггере.

**Источник синхронизации:** Триггер может иметь несколько источников. Самым распространенным является входной канал (CH1 и CH2). Независимо от того, отображается ли входной сигнал, он может запускать стандартные операции. Кроме того, источником триггера может быть любой сигнал, подключенный к каналу внешнего триггера или линии питания переменного тока (только для триггеров по фронту Edge). Источник с линией переменного тока показывает отношения частоты между сигналом и питанием сети переменного тока.

**Тип триггера:** Осциллограф имеет шесть типов триггеров: Фронт, видео, ширина импульса, наклон, дополнительный и альтернативный

**Фронт** - использует аналоговый или цифровые испытательные цепи для синхронизации. Это происходит, когда источник входного триггера пересекает заданный уровень в заданном направлении.

**Видео-триггер** выполняет полевую или линейную синхронизацию через стандартные видео-сигналы.

**Триггер по длительности импульса** может запускать нормальные и нестандартные импульсы, которые соответствуют условиям триггера.

**Наклон** использует время падения и нарастания на фронте сигнала для синхронизации.

**Дополнительный триггер** имеет место после того, как фронт сигнала достигает заданного времени.

**Альтернативный триггер**, являющийся особенностью аналоговых осциллографов, выдает стабильное изображение сигналов с двумя разными частотами. Главным образом, он использует заданную частоту для переключения между двумя аналоговыми каналами CH1 и CH2, чтобы каналы создавали сигналы триггера через цепь триггера.

**Режим синхронизации:** Вы можете выбрать ручной или автоматический режим, чтобы определить способ приема данных осциллографом, когда он не обнаруживает условие запуска. В **автоматическом режиме** прием осуществляется в отсутствие действующего триггера. Он позволяет создать сигналы без триггера с разверткой по времени 80 мс/дел. или менее. В **нормальном режиме** отображаемые сигналы обновляются, только когда осциллограф обнаруживает действительное условие запуска. Перед таким обновлением осциллограф все еще отображает старые сигналы. Этот режим следует использовать, только если вы хотите просмотреть эффективно синхронизированные сигналы. В этом режиме осциллограф отображает сигналы только после первого триггера. Для выполнения одиночного цикла приема нажмите кнопку SINGLE SEQ.

**Вход триггера:** Вход триггера определяет, какая часть сигнала будет подана в цепь триггера. Это может помочь в получении стабильного отображения сигнала. Для запуска входа триггера нажмите кнопку TRIG MENU, выберите триггера Edge или Edge, затем выберите пункт Coupling.

**Положение триггера:** Контроль горизонтального положения задает время между положением триггера и центром экрана.

**Наклон и уровень:** Средства контроля наклона и уровня (Slope и Level) помогают определить триггер. Опция Slope определяет, где находится точка триггера - на нарастающем или спадающем фронте сигнала. Для контроля наклона триггера нажмите кнопку TRIG MENU, выберите триггер Edge (фронт) и используйте кнопку Slope, чтобы выбрать нарастающий или спадающий фронт. Регулятор TRIGGER LEVEL контролирует положение на фронте, в котором находится точка триггера. Уровень триггера можно настроить вертикально.

Уровень триггера можно настроить вертикально.



Наклон триггера может быть нарастающим или спадающим.

### Средства управления триггером

Триггер можно задать через меню Trigger и средства управления на передней панели. Имеется шесть видов триггера: Edge (фронт), Video (видео), Pulse Width (ширина пропускания), Alter (альтернативный), Slope (наклон) и Overtime (дополнительный). В следующих таблицах указан разный набор опций для каждого типа триггера.



### 1. Level

Задает уровень амплитуды, который должен пересечь сигнал, чтобы началось получение данных при использовании триггеров Edge или Pulse Width.

### 2. Задан на 50%

Уровень триггера задает на вертикальную центральную точку между пиками сигнала триггера.

### 3. Force Trigger

Используется для получения независимо от достаточности сигнала триггера. Эта кнопка становится бесполезной, если получение уже остановлено.

### 4. МЕНЮ TRIG

Нажмите эту кнопку, чтобы открыть меню триггера. Обычно используется триггер "фронт". Подробности указаны в следующей таблице.

Опции	Настройки	Комментарии
Тип триггера по видеосигналу		
Edge Video Pulse Slope Swap Overtime		По умолчанию осциллограф использует триггер по фронту, который запускает осциллограф на спадающем или нарастающем
Source	CH1 CH2 EXT EXT/5 AC Line	Выбрать входной источник в качестве сигнала триггера. CH1, CH2: Независимо от того, отображается ли сигнал или нет, будет запущен определенный сигнал. EXT: Не отображает сигнал триггера и обеспечивает уровень триггера от +1,6В до -1,6В. EXT/5: Аналогично опции EXT, однако сигнал подавляется коэффициентом 5 и обеспечивается уровень триггера от +8В до -8В. AC Line: Использует сигнал, полученный от силового шнура, в качестве источника триггера.
Mode	Auto Normal	Выбор режима триггера. По умолчанию осциллограф использует автоматический режим. В этом режиме осциллограф вынужден запускать триггер, когда он



		<p>не обнаруживает триггер в пределах заданного времени, которое основано на настройках SEC/DIV. Осциллограф входит в режим сканирования при развертке по времени 80 мс/дел. или менее.</p> <p>В режиме Normal осциллограф обновляет дисплей только при обнаружении действующего условия запуска. Новые сигналы отображаются только после того, как заменят старые. Используйте этот режим, чтобы просмотреть имеющиеся запущенные сигналы. Отображение появляется только после первого триггера.</p>
Coupling	AC DC HF Reject LF Reject	<p>Выберите составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.</p> <p>AC: Блокирует составляющие DC и заглушает сигналы ниже 10 Гц.</p> <p>DC: Пропускает все составляющие сигнала.</p> <p>HF Reject: Заглушает высокочастотные составляющие выше 80 кГц.</p> <p>LF Reject: Блокирует составляющие DC и заглушает низкочастотные составляющие ниже 8 кГц.</p>

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Вход триггера влияет только на сигнал, который проходит через систему триггера. Он не влияет на ширину пропускания или вход сигнала, отображаемого на экране.


#### Video Trigger (запуск по видеосигналу)

Опции	Настройки	Комментарии
Video		При выборе Video запускается стандартный видеосигнал NTSC, PAL или SECAM. Вход триггера задан на закрытый.
Source	CH1 CH2 EXT EXT/5	Выбрать входной источник в качестве сигнала триггера. Ext и Ext/5 использовать сигнал, применяемый для разъема EXT TRIG, в качестве источника.
Polarity	Normal Inverted	Normal: Триггеры на отрицательном фронте синхроимпульса. Inverted: Триггеры на положительном фронте
Sync	All Lines Line Number Odd Field Even Field All Fields	Выбрать правильную синхронизацию видео. При выборе Line Number в настройке Sync вы можете использовать регулятор User Select для задания номера строки.
Standard	NTSC PAL/SECAM	Выберите видеостандарт для синхронизации и вычисления количества строк.

**ПРИМЕЧАНИЕ:** При выборе Normal Polarity триггер всегда возникает на спадающих идущих синхроимпульсах. Если видеосигнал содержит нарастающие синхроимпульсы, то следует использовать опцию Inverted Polarity.

#### Pulse Width Trigger (триггер по длительности импульса)

Этот триггер можно использовать для запуска на искаженных импульсах.

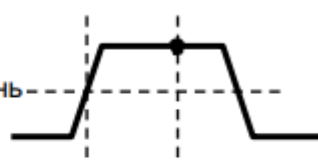
Опции	Настройки	Комментарии
Pulse		Если импульс выделен, то триггер возникает на импульсах, которые соответствуют условию запуска (определяется настройками Source, When и Set Pulse Width).
Source	CH1 CH2 EXT EXT5	Выбрать входной источник в качестве сигнала триггера.
When		Выбрать условие запуска.
Set Pulse Width	от 20 нс до 10,0 сек	При помощи опции Set Pulse Width (Настройка длительности импульса), включаемой при помощи кнопки F4, поверните многофункциональный регулятор, чтобы настроить ширину импульса.
Polarity	Positive Negative	Выбрать триггер по положительным или отрицательным импульсам.
Mode	Авто Normal	Выбрать тип триггера. Режим Normal наилучшим образом подходит для большинства случаев применения запуска по полосе пропускания.
Coupling	AC DC HF Reject LF Reject	Выберите составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.
More		Переключение между страницами подменю.

**Trigger When:** Длительность импульса источника должна быть  $\geq 5$  нс, чтобы осциллограф мог обнаружить импульс.

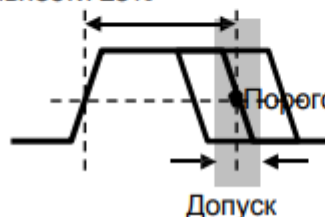
Триггеры, когда импульс меньше настроек длительности



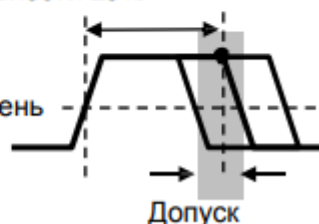
Триггеры, когда импульс больше настроек длительности



Триггеры, когда импульс не равен настройкам длительности  $\pm 5\%$



Триггеры, когда импульс равен настройкам длительности  $\pm 5\%$



= Точка триггера ●





=, ≠: В пределах допуска ±5% запускает осциллограф, когда длительность импульса сигнала равна или не равна заданной длительности импульса.

<, >: Запускает осциллограф, длительность импульса исходного сигнала меньше или больше заданной длительности импульса.

**Slope Trigger:** Оценивает триггер в соответствии со временем нарастания и падения, более гибкая и точная оценка, чем триггер Edge.

Опции	Настройки	Комментарии
Slope		
Source	CH1 CH2 EXT EXT5	Выбрать входной источник в качестве сигнала триггера.
Slope	Rising Falling	Выбрать тип наклона сигнала.
Mode	Авто Normal	Выбрать тип триггера. Режим Normal наилучшим образом подходит для большинства случаев применения запуска по полосе пропускания.
Coupling	AC D C Noise Reject HF Reject	Выбрать составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.
Следующая		
Vertical	V1 V2	Отрегулировать вертикальное окно путем настройки двух уровней триггера. Выбрать эту опцию и нажать F3 для выбора V1 или V2.
When	= ≠ < >	Выбрать условие запуска.
Time (время):	от 20 нас до 10 сек	При помощи этой опции, включаемой при помощи кнопки F4, поверните многофункциональный регулятор, чтобы задать промежуток времени.

**Swap Trigger:** Аналоговые осциллографы способны выдавать стабильное изображение сигналов с двумя разными частотами. Главным образом, они используют заданную частоту для переключения между двумя аналоговыми каналами CH1 и CH2, чтобы каналы создавали сигналы триггера через цепь триггера.

Опции	Настройки	Комментарии
Swap Trigger		
Mode	Auto Normal	Выбрать тип триггера.
Channel	CH1 CH2	Нажмите на опцию, к примеру, канал 1, выберите тип триггера канала

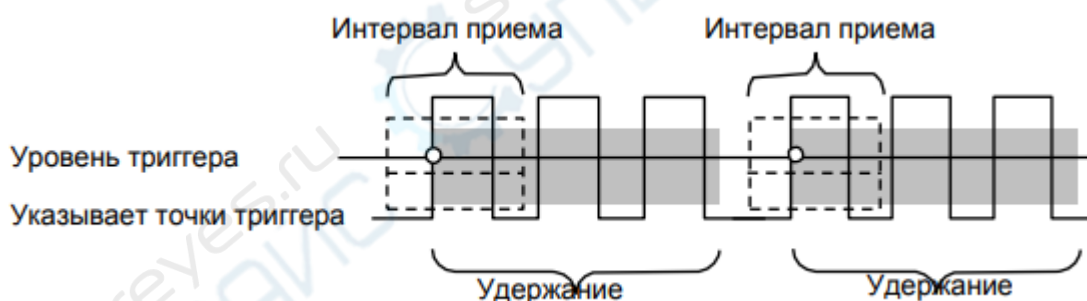
Ниже представлен перечень настроек в подменю. Swap Trigger позволяет CH1 и CH2 выбрать разные режимы триггера и отобразить сигналы на одном экране. Это значит, что для обоих каналов можно выбрать следующие четыре режима триггера.

Type	Edge	
Slope	Rising Falling	
Coupling	AC DC HF Reject LF Reject	Нажмите F3 или F4, чтобы выбрать составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.
Type	Video	
Polarity	Normal Inverted	
Standard	NTSC PAL/SECAM	
Sync	All Lines Line Number Odd Field Even Field All Fields	Выбор при помощи F4, F5.
Type	Pulse	
Polarity	Positive Negative	
When	= ≠ < >	Выбор при помощи F3.
Set Pulse Width	(Pulse Width)	Нажмите F4 для выбора. Отрегулируйте при помощи многофункционального регулятора V0, чтобы выбрать длительность импульса.
Coupling	AC DC Noise Reject HF Reject LF Reject	Выбор при помощи F5.
Type	Slope	
Slope	Rising Falling	Выбрать тип наклона сигнала.
Mode	Auto Normal	Выбрать тип триггера. Режим Normal наилучшим образом подходит для большинства случаев применения запуска по полосе пропускания.
Coupling	AC DC Noise Reject HF Reject LF Reject	Выбрать составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.
Vertical	V1 V2	Отрегулировать вертикальное окно путем настройки двух уровней триггера.
When	= ≠ < >	Выбрать условие запуска.
Time (время):	от 20 нас до 10 сек	Нажмите F4, чтобы выбрать эту опцию. Поверните многофункциональный регулятор, чтобы задать промежуток времени.

**Overtime Trigger:** В триггере Pulse Width у вас могут возникнуть трудности с длинным временем триггера, так как вам не нужна полная длительность импульса для запуска осциллографа, однако вам нужно, чтобы триггер произошел в точке дополнительного времени. Это называется триггер дополнительного времени (Overtime Trigger).

Опции	Настройки	Комментарии
Type	OT	
Source	CH1 CH2	Выбрать источник триггера.
Polarity	Positive Negative	Выбрать триггер по положительным или отрицательным импульсам.
Mode	Auto Normal	
Overtime	<input type="checkbox"/>	Нажмите F5, чтобы выбрать опцию Overtime, и отрегулируйте V0, чтобы настроить время.
Coupling	AC DC HF Reject LF Reject	Выбрать составляющие сигнала триггера, которые применяются в цепи триггера.

**Holdoff:** Чтобы использовать удержание триггера (Trigger Holdoff), нажмите кнопку меню HORIZONTAL и задайте настройку Holdoff Time при помощи F4. Функция Trigger Holdoff может использоваться для создания стабильного отображения сложных сигналов (к примеру, серии импульсов). Удержание - это время между обнаружением осциллографом одного триггера и его готовностью обнаружить другой. В течение времени удержания осциллограф не запускается. Для серии импульсов время удержания можно отрегулировать, чтобы осциллограф запускался только на первом импульсе в серии.



### 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.

- Нажмите кнопку **Duty** на второй странице для настройки коэффициента заполнения прямоугольных и линейных сигналов.

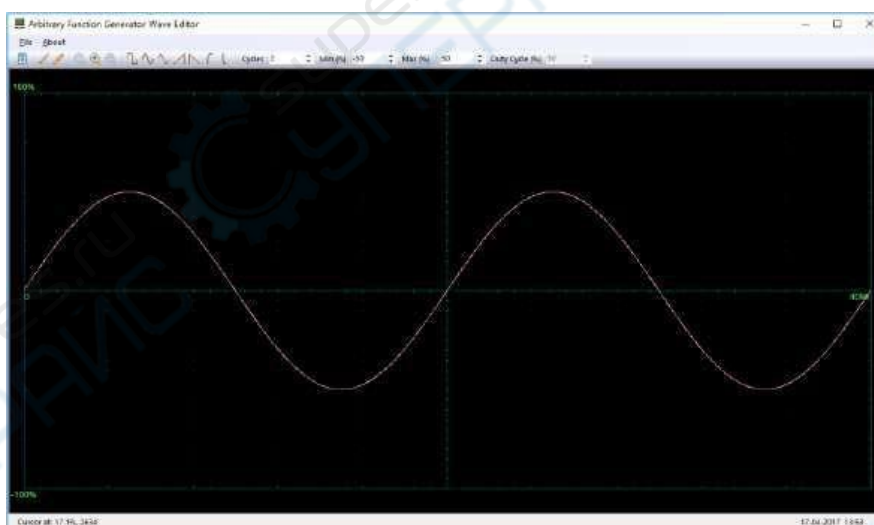
### Настройка частоты, амплитуды и смещения:

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

- Нажмите кнопку **Modulation** для настройки модуляции: AM (амплитудная) или FM (частотная).
- 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.






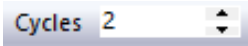
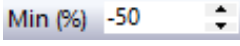
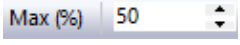
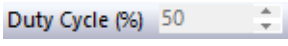


Меню:

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
	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.

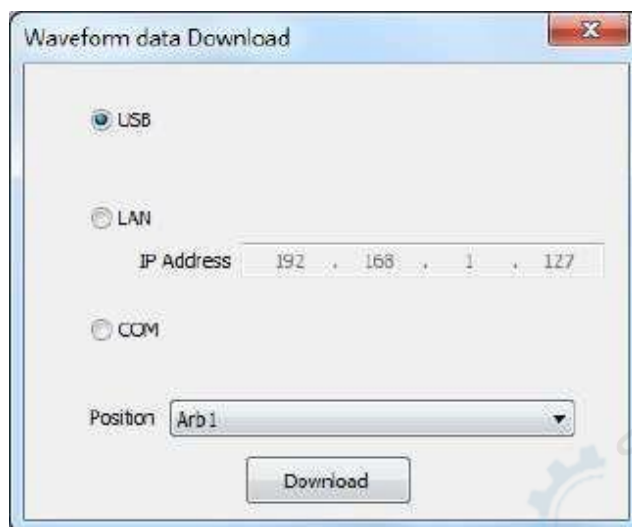
### 3.3. Выходной сигнал произвольной формы

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.