

## Портативные осциллографы Micsig Серия ETO



Инструкция по эксплуатации

## Содержание

1 Введение.....	3
1.1 Использование подставки.....	3
1.2 Боковая сторона осциллографа.....	3
1.3 Задняя панель осциллографа .....	4
1.4 Верхняя сторона осциллографа.....	4
1.5 Включение и выключение осциллографа.....	5
1.6 Интерфейс осциллографа .....	5
1.7 Подключение пробника к осциллографу.....	7
1.8 Использование функции Auto.....	7
1.9 Заводские настройки .....	9
1.10 Использование автокалибровки (самонастройка) .....	10
1.10 Компенсация пассивного пробника.....	10
2 Горизонтальная система.....	11
2.1 Перемещение формы сигнала по горизонтали .....	12
2.2 Регулировка горизонтальной временной базы (время/деление) .....	12
2.3 Режим увеличения.....	13
3 Вертикальная система .....	14
3.1 Включение/выключение формы сигнала (Каналы, математические, опорные формы сигналов).....	15
3.2 Регулировка вертикальной чувствительности.....	18
3.3 Настройка вертикального положения .....	19
4 Система триггера.....	19
4.1 Триггер и настройка триггера.....	19
4.2 Триггер по фронту .....	24
4.3 Триггер наклона .....	26

## 1 Введение

### 1.1 Использование подставки

Раскройте обе подставки на задней стороне осциллографа так, чтобы соединение подставки фиксировалось под углом  $90^\circ$  к задней панели осциллографа.



### 1.2 Боковая сторона осциллографа



На боковой стороне осциллографа расположены различные типы портов (слева направо): кнопка питания, замок питания, заземляющий разъем, выход сигнала компенсации пробника, три порта USB Host, HDMI, порт Type-C, разъем питания.

### 1.3 Задняя панель осциллографа



Задняя часть серии ETO поддерживает установку настенных креплений и использует стандартный разъем VESA 75 мм x 75 мм, что обеспечивает совместимость с широким спектром аксессуаров для настенного монтажа.

### 1.4 Верхняя сторона осциллографа



В верхней части осциллографа расположен интерфейс Mic-ORI™ для подключения пассивных и активных пробников. Каналы Ch1 - Ch4 предназначены для измерения сигнала.

Aux out — это вспомогательный канал, который в основном используется для каскадного подключения текущего сигнала осциллографа к другим устройствам осциллографа.

## 1.5 Включение и выключение осциллографа

### Включение

● Нажмите кнопку питания  для запуска прибора, убедившись, что он подключен к источнику питания.

### Выключение

● Нажмите кнопку питания , войдите в интерфейс выключения и нажмите  для отключения прибора.

● Нажмите и удерживайте кнопку питания  в течение 5 секунд для принудительного выключения прибора.

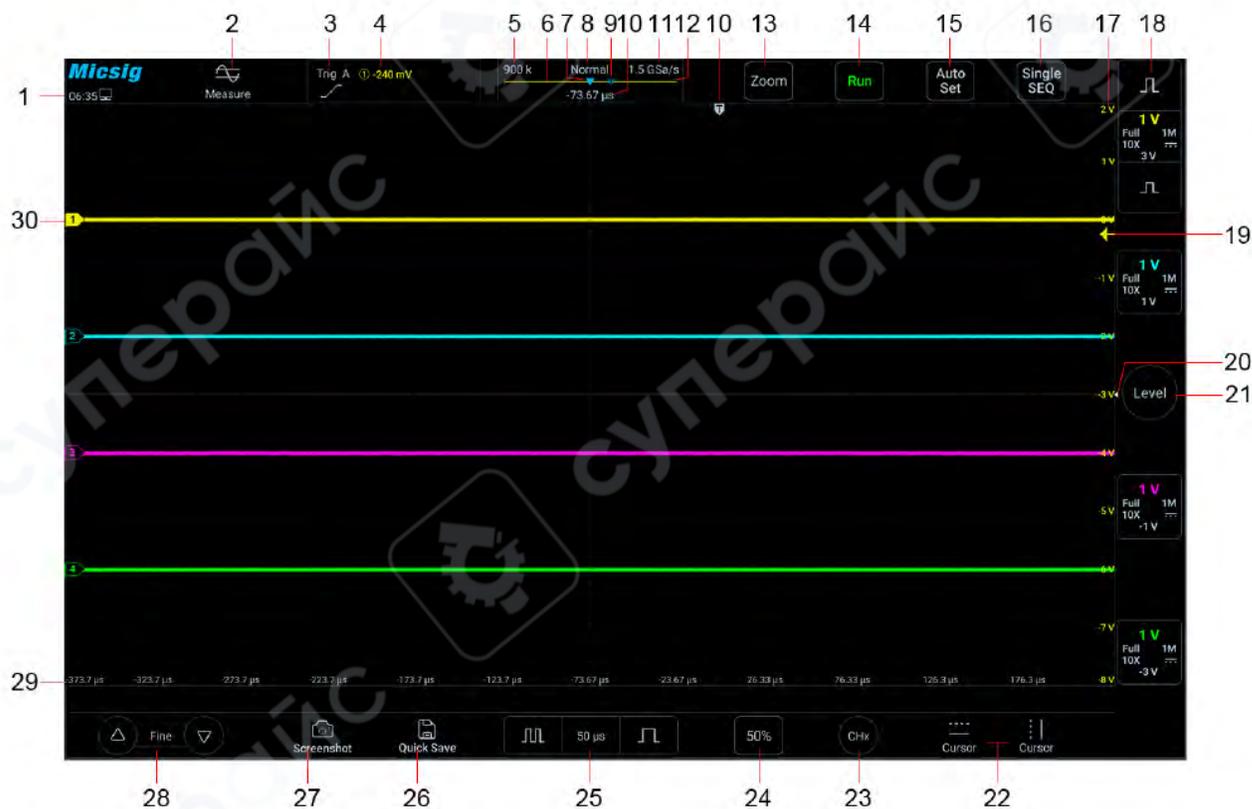
**Внимание:** Принудительное выключение может привести к потере несохраненных данных, используйте с осторожностью.

### Блокировка питания

Осциллограф не включится, если замок питания находится в положении OFF.

## 1.6 Интерфейс осциллографа

В этом разделе представлен краткий обзор и описание пользовательского интерфейса осциллографа серии ЕТО. Прочитав этот раздел, вы сможете быстро ознакомиться с содержимым интерфейса отображения осциллографа. Конкретные настройки и регулировки будут подробно рассмотрены в последующих главах и разделах. На экране могут отображаться следующие элементы, но не все они видны одновременно. Интерфейс осциллографа показан на рисунке ниже.



Номер	Описание
1	Подключение USB к ПК, доступ к периферийным устройствам через USB, отображение времени, логотипа и других областей; нажмите, чтобы вернуться на рабочий стол
2	Открыть главное меню
3	Отображение текущего типа и режима триггера. «А» означает авто, «N» — нормальный режим
4	Текущий источник триггера и значение уровня триггера
5	Текущая длина записи
6	Линия индикатора длины записи
7	Индикатор центра области отображения формы сигнала
8	Режим выборки: нормальный, усреднение, огибание, пик
9	Время задержки между центральной линией области отображения формы сигнала и позицией триггера
10	Позиция триггера
11	Текущая частота выборки
12	Средняя область «[]» указывает положение формы сигнала на экране по всей длине записи
13	Функция ZOOM (масштабирование)
14	Статус осциллографа: RUN, STOP, WAIT, нажмите, чтобы переключиться на STOP
15	Индикатор автоподстройки и автоматического диапазона. Нажмите, чтобы перейти в режим AUTO, осциллограф автоматически подстроит форму сигнала для оптимального отображения
16	Одинарный триггер, нажмите для одинарного срабатывания триггера
17	Вертикальная шкала напряжения (тока)
18	Область отображения информации по каждому каналу, включая состояние переключателя канала, вертикальную чувствительность, режим соединения, инверсию фазы, ограничение полосы пропускания, импеданс и т. д. Проведите влево по соответствующему каналу, чтобы открыть меню канала; проведите вправо для закрытия канала. Нажмите, чтобы настроить вертикальную чувствительность канала
19	Индикатор уровня триггера
20	Инструкция для открытия быстрой панели настройки триггера: проведите влево, чтобы открыть панель для быстрого доступа к настройкам триггера
21	Регулировка уровня триггера: нажмите и удерживайте, перетаскивая вверх и вниз для изменения уровня триггера. Проведите влево для открытия текущего меню быстрого триггера
22	Открытие/закрытие горизонтального и вертикального курсоров
23	Выбор текущего канала. После нажатия появляется меню переключения каналов
24	Кнопка 50%: Коснитесь, чтобы быстро вернуть нулевую точку канала в центр экрана; положение триггера быстро возвращается в центр экрана; уровень триггера быстро возвращается в центр формы сигнала; курсор быстро возвращается в центр верхней, нижней, левой и правой сторон экран

25	Значок управления временной базой. Нажмите левую/правую кнопку для изменения временной базы по горизонтали. Нажмите на текущую временную базу для открытия матрицы выбора необходимой временной базы
26	Быстрое сохранение. Нажмите для быстрого сохранения текущей формы сигнала как опорной и сделать снимок экрана.
27	Скриншоты
28	Кнопки тонкой настройки. Нажмите для точной регулировки положения формы сигнала, уровня триггера и курсора
29	Горизонтальная шкала времени
30	Индикатор канала: отображение уровня земли каждого аналогового сигнала канала, обозначенного значком на левой стороне дисплея

### 1.7 Подключение пробника к осциллографу

Подключите пробник к интерфейсу канала Mic-OP1 осциллографа или используйте адаптер MSP-BNC для подключения к порту BNC.

Закрепите выдвижной крючок на конце пробника к точке цепи или устройству, которое нужно измерить. Обязательно подключите заземляющий провод пробника к точке заземления цепи.

#### Максимальное входное напряжение аналогового входа:

1M $\Omega$ //16pF, 300 В RMS, CAT I; 50 $\Omega$ ≤5 В RMS.

### 1.8 Использование функции Auto

Когда осциллограф правильно подключен и на вход подан действительный сигнал, нажмите кнопку **Auto Set** , чтобы быстро настроить осциллограф для оптимального

отображения входного сигнала. В автоматическом режиме кнопка **Auto Set** загорится .

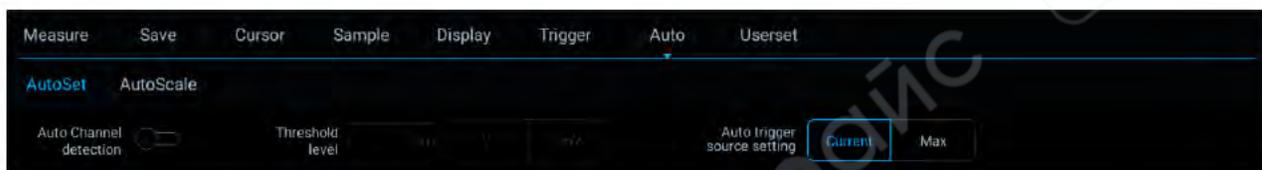
Функция **Auto** делится на **Auto Set** и **Auto Range**. По умолчанию включен **Auto Set**. Эти режимы не могут работать одновременно, можно активировать только один из них.

- **Auto Set** — Одноразовая автоматическая настройка. Каждый раз при нажатии кнопки **Auto** в верхнем левом углу экрана отображается надпись **Auto**. Осциллограф автоматически регулирует вертикальный масштаб, горизонтальный масштаб и настройку триггера в соответствии с амплитудой и частотой сигналов, подстраивает форму волны до оптимального размера и отображает входной сигнал. После завершения настроек осциллограф выходит из автоматического режима, и надпись **Auto** исчезает.

Каналы могут открываться автоматически. Любой канал, превышающий или не достигающий уровня порога, может автоматически открываться или закрываться в соответствии с установленным пороговым уровнем. Уровень порога можно задать вручную.

Источник сигнала может автоматически определяться для триггера. Канал, выбранный в качестве источника триггера, может автоматически устанавливаться с приоритетом выбора текущего сигнала или максимального сигнала.

Откройте главное меню. Нажмите **Auto**, чтобы открыть меню автоматической настройки, включающее настройки открытия/закрытия каналов, установку порогового напряжения и настройку источника триггера.



### Открытие режима Auto Set

#### Автоматическая конфигурация включает:

- Одиночный канал и несколько каналов;
- Автоматическая настройка горизонтальной временной базы, вертикальной чувствительности и уровня триггера сигнала;
- Инверсия формы волны отключена, полоса пропускания установлена на полный диапазон, установлен режим постоянного тока (DC Coupling), режим выборки нормальный;
- Тип триггера установлен на триггер по краю (Edge Trigger), режим триггера автоматический.

**Примечание:** Для корректной работы **Auto Set** требуется, чтобы частота измеряемого сигнала была не менее 20 Гц, рабочий цикл превышал 1%, а амплитуда составляла не менее 2 мВ (пик-пик). При выходе за эти параметры функция **Auto Set** не работает.

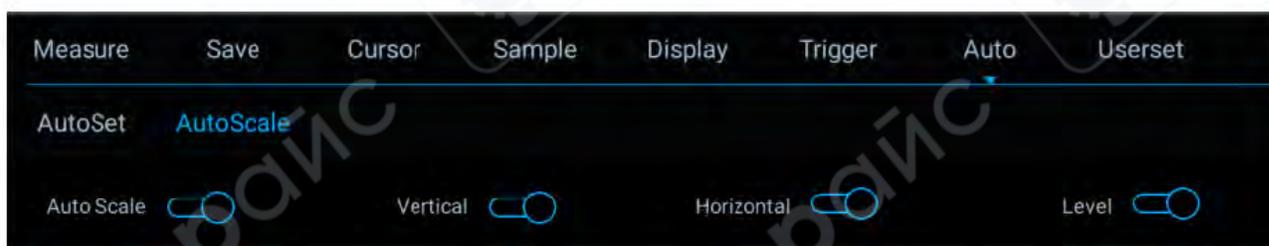


### Волновая форма в режиме Auto Set

- **Auto Range** — Непрерывная автоматическая настройка. Осциллограф в реальном времени непрерывно регулирует вертикальный масштаб, горизонтальную временную базу и уровень триггера в зависимости от величины и частоты сигнала. По умолчанию функция выключена и должна быть активирована через меню. Эта функция взаимоисключает режим **Auto Set**.

Откройте главное меню и нажмите **Auto**, чтобы открыть меню **Auto Range** для соответствующих настроек. При включенной функции **Auto Range** осциллограф автоматически настраивает различные параметры, включая: вертикальный масштаб, горизонтальную временную базу, уровень триггера и т. д. При подключении сигнала эти параметры будут автоматически изменяться, и не потребуются повторная настройка после изменения сигнала. Осциллограф автоматически распознает изменения и выполнит необходимые настройки.

- **Auto range:** Включение или выключение функции авто диапазона.
- **Vertical scale:** Включение функции автоматической настройки вертикального масштаба.
- **Horizontal time base:** Включение функции автоматической настройки горизонтальной временной базы.
- **Trigger level:** Включение функции автоматической настройки уровня триггера.



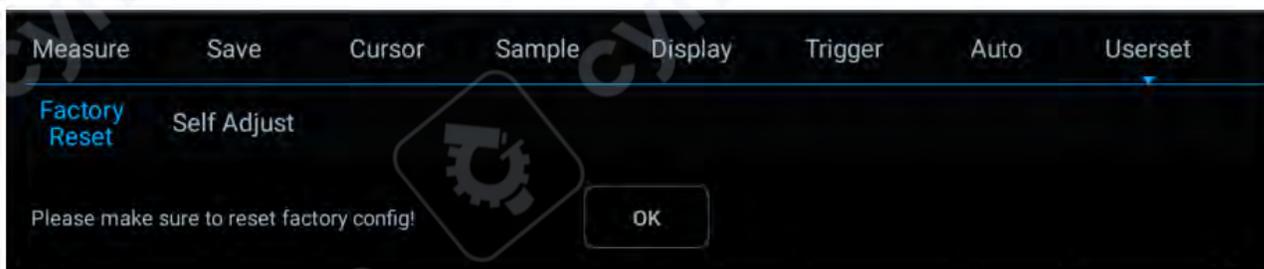
Открытие режима Auto Range

**Auto Range** более полезен, чем **Auto Set**, в следующих ситуациях:

1. Анализ сигналов, подверженных динамическим изменениям.
2. Быстрое просматривание нескольких последовательных сигналов без необходимости настраивать осциллограф. Эта функция особенно полезна, если необходимо использовать два пробника одновременно или если можно использовать только одну руку, так как вторая рука занята.
3. Контроль автоматических настроек осциллографа.

### 1.9 Заводские настройки

Откройте главное меню и нажмите **User Settings** (Пользовательские настройки), чтобы перейти на страницу настроек пользователя. Нажмите **Factory Settings** (Заводские настройки), после чего появится диалоговое окно загрузки заводских настроек. Нажмите **OK**, чтобы подтвердить и загрузить заводские настройки. Диалоговое окно загрузки заводских настроек показано на рисунке ниже.



Загрузка заводских настроек

### 1.10 Использование автокалибровки (самонастройка)

Откройте главное меню и нажмите **User Settings** (Пользовательские настройки), чтобы перейти на страницу настроек пользователя. Нажмите **Self Adjust** (Самонастройка), чтобы войти в режим автокалибровки.

При активации функции автокалибровки в верхнем левом углу экрана отображается красная надпись **Calibrating** (Калибровка). После завершения калибровки надпись исчезает. Функция автокалибровки позволяет осциллографу поддерживать максимальную точность измерений при значительных изменениях температуры.

#### **⚠ Рекомендации перед автокалибровкой:**

- Удалите все пробники перед началом автокалибровки.
- Процесс автокалибровки занимает примерно **10–15 минут**.
- Если температура изменилась более чем на **10°C**, рекомендуется выполнить автокалибровку.

#### **Быстрая калибровка нуля (Quick Zero)**

Проведите пальцем вверх по нижней части экрана осциллографа, чтобы открыть



нижнее меню. Нажмите на кнопку **Zero** для быстрой калибровки нуля канала.

При активации функции быстрой калибровки нуля в верхнем левом углу экрана появится красная надпись **Automatic zero calibration in progress** (Автоматическая калибровка нуля выполняется). После завершения калибровки надпись исчезнет.

Быстрая калибровка нуля позволяет оперативно устранить проблему смещения нуля, вызванную температурными изменениями окружающей среды. В отличие от полной автокалибровки, быстрая калибровка нуля занимает всего несколько секунд.

### 1.10 Компенсация пассивного пробника

При подключении пробника к любому входному каналу в первый раз необходимо произвести настройку компенсации пробника для его соответствия с входным каналом. Некомпенсированные пробники могут вызывать значительные ошибки измерений. Компенсация пробника оптимизирует сигнальный путь осциллографа, обеспечивая более высокую точность измерений. Если температура окружающей среды изменилась на 10°C или более, необходимо снова провести настройку компенсации пробника для поддержания точности измерений.

**Пробник MSP500** — это стандартный пассивный пробник для высокоразрешающих осциллографов серии ETO. Он использует специальный интерфейс Mic-OP1 для устройств Micsig. После подключения к ETO пробник может автоматически откалиброваться, что устраняет необходимость ручной настройки компенсации.

#### **Шаги по компенсации пробника:**

1. Подключите осциллографический пробник к целевому каналу.
2. Подключите пробник к выходному разъему калибровочного сигнала квадратной волны, а заземляющий зажим пробника — к заземляющему разъему.



Подключение пробника

3. Откройте канал (если он закрыт).
4. Откройте меню канала. Осциллограф автоматически распознает пробник, нажмите кнопку для выполнения самокалибровки пробника.

5. Нажмите кнопку **Auto Set** или вручную отрегулируйте вертикальную чувствительность формы волны и горизонтальную временную базу. Наблюдайте за формой волны.

**⚠ Предупреждение:**

- Убедитесь, что изоляция проводов находится в хорошем состоянии, чтобы избежать удара электрическим током при измерении высокого напряжения.
- Держите пальцы за защитным кольцом пробника, чтобы предотвратить электрический удар.
- При подключении пробника к источнику напряжения не прикасайтесь к металлическим частям головки пробника, чтобы избежать удара током.
- Перед выполнением любых измерений правильно подключите заземляющий провод пробника.

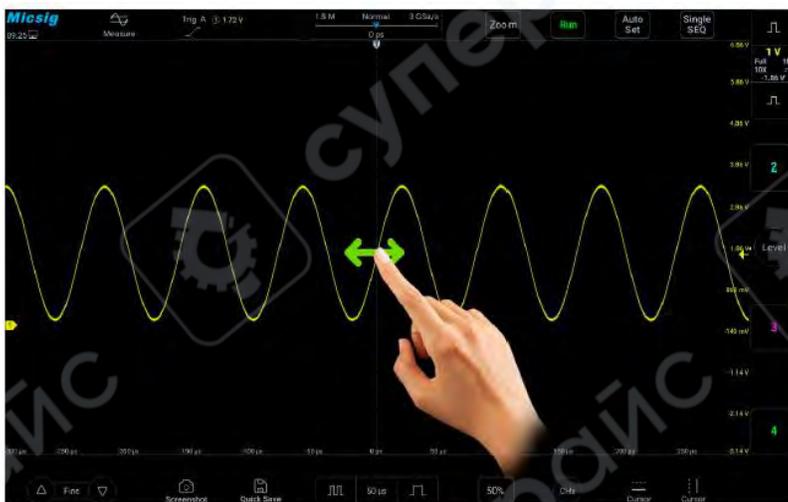
## 2 Горизонтальная система

В данной главе представлена подробная информация о горизонтальной системе осциллографа. Рекомендуется внимательно изучить данный раздел, чтобы понять функции и работу горизонтальной системы осциллографов серии ETO.

- Перемещение формы сигнала по горизонтали
- Регулировка горизонтальной временной базы (время/деление)
- Режим увеличения

## 2.1 Перемещение формы сигнала по горизонтали

Поместите палец на область отображения формы сигнала и проведите влево или вправо, чтобы грубо отрегулировать положение формы сигнала по горизонтали для всех аналоговых каналов. После перемещения формы сигнала нажмите кнопку точной регулировки в левом нижнем углу экрана для выполнения тонкой настройки.



Перемещение формы сигнала по горизонтали на экране

## 2.2 Регулировка горизонтальной временной базы (время/деление)

**Метод 1:** Программные клавиши

Нажмите кнопки  ,  для настройки горизонтальной временной базы всех аналоговых каналов (текущих каналов). Нажмите кнопку  для увеличения временной базы; нажмите кнопку  , чтобы уменьшить временную базу (см. рисунок «Регулировка горизонтальной временной базы»). Временная база регулируется шагами 1-2-5, при этом форма сигнала меняется по мере изменения временной базы.



Регулировка горизонтальной временной базы

## Метод 2: Регулятор временной базы

Нажмите **500ms**, чтобы открыть список временной базы (см. рисунок «Список горизонтальной временной базы»), затем выберите подходящую временную базу. Текущая временная база выделена синим цветом



Список горизонтальной временной базы

### 2.3 Режим увеличения

Режим увеличения представляет собой горизонтально расширенную версию стандартного отображения. При включении функции увеличения дисплей делится на две части (см. рисунок «Интерфейс увеличения»). Верхняя часть экрана отображает стандартное окно, а нижняя — увеличенное окно.



Интерфейс увеличения

Окно увеличения показывает увеличенную часть стандартного окна. Используя «Увеличение», можно просматривать часть стандартного окна с горизонтальным увеличением для более детального анализа сигнала.

#### **Включение/выключение увеличения**

Откройте всплывающее меню и нажмите  чтобы включить или выключить функцию увеличения. Окно увеличения отображается в виде рамки в стандартном окне, остальные части закрыты серым оттенком и не отображаются в окне увеличения. Эта рамка указывает на область стандартного сканирования, которая увеличена в нижней части. Нажмите кнопку временной базы, чтобы отрегулировать временную базу окна увеличения. Размер рамки в стандартном окне изменяется в зависимости от временной базы окна увеличения. Переместите форму сигнала в окне увеличения по горизонтали, чтобы отрегулировать ее положение. Рамка в основном окне движется в противоположном направлении относительно формы сигнала; также можно переместить рамку в стандартном окне для быстрой локализации просматриваемой формы сигнала.

#### **Примечание:**

1) Минимальная временная база отображается в стандартном окне, когда форма сигнала полностью соответствует глубине памяти. Если текущая временная база меньше минимальной в стандартном окне при данной глубине памяти, то при открытии окна увеличения временная база стандартного окна автоматически устанавливается на минимальную временную базу при текущей глубине памяти.

2) Курсор, математическая форма сигнала и опорная форма сигнала не отображаются в стандартном окне, но могут быть видны в окне увеличения.

3) Если режим прокрутки остановлен, можно включить режим увеличения, и нажатие кнопки «Пуск/Стоп»  автоматически выключает режим увеличения.

### **3 Вертикальная система**

В этой главе содержится подробная информация о вертикальной системе осциллографа. Рекомендуется внимательно ознакомиться с данным разделом для понимания настроек и принципов работы вертикальной системы осциллографа серии ETO.

- Включение/выключение канала, установка текущего канала
- Регулировка вертикальной чувствительности
- Настройка вертикального положения

На изображении ниже показано «Меню канала CH1», отображаемое после открытия меню канала CH1.



Интерфейс отображения меню канала

Уровень земли для каждого отображаемого аналогового сигнала канала указывается значком индикатора канала **1** в крайнем левом углу экрана.

### 3.1 Включение/выключение формы сигнала (Каналы, математические, опорные формы сигналов)

Значки каналов  на правой стороне области отображения форм сигнала осциллографа (смахивание вверх или вниз переключает на математический канал и опорный канал) соответствуют шести каналам: CH1, CH2, CH3, CH4, математическая функция и опорный канал. Значки каналов в активном состоянии выглядят как



Смахните вправо, чтобы закрыть нужный канал.

Текущий канал: Осциллограф может отображать несколько форм сигналов одновременно, но только одна форма сигнала отображается на верхнем слое приоритетно. Канал, отображаемый на верхнем слое, называется текущим каналом. Индикатор текущего канала отображается **заполненным**, а для неактивного канала — **полым**, как показано на Рисунке.



Текущий и неактивный каналы

Содержание интерфейса отображения каналов осциллографа включает в себя вертикальную шкалу, кнопку регулировки чувствительности вертикальной шкалы, режим связи, инвертирование и ограничение полосы пропускания канала, как показано на Рисунке ниже.



Интерфейс отображения канала

Когда CH1 включен, но не является текущим каналом, нажмите на форму сигнала CH1, индикатор вертикальной чувствительности, значок канала **1**, кнопку регулировки чувствительности или кнопку выбора текущего канала, чтобы установить CH1 в качестве текущего канала, как показано на Рисунке ниже.



Включение, выключение и переключение канала



2. Нажмите, чтобы выбрать текущий канал

1. Нажмите кнопку настройки текущего канала

### Использование кнопки выбора текущего канала

Нажмите на значок текущего канала в нижней части экрана, чтобы вызвать меню переключения текущего канала, и нажмите на кнопку, чтобы включить его, как показано на Рисунке выше. Нажмите на кнопку в меню для переключения текущего канала. Когда эта функция включена:

- a. текущий канал можно переключать в меню переключения каналов;
- b. меню текущего канала можно перемещать по экрану;
- c. только открытые каналы отображаются в меню переключения каналов;
- d. при включении математической или опорной формы сигнала меню переключения текущего канала открывается автоматически.

### 3.2 Регулировка вертикальной чувствительности

Нажмите кнопку вертикальной чувствительности  или  кнопку справа от значка канала, чтобы отрегулировать вертикальное отображение формы сигнала, соответствующей каналу, чтобы форма сигнала отображалась на экране в подходящем размере.

Масштаб вертикальной чувствительности (V/div) после каждой регулировки отображается на значке канала. Например , означает, что текущая вертикальная чувствительность CH1 составляет 1.0V/div.

Коэффициент вертикальной чувствительности регулирует вертикальную чувствительность аналогового канала шагами 1-2-5 (коэффициент затухания пробника 1X), и диапазон вертикальной чувствительности пробника 1:1 составляет 1mV/div-10V/div (минимум до 500uV/div при необходимости).

### 3.3 Настройка вертикального положения

Метод настройки вертикального положения следующий:

1) Грубая настройка: В области отображения формы сигнала удерживайте форму сигнала и проведите пальцем вверх или вниз, чтобы изменить вертикальное положение формы сигнала.

2) Точная настройка: Нажмите на кнопку точной настройки в нижнем левом углу экрана для точной настройки вертикального положения формы сигнала для текущего канала.

## 4 Система триггера

Эта глава содержит подробное описание системы срабатывания осциллографа. Рекомендуется внимательно прочитать эту главу, чтобы понять функции и операции триггерной системы осциллографов серии ETO.

- Триггер и настройка триггера
- Триггер по фронту
- Триггер наклона

### 4.1 Триггер и настройка триггера

#### Что такое триггер?

Осциллограф может захватывать сигнал только при выполнении заранее установленного условия. Это действие захвата сигнала по условию называется триггером (срабатыванием). Захват волновой формы — это процесс, когда осциллограф фиксирует и отображает сигнал. Если срабатывание не происходит, волновая форма не отображается.

#### Для чего нужен триггер?

(1) Осциллограф позволяет стабильно отображать периодический сигнал.



Стабильно отображаемый периодический сигнал



Нестабильно отображаемый периодический сигнал

(2) С помощью срабатывания можно захватить нужный сегмент сложного и быстрого сигнала.



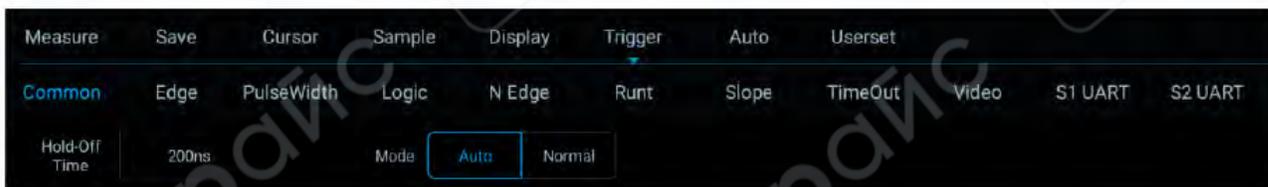
Аномальный сигнал в периодических сигналах



Аномальный сигнал, захваченный с помощью установки уровня триггера

### Что такое принудительный триггер?

Когда осциллограф не выполняет условия триггера, искусственно или автоматически генерируемое осциллографом срабатывание называется принудительным. Принудительный триггер означает, что, независимо от выполнения условий, осциллограф просто захватывает сегмент сигнала и отображает его. Принудительный триггер настраивается в меню. В настройках триггера обычно есть опция режима, которую можно установить как "Normal" (нормальный) или "Auto" (автоматический). Нормальный режим — это триггер по установленным условиям. Автоматический режим — это тип принудительного триггера. Если осциллограф не срабатывает в течение определенного времени, срабатывание происходит автоматически.



Настройка режима срабатывания осциллографа

Если характеристики сигнала неизвестны, осциллограф следует установить в режим "Auto", чтобы осциллограф отображал волновую форму даже при неверных настройках срабатывания. Хотя волновая форма может быть нестабильной, это позволяет сделать предварительную оценку сигнала и настроить осциллограф для дальнейшего анализа. Сигнал на рисунке выше — результат принудительного срабатывания в режиме "Auto".

Когда мы устанавливаем конкретные условия триггера для конкретного сигнала, особенно когда временной интервал выполнения условия триггера велик, следует выбрать режим "Normal", чтобы осциллограф не активировал принудительный триггер.

Рисунок ниже демонстрирует концепцию буфера сбора данных. Чтобы понять событие триггера, буфер может быть разделен на области до триггера (pre-trigger) и после триггера (post-trigger). Позиция события триггера в буфере сбора данных определяется настройками опорной точки времени и положения триггера (горизонтальная задержка).



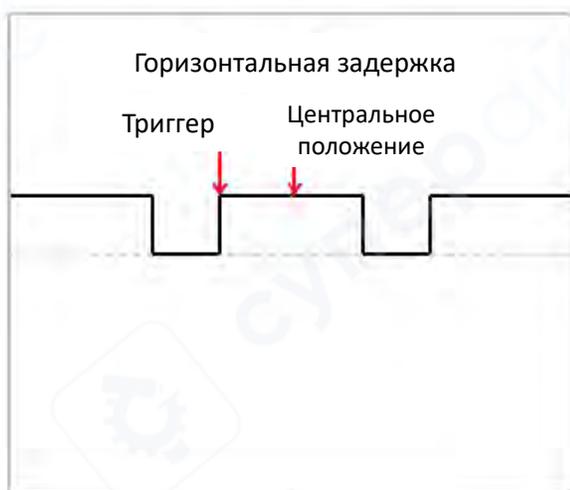
Концепция буфера сбора данных

Все события, отображаемые слева от точки срабатывания  $\nabla$ , происходят до срабатывания и называются сообщениями до срабатывания, отображающими события перед точкой срабатывания. Все события справа от точки срабатывания называются сообщениями после срабатывания.

Диапазон доступной задержки (сообщения до и после срабатывания) зависит от выбранной временной базы и глубины памяти.

#### Настройка положения триггера (горизонтальная задержка)

Смахиная пальцами влево и вправо в области отображения сигнала, можно перемещать точку триггера  $\nabla$  по горизонтали. Время задержки отображается в центре экрана сверху, указывая расстояние между триггером  $\nabla$  и центральной линией  $\nabla$  области отображения сигнала.



Горизонтальная задержка

Когда точка триггера  $\nabla$  расположена слева от центральной линии  $\nabla$  области отображения сигнала, время задержки отображается как положительное значение; когда

точка триггера  расположена справа от опорной точки  времени, время задержки отображается как отрицательное значение. Если точка триггера  совпадает с центральной линией , время задержки равно нулю.

### Уровень триггера

Уровень триггера — это напряжение сигнала, соответствующее установленной точке триггера. При изменении уровня срабатывания временно появляется горизонтальная линия, показывающая его положение (точное значение уровня отображается в верхнем правом углу экрана), затем эта линия исчезает, и уровень триггера указывается стрелкой . Положение уровня можно настроить, перетаскивая указатель уровня. Уровень срабатывания показан на рисунке ниже (стрелка указывает на линию уровня).



### Настройка уровня срабатывания

Уровень срабатывания можно настроить грубо или точно:

**Грубая настройка:** скользите вверх и вниз в области регулировки уровня срабатывания.

**Точная настройка:** нажмите кнопку точной настройки в нижнем левом углу экрана.

### Быстрый доступ к настройкам срабатывания

Смахните влево от ползунка уровня срабатывания, чтобы открыть меню быстрых настроек, включающее выбор источника и режима срабатывания.



Быстрый доступ к настройкам срабатывания

### Установка времени выдержки

Время выдержки (hold-off) устанавливает задержку между срабатываниями осциллографа и реактивацией цепи срабатывания. Во время выдержки осциллограф не активирует срабатывание до ее окончания, что позволяет стабильно захватывать сложные волновые формы. Диапазон времени выдержки составляет от 200 нс до 10 с.

Задержка может быть полезной для срабатывания на повторяющихся волновых формах с множеством фронтов между повторениями сигнала. Если известно минимальное время между срабатываниями, выдержку можно использовать для срабатывания на первом фронте.

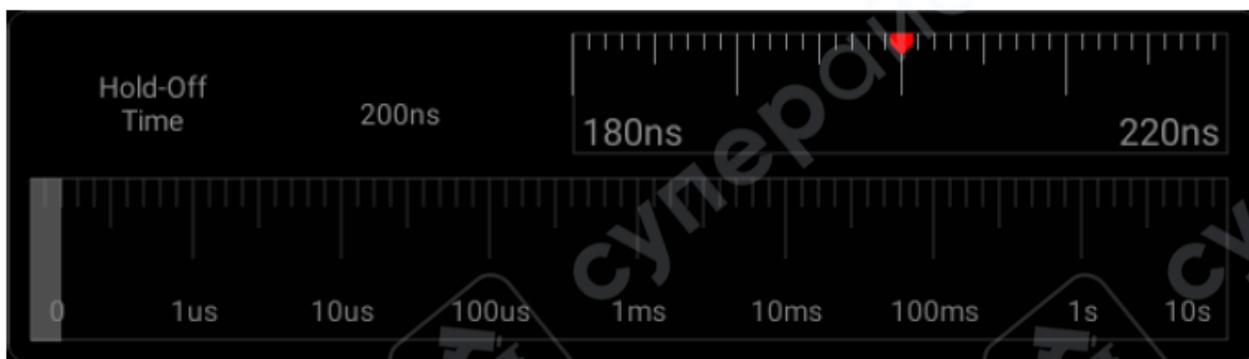
Например, для стабильного срабатывания на повторяющихся импульсах, как показано ниже, установите выдержку  $>200$  нс, но  $<600$  нс.



Установка времени выдержки:

Коснитесь "Trigger" в главном меню для открытия меню срабатывания. В разделе "Common" нажмите на поле рядом с "Rejection Time", чтобы открыть интерфейс настройки

времени выдержки. Время срабатывания отображается в левом верхнем углу, шкала точной настройки — в правом верхнем, а шкала грубой настройки — ниже, как показано на рисунке.



Интерфейс настройки времени выдержки

При настройке времени перетяните или коснитесь шкалы грубой настройки для грубой регулировки, затем перетяните шкалу точной настройки для точной установки времени удержания.

#### Запрос на выполнение операции удержания триггера

Обычно используется для сложных форм сигналов. Правильная настройка фильтрации обычно немного меньше одного периода формы сигнала. Установка времени удержания на это значение может стать единственной точкой триггера для повторяющейся формы сигнала.

Изменение настройки базы времени не влияет на время удержания триггера.

- При использовании функции увеличения можно нажать **Run** для остановки, затем горизонтально переместить и увеличить данные, чтобы найти позицию, где форма сигнала повторяется. Используйте курсор для измерения этого времени, затем установите время удержания.

- Кнопка «Single SEQ» **Single SEQ** для одиночного запуска

Обычно при выполнении одиночного запуска необходимо сначала инициировать операции на измеряемом оборудовании, и не должно происходить автоматического запуска осциллографа до начала этих операций. Индикатор условия триггера **Wait** отображается в левом верхнем углу экрана до начала операций в цепи (это означает, что предбуфер триггера заполнен).

#### 4.2 Триггер по фронту

Когда фронт сигнала триггера достигает установленного уровня, срабатывает триггер. Срабатывание происходит либо на восходящем фронте (значок  вверху экрана), нисходящем фронте () или на обоих фронтах () и уровень триггера можно установить, чтобы изменить вертикальную позицию точки триггера на фронте сигнала, то есть точку пересечения линии уровня триггера и фронта сигнала. Стабильную форму сигнала можно получить, правильно установив режим сопряжения триггера по фронту. Меню триггера по фронту представлено в таблице ниже:

Параметр триггера	Настройка	Описание
Источник триггера	CH1	Установить CH1 как источник триггера
	CH2	Установить CH2 как источник триггера
	CH3	Установить CH3 как источник триггера
	CH4	Установить CH4 как источник триггера
Фронт	Восходящий	Настройка триггера на восходящем фронте
	Нисходящий	Настройка триггера на нисходящем фронте
	Двойной	Настройка триггера на любом фронте
Сопряжение	DC	Пропуск AC и DC компонентов в сигналах триггера
	AC	Фильтрация DC компонента в сигналах триггера
	Подавление ВЧ	Подавление сигналов выше 50 кГц в сигналах триггера
	Подавление НЧ	Подавление сигналов ниже 50 кГц в сигналах триггера
	Подавление шума	Слабочувствительное сопряжение DC для подавления высокочастотного шума в сигналах триггера

Установите восходящий фронт триггера и режим сопряжения как DC на CH1 следующим образом:

1) Нажмите «Триггер» в основном меню, чтобы открыть меню триггера, выберите триггер по фронту и выполните следующие настройки, как показано на рисунке:

- Источник триггера: CH1;
- Режим сопряжения триггера: DC;
- Фронт триггера: восходящий.

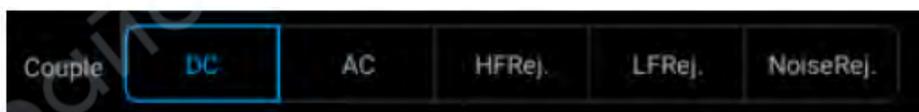


Меню настройки триггера по фронту

2) Отрегулируйте уровень триггера для обеспечения стабильного срабатывания формы сигнала, например, установите уровень триггера на 1V.

#### Описание сопряжения триггера

При открытии меню настройки триггера по фронту ниже отображается опция сопряжения триггера. Сопряжение триггера включает DC, AC, HFRej., LFRej., NoiseRej., как показано на рисунке:



Меню сопряжения триггера

- 1) DC сопряжение — пропускает DC и AC сигналы при движении триггера.
- 2) AC сопряжение — удаляет любые смещения напряжения DC из формы сигнала триггера.

При большой DC составляющей формы сигнала можно достичь стабильного триггера по фронту, используя AC сопряжение.

3) HFRej. (ВЧ-фильтр) — удаляет высокочастотные компоненты из формы сигнала триггера, используя фильтрацию ВЧ для удаления высокочастотных шумов или шумов от быстрых системных тактов, например, от AM или FM радиостанций.

4) LFRej. (НЧ-фильтр) — удаляет низкочастотные компоненты из формы сигнала триггера, например, частоты линии электропередачи, которые могут помешать правильному запуску триггера.

При наличии низкочастотного шума в форме сигнала стабильное срабатывание триггера по фронту может быть обеспечено с помощью низкочастотной

5) NoiseRej. (Подавление шума) — подавление шума добавляет дополнительный гистерезис в цепь триггера. Увеличение гистерезисной зоны триггера снижает вероятность шума, вызывающего срабатывание. Однако это также уменьшает чувствительность триггера, поэтому для срабатывания осциллографа требуется немного больший сигнал.

**Примечание:** Сопряжение триггера отличается от сопряжения канала.

### 4.3 Триггер наклона

Триггер наклона — это триггер, когда форма сигнала достигает заданного временного условия от одного уровня к другому.

Положительное время наклона: время, необходимое форме сигнала для перехода от низкого к высокому уровню.

Отрицательное время наклона: время, необходимое форме сигнала для перехода от высокого к низкому уровню.

Как показано на рисунке:



Время положительного/отрицательного наклона

Когда наклон формы сигнала имеет время удержания (8 нс~10 с), тип триггера вверху экрана — только значок , и триггер происходит при достижении заданного условия. Триггер по наклону подходит для наблюдения пилообразных или треугольных волн. Описание меню триггера по наклону представлено в таблице ниже:

Параметр триггера	Настройка	Описание
Источник триггера	CH1	Установить CH1 как источник триггера
	CH2	Установить CH2 как источник триггера
	CH3	Установить CH3 как источник триггера
	CH4	Установить CH4 как источник триггера
Фронт	Восходящий	Настройка триггера на восходящем фронте
	Нисходящий	Настройка триггера на нисходящем фронте
	Любой	Настройка триггера при обнаружении смены наклона
Состояние триггера	<T	Сработает, если время удержания наклона триггера меньше T
	>T	Сработает, если время удержания наклона триггера больше T
	<>T	Сработает, если время удержания наклона триггера меньше верхнего предела T1 и больше нижнего предела T2
Время	8ns~10s	Установить время удержания наклона триггера

Установить статус фронта CH1 как восходящий и время удержания меньше 30 мкс. Действия следующие:

1) Нажмите «Триггер» в главном меню, чтобы открыть меню триггера, выберите триггер наклона в тип триггера и настройте триггер по фронту следующим образом, как показано на рисунке 6-27:

- Источник триггера: CH1;
- Фронт триггера: Восходящий;
- Состояние триггера: Больше, чем
- Время удержания триггера наклона: 30 мкс

2) Настройте уровень триггера наклона, выберите высокий или низкий уровень триггера наклона, нажмите на стрелки с обеих сторон ползунка, чтобы переключить уровень триггера наклона между высоким и низким.



Меню настройки триггера наклона по фронту

Время удержания фронта может быть установлено в диапазоне от 8 нс до 10 с.

**Примечание:** Стабильная триггерная форма сигнала может быть получена только при выборе канала, к которому подключены сигналы, в качестве источника триггера.