

Цифровые осциллографы Rigol серии MSO5000

Инструкция по эксплуатации

Содержание

1 Описание прибора	4
1.1 Описание передней панели	4
1.2 Описание задней панели	5
1.3 Обзор органов управления передней панели	6
1.3.1 Элементы вертикальной системы	6
1.3.2 Элементы горизонтальной системы	8
1.3.3 Система триггера	9
1.3.4 Функциональные меню	9
1.3.5 Кнопки навигации	10
1.3.6 Быстрые операции	10
1.3.7 Генератор сигналов	10
1.3.8 Очистка экрана	10
1.3.9 Auto	10
1.3.10 RUN/STOP	10
1.3.11 Single	11
1.3.12 Блокировка сенсорного экрана	11
1.3.13 Восстановление настроек	11
1.3.14 Многофункциональный энкодер	11
1.4 Пользовательский интерфейс	11
2 Настройка вертикальной системы	14
2.1 Включение и отключение аналоговых каналов	14
2.2 Настройка вертикального масштаба	15
2.3 Изменение масштаба по вертикали	16
2.4 Настройка вертикального смещения	16
2.5 Связь канала	17
2.6 Ограничение полосы пропускания (BW Limit)	18
2.7 Коэффициент ослабления пробника (Probe Attenuation)	18
2.8 Входной импеданс	18
2.9 Инвертирование	19
2.10 Единицы измерения амплитуды	19
2.11 Коррекция задержки (Channel Delay)	19
2.12 Калибровка смещения (Offset Calibration)	20

2.13 Метка канала	20
3 Настройка горизонтальной системы	21
3.1 Регулировка временной базы.....	21
3.2 Регулировка горизонтального положения	22
3.3 Задержанная развертка.....	22
4 Система запуска осциллографа (Trigger System)	24
4.1 Источник запуска	24
4.2 Уровень запуска / Пороговое значение.....	25
4.3 Режим запуска	26
4.4 Тип связи при запуске	27
4.5 Удержание запуска (Holdoff).....	27
4.6 Шумоподавление.....	28
4.7 Типы запуска.....	28
4.7.1 Запуск по фронту (Edge).....	28
4.7.2 Запуск по импульсу (Pulse).....	29
4.7.3 Запуск по времени нарастания (Slope)	30
4.7.4 Запуск по видеосигналу (Video).....	31
4.7.5 Запуск по шаблону (Pattern).....	32
4.7.6 Запуск по длительности события (Duration).....	34
4.7.7 Запуск по истечению времени (Timeout).....	35
4.7.8 Запуск по ранту (Runt)	36
4.7.9 Запуск по окну (Window)	37
4.7.10 Запуск по задержке (Delay)	38
4.7.11 Запуск по установке/удержанию (Setup/Hold).....	39
4.7.11 Запуск на N-ом фронте (Nth Edge)	40

1 Описание прибора

1.1 Описание передней панели

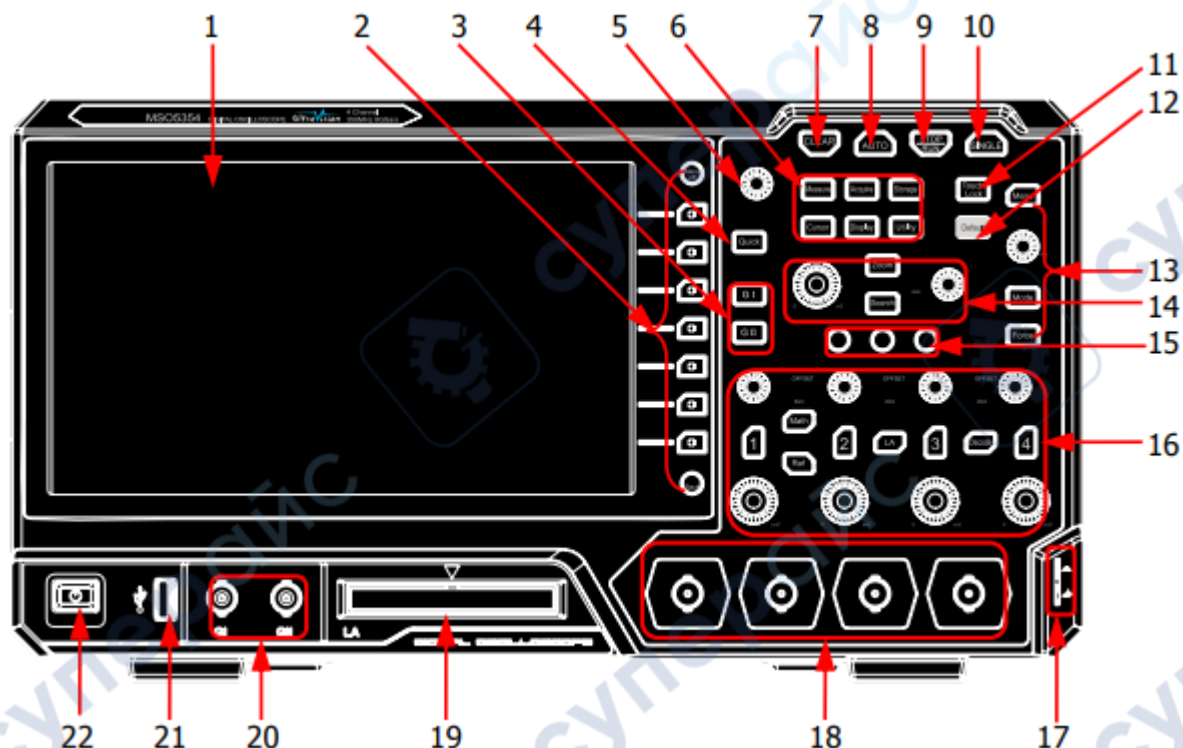


Таблица 1-1 — Описание элементов передней панели

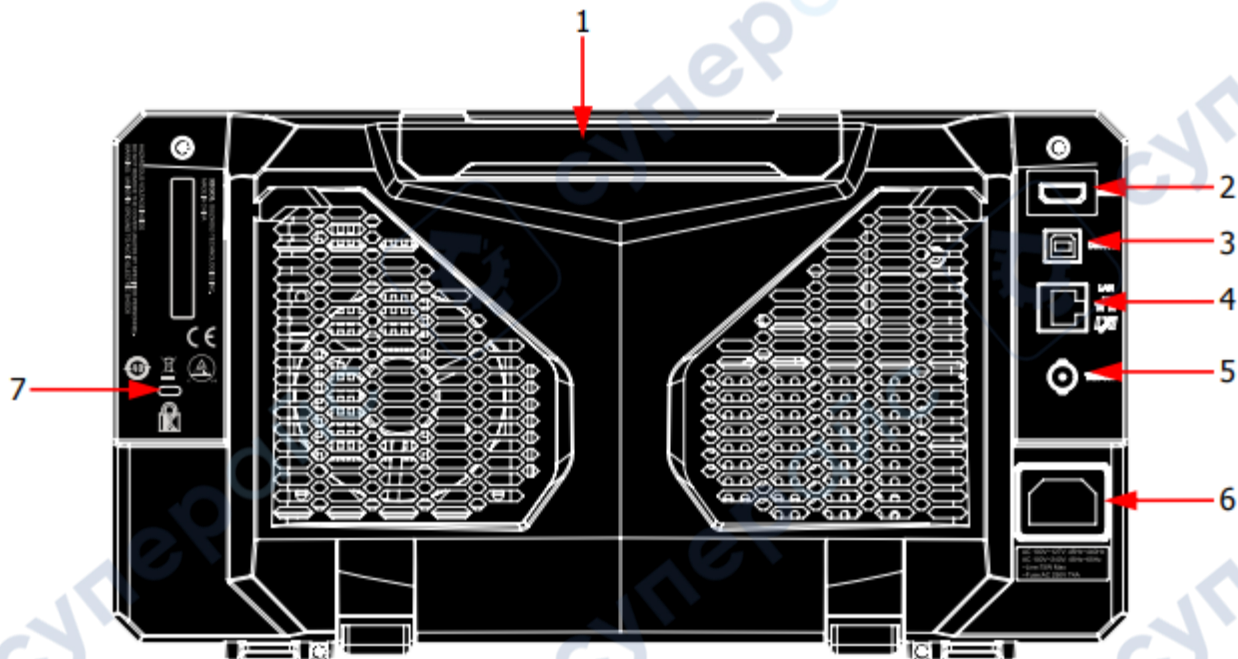
№	Наименование	№	Наименование
1	Емкостный сенсорный экран	12	Клавиша восстановления параметров по умолчанию
2	Клавиши управления функциональным меню	13	Система управления триггером
3	Клавиша настройки двухканального функционального/произвольного генератора сигналов [1]	14	Система горизонтального управления
4	Быстрая клавиша (Shortcut Key)	15	Клавиша навигационного управления
5	Многофункциональный регулятор	16	Система вертикального управления
6	Общие клавиши управления	17	Выходной/заземляющий разъём сигнала компенсации щупа
7	Клавиша CLEAR	18	Входные разъёмы аналоговых каналов
8	Клавиша отображения сигнала в реальном времени	19	Интерфейс цифрового канала [2]
9	Клавиша RUN/STOP	20	Выходные разъёмы двухканального функционального/произвольного генератора сигналов [1]
10	Клавиша однократного запуска триггера	21	Интерфейс USB HOST
11	Клавиша блокировки сенсорного экрана	22	Клавиша питания

Примечания:

[1] Эта функция доступна только в моделях, оснащённых опцией MSO5000-AWG.

[2] Для использования интерфейса цифрового канала требуется дополнительный заказ опции PLA2216 (активный логический пробник).

1.2 Описание задней панели



1. Рукоятка

Поверните рукоятку в вертикальное положение для удобства переноса прибора. Если перенос не требуется, опустите рукоятку вниз.

2. HDMI

Через данный интерфейс можно подключить прибор к внешнему дисплею, оснащённому интерфейсом HDMI (например, монитор или проектор), для более удобного наблюдения за отображением сигнала.

При этом волновые формы также продолжают отображаться на встроенном ЖК-экране прибора.

3. Интерфейс USB DEVICE

С помощью данного интерфейса можно подключить прибор к персональному компьютеру. После подключения вы можете использовать программное обеспечение Ultra Scope для отправки команд SCPI, выполнения пользовательского программирования, либо управления прибором через функцию Web Control.

4. Интерфейс LAN

Подключите прибор к локальной сети через этот интерфейс. Прибор соответствует требованиям стандарта LXI Device Specification 2011 и может использоваться в составе автоматизированных измерительных систем.

При подключении к сети Интернет возможно: управление прибором через Web Control или Ultra Scope, выполнение пользовательских SCPI-программ, а также онлайн-обновление системного программного обеспечения прибора.

Кроме того, при подключении к сети вы можете распечатывать отображаемую осциллограмму на сетевом принтере.

Совет

После подключения осциллографа к локальной сети (если доступ к Интернету ограничен, обратитесь к системному администратору для предоставления соответствующих прав), также можно выполнить онлайн-обновление системного программного обеспечения:

1) Включите функцию сенсорного экрана. Нажмите значок навигации  в левом нижнем углу сенсорного экрана для активации панели навигации.

2) Нажмите на значок «Help» и на экране появится меню справки.

3) Нажмите пункт Online upgrade или включите сенсорный экран, чтобы нажать «Online upgrade». На экране отобразится окно «System Update Information», предлагающее принять или отменить «Условия RIGOL онлайн-обновления» («RIGOL TERMS OF ONLINE UPGRADE SERVICE»). Нажмите «Accept», чтобы начать онлайн-обновление или «Cancel» для отклонения обновления.

5. Разъёмы Trigger Out и Pass/Fail

TRIG OUT

Через данный интерфейс осциллограф может выводить сигнал, отражающий реальную скорость захвата осциллограмм на каждом запуске. Подайте сигнал на устройство отображения формы и измерьте частоту сигнала. Результат измерения соответствует текущей скорости захвата.

Pass/Fail

Прибор может выводить импульсы с разъема [TRIG OUT] при обнаружении события годен или не годен (pass/fail) при тестировании по маске.

6. Разъём сетевого питания

Входной разъем для подключения источника питания. Требования к электропитанию аппаратуры являются следующими: 100 - 240 В; 45-440 Гц. Используйте сетевой кабель, поставляемый в комплекте с прибором, для подключения осциллографа к источнику питания.

7. Отверстие для замка Kensington

Позволяет зафиксировать прибор на рабочем месте с помощью защитного замка Kensington (приобретается отдельно) через соответствующее отверстие на задней панели.

1.3 Обзор органов управления передней панели

1.3.1 Элементы вертикальной системы



1, 2, 3, 4 – Кнопки включения аналоговых каналов

Нажатие соответствующей кнопки активирует выбранный аналоговый канал. Каждая кнопка имеет собственный цвет, совпадающий с цветовой маркировкой разъёма канала и цветом отображаемого на экране сигнала.

Math (Математические функции)

Открывает меню математических операций. Доступны операции сложения, вычитания, умножения, деления и быстрое преобразование Фурье (FFT). При необходимости можно назначить метку для текущей математической функции.

Ref (Опорный сигнал)

Позволяет активировать режим отображения опорной формы сигнала. Используется для сравнения текущих осциллограмм с сохранённым эталонным сигналом и анализа отклонений.

LA (Логический анализатор)

Открывает панель управления логическими каналами. Пользователь может включать и отключать отдельные каналы или группы, изменять размеры и пороговые уровни цифровых сигналов, а также задавать индивидуальные метки. Поддерживается группировка 16 цифровых каналов.

Decode (Декодирование)

Запускает меню настроек протокольного декодирования. Можно задать параметры интерфейса и активировать необходимые протоколы. Прибор поддерживает многоканальное и параллельное декодирование.

Vertical OFFSET (Вертикальное смещение)

Поворотом ручки изменяется вертикальное положение активного сигнала. Вращение по часовой стрелке повышает уровень смещения, против часовой – снижает. Текущее значение отображается в левом нижнем углу экрана. Нажатие на ручку возвращает сигнал в нулевое положение.

Vertical SCALE (Вертикальный масштаб)

Изменяет масштаб вертикальной развертки. Поворот по часовой стрелке уменьшает масштаб, против часовой – увеличивает. Текущее значение отображается на экране в режиме реального времени. Короткое нажатие на ручку переключает режим регулировки между «Грубым» (Coarse) и «Точным» (Fine).

1.3.2 Элементы горизонтальной системы



Zoom (Увеличение)

Включает или выключает функцию масштабирования фрагмента сигнала.

Search (Поиск)

Открывает меню поиска событий. Можно задать условия фильтрации для быстрого перехода к требуемым участкам записанных данных.

Horizontal POSITION (Горизонтальное положение)

Поворотом этой ручки можно изменить горизонтальное положение (то есть положение точки запуска).

При вращении ручки точка триггера смещается влево или вправо относительно центра экрана.

Во время изменения все осциллограммы каналов перемещаются в ту же сторону, а информационное сообщение **D 0.00s** о горизонтальном положении, отображаемое в правом верхнем углу экрана, обновляется соответствующим образом.

Нажатие на ручку позволяет быстро вернуть горизонтальное положение (или положение задержанной развертки) к исходному состоянию.

Horizontal SCALE (Горизонтальная развертка)

Поворотом этой ручки можно изменить горизонтальную временную развертку.

Вращение по часовой стрелке уменьшает временную базу, а вращение против часовой стрелки — увеличивает её.

Во время регулировки осциллограммы всех каналов отображаются в сжатом или растянутом виде, а сообщение о текущей временной базе **H 1.00us**, отображаемое в верхней части экрана, изменяется соответствующим образом.

Нажатие на ручку позволяет быстро переключить режим регулировки временной базы между режимами «Грубая» (Coarse) и «Точная» (Fine).

1.3.3 Система триггера



Menu (Меню триггера)

Открывает меню настроек триггера. Доступны различные типы и режимы запуска.

Mode (Режим)

Переключает режим работы триггера: **Auto**, **Normal** или **Single**.

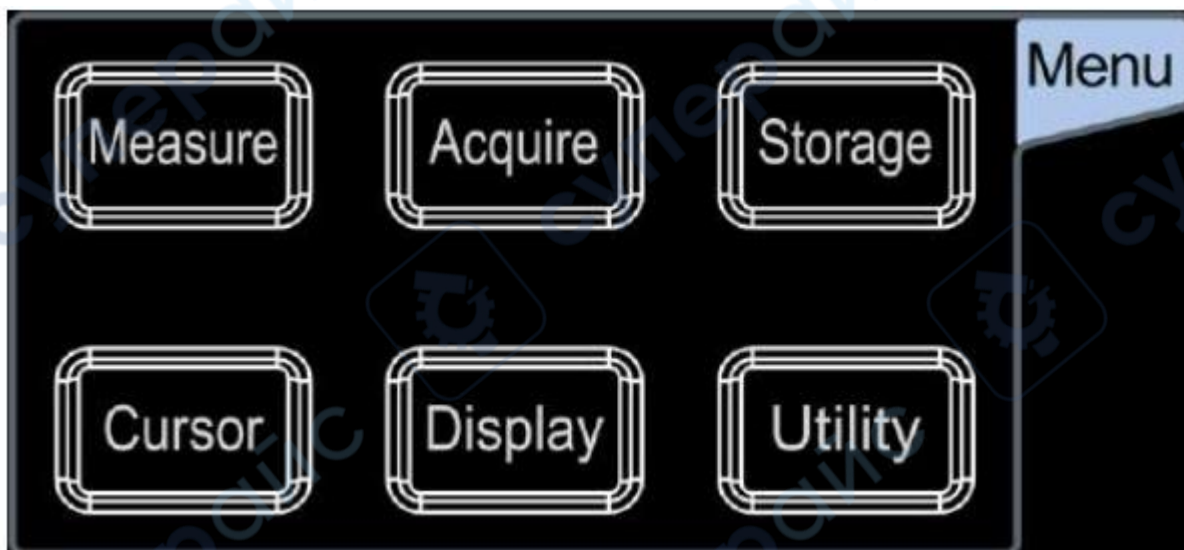
Force (Принудительный запуск)

Выполняет ручной запуск триггера независимо от условий срабатывания.

Trigger **LEVEL** (Уровень триггера)

Регулирует пороговый уровень срабатывания. Поворот по часовой стрелке повышает уровень, против часовой – снижает. Индикация уровня отображается в верхней части экрана. Нажатие на ручку устанавливает уровень триггера в середину амплитудного диапазона (50% пик-пик).

1.3.4 Функциональные меню



Measure (Измерения)

Открывает меню измерительных функций. Доступно автоматическое измерение до 41 параметра, включая статистическую обработку данных и выбор конкретных измерений.

Acquire (Регистрация)

Позволяет задать параметры сбора данных: режим захвата, глубину записи, временную базу и другие настройки.

Storage (Память)

Открывает меню сохранения и загрузки файлов. Поддерживается запись осциллограмм, изображений и настроек, а также функции автоматического именования и управления дисками.

Cursor (Курсорные измерения)

Открывает меню работы с курсорами. Реализованы четыре режима: ручной, слежение, XY и автоматический. Режим XY доступен только при выбранной схеме отображения «XY».

Display (Экран)

Позволяет настроить параметры отображения сигнала: тип представления, послесвечение, яркость и другие опции.

Utility (Системные функции)

Открывает меню системных настроек. Здесь задаются параметры ввода/вывода, язык интерфейса, звуковые сигналы и т. д. Также доступны функции самотестирования, тестирования по маске Pass/Fail и записи сигналов.

1.3.5 Кнопки навигации



Используются для перехода по временной шкале, записи, воспроизведения и поиска событий.

1.3.6 Быстрые операции



Кнопка **Quick** позволяет выполнить наиболее часто используемые действия, например: создание скриншота, сохранение осциллограммы или конфигурации прибора. Дополнительные параметры задаются через меню **Utility** → **More** → **Quick settings**.

1.3.7 Генератор сигналов



Нажмите **GI**, чтобы включить или отключить выходной сигнал разъёма **[GI]**, расположенного на передней панели; нажмите **GII**, чтобы включить или отключить выходной сигнал разъёма **[GII]** на передней панели.

Затем войдите в соответствующее меню настройки функционального/произвольного генератора сигналов. При необходимости можно включить или отключить отображение состояния текущего выходного сигнала.

Примечание: данная функция доступна только для моделей, оснащённых опцией MSO5000-AWG

1.3.8 Очистка экрана



Кнопка **Clear** удаляет текущие осциллограммы с экрана. В режиме **RUN** после очистки начинается обновлённый захват сигнала.

1.3.9 Auto



Нажатие кнопки **Auto** инициирует автоматическую настройку параметров для оптимального отображения сигнала (вертикальный масштаб, временная база и триггер).

1.3.10 RUN/STOP



Переключает осциллограф между режимами **RUN** (работа) и **STOP** (останов). В режиме «RUN» индикатор кнопки светится жёлтым цветом, в режиме «STOP» — красным.

1.3.11 Single



Запускает однократный захват сигнала в режиме «Single».

1.3.12 Блокировка сенсорного экрана



Кнопка **Touch Lock** отключает функции сенсорного ввода. По умолчанию сенсорный экран активен. Для повторного включения функции нажмите кнопку ещё раз.

1.3.13 Восстановление настроек



Кнопка **Default** выполняет сброс параметров прибора к заводским установкам.

1.3.14 Многофункциональный энкодер



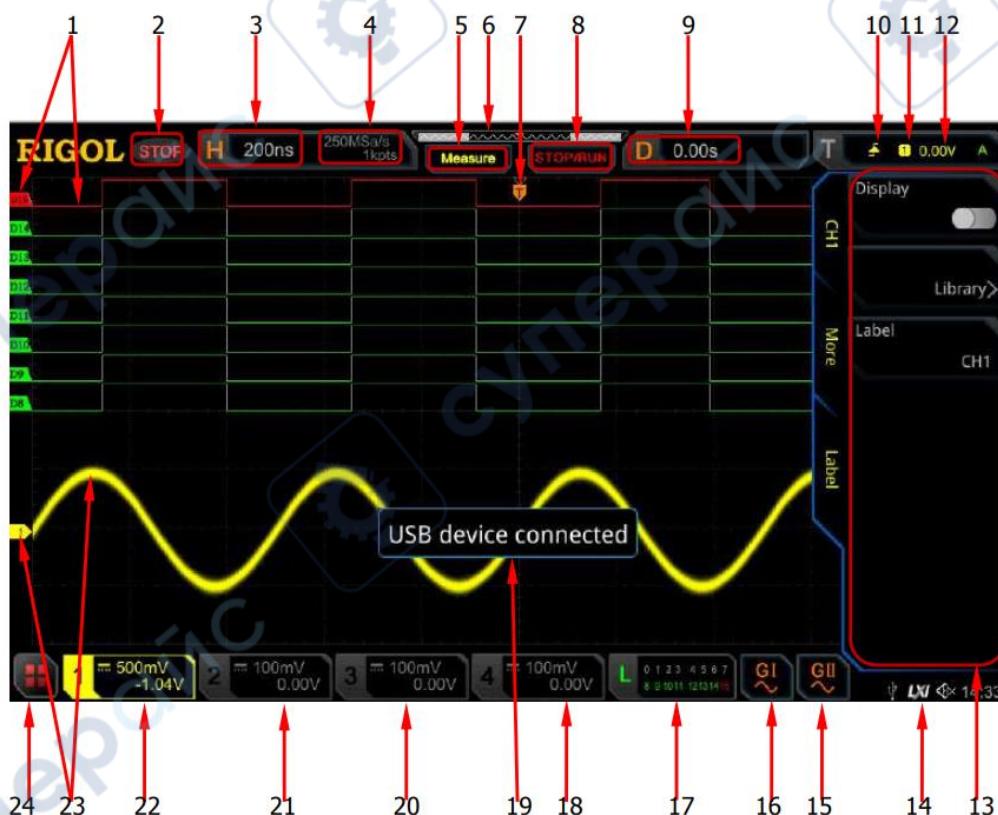
Вне меню: регулирует яркость экрана (от 1% до 100%).

Поворот по часовой стрелке увеличивает яркость, против часовой — уменьшает. Также можно использовать команду **Display** → **Intensity**.

В меню: используется для выбора и подтверждения параметров, изменения числовых значений и ввода текста (например, имени файла).

1.4 Пользовательский интерфейс

Осциллограф серии MSO5000 оснащён 9-дюймовым ЖК-дисплеем формата WSVGA (1024×600) с 256 уровнями градаций серого. Интерфейс отображает зарегистрированные осциллограммы, параметры настройки и результаты измерений.



1. Метки и осциллограммы цифровых каналов

Логические уровни «1» и «0» отображаются зелёным цветом, фронты сигналов — белым.

Выбранный в данный момент цифровой канал подсвечивается красным цветом, совпадающим с цветом его метки. Функция группировки цифровых каналов (в меню логического анализатора) позволяет объединять 16 каналов в 4 группы. Каналы одной группы имеют одинаковый цвет, разные группы окрашены по-разному.

2. Состояние работы прибора

Отображаются возможные состояния: **RUN**, **STOP**, **T'D (Triggered)**, **WAIT**, **AUTO**.

3. Горизонтальная временная база

- Отображает значение времени, соответствующее одному делению по горизонтальной оси.

- Параметр изменяется с помощью ручки **Horizontal**  **SCALE**. Диапазон регулировки временной базы зависит от модели прибора.

4. Частота дискретизации и глубина памяти

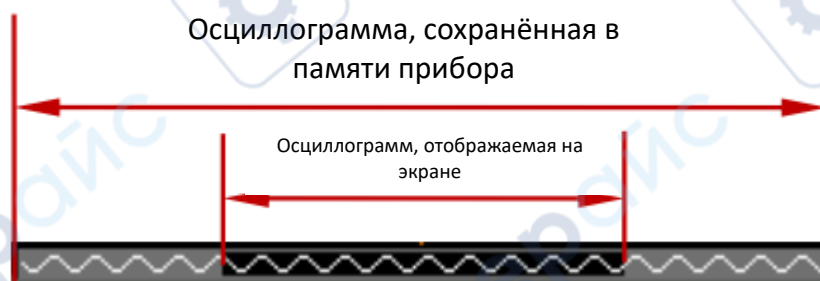
Отображает текущие значения частоты дискретизации и глубины памяти аналоговых каналов. Эти параметры изменяются автоматически при изменении временной базы.

5. Метки автоматических измерений

При активном сенсорном экране коснитесь метки, чтобы открыть меню автоматических измерений. Доступно до 41 параметра осциллограммы, включая аппаратное измерение по всей памяти прибора.

6. Индикация памяти осциллограммы

Показывает расположение текущего участка отображаемой осциллограммы в пределах всей записанной памяти.



7. Положение триггера

Отображает положение точки запуска (триггера) как на текущем экране, так и в общей области памяти.

8. Метка состояния RUN/STOP

В режиме **RUN** метка отображается зелёным цветом, в режиме **STOP** — красным. При включённом сенсорном управлении можно нажатием на иконку **STOP/RUN** изменить состояние работы прибора.

9. Горизонтальное положение

Регулируется ручкой **Horizontal**  **POSITION**. Нажатие на ручку выполняет быстрое восстановление исходного горизонтального положения.

10. Тип триггера

Отображает выбранный тип и условия срабатывания триггера. Для разных типов триггеров используются различные обозначения (например, символ восходящего фронта при выборе триггера по фронту  — *Edge Trigger*).

11. Источник триггера

Отображает выбранный источник триггера (CH1–CH4, AC Line или D0–D15). Для разных источников выводятся соответствующие обозначения, например, выбор CH1 отображается как метка канала 1 .

12. Уровень триггера / Пороговый уровень

- При выборе источника CH1–CH4 устанавливается уровень триггера.
- При выборе D0–D15 — пороговый уровень.
- Метка уровня триггера  отображается слева на экране, числовое значение — в правом верхнем углу.
- При изменении значения с помощью ручки Trigger  **LEVEL** соответствующая метка  перемещается вверх или вниз.

Примечание:

Для типов триггеров **Slope**, **Runt** и **Window** необходимо задать верхний и нижний уровни.

В этом случае на экране отображаются две метки ( и ) уровня триггера.

13. Операционное меню

Нажатие любой функциональной клавиши на передней панели активирует соответствующее меню параметров.

14. Область уведомлений

Отображает значки: звукового сигнала, подключённого USB-накопителя, системного времени и сетевого подключения LAN.

- **Значок звукового сигнала:** включается/отключается через меню **Utility** → **Beeper**.

При включении отображается значок ; при отключении — .

- **Значок USB:**  появляется при подключении внешнего USB-устройства.

- **Время:** отображает текущее системное время.

- **Значок LAN:**  отображается при успешном подключении сетевого интерфейса.

15. AWG 2

- Отображает состояние выхода AWG 2 (вкл./выкл.).
- Показывает тип сигнала, установленный для текущего канала генератора AWG2.
- Функция доступна только для моделей с установленной опцией MSO5000-AWG.

16. AWG 1

- Отображает состояние выхода AWG 1 (вкл./выкл.).
- Показывает тип сигнала, установленный для AWG1.
- Функция доступна только для моделей с опцией MSO5000-AWG.

17. Состояние цифровых каналов

Отображает текущее состояние 16 цифровых каналов: активные — зелёные, выбранный — красный, отключённые — серые.

18. Метка состояния CH4

- Показывает состояние канала CH4;
- Отображает вертикальный масштаб (вольт/деление) и вертикальное смещение;
- В зависимости от установок канала могут отображаться дополнительные

обозначения: например, при выборе связи DC — символ «», при включении ограничения полосы — значок «».

19. Информационное окно

Отображает сообщения и подсказки системы.

20. Метка состояния CH3

Аналогично пункту 18, отображает состояние, масштаб и смещение канала CH3, а также индикаторы установленных параметров (DC , ограничение полосы  и т.д.).

21. Метка состояния CH2

Отображает текущее состояние канала CH2, масштаб (В/дел), смещение и активированные параметры (например, DC , ограничение полосы ).

22. Метка состояния CH1

Отображает текущее состояние канала CH1, вертикальный масштаб, смещение и выбранные опции (например, DC , ограничение полосы ).

23. Метки и осциллограммы аналоговых каналов

Каждый аналоговый канал имеет собственный цвет. Цвет метки совпадает с цветом отображаемой осциллограммы.

24. Навигация по функциям

При активном сенсорном экране коснитесь соответствующего значка для включения панели навигации функций.

2 Настройка вертикальной системы

Осциллографы серии MSO5000 оснащаются двумя (CH1–CH2) или четырьмя (CH1–CH4) аналоговыми входами.

Для моделей с двумя каналами возможна установка опции MSO5000-4CH, расширяющей количество входов до четырёх. Каждый канал имеет собственные элементы управления вертикальной системой. Принципы настройки одинаковы для всех каналов; в данном разделе описаны действия на примере канала CH1, который включён по умолчанию.

2.1 Включение и отключение аналоговых каналов

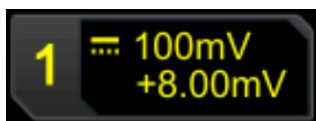
Включение аналогового канала:

Подключите сигнал к разъёму входа CH1, затем нажмите кнопку  в области Vertical (вертикальное управление) на передней панели для включения канала CH1. После активации подсветка кнопки загорится. В правой части экрана отобразится меню настроек канала, и канал перейдёт в активное состояние. Метка состояния канала, отображаемая в нижней части экрана, показана на рисунке ниже. Также можно включить канал, задействовав сенсорное управление — коснитесь метки состояния канала на экране.



Информация, отображаемая в метке состояния, отражает текущие параметры настройки канала, но не указывает его состояние «вкл./выкл.». После включения канала при необходимости отрегулируйте параметры — вертикальный масштаб, временную базу, режим и уровень триггера — в соответствии с подключённым сигналом для удобства наблюдения и измерений формы волн.

Если CH1 включён, но не активирован, метка состояния канала отображается, как показано на следующем рисунке. Чтобы активировать канал, нажмите **1** в области Vertical на передней панели или коснитесь соответствующей осциллограммы на экране при включённой функции сенсорного управления.



Отключение канала:

Если в правой части экрана отображается меню настроек канала, который требуется отключить (текущий канал активирован), нажмите кнопку соответствующего канала, чтобы отключить его.

Если меню настроек нужного канала в правой части экрана не отображается, сначала откройте меню настроек этого канала (активируйте канал), затем нажмите кнопку канала для его отключения.

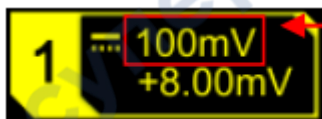
Также можно включить сенсорный экран и коснуться метки состояния канала, чтобы отключить канал.

Пример: если включены CH1 и CH2, и на экране отображается меню настроек CH2, а необходимо отключить CH1, то сначала активируйте CH1, после чего нажмите кнопку 1 или коснитесь метки состояния канала CH1 на сенсорном экране, чтобы отключить CH1.

При отключённом CH1 его метка состояния выглядит, как показано на следующем рисунке.

2.2 Настройка вертикального масштаба

Вертикальный масштаб (V/div) определяет значение напряжения, соответствующее одному делению по вертикали. Изменяя масштаб, можно увеличить или уменьшить амплитуду отображаемой осциллограммы. Текущее значение масштаба отображается в метке канала в нижней части экрана.



Масштаб по вертикали

Диапазон регулировки зависит от выбранного коэффициента деления пробника и входного сопротивления. При стандартных настройках (деление 1X, вход 1 МОм) диапазон регулировки составляет от **1 мВ/дел** до **10 В/дел**.

Изменение масштаба возможно тремя способами:

- Поворотом ручки **Vertical**  **SCALE** (по часовой стрелке — уменьшение масштаба, против часовой — увеличение).
- С помощью сенсорного управления — жестами «сжатие/растяжение» на экране.

- Через меню канала: коснитесь метки состояния → выберите поле **Scale** → измените значение кнопками   или введите числовое значение через экранную клавиатуру.

Поле для ввода Уменьшить Увеличить



В области Vertical (вертикальное управление) на передней панели нажмите кнопку **Vertical**  **SCALE**, чтобы выполнить регулировку вертикального масштаба в одном из двух режимов: «**Coarse**» (грубая настройка) — используется по умолчанию, или «**Fine**» (точная настройка). Также можно перейти в меню  → More → Fine, чтобы включить или отключить режим точной подстройки.

- Точная настройка (Fine):

Поворотом ручки **Vertical**  **SCALE** можно более точно изменять масштаб в пределах небольшого диапазона, повышая вертикальное разрешение. Если амплитуда входного сигнала немного превышает полную шкалу при текущем значении масштаба, а при следующем шаге установки становится меньше желаемой, использование точной настройки позволит достичь оптимального отображения сигнала и лучше различать его детали.

- Грубая настройка (Coarse): (например, при вращении против часовой стрелки)

Поворотом ручки **Vertical**  **SCALE** масштаб изменяется по стандартной шкале 1–2–5: 1 мВ/дел, 2 мВ/дел, 5 мВ/дел, 10 мВ/дел ... 10 В/дел.

2.3 Изменение масштаба по вертикали

При изменении вертикального масштаба аналогового канала с помощью ручки **Vertical**  **SCALE** можно выбрать, относительно какой точки будет происходить расширение или сжатие формы сигнала — «**Center**» (центр экрана) или «**GND**» (уровень земли). По умолчанию в режиме Expand установлено значение «**GND**».

Чтобы изменить параметр, нажмите  → **More**, затем последовательно нажимайте **Expand**, выбирая «**Center**» или «**GND**».

- Center** (Центр): при изменении вертикального масштаба форма сигнала растягивается или сжимается относительно центра экрана.
- GND** (Уровень земли): при изменении вертикального масштаба форма сигнала изменяется относительно уровня земли исследуемого сигнала.

2.4 Настройка вертикального смещения

Вертикальное смещение изменяет положение нулевого уровня сигнала по вертикали относительно центра экрана. При изменении смещения осциллограмма перемещается вверх или вниз, а текущее значение отображается в метке канала.

Диапазон регулировки зависит от входного сопротивления, коэффициента ослабления и выбранного масштаба.



Смещение по вертикали

Способы изменения:

- Поверните ручку **Vertical** **OFFSET** для канала CH1. Вращение по часовой стрелке увеличивает смещение, против часовой — уменьшает. Нажатие на ручку возвращает смещение к нулю.
- Через меню: **1** → **More** → **Offset** и ввод значения с клавиатуры.
- С помощью сенсорного ввода — перемещением осциллограммы жестом перетаскивания.
- Коснитесь метки состояния канала и измените значение в поле **Offset** (или ввод числом).

Поле для ввода

Уменьшить

Увеличить



2.5 Связь канала

Для фильтрации нежелательных составляющих сигнала можно выбрать соответствующий режим связи канала. Например, если исследуемый сигнал представляет собой прямоугольную форму с постоянной составляющей, выбор режима связи позволит исключить ненужные компоненты.

- **Режим “DC” (постоянный ток):** в канал проходят как постоянная, так и переменная составляющие исследуемого сигнала.
- **Режим “AC” (переменный ток):** постоянная составляющая (DC) сигнала блокируется, и в канал поступает только переменная компонента.

Для выбора режима связи: нажмите **1**, чтобы открыть меню настроек канала **CH1**. Затем последовательно нажимайте **Coupling** или вращайте многофункциональную ручку для выбора нужного режима.

По умолчанию установлен режим **DC**. Текущий выбранный режим отображается в метке состояния канала в нижней части экрана. Также можно включить сенсорное управление и выбрать требуемый режим связи непосредственно через меню настроек **CH1** на сенсорном экране.



DC



AC

2.6 Ограничение полосы пропускания (BW Limit)

Для снижения высокочастотных шумов предусмотрена функция ограничения полосы пропускания.

При включении можно выбрать один из вариантов фильтрации: 20 МГц, 100 МГц, 200 МГц (в зависимости от модели).

Настройка:

1. Откройте меню **CH1 → BW Limit**.
2. Вращением ручки выберите нужный предел полосы и нажмите для подтверждения. При активной функции в метке канала появляется символ “B”.



Доступные варианты:

Полоса модели	Возможные ограничения
70 МГц, 100 МГц (MSO5072/MSO5102/MSO5104)	20 МГц
200 МГц (MSO5204)	20 МГц, 100 МГц
350 МГц (MSO5354)	20 МГц, 100 МГц, 200 МГц

Примечание: использование фильтра может снизить шум, но при этом ослабить высокочастотные компоненты полезного сигнала.

2.7 Коэффициент ослабления пробника (Probe Attenuation)

Коэффициент ослабления задаётся вручную и должен соответствовать настройкам подключённого пробника. По умолчанию — **1X**.

Настройка:

1 → Attenuation → выберите нужное значение вращением ручки или касанием экрана.

Доступные значения зависят от типа пробника.

Меню	Коэффициент ослабления (отображаемая фактическая амплитуда сигнала)
0.01X	0.01:1
0.02X	0.02:1
0.05X	0.05:1
0.1X	0.1:1
0.2X	0.2:1
0.5X	0.5:1
1X (default)	1:1
2X	2:1
5X	5:1
10X	10:1
20X	20:1
50X	50:1
100X	100:1
200X	200:1
500X	500:1
1000X	1000:1
2000X	2000:1
5000X	5000:1
10000X	10000:1
20000X	20000:1
50000X	50000:1

2.8 Входной импеданс

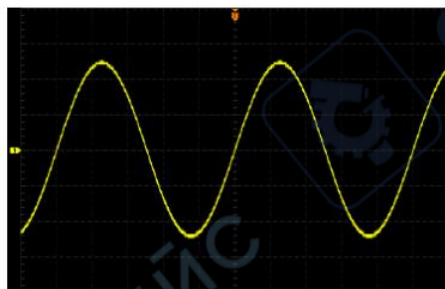
Входное сопротивление прибора составляет **1 МОм** и не подлежит изменению. Параметр **Impedance** в меню выделен серым цветом и недоступен для редактирования.

2.9 Инвертирование

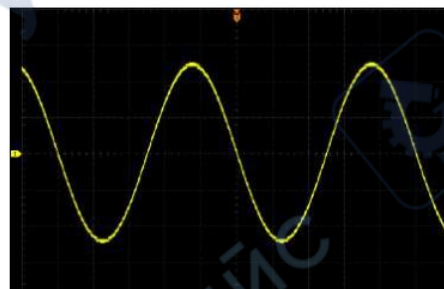
Позволяет отразить сигнал относительно нулевого уровня. **1** → **Invert** — включение/выключение инверсии. При активной функции в метке канала отображается соответствующий значок.



Инверсия изменяет знак амплитуды и влияет на результаты математических вычислений и измерений. Также меняются полярность и направление срабатывания триггера.



Инверсия выключена



Инверсия включена

2.10 Единицы измерения амплитуды

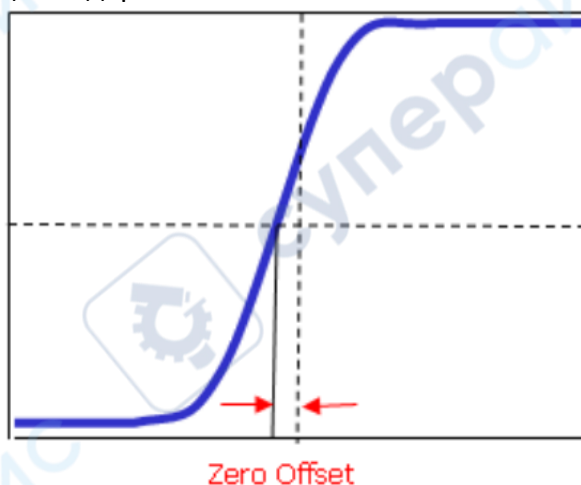
Можно выбрать единицы отображения амплитуды: **V**, **A**, **W** или **U**. Изменение влияет на все связанные функции канала.

Настройка:

1 → **More** → **Unit** → выберите единицу вращением ручки или касанием экрана. По умолчанию используется **вольт (V)**.

2.11 Коррекция задержки (Channel Delay)

При измерениях в реальном времени возможна небольшая временная задержка между каналами, вызванная характеристиками пробников. Для компенсации этой разницы можно задать значение коррекции задержки.



Настройка:

1 → **More** → **Ch-Ch Skew**

Вращением ручки или через цифровую клавиатуру введите нужное значение (–100 нс ... +100 нс).

Примечание: шаг регулировки зависит от модели и установленной временной базы.

2.12 Калибровка смещения (Offset Calibration)

Со временем или при изменении температуры может возникнуть смещение нулевого уровня. Для компенсации выполните ручную подстройку.

Настройка:

1 → More → Offset Cal

Введите требуемое значение вручную или с помощью экранной клавиатуры.

Если отклонение превышает диапазон ручной коррекции, выполните **автоматическую калибровку прибора**.

2.13 Метка канала

По умолчанию каналы обозначаются как **CH1**, **CH2** и т.д.

Пользователь может задать собственные метки для удобства идентификации.

Например, **CH1**.

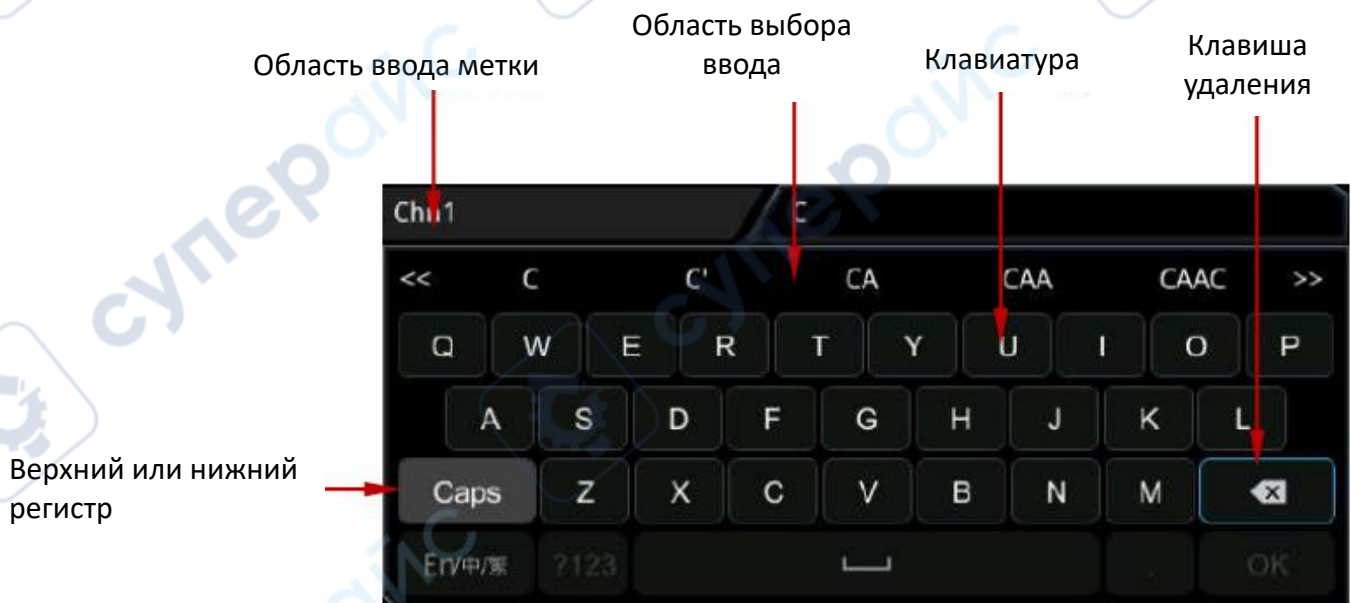
Настройка:

1 → More → Label

Доступные параметры:

- **Display** — включает/выключает отображение метки на экране.
- **Library** — выбор предустановленных обозначений (CH1, CLK, DATA, MISO, RX и др.).
- **Label** — редактирование пользовательской метки вручную (доступен ввод на китайском, английском и традиционном китайском).

Метки можно вводить с помощью ручки, клавиш управления или сенсорного экрана. После подтверждения новая метка отображается слева от осциллограммы соответствующего канала.



3 Настройка горизонтальной системы

3.1 Регулировка временной базы

Временная база, или горизонтальный масштаб, определяет длительность времени, соответствующую одному делению по горизонтальной оси экрана. Параметр выражается в секундах на деление (s/div). Диапазон регулировки зависит от модели прибора.

При изменении временной базы осциллограммы всех активных каналов сжимаются или растягиваются по горизонтали относительно выбранной **опорной линии развёртки**.

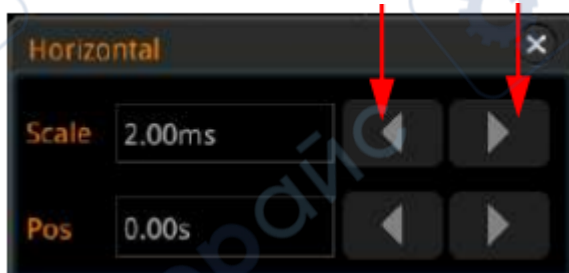
Значение временной базы отображается в левом верхнем углу экрана и обновляется в режиме реального времени.



Способы изменения временной базы:

1. Поверните ручку **Horizontal**  **SCALE** для изменения значения в пределах доступного диапазона (по часовой стрелке — уменьшение временной базы, против часовой — увеличение).
2. При активном сенсорном экране измените масштаб жестами сжатия/растяжения.
3. Коснитесь метки временной базы в верхней части экрана  и используйте кнопки   для изменения параметра, либо введите требуемое значение через цифровую клавиатуру.

Уменьшить Увеличить



Режим регулировки:

В области **Horizontal** на передней панели поверните ручку **Horizontal**  **SCALE**, чтобы переключаться между режимами «Coarse» (грубая регулировка) и «Fine» (точная регулировка). По умолчанию используется режим Coarse. Также переключение возможно через меню **Acquire** → Fine.

- **Грубая регулировка (Coarse):**

Изменение временной базы выполняется с шагом **1–2–5**. Поворот по часовой стрелке уменьшает масштаб (осциллограмма растягивается), против часовой — увеличивает (осциллограмма сжимается).

- **Точная регулировка (Fine):**

Параметр изменяется малыми шагами для более детальной настройки отображения. Поворот по часовой стрелке уменьшает временную базу, против часовой — увеличивает.

Примечание: Если включена функция задержанной развертки (Delayed Sweep), ручка **Horizontal SCALE** регулирует временную базу именно для этого режима. Значение отображается в центральной части экрана.

3.2 Регулировка горизонтального положения

Горизонтальное положение, или позиция триггера, определяет смещение точки запуска осциллограммы относительно центра экрана.

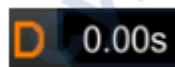
Если точка триггера находится левее центра, значение считается положительным, если правее — отрицательным.

При изменении положения триггера все осциллограммы сдвигаются синхронно влево или вправо. Индикация текущего смещения отображается в правом верхнем углу экрана.



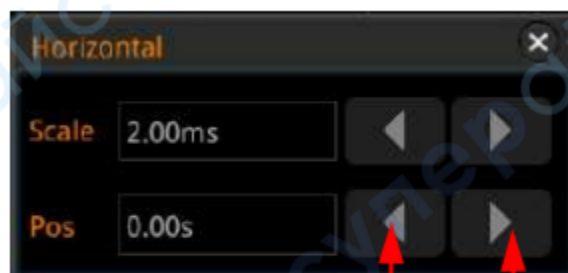
Способы регулировки:

1. Поверните ручку **Horizontal POSITION**.
 - по часовой стрелке — точка триггера сдвигается вправо;
 - против часовой — влево.Нажатие на ручку сбрасывает положение в ноль.
2. Используйте сенсорный экран — перемещайте осциллограмму жестом перетаскивания.
3. Коснитесь метки горизонтального положения в верхней части экрана



, затем используйте  или цифровую клавиатуру для точного ввода.

Примечание: При активной задержанной развертке поворот ручки **Horizontal POSITION** регулирует положение именно этой области. Нажатие на ручку выполняет быстрый сброс смещения. Текущее значение задержанной развертки отображается в правом верхнем углу экрана.



Уменьшить

Увеличить

3.3 Задержанная развертка

Функция задержанной развертки используется для увеличения участка осциллограммы по времени, чтобы подробно рассмотреть её фрагмент.

На передней панели, в области **Horizontal**, нажмите кнопку **Zoom**, чтобы включить или отключить режим задержанной развертки.

По умолчанию функция отключена.

Также можно активировать её через меню **Acquire** → **More** → **Zoom**.

Примечание: Для работы функции необходимо, чтобы режим отображения временной базы был установлен в **YT**.

При активации задержанной развертки экран делится на две области (см. рисунок):



► Область основной развертки

Верхняя часть экрана (не покрытая полупрозрачной синей зоной) показывает исходную осциллограмму. Её временная база (**основная развертка**) отображается в левом верхнем углу.

Поворотом ручки **Horizontal** **POSITION** можно перемещать выбранный участок, а **Horizontal** **SCALE** — изменять его размер.

Совет:

Для изменения основной временной базы отключите задержанную развертку, задайте требуемое значение, а затем снова включите функцию Zoom.

► Область увеличенной развертки

Нижняя часть экрана отображает увеличенный фрагмент сигнала — задержанную осциллограмму.

Для неё используется отдельная временная база (временная база задержанной развертки), отображаемая в центре экрана. Этот параметр позволяет значительно увеличить временное разрешение сигнала.

В режиме увеличения:

- вращением **Horizontal**  **SCALE** изменяется временная база задержанной развертки;

- вращением **Horizontal**  **POSITION** задаётся смещение по времени.

Примечание:

Значение временной базы задержанной развертки не может превышать (быть больше) значения основной временной базы.

4 Система запуска осциллографа (Trigger System)

Перед началом работы пользователь должен задать условия запуска (триггера) в соответствии с требуемыми параметрами измерения. При совпадении входного сигнала с заданным условием осциллограф фиксирует данный сигнал, включая участки до и после момента срабатывания, и выводит результат на экран.

Цифровой осциллограф осуществляет непрерывное считывание формы сигнала независимо от состояния триггера, однако именно корректно выбранный триггер обеспечивает стабильное отображение осциллограммы.

Система триггера гарантирует, что каждая горизонтальная развертка или цикл сбора данных начинается с заранее определённого пользователем условия. Таким образом, процесс синхронизируется, и последовательные сигналы накладываются друг на друга, формируя устойчивое изображение на дисплее.

Параметры триггера следует подбирать с учётом характеристик исследуемого сигнала. Для быстрой фиксации требуемой формы необходимо понимать тип и особенности тестируемого сигнала. Осциллограф предоставляет несколько типов запуска, что обеспечивает пользователю широкий диапазон настроек.

4.1 Источник запуска

В области **Trigger (Запуск)** на передней панели нажмите **Menu** → **Source**, чтобы выбрать необходимый источник запуска, или поверните многофункциональную ручку  и подтвердите выбор нажатием. Также источник можно выбрать последовательным нажатием кнопки **Source** либо через сенсорный интерфейс.

В качестве источника триггера могут использоваться аналоговые каналы (**CH1–CH4**), цифровые каналы (**D0–D15**) или сеть переменного тока (**AC Line**).

Аналоговый канал:

Сигналы, поступающие на вход аналоговых каналов CH1–CH4, могут служить источником запуска. Выбранный канал функционирует корректно независимо от того, активен ли он на экране.

Цифровой канал:

Сигналы, поступающие на вход цифровых каналов D0–D15, также могут использоваться для запуска. Работоспособность канала не зависит от его состояния отображения.

Сеть переменного тока:

В этом режиме сигнал запуска формируется через вход питания переменного тока. Запуск по сети AC применяется при анализе сигналов, связанных с частотой переменного тока, например при исследовании выходных сигналов трансформаторных подстанций. Такой способ часто используется в электроэнергетике.

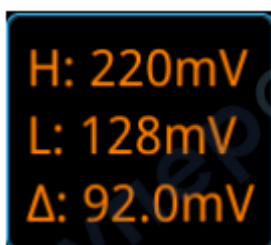
4.2 Уровень запуска / Пороговое значение

Настройка уровня или порога триггера зависит от выбранного источника запуска.

Если в качестве источника задан канал **CH1–CH4**, поверните ручку **Trigger**  **LEVEL**, чтобы установить требуемый уровень. При регулировке на экране отображается линия уровня (цвет линии соответствует цвету канала) и метка «**T**». Линия перемещается вверх или вниз в зависимости от заданного уровня и автоматически исчезает через ~2 секунды после прекращения регулировки. Текущее значение уровня отображается в правом верхнем углу экрана.

Примечание:

При использовании триггеров типа **Runt**, **Slope** или **Window** необходимо задать верхнюю и нижнюю границы уровня запуска. Изменение производится вращением ручки **Trigger**  **LEVEL**. Разница между уровнями (Δ) отображается на экране, а метки **T1** и **T2** показывают соответствующие границы. В реальном времени отображаются значения **H** (верхняя граница), **L** (нижняя) и **D** (разность между ними).



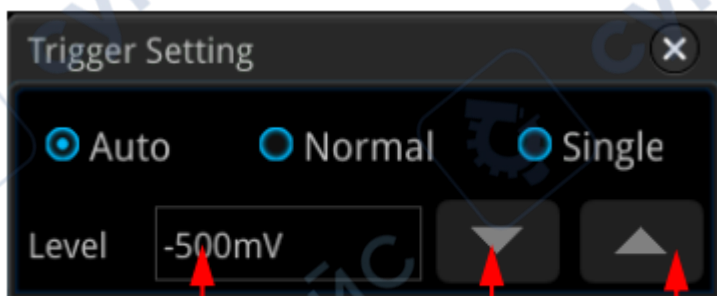
Если источником выбран **AC Line**, уровень триггера не применяется.

Для цифровых каналов (**D0–D15**) регулировка выполняется аналогично — вращением ручки **Trigger**  **LEVEL**, при этом текущее значение порога отображается в верхнем правом углу. Дополнительно можно открыть меню **Logic Analyzer** (**LA**) и задать порог в подменю установки уровня.

Также регулировка возможна через сенсорный интерфейс двумя способами:

- **Способ 1:** Активируйте сенсорный экран и перемещайте линию уровня, чтобы изменить значение.

- **Способ 2:** Коснитесь метки триггера в правом верхнем углу , после чего в появившемся окне используйте кнопки  для изменения уровня или введите значение вручную в поле **Level**.



Поле для ввода

Уменьшить

Увеличить

4.3 Режим запуска

На схеме ниже показан принцип распределения данных в буфере памяти: **до** и **после** срабатывания триггера.



Перед фиксацией события осциллограф заполняет буфер предзапуска, затем переходит в режим ожидания триггера. Во время ожидания новые данные продолжают перезаписывать старые. После обнаружения события осциллограф записывает данные в буфер постзапуска и отображает всю последовательность на экране.

Если активна команда **RUN/STOP**, процесс повторяется циклически; если выбрано **SINGLE**, прибор выполняет одиночный захват и останавливается (при необходимости можно масштабировать осциллограмму).

Осциллограф серии **MSO5000** поддерживает три режима запуска:

- **Auto (Авто)** — установлен по умолчанию;
- **Normal (Обычный)**;
- **Single (Одиночный)**.

Для быстрого переключения нажмите кнопку **Mode** в области **Trigger**. Текущий режим отображается в правом верхнем углу экрана (A, N или S).

Auto: если условия триггера не выполняются, запуск выполняется автоматически, и данные отображаются непрерывно. Используется для сигналов с неизвестным уровнем или при необходимости постоянного отображения (например, DC).

Normal: данные фиксируются только при выполнении заданных условий триггера. Режим удобен для сигналов с редкой повторяемостью или при необходимости захвата конкретного события без автоматического срабатывания.

Single: выполняется однократный запуск и сбор данных, после чего прибор переходит в состояние «STOP». Применяется для анализа единичных событий и последующего увеличения фрагмента сигнала.

Примечание:

В режимах *Normal* и *Single* можно инициировать запуск вручную кнопкой **Force**.

Настройка режима возможна и через сенсорный экран: коснитесь метки триггера



→ выберите один из режимов (*Auto*, *Normal*, *Single*).



4.4 Тип связи при запуске

Тип связи (Coupling) определяет, какие компоненты сигнала поступают в систему триггера. Данная настройка используется только при типе запуска **Edge (по фронту)** и при источнике — **аналоговый канал**.

Для выбора типа связи: нажмите **Menu** → **Coupling** в области **Trigger**, затем поверните многофункциональную ручку , выбрав требуемое значение (по умолчанию **DC**). Также можно использовать последовательное нажатие кнопки **Coupling** или сенсорное меню.

Возможные варианты:

- **DC**: в систему триггера поступают компоненты постоянного и переменного тока.
- **AC**: постоянная составляющая блокируется, ослабляются медленные сигналы.
- **LFR**: подавляются низкочастотные и постоянные компоненты.
- **HFR**: подавляются высокочастотные составляющие.

Совет:

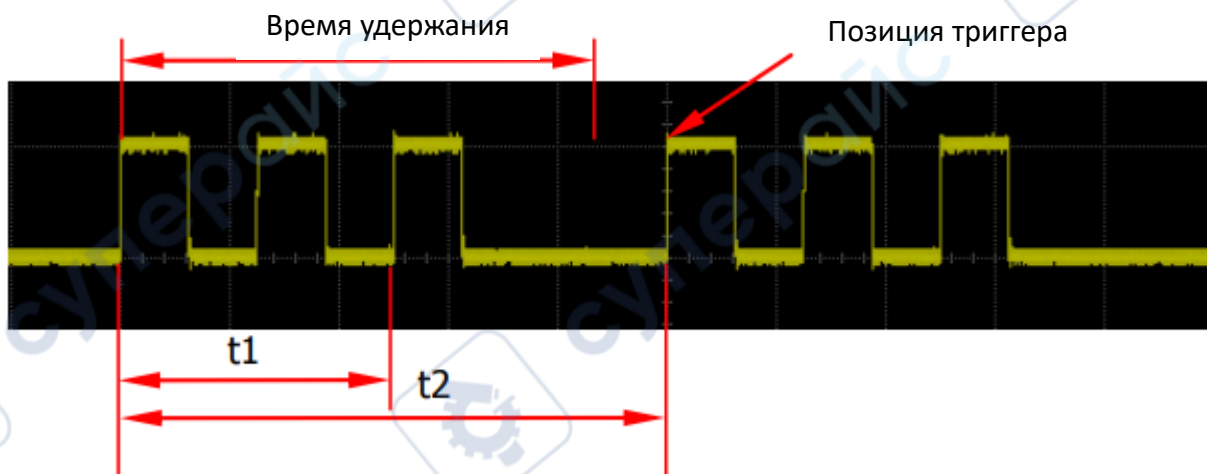
При выборе режимов **AC** или **LFR** линии уровня и индикаторы триггера не отображаются. При этом значение уровня можно контролировать по числовому индикатору в правом верхнем углу экрана.

4.5 Удержание запуска (Holdoff)

Функция удержания позволяет стабилизировать запуск при работе со сложными повторяющимися сигналами, содержащими несколько фронтов или событий внутри одного цикла (например, пакеты импульсов).

Время удержания определяет интервал, в течение которого система не реагирует на новые условия триггера. По окончании заданного времени триггер активируется вновь.

Для примера: при наблюдении серии импульсов, показанных на рисунке, время удержания следует установить больше, чем t_1 , но меньше, чем t_2 , чтобы обеспечить стабильный запуск.



Чтобы задать время удержания: нажмите **Menu** → **Holdoff** в области **Trigger** (или **Menu** → **More** → **Holdoff**, если функция расположена в подменю), затем вращением многофункциональной ручки установите значение (по умолчанию 16 нс).

Можно также ввести значение вручную с помощью цифровой клавиатуры. Диапазон регулировки — от **8 нс до 10 с**.

4.6 Шумоподавление

Функция шумоподавления снижает влияние высокочастотных помех, предотвращая ложные срабатывания триггера.

Для включения или отключения функции откройте меню **Trigger** → **Noise Reject** (или **Menu** → **More** → **Noise Reject**, если параметр находится в подменю).

Примечание:

Данная опция доступна только при использовании аналогового канала в качестве источника запуска.

4.7 Типы запуска

4.7.1 Запуск по фронту (Edge)

Срабатывание осуществляется при достижении заданного уровня входного сигнала на выбранном фронте.

Выбор типа триггера:

Нажмите **Menu** → **Type** в блоке **Trigger**, поверните многофункциональную ручку  и выберите пункт **Edge**. Подтвердите выбор нажатием на ручку. Также возможно выбрать данный тип последовательным нажатием кнопки **Type** или через сенсорное меню. Информация о текущих параметрах триггера (тип, источник, уровень) отображается в верхнем правом углу экрана.



Источник сигнала:

Нажмите **Source** и выберите **CH1–CH4**, **AC Line** или **D0–D15**. Активный источник отображается в верхней части экрана.

Примечание: стабильный запуск возможен только при наличии действующего входного сигнала на выбранном канале.

Выбор фронта:

Нажмите **Slope**, затем поверните ручку  для выбора требуемого варианта:

-  **Rising (нарастающий)** — запуск по переднему фронту;
-  **Falling (спадающий)** — запуск по заднему фронту;
-  **Rising or Falling** — запуск при любом изменении уровня, превышающем порог.

Тип выбранного фронта отображается в верхнем правом углу экрана.

Режим запуска:

Нажмите **Mode** для переключения между режимами *Auto*, *Normal* и *Single*.

Дополнительные параметры:

Настройте связь по входу, время удержания и шумоподавление в соответствии с разделами «Тип связи при запуске», «Удержание запуска», «Шумоподавление».

Уровень триггера:

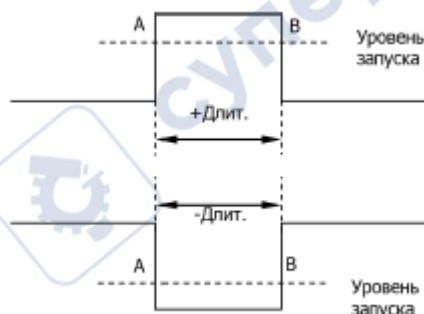
Поверните ручку **Trigger**  **LEVEL** для установки требуемого уровня. Значение отображается в правом верхнем углу.

4.7.2 Запуск по импульсу (Pulse)

Срабатывание происходит при обнаружении положительного либо отрицательного импульса с длительностью, соответствующей заданным условиям.

Принцип:

Длительность положительного импульса измеряется как интервал между точками пересечения уровня триггера восходящим и нисходящим фронтами; аналогично определяется длительность отрицательного импульса.



Выбор типа:

Откройте **Menu** → **Type**, выберите **Pulse** и подтвердите выбор. Текущие параметры триггера отображаются в правом верхнем углу дисплея.



Источник:

Нажмите **Source** и выберите **CH1–CH4** или **D0–D15**.

Примечание: стабильный запуск возможен только при наличии активного сигнала на выбранном канале.

Полярность:

Кнопкой **Polarity** выберите:

-  **Positive** — положительный импульс;
-  **Negative** — отрицательный импульс.

Условие срабатывания:

Нажмите **When** и поверните ручку  для выбора логического условия:

- **>** — длительность импульса больше заданной;
- **<** — длительность импульса меньше заданной;
- **<>** — длительность находится между нижним и верхним порогами.

Соответствие условий и полярности:

Полярность	Условие	Условие срабатывания
Positive	>	Длительность положительного импульса превышает установленное значение
Positive	<	Длительность меньше заданного порога
Positive	<>	Между нижней и верхней границей
Negative	>	Длительность отрицательного импульса больше заданной
Negative	<	Длительность отрицательного импульса меньше заданной
Negative	<>	Между нижней и верхней границей

Настройка длительности:

- Для условий $>$ или $<$ — используйте параметры **Upper** или **Lower**, вращая ручку  для установки значения (диапазон от 800 пс до 10 с).

- Для условия $<>$ — задайте обе границы (**Upper** и **Lower**).

Примечание: нижний предел должен быть меньше верхнего.

Дополнительные настройки:

Режим и параметры удержания/шумоподавления настраиваются аналогично другим типам (см. соответствующие разделы).

Уровень триггера:

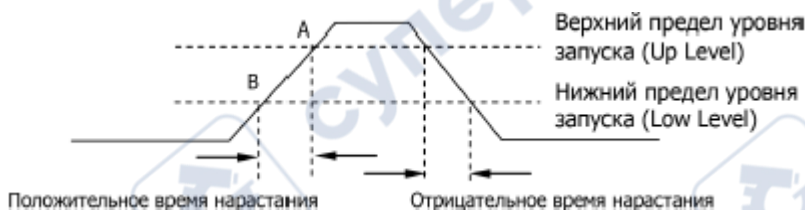
Регулируется ручкой **Trigger**  **LEVEL**; текущее значение отображается в правом верхнем углу.

4.7.3 Запуск по времени нарастания (Slope)

Осциллограф срабатывает при достижении определённого времени нарастания или спада входного сигнала. Применяется для анализа пилообразных и треугольных форм сигналов.

Принцип работы:

Время положительного наклона определяется интервалом между точками пересечения уровня триггера линиями A и B на фронте сигнала; аналогично вычисляется отрицательный наклон.



Выбор типа:

Откройте **Menu** → **Type**, выберите **Slope** и подтвердите выбор.



Источник:

Через **Source** выберите **CH1–CH4**.

Примечание: корректная работа обеспечивается только при наличии активного сигнала на канале.

Тип фронта:

Нажмите **Slope** и укажите:

-  **Rising** — по переднему фронту;
-  **Falling** — по заднему фронту.

Условие:

В меню **When** задайте одно из условий ($>$, $<$, $<>$), аналогично запуску по импульсу.

Настройка времени:

- Для $>$ или $<$ — установите предел **Upper** или **Lower**;
- Для $<>$ — задайте оба предела.

Диапазон установки — от 800 пс до 10 с.

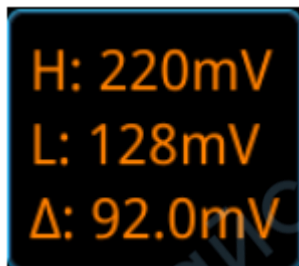
Примечание: нижнее значение должно быть меньше верхнего.

Регулировка уровня:

После выбора условий настройте уровень триггера с помощью **Level Select**:

- **Level A** — изменяется верхняя граница;
- **Level B** — изменяется нижняя граница;
- **Level AB** — регулируются обе границы одновременно, при фиксированном интервале Δ .

Для быстрой регулировки уровня используйте ручку **Trigger**  **LEVEL**. Во время изменения на экране отображаются линии уровней A и B и их разность Δ . Через ~2 с после окончания регулировки линии исчезают, а значения остаются в числовом виде в правом верхнем углу.



Режим и параметры:

Переключение режимов выполняется кнопкой **Mode**; параметры удержания и шумоподавления.

4.7.4 Запуск по видеосигналу (Video)

Данный тип используется для синхронизации по видеосигналам различных стандартов — **NTSC**, **PAL**, **SECAM** и прогрессивным форматам (**480P**, **576P**). Осциллограф может выполнять запуск по строке, полю или всему видеоп полю.

Выбор типа:

Откройте **Menu** → **Type**, выберите **Video**, подтвердите выбор.



Источник:

Через **Source** выберите один из аналоговых каналов **CH1–CH4**.

Примечание: корректная работа возможна только при активном сигнале на выбранном входе.

Полярность сигнала:

Кнопкой **Polarity** выберите положительную  или отрицательную  полярность видеосигнала.

Выбор стандарта:

Нажмите **Standard** и с помощью ручки выберите нужный формат:

- **NTSC** — 525 строк, 60 полей/с, 30 кадров/с;
- **PAL** — 625 строк, 25 кадров/с;
- **SECAM** — 625 строк, 25 кадров/с, чересстрочная развертка;
- **480P** — 525 строк, 60 кадров/с, прогрессивная развертка (31,5 кГц);
- **576P** — 625 строк, 60 кадров/с, прогрессивная развертка.

Синхронизация:

Нажмите **Sync** и выберите вариант:

- **All Lines** — по первой найденной строке;
- **Line** — по заданной строке (для NTSC/PAL/SECAM);
- **Odd** — по первому импульсу нечетного поля;
- **Even** — по первому импульсу четного поля.

При выборе **Line** задайте номер строки с помощью ручки или цифровой клавиатуры:

- диапазон 1–525 для NTSC и 480P;
- диапазон 1–625 для PAL/SECAM и 576P.

Дополнительные параметры:

Включите функцию **Noise Reject**, если требуется подавление высокочастотных помех.

Режим запуска:

Переключение выполняется кнопкой **Mode**.

Уровень триггера:

Регулируется ручкой **Trigger**  **LEVEL**.

Совет:

Для детального анализа видеосигналов рекомендуется использовать увеличенную глубину записи. Благодаря функции цветowego отображения по интенсивности (Color Grade Display) различия частоты и стабильности сигнала могут быть визуально выделены, что облегчает диагностику и настройку.

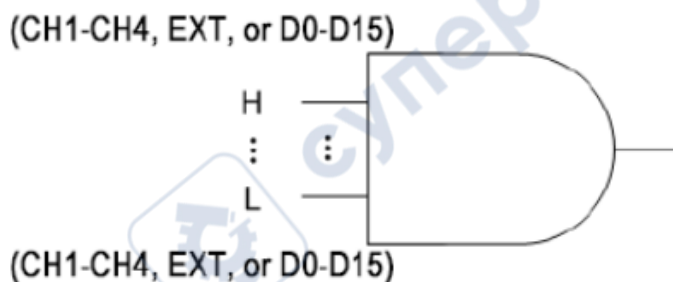
4.7.5 Запуск по шаблону (Pattern)

Данный тип триггера позволяет задать условие запуска через логическую маску (шаблон), представляющую собой комбинацию логических состояний каналов по операции **И (AND)**.

Каждый канал может быть задан в одном из трёх состояний: **H** (высокий уровень), **L** (низкий уровень) или **X** (игнорируется).

Для одного из каналов в шаблоне допускается установка фронта (**Rising** или **Falling**). При этом осциллограф срабатывает по указанному фронту, если остальные каналы соответствуют установленным логическим условиям (**H** или **L**).

Если фронт не задан, запуск произойдёт по последнему изменению сигнала, при котором весь шаблон становится истинным. При установке всех каналов в состояние **X**, запуск не выполняется.



Выбор типа:

Откройте меню **Type**, поверните многофункциональную ручку и выберите пункт **Pattern**, затем подтвердите выбор нажатием. Текущие параметры триггера отображаются в правом верхнем углу экрана. Также доступен выбор с помощью кнопки **Type** или через сенсорный экран.



Выбор источника:

Нажмите **Source**, чтобы открыть список источников, и выберите **CH1–CH4** или **D0–D15**.

Примечание: стабильная работа возможна только при наличии активного сигнала на выбранном входе.

Настройка шаблона:

Нажмите **Code** и поверните многофункциональную ручку для выбора шаблона для текущего канала. Подтвердите выбор нажатием. Также можно использовать кнопку **Code** или сенсорное управление.

Доступные состояния:

- **H** — высокий уровень (напряжение выше порогового уровня);
- **L** — низкий уровень (напряжение ниже порогового уровня);
- **X** — канал исключён из шаблона;
-  **Rising** — запуск по переднему фронту;
-  **Falling** — запуск по заднему фронту.

Шаблон отображается в нижней части экрана. Каналы **CH1–CH4** и **D0–D15** располагаются слева направо.



Настройка через сенсорный экран:

Активируйте сенсорный интерфейс и коснитесь нужного канала в шаблоне. Появится виртуальная клавиатура для задания состояний. Перемещайте курсор стрелками влево/вправо   и выбирайте требуемые символы (**H**, **L**, **X**, **Rising**, **Falling**). После задания всех битов нажмите **OK** для сохранения. Кнопка **All** применяет текущий шаблон ко всем каналам (аналогично функции **All Bits**).

Примечание: допускается только один фронт (**Rising** или **Falling**) в шаблоне. Если в шаблоне указано более одного фронта, система выдаёт сообщение *Invalid input*, и второй фронт заменяется на **X**.



Настройка всех битов:

Кнопка **All Bits** позволяет задать одинаковый шаблон сразу для всех каналов.

Режим триггера:

Кнопкой **Mode** выберите требуемый режим (*Auto, Normal, Single*).

Параметры запуска:

Настройте параметры удержания и шумоподавления в соответствии с разделами «Удержание запуска» и «Шумоподавление».

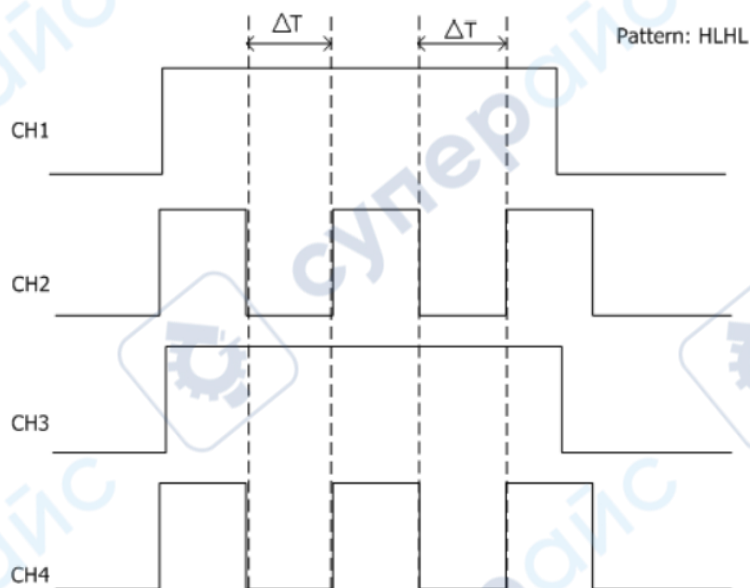
Уровень триггера:

Поверните ручку **Trigger**  **LEVEL** для регулировки порога. Текущее значение отображается в правом верхнем углу экрана.

4.7.6 Запуск по длительности события (Duration)

При данном типе триггера осциллограф определяет момент срабатывания по продолжительности (ΔT) заданного логического шаблона. Шаблон формируется как комбинация каналов по операции **AND**. Каждый канал может находиться в состоянии **H**, **L** или **X**, а один канал — иметь указанный фронт (**Rising** или **Falling**).

Когда длительность состояния, удовлетворяющего шаблону, соответствует установленному времени, выполняется запуск.



Выбор типа:

В меню **Type** выберите пункт **Duration** и подтвердите нажатием.



Источник:

Нажмите **Source** и выберите **CH1–CH4** или **D0–D15**.

Примечание: корректная работа обеспечивается только при активном входном сигнале.

Настройка шаблона:

Нажмите **Code**, поверните ручку для выбора состояния каждого канала (**H**, **L**, **X**) и подтвердите нажатием. Шаблон отображается в нижней части экрана, каналы располагаются слева направо. Возможна настройка через сенсорный интерфейс.



Определение условий:

Нажмите **When**, чтобы выбрать тип условия:

- **>** — запуск, если длительность шаблона превышает заданное значение;
- **<** — запуск, если длительность меньше установленного значения;
- **<>** — запуск при длительности между двумя порогами.

Настройка временных границ:

- Для **>** и **<** используйте **Lower** или **Upper** для установки предела (диапазон от 800 пс до 10 с).

- Для **<>** задаются оба предела (**Upper** и **Lower**).

Примечание: нижний предел времени должен быть меньше верхнего.

Настройка всех битов:

Нажмите **All Bits**, чтобы применить шаблон ко всем каналам.

Режим:

Переключается кнопкой **Mode**.

Параметры:

Установите значения **Holdoff** и **Noise Reject** в соответствии с типом запуска.

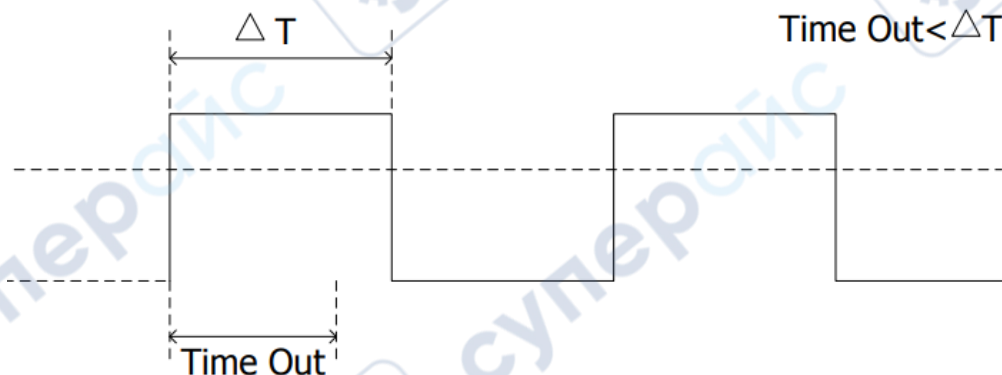
Уровень триггера:

Поворотом ручки **Trigger** **LEVEL** задайте уровень или порог. Значение отображается в верхнем правом углу экрана.

4.7.7 Запуск по истечению времени (Timeout)

Триггер данного типа срабатывает, когда интервал времени ΔT превышает заданное значение тайм-аута.

ΔT измеряется от момента пересечения уровня триггера одним фронтом сигнала до пересечения тем же уровнем противоположным фронтом (например, от переднего до заднего).



Выбор типа:

В меню **Type** выберите **Timeout** и подтвердите нажатием.



Источник:

Нажмите **Source** и выберите **CH1–CH4** или **D0–D15**.

Примечание: стабильный запуск возможен только при наличии сигнала на выбранном канале.

Тип фронта:

Нажмите **Slope**, чтобы задать, по какому фронту начинается отсчёт времени:

-  **Rising** — при прохождении уровня передним фронтом;
-  **Falling** — при прохождении уровнем заднего фронта;
-  **Either** — при любом изменении фронта.

Настройка тайм-аута:

Нажмите **Timeout** и установите требуемое значение с помощью ручки или цифровой клавиатуры. Диапазон настройки — **от 16 нс до 10 с**.

Режим:

Кнопкой **Mode** выберите режим работы (*Auto, Normal, Single*).

Дополнительные параметры:

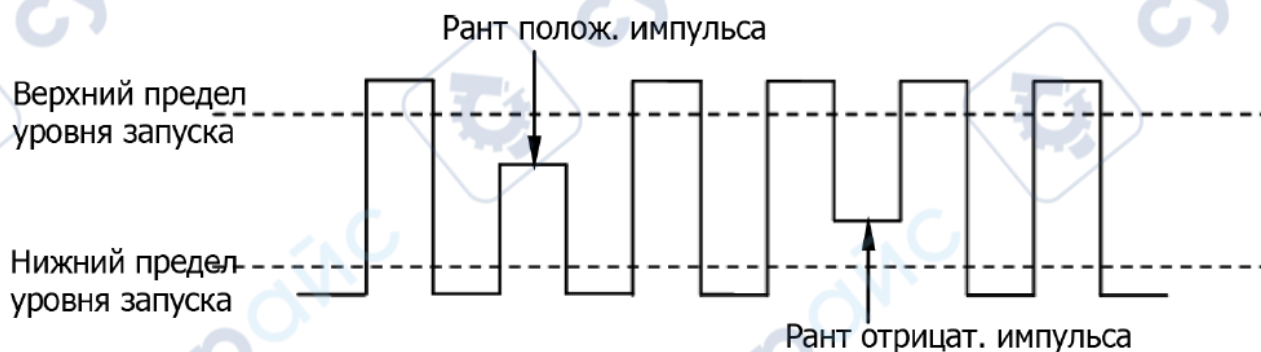
Функция **Noise Reject** позволяет снизить вероятность ложного срабатывания из-за высокочастотных помех.

Уровень триггера:

Поворотом ручки **Trigger**  **LEVEL** задайте требуемое значение. Параметр отображается в правом верхнем углу экрана.

4.7.8 Запуск по ранту (Runt)

Режим **Runt** используется для фиксации импульсов, которые пересекают один из заданных уровней триггера, но не достигают другого, как показано на иллюстрации ниже.



Выбор типа:

Откройте **Menu** → **Type**, поверните многофункциональную ручку и выберите **Runt**. Подтвердите выбор нажатием. Информация о текущих параметрах триггера отображается в правом верхнем углу экрана. Выбор возможен также последовательным нажатием **Type** или через сенсорный экран.



Источник:

Нажмите **Source**, чтобы открыть список каналов, и выберите **CH1–CH4**.

Примечание: корректная работа обеспечивается только при наличии активного сигнала на выбранном канале.

Полярность:

Кнопкой **Polarity** задайте полярность:

-  **Positive** — положительный импульс;
-  **Negative** — отрицательный импульс.

Условие:

Нажмите **When** и поверните ручку для выбора логического условия:

- **None** — условие не задано;
- **>** — запуск, если длительность импульса больше установленного нижнего предела (**Lower**);
- **<** — запуск, если длительность меньше установленного верхнего предела (**Upper**);
- **<>** — запуск при длительности, находящейся между верхним и нижним пределами.

Примечание: нижняя граница должна быть меньше верхней.

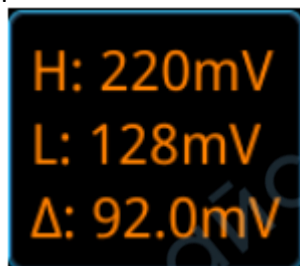
Настройка уровней:

После выбора условия необходимо задать уровни триггера. Нажмите **Level Select** (если выбран режим «<>», параметр находится в меню *More*), затем выберите вариант регулировки:

- **Level A** — настройка верхнего уровня;
- **Level B** — настройка нижнего уровня;
- **Level AB** — одновременная регулировка обоих уровней при сохранении разницы

Δ .

Поворачивая ручку **Trigger**  **LEVEL**, задайте значения уровней. На экране отображаются линии **H** (верхний), **L** (нижний) и разность Δ . Через 2 секунды после окончания регулировки линии исчезают, а значения фиксируются в числовом виде.



Режим:

Для переключения режимов (*Auto*, *Normal*, *Single*) используйте кнопку **Mode**.

Параметры:

Настройте время удержания и шумоподавление в соответствии с разделами «Удержание запуска» и «Шумоподавление».

4.7.9 Запуск по окну (Window)

Запуск по окну используется при необходимости фиксации сигналов, проходящих через диапазон между верхним и нижним уровнями триггера. Осциллограф срабатывает, когда сигнал входит или выходит из заданного диапазона.

Выбор типа:

В меню **Type** выберите **Window** и подтвердите нажатием.



Источник:

Нажмите **Source**, выберите **CH1–CH4**. Текущий источник отображается в правом верхнем углу экрана.

Примечание: стабильный запуск возможен только при наличии сигнала на выбранном входе.

Тип фронта:

Нажмите **Slope** и выберите вариант:

-  **Rising** — запуск по переднему фронту при превышении верхнего уровня;
-  **Falling** — запуск по заднему фронту при снижении уровня ниже нижнего порога;
-  **Either** — срабатывание при прохождении любого фронта через заданный диапазон.

Положение (позиция) запуска:

Нажмите **Position** и поверните ручку для выбора режима:

- **Enter** — срабатывание при входе сигнала в диапазон;
- **Exit** — при выходе из диапазона;
- **Time** — запуск по истечении заданного времени нахождения сигнала в окне.

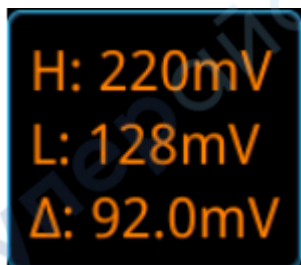
Для режима **Time** нажмите **Time** и задайте длительность окна (диапазон 8 нс – 10 с).

Настройка уровней:

Кнопкой **Level Select** выберите один из вариантов:

- **Level A** — верхний уровень;
- **Level B** — нижний уровень;
- **Level AB** — одновременная регулировка обоих уровней при сохранении Δ .

Во время регулировки линии уровней **H** и **L** отображаются на экране. Через 2 секунды после прекращения изменения линии исчезают, а значения остаются на панели в числовом виде.



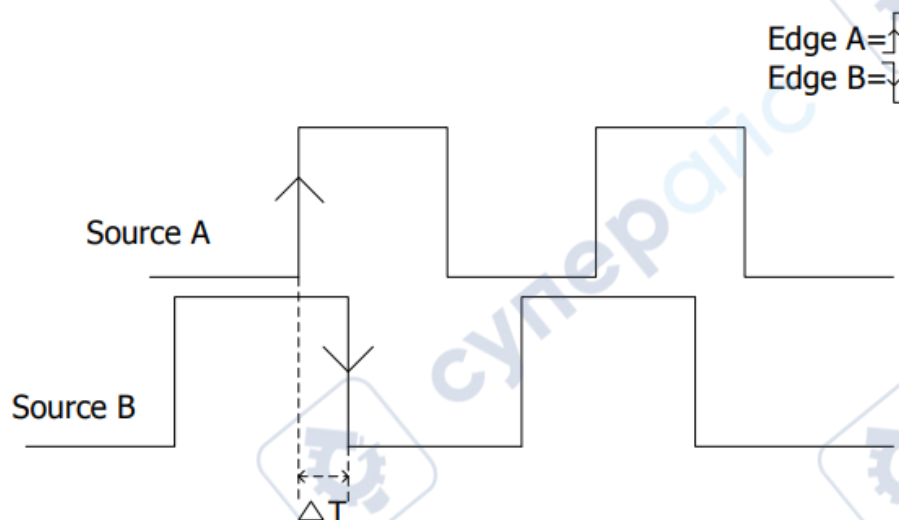
Режим и параметры:

Кнопкой **Mode** выберите режим работы. Время удержания и фильтрацию шума настраивайте по разделам «Удержание запуска» и «Шумоподавление».

4.7.10 Запуск по задержке (Delay)

Тип **Delay** используется для синхронизации событий, когда необходимо задать временной интервал между двумя фронтами различных сигналов (Источник А и Источник В). Осциллограф срабатывает, если разница по времени (ΔT) между фронтами соответствует заданному пределу.

Примечание: фронты А и В должны быть последовательными (соседними).



Выбор типа:

В меню **Type** выберите **Delay** и подтвердите нажатием.



Источник A:

Нажмите **SourceA**, выберите **CH1–CH4** или **D0–D15**.

Фронт A:

Нажмите **EdgeA** и укажите тип фронта (**Rising**  или **Falling** ).

Источник B:

Нажмите **SourceB**, выберите **CH1–CH4** или **D0–D15**.

Фронт B:

Нажмите **EdgeB** и укажите тип фронта (**Rising**  или **Falling** ).

Условие:

Нажмите **When** и задайте одно из условий:

- **>** — запуск при ΔT больше заданного (установите нижний предел **Lower**);
- **<** — запуск при ΔT меньше заданного (установите верхний предел **Upper**);
- **<>** — запуск при ΔT между двумя границами (**Lower** и **Upper**);
- **><** — запуск при ΔT , выходящем за диапазон между нижним и верхним пределами.

Примечание: нижняя граница должна быть меньше верхней.

Режим и параметры:

Переключение режима выполняется кнопкой **Mode**. Настройки удержания и шумоподавления — по разделам «Удержание запуска» и «Шумоподавление».

Уровень:

Поворотом ручки **Trigger**  **LEVEL** задайте требуемое значение порога.

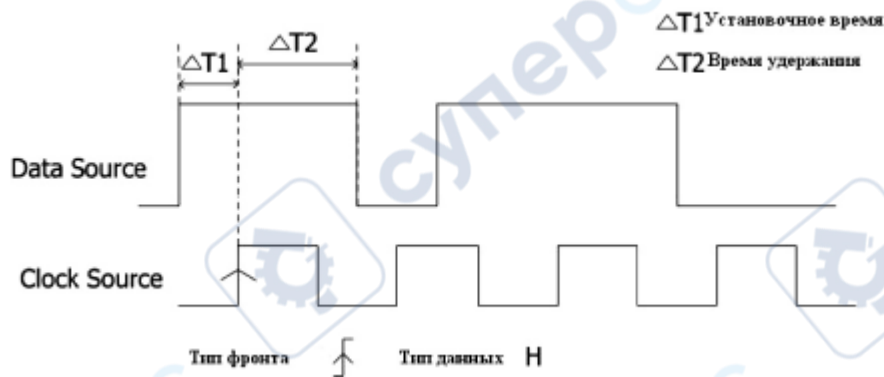
4.7.11 Запуск по установке/удержанию (Setup/Hold)

Данный режим используется при анализе временных соотношений между сигналом данных и тактовым сигналом.

Время установки — интервал между изменением данных и соответствующим фронтом синхронизации.

Время удержания — интервал между фронтом синхронизации и повторным изменением данных.

Запуск происходит, когда один из этих интервалов меньше заданного значения.



Выбор типа:

В меню **Type** выберите **Setup/Hold** и подтвердите нажатием.



Источник данных:

Нажмите **Source** и выберите **CH1–CH4** или **D0–D15**.

Источник синхронизации:

Нажмите **SCL** и выберите соответствующий канал (**CH1–CH4** или **D0–D15**).

Тип фронта:

Кнопкой **Slope** выберите фронт синхросигнала (**Rising**  или **Falling** ).

Тип данных:

Нажмите **Data Type** и задайте логический уровень данных (**H** — высокий, **L** — низкий).

Условие:

Нажмите **When** и выберите один из вариантов:

- **Setup** — запуск при времени установки меньше заданного;
- **Hold** — запуск при времени удержания меньше заданного;
- **Setup/Hold** — запуск при выполнении любого из двух условий.

Настройка выполняется вращением ручки или через цифровую клавиатуру.

Режим и параметры:

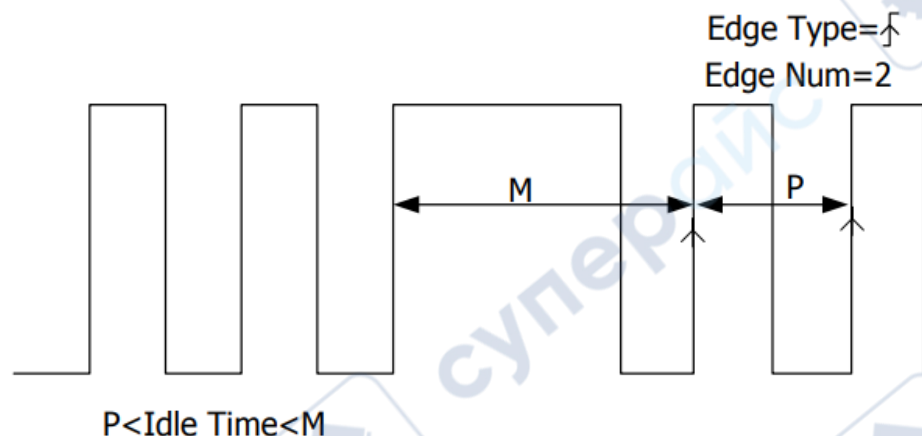
Режим выбирается кнопкой **Mode**; шумоподавление — через меню *Noise Reject*.

Уровень:

Регулируется ручкой **Trigger**  **LEVEL**, текущее значение отображается в верхней части экрана.

4.7.11 Запуск на N-ом фронте (Nth Edge)

Режим **Nth Edge** позволяет выполнить запуск после определённого числа фронтов сигнала, следующих за периодом ожидания. Например, если установлено ожидание между фронтами от *P* до *M*, прибор сработает на втором фронте, если интервал попадает в этот диапазон.



Выбор типа:

В меню **Type** выберите **Nth Edge** и подтвердите нажатием.



Источник:

Нажмите **Source**, выберите **CH1–CH4** или **D0–D15**.

Тип фронта:

Нажмите **Slope** и выберите:

-  **Rising** — по переднему фронту;
-  **Falling** — по заднему фронту.

Время ожидания:

Нажмите **Idle** и задайте интервал ожидания до начала подсчёта фронтов. Используйте ручку или цифровую клавиатуру.

Номер фронта:

Нажмите **Edges** и установите значение **N** (диапазон 1–65535).

Режим и параметры:

Режим выбирается кнопкой **Mode**, шумоподавление — через меню *Noise Reject*.

Уровень:

Настраивается ручкой **Trigger**  **LEVEL**, значение отображается в правом верхнем углу экрана.