



**Настольные осциллографы OWON
серия XDS2000**

Руководство пользователя

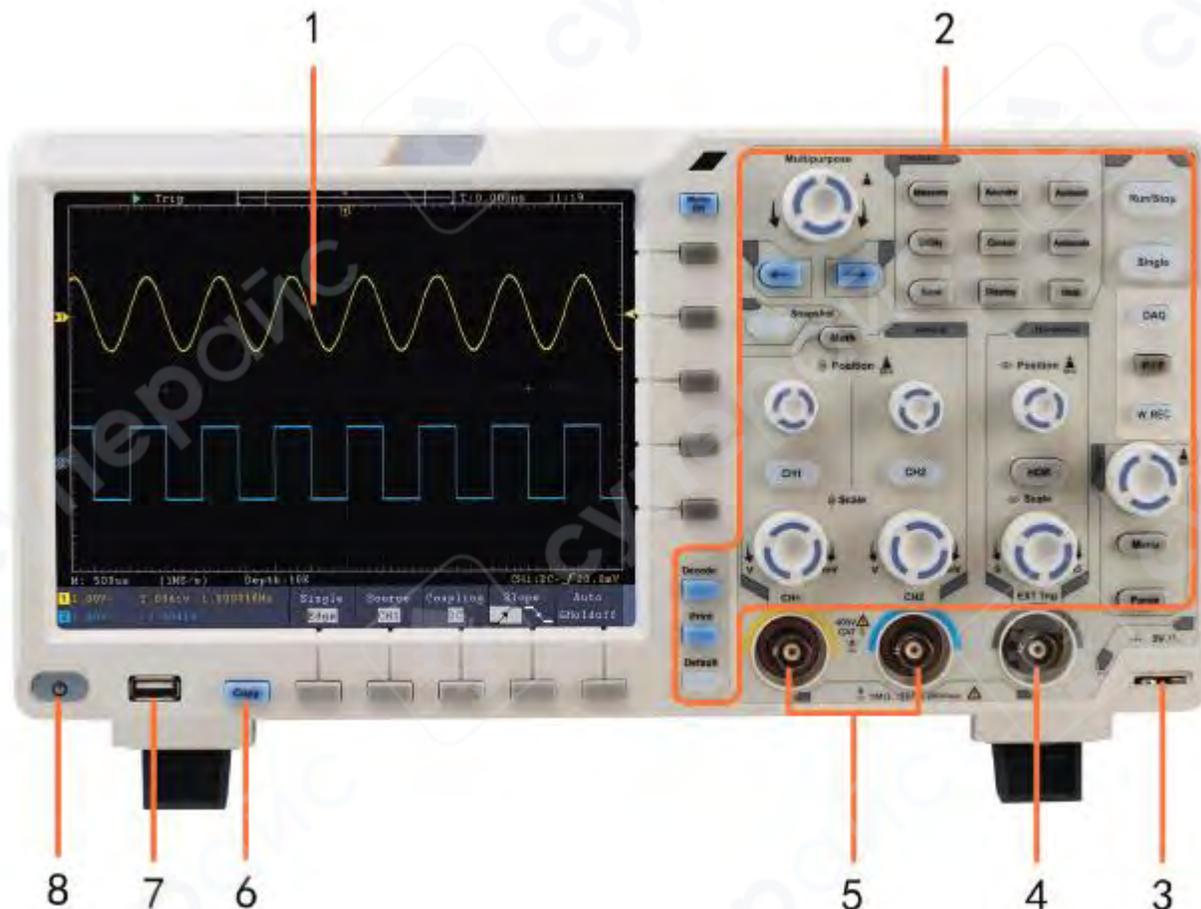
Содержание

1 Введение.....	3
1.1 Передняя панель.....	3
1.2 Задняя панель	4
1.3 Область управления	5
1.4 Пользовательский интерфейс.....	7
1.5 Введение в вертикальную систему	8
1.6 Введение в горизонтальную систему.....	10
1.7 Введение в систему триггера	11
2. Эксплуатация	11
2.1 Как настроить вертикальную систему.....	11
2.2 Использование функции математических операций	13
2.2.1 Математические операции с осциллограммами	15
2.2.2 Использование функции FFT (быстрое преобразование Фурье)	15
2.3 Настройка горизонтальной системы.....	17
2.4 Настройка системы триггера/декодирования.....	19
2.4.1 Управление триггером.....	19
2.4.2 Одиночный триггер (Single Trigger).....	20
2.4.3 Декодирование шины (Bus Decoding)	30

1 Введение

1.1 Передняя панель

Передняя панель осциллографа содержит ручки управления и функциональные кнопки. Пять кнопок, расположенных в колонке справа от экрана, либо в строке под экраном, являются кнопками выбора меню, с помощью которых можно настроить различные параметры текущего меню. Остальные кнопки являются функциональными, с их помощью можно открыть различные меню функций или непосредственно получить доступ к определенной функции.



1. **Область дисплея:** Основная область отображения информации и сигналов.
2. **Область управления (кнопки и ручки):** Обеспечивает управление параметрами и функциями осциллографа.
3. **Компенсация пробника:** Выходной сигнал для измерений ($\approx 5 \text{ В}/1 \text{ кГц}$).
4. **Вход внешнего триггера (EXT Trigger Input):** Разъем для подключения внешнего сигнала триггера.
5. **Входные каналы сигнала:** Разъемы для подключения измерительных сигналов.
6. **Кнопка "Copy":** Позволяет сохранить текущую форму сигнала (волновую диаграмму) одним нажатием в любом пользовательском интерфейсе.
7. **Порт USB Host:** Используется для передачи данных при подключении внешнего USB-устройства к осциллографу, работающему как "ведущее устройство". Например, для сохранения волновой диаграммы на USB-накопитель.

- **Кнопка включения/выключения питания:** Подсветка кнопки:
 - **Красный свет:** Осциллограф выключен (подключен к сети переменного тока).
 - **Зеленый свет:** Осциллограф включен (питается от сети переменного тока).

Панель кнопок меню на передней панели



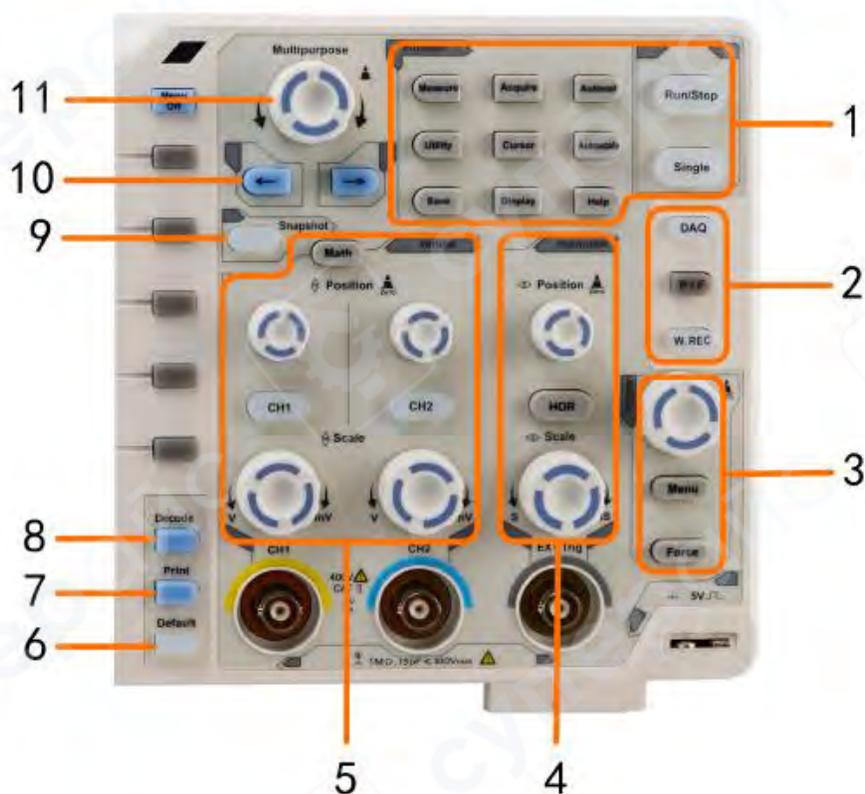
1.2 Задняя панель



1. Ручка
2. Вентиляционные отверстия

3. **Гнездо** для подключения сетевого питания
4. **Предохранитель**
5. **Подставка:** Регулирует угол наклона осциллографа.
6. **VGA-разъем:** Для подключения осциллографа к монитору или проектору в качестве VGA-выхода (опционально).
7. **LAN-разъем:** Сетевой порт для подключения к ПК.
8. **USB-разъем устройства:** Используется для передачи данных при подключении внешнего USB-оборудования, работающего как "ведущее устройство". Например, используется при подключении ПК к осциллографу через USB.
9. **Отверстие для замка:** Позволяет закрепить осциллограф на фиксированном месте с помощью защитного замка (приобретается отдельно).
10. **Разъем выхода триггера (Trig Out(P/F) port):** Выход сигнала триггера или сигнал Pass/Fail.

1.3 Область управления



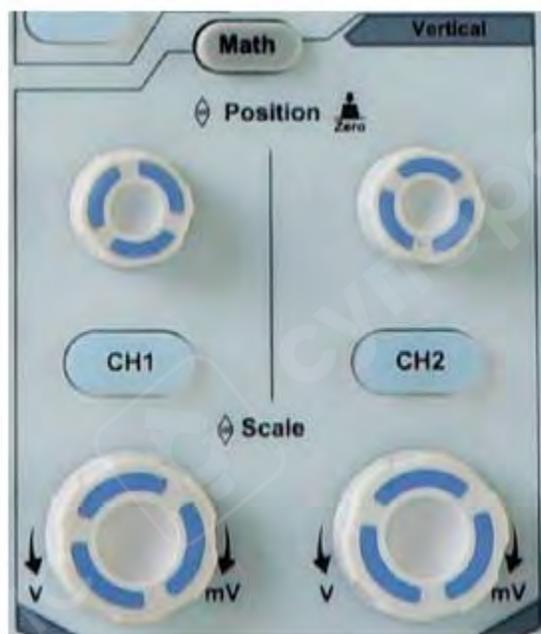
1. **Область функциональных кнопок:** Включает в себя 11 кнопок.
2. **DAQ:** Рекордер (эта функция недоступна в серии XDS2000).
P/F: Pass/Fail (Проверка успешности).
W.REC: Запись формы сигнала.
3. **Область управления триггером:** Содержит 2 кнопки и 1 ручку. Ручка Trigger Level используется для регулировки напряжения триггера. Другие 2 кнопки отвечают за настройки системы триггера.
4. **Область горизонтального управления:** Содержит 1 кнопку и 2 ручки.

- Кнопка HOR открывает меню настроек горизонтальной системы.
Ручка Horizontal Position управляет положением триггера.
Ручка Horizontal Scale регулирует базу времени.
5. **Область вертикального управления:** Содержит 3 кнопки и 4 ручки.
Кнопки CH1 и CH2 открывают меню настроек для каналов CH1 и CH2 соответственно.
Кнопка Math открывает математическое меню, которое включает шесть операций: CH1-CH2, CH2-CH1, CH1+CH2, CH1×CH2, CH1/CH2, FFT (быстрое преобразование Фурье).
Две ручки Vertical Position управляют вертикальным положением сигналов CH1 и CH2.
Две ручки Scale регулируют масштаб напряжения для каналов CH1 и CH2.
 6. **Default:** Вызов настроек по умолчанию (заводские настройки).
 7. **Print:** Печать.
 8. **Включение/выключение функции декодирования.**
 9. **Snapshot:** Захват изображения экрана.
 10. **Клавиши направления:** Используются для перемещения курсора параметра, находящегося в фокусе.
 11. **Ручка "M"** (Многофункциональная ручка): Когда в меню появляется значок, это указывает, что ручку можно поворачивать для выбора пункта меню или установки значения. Нажатие на нее закрывает меню с левой и правой стороны.

11. Две синие пунктирные линии: Указывают горизонтальное положение курсора измерения.
12. Форма сигнала CH2.
13. Тип и значение измеряемого параметра: "T" — период, "F" — частота, "V" — среднее значение, "Vp" — амплитуда "пик-пик", "Vr" — среднеквадратичное значение, "Ma" — максимальная амплитуда, "Mi" — минимальная амплитуда, "Vt" — напряжение плоской вершины формы сигнала, "Vb" — напряжение основания формы сигнала, "Va" — амплитуда, "Os" — выброс, "Ps" — предвыброс, "RT" — время нарастания, "FT" — время спада, "PW" — ширина положительного импульса, "NW" — ширина отрицательного импульса, "+D" — положительный рабочий цикл, "-D" — отрицательный рабочий цикл, "PD" — задержка A→B , "ND" — задержка A→B , "TR" — циклическое RMS, "CR" — RMS курсора, "WP" — рабочий цикл экрана, "FRR", "FRF", "FFR", "FFF", "LRR", "LRF", "LFR", "LFF" — дополнительные измерения, "RP" — фаза, "+PC" — счет положительных импульсов, "-PC" — счет отрицательных импульсов, "+E" — счет нарастающих фронтов, "-E" — счет спадающих фронтов, "AR" — площадь, "CA" — циклическая площадь.
14. Иконка типа триггера: Например, значок  указывает на срабатывание по фронту для Edge Trigger. Значение показывает уровень триггера для соответствующего канала.
15. Идентификатор канала для текущего нижнего меню.
16. Длина записи: Показание длины записи.
17. Частота сигнала триггера.
18. Частота выборки: Текущее значение частоты выборки.
19. Деление напряжения и нулевая точка каналов: "BW" — ограничение полосы пропускания. Иконка показывает режим связи канала:
 - "—" — режим постоянного тока,
 - "~" — режим переменного тока,
 - " " — режим заземления (GND).
20. Главная временная база: Текущее значение временной базы.
21. Окно измерения курсора: Показывает абсолютные значения и показания курсоров.
22. Синий указатель: Указывает нулевую точку формы сигнала для канала CH2. Если указатель отсутствует, канал не активирован.
23. Желтый указатель: Указывает нулевую точку формы сигнала для канала CH1. Если указатель отсутствует, канал не активирован.

1.5 Введение в вертикальную систему

Как показано на рисунке ниже, в блоке **Вертикального управления** расположены несколько кнопок и ручек. Следующие инструкции помогут вам постепенно освоить использование вертикальных настроек.



1. Использование ручки вертикального положения для центрирования сигнала в окне осциллограммы

Ручка **Вертикального положения** регулирует вертикальное отображение сигнала. При вращении этой ручки указатель нулевой линии канала перемещается вверх или вниз, следуя за осциллограммой.

Навыки измерения

- Если канал работает в режиме **DC-связи**, вы можете быстро измерить постоянную составляющую сигнала, наблюдая разницу между осциллограммой и нулевой линией сигнала.
- Если канал работает в режиме **AC-связи**, постоянная составляющая будет фильтроваться. Этот режим позволяет с высокой чувствительностью отображать переменную составляющую сигнала.

Сброс вертикального смещения в положение 0

Для изменения вертикального положения канала поверните ручку **Вертикального положения**, а затем нажмите на неё, чтобы быстро сбросить вертикальное положение к нулю. Это особенно полезно, если позиция трассы находится за пределами экрана, и вы хотите быстро вернуть её в центр экрана.

2. Изменение вертикальных настроек и наблюдение за изменениями в информационной панели состояния

В нижней части окна осциллограммы отображается информационная панель состояния. С её помощью можно определить изменения в вертикальном масштабе канала.

- Вращайте ручку **Вертикального масштаба**, чтобы изменить "Коэффициент вертикального масштаба (Вольт на деление)". Вы увидите, что соответствующий коэффициент масштаба для канала изменится в панели состояния.

- Нажимайте кнопки **CH1**, **CH2** или **Math**, чтобы отобразить меню управления, символы, осциллограммы и статусную информацию масштаба для соответствующего канала на экране.

1.6 Введение в горизонтальную систему

Как показано на рисунке ниже, в блоке **Горизонтального управления** находятся одна кнопка и две ручки. Следующие инструкции помогут вам постепенно освоить настройку горизонтальной временной базы.



1. Изменение горизонтальной временной базы

Поверните ручку **Горизонтального масштаба**, чтобы изменить настройки горизонтальной временной базы, и наблюдайте за изменениями в строке состояния. При вращении ручки **Горизонтального масштаба** настройки временной базы изменяются, что отображается в строке состояния.

2. Регулировка горизонтального положения сигнала

Используйте ручку **Горизонтального положения**, чтобы настроить горизонтальное положение сигнала в окне осциллограммы. Эта ручка используется для управления смещением триггера сигнала или для других специальных приложений. Если её использовать для управления смещением триггера, можно наблюдать, как осциллограмма перемещается горизонтально при вращении ручки.

Сброс смещения триггера в положение 0 с помощью кнопки быстрого доступа

Поверните ручку **Горизонтального положения**, чтобы изменить горизонтальное положение канала, а затем нажмите на неё, чтобы быстро вернуть смещение триггера в положение 0.

3. Переключение между нормальным режимом и режимом масштабирования осциллограммы

Нажмите кнопку **HOR**, чтобы переключаться между нормальным режимом и режимом масштабирования осциллограммы.

1.7 Введение в систему триггера

Как показано на рисунке ниже, блок **Управления триггером** включает одну ручку и три кнопки. Следующие инструкции помогут вам постепенно освоить настройку системы триггера.



1. Вызов меню триггера

Нажмите кнопку **Trigger Menu**, чтобы открыть меню триггера. С помощью кнопок выбора меню можно изменить настройки триггера.

2. Изменение уровня триггера с помощью ручки Trigger Level

Вращайте ручку **Trigger Level**, чтобы изменить настройки уровня триггера. При этом индикатор уровня триггера на экране будет перемещаться вверх и вниз. С движением индикатора уровня триггера значение уровня, отображаемое на экране, также изменяется.

Примечание:

- Вращение ручки **Trigger Level** изменяет значение уровня триггера.
- Эта ручка также является горячей клавишей для установки уровня триггера в положение средней точки вертикальной амплитуды сигнала триггера.

3. Принудительный триггер

Нажмите кнопку **Force**, чтобы инициировать принудительный сигнал триггера. Эта функция применяется в основном в режимах триггера "Normal" и "Single".

2. Эксплуатация

2.1 Как настроить вертикальную систему

Блок **VERTICAL CONTROLS** включает три кнопки меню: **CH1**, **CH2** и **Math**, а также четыре ручки: **Vertical Position** и **Vertical Scale** для каждого канала.

Настройка CH1 и CH2

Каждый канал имеет независимое вертикальное меню, и все элементы настраиваются индивидуально для каждого канала.

Включение и выключение осциллограмм (канал, математика)

Нажатие кнопок **CH1**, **CH2** или **Math** выполняет следующие действия:

- Если осциллограмма отключена, она включается, и отображается её меню.

- Если осциллограмма включена, но её меню не отображается, меню становится видимым.
- Если осциллограмма включена, и её меню отображается, осциллограмма отключается, а меню скрывается.

Описание меню канала

Описание пунктов меню канала будет представлено в следующем списке:

Функция меню	Настройка		Описание
Куплирование	DC		Пропускает как переменную, так и постоянную составляющие входного сигнала.
	AC		Блокирует постоянную составляющую входного сигнала.
	GROUND		Отключает входной сигнал.
Инверсия	ON		Отображает инвертированную осциллограмму.
	OFF		Отображает исходную осциллограмму.
Зонд	Attenu	(0.001X–1000X)	Пошаговое увеличение 1–2–5. Настройте в соответствии с коэффициентом ослабления зонда для получения точного вертикального масштаба.
	MeasCurr	(YES/NO)	Если измеряется ток через резистор, выберите YES .
	A/V (мА/В), V/A (мВ/А)		Поверните ручку М, чтобы задать соотношение ампер/вольт. Диапазон: 100 мА/В - 1 кА/В. Соотношение ампер/вольт = 1/сопротивление. Соотношение вольт/ампер вычисляется автоматически.
	Auto Detect	YES NO	Включите или отключите функцию автоопределения.
Ограничение	Full band 20M		Получить полную полосу пропускания. Ограничить полосу пропускания канала до 20 МГц для уменьшения шумов отображения.
	Tag	ON OFF	Выберите ON , чтобы включить функцию метки.
Дополнительно	Unit		Щёлкните, чтобы выбрать единицу измерения: В, А, Вт, Ом. Если функция измерения тока включена, переключение единиц запрещено.

1. Установка типа куплирования канала

На примере канала CH1, измеряемый сигнал — это прямоугольная волна с постоянной составляющей. Шаги настройки:

1. Нажмите кнопку **CH1**, чтобы открыть меню **CH1 SETUP**.
2. Выберите **Coupling** в нижнем меню.
3. В правом меню выберите **DC**. Будут пропущены как постоянные, так и переменные составляющие сигнала.
4. В правом меню выберите **AC**. Постоянная составляющая сигнала будет заблокирована.

2. Настройка коэффициента ослабления щупа

Для правильных измерений настройки коэффициента ослабления в меню канала должны соответствовать настройкам щупа. Если коэффициент ослабления зонда составляет 1:1, в меню входного канала следует установить значение **1X**. На примере канала CH1, если коэффициент ослабления зонда равен 10:1, настройте его следующим образом:

1. Нажмите кнопку **CH1**, чтобы открыть меню **CH1 SETUP**.
2. Выберите **Probe** в нижнем меню. Выберите **Attenu** в правом меню, затем поверните ручку **M**, чтобы установить значение **10X**.

3. Измерение тока через падение напряжения на резисторе

На примере канала CH1, если вы измеряете ток через падение напряжения на резисторе 1Ω, настройте следующим образом:

1. Нажмите кнопку **CH1**, чтобы открыть меню **CH1 SETUP**.
2. Выберите **Probe** в нижнем меню. В правом меню установите **MeasCurr** в положение **YES**. Появится меню **A/V ratio**.
3. Выберите его и поверните ручку **M**, чтобы установить соотношение ампер/вольт. Формула: **Амперы/Вольты = 1 / сопротивление**. В данном случае **A/V ratio** должно быть установлено на **1**.

4. Инверсия осциллограммы

Инверсия осциллограммы: отображаемый сигнал поворачивается на 180 градусов относительно потенциала земли. На примере канала CH1 настройте следующим образом:

1. Нажмите кнопку **CH1**, чтобы открыть меню **CH1 SETUP**.
2. Выберите **Inverted** в нижнем меню, переключите в положение **ON**. Осциллограмма будет инвертирована.
3. Нажмите ещё раз, чтобы переключить в положение **OFF**. Осциллограмма вернётся к исходному виду.

5. Установка ограничения полосы пропускания

Если высокочастотные компоненты осциллограммы не важны для анализа, можно использовать ограничение полосы пропускания, чтобы исключить частоты выше 20 МГц.

На примере канала CH1 настройте следующим образом:

1. Нажмите кнопку **CH1**, чтобы открыть меню **CH1 SETUP**.
2. Выберите **Limit** в нижнем меню.
3. В правом меню выберите **Full band**. Высокочастотные компоненты сигнала будут пропущены.
4. В правом меню выберите **20M**. Полоса пропускания ограничивается 20 МГц, частоты выше 20 МГц будут отклонены.

2.2 Использование функции математических операций

Функция **Математических операций** используется для отображения результатов следующих операций:

- Сложение, умножение, деление и вычитание между двумя каналами.
- Выполнение **FFT** (быстрого преобразования Фурье) для одного канала.

- Расширенные математические функции, включая: Интеграл (**Intg**), Производную (**Diff**), Квадратный корень (**Sqrt**), Пользовательские функции, Цифровой фильтр. Нажмите кнопку **Math**, чтобы отобразить меню в нижней части экрана.

Функция меню	Настройка	Описание	
Dual Wfm Math	Factor1	CH1 CH2	Выберите источник сигнала для Factor1.
	Sign	+, -, *, /	Выберите знак математической операции.
	Factor2	CH1 CH2	Выберите источник сигнала для Factor2.
	Vertical (div)	Поверните ручку M , чтобы настроить вертикальное положение математической осциллограммы.	
	Vertical (V/div)	Поверните ручку M , чтобы настроить вертикальное деление математической осциллограммы.	
FFT	Source	CH1 CH2	Выберите CH1 или CH2 в качестве источника FFT.
	Window	Hamming, Rectangle, Blackman, Hanning, Kaiser, Bartlett	Выберите окно для FFT.
	Format	V RMS, Decibels, Radian, Degrees	V RMS и Decibels — это единицы амплитуды. Radian и Degrees — это единицы фазы.
	Hori (Hz)	Position value, Time base value	Переключитесь для выбора горизонтального положения или временной базы FFT. Поверните ручку M , чтобы настроить.
	Vertical	Position value, Division value	Переключитесь для выбора вертикального положения или вертикального деления FFT. Поверните ручку M , чтобы настроить.
User Function		Intg, Diff, Sqrt, и пользовательская функция	
DIR	channel	CH1 CH2	Выберите канал.
	type	low-pass	Пропускает только сигналы, частота которых ниже текущей частоты среза.
		high-pass	Пропускает только сигналы, частота которых выше текущей частоты среза.
		band-pass	Пропускает сигналы, частота которых выше нижней частоты среза и ниже верхней частоты среза.
		band-reject	Пропускает сигналы, частота которых ниже нижней частоты среза или выше верхней частоты среза.
	window	rectangular, tapered, triangular, Hanning, Hamming, Blackman	Выберите окно для цифрового фильтра
	cut-off frequency or		Поверните ручку M , чтобы задать частоту среза.

	upper down		
	Vertical (div)		Поверните ручку M , чтобы настроить вертикальное положение математической осциллограммы.
FFT Peak			Включите или отключите поиск пика FFT. Динамический маркер ∇ указывает пик FFT.

2.2.1 Математические операции с осциллограммами

На примере сложения сигналов Канала 1 и Канала 2 шаги выполнения следующие:

1. Нажмите кнопку **Math**, чтобы отобразить меню математических операций в нижней части экрана. Розовая осциллограмма **M** появится на экране.
2. Выберите **Dual Wfm Math** в нижнем меню.
3. В правом меню выберите **Factor1** как **CH1**.
4. В правом меню выберите знак **Sign** как **+**.
5. В правом меню выберите **Factor2** как **CH2**.
6. В правом меню выберите **Vertical (div)**, поверните ручку **M**, чтобы настроить вертикальное положение математической осциллограммы.
7. В правом меню выберите **Vertical (V/div)**, поверните ручку **M**, чтобы настроить вертикальное деление математической осциллограммы.

2.2.2 Использование функции FFT (быстрое преобразование Фурье)

Функция **FFT (быстрое преобразование Фурье)** преобразует временную осциллограмму в её частотные компоненты. Это полезно для анализа входного сигнала на осциллографе. Функция позволяет сопоставить частоты сигнала с известными частотами системы, такими как системные тактовые генераторы, осцилляторы или источники питания.

На данном осциллографе функция FFT преобразует 8192 точки временного сигнала в частотные компоненты (длина записи должна быть 10К или больше). Итоговая частота содержит 4096 точек, охватывающих диапазон от 0 Гц до частоты Найквиста.

Шаги для выполнения операции FFT:

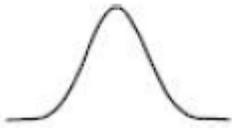
1. Нажмите кнопку **Math**, чтобы отобразить меню математических операций в нижней части экрана.
2. Выберите **FFT** в нижнем меню.
3. В правом меню выберите **Source** как **CH1**.
4. В правом меню выберите **Window**. В левом меню поверните ручку **M**, чтобы выбрать нужный тип окна.
5. В правом меню выберите **Format**. В левом меню поверните ручку **M**, чтобы выбрать единицу амплитуды (**V RMS, Decibels**) или фазы (**Radian, Degrees**).
6. Выберите **Hori (Hz)** в правом меню. Повторно нажмите, чтобы выбрать символ **M** перед горизонтальным значением позиции (верхним значением), затем поверните ручку **M**, чтобы настроить горизонтальное положение FFT-осциллограммы. Затем выберите символ **M** перед значением временной базы (нижнее значение) и поверните ручку **M**, чтобы настроить временную базу FFT-осциллограммы.

7. Выберите **Vertical** в правом меню и выполните аналогичные действия для настройки вертикального положения и вертикального деления.

Выбор окна для FFT

Существует 6 окон FFT. Каждое из них имеет компромисс между частотным разрешением и точностью амплитуды. Выбор окна зависит от того, что вы хотите измерить, и характеристик вашего сигнала. Используйте следующие рекомендации для выбора подходящего окна:

- **Hamming**: Используется для общего анализа частот с минимальным побочным уровнем.
- **Rectangle**: Подходит для сигналов с постоянной частотой.
- **Blackman**: Рекомендуются для анализа сигнала с низким уровнем шумов.
- **Hanning**: Часто используется для точного анализа сигнала с медленным спадом.
- **Kaiser**: Подходит для сигналов с широким диапазоном частот.
- **Bartlett**: Применяется для анализа с минимальными искажениями.

Тип окна	Характеристики	Окно
Hamming	<ul style="list-style-type: none"> - Лучшая точность амплитуды по сравнению с прямоугольным окном; хорошая точность частоты. - Немного лучшее частотное разрешение, чем у Ханнинга. <p>Рекомендуется использовать для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Синусоидальные, периодические сигналы и узкополосный случайный шум. - Переходные процессы или импульсы, где уровни сигнала до и после события значительно различаются. 	
Rectangle	<ul style="list-style-type: none"> - Лучшая точность частоты, худшая точность амплитуды. - Лучший тип для измерения частотного спектра нерепетитивных сигналов и частотных компонентов вблизи постоянного тока. <p>Рекомендуется использовать для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Переходные процессы или импульсы, где уровни сигнала до и после события почти равны. - Синусоидальные сигналы с равной амплитудой и близкими частотами. - Широкополосный случайный шум с относительно медленно изменяющимся спектром. 	
Blackman	<ul style="list-style-type: none"> - Лучшая точность амплитуды, худшая точность частоты. <p>Рекомендуется использовать для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Одночастотные сигналы для нахождения высших гармоник. 	

Hanning	<p>- Хорошая точность амплитуды, но худшее частотное разрешение, чем у окна Хэмминга. Рекомендуется использовать для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Синусоидальные, периодические сигналы и узкополосный случайный шум. - Переходные процессы или импульсы, где уровни сигнала до и после события значительно различаются. 	
Kaiser	<p>- Частотное разрешение приемлемое, утечка спектра и точность амплитуды хорошие. - Хорошо подходит для сигналов с близкими частотами, но сильно различающимися амплитудами. - Похоже на традиционное RBW Гаусса. Рекомендуется использовать для:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Для сигналов с близкими частотами, но сильно различающимися амплитудами. - Для случайных сигналов. 	
Bartlett	<p>- Узкий вариант треугольного окна с нулевым весом на обоих концах.</p>	

Примечания по использованию функции FFT

- **Использование шкалы dB:**

Для анализа нескольких частот, даже если их амплитуды сильно различаются, используйте шкалу dB. Она также удобна для сравнения частот.

- **Влияние постоянной составляющей:** Постоянная составляющая (DC-компонента) или смещение могут вызывать некорректные значения амплитуды FFT. Чтобы минимизировать влияние DC-компоненты, выберите **AC Coupling** для источника сигнала.

- **Снижение случайного шума и алиасинга:** Для уменьшения случайного шума и устранения компонентов алиасинга в повторяющихся или одиночных событиях установите режим выборки осциллографа на **average (усреднение)**.

Что такое частота Найквиста?

Частота Найквиста — это наивысшая частота, которую любой осциллограф с реальным временем выборки может захватить без возникновения алиасинга.

- Частота Найквиста равна **половине частоты выборки**.
- Частоты выше частоты Найквиста будут недостаточно дискретизированы, что приведет к **алиасингу**.

Важно: обращайтесь внимание на соотношение между частотой сигнала, который измеряется, и частотой выборки, чтобы избежать ошибок.

2.3 Настройка горизонтальной системы

Блок **HORIZONTAL CONTROLS** включает кнопку **Horizontal HOR** и ручки **Horizontal Position** и **Horizontal Scale**.

Компоненты горизонтального управления:

1. **Ручка Horizontal Position** Используется для регулировки горизонтального положения всех каналов (включая каналы, полученные в результате математических операций). Разрешение анализа меняется в зависимости от временной базы.
2. **Ручка Horizontal Scale** Используется для установки коэффициента горизонтального масштаба при настройке основной временной базы или окна.
3. **Кнопка Horizontal HOR** Нажмите эту кнопку, чтобы переключаться между нормальным режимом и режимом масштабирования осциллограммы. Подробнее об этом см. ниже.

Масштабирование осциллограммы

- Нажмите кнопку **Horizontal HOR**, чтобы войти в режим масштабирования волны (**wave zoom mode**).
 - В верхней половине экрана отображается **Основное окно (Main window)**.
 - В нижней половине экрана отображается **Окно масштабирования (Zoom window)**. Это увеличенная часть основного окна.



Использование ручек в разных режимах

- **В нормальном режиме:**
 - Ручка **Horizontal Position** используется для регулировки горизонтального положения основного окна.
 - Ручка **Horizontal Scale** регулирует временную базу основного окна.
- **В режиме масштабирования волны:**
 - Ручка **Horizontal Position** используется для регулировки горизонтального положения окна масштабирования.
 - Ручка **Horizontal Scale** регулирует временную базу окна масштабирования.

2.4 Настройка системы триггера/декодирования

Триггер определяет момент, когда цифровой осциллограф (DSO) начинает собирать данные и отображать осциллограмму. Правильная настройка триггера позволяет преобразовать нестабильное отображение в осмысленную осциллограмму.

Как работает триггер:

1. Когда DSO начинает сбор данных, он сначала собирает достаточно данных для построения осциллограммы слева от точки триггера.
2. DSO продолжает сбор данных, ожидая выполнения условия триггера.
3. Как только триггер активируется, прибор собирает данные для построения осциллограммы справа от точки триггера.

Область управления триггером

Состоит из одной ручки и двух кнопок меню:

- **Trigger Level (Ручка уровня триггера):** Используется для установки уровня триггера. Нажатие на ручку автоматически устанавливает уровень триггера на среднее значение амплитуды сигнала триггера.
- **Force (Принудительный триггер):** Принудительно создаёт триггерный сигнал. Основное применение — в режимах "Normal" и "Single".
- **Trigger Menu (Меню триггера):** Кнопка, которая активирует меню управления триггером.

2.4.1 Управление триггером

Осциллограф предоставляет четыре типа триггера: **Single Trigger (одиночный триггер)**, **Alternate Trigger (альтернативный триггер)**, **Logic Trigger (логический триггер)** и **Bus Trigger (триггер шины)**. У каждого из типов есть свои подменю.

Способы выбора режима триггера

- **Кнопочное управление:** Нажмите кнопку **Trigger Menu** на панели. В нижнем меню выберите **Trigger Type**, затем в правом всплывающем меню выберите тип триггера: **Single**, **ALT**, **Logic** или **Bus Trigger**. Поверните ручку **M**, чтобы выбрать конкретный тип триггера.
- **Сенсорное управление (опционально):** Нажмите кнопку главного меню в левом верхнем углу экрана, чтобы открыть интерфейс главного меню. Выберите **Trigger Menu**, затем нажмите нижнее меню для выбора типа триггера. В правой части всплывающего меню выберите категорию триггера: **Single**, **Alternate**, **Logic** или **Bus Trigger**, а затем выберите конкретный тип триггера внутри каждой категории.

Типы триггеров

1. **Single Trigger (Одиночный триггер):** Используется для захвата стабильных осциллограмм на двух каналах одновременно.
2. **Alternate Trigger (Альтернативный триггер):** Используется для работы с несинхронизированными сигналами.
3. **Bus Trigger (Триггер шины):** Используется для установки триггера по временным характеристикам шины.

2.4.2 Одиночный триггер (Single Trigger)

Одиночный триггер поддерживает **девять типов триггеров**:

1. Edge Trigger (Триггер по фронту): Триггер срабатывает, когда входной сигнал пересекает заданный уровень напряжения с определённым наклоном (восходящим или нисходящим).

2. Video Trigger (Триггер по видеосигналу): Срабатывает на строках или полях стандартного видеосигнала.

3. Slope Trigger (Триггер по скорости изменения): Осциллограф срабатывает в зависимости от скорости нарастания или спада сигнала.

4. Pulse Trigger (Триггер по импульсу): Срабатывает на импульсах с определённой шириной.

5. Runt Trigger (Триггер по "урезанным" импульсам): Срабатывает на импульсах, которые пересекают один уровень триггера, но не достигают другого уровня триггера.

6. Windows Trigger (Триггер по окну): Задаётся высокий и низкий уровень триггера. Осциллограф срабатывает, когда входной сигнал пересекает либо высокий, либо низкий уровень триггера.

7. Timeout Trigger (Триггер по таймауту): Срабатывает, если интервал времени между пересечением уровня триггера фронтом (восходящим или нисходящим) и следующим фронтом превышает заданное время таймаута.

8. Nth Edge Trigger (Триггер по N-ому фронту): Осциллограф срабатывает на **N-ый фронт**, который появляется после заданного времени простоя.

9. Logic Trigger (Логический триггер): Срабатывает на основе условий логической взаимосвязи сигналов.

1. Триггер по фронту (Edge Trigger)

Триггер по фронту срабатывает, когда входной сигнал достигает заданного уровня напряжения на указанном фронте (восходящем или нисходящем). Выберите режим **Edge Trigger**, чтобы настроить срабатывание на восходящий или нисходящий фронт.

Особенности режима Edge Trigger:

В режиме **Edge Trigger** информация о настройках триггера отображается в правом нижнем углу экрана. Например **CH1:DC- / 0.00mV**, значки могут обозначать:

- Тип триггера: **Edge**.
- Источник триггера: **CH1**.
- Тип куплирования: **DC**.
- Уровень триггера: **0.00mV**.

Меню Edge Trigger:

Меню	Настройки	Инструкция
Single Mode	Edge	Установите тип триггера канала как триггер по фронту.
Источник	CH1	Канал 1 как источник триггера.
	CH2	Канал 2 как источник триггера.
	EXT	Внешний источник сигнала триггера.

	EXT/5		1/5 внешнего сигнала как источник триггера.
	AC Line		Линия переменного тока как источник триггера.
Куплирование	AC		Блокировка постоянной составляющей сигнала.
	DC		Пропуск всех компонентов сигнала.
	HF		Блокировка высокочастотных компонентов, пропуск низкочастотных.
	LF		Блокировка низкочастотных компонентов, пропуск высокочастотных (только для некоторых моделей).
	Шумоподавление	ON	Включение/выключение функции подавления шума.
OFF			
Наклон			<p>Триггер срабатывает на восходящем фронте сигнала.</p> <p>Триггер срабатывает на нисходящем фронте сигнала.</p>
Режим и удержание	Auto		Захват осциллограммы даже при отсутствии триггера.
	Normal		Захват осциллограммы только при срабатывании триггера.
	Single		Захват одной осциллограммы при срабатывании триггера, затем остановка.
	Holdoff		<p>Установка интервала времени (100 нс - 10 с) перед срабатыванием следующего триггера. Поверните ручку M для настройки. Нажмите   : кнопку панели, чтобы переместить курсор и выбрать цифру для изменения.</p>

Уровень триггера (Trigger Level)

Уровень триггера обозначает вертикальное положение триггера на канале. Управление и отображение:

- Поворачивайте ручку **Trigger Level** вверх или вниз, чтобы перемещать уровень триггера.
- Во время настройки на экране появляется **оранжево-красная пунктирная линия**, отображающая положение триггера.
- Значение уровня триггера отображается в правом углу экрана.
- После завершения настройки пунктирная линия исчезает.

2. Триггер по видеосигналу (Video Trigger)

Триггер по видеосигналу используется для срабатывания на строках или полях стандартных видеосигналов форматов **NTSC**, **PAL** или **SECAM**.

Особенности режима Video Trigger: В режиме **Video Trigger** информация о настройках триггера отображается в правом нижнем углу экрана. Например , значок может обозначать:

- Тип триггера: **Video**.
- Источник триггера: **CH1**.
- Тип синхронизации: **Even** (чётные строки).

Меню Video Trigger:

Меню	Настройка	Инструкция
Single Mode	Video	Установите тип триггера канала как триггер по видеосигналу.
Source	CH1	Выберите CH1 как источник триггера.
	CH2	Выберите CH2 как источник триггера.
Modu	NTSC	Выберите видеомодуляцию NTSC.
	PAL	Выберите видеомодуляцию PAL.
	SECAM	Выберите видеомодуляцию SECAM.
Sync	Line	Синхронизация по строке видеосигнала.
	Field	Синхронизация по полю видеосигнала.
	Odd	Синхронизация по нечётным строкам видеосигнала.
	Even	Синхронизация по чётным строкам видеосигнала.
	Line NO.	Синхронизация по определённой строке видеосигнала. Поверните ручку M для выбора номера строки.
Mode&Hold	Auto	Захват осциллограммы даже при отсутствии триггера.

3. Триггер по ширине импульса (Pulse Width Trigger)

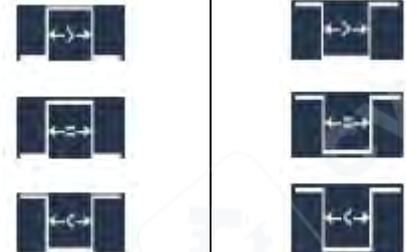
Триггер по ширине импульса срабатывает в зависимости от ширины импульса. Этот режим позволяет обнаруживать аномальные сигналы, задавая условия для ширины импульса.

Особенности режима Pulse Width Trigger:

- В режиме **Pulse Width Trigger** информация о настройках триггера отображается в правом нижнем углу экрана. Например  :
 - Тип триггера: **Pulse Width** (по ширине импульса).
 - Источник триггера: **CH1**.
 - Тип куплирования: **DC**.
 - Полярность: **Positive** (положительная).
 - Уровень триггера: **0.00mV**.

Меню Pulse Width Trigger:

Меню	Настройка	Инструкция
Single Mode	Pulse	Установите тип триггера канала как триггер по импульсу.
Source	CH1	Выберите CH1 как источник триггера.
	CH2	Выберите CH2 как источник триггера.
Coupling	AC	Блокировать постоянную составляющую (DC). Пропускать все компоненты сигнала.
	DC	

	Шумоподавление	ON	Включить функцию подавления шума.
		OFF	
When	Polarity 		Выберите полярность (положительная или отрицательная).
			Выберите условие по ширине импульса, используя ручку M , чтобы задать время, и нажмите   кнопки панели для перемещения курсора.
Mode&Hold	Auto		Захват осциллограммы даже при отсутствии триггера.
	Normal		Захват осциллограммы только при срабатывании триггера.
	Single		Захват одной осциллограммы при срабатывании триггера, затем остановка.
	Holdoff		Установите интервал времени (100 нс - 10 с) перед срабатыванием следующего триггера. Настройте ручку M . Нажмите кнопки на панели (влево/вправо), чтобы переместить курсор и выбрать разряд для изменения.

4. Триггер по скорости нарастания/спада (Slope Trigger)

Триггер по скорости (Slope Trigger) срабатывает при достижении сигнала заданного положительного (rising) или отрицательного (falling) наклона в пределах указанного времени.

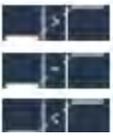
Особенности режима Slope Trigger:

В режиме **Slope Trigger** информация о настройках триггера отображается в правом нижнем углу экрана. Например :

- Тип триггера: **Slope**.
- Источник триггера: **CH1**.
- Наклон: **Rising** (восходящий).
- Дифференциал между верхним и нижним пороговыми уровнями: **0.00mV**.

Меню Slope Trigger:

Меню	Настройка	Инструкция
Single Mode	Slope	Установите тип триггера канала как триггер по скорости нарастания/спада.
Source	CH1	Выберите CH1 как источник триггера.

		CH2	Выберите CH2 как источник триггера.
When	Slope 		Выбор направления наклона (восходящий или нисходящий).
			Установите условие наклона; поверните ручку M для настройки времени наклона. Нажмите кнопки панели (влево/вправо), чтобы переместить курсор и выбрать разряд для изменения.
	Slew Rate		Slew rate = (High level - Low level) / Settings.
Threshold & Slew Rate		High level	Настройте верхний порог с помощью ручки M .
		Low level	Настройте нижний порог с помощью ручки M .
		Slew Rate	Slew rate = (High level - Low level) / Settings.
Mode&Hold	Auto	Захват осциллограммы даже при отсутствии триггера.	
	Normal	Захват осциллограммы только при срабатывании триггера.	
	Single	Захват одной осциллограммы при срабатывании триггера, затем остановка.	
	Holdoff	Установка интервала времени (100 нс - 10 с) перед срабатыванием следующего триггера. Настройте ручку M . Нажмите кнопки панели (влево/вправо), чтобы переместить курсор и выбрать разряд для изменения.	

5. Триггер по "урезанным" импульсам (Runt Trigger)

Runt Trigger срабатывает на импульсах, которые пересекают один уровень триггера, но не достигают другого. Этот тип триггера используется для обнаружения аномальных сигналов, таких как недоходящие или частично сформированные импульсы.

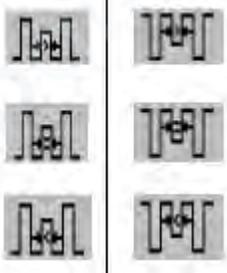
Особенности режима Runt Trigger:

В режиме **Runt Trigger** информация о настройках триггера отображается в правом нижнем углу экрана. Например **CH1 :  Δ 0.00mV** :

- Тип триггера: **Runt**.
- Источник триггера: **CH1**.
- Полярность: **Positive** (положительная).
- Дифференциал между верхним и нижним порогами: **0.00mV**.



Меню Runt Trigger

Меню	Настройка	Инструкция
Single Mode	Runt	Установите тип триггера канала как триггер по "урезанным" импульсам.
Source	CH1	Выберите CH1 как источник триггера.
	CH2	Выберите CH2 как источник триггера.
Threshold	Up Level	Настройте верхний пороговый уровень с помощью ручки M.
	Low Level	Настройте нижний пороговый уровень с помощью ручки M.
Condition	Polarity  	- Positive Polarity: триггер срабатывает на положительных "урезанных" импульсах. - Negative Polarity: триггер срабатывает на отрицательных "урезанных" импульсах.
		Поверните ручку M, чтобы задать ширину импульса. Нажмите кнопки на панели, чтобы выбрать разряд для изменения.
Mode&Hold	Auto	Осциллограф будет захватывать осциллограмму, даже если триггер не сработал
	Normal	Осциллограф захватывает осциллограмму только при срабатывании триггера
	Single	Когда триггер срабатывает, осциллограф захватывает одну осциллограмму и останавливается
	Holdoff	Интервал может быть задан в диапазоне от 100 нс до 10 с. Поверните ручку M, чтобы настроить время интервала. Нажмите кнопки панели (влево/вправо), чтобы переместить курсор и выбрать разряд для изменения.

6. Триггер по окну (Windows Trigger)

Триггер по окну (Windows Trigger) срабатывает, когда входной сигнал пересекает либо верхний (high trigger level), либо нижний (low trigger level) уровень триггера.

Особенности режима Windows Trigger:

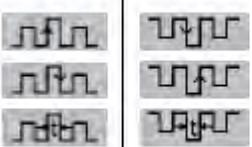
В режиме **Windows Trigger** информация о настройках триггера отображается в правом

нижнем углу экрана. Например :

- Тип триггера: **Windows**.
- Источник триггера: **CH1**.
- Полярность: **Positive** (положительная).

- Дифференциал между верхним и нижним пороговыми уровнями: **0.00mV**.

Меню Windows Trigger:

Меню	Настройка	Инструкция
Single Mode	Windows	Установите тип триггера канала как триггер по окну (Windows Trigger).
Source	CH1	Выберите CH1 как источник триггера.
	CH2	Выберите CH2 как источник триггера.
Threshold	Up Level	Настройте верхний пороговый уровень с помощью ручки M .
	Low Level	Настройте нижний пороговый уровень с помощью ручки M .
Condition	Polarity 	- Positive Polarity: триггер срабатывает на положительных импульсах окна. - Negative Polarity: триггер срабатывает на отрицательных импульсах окна.
		Enter: Триггер срабатывает, когда сигнал входит в указанный диапазон пороговых уровней. Exit: Триггер срабатывает, когда сигнал выходит из указанного диапазона пороговых уровней. Time: Установите время удержания сигнала после входа в указанный диапазон. Осциллограф срабатывает, если накопленное время удержания превышает установленное время окна. Доступный диапазон: от 30 нс до 10 с. Значение по умолчанию: 100 нс.
Mode&Hold	Auto	Осциллограф будет захватывать осциллограмму, даже если триггер не сработал
	Normal	Осциллограф захватывает осциллограмму только при срабатывании триггера
	Single	Когда триггер срабатывает, осциллограф захватывает одну осциллограмму и останавливается
	Holdoff	Интервал может быть задан в диапазоне от 100 нс до 10 с. Поверните ручку M , чтобы настроить время интервала. Нажмите кнопки панели (влево/вправо), чтобы переместить курсор и выбрать разряд для изменения.

7. Триггер по таймауту (Timeout Trigger)

Триггер по таймауту (Timeout Trigger) срабатывает, если интервал времени между моментом, когда восходящий (или нисходящий) фронт пересекает уровень триггера, и моментом, когда соседний нисходящий (или восходящий) фронт пересекает уровень триггера, превышает установленное время таймаута.

Особенности режима Timeout Trigger:

В режиме **Timeout Trigger** информация о настройках триггера отображается в правом нижнем углу экрана. Например :

- Тип триггера: **Timeout**.
- Источник триггера: **CH1**.
- Фронт: **Positive (положительный)**.
- Уровень триггера: **0.00mV** (верхний или нижний порог).

Меню Timeout Trigger:

Меню	Настройка	Инструкция
Single Mode	Timeout	Установите тип триггера канала как триггер по таймауту (Timeout Trigger).
Source	CH1	Выберите CH1 как источник триггера.
	CH2	Выберите CH2 как источник триггера.
Edge	Edge 	Настройте начало измерения времени: Начало измерения при пересечении уровня триггера восходящим фронтом сигнала. Начало измерения при пересечении уровня триггера нисходящим фронтом сигнала.
Configure	Idle Time	Настройте время простоя (Idle Time): Минимальное время простоя перед поиском данных, соответствующих условиям триггера. Доступный диапазон: от 30 нс до 10 с. По умолчанию: 100 нс.
Mode&Hold	Auto	Захват осциллограммы даже при отсутствии триггера.
	Normal	Захват осциллограммы только при срабатывании триггера.
	Single	Захват одной осциллограммы при срабатывании триггера, затем остановка.
	Holdoff	Установите интервал времени (100 нс - 10 с) перед срабатыванием следующего триггера. Настройте ручку M.
	Noise Reject	Включите или выключите функцию подавления шума (Noise Reject).

8. Триггер по N-ому фронту (Nth Edge Trigger)

Осциллограф срабатывает на **N-ый фронт**, который появляется после заданного времени простоя (**Idle Time**). Как показано на рисунке ниже, осциллограф должен сработать на второй нисходящий фронт после времени простоя.

Время простоя (**Idle Time**) должно быть установлено в диапазоне:
P1/P2/P3/P4 < Idle Time < M,

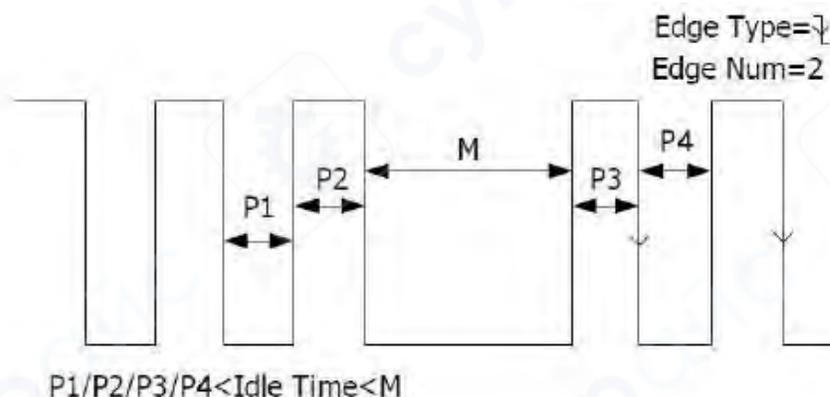
где:

- **M** — максимальная ширина импульса.
- **P1, P2, P3, P4** — ширина положительных или отрицательных импульсов, участвующих в подсчёте.

Nth Edge Trigger срабатывает на N-ом фронте сигнала, который появляется после заданного времени простоя (Idle Time). Этот тип триггера позволяет анализировать повторяющиеся сигналы с заданной структурой.

Особенности режима Nth Edge Trigger:

В режиме **Nth Edge Trigger** информация о настройках триггера отображается в правом нижнем углу экрана. Например **CH1: Nth 0.00mV**, отображается информация: тип триггера — **Nth Edge**, источник триггера — **CH1**, уровень триггера — **-150V** (верхний или нижний порог).



Меню Nth Edge Trigger

Меню	Настройка	Инструкция
Single Mode	Nth Edge	Установите тип триггера канала как триггер по N-ому фронту.
Source	CH1	Выберите CH1 как источник триггера.
	CH2	Выберите CH2 как источник триггера.
Edge	Edge 	Триггер срабатывает на восходящем фронте входного сигнала, когда уровень напряжения достигает заданного уровня триггера. Триггер срабатывает на нисходящем фронте входного сигнала, когда уровень напряжения достигает заданного уровня триггера.
Configure	Idle Time	Установите время простоя перед началом подсчёта фронтов в режиме Nth Edge Trigger . Поверните ручку M , чтобы настроить время простоя, и нажмите кнопки  на панели, чтобы переместить курсор и выбрать разряд для изменения. Доступный диапазон: от 30 нс до 10 с . Значение по умолчанию: 100 нс .
	Edge Num	Установите значение номера фронта "N" для триггера в режиме Nth Edge Trigger.
Mode&Hold	Auto	Захват осциллограммы даже при отсутствии триггера.
	Normal	Захват осциллограммы только при срабатывании триггера.

	Single	Захват одной осциллограммы при срабатывании триггера, затем остановка.
	Holdoff	Установите интервал времени (100 нс - 10 с) перед срабатыванием следующего триггера. Настройте ручку M.
	Noise Reject	Включите или выключите функцию подавления шума (Noise Reject).

9. Логический триггер (Logic Trigger)

Logic Trigger срабатывает в зависимости от логического отношения сигналов. Этот тип триггера используется для анализа сигналов, которые должны удовлетворять определённым логическим условиям.

Особенности режима Logic Trigger:

В режиме **Logic Trigger** информация о настройках отображается в правом нижнем углу экрана. Например :

- Тип триггера: **Logic**.
- Логический режим: **AND**.
- Канал CH1: высокий уровень, уровень триггера **0.00mV**.
- Канал CH2: высокий уровень, уровень триггера **0.00mV**.

Меню Logic Trigger

Меню	Настройка	Инструкция
Single Mode	Logic	Установите тип триггера канала как логический триггер (Logic Trigger).
Logic Mode	AND	Установите логический режим как И (AND).
	OR	Установите логический режим как ИЛИ (OR).
	XNOR	Установите логический режим как Эквивалентность (XNOR).
	XOR	Установите логический режим как Исключающее ИЛИ (XOR).
Input Mode	CH1	Настройте CH1 как высокий уровень, низкий уровень, высокий или низкий уровень, восходящий или нисходящий фронт.
	CH2	Настройте CH2 аналогично CH1. Примечание: Если режим входа одного канала установлен как восходящий или нисходящий фронт, другой канал не может быть настроен аналогично.
Out Mode	Goes True	Триггер срабатывает, когда условие становится истинным (True) из состояния ложного (False).
	Goes False	Триггер срабатывает, когда условие становится ложным (False) из состояния истинного (True).
	Is True >	Триггер срабатывает, если условие остаётся истинным дольше заданного времени.

	Is True <	Триггер срабатывает, если условие остаётся истинным меньше заданного времени.
	Is True =	Триггер срабатывает, если условие остаётся истинным ровно заданное время.
Mode&Hold	Auto	Захват осциллограммы даже при отсутствии триггера.
	Normal	Захват осциллограммы только при срабатывании триггера.
	Single	Захват одной осциллограммы при срабатывании триггера, затем остановка.
	Holdoff	Установите интервал времени (100 нс - 10 с) перед срабатыванием следующего триггера. Настройте ручку М.
	Noise Reject	Включите или выключите функцию подавления шума (Noise Reject).

2.4.3 Декодирование шины (Bus Decoding)

1. Расшифровка RS232/UART

Для расшифровки сигнала RS232/UART выполните следующие действия:

1. Подключите сигнал RS232/UART к входному каналу осциллографа.
2. Настройте временную базу и деление по напряжению на соответствующие значения.
3. В меню триггера выберите **Bus Trigger** (триггер по шине) и задайте тип шины как **RS232/UART**. Настройте параметры в соответствии с характеристиками сигнала, чтобы корректно выполнить триггер и получить стабильное отображение.
4. Нажмите кнопку **Decode** на передней панели. Выберите тип шины как **RS232/UART**. Настройте параметры в соответствии с характеристиками сигнала. Если параметры установлены правильно, информация, содержащаяся в сигнале, будет отображаться на экране.

Примечания:

- Используйте ручку **Trigger Level**, чтобы настроить пороги для триггера по шине и декодирования шины.
- При расшифровке, если параметр "**Parity**" не установлен в значение "**None**", и обнаружена ошибка контрольного бита, в соответствующем месте осциллограммы будут отображаться две красные метки ошибки.

Подсказка:

Если в меню триггера и меню декодирования есть повторяющиеся элементы, вы можете настроить любой из них — другой будет изменён синхронно.

Меню декодирования RS232/UART (RS232/UART Decoding)

Меню	Настройка	Инструкция
Bus Type	RS232/UART	Установите тип шины для декодирования как RS232/UART.
Configure Common	Baud	Поверните ручку М, чтобы выбрать значение скорости передачи данных (Baud) из списка слева.
	Custom Baud	Поверните ручку М , чтобы задать скорость передачи данных вручную. Диапазон: 50–10,000,000 .

		<i>Подсказка:</i> Выберите ближайшее значение в списке Common Baud, затем настройте его в этом меню.	
	Data Bits	Установите ширину данных для каждой фрейма, чтобы она соответствовала сигналу. Значения: 5, 6, 7 или 8.	
	Parity	Установите режим чётности (Even-Odd Check Mode), чтобы он соответствовал используемой полярности сигнала.	
Display	Format	Binary Decimal Hex ASCII	Задайте формат отображения данных шины.
	EventTable	ON OFF	Выберите "ON", чтобы отобразить таблицу событий.
	Save EventTable		Если к прибору в данный момент подключено USB-устройство хранения данных, сохраните данные таблицы событий в файл формата .csv (таблица) на внешнем USB-устройстве.
	ASCII Table	ON OFF	Выберите "ON", чтобы отобразить таблицу ASCII

2. Декодирование I2C

Для декодирования сигнала I2C выполните следующие шаги:

1. Подключите линию тактовых импульсов (**SCLK**) и линию данных (**SDA**) сигнала I2C к входным каналам осциллографа.
2. Настройте временную базу и деление по напряжению на соответствующие значения.
3. В меню триггера выберите **Bus Trigger** (триггер по шине), задайте тип шины как **I2C**, настройте параметры в соответствии с характеристиками сигнала, чтобы корректно выполнить триггер и получить стабильное отображение.
4. Нажмите кнопку **Decode** на передней панели. Выберите тип шины как **I2C** и настройте параметры в соответствии с характеристиками сигнала. Если параметры установлены правильно, информация, содержащаяся в сигнале, будет отображаться.

Подсказка:

Если в меню триггера и меню декодирования есть повторяющиеся элементы, вы можете настроить любой из них — другой будет изменён синхронно.

Интерпретация декодированной информации

Информация	Сокращение	Фон
Адрес для чтения	R, Read или не отображается	Зелёный
Адрес для записи	W, Write или не отображается	Зелёный
Данные	D, Data или не отображается	Чёрный

Примечания

- Используйте ручку **Trigger Level**, чтобы настроить пороги триггера по шине и декодирования шины.

- Если символ подтверждения (**ACK**, ACKnowledge Character) не обнаружен, в соответствующем месте осциллограммы отобразятся две красные метки ошибки.

Меню декодирования I2C

Меню	Настройка		Инструкция
Bus Type	I2C		Установите тип шины для декодирования как I2C.
Display	Format	Binary Decimal Hex ASCII	Установите формат отображения шины
	EventTable	ON OFF	Выберите "ON", чтобы отобразить таблицу событий.
	Save EventTable		Если к прибору в данный момент подключено USB-устройство хранения данных, сохраните данные таблицы событий в файл формата .csv (таблица) на внешнем USB-устройстве.
	ASCII Table	ON OFF	Выберите "ON", чтобы отобразить таблицу ASCII

3. Декодирование SPI

Для декодирования сигнала SPI выполните следующие шаги:

1. Подключите линию тактовых импульсов (**SCLK**) и линию данных (**SDA**) сигнала SPI к входным каналам осциллографа.
2. Настройте временную базу и деление по напряжению на соответствующие значения.
3. В меню триггера выберите **Bus Trigger** (триггер по шине), задайте тип шины как **SPI**, настройте параметры в соответствии с характеристиками сигнала, чтобы корректно выполнить триггер и получить стабильное отображение.
4. Нажмите кнопку **Decode** на передней панели. Выберите тип шины как **SPI** и настройте параметры в соответствии с характеристиками сигнала. Если параметры установлены правильно, информация, содержащаяся в сигнале, будет отображаться.

Примечания:

- Используйте ручку **Trigger Level**, чтобы настроить пороги для триггера по шине и декодирования шины.
- Элемент меню **LS First** в настройках порядка битов (**Bit Order**) означает, что **младший значимый бит (Least Significant Bit, LSB)** поступает первым. Пример: шестнадцатеричное число **0x12** будет представлено как последовательность **01001000** в двоичном формате и декодировано в перевёрнутом виде как **00010010**.

Меню декодирования SPI

Меню	Настройка	Инструкция	
Bus Type	SPI	Установите тип шины для декодирования как SPI.	
Configure	SCLK	Выберите фронт тактового сигнала (SCLK), соответствующий сигналу, и задайте выборку данных SDA на восходящем или нисходящем фронте тактового сигнала	
	Time Out	Установите минимальное время простоя сигнала тактового генератора (SCL), необходимое перед началом поиска данных (SDA) для срабатывания триггера. Диапазон: от 30 нс до 10 с.	
	Data Bits	Установите ширину данных каждого кадра, чтобы она соответствовала сигналу. Значение можно задать как любое целое число от 4 до 32.	
	Bit Order	Выберите LS First (младший бит первым) или MS First (старший бит первым), чтобы соответствовать сигналу.	
Display	Format	Binary Decimal Hex ASCII	Установите формат отображения шины.
	EventTable	ON OFF	Выберите "ON", чтобы отобразить таблицу событий.
	Save EventTable		Если к прибору в данный момент подключено USB-устройство хранения данных, сохраните данные таблицы событий в файл формата .csv (таблица) на внешнем USB-устройстве.
	ASCII Table	ON OFF	Выберите "ON", чтобы отобразить таблицу ASCII.

4. Декодирование CAN

Для декодирования сигнала CAN выполните следующие шаги:

1. Подключите сигнал CAN к входному каналу осциллографа.
2. Настройте временную базу и деление по напряжению на соответствующие значения.
3. В меню триггера выберите **Bus Trigger** (триггер по шине), задайте тип шины как **CAN**, настройте параметры в соответствии с характеристиками сигнала, чтобы корректно выполнить триггер и получить стабильное отображение.
4. Нажмите кнопку **Decode** на передней панели. Выберите тип шины как **CAN** и настройте параметры в соответствии с характеристиками сигнала. Если параметры установлены правильно, информация, содержащаяся в сигнале, будет отображаться.

Подсказка: Если в меню триггера и меню декодирования есть повторяющиеся элементы, вы можете настроить любой из них — другой будет изменён синхронно.

Интерпретация декодированной информации CAN

Информация	Сокращение	Фон
Идентификатор	I, ID или не отображается	Зелёный
Кадр перегрузки	OF	Зелёный
Кадр ошибки	EF	Зелёный
Код длины данных	L, DLC или не отображается	Синий
Данные	D, Data или не отображается	Чёрный
Циклический избыточный код	C, CRC или не отображается	Фиолетовый (валидный), Красный (ошибка)

Примечания:

- Используйте ручку **Trigger Level**, чтобы настроить пороги для триггера по шине и декодирования шины.
- Если символ подтверждения (**ACK**, ACKnowledge Character) в кадре данных (Data Frame) или удалённом кадре (Remote Frame) не обнаружен, в соответствующем месте осциллограммы появятся две красные метки ошибки.
- **Кадры ошибки (Error Frame), удалённые кадры (Remote Frame) и кадры перегрузки (Overload Frame)** будут идентифицированы в столбце "Data" таблицы событий (Event Table). Кадры данных (Data Frame) не будут идентифицированы.

Меню	Настройка		Инструкция
Bus Type	CAN		Установите тип шины для декодирования как CAN.
Display	Format	Binary Decimal Hex ASCII	Установите формат отображения шины
	EventTable	ON OFF	Выберите "ON", чтобы отобразить таблицу событий.
	Save EventTable		Если к прибору в данный момент подключено USB-устройство хранения данных, сохраните данные таблицы событий в файл формата .csv (таблица) на внешнем USB-устройстве.
	ASCII Table	ON OFF	Выберите "ON", чтобы отобразить таблицу ASCII.