

**Осциллографы USB приставки VIMU
Серия MSO21**

Инструкция по эксплуатации

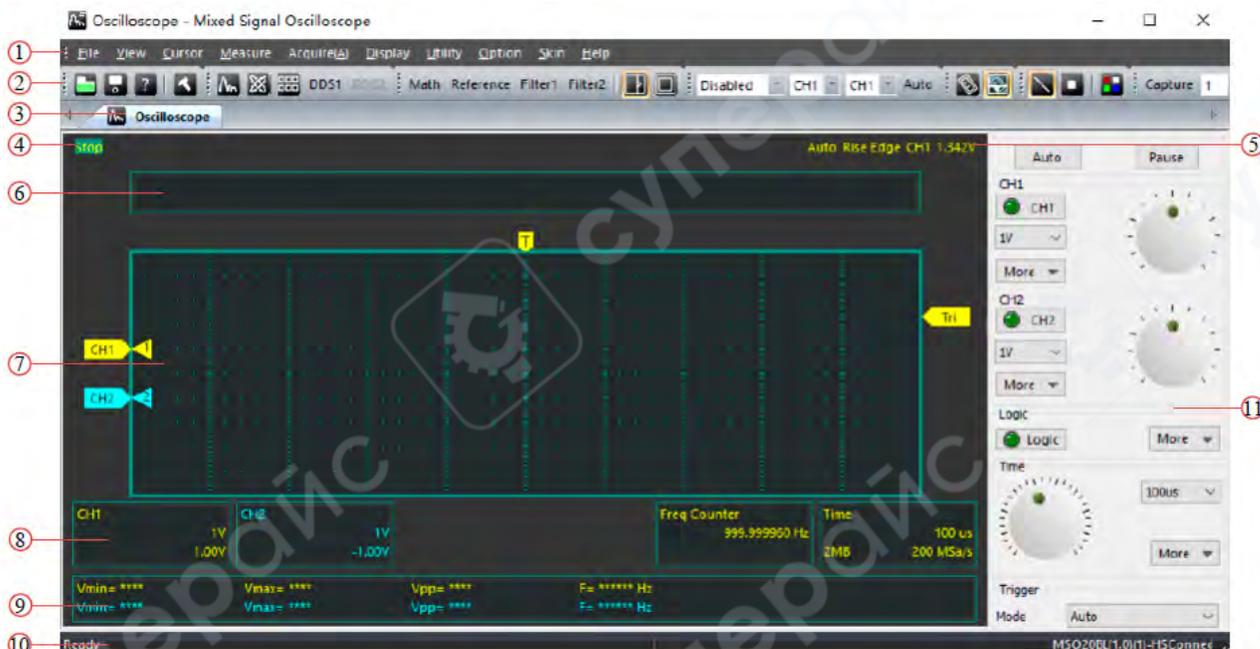
Содержание

1 Основы работы с программным обеспечением.....	4
1.1 Главный интерфейс.....	4
1.2 Описание аппаратных интерфейсов	4
1.3 Использование числового поля ввода	5
1.4 Энкодер.....	5
2 Вертикальная система	5
2.1 Основные настройки	5
2.2 Дополнительные настройки	6
3 Горизонтальная система и система дискретизации	7
3.1 Горизонтальная система.....	7
3.2 Система дискретизации	7
4 Система триггера.....	9
5 Опорная (референтная) форма сигнала	11
6 Математика	12
7 Фильтр.....	13
8 Измерения	13
8.1 Автоматические измерения.....	13
8.1.1 Кнопка «Авто»	13
8.1.2 Параметры измерений.....	14
8.2 Измерения с помощью курсоров	16
8.2.1 X/Время.....	16
8.2.2 Y/Напряжение	16
8.2.3 Трекинг.....	17
8.3 Аппаратный частотомер.....	17
9 Захват и воспроизведение кадров	17
9.1 Захват кадров	17
9.2 Воспроизведение.....	18
10 Тест на соответствие (Passed Test).....	18
10.1 Настройки управления	18
10.2 Настройки правил	18
11 Автомобильные инструменты	19
11.1 Инструмент проверки компрессии	19

11.2	Инструмент анализа фазы 720°	19
11.3	Инструмент наложения фаз цилиндров	20
12	Спектр (БПФ).....	20
12.1	FFT Параметр.....	20
12.2	Настройка оси X.....	21
13	Графики Лиссажу.....	21
14	Входы-выходы (IO)	21
14.1	DIO	21
14.2	ЦАП (DAC).....	23
15	DDS	23
15.1	Непрерывный режим (Continuous)	23
15.2	Частотный свип (Frequency Sweep).....	24
15.3	Пакетный режим (Burst)	24
15.3.1.	Режим N cycle	24
15.3.2.	Режим Gate	25
16	Логический анализатор	25
17	Частотный свип.....	25
18	Потоковый режим / Регистр данных.....	26
19	Декодер.....	28
19.1	Основной интерфейс	29
19.2	Быстрая настройка	30
19.3	Асинхронный последовательный протокол (UART).....	30
19.4	Протокол I ² C (IIC)	32
19.5	Протокол SPI	33
19.6	Протокол CAN	34

1 Основы работы с программным обеспечением

1.1 Главный интерфейс



- ① Панель меню
- ② Панель инструментов
- ③ Вкладка переключения функций
- ④ Отображение состояния работы осциллографа
- ⑤ Отображение состояния триггера
- ⑥ Глобальный предварительный просмотр формы сигнала
- ⑦ Область отображения формы сигнала
- ⑧ Область отображения меток каналов
- ⑨ Область отображения измерений
- ⑩ Строка состояния
- ⑪ Область управления

1.2 Описание аппаратных интерфейсов

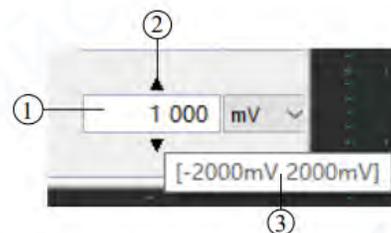


- ① Порт вывода DDS
 - ② Порт вывода прямоугольного сигнала 1 кГц, 2В
 - ③ Входной порт осциллографа CH1
 - ④ Входной порт осциллографа CH2
 - ⑤ Интерфейс цифрового ввода/вывода и логического анализатора
 - ⑥ Интерфейс USB Type-C
- G: опорное заземление
V: 3.3 В
Va: порт вывода ЦАП (DAC)
0~7: порты ввода/вывода (IO)

1.3 Использование числового поля ввода

① В области редактирования, после того как курсор получает фокус, можно напрямую изменять число.

Примечание: После завершения изменения числа необходимо щёлкнуть вне поля ввода или по другим элементам управления, чтобы снять фокус с поля. Это необходимо для того, чтобы введённое значение стало действительным и обновилось.



② Кнопки точной подстройки. При нажатии на стрелки вверх и вниз можно изменять число. Введённое значение обновляется и становится действительным в реальном времени.

③ Всплывающая подсказка отображает допустимый диапазон значений для данного поля ввода. Если введённое значение выходит за допустимые пределы, появляется предупреждение с восклицательным знаком.

1.4 Энкодер

Энкодер позволяет быстро изменять масштаб диапазона. Поддерживаются следующие способы управления: щелчок мышью и перетаскивание, прокрутка колёсиком мыши, управление стрелками клавиатуры.



2 Вертикальная система

Серия MSO21 имеет два аналоговых канала: CH1 и CH2. Системы вертикального управления для этих двух каналов независимы друг от друга, и методы настройки у них полностью одинаковы. Ниже в качестве примера используется канал CH1.

2.1 Основные настройки

① Переключатель управления каналом CH1:

Включает или отключает канал CH1.

② ③ Vertical gear (Вертикальный шаг):

Это значение напряжения, которое соответствует одному делению по вертикали на экране осциллографа. Обычно обозначается как V/дел. При изменении вертикального масштаба амплитуда отображаемой формы сигнала увеличивается или уменьшается, а информация о масштабе в метке состояния канала в нижней части экрана обновляется в реальном времени.



Быстрая регулировка масштаба с центром в 0 В:  Когда курсор находится в области метки, прокрутка колёсика мыши позволяет быстро изменить вертикальный масштаб соответствующего канала, при этом масштабирование формы сигнала происходит относительно центра в 0 В.

Быстрая регулировка масштаба с заданным центром напряжения:   быстрой масштабирования, прокручивайте колесико мыши , и соответствующее напряжение может быть отцентрировано, а вертикальную шкалу соответствующего канала можно быстро настроить для увеличения формы сигнала.

④ More (клавиша "Еще")

Открывает меню дополнительных настроек канала.

2.2 Дополнительные настройки

⑤ Display Name (Имя отображения):

Позволяет изменить отображаемое имя канала CH1 на интерфейсе программного обеспечения (по умолчанию — CH1).

⑥ Probe ratio (Коэффициент деления пробника):

В разделе управления пробниками можно задать единицы измерения и коэффициент ослабления сигнала для пробника. Это позволяет осциллографу поддерживать пробники с различными коэффициентами деления.

На пробнике имеется переключатель для установки коэффициента ослабления.

Например, если на пробнике установлен режим X10, то сигнал будет ослаблен в 10 раз при подаче на канал CH1. Если при этом в программе установлен режим X1, то отображаемое значение будет в 10 раз меньше реального сигнала. Если же выбрать режим X10, то программа умножит измеренное напряжение на 10 и отобразит фактическую амплитуду сигнала.

⑦ Coupling (Связь):

Позволяет установить режим соединения канала: AC или DC, для фильтрации нежелательных составляющих сигнала.

Пример: Исходный сигнал — прямоугольный, со смещением по постоянному току.

В режиме "DC": отображаются как переменные, так и постоянные компоненты сигнала.

В режиме "AC": постоянная составляющая сигнала отфильтровывается.

⑧ Invert (Инверсия):

Отображает сигнал в противоположной фазе (инвертировано).

Быстрая настройка коэффициента пробника, режима сцепления и инверсии: При

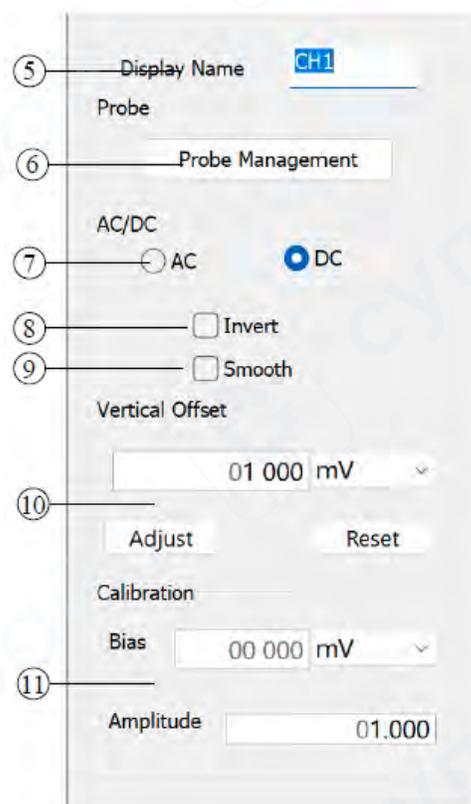
нажатии правой кнопкой мыши на метке , появляется меню для быстрой настройки этих параметров.

⑨ Smooth processing (Сглаживание):

Функция усредняет три точки захваченного сигнала, создавая эффект сглаживания. Для более точной фильтрации рекомендуется использовать QFilter, а для проверки результата — фильтры Filter1 и Filter2.

⑩ Vertical offset (Вертикальное смещение):

- Смещение по вертикали можно настроить, перетащив метку смещения канала; 
- Цифровое поле редактирования в пункте ⑧ позволяет напрямую задать смещение;
- Кнопка "точная настройка" позволяет точно настроить смещение и настроить метку смещения в соответствии с положением ближайшего деления; дважды щелкните мышью в положении метки , чтобы быстро точно настроить смещение;



- Кнопка "Сброс" позволяет сбросить смещение и установить метку смещения в положение шкалы 0; щелкните средней кнопкой мыши на позиции метки, чтобы быстро сбросить смещение.

⑪ Channel Calibration (Калибровка канала):

При поставке с завода устройство уже откалибровано, и, как правило, повторная настройка не требуется.

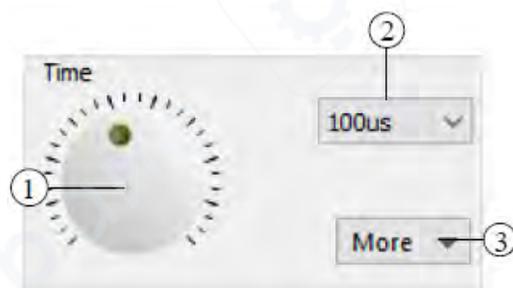
Амплитудная калибровка: Например, если подаётся 3.0 В, а измеряется 3.2 В — нужно ввести коэффициент 3.0 / 3.2.

Калибровка смещения (в мВ): Если сигнал — синусоида от -1 В до 1 В, а отображается как от -0.9 В до 1.1 В — следует задать смещение -100 мВ.

3 Горизонтальная система и система дискретизации

3.1 Горизонтальная система

Горизонтальная временная база (также называемая горизонтальной шкалой) — это значение времени, соответствующее одному делению по горизонтали на экране осциллографа, обычно выражается в с/дел (секундах на деление). Диапазон настройки горизонтальной временной базы зависит от модели прибора.



① ② Horizontal time base (Горизонтальная временная база):

- 1 Возможность быстрой регулировки временной базы;
- 2 Возможность прямой настройки масштаба временной базы.

③ Horizontal offset (Горизонтальное смещение):

Это смещение нулевой временной позиции сигнала относительно центра экрана по горизонтали.

- Горизонтальное смещение регулируется перетаскиванием соответствующей метки ;

- Кнопка «Точная настройка» позволяет скорректировать горизонтальное смещение с шагом до ближайшей деления шкалы; двойной щелчок мыши по метке  быстро выполняет ту же операцию

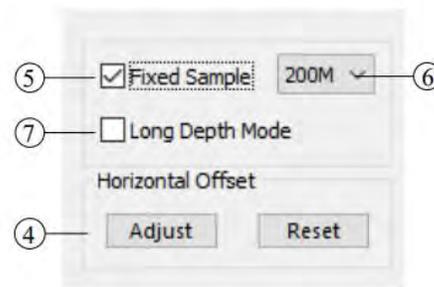
- Кнопка «Сброс» возвращает смещение к нулю, перемещая метку смещения в нулевую позицию; нажатием средней кнопки мыши по метке  можно быстро сбросить смещение.

3.2 Система дискретизации

⑤ ⑥ Fixed sampling rate (Фиксированная частота дискретизации):

Отключает автоматическую подстройку частоты дискретизации в зависимости от временной базы и устанавливает фиксированное значение, выбранное пользователем в пункте ⑥.

⑦ Storage depth (Глубина памяти):



Глубина памяти — это количество точек формы сигнала, которые осциллограф может сохранить за одно срабатывание триггера. Она отражает объём памяти, выделенной на сбор данных.

Благодаря небольшому объёму памяти частота обновления экрана самая высокая, а количество точек формы сигнала, собираемых с каждым разом, будет сокращаться.

При хранении на среднем носителе частота обновления экрана является умеренной, а количество точек формы сигнала, получаемых одновременно, умеренным.

При большом объёме хранилища частота обновления экрана самая низкая, а количество точек формы сигнала, собираемых каждый раз, позволяет использовать как можно большую глубину хранилища.

Примечание: Глубина памяти также влияет на максимальную длину отображаемой формы сигнала в режиме прокрутки (Roll).

⑧ Roll Mode (Режим прокрутки) :

Может быть установлен в режим авто или отключено:

Auto (Авто): программа автоматически включает или отключает Roll Mode в зависимости от текущей временной базы.

Close (Отключено): Roll Mode выключен, программа регулирует длину захвата в зависимости от временной базы, но чтобы сохранить обновляемость осциллографа, максимальное время захвата не превышает 1 секунды.

Частота дискретизации осциллографа:

Процесс дискретизации заключается в преобразовании аналогового сигнала в цифровой с заданным интервалом времени, при этом значения сохраняются последовательно. Частота дискретизации — это обратная величина интервала между отсчётами.

① ② Частота дискретизации и глубина памяти одновременно отображаются на панели временной базы в нижней части экрана. Частота может быть изменена косвенно — либо через настройку временной базы, либо установкой фиксированной частоты дискретизации.

Важно: Частота дискретизации должна быть как минимум в 2 раза выше частоты исследуемого сигнала. При слишком низкой частоте возможны искажения, наложения или потеря формы сигнала.

Logic analyzer sample rate (Частота дискретизации логического анализатора):

Частота дискретизации логического анализатора — это частота, с которой осциллограф собирает цифровые сигналы с заданным интервалом. Она всегда совпадает с частотой дискретизации аналоговых каналов.

Примечание: Жёлтым цветом отображаются текущие параметры осциллографа (частота дискретизации и глубина памяти), белым — параметры логического анализатора.

Acquire method (Метод сбора данных):

Метод сбора данных определяет, как осциллограф формирует точки формы сигнала из отсчётов. В меню "Acquire Method" можно выбрать один из двух режимов:

- normal (Обычный)



Сигнал дискретизируется с равными интервалами времени. Для большинства сигналов это обеспечивает наилучшее качество отображения.

- **peak detection (Обнаружение пиков)**

В каждом интервале дискретизации собираются минимальные и максимальные значения сигнала. Это позволяет визуализировать огибающую сигнала или короткие импульсы, которые могут быть упущены в обычном режиме. Такой режим снижает вероятность наложений, но повышает уровень отображаемого шума. Все импульсы, ширина которых не меньше периода дискретизации, будут отображены.

4 Система триггера

Триггирование — это установка определённых условий срабатывания в соответствии с заданными требованиями. Когда некоторая форма сигнала в потоке волн соответствует этим условиям, осциллограф немедленно захватывает данный сигнал и его прилегающие участки, отображая их на экране. Цифровой осциллограф непрерывно собирает сигналы независимо от того, осуществляется ли стабильный запуск по триггеру, но только при стабильной работе триггера возможно устойчивое отображение формы сигнала.

① **Trigger mode (Режим триггера):**

Осциллографы серии MSO20 поддерживают три режима триггера: Auto (Авто), Normal (Нормальный) и Single (Одиночный). По умолчанию используется режим Auto.

Auto (Авто): если заданное условие триггера не обнаружено, осциллограф принудительно производит запуск и сбор данных для отображения сигнала. Этот режим подходит для отображения сигналов с неизвестным уровнем или постоянной составляющей, а также в случае частого срабатывания триггера, когда принудительный запуск не требуется.

Normal (Нормальный): запуск и сбор данных происходит только при обнаружении заданного условия триггера. Этот режим подходит для сигналов с низкой частотой повторения, когда необходимо зафиксировать только определённые события и исключить автоматический запуск, чтобы получить стабильное отображение.

Single (Одиночный): запуск и сбор происходят однократно при обнаружении условия триггера, после чего осциллограф останавливается. Этот режим используется для единичного захвата специфического события и последующего анализа. После срабатывания состояние осциллографа переходит в режим Stop (Остановлен).

② **Trigger source (Источник триггера):**

В качестве источника триггера могут использоваться аналоговые каналы CH1–CH2 и цифровые каналы DIO0–DIO7. Канал, выбранный в качестве источника триггера, функционирует вне зависимости от того, включён он или нет. Важно: если канал DIO установлен в режим выхода, триггер может не срабатывать корректно.

③ **Trigger type (Тип триггера):**

Осциллографы серии MSO20 поддерживают триггеры по фронту сигнала и по ширине импульса.

- **Триггер по фронту**

Поддерживаются: восходящий фронт, нисходящий фронт, восходящий/нисходящий фронт.

Восходящий фронт: триггер срабатывает на восходящем фронте входного сигнала при достижении заданного уровня напряжения.

Нисходящий фронт: срабатывание на нисходящем фронте при достижении заданного уровня.

Восходящий/нисходящий: триггер активируется на любом из фронтов, если уровень сигнала соответствует установленному.

- **pulse width trigger** (Триггер по ширине импульса)

Срабатывает при положительных или отрицательных импульсах заданной длительности. Поддерживаются следующие типы: положительная ширина импульса (>), положительная ширина импульса (<), положительная ширина импульса (<>), отрицательная ширина импульса (>), отрицательная ширина импульса (<) и отрицательная ширина импульса (<>).

- Положительный импульс (>): триггер срабатывает, если ширина положительного импульса превышает верхний предел.
- Положительный импульс (<): триггер при ширине положительного импульса ниже нижнего предела.
- Положительный импульс (<>): срабатывание, если ширина импульса находится между нижним и верхним пределами.
- Отрицательная длительность импульса (>): срабатывает, когда отрицательная длительность входного сигнала превышает верхний предел длительности импульса.

- Отрицательная длительность импульса (<): срабатывает, когда отрицательная длительность входного сигнала меньше нижнего предела длительности импульса.

- Отрицательная длительность импульса (<>): срабатывает, когда отрицательная длительность входного сигнала находится между нижним пределом длительности импульса и верхним пределом длительности импульса.

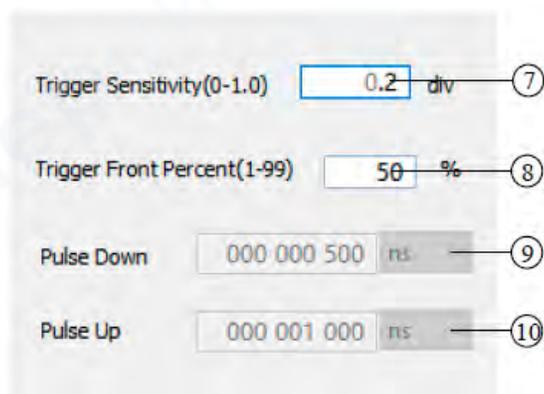
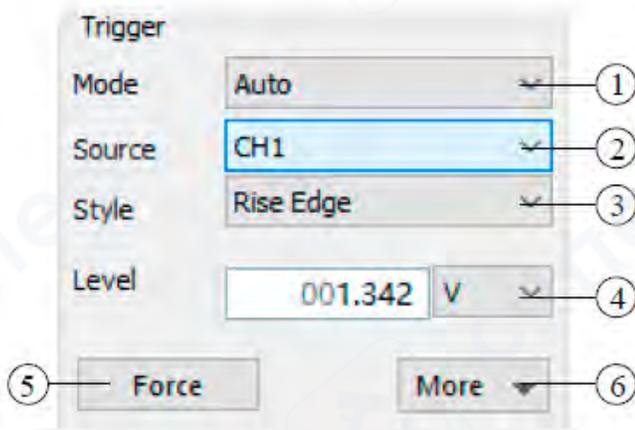
④ **Trigger level (Уровень триггера):**

Установка порогового уровня напряжения для аналоговых каналов CH1 и CH2.

⑤ **Force trigger (Принудительный запуск):**

При активном режиме Normal, нажмите кнопку Force, чтобы вручную инициировать сбор и отображение сигнала.

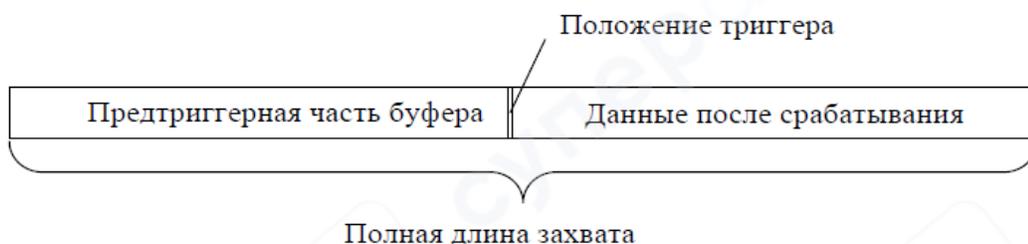
⑦ **Trigger sensitivity (Чувствительность триггера):**



Определяет степень чувствительности при обнаружении условий срабатывания, позволяя отфильтровывать кратковременные помехи (глитчи).

⑧ **Pre-trigger ratio (Доля предтриггера):**

Устанавливает, какую часть буфера занимает предтриггерный сегмент данных.



⑨ ⑩ **Pulse width upper limit/pulse width lower limit (Верхний и нижний пределы ширины импульса):**

Устанавливают допустимые временные пределы для ширины импульса, участвующего в срабатывании по ширине.

5 Опорная (референтная) форма сигнала

Полученная форма сигнала может быть сохранена в виде файла опорной формы сигнала. При открытии такого файла он может отображаться на экране для сравнения.

① **Load the reference file:**

Открытие файла с опорной формой сигнала.

② **Save as a reference file (Сохранение в качестве опорного файла):**

Сохранение формы сигнала с каналов CH1 и CH2 в виде опорных файлов.

③ **Reference waveform switch (Переключатель опорной формы сигнала):**

Включение или отключение отображения формы сигнала из опорного файла.

④ **Vertical scale (Вертикальный масштаб):**

Регулировка вертикального масштаба опорной формы сигнала.

⑤ **Vertical offset (Вертикальное смещение):**

Вертикальное смещение — это смещение нуля сигнала канала по вертикали относительно центра экрана.

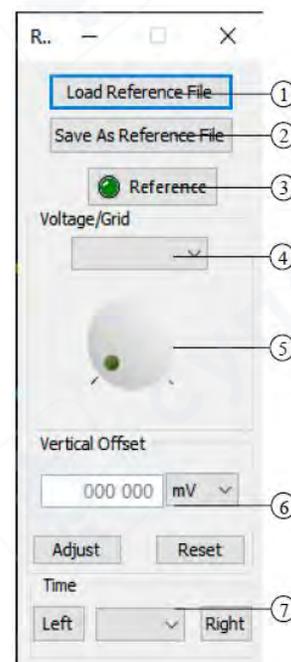
Смещение можно регулировать следующими способами:

- перетаскиванием ярлыка смещения канала; 
- вводом значения напрямую в цифровое поле редактирования в пункте ⑤;
- кнопкой «Точная настройка» для тонкой подстройки смещения с выравниванием ярлыка по ближайшей делении шкалы (двойной щелчок мыши по ярлыку  также активирует тонкую подстройку);
- кнопкой «Сброс» — для возврата смещения в положение шкалы 0;

нажатием средней кнопки мыши на ярлыке  для быстрого сброса смещения.

⑥ **Time axis (Ось времени):**

Регулировка смещения временной базы опорной формы сигнала.



6 Математика

Функция Math (математическая обработка) поддерживает сложение, вычитание, умножение и деление сигналов каналов A и B.

① **Math channel switch (Переключатель математического канала):** Включает/выключает математический канал.

② **Vertical scale (Вертикальный масштаб):** Регулирует вертикальный масштаб отображения математической формы сигнала.

③ **Vertical offset (Вертикальное смещение):** Позволяет смещать форму сигнала по вертикали — то есть положение нуля сигнала на экране относительно центра.

- Смещение можно изменить, перетаскивая метку смещения канала; 

- Также смещение можно задать напрямую в цифровом поле редактирования. в пункте ③;

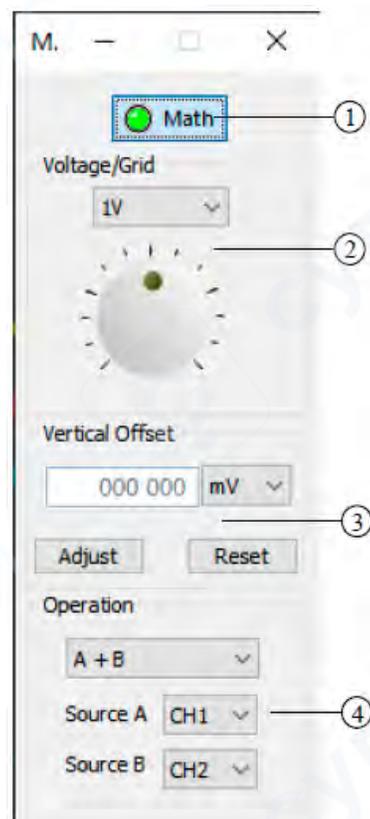
- Кнопка «Точная настройка» позволяет скорректировать смещение с высокой точностью и передвинуть метку на ближайшую делительную шкалу. Двойной щелчок мыши по метке  также позволяет быстро выполнить точную настройку;

- Кнопка «Сброс» возвращает смещение в исходное положение (0) и перемещает метку на нулевую отметку шкалы.

Щелчок средней кнопкой мыши по метке  также быстро сбрасывает смещение.

- ④ **Mathematical operation (Математические операции):**

Настраиваются источники данных A и B, а также тип выполняемой математической операции.



7 Фильтр

Используйте цифровой фильтр, разработанный QFilter, для фильтрации собранных данных и отображения результата фильтрации в режиме реального времени. Это удобно для просмотра и сравнения эффективности работы фильтра. Поскольку настройки Filter1 и Filter2 идентичны, далее в качестве примера будет рассмотрен Filter1.

① **Filter data source selection (Выбор источника данных для фильтрации):**

Поддерживаются следующие источники: CH1, CH2, Ref и Math.

② **QFilter digital filter software (Программное обеспечение цифрового фильтра QFilter):**

Запустите программное обеспечение QFilter для проектирования цифрового фильтра.

③ **Filter fdd file selection (Выбор файла fdd фильтра):**

Выберите файл проекта, созданный в QFilter, и отобразите соответствующее имя файла.

④ **Filter1 channel switch (Переключатель канала Filter1):**

Включение/отключение канала Filter1.

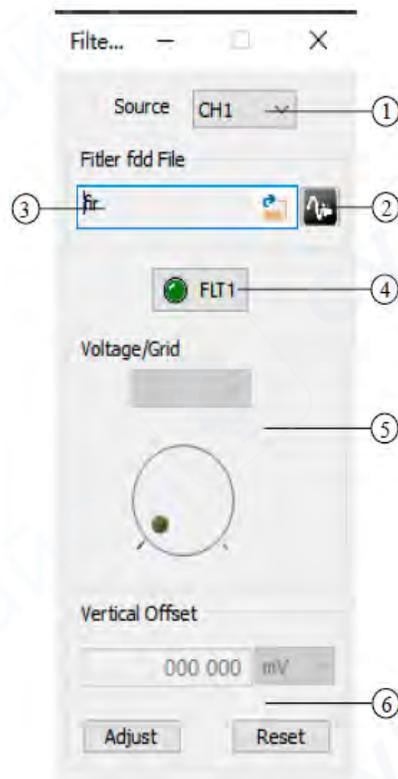
⑤ **Vertical scale (Вертикальный масштаб):**

Настройка вертикального масштаба для формы сигнала Filter1.

⑥ **Vertical offset (Вертикальное смещение):**

Вертикальное смещение — это смещение нуля сигнала канала по вертикали относительно центра экрана.

- Смещение можно отрегулировать, перетаскивая метку смещения канала; 
- Также можно задать смещение напрямую через цифровое поле редактирования (пункт ⑥);
- Кнопка "Точная настройка" позволяет точно отрегулировать смещение и переместить метку на ближайшее деление шкалы; двойной щелчок мышью по метке  быстро выполняет точную настройку;
- Кнопка "Сброс" сбрасывает смещение и устанавливает метку в положение 0 на шкале; Щелчок средней кнопкой мыши по метке  быстро сбрасывает смещение.



8 Измерения

8.1 Автоматические измерения

8.1.1 Кнопка «Авто»

После подключения входного сигнала нажмите кнопку , чтобы запустить функцию автоматического измерения осциллографа. Программа автоматически подстраивает вертикальную и горизонтальную шкалы в зависимости от амплитуды и частоты входного сигнала.

Примечание: функция автоматической настройки формы сигнала работает только при частоте сигнала не менее 50 Гц и амплитуде не менее 50 мВ. Если параметры не соответствуют этим условиям, функция автонастройки может не сработать.

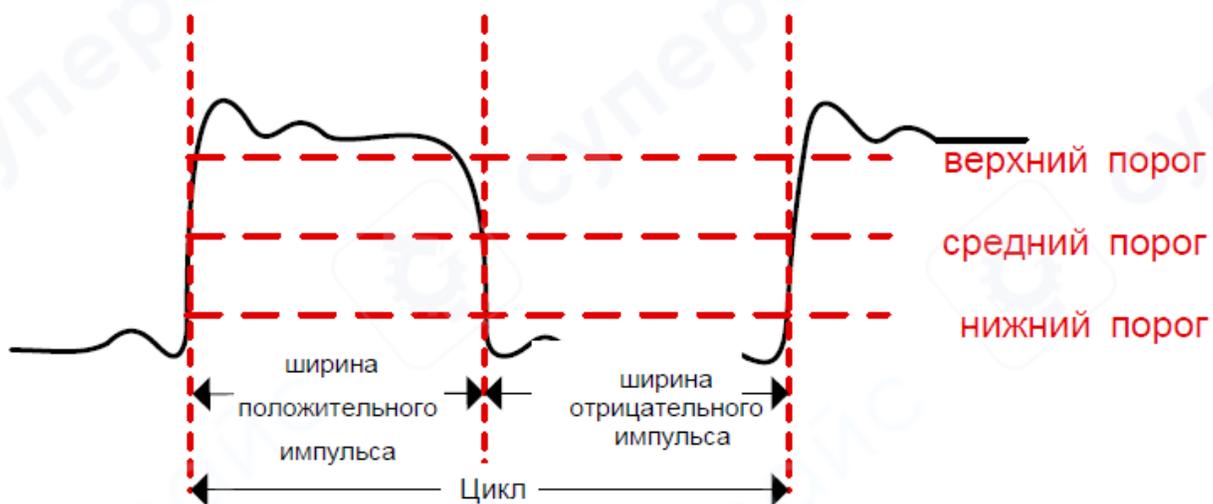
8.1.2 Параметры измерений

Откройте меню «Measurement» → «Measurement», чтобы перейти к интерфейсу параметров измерений, поддерживаемому для каждого канала.

Откройте/скройте область отображения параметров измерений в нижней части интерфейса с помощью меню «Measurement» → «Measurement Display».

Примечание: если на текущем источнике измерения нет сигнала или результат измерения выходит за допустимые пределы (слишком мал или слишком велик), результат будет недействительным, и на экране отобразится «*****». В этом случае повторно подайте сигнал или измените его параметры.

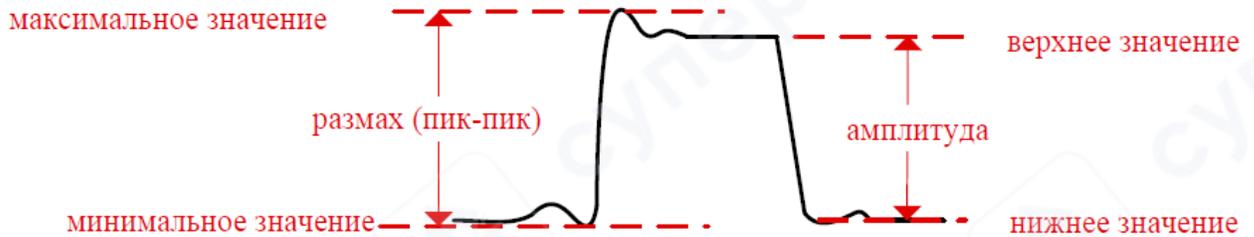
Параметры по времени



Примечание: значения по умолчанию: верхний порог — 90%, средний — 50%, нижний — 10%.

1. **Период** — время между двумя последовательными пересечениями средней линии порога фронтами одинаковой полярности.
2. **Частота** — величина, обратная периоду.
3. **Ширина положительного импульса** — время от средней точки фронта импульса до средней точки спада следующего фронта.
4. **Ширина отрицательного импульса** — время от средней точки спада импульса до средней точки следующего фронта.
5. **Положительный рабочий цикл** — отношение ширины положительного импульса к периоду.
6. **Отрицательный рабочий цикл** — отношение ширины отрицательного импульса к периоду.

Параметры по напряжению



1. **Максимальное значение:** напряжение от наивысшей точки сигнала до уровня земли (GND).
2. **Минимальное значение:** напряжение от наинизшей точки сигнала до уровня земли (GND).
3. **Размах (пик-пик):** разница между максимальным и минимальным значением сигнала.
4. **Верхнее значение:** напряжение от плоской верхней части формы сигнала до уровня земли (GND).
5. **Нижнее значение:** напряжение от плоской нижней части сигнала до уровня земли (GND).
6. **Амплитуда:** разность между верхним и нижним значением формы сигнала.
7. **Среднее значение:** среднеарифметическое по всей области сигнала. Вычисляется по формуле:

$$\text{Average} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

где, результат измерения в i -й точке, n — количество точек измерения.

8. **СКЗ:** среднеквадратичное значение по всей форме сигнала или ограниченной области, рассчитывается как:

$$\text{RMS} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n x_i^2}{n}}$$

где, x_i результат измерения в i -й точке, n — количество точек измерения

9. **СКЗ за период:** среднеквадратичное значение в пределах одного периода — формула аналогична.

10. **Стандартное отклонение:** СКЗ формы сигнала после удаления постоянной составляющей:

$$\text{StdDev} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \text{Average})^2}{n}}$$

где, x_i - значение амплитуды i -й точки, Average - среднее значение формы сигнала, а n - количество измеренных точек.

8.2 Измерения с помощью курсоров

Курсоры используются для измерения значений по осям X и Y выбранной формы сигнала. Перед началом измерений с курсорами подключите сигнал к осциллографу и добейтесь стабильного отображения.

Меню «Cursors» открывает диалоговое окно настроек курсоров (или можно воспользоваться панелью инструментов).



также предусмотрены те же настройки. Доступны три типа курсоров: X/Время, Y/Напряжение, Трекинг.

① **Типе (Тип):** выбор типа курсора

② **Cur1 data source (Источник данных**

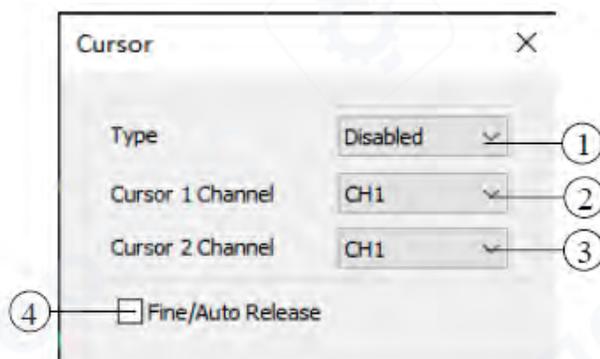
Cur1): выбор источника данных для курсора 1

③ **Cur2 data source (Источник данных**

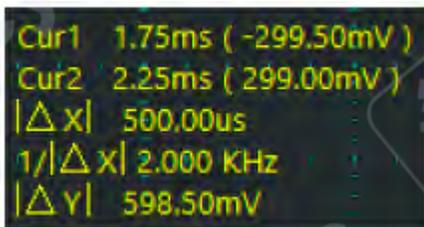
Cur2): выбор источника данных для курсора 2

④ **Fine adjustment/automatic release**

(Точная настройка / авто-сброс): переключение между точной настройкой и функцией колесика мыши



8.2.1 X/Время



```
Cur1 1.75ms (-299.50mV)
Cur2 2.25ms (299.00mV)
|ΔX| 500.00us
1/|ΔX| 2.000 KHz
|ΔY| 598.50mV
```

■ Cur1: значения X и Y курсора Cur1

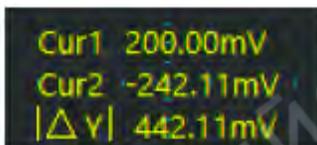
■ Cur2: значения X и Y курсора Cur2

■ $|\Delta X|$: Абсолютное значение разницы между значением X курсора Cur1 и значением X курсора Cur2

■ $1/|\Delta X|$: Величина, обратная абсолютному значению разницы между значением X курсора Cur1 и значением X курсора Cur2

■ $|\Delta Y|$: Абсолютное значение разницы между значением Y курсора Cur1 и значением Y курсора Cur2

8.2.2 Y/Напряжение



```
Cur1 200.00mV
Cur2 -242.11mV
|ΔY| 442.11mV
```

■ Cur1: значение Y курсора Cur1

■ Cur2: значение Y курсора Cur2

■ $|\Delta Y|$: Абсолютное значение разницы между значением Y курсора Cur1 и значением Y курсора Cur2

8.2.3 Трекинг



■ Cur1: Значение курсора Cur1 по оси X и по оси Y

■ Значение курсора Cur2 по оси X и по оси Y.

■ $|\Delta X|$: Абсолютное значение разницы между значением X курсора Cur1 и значением X курсора Cur2

■ $1/|\Delta X|$: Величина, обратная абсолютному значению разницы между значением X курсора Cur1 и значением X курсора Cur2

■ $|\Delta Y|$: Абсолютное значение разницы между значением Y курсора Cur1 и значением Y курсора Cur2

8.3 Аппаратный частотомер

Аппаратный частотомер позволяет в реальном времени отображать частоту на канале триггера осциллографа. Изменение источника триггера автоматически меняет источник данных для частотомера.

9 Захват и воспроизведение кадров

Функция захвата кадров позволяет сохранять каждый кадр данных, собранных осциллографом, как отдельный файл формата .vmmso в режиме реального времени. Возможен захват до 50 000 кадров данных, которые автоматически группируются для удобного воспроизведения и просмотра.

Функция воспроизведения позволяет импортировать весь набор захваченных кадров в диалоговое окно воспроизведения, а также поддерживает ручной и автоматический режимы воспроизведения данных.

9.1 Захват кадров

На панели инструментов,  захвата кадров можно задать количество кадров, которое нужно захватить за один раз, и запустить функцию захвата. После завершения захвата заданного количества кадров кнопка захвата вернётся в неактивное состояние.

9.2 Воспроизведение

① **File list (Список файлов):** Загрузить список файлов.

② **Loading (Загрузка):** Выбрать группу файлов для загрузки.

③ **Same capture frame (Та же группа кадров):** Определяет, следует ли загружать одну и ту же группу файлов сразу.

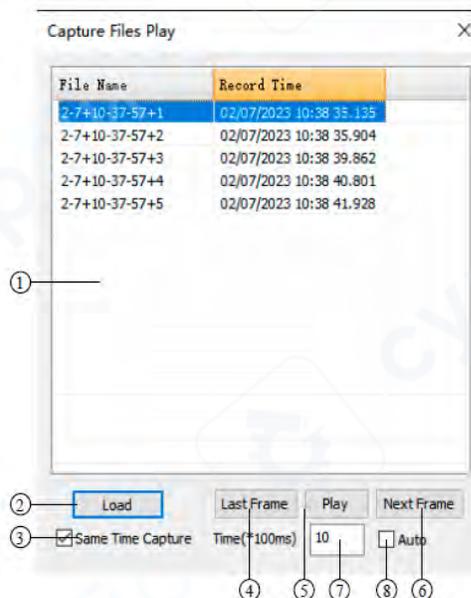
④ **Previous frame (Предыдущий кадр):** Отобразить данные предыдущего кадра.

⑤ **Play (Воспроизведение):** Отобразить данные текущего кадра.

⑥ **Next frame (Следующий кадр):** Отобразить данные следующего кадра.

⑦ **Autoplay time interval (Интервал автопроигрывания):** Интервал автоматического воспроизведения: $N \times 100$ мс.

⑧ **Auto play (Автовоспроизведение):** Автоматически загружает группы файлов для воспроизведения.



10 Тест на соответствие (Passed Test)

10.1 Настройки управления

① **Источник сигнала:**

Выберите канал, по которому проводится тест.

② **Выход:**

Определите выход при выборе условий Pass или Fail.

③ **Немедленная остановка выхода:**

При выполнении условия выхода производится приостановка сбора данных.

10.2 Настройки правил

④ **Вертикаль:**

Диапазон допустимых отклонений по вертикали для правил.

⑤ **Горизонталь:**

Диапазон допустимых отклонений по горизонтали для правил.

⑥ **Создание, сохранение и загрузка:**

Создание, сохранение и загрузка ранее сохранённых файлов правил.

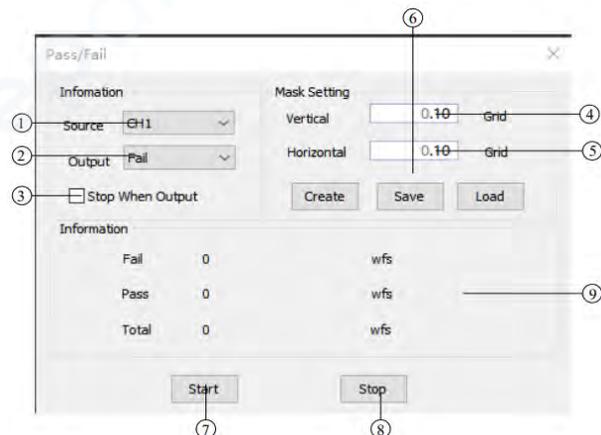
⑦ **Пуск:**

Запуск теста на соответствие.

⑧ **Стоп:**

Остановка теста на соответствие.

⑨ **Отображение информации:**



Отображение статистики по результатам теста: количество успешных (Pass) и неуспешных (Fail) проверок.

11 Автомобильные инструменты

Меню «Cursor» содержит три вспомогательных инструмента для автомобильных измерений:

1. Compression Test Tool - инструмент проверки компрессии;
2. 720° Phase Tool - инструмент анализа фазы 720°;
3. Cylinder Timing Overlay Tool - инструмент наложения фаз цилиндров.

11.1 Инструмент проверки компрессии

① **Включение (Enable):**

Включение/выключение инструмента тестирования.

② **Канал теста (Test Channel):**

Выбор аналогового канала для проведения теста компрессии.

③ **Порядок (Order):**

Задание порядка работы цилиндров.

④ **Гистограммы и проценты (Histograms and percentages):**

Отображение процента компрессии каждого цилиндра и соответствующей гистограммы на основании полученной осциллограммы.



11.2 Инструмент анализа фазы 720°

① **Включение (Enable):**

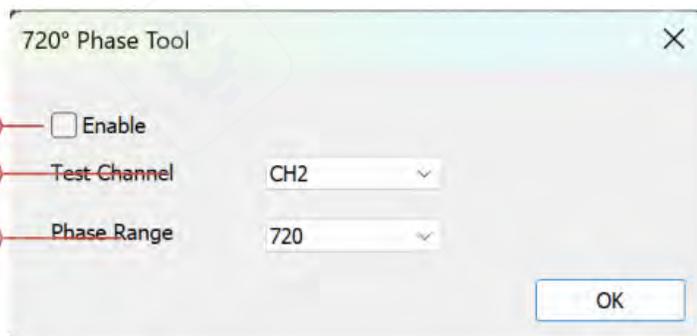
Включение/выключение инструмента тестирования.

② **Канал теста (Test Channel):**

Выбор аналогового канала для проведения анализа фазы.

③ **Диапазон фазы (Phase Range):**

Выбор диапазона фаз, подлежащего отображению.



11.3 Инструмент наложения фаз цилиндров

① **Включение (Enable):**

Включение/выключение инструмента тестирования.

② **Порядок (Order):**

Задание порядка работы цилиндров.



12 Спектр (БПФ)

Программное обеспечение поддерживает 2 канала БПФ (быстрого преобразования Фурье). Системы управления для обоих каналов независимы друг от друга, а методы настройки — полностью идентичны. Ниже приводится описание на примере канала FFT1 (БПФ1).

Нажмите на значок , чтобы открыть интерфейс спектра FFT1

12.1 FFT Параметр

① **FFT1 (БПФ1):** Переключатель канала FFT.

② **Style (Стиль):** Выбор отображения: частота амплитуды или частота фазы.

③ **Signal source (Источник сигнала):** Выбор источника сигнала для канала FFT.

④ **Points (Количество точек):** Установка количества точек для анализа FFT.

⑤ **window (Окно):** Тип окна: выбор типа оконной функции для FFT.

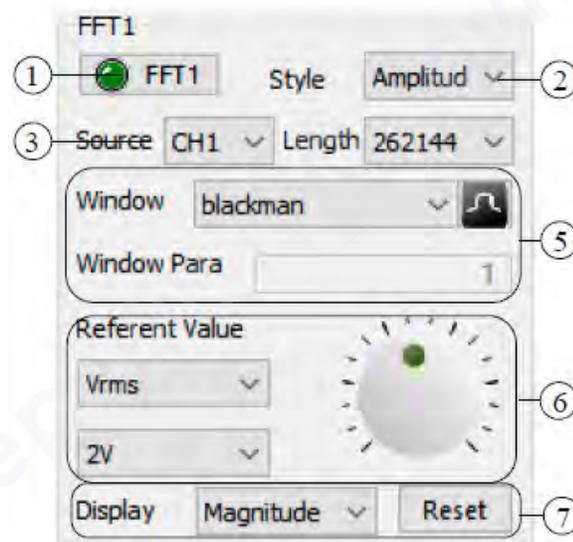
Кнопка  : запускает программное обеспечение для отображения временной и частотной характеристик соответствующей оконной функции.

Параметры окна: настройка параметров выбранной оконной функции.

⑥ **Reference value (Опорное значение):** Установка шкалы и единиц измерения для опорного значения.

⑦ **Display (Отображение):** Установка режима отображения: амплитуда, усреднение или удержание пиков.

Сброс: позволяет очистить данные усреднения и удержания пиков и пересчитать их заново.



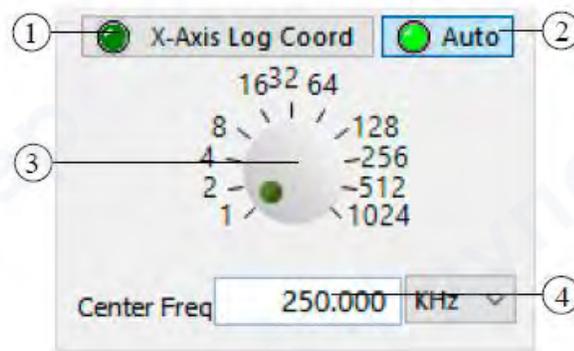
12.2 Настройка оси X

① **X-axis logarithmic coordinates (Логарифмическая шкала оси X):** Отображение оси X в логарифмическом масштабе.

② **Automatic (Автоматически):** Автоматическая корректировка центральной частоты при переключении режима отображения координат оси X.

③ **X-axis enlargement ratio (Коэффициент масштабирования оси X):** Выбор коэффициента увеличения данных по оси X.

④ **Center frequency (Центральная частота):** Установка частоты центральной точки оси X для отображаемого сигнала.



13 Графики Лиссажу

Нажмите на значок , чтобы открыть интерфейс графиков Лиссажу.

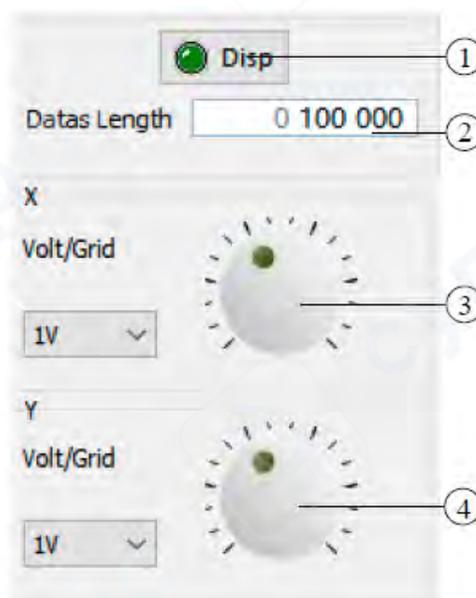
① **Display (Отображение) :** Переключатель графика Лиссажу.

② **Data length (Длина данных):** Задаёт объём данных, используемых для построения графика Лиссажу.

Примечание: Если длина данных превышает длину записи, установленную в осциллографе, для построения графика будет использоваться длина записи.

③ X: Устанавливает масштаб напряжения по оси X.

④ Y: Устанавливает масштаб напряжения по оси Y.



14 Входы-выходы (IO)

Нажмите на значок  панели инструментов, чтобы открыть интерфейс IO.

Порты DIO0 ~ DIO7 настраиваются одинаковым образом. В качестве примера приведём настройку DIO0.

14.1 DIO

Логический анализатор, триггеры осциллографа и управление затвором DDS используют порты ввода-вывода (IO).

Когда IO используется как вход, возможна мультиплексная работа. Например, если триггер осциллографа настроен на DIO0, то DIO0 может одновременно использоваться как управляющий сигнал (gate) DDS.

Если IO-порт занят другими функциями, он отображается серым цветом и не может быть настроен.

① **Переключатель IO (IO switch):**

Открыть/закрыть IO-порт.

② **Вход/Выход** (Input/Output):

Переключение режима работы — вход или выход.

③ **Состояние входа** (Input status):

Отображение уровня входного сигнала IO-порта (высокий или низкий уровень).

④ **Выходное значение** (Output value):

Установка выходного состояния IO-порта. Возможные значения: 0, 1, импульс (pulse).

Импульс формируется так: используется тактовый сигнал 100 МГц, делённый с помощью старшего 32-битного и младшего 32-битного счётчиков.

Настройка частоты и скважности задаёт параметры двух счётчиков.

Формула:

$$100M / \text{frequency} = \text{старший счётчик (32 bit)} + \text{младший счётчик (32 bit)}$$

Скважность (duty cycle) задаёт соотношение между высокими и низкими уровнями.

⚠ **Примечание:**

При высоких частотах установка скважности и фактический выход могут отличаться.

Пример: при частоте импульса 10 МГц и скважности 45%

$$100M / 10M = 10$$

$$10 * 45\% = 4,5$$

Поскольку счётчик может быть только целым числом, фактически будет 4 такта (CLK) в высоком состоянии и 6 тактов в низком состоянии.

Итоговая фактическая скважность составит 40%.



⑤ **Частота** (Frequency):

Настройка частоты выходного импульса.

⑥ **Скважность** (Duty cycle):

Настройка скважности выходного импульса.

⑦ **Синхронизация многоканальных импульсов** (Multi-channel pulse synchronization):

Обеспечивает выравнивание фронтов (rising edges) импульсов на нескольких каналах.

14.2 ЦАП (DAC)

ЦАП может выдавать регулируемое напряжение в диапазоне 0 ~ 3,2 В.

⑧ **Переключатель DAC** (DAC switch):

Включение и выключение выхода ЦАП.

⑨ **Напряжение** (Voltage):

Установка выходного напряжения ЦАП.

15 DDS

Нажмите значок **DDS1** на панели инструментов, чтобы открыть интерфейс DDS. DDS поддерживает три режима работы: **непрерывный** (continuous), **частотный свип** (sweep) и **пакетный** (burst).

① **Переключатель DDS** (DDS switch):

Включение/выключение выхода DDS.

② **Переключение режима** (Mode switching):

Выбор режима работы DDS.

15.1 Непрерывный режим (Continuous)

③ **Форма сигнала** (Waveform):

Выбор типа формы выходного сигнала DDS.

Пользовательская форма (ARB waveform) хранится по пути: каталог установки ПО\dds-waves\8192.

Для создания пользовательской формы нажмите кнопку ARB, чтобы открыть программу VmArb DDS waveform generation software.

Сохраните созданный файл формата .mif в папку .\dds-waves\8192. После этого его можно выбрать и задать как выходной сигнал.

Требования к файлу .mif:

WIDTH = 14 (разрядность ЦАП — 14 бит), DEPTH = 8192 (глубина памяти DDS — 8192).

④ **Амплитуда** (Amplitude):

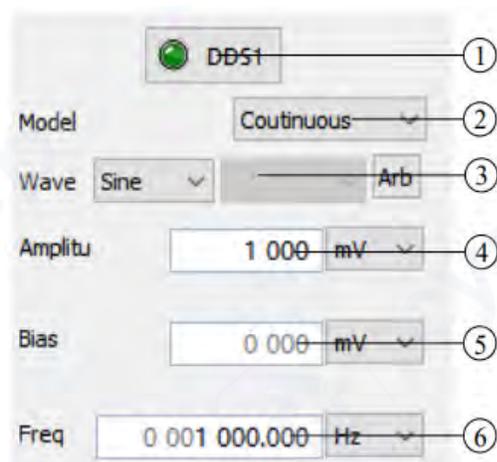
Задание амплитуды выходного сигнала DDS.

⑤ **Смещение** (Offset):

Задание смещения выходного сигнала DDS.

⑥ **Частота** (Frequency):

Задание частоты выходного сигнала DDS.



15.2 Частотный свип (Frequency Sweep)

Параметры формы сигнала (waveform), амплитуды (amplitude) и смещения (offset) задаются так же, как в непрерывном режиме.

① Начальная частота (Start frequency):

Установка начальной частоты свипа.

② Предельная частота (Cut-off frequency):

Установка конечной (предельной) частоты свипа.

③ Время свипа (Sweep time):

Установка продолжительности сканирования.

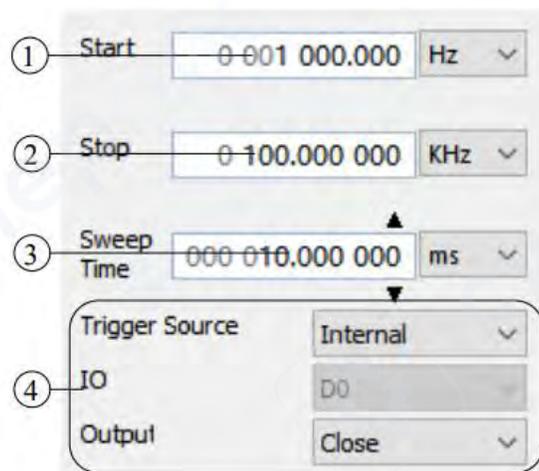
④ Источник триггера (Trigger source):

Определяет источник запуска частотного свипа DDS:

Internal (внутренний): DDS запускается автоматически с помощью внутреннего таймера. Сигнал «Output» может синхронно выдавать начальное положение свипа по фронту (rising edge) или спрезу (falling edge). В качестве выходного порта может быть выбран любой из DIO0~DIO7.

External (внешний): DDS запускается по фронту (rising edge) или спрезу (falling edge) сигнала на любом входе DIO0~DIO7.

Manual (ручной): Запуск частотного свипа по нажатию кнопки Manual trigger.



15.3 Пакетный режим (Burst)

Параметры формы сигнала (waveform), амплитуды (amplitude) и смещения (offset) задаются так же, как в непрерывном режиме.

Дополнительно параметр Start Phase позволяет задать начальную фазу пакетного сигнала.

① Тип пакета (Burst type):

Поддерживаются два режима: N cycle и gating.

15.3.1. Режим N cycle

② Количество циклов (Number of cycles):

Задание количества циклов в пакетном сигнале. При выборе режима Infinite сигнал будет продолжаться до тех пор, пока DDS не будет отключён.

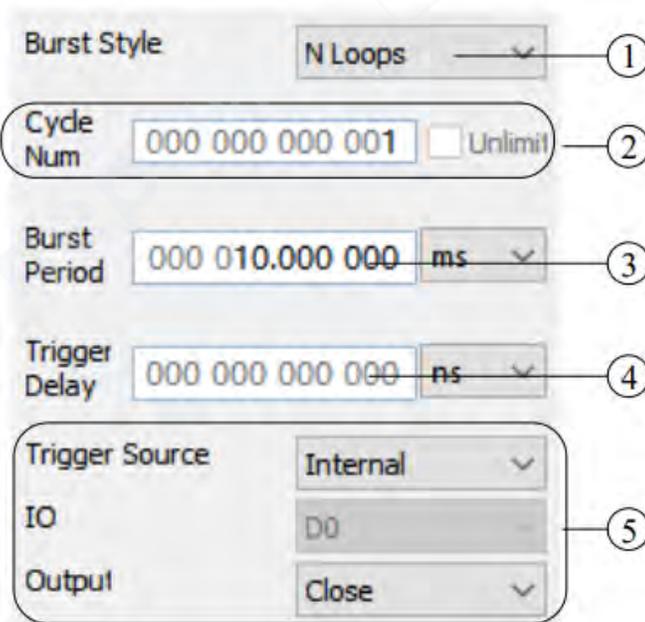
③ Период пакета (Burst cycle):

Задание периода повторения пакета.

④ Задержка триггера (Trigger delay):

Задание временной задержки от момента срабатывания триггера до начала вывода пакетного сигнала.

⑤ Источник триггера (Trigger source):



Определение источника запуска DDS в пакетном режиме:

Internal (внутренний):

Запуск выполняется автоматически внутренним таймером DDS.

Сигнал «Output» может синхронно выдавать начальную точку пакетного сигнала по фронту (rising edge) или спаду (falling edge). В качестве выходного порта может быть выбран любой из DIO0~DIO7.

External (внешний):

Запуск выполняется по фронту (rising edge) или спаду (falling edge) сигнала на любом из входов DIO0~DIO7.

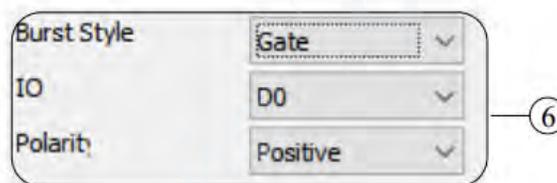
Manual (ручной):

Запуск выполняется вручную по нажатию кнопки Manual trigger.

15.3.2. Режим Gate

⑥ **Управление затвором (Gate control):**

Задание используемого IO-порта и его полярности для управления затвором.



16 Логический анализатор

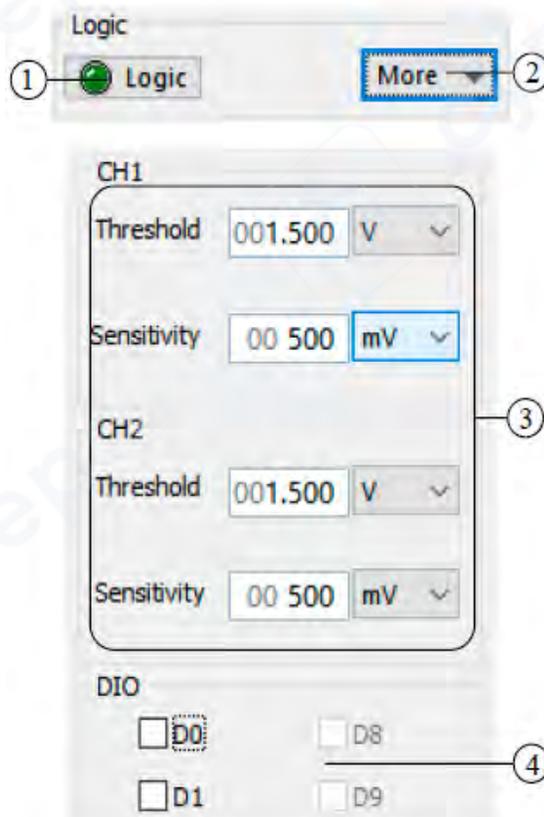
① **Logic (Логика):** Включение/выключение логического анализатора.

② **More (Дополнительно):** Открытие интерфейса расширенных параметров для преобразования аналоговых сигналов в цифровые логические уровни.

③ **Threshold and Sensitivity (Порог и чувствительность):** Устанавливает пороговое значение и напряжение чувствительности для преобразования напряжений аналогового канала в цифровую логику.

Примечание: Порог используется в качестве опорного напряжения для сравнения при преобразовании аналогового сигнала в цифровой. Участки сигнала, значение которых больше либо равно «Порог + Чувствительность», определяются как высокий уровень; участки, меньше либо равные «Порог – Чувствительность», определяются как низкий уровень. Область между «Порог – Чувствительность» и «Порог + Чувствительность» считается зоной удержания и наследует предыдущее логическое состояние.

④ **DIO:** Отображение каналов данных логического анализатора.



17 Частотный свип

Нажмите на значок , чтобы запустить Sweeper.

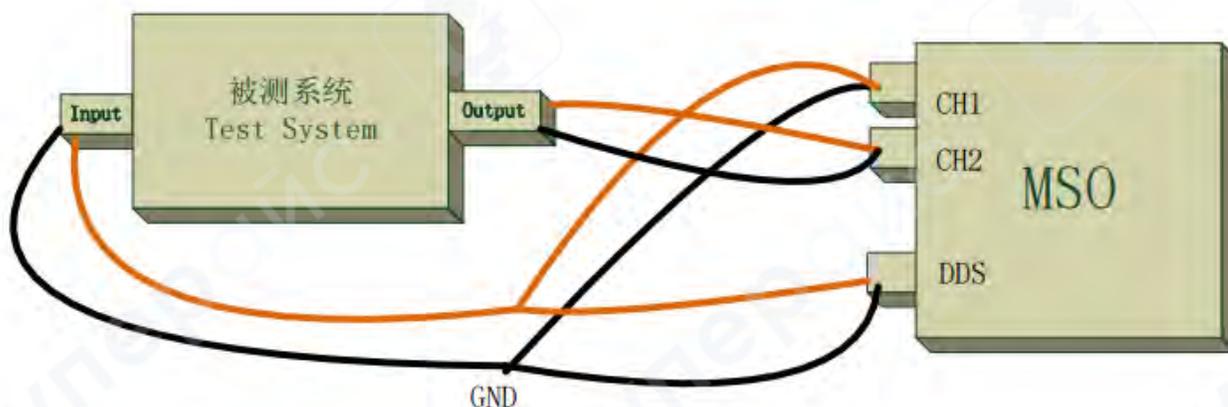
Принцип работы частотного свипера:

- Выход DDS подаётся на тестируемую систему в качестве возбуждающего сигнала.
- CH1 измеряет входной сигнал тестируемой системы.
- CH2 измеряет выходной сигнал тестируемой системы.
- С помощью программных алгоритмов вычисляются изменения частоты и фазы между CH2 и CH1.

- По результатам строятся графики изменения амплитуды и фазы сигнала на различных частотах после прохождения через тестируемую систему.

Эти графики являются амплитудно-частотной характеристикой (АЧХ) и фазо-частотной характеристикой (ФЧХ) системы.

Схема подключения Sweeper:



Настройки DDS:

Производятся аналогично описанным ранее в разделе DDS (Continuous mode).

Тип сигнала — синусоидальный.

Важно правильно подобрать амплитуду DDS, чтобы входной и выходной сигналы не превышали максимально допустимый диапазон осциллографа.

Настройки CH1 и CH2:

Аналогичны настройкам каналов осциллографа, приведённым ранее.

Рекомендуется устанавливать диапазон измерения немного больше фактического напряжения сигнала.

Пример: если амплитуда измеряемого сигнала составляет $\pm 3,3$ В, диапазон можно установить на ± 4 В.

Если диапазон установлен на ± 40 В, точность итоговых результатов будет ниже, чем при ± 4 В.

⚠ Примечание:

Для сигналов с частотой ниже 5 Гц (например, 1 Гц): Один цикл сигнала длится 1 секунду.

При большом количестве циклов процесс свипа будет занимать больше времени. В настоящее время используется метод захвата только двух циклов.

Недостаток: при малом числе циклов амплитуда формы сигнала может быть менее стабильной, чем при большем количестве циклов. Это может приводить к флуктуациям результатов свипа на частотах ниже 5 Гц.

18 Поточковый режим / Регистр данных

① Начало захвата (Start Capture):

После завершения настройки включите сбор в потоковом режиме. Во время сбора будет отображаться выбранный статус; по завершении сбора режим автоматически завершится.

② Временный каталог (Temp Directory):

В потоковом режиме оборудование одновременно передает данные на компьютер, где они сохраняются на жесткий диск.

- При установленной опции «*Temporary Directory*»: данные будут сохраняться во временном каталоге системы, а файлы будут удалены после закрытия интерфейса сбора.

- При снятой опции «*Temporary Directory*»: данные будут сохраняться в каталоге, заданном в разделе «*Options*» программного обеспечения. Записи файлов будут отображаться на странице «*Data Records*» (справа), что удобно для последующего открытия и воспроизведения.

③ Логика (Logic):

Выбор логических каналов.

④ Настройки аналоговых каналов (Analog channel settings):

Параметры **AC/DC**, **зонд**, **осциллограф** идентичны.

Диапазон сбора задается симметрично относительно нуля. Например, при установке диапазона 24 В диапазон сбора составит от -24 В до +24 В.

Для корректной настройки диапазона необходимо выбирать его в соответствии с фактическим диапазоном напряжения измеряемого сигнала. Диапазон должен быть **шире и максимально приближен** к реальному диапазону сигнала, чтобы аппаратная часть регистратора могла использовать большее коэффициент усиления и обеспечивать более точное измерение.

⑤ Захват (Capture):

- Обнаруженные точки останова, продолжение. По умолчанию при обнаружении точки останова сбор останавливается.

- Примечание: для цифровых сигналов сбор автоматически останавливается при обнаружении точки останова; для аналоговых сигналов сбор может продолжаться.

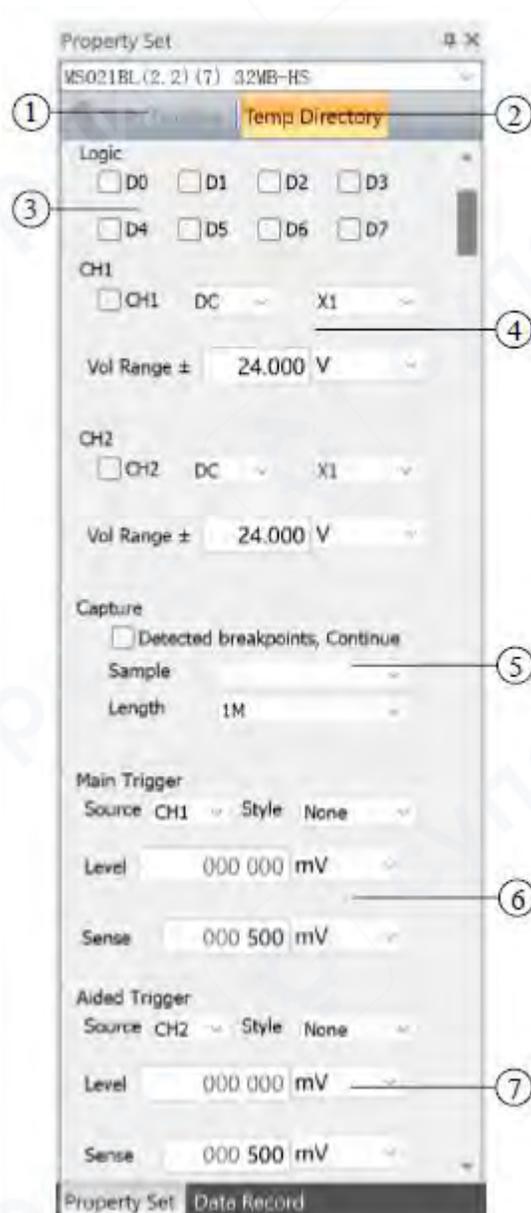
⑥ Основной триггер (Main Trigger):

Настройки триггера аналогичны осциллографу.

⑦ Вспомогательный триггер (Aided Trigger):

Позволяет задать уровень вторичного триггера, который должен быть достигнут после срабатывания основного триггера, чтобы начать сбор.

Декодер (Decoder):



Максимальный объем данных в потоковом режиме составляет **100 ГБ**, поэтому декодер при сборе в потоковом режиме не работает. После завершения сбора декодирование выполняется централизованно.

Настройка декодера для потокового режима аналогична настройке осциллографа.



Функции панели инструментов, уникальные для регистратора данных:

- Сравнение сигналов (Wave contrast): позволяет отобразить открытый файл на интерфейсе формы сигнала для удобного сравнения.
- Автоматическая вкладка (Auto layers): по положению щелчка мыши автоматически переключает вкладку, соответствующую файлу формы сигнала.
- Синхронизированная временная шкала (Synchronized timeline): при перемещении сигналов синхронно перемещает и другие вкладки.

19 Декодер

Декодер может выполнять декодирование и обработку данных аналоговых и цифровых каналов в соответствии с установленным протоколом.

Использование аналоговых каналов

При использовании протокола декодирования для аналоговых каналов полученный аналоговый сигнал необходимо предварительно преобразовать в цифровой, чтобы его можно было декодировать.

- **Пороговое значение (Threshold)** используется как опорное напряжение для преобразования аналогового сигнала в цифровой:
 - часть сигнала, больше или равная $Threshold + Sensitivity$, определяется как высокий уровень (High);
 - часть сигнала, меньше или равная $Threshold - Sensitivity$, определяется как низкий уровень (Low);
 - диапазон между $Threshold - Sensitivity$ и $Threshold + Sensitivity$ используется как зона удержания (Hold area), где сохраняется предыдущее состояние уровня.

После первого захвата аналогового сигнала необходимо проверить его диапазон и задать:

- **Threshold** — на уровне среднего напряжения формы сигнала;
- **Sensitivity** — обычно равна одной пятой диапазона напряжения.

Если преобразование аналогового сигнала в цифровой выполняется некорректно, требуется дополнительная настройка в соответствии с фактическим сигналом.



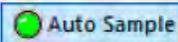
Пример: Сигнал шины **CAN**, полученный через канал CH1, имеет диапазон напряжений от 2,4 В до 3,4 В (по измерениям курсора). В этом случае:

- Threshold можно установить на 2,9 В;
- Sensitivity — в пределах 200–300 мВ.



После корректировки параметров Threshold и Sensitivity цифровой сигнал CH1 в декодере будет успешно соответствовать высоким и низким уровням аналогового сигнала CH1. Это подтверждает правильность настроек, и декодер сможет корректно расшифровать информацию соответствующего протокола.

Автоматическая частота дискретизации (Auto Sample Rate)

Кнопка  для включения функции автоматической частоты дискретизации (включена по умолчанию).

- **Автоматическая частота дискретизации:**

Позволяет автоматически активировать режим фиксированной частоты дискретизации и устанавливать горизонтальную частоту дискретизации: равной скорости передачи (baud rate), указанной в настройках протокола, либо не менее чем в 20 раз больше частоты CLK.

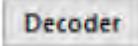
Это предотвращает недостаточную дискретизацию, которая может привести к ошибочному сбору данных.

Если используемый протокол не имеет скорости передачи данных (baud rate) или частоты CLK, горизонтальная частота дискретизации будет установлена на максимально возможное значение.

- **Фиксированная частота дискретизации (Fixed sampling rate):**

Может быть изменена в настройках временной базы (*time base*), разделе дополнительных кнопок (*more buttons*) и в пункте «Fixed sampling rate».

Для открытия интерфейса настроек декодера необходимо нажать соответствующую

кнопку .

19.1 Основной интерфейс

① **Добавить:**

Добавление протокового декодера.

② **Удалить:**

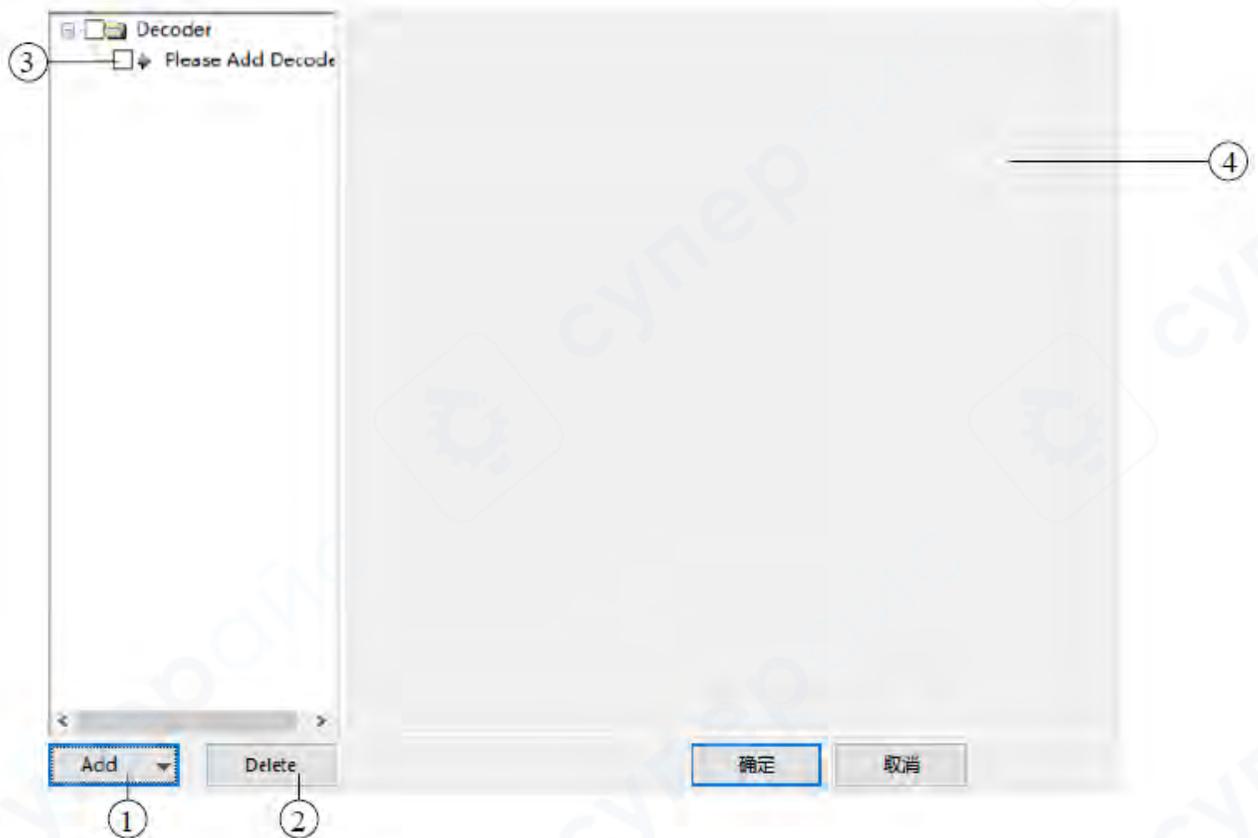
Удаление протокового декодера.

③ **Список декодеров:**

Отображает список добавленных декодеров.

④ **Настройки протокола:**

Задание соответствующих параметров протокола.



19.2 Быстрая настройка

На вкладке Protocol щёлкните правой кнопкой мыши , чтобы открыть меню Quick Settings.

В меню доступны следующие функции:

- отключение отображения соответствующего протокола;
- изменение формата отображения данных;
- экспорт данных.

По левую и правую стороны области отображения канала анализа протокола , которые позволяют быстро отобразить весь участок декодера с данными.

19.3 Асинхронный последовательный протокол (UART)

Декодер Async Serial может анализировать данные только из одного источника.

Для UART существуют два источника — RX и TX, поэтому для анализа можно добавить два декодера.

Выводы DIO0~DIO7 поддерживают только уровни напряжений 3,3 В и 5,0 В.

При сборе сигналов с выводов микросхем-приёмопередатчиков RS232 и RS485, если уровень не находится в диапазоне 0–5,0 В, необходимо использовать аналоговые каналы CH1 и CH2 для сбора.

Protocol

Name ①

Input Channel ②

Bit Rate (Bits/s) ③

Signal Inversion ④

Bits per ⑤

Significant ⑥

Parity Bit ⑦

Stop Bits ⑧

Data

⑨ ⑩

① **Name (Имя):**

Отображаемое имя метки интерфейсного протокола.

② **Source (Источник):**

Источник данных для декодера.

③ **Baud rate (Скорость передачи):**

Задание скорости передачи (baud rate) протокола.

④ **Polarity (Полярность):**

В стандарте RS232:

- логическая «1» соответствует уровню $-5\text{ В} \sim -15\text{ В}$,
- логический «0» соответствует уровню $+5\text{ В} \sim +15\text{ В}$.

При сборе RS232 необходимо установить режим Inverted (инверсный).

⑤ **Data bit (Бит данных):**

Количество бит данных, передаваемых за один раз.

⑥ **Bit sequence (Последовательность бит):**

Выбор порядка бит: MSB-first или LSB-first.

По умолчанию для UART используется LSB-first, и этот параметр, как правило, менять не требуется.

⑦ **Validation method (Метод проверки):**

Выбор метода калибровки/контроля (например, чётность).

⑧ **Stop bit (Стоп-бит):**

Задание количества стоп-битов.

⑨ **Display format (Формат отображения):**

Настройка формата отображения данных в декодере.

⑩ **Export data (Экспорт данных):**

Сохранение результата работы декодера в файл.

19.4 Протокол I²C (IIC)

⚠ Внимание:

Не следует смешивать аналоговые каналы CH1, CH2 и цифровые каналы DIO0~DIO7, так как различные типы каналов обрабатывают данные на предварительном этапе по-разному. Это может вызвать временной сдвиг и привести к некорректным результатам анализа протокола.



Параметры настройки

① **Name (Имя):**

Отображаемое имя метки интерфейсного протокола.

②–③ **Источник информации SCL, SDA (Information source SCL, SDA):**

Источники данных для декодера (линии синхронизации SCL и данных SDA).

④ **Display format (Формат отображения):**

Настройка формата отображения данных в декодере.

⑤ **Export data (Экспорт данных):**

Сохранение результата работы декодера в файл.

19.5 Протокол SPI

⚠ Внимание:

Не следует смешивать аналоговые каналы CH1, CH2 и цифровые каналы DIO0~DIO7, так как различные типы каналов обрабатывают данные на предварительном этапе по-разному. Это может вызвать временной сдвиг и привести к некорректным результатам анализа протокола.

The screenshot shows the configuration interface for the SPI protocol. The 'Protocol' section includes the following settings:

- Name:** SPI 1 (1)
- MOSI:** None (2)
- MISO:** None (3)
- SCK:** D2 (4)
- SS/CS:** None (5)
- Bits per:** 8 Bits per Transfer (Standard) (6)
- Significa:** MSB:Most Significant Bit First (Standard) (7)
- Clock State(CPOL):** Clock is Low when inactive (CPOL = 0) (8)
- Clock:** Data is Valid on Clock Leading Edge (CPHA = 0) (9)
- Enable:** Enable line is Active Low (Standard) (10)

The 'Data' section includes:

- 11:** Hexadecimal (dropdown menu)
- 12:** Export Data (button)

① Name (Имя):

Отображаемое имя метки интерфейсного протокола.

②–⑤ Источники информации MOSI, MISO, SCK и CS (Information sources):

Источники данных для декодера:

- **MOSI** (Master Out Slave In),
- **MISO** (Master In Slave Out),
- **SCK** (Serial Clock),
- **CS** (Chip Select).

⑥ **Data digits (Разрядность данных):**

Количество бит данных, передаваемых за один раз.

⑦ **Bit sequence (Последовательность бит):**

Выбор порядка передачи бит: MSB-first или LSB-first.

⑧ **Clock Polarity (CPOL) — Полярность тактового сигнала:**

Выбор уровня сигнала, используемого в качестве опорного (высокий или низкий).

⑨ **Clock Sampling Edge (CPHA) — Фаза тактового сигнала:**

Выбор фронта (переднего или заднего), по которому выполняется выборка данных.

⑩ **Display format (Формат отображения):**

Настройка формата отображения данных в декодере.

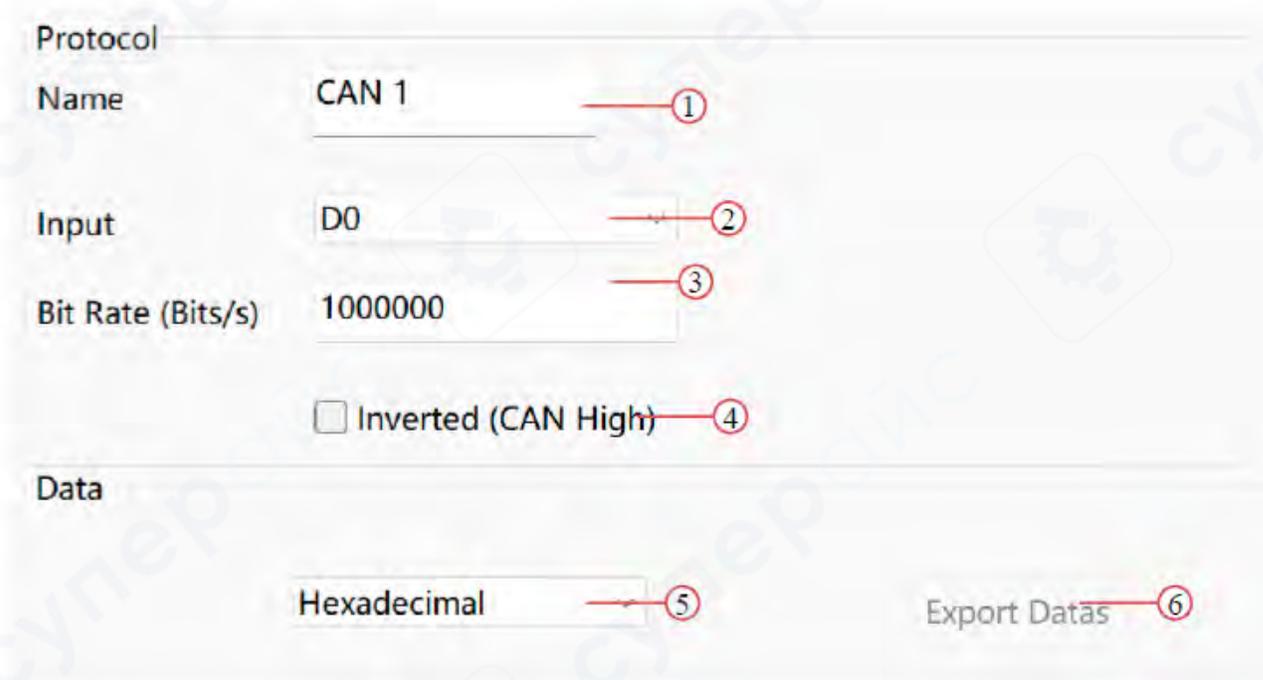
⑪ **Export data (Экспорт данных):**

Сохранение результата работы декодера в файл.

19.6 Протокол CAN

⚠ Внимание:

Выводы DIO0~DIO7 поддерживают только уровни напряжений 3,3 В и 5,0 В. При сборе сигналов с выводов приёмопередатчика CAN, если уровень не находится в диапазоне 0–5,0 В, необходимо использовать аналоговые каналы CH1 и CH2.



① **Name (Имя):**

Отображаемое имя метки интерфейсного протокола.

② **Source (Источник):**

Источник данных для декодера.

③ **Baud rate (Скорость передачи):**

Задание скорости передачи протокола (baud rate).

④ **CAN_L / CAN_H:**

В шине CAN сигнал передаётся в виде разности потенциалов между линиями CAN_H и CAN_L и разделяется на два состояния:

- **доминантное (dominant),**
- **рецессивное (recessive).**

Для сбора сигналов CAN достаточно захватывать одну из линий (CAN_H или CAN_L).

Если используется CAN_H, необходимо выбрать *CAN High*, так как логический уровень в этом случае инверсен относительно фактического уровня.

⑤ **Display format (Формат отображения):**

Настройка формата отображения данных в декодере.

⑥ **Export data (Экспорт данных):**

Сохранение результата работы декодера в файл.